



**הטכניון**

מכון טכנולוגי

לישראל

# פרשיות לימודים

לימודי הסמכה ולימודים לתארים מתקדמים

**20252026**

אביב תשפ"ו

# מדריך לפרשיות הלימודים

## מדריך לפרשיות הלימודים

פרשיות הלימודים מכילות מידע לגבי כל מקצוע (פרט למערכת השעות ותאריך הבחינה). כדי להפיק את מלוא התועלת מן הקטלוג, על הסטודנט ללמוד תחילה את הכללים לשימוש בו. לשם דוגמה, נראה כיצד יופיע בו מקצוע דמינוי.

068946 גסטרונומיה תאורטית 1ב'

3.5 1 2 4 5 א+ג קמ

מקצועות קדם: 188511 ו 639401-6

מקצועות צמודים: 189460

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 336423

מקצועות מוכלים: 713442

מקצועות מכילים: 318560, 917560

קביעת הציון

ציון עובר/נכשל

נעיין בפרטי מקצוע זה שורה אחר שורה

## 1. מספר המקצוע

לאור מעבר בין מערכות מחשוב, החל משנה"ל תשפ"ה בוצע שינוי במספרי

הקורסים. למספר הקורס התווסף אפס מוביל ואפס בספרה הרביעית.

דוגמא: קורס שמספרו 654321 השתנה למספר 65403210.

המקצועות בקובץ זה מסומנים במספר הישן. מספרי המקצוע בפורטל יהיו

המספרים החדשים.

השורה הראשונה מתחילה במספר המקצוע 068946. לכל מקצוע (הן בלימודי הסמכה והן בלימודי תארים מתקדמים) מספר מזהה בן 6 ספרות. שתי הספרות הראשונות משמאל מסמנות את היחידה האקדמית האחראית להוראת המקצוע, (בדוגמה שלנו: 06 - מזון וביוטכנולוגיה). הספרה השלישית משמאל קובעת את

רמת המקצוע לפי המפתח הבא:

- קורסי הסמכה: רמות 4, 5

- קורסים משותפים להסמכה ותארים מתקדמים: 6, 7

- קורסי תארים מתקדמים: רמות 8, 9

שלושת הספרות האחרונות נועדו למגמות בתוך הפקולטה ולמספר רץ של

המקצוע בתוך המגמה.

לאחר מספר המקצוע מופיע שם המקצוע, "גסטרונומיה תאורטית 1ב'". הספרה

1 מצביעה על כך שזהו המקצוע הראשון מתוך קבוצה של מקצועות. מקצועות

ההמשך יסומנו בספרות 2, 3 וכו'. האות "ב" באה לסמן שאותו מקצוע ניתן

במספר מהדורות שונות (למשל לסטודנטים של פקולטות שונות). לדוגמה,

המקצועות פסיקה 3א', פסיקה 3ב', דומים זה לזה, אך מיועדים לסטודנטים

שונים. בדרך כלל האות "מ" באה לסמן שהמקצוע ניתן בהיקף מורחב, האות

"ר" שהמקצוע מיועד לסטודנטים לרפואה וכו'.

## 2. שעות, שיטה וניקוד

המספרים המופיעים מתחת לשם המקצוע, מציינים את הפרטים הבאים (מימין

לשמאל):

ספרה ראשונה מימין	- שעות הרצאה (ה') שבועיות
ספרה שניה מימין	- שעות תרגילים (ת') שבועיות
ספרה שלישית מימין	- שעות מעבדה (מ') שבועיות
ספרה רביעית מימין	- שעות פרויקט/סמינר/אולפן שבועיות
ספרה חמישית מימין	- שעות עבודת בית (ע"ב) שבועיות
אות(יות) שישית מימין	- אות המציינת את הסמסטר (או הסמסטרים) בו ניתן המקצוע
אות שביעית מימין	- אפשרות לקריאה מודרכת (קמ)
מספר שמיני מימין	- ערך המקצוע בנקודות

הערה:

במקצוע בו אין הרצאה, תרגיל, או אין מעבדה, יופיע קו במקום הספרה

המתאימה.

## 3. מקצועות קשר

בשורה הבאה מופיעה רשימת המקצועות הקשורים בצורה כלשהי למקצוע הנדון. בדוגמה, בעמודה הימנית, מופיעים 2 מקצועות בדרישות קדם עם הסימן "ו-" ביניהם. פירושו של סימן "ו-" הוא כי יש ללמוד את שני המקצועות. בשורת המקצועות המכילים מופיע פסיק בין שני המקצועות ופירושו הדבר כי כל אחד מהמקצועות מכיל את המקצוע הנדון. אם יופיע "או" בין שני מקצועות קדם, פירושו כי יש ללמוד רק אחד משני המקצועות הרשומים בתור דרישת קדם.

## 4. אופן קביעת הציון במקצוע

לאחר מכן מופיעה הצורה בה נקבע הציון הסמסטריאלי. באם לא צויין דבר, פירושו כי הציון נקבע בדרך רגילה, דהיינו ע"י מעקב במשך הסמסטר (כגון בחנים, תרגילי חישוב, תרגילי מעבדה וכו') וגם בחינה סופית. בכל מקרה אחר יצויין הדבר. למשל: קביעת ציון ע"י בחינה סופית בלבד, או על-פי מעקב במשך הסמסטר בלבד.

בשורה האחרונה ניתן הסבר לגבי סוג הציון. בדרך כלל הציון הינו מאוני (0-

100) ובמקרה כזה לא ירשם דבר. כאשר הציון הינו מסוג "עובר/נכשל",

יפורט הדבר במקום המתאים, כפי שמופיע בדוגמה.

**המחלקה ללימודים הומניסטיים ואמנות**

**3210001 קורס בסין 2**

----- חורף + אביב + קיץ 0.0

**3210002 קורס בסין 3**

----- חורף + אביב + קיץ 0.0

**3210003 קורס בסין 4**

----- חורף + אביב + קיץ 0.0

**3210004 קורס בסין 5**

----- חורף + אביב + קיץ 0.0

**3210006 קורס בסין 6**

----- חורף + אביב + קיץ 0.0

**3210007 חינוך לביטחון לאומי**

----- חורף + אביב + קיץ 0.0

**3210008 מבוא קהילת האומה הסינית**

----- חורף + אביב + קיץ 0.0

**3240032 אנגלית למתקדמים א'**

----- חורף + אביב + קיץ 0.0

הקורס יינתן באחריות המכינה הקדם-אקדמית. הקורס מיועד לסטודנטים שעברו בהצלחה אנגלית מדעית 324021 (1) או אנגלית בסיסית ולסטודנטים שסווגו לאנגלית למתקדמים א' על פי הבחינה הפסיכומטרית או בחינת אמ"ר. בקורס נלמדים טקסטים טכניים ומדעיים ברמה מתקדמת במטרה להקנות לסטודנט את הכלים להתמודד עם קריאת טקסטים אקדמיים והרחבת אוצר המילים. כמו כן, ילמדו דפוסים לשון ודקדוק המיוחדים לכתיבה מדעית. דגש יושם על ניתוח משפטים מורכבים השכיחים באנגלית מדעית.

**3240033 אנגלית טכנית-מתקדמים ב'**

----- חורף + אביב + קיץ 3.0

**3240053 עברית 4**

----- חורף + אביב + קיץ 3.0

תוכנית הלימודים כוללת: שיפור ההבעה בכתב ובעל-פה, כתיבת תמצית, דיווח ותכתובת רשמית. הדגש מושם על הבנת מאמרים בנושאים טכניים ומדעיים. המקצוע הוא מקצוע חובה המיועד לסטודנטים חסרי תעודת בגרות ישראלית, ולסטודנטים שנבחנו בבחינה הפסיכומטרית בשפה זרה. הסיווג למקצוע נעשה על-סמך בחינת יע"ל. סטודנטים המסווגים לרמה זו, חייבים ללמוד את המקצוע בשנה הראשונה ללימודיהם על-מנת למלא את חובותיהם במקצועות העברית הנדרשים בטכניון. סטודנטים שאין להם בגרות ישראלית חייבים גם לקחת קורס בנושא "תולדות ישראל" במהלך הלימודים.

**3240070 עברית לביה"ס הבינלאומי 3**

----- חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם: ( 03240069 )**

הקורס הוא המשכו של עברית לביה"ס הבינלאומי 3240069 ומיועד לסטודנטים מביה"ס הבינ"ל בלבד. בתוכנית הלימודים: קריאה והבנה של מאמרים בנושאים מדעיים והקניית יסודות הכתיבה בעברית.

**3240227 אלתור ג'אז למתחילים**

----- חורף + אביב 1.5

מטרת הקורס: הקניית ידע תיאורטי ומעשי ביסודות האלתור, פתוח יכולת אלתור על יצירות מתוך רפרטואר הג'אז, והכרת תפקידי הכלים בהרכב גאז תוך האזנה מודרכת לנגני ג'אז שונים.

**3240228 נגינה ואלתור בהרכב ג'אז-למתקדמים**

----- חורף + אביב + קיץ 1.5

מטרת הקורס: יצירת הרכב ג'אז פעיל תוך הרחבת והעמקת הידע התיאורטי והמעשי באלתור, פתוח הרגישות לקצב ולהרגשת הזמן, ופתוח האנטראקציה המוזיקלית בין הנגנים כפי שבא לידי ביטוי בהקלטותיהם של הרכבי ג'אז שונים. הנושאים הנלמדים: סולמות ג'אז, הרמוניה מורחבת, שכתוב וניתוח אלתורים של נגני ג'אז ידועים ושילוב אלמנטים מתוכם בנגינה ובאלתור. דרישות קדם: סטודנטים בעלי רקע באלתור שעברו מבחן מיון ראשוני הכולל נגינתקטע קלאסי ושני קטעי ג'אז כולל אלתור.

**3240235 תקשורת בין-אישית באמצעי תיאטרון**

----- חורף + אביב + קיץ 1.5

הקורס משלב לימוד עבודות תאורטיקנים בתקשורת האמנותית, מסטניסלבסקי ועד בארבה, עם תרגילים וסצנות קצרות אשר מטרתן פיתוח המודעות החברתית והאישית. גילום דמויות שונות יעשירו את יכולת התקשורת הבין-אישית ויתרום לשיפור המיומנויות הנדרשות צוות ומנהיגות.

**3240236 תזמורת נשיפה**

----- חורף + אביב 2.0

תזמורת הנשיפה הינה גוף ביצוע המורכב מכלי נשיפה מעץ, מתכת וכלי הקשה. הרפרטואר של תזמורות הנשיפה מגוון ונע בין מוזיקה קלאסית, מוזיקה מקורית לתזמורות נשיפה, מוזיקה לסרטים, ג'אז, מוזיקה פופולרית ושירי לכת. במהלך הקורס תיפגש התזמורת לחזרה שבועית. על חברי התזמורת להשתתף בחזרות ולהגיע מוכנים עם התפקידים. בכל סוף סמסטר תזמורת הנשיפה תופיע בקונצרט ובו חובת השתתפות. בנוסף, תזמורת הנשיפה של הטכניון מוזמנת להופיע באירועים נוספים- המועדים יועברו בתחילת כל סימסטר.

**3240250 עיצוב גרפי ותקשורת חזותית**

----- חורף 2.0

קורס זה עוסק בעולם העיצוב, היצירתיות והתקשורת החזותית, כולל תהליך העיצוב וכיצד ליישם אותו. הקורס עוסק גם בהבנת ההרכב של יצירה גרפית והכרת העיצוב על התמיכות והפורמטים השונים שלו, וכיצד להשתמש בו כדי לתקשר.

**3240265 אקו-פילוסופיה:חשיבה סביבתית**

----- חורף + אביב + קיץ 2.0

מטרת הקורס היא להעניק את הכלים המחשבתיים לדון באופן מושכל בשאלות הדוחקות הנוגעות למשבר הסביבתי ולערוך היכרות עם העמדות השונות בנוגעאלהן. זאת על-ידי היכרות עם המושגים, הרעיונות והטיעונים המרכזיים שהתפתחו במחשבה הסביבתית, כגון משאבי החינם של הטבע, טביעת הרגל האקולוגית, נוסחת TAP, הטרגדיה של הכלל. קורס מל"ג

**3240266 מדע וביקורות המדע**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

נלמד להכיר את מאפייניו הייחודיים של המדע, את כוחו, וגם את מגבלותיו. בין השאר, נעסוק בשאלות: מה מבחין תיאוריות מדעיות מתיאוריות אלטרנטיביות, מתי הסבר יחשב למדעי, איך מוכיחים שתיאוריה היא שגויה, האם אפשר להוכיח שתיאוריה היא נכונה, אם לא, האם זה אומר שהמדע הוא בסך הכל השערה כמו כל השערה אחרת. קורס מ"ג

**3240267 יחסי גוף נפש: מאפלטון ועד מדעי המח**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

הקורס יבחן את סוגית הקשר שבין הגוף לנפש מהיבט פילוסופי. נציג את העמדות המרכזיות מאפלטון ועד ימינו ונתמקד בשאלה כיצד נוצר הפער בין הגוף לנפש בתפיסת טבע האדם בעת החדשה ומהן הדרכים האפשריות לפתרון הבעיה. לקראת סיום הקורס נדון בגישות מדעיות ובגישת פרקטית יותר לבחינת היחסים בין גוף לנפש באמצעות תרגול יוגה. קורס מ"ג

**3240282 פוליטיקה של זהויות בישראל**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

למורכבותה של החברה הישראלית ביטויים יומיומיים רבים ותהליכים דמוגרפיים ותרבותיים מעצבים ומשנים את פניה. שינויים אלה מעלים סוגיות מורכבות כגון מהי תרבות ישראלית והאם יש מקום לתרבות ישראלית אחת דומיננטית. הקורס יעסוק בשלושה תחומים מרכזיים בהם סוגיות אלה באות לידי ביטוי בחיי היומיום בישראל: תקשורת ופוליטיקה, משפחה, חינוך ותרבות פופולארית. קורס מ"ג

**3240283 כלכלה וחברה: מבט בין-תרבותי**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

קורס זה בוחן את היחסים המורכבים שבין תהליכים כלכליים, תרבות ושינוי חברתי. באמצעות הבנת המימדים התרבותיים והחברתיים שלהם, נדון במונחים שגורים כמו "כלכלה" ו"שינוי חברתי". במהלך הקורס יעסקו התלמידים בדיונים על חייהם הכלכליים של אנשים, נושאים הקשורים בעוני, פיתוח, עבודה והגירה. קורס מ"ג

**3240288 מוסיקה טכנולוגית**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

הקורס יבחן את יחסי הגומלין בין טכנולוגיה למוסיקה, ואת התפקיד שממלאים מדענים ומהנדסים בעולם המוסיקה, דרך מגוון נושאים: הבסיס הטכנולוגי של כלי נגינה. המצאת כלים חדשים- גיטרה חשמלית כמקרה בוחן. כלים דיגיטליים. מוסיקה קסנהרמונית. אפקטים וסינתזה. אמצעי אכסון, מהתקליט ועד סטרימינג. סאונד ומוסיקה במציאות מדומה. מוסיקה למייקרים. קורס מ"ג

**3240292 משפט שוויון וצדק חברתי**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

מבוא, רקע היסטורי, סוגי צדק במשפט, חלוקת משאבים חברתיים וכלכליים לתושבי המדינה, מאבק האפרו-אמריקאים לשוויון, התפתחות הזכות לשוויון בארץ בחקיקה ובפסיקה הבג"צ, העדפה מתקנת, שוויון למיעוטים בארץ, זרמים בפמיניזם משפטי, שוויון וצדק במשפט הפרטי, שוויון במקום העבודה, הפליה מחמת גיל (גילנות), שוויון זכויות לאנשים עם מוגבלות. קורס מ"ג

**3240299 טרור, ג'יהד ותגובה מדינית**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

סקירת היסטורית של ה"טרור" מהמהפכות בצרפת וברוסיה והמשכו בהתקוממות של תנועות הלאום, ובארגונים הקיצוניים - שמאל, ימין ודתי. אנו חוקרים את התכונות האידיאולוגיות, תיאולוגיות, פוליטיות של הטרור הג'יהאדי הכוללות התנועות ההיברידיות - חמאס, חיזבאללה הנהנות מתמיכת אירן. בנוסף נברר את הפעולות והתפיסות התיאולוגיות של אל-קאידה ודאע"ש. האם ממשלות העולם מתמודדות בהצלחה נגד איום הטרור והג'יהאד. קורס מ"ג (קבוצה 10 בלבד)

**3240305 היסטוריה של המדע**

**2 - - - - חורף + אביב 2.0**

הקורס יסקור את ההיסטוריה של המדע מהעת העתיקה ועד למאה ה-19 דרך עיון ברעיונות ובצמחים מרכזיים במדע. נדון בשאלה כיצד ידע מדעי מתפתח, מועבר, ומשתנה לאורך הדורות. נעסוק בתפיסת המושג מדע בתקופת שנות בהיסטוריה ונדון במהפכות המדעיות שעיצבו אתהדרך בה אנו חושבים על ידע ומדע.

**3240307 צוהר לספרות המדרש והאגדה**

**2 - - - - חורף + אביב 2.0**

הקורס פורס את ספרות המדרש והאגדה של חז"ל על חיבוריו העיקריים והסוגות הספרותיות הנפוצות שבו, תוך קריאה צמודה בטקסטים נבחרים. יושם דגש על התפתחות דרכי המדרש וסגנונו מהמדרש הקלאסי במאות הראשונות לספירה ועד למדרש המאוחר. ספרות זו והתפתחותה תיבחן על רקע ההקשר ההיסטורי והתרבותי שבנוצרה. קורס מ"ג

**3240385 תקשורת בעל-פה ובכתב באנגלית**

**4 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0**

קורס מתקדם באנגלית לסטודנטים להסמכה שמטרתו לפתח את מיומנויות הדיבור והכתיבה על ידי חשיפה לאותן המיומנויות הנדרשות בעולם הטכנולוגי והמדעי. הקורס כולל מטלות פעילות כגון: הרצאה, הצגת פרוייקט, משא ומתן מקצועי, כתיבת דו"חות, הצעת מחקר והתכתבות. הערה: דרישות הקדם הן פטור מאנגלית או ציון 75 באנגלית טכנית.

**3240436 עולמות מוסיקליים**

**2 - - - - אביב 2.0**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 03240493**

מבט פנורמי על תרבויות מוסיקליות שונות: האינדיאנים בצפון אמריקה, קובה, ברזיל, בוליביה, אירלנד, ספרד, יוון, מוסיקה אפריקנית. קורס מ"ג

**3240439 יסודות באמנות יפן**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 03240516**

יסודות באמנות יפן, כפי שהם באים לביטוי בפיסול, בציור ובארכיטקטורה. ההתפתחות ההיסטורית של יפן, תוך הדגשת היסודות האסתטיים, החברתיים והדתיים של תרבות זו. קורס מ"ג

**3240442 משפט העבודה בישראל**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 03240766**

מהנדסת, מנהלת ויזם. ית הייטק זקוקים לידע משפטי בשני נושאים: פטנטים ומשפט העבודה. הקורס יעסוק בתיאוריה, העקרונות והפרקטיקה המשפטית בנושאים אלה תוך שילוב היבטים אתיים, חברתיים והיסטוריים. קורס מ"ג

**3240445 הסתגלות למצבי לחץ**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

בקורס יבחנו הבטים שונים על לחץ, ובכללן תגובות דחק. נלמד להבחין בתבניות סוציולוגיות ופסיכולוגיות, וחברתיות של דחק ושל התמודדות. במסגרת הקורס הסטודנטים יוכלו לאתר את מקורות הלחץ האישיים, לנתח את דפוסי ההתמודדות שלהם, ולרכוש כלים ומיומנויות להתמודדות אפקטיבית עם לחץ, על מנת לשפר את איכות חייהם כסטודנטים ובכלל. קורס מ"ג

**3240454 מבוא לפילוסופיה של המדע**

**2 - - - - אביב 2.0**

מהו מדע ומה מבחין אותו מפרקטיקות אחרות כגון דת, האם המדע שואף לאמת, או שמא, לפיתוח כלים לשליטה בטבע, כיצד מתרחשות מהפכות מדעיות, מהטיב הקשר בין מדעי הטבע למדעי האדם, הקורס יעסוק בשאלות אלה ואחרות תוך הצגתה של המתודה המדעית כפי שזו התפתחה מהעת העתיקה ועד ימינו. קורס מ"ג

**3240463 היסטוריה של המזרח התיכון**

**2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0**

הקורס סוקר את הכוח של הלאומיות הדתית והחילונית במזרח התיכון, כיצד נוצרו קבוצות הלאום ומה היחס בין הקבוצות השונות, בפרט הלאומיות האסלאמית החילונית, הפונדמנטליזם, האסלאמי והלאומיות היהודית אשר עודנה בקונפליקט עם החברה הערבית האסלאמית. קורס מ"ג

**3240473 מבנה חדשנות מדעית ושינוי פרדיגמה**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

כל חידוש מדעי איתגר תחילה קהילות מדעיות ובהמשך שינה את הדרך שבה אנשים תופסים את העולם. בקורס נלמד מבנה מהפכות מדעיות ופרדיגמות, ובין שרגעים פורצי-דרך והתפתחות מדעית. הם תוצאה של חשיבה משבשת ושינוי פרדיגמות קיימות בניגוד לאמונה הרווחת כי פריצת דרך מדעית היא תוצאה של חיפוש אחר האמת וההתקדמות ההדרגתית.

**3240481 רישום למתחילים**

**1 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

מטרת המקצוע: פיתוח היכולת הראשונית ברישום המעשי. תוכן הקורס: לימוד תיאורטי של מערכת מושגים ועקרונות בסיסיים ברישום - הטכניקה הבסיסית לכל תחומי האמנות: הקניית יכולת בסיסית ברישום אובייקטים שונים: צורות בסיסיות, דומם, קומפוזיציה מורכבת. יישומים: אפשרות ליישום מיידית בתחום הטכנולוגיה ובסיס ללימודי אמנות מתקדמים (ציור וכו').

**3240483 ציור למתחילים**

**1 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

מטרת הקורס: פיתוח יכולת ראשונית לציור המעשי, לימוד תיאורטי של מערכת המושגים והעקרונות באמנות הציור, הקניית יכולת בסיסית לציור אובייקטים שונים: צורות בסיסיות, דומם, אובייקטים מורכבים (נוף), הצגת אור וצל, פרספקטיבה אווירית, קומפוזיציה, וכו'. לימוד הטכניקה של אקוורל(צבע מים).

**3240490 כתיבה אקדמית לתואר ראשון**

**1 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

**מקצועות קדם: ( 03240032 - 03240033 )**

מטרת הקורס היא לספק ולפתח כלים לכתיבה אקדמיים לסטודנטים המעוניינים להגיש עבודת מחקר במהלך לימודיהם לתואר ראשון. נתמקד במבנה של טקסט אקדמי המבוסס על מקורות מדעיים, ונלמד כיצד לכתוב אותו בצורה קוהרנטית.

**3240513 מחזה-הצגה מופע**

**1 1 - - - חורף + אביב + קיץ 1.5**

הקורס מיועד לסטודנטים שמעוניינים לקחת חלק במופע תיאטרלי. מטרת הקורס, לאפשר התנסות חווייתית בתהליכי עבודה באמצעותם נבנה אירוע תיאטרוני. העבודה היצירתית תתבסס על הכרות עם בין מרכיבי היצירה הבימתית ויחסי הגומלין ביניהם שחקן, במאי, טקסט, חלל וקהל. נתנסה במגוון טכניקות מופע ונעבד קטעים ספרותיים מתוך מחזות ספרים וסרטים, ונשלב ביצירה חומרים מעולמם הרגשי. אישי והתרבותי של המשתתפים. מתוך כך יבנה אנסמבל קשוב וחקרני שיצור מופע תיאטרוני ייחודי. המופע יעלה במחלקה בסוף הסמסטר.

**3240518 חדשנות, יצירתיות ואושר**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

הקורס יעסוק בחשיבותם של תהליכי שינוי וחדשנות, ועל המאפיינים של יצירתיות. הקורס יחשוף את הסטודנטים לתחום המחקר של הפסיכולוגיה החיובית ולגורמים המשפיעים על אושר אישי. תבחן השפעת נושאים אלו על ביצועים והצלחה. קורס מ"ג

**3240521 יזמות בארגונים-התפתחויות ומגמות**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 51080011**

הקורס עוסק בארגונים על סוגיהם השונים, הקשר בין ארגון וסביבה בכלל ובחינת המקרה הישראלי בפרט. בקורס ידונו מגוון נושאים הנוגעים לסוגיות תיאוריות בחקר ארגונים, תהליכים ושינויים ארגוניים, תרבות של ארגון, קבלת החלטות בארגונים, ארגון גלובליזציה ופוסט פורדיזם, הארגון והפרט, עבודה ומשמעות ופוסט ביורוקרטיה ואחריות חברתית. קורס מ"ג

**3240527 יסודות היזמות**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 51080011**

הקורס כיתת אומן ביזמות ( SSALCRETSAM NOITAVONN ), הינו קורס ליזמות ולחשיבה יזמית. הקורס נועד להקנות ארגז-כלים של חשיבה יזמית, בדגש על יזמות טכנולוגית, בינתחומית, דיסרפטבית ובעלת-אימפקט. מאז הקמתו, הטכניון מצטיין בהכשרת מהנדסים שהובילו ומובילים מהפכות טכנולוגיות בתחומים אלה. הקורס מעניק היכרות ותרגול בסיסי של עקרונות החשיבה היזמית שהינם חיוניים על מנת להגיע למצוינות זו. מטרת הקורס אינה מוגבלת להכשרת יזמים עסקיים. אף שהקורס בנוי סביב הקמת מיזם עסקי, מטרתו להקנות כלים של חשיבה יזמית שהינם חיוניים למצוינות בוגרי טכניון באשר הם: בתעשייה, בניהול, ובאקדמיה, וביזיום. קורס מ"ג

**3240528 מנהיגות יזמית**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

מטרת הקורס היא להקנות יכולות הובלה למנהיגות יזמית, תוך רכישה ושילוב של כלים למנהיגות, וחשיבה יזמית ויצירתית: כלים המוכוונים לפתרון אתגרים הנדסיים, טכנולוגיים, ומדעיים, במהלך הקריירה המקצועית - בחברת הזנק, בתעשייה האזרחית או הביטחונית. הקורס יעניק תפישה רחבה ומבוארלינוך ובניה של מהנדסים ומדענים שיהוו את שדרת המנהיגות לחדשנות טכנולוגית. קורס מ"ג

**3240539 מחקרי שוק**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

מטרתו העיקרית של הקורס היא לחשוף את הסטודנטים לתהליך מובנה של חקר שווקים. במסגרת הקורס יילמדו הנושאים: הגדרת בעיית המחקר, תכנון המחקר, שיטות לאיסוף נתונים, תכנון שאלון, שיטות דגימה וניתוח נתונים קורס מ"ג

**3240540 היבטים משפטיים ביזמות עסקית**

2 - - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 51080011

תחום "המשפט המסחרי" הוא אחד מתחומי המשפט המקיפים והעיקריים, והוא מאגד בתוכו מגוון רחב של דינים שיש להם השפעה רבה על חיי היום יום שלכולנו. קורס זה יעסוק בסוגיות המרכזיות המרכיבות את דיני העסקים והיזמות העסקית בישראל, ובמסגרת זאת נכיר את העקרונות היסודיים של דיני החוזים, הנכין, התאגידים, המכרזים וההגבלים העסקיים שלמדינת ישראל, זאת בנוסף להכרת מערכת המשפט האזרחי מסחרי של מדינת ישראל.

קורס מ"ג

**3240541 גיוס המערכת האקולוגית העסקית**

2 - - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

הקורס יכסה את הכרת הכלים והתהליכים שעומדים לרשות אנשי הפיתוח העסקי בארגון. מתייחד משתמשים בכלים אלה בכדי לרתום את המערכת האקולוגית העסקית להשגת המטרות האסטרטגיות והעסקיות של הארגון.

קורס מ"ג

**3240567 סדנת צילום: שפה וכלים**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 1.5

סדנה זו תתמקד בהתפתחות יכולת ההסתכלות והיישום שלה לצילום, שפת הצילום והטכניקות שלה כגון אור, נקודת המבט, תזמון וקומפוזיציה, יחד עם תיקון ומניפולציה של התמונה. הסדנה תשלב תרגול מונחה בכיתה ובחץ ותציג מגוון של נושאים הכוללים דיוקן, דיוקן עצמי, טבע דומם, צילומי טבעוצילומי סביבה עירונית.

**3240600 גרמנית 1**

3 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

הקניית יסודות השפה המדוברת, הקריאה, הכתיבה והדקדוק הבסיסי.

**3240602 יפנית למתחילים**

3 - - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

הקורס יכלול הקדמה לגבי השפה היפנית, לימוד שיטות הכתב הפונטיות, לימוד של כ- 50 - 100 סימונים סינים, הסבר על מבנה המשפט היפני, תרגול שיחה לגבי מצבים בסיסיים, וקריאה של דיאלוגים קצרים.

**3240609 צרפתית 11**

4 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.5

הקניית ידיעה ראשית של הלשון. הקורס מיועד למתחילים בלבד.

**3240621 רוסית למתחילים 1**

3 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

הקניית יסודות השפה.

**3240626 ערבית (כשפה זרה) 1**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

לשון העתונות, הטלוויזיה והרדיו.

**3240630 איטלקית למתחילים 1**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 1.5

הקניית יסודות הלשון.

**3240675 ספרדית למתחילים**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 1.5

הקניית יסודות השפה הספרדית.

**3240685 שיחה באנגלית למתקדמים**

3 - 1 - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: (03240012) או (03240033)

הפגישות בכיתה יכללו שיחה ספונטנית באנגלית אידיומטית ותחביר תואם. בנוסף תדרש עבודה אישית במעבדה הלשונית, בעזרת תוכניות מוקלטות מראש, התואמות את שטח התמחות הסטודנטים. השיחה הקבוצתית בנויה על גירויים חברתיים, קלטות וידאו, טקסטים הבודקים ניבים ומילים שימושיות. מיועד למתקדמים, וההרשמה לקורס רק לאחר ראיון.

**3240692 סינית למתחילים**

3 - - - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.0

הקורס מיועד למתחילים ומטרתו היא לאפשר לסטודנט לתקשר בסינית לצרכים פרקטיים יום-יומיים. תוך הדגשת התקשורת בעל-פה. הוא יקנה לסטודנט את הידע הבסיסי הנחוץ ללימוד מתקדם של השפה.

**3240697 עקרונות מעשיים לעיבוד תמונה**

3 - - - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.0

הקורס עוסק בעקרונות של עיבוד ותיקון צילומים, בעזרת תוכנות עיבוד תמונה. במהלכו יחשפו הסטודנטים למגוון נושאים אשר יעניקו יכולות מקצועיות מתקדמות בתחום עיבוד התמונה, תוך מתן דגש על גישות נכונות לשיפור צילומים והצגת הכלים אותם צריך צלם בעבודתו, וכן כלים לעיבוד תמונה בתחום הכנת צילומים למאמרים ולפוסטרים אקדמיים.

קורס בחירה חופשית, אינו קורס מ"ג

**3240879 סוגיות נבחרות בחברה הישראלית-מרכז בינ"ל**

2 - - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

קורס זה נלמד באנגלית. בשיעור יידונו נושאים בעלי עניין חברתי בישראל: עליה וקליטה, מבנה חברתי ומעמדי, בעית עדות ומיעוטים, סוציאליזציה והחינוך, בעיות דת, תרבות וזהות, המשפחה ומעמד האשה, תנועות פוליטיות, הקיבוץ, הצבא, סטייה ועבריינות, משק ותעסוקה.

קורס מ"ג (קבוצה 10 בלבד)

**3240992 סוגיות אתיות במרחב האישי והציבורי**

2 - - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

מטרת הקורס היא לדון בהיבטים הפרקטיים של המוסר באמצעות דיון בסוגיות פילוסופיות מוסריות. הדיונים יתמקדו בענפי האתיקה היישומית ובסוגיות הנוגעות לצד האפל של פריצות דרך טכנולוגיות, בהקשר האישי והציבורי. בין הנושאים שידונו: סחר וחופש המידע, אבטחת מידע, עיבוד מידע מוטהמטרה, השלכות אתיות של בינה מלאכותית, וההשלכות של הצטברות מאגרי הדאטה על האינדיבידואל ופרטיותו.

**3250001 סטודיו אומן בקמפוס 1**

2 - - - - 2 חורף 2.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 03250012, 03250013, 03250014

תכנית אמן בקמפוס מציעה קורס אמנות או מוזיקה המשתנה בכל סמסטר. הקורס מציע חשיפה לקרע התיאורטי והן להתנסות המעשית בהתמחות המקצועית של האמן האורח. הקורס יכולתחומי מוזיקה, פיסול, רישום ו/או כל צורה אחרת של אמנות.

קורס מ"ג

**3250005 יזמות מפי היזמים**

2 - - - - חורף 2.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 51080011**

הקורס מורכב מהרצאות שבועיות הניתנות על ידי יזמים מנוסים ומובילים בתחומם - החולקים עם התלמידים מניסיונם, הצלחות לצד כישלונות והנלמד מהם. בין הנושאים הנלמדים, חדשנות בטכניון, האקו-סיסטם היזמי, שיווק וגיוס כספים, כלים להרצאה אפקטיבית, כתיבת תוכנית עסקית למיזם חדש ועוד. ההרצאות בדגש על לקחים ליזם המתחיל ויישומם בתרגיל מסכם בסוף הקורס.

**3250027 שיחה באיטלקית למתחילים**

1 1 - - - חורף + אביב + קיץ 1.5

השיעורים מועברים לחלוטין באיטלקית לפי השיטה הטבעית: לומדים שפה בשפה עצמה. הפגישות מתמקדות בשיחה, ולא בדקדוק, על רעיון מרכזי שיוצג בתחילת השיעור. הרעיונות העיקריים נבחרים בשביל אינטראקציה בסיסית. ייתנו כלים לשוניים וידע תרבותי בנוגע לאיטליה על מנת לאפשר לסטודנטים להשתתף בשיחה.

**3250006 מבוא לארכיאולוגיה במאה ה-21**

2 - - - - אביב 2.0

קורס זה מהווה מבוא מקיף למקצוע הארכיאולוגיה. נלמד כיצד ארכאולוגים חוקרים את העבר מתהליך איסוף הנתונים, ניתוחם ועד שיחזור העבר האנושי. באמצעות הרצאות ומטלות בית, הקורס מקנה רקע רחב בתמורות חשובות בהתפתחות המין האנושי, כלים לניתוח ביקורתי והבנה כיצד משמש העבר בסדר היום הפוליטי והחברתי המודרני. קורס מ"ג

**3250029 מיזם בינה מלאכותית בתקשורת דיגיטל**

2 2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

קורס בינלאומי זה נועד להקנות לסטודנטים מגוון רחב של כישורים דיגיטליים החיוניים להשתלבות בשוק העבודה העכשווי. במהלך הקורס נעמיק בהיבטים הטכנולוגיים והאתיים של בינה מלאכותית, נתנסה בשימוש בכלי בינה מלאכותית מגוונים, ונרכוש מיומנויות בניהול פרויקטים. הקורס יגיע לשיאו בכנס מקוון שיתוכנן ויפוק על ידי הסטודנטים.

**3250034 רטוריקה של המדע**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

**3250010 מדע דת ופילוסופיה**

2 - - - - חורף 2.0

מפגש בין היהדות לעולם המדעי מתרחש לאורך שנים רבות. בקורס זה נסקור מספר נושאים הנפרשים על תקופות שונות! החל מימי הביניים דרך תקופת הרנסנס! תקופת ההשכלה והמאה העשרים (ואחד). הקורס יציג מספר סוגיות כאלה מתוך קריאה בכתביהם של הוגי הדעות היהודים המרכזיים בתקופות אלו ומתוך קריאה של חוקרים בני זמננו. קורס מ"ג

**3250035 הומור בפרקטיקה ובתקשורת מדעית**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

**3250036 היסטוריה ופילוסופיה של הרפואה המודרנית**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

קורס מ"ג

**3250013 סטודיו אומן בקמפוס 5**

2 - - - - חורף 2.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 03250014**

תכנית אמן בקמפוס מציעה קורס אמנות או מוזיקה המשתנה בכל סמסטר. הקורס מציע חשיפה הן לרקע התיאורטי והן להתנסות המעשית בהתמחות המקצועית של האמן האורח. הקורס יכלול תחומי מוזיקה! פיסול! רישום ו/או כל צורה אחרת של אמנות.

**3250037 יסודות שפת הסימנים הישראלית ותרבות קהילת**

2 - - 2 - חורף + אביב + קיץ 2.0

הקורס מקנה בסיס בתקשורת חזותית ובשפת הסימנים הישראלית, תוך דגש על מיומנויות תקשורת בסיסיות עם אנשים חירשים. במהלך הקורס נלמד שימוש בהבעות פנים, איות אצבעות, מבנה דקדוקי בסיסי והיכרות עם תרבות קהילת החירשים בישראל. הקורס אינטראקטיבי, חווייתי ודורש תרגול קבוע.

**3250016 נושאים נבחרים בהיסטוריה 2**

2 - - - - אביב 2.0

הקורס נושאים נבחרים בהיסטוריה" בוחרן תקופות ונושאים ספציפיים בהיסטוריה. הקורס מציע בחינה מפרספקטיבה היסטורית של תחום נבחר (למשל! היסטוריה של המדע או היסטוריה של הפילוסופיה) וכן של חברות ותרבויות נבחרים. בחינה כזו של תחום חושפת תובנות לגבי תהליכים ותבניות שמתגלות ממבט-על על התחום. קורס מ"ג

**3250038 מבט פילוסופי על הביולוגיה**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

קורס מ"ג

**3250039 הפילוסופיה של ייצוגים מנטאליים**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

קורס מ"ג

**3250025 מבוא להאזנה מודרכת:מוסיקה ווקאלית**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

בקורס זה נתחקה אחר ההיסטוריה של המוזיקה הווקאלית, מהמלודיות הגרגוריאניות של ימי הביניים, דרך האופרות הליד הרומנטי ועד למחזות הזמר. נבחן כיצד מוזיקה ווקאלית מספרת סיפור, מייצרת דרמה ומעבירה קונטקסט של סגנון, תרבות ותקופה, לצד מושגי יסוד חיוניים והיחשפות ליצירות חותם. זאת לצד הכרות עם גדולי הזמרים והזמרות של ההיסטוריה. קורס מ"ג

**3250040 עברית 3**

2 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

הקורס מיועד לסטודנטים בינלאומיים ומעמיק את שליטתם בעברית אקדמית ברמת ביניים-מתקדמים. הקורס מתמקד בהבנת מבנים תחביריים מורכבים, הרחבת אוצר המילים והטיית פעלים, תוך קריאה, כתיבה ודיון בטקסטים אקדמיים ועיוניים, בדגש על שימוש פעיל בשפה בהקשרים לימודיים.

**3260001 סוגיות נבח. בהיסט. ופילו. של המדע: על מנגנונים**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

מדעים והנדסה מתייחסים למנגנונים כל הזמן. אנו מדברים על מנגנוני העברה סינפטית, או על מנגנוני פוטולומינסנציה בנקודות קוונטיות, או על מנגנוני עגינה בחלליות וכו'. אך מהו מנגנון. מדוע מנגנונים כל כך שימושיים בהסברים. ואיך הגענו לכך שאנו משתמשים במונחים האלה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל:

1. הבנה מדויקת יותר של מהם מנגנונים באופן כללי (ה'אונטולוגיה' של מנגנונים).
2. הבנה של מה הופך מנגנונים להסברים.
3. ידע רחב על היסטוריית השימוש במונחי מנגנונים, מהעולם העתיק ועד ימינו.
4. הבנה מסוימת של מגבלות השימוש במונחי מנגנונים.
5. היכרות עם גישות לא מכניות ל METS. קורס מ"ג

**3260005 פריצות דרך בתולדות החשיבה המתמטית**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

הקורס יחקור את ההיסטוריה של המתמטיקה והקשר שלה לפילוסופיה באמצעות סדרה של נקודות ציון, החל מגילוי חוסר-אמת-המידה-המשותפת (INCOMMENSURABILITY) של הפיתגוראים ועד משפט אי-השלמות של גדל. נושא שיחזור על עצמו לאורך הקורס הוא האופן שבו מושג האינסוף אתגר את גבולות ההבנה האנושית. תוצאות למידה:

1. ידע בסיסי בהיסטוריה של המתמטיקה.
2. ידע בסיסי בפילוסופיה של המתמטיקה.
3. הבנה של תוצאות פורצות דרך בהיסטוריה של המתמטיקה.
4. הבנה של האופנים השונים שבהם ההיסטוריה של המתמטיקה עיצבה את המתמטיקה המודרנית.
5. הערכה עמוקה יותר של המתמטיקה ושל מקומה במדע, בטכנולוגיה ובפילוסופיה.
6. עיון בטבעם של מושג האמת ומושג הידיעה. קורס מ"ג

**3260006 תורת הקוואנטים: מבט פילוסופי**

**2 - - - - אביב 2.0**

למרות ההצלחה המרשימה של מכניקת הקוונטים, ישנן מחלוקות עיקשות על הפרשנות הנכונה לפרומליזם של תיאוריה זו ועל הפרדוקסים~ השונים שהיא מעלה. הקורס יספק מבוא עדכני ליסודות של מכניקת הקוונטים, תוך התייחסות מיוחדת לשאלה מה בעצם אומרות תיאוריות הקוונטים השונות על העולם. תוצאות למידה:

1. הבנת מושגי היסוד והחידושים של מכניקת הקוונטים.
2. הבנת הבעיות הבסיסיות של מכניקת הקוונטים, ובמיוחד בעיית המדידה הפתרונית האפשריים.
3. רכישת ידע בסיסי של ניסוחים עכשוויים (~פרשנויות~) של מכניקת הקוואנטים, כגון מכניקה בוח מית, תיאוריות קריסה אובייקטיביות ותיאוריות של עולמות מרובים, שאינן חלק מתוכנית לימודים סטנדרטית בפיזיקה.
4. הבנת המחלוקות הפיזיקליות והפילוסופיות בנוגע עלאונטולוגיה של מכניקת הבנת מושגי היסוד והחידושים של מכניקת הקוונטים.
5. הבנת התוצאות הניסוייות (חריץ כפול, שטרן-גרלאך, EPRB (כמו גם התיאורטיות המרכזיות) פרדוקס, איינשטיין - פודולסקי-רוזן, משפט בל, משתנים חבוים) והשלכותיהן.
6. חידודהיכולת לחשוב באופן ביקורתי יותר על הפרשנות של תוצאות ניסויים ושל תוצאות מתמטיות, באופן כללי.
7. הערכת סוגיות מרכזיות בפילוסופיה של המדע דרך הדיונים של מכניקת הקוונטים: ריאליזם מדעי מול אנטי-ריאליזם, תת-היקבעות אמפירית ומעמדם של שיטת יאורטיים. קורס מ"ג

**3260010 אופקים אתיים: חקר נוף המטאורוס**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

מגוון הסוגיות האתיות הקשות שקיימות בהנדסה עבור המטאורוס. הסטודנטים יטפלו בנושאים כגון פרטיות נתונים! זהויות וירטואליות! עיוותים אלגוריתמיים! בעלות דיגיטלית והשפעות חברתיות. באמצעות עיונים במקרים ודיונים! הם יפתחו אסטרטגיות לניהול אתי של קיום תכנותי וליישום במרחבים וירטואליים.

- תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:
1. להבין דילמות האתיות המורכבות בהנדסה עבור המטאורוס.
  2. להכיר את חשיבות הפרטיות של נתונים בסביבות וירטואליות.
  3. לחקור את הקושי בניהול זהויות וירטואליות והשלכותיהן.
  4. לזהות ולטפל בעיוותים אלגוריתמיים שמוטבעים במערכות המטאורוס.
  5. לנתח את המושג "בעלות דיגיטלית" והשפעותיה על המשתמשים.
  6. לחקור את השפעות חברתיות של טכנולוגיות המטאורוס.
  7. לפתח מיומנויות חשיבה ביקורתית לניתוח אתגרים אתיים בהנדסה.
  8. לפתח אסטרטגיות לעיצוב והטמעה אחראית במרחבים וירטואליים. קורס מ"ג

**3260013 נושאים נבחרים בלימודים הומניסטיים**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

הקורס "נושאים נבחרים במדעי הרוח" בוחן את המארג העשיר של התרבות האנושית. הקורס מתעמק בנושאים כגון אמנות, ספרות, פילוסופיה או היסטוריה, במטרה להקנות הבנה עמוקה יותר של חוויית הקיום האנושי. נושאים ספציפיים עשויים להשתנות ויפורסמו באתר המחלקה]. נשים דגש על הקשרים בין הרעיונות השונים והיצירות שעצבו את החברה והתרבות האנושיות במהלך הדורות.

- תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:
- לרכוש פרספקטיבה רחבה על התפקיד של מדעי הרוח בעיצוב החברה והעולם
  - לפתח הבנה מעמיקה על נושאים מרכזיים בתחום מדעי הרוח, כגון אמנות, ספרות, פילוסופיה, או היסטוריה
  - לנתח ולפרש מגוון תופעות תרבותיות ואת חשיבותן בהקשר הרחב של התרבות האנושית
  - לטפח חשיבה ביקורתית וכישורים אנליטיים, דרך חקירה של רעיונות מורכבים או יצירות אמנות
  - לשפר את מיומנויות התקשורת דרך דיונים והצגת תובנות על הקיום האנושי

**3260015 קבוצת קריאה בפילוסופיה**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 03260005 - 03240267 או 03240266 )

קבוצת הקריאה עוסקת בנושאים משתנים בפילוסופיה, דרך קריאה צמודה ודיון בטקסטים מרכזיים. הסטודנטים יעמיקו בשאלות וברעיונות פילוסופיים, יפתחו יכולת לפרש טיעונים, לחשוב באופן ביקורתי, ולקשר את הספרות הפילוסופית לסוגיות הרלוונטיות לחייהם האישיים או לתחומי הלימוד שלהם. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

- לנתח ולפרש טקסטים פילוסופיים תוך שימת לב לב למבנה הטיעון ולבהירותמושגית
- להשתתף בדיון פילוסופי מושכל ולפתח דיוק בהבעה של רעיונות וטיעונים פילוסופיים
- לזהות ולהעריך באופן ביקורתי טיעונים מרכזיים בספרות הפילוסופית
- למקם רעיונות וידיעות פילוסופיים בהקשרים אינטלקטואליים, היסטוריים ו/או תרבותיים רחבים יותר
- לקשר בין רעיונות וטיעונים פילוסופיים לבין סוגיות עכשוויות במדע, בטכנולוגיה, בחברה ובשיח הציבורי .

**3260016 אתיקה של בינה מלאכותית**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

חדירת בינה מלאכותית לחיינו מעלה שאלות אתיות דחופות. הקורס מציג סוגיות מרכזיות באתיקה של בינה מלאכותית כגון הוגנות, פרטיות, הטיית אלגוריתמיות, אחריות, הסבריות, שחיקת יכולות אנושיות, ומעמד מוסרי של בינה מלאכותית. הסטודנטים ילמדו לנתח דילמות אלו באמצעות תיאוריות אתיות קלאסיות ומסגרות עכשוויות, תוך דיון בדוגמאות ממחקר, ממשל ותעשייה.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

- 1 להעריך כיצד תיאוריות אתיות מרכזיות מיישמת במחקר ובעיצוב מערכות בינה מלאכותית.
- 2 לזהות ולנתח סיכונים אתיים בעיצוב, פיתוח ויישום מערכותבינה מלאכותית.
- 3 להעריךבאופן ביקורתי את ההשפעות החברתיות של קבלת החלטות אלגוריתמיות.
- 4 להיחשף לאחריות החברתית והמוסרית של מהנדסים ומטמ

על הסטודנט לעבור בהצלחה לפחות אחד ממקצועות הבינה המלאכותית שקיימים בטכניון. קורס העשרה

**3280013 אנגלית מורחבת לתארים מתקדמים**

2 - - - - חורף + אביב 2.0

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 03280014

הקורס נועד לפתח מיומנויות מתקדמות של הבנה, הנדרשות להתמודדות יעילה עם קריאת חומרים אקדמיים באנגלית. יושם דגש על קריאה וניתוח של טקסטים אקדמיים, העשרת אוצר המלים ותרגול של מבנים דקדוקיים. לצד זאת, תינתן תשומת לב גם לטיפול יכולות הבנת הנשמע והביטוי בעל-פה בשפה.

תוצאות למידה: בסיום הקורס, הסטודנטיות והסטודנטים יגיעו לרמת שליטה באנגלית המקבילה לרמת B2 ב- ב- EUROPEAN FRAMEWORK OF REFERENCE FOR LANGUAGES, ויהיו מסוגלים:

1. לקרוא טקסטים אקדמיים באנגלית בתחומי המדע ולהפיק מהם את הרעיונות העיקריים ואת הפרטים ברמות הבנה שונות - מפורשות ומרומזות.
2. להבין טקסטים מושמעים באנגלית בתחומי המדע ולהפיק מהם את הרעיונות העיקריים ואת הפרטים ברמות הבנה שונות - מפורשות ומרומזות.

**3280014 העשרה אנגלית תארים מתקדמים**

2 - - - - חורף + אביב 2.0

**מקצועות זהים:** 03280013

הקורס נועד לפתח מיומנויות מתקדמות של הבנה והפקה, הנדרשות לתקשורת אקדמית באנגלית. קריאה וניתוח של טקסטים אקדמיים, העשרת אוצר המלים ותרגול של מבנים דקדוקיים ייערכו, כמו גם צפייה בקטעי וידאו רלוונטיים ודיון בהם. לאחר שלב הלימוד של כל אחת משש המודולות של הקורס, הסטודנטים והסטודנטיות יבטאו את עמדתם, יפתחו טיעונים ביחס לנושאים הנלמדים וישוו ביניהם, תוך שימוש במיומנויות הנלמדות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס, הסטודנטיות והסטודנטים יגיעו לרמת שליטה באנגלית המקבילה לרמה B2 ב- EUROPEAN FRAMEWORK OF REFERENCE FOR LANGUAGES, ויהיו מסוגלים:

1. לקרוא טקסטים אקדמיים באנגלית בתחומי המדע ולהפיק מהם את הרעיונות העיקריים ואת הפרטים ברמות הבנה שונות - מפורשות ומרומזות.
2. להבין טקסטים מושמעים באנגלית בתחומי המדע ולהפיק מהם את הרעיונות העיקריים ואת הפרטים ברמות הבנה שונות - מפורשות ומרומזות.
3. לערוך איטגרציה בין מידע ממקורות שונות לכדי מידע עצמי, תוך נקיטת חשיבה ביקורתית.
4. להתבטא ביתר חפזיות, שטף וקוהרנטיות בנושאים מדעיים, תוך שימוש בקובוציות של תיאור תהליך, תיאור מנגנון פעולה, הסבר של סיבה ותוצאה, הצגת מידע המוצג בגרפים, נימוקים בעד ונגד גישה והבעת דעההמושגת על נימוקי מדעיים.

**3280015 תקשורת מדעית ומקצועית**

2 - - - - אביב 2.0

**מקצועות זהים:** 03280053

הקורס תקשורת לסטודנטים לתארים מתקדמים נועד לשפר את כישורי התקשורת האקדמיים והמקצועיים בעל פה! תוך הקניית מיומנויות בהכנה ובהעברה שלמצגות! ריאיונות! ניהול פגישות! והתייחסות של תקשורת בין-תרבותית. במיוחד! הקורס יעניק הזדמנות לתרגילים מעשיים! המתבצעים באופן פרטני ועבודה בקבוצות / עם עמיתים. בנוסף! יוקצב זמן למשוב מצד עמיתים ומצד המרצה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. לכתוב ולהציג בעל פה מצגות מדעית ומקצועיות. 2. להפיק ולהציג מצגת אקדמית בעל פה בסגנון מקצועי תוך שמירה על מבנה אקדמי. 3. להציג את עצמם ב ELEVATOR PITCH - כלומר להציג את עצמם בדקה אחת בצורה מקצועית. 4. לנהל שיחה מקצועית- רשמית ובלתי פורמלית - ולנהל פגישות באנגלית. 5. לשתף ולדון ברעיונות ובטיעונים (מדעיים) בצורה אפקטיבית. 6. לכ תוב דוא ל רשמי ומכתבים באנגלית בצורה מנומסת ומקצועית. 7. לנסח בצורה אקדמית מוע מדות ללימודים לתארים מתקדמים! התמחות ומשרות שונות! ולשתף פעולה עם חוקרים במעבד ות ובאוניברסיטאות אחרות. 8. לנהל תקשורת מקצועית קבועה בצורה מנומסת ומקובלת. 9. להפיק טקסטים ונאומים עבור קהלים שונים - קהלים מקצועיים! אקדמיים ולא מקצועיים.

**3280016 כתיבה אקדמית לדוקטורנטים**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** (03280014) או (03280013)

המקצוע מיועד לדוקטורנטים בלבד קורס זה מקנה לסטודנטיות/ים לדוקטורט במיומנויות כתיבה אקדמיות חיוניות, תוך שימת דגש על סגנון כתיבה אקדמי, בהירות, ארגון וקהל. זה כולל יכולת כתיבה אקדמית מתקדמת להפקת טקסטים אקדמיים ברורים, מובנים היטב ומורכבים, תוך שימוש בז'רגון מתאים. הקורס מבוסס על כללי כתיבה אקדמית, כולל הסטנדרטים CEFR ו- ECFR. הקורס מתמקד בכתיבת תקצירים, IMRAD (מבוא, שיטות, תוצאות, דיון) - מבנה של מאמרים אקדמיים, שימוש יעיל בכלי AI, שיקולים אתיים ואסטרטגיות הפצה, כולל מצגות ותקשורת המדע. יתרה מכך, הקורס מלמד את התלמידים להשתמש הן באסטרטגיות רטריות המשמשות בכתיבה מדעית והן בשימוש בשיטות 'הנדסה הפוכה' כדי להבין את המבנה והמטרות של ז'אנרים אקדמיים שונים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: • לכתוב טקסט אקדמי ברור ותמציתי, המותאם לקהלים אקדמיים. • להשתמש במבנה IMRAD (מבוא, שיטות, תוצאות דיון) ובמהלכים רטוריים לצורך כתיבת עבודות מחקר. • לכתוב בסגנון אקדמי הולם, כולל שימוש בטכניקות להפחתת מלל עודף, שמירה על זרימה בכתיבה, ושימוש במבני משפט יעילים. • לסכם תכנים מחקריים למטרות אקדמיות ולא-אקדמיות באופן יעיל. • להשתמש בכלי בינה מלאכותית (AI) בצורה אתית ויעילה לצורכי כתיבה, עריכה ויצירת מצגות. • להציג את מחקרם בעל פה באופן תמציתי ואפקטיבי. • להבין את עקרונות השפה והתקשורת האפקטיבית והמקצועית, הרבות ניסוח דוא"לים ומכתבים מלווים באופן מכבד. • לעסוק בתקשורת מדעית ובהפצת מחקרים לקהל רחב יותר, כולל קובעי מדיניות והציבור. • לזהות את ההיבטים הרלוונטיים במחקרם עבור קהלים רחבים יותר – כולל קובעי מדיניות, כלי תקשורת והציבור הרחב. • להכיר את משאבי החיפוש והתמיכה של הספרייה. Syllabus:

**3280017 כתיבה אקדמית למגיסטורנטים**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** (03280013) או (03280014)

המקצוע מיועד למגיסטורנטים בלבד. הקורס מעניק לתלמידים שיעורים ותרגול בהפקת טקסטים ברורים ומובנים היטב בתחום המחקר שלהם. הוא מתמקד בניית מבנה באמצעות ניסוח ורוויזיה בקנה מידה קטן ועבודה קבוצתית שיתופית. הוא מבוסס על היבטים בסיסיים יותר של כתיבה ותקשורת אקדמית, מותאם לתקני CEFR (אירופי/בינלאומי). הקורס מספק לסטודנטים בסיס חזק ומשופים בכתיבה למחקר ופיתוח תזה. זה גם מציג לסטודנטים הנחיות הגשה לכתבי עת/כנסים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: - לנתח מבנה טקסט באמצעות הנדסה לאחור, שרטוט ותיקון בקנה מידה קטן - לכתוב תקציר ברור ומובנה - לסכם ולנסח ספרות בצורה מדויקת, הן ידנית והן עם AI, תוך הבנת שיקולים אתיים - להשתמש בטכניקות 'הנדסה הפוכה' לבניית טקסטים אקדמיים - לפתח סקירת ספרות על ידי ניתוח דוגמאות וזיהוי מהלכים רטוריים מרכזיים - להשתמש באוצר מילים ובניסוח אקדמי ביעילות כדי לשפר את הבהירות והמקצועיות בכתיבה. - לשפר את מבנה המשפט לקריאת, מבנה המשפט תמציתיות ובהירות - להבין הנחיות הגשה לכתבי עת וכנסים, ניתוח הנחיות לכותבים. - לספק ביקורות בסיסיות על פרויקטים של כתיבת עמיתים (כגון תקצירים, כתיבת תזה ופוסטרים).

**3940582 תזמורת**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

לימוד מיומנות בנגינה תזמורתית והבאת יצירות סימפוניות לביצוע. הכנת רפרטואר מגוון כולל ליווי סולנים ומקהלה. מתקבלים רק נגנים בכלי תזמורת, ועל סמך בחינה מעשית. חובה להשתתף החל מהשיעור הראשון.

**3940587 מקהלה אורטורית**

3 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

לימוד שירה אמנותית במקהלה אורטורית. ידע בסולפג' ורפרטואר סגנוני מגוון כולל הבאת יצירות לביצוע. מתקבלים על סמך בחינה מעשית. חובה להשתתף החל מהשיעור הראשון. במבחנים - חובה להכין קטע שירה ורצוי ידע בתווים.

**3940591 פיתוח קול 1**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 1.5

יסודות המוסיקה הווקאלית ופיתוח קול.

**3940800 חינוך גופני - כושר בנים**

----- חורף + אביב 1.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 03940801, 03940802, 03940803, 03940804, 03940805, 03940806, 03940900, 03940901, 03940902, 03940808, 03940820

סטודנטים חייבים לצבור במהלך לימודיהם, שתי נקודות מתוך רשימת קורסי חינוך גופני, בהם מלמדים תאוריה ומתרגלים מיומנויות. נוכחות חובה בשיעורים. הציון יקבע על סמך מעקב והערכה במשך הסמסטר. או מבחני מיומנויות. אחריות הרישום והביטול לקורסים חלה על הסטודנט. ית בלבד. לא ניתן להירשם \ להשתתף ליותר מקורס או נבחרת באותו סמסטר.

**3940801 חינוך גופני - התעמלות כללית בנות**

----- חורף + אביב 1.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 03940802, 03940803, 03940804, 03940805, 03940900, 03940901, 03940902, 03940808, 03940820

סטודנטים חייבים לצבור במהלך לימודיהם, שתי נקודות מתוך רשימת קורסי חינוך גופני, בהם מלמדים תאוריה ומתרגלים מיומנויות. נוכחות חובה בשיעורים. הציון יקבע על סמך מעקב והערכה במשך הסמסטר. או מבחני מיומנויות. אחריות הרישום והביטול לקורסים חלה על הסטודנט. ית בלבד. לא ניתן להירשם \ להשתתף ליותר מקורס או נבחרת באותו סמסטר.

**3940802 חינוך גופני - שחיה**

----- חורף + אביב 1.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 03940803, 03940804, 03940805, 03940806, 03940900, 03940901, 03940902, 03940808, 03940820

סטודנטים חייבים לצבור במהלך לימודיהם, שתי נקודות מתוך רשימת קורסי חינוך גופני, בהם מלמדים תאוריה ומתרגלים מיומנויות. נוכחות חובה בשיעורים. הציון יקבע על סמך מעקב והערכה במשך הסמסטר. או מבחני מיומנויות. אחריות הרישום והביטול לקורסים חלה על הסטודנט. ית בלבד. לא ניתן להירשם \ להשתתף ליותר מקורס או נבחרת באותו סמסטר.

**3940803 חינוך גופני - משחקי כדור**

----- חורף + אביב 1.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 03940806, 03940805, 03940804, 03940820, 03940808, 03940902, 03940901, 03940900

סטודנטים חייבים לצבור במהלך לימודיהם, שתי נקודות מתוך רשימת קורסי חינוך גופני, בהם מלמדים תאוריה ומתרגלים מיומנויות. נוכחות חובה בשיעורים. הציון יקבע על סמך מעקב והערכה במשך הסמסטר ו.או מבחני מיומנויות. אחריות הרישום והביטול לקורסים חלה על הסטודנט.ית בלבד. לא ניתן להירשם \ להשתתף ליותר מקורס או נבחרת באותו סמסטר.

**3940808 חינוך גופני-מיועד לסטודנטים חדשים**

----- חורף + אביב 1.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 03940902, 03940901, 03940900, 03940820

סטודנטים חייבים לצבור במהלך לימודיהם, שתי נקודות מתוך רשימת קורסי חינוך גופני, בהם מלמדים תאוריה ומתרגלים מיומנויות. נוכחות חובה בשיעורים. הציון יקבע על סמך מעקב והערכה במשך הסמסטר ו.או מבחני מיומנויות. אחריות הרישום והביטול לקורסים חלה על הסטודנט.ית בלבד. לא ניתן להירשם \ להשתתף ליותר מקורס או נבחרת באותו סמסטר.

**3940804 חינוך גופני - משחקי מחבט**

----- חורף + אביב 1.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 03940900, 03940806, 03940805, 03940820, 03940808, 03940902, 03940901

סטודנטים חייבים לצבור במהלך לימודיהם, שתי נקודות מתוך רשימת קורסי חינוך גופני, בהם מלמדים תאוריה ומתרגלים מיומנויות. נוכחות חובה בשיעורים. הציון יקבע על סמך מעקב והערכה במשך הסמסטר ו.או מבחני מיומנויות. אחריות הרישום והביטול לקורסים חלה על הסטודנט.ית בלבד. לא ניתן להירשם \ להשתתף ליותר מקורס או נבחרת באותו סמסטר.

**3940820 חינוך גופני - תנועה ומחול**

----- חורף + אביב + קיץ 1.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 03940902

סטודנטים חייבים לצבור במהלך לימודיהם, שתי נקודות מתוך רשימת קורסי חינוך גופני, בהם מלמדים תאוריה ומתרגלים מיומנויות. נוכחות חובה בשיעורים. הציון יקבע על סמך מעקב והערכה במשך הסמסטר ו.או מבחני מיומנויות. אחריות הרישום והביטול לקורסים חלה על הסטודנט.ית בלבד. לא ניתן להירשם \ להשתתף ליותר מקורס או נבחרת באותו סמסטר.

**3940805 חינוך גופני - אתלטיקה קלה**

----- חורף + אביב 1.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 03940901, 03940900, 03940806, 03940820, 03940808, 03940902

סטודנטים חייבים לצבור במהלך לימודיהם, שתי נקודות מתוך רשימת קורסי חינוך גופני, בהם מלמדים תאוריה ומתרגלים מיומנויות. נוכחות חובה בשיעורים. הציון יקבע על סמך מעקב והערכה במשך הסמסטר ו.או מבחני מיומנויות. אחריות הרישום והביטול לקורסים חלה על הסטודנט.ית בלבד. לא ניתן להירשם \ להשתתף ליותר מקורס או נבחרת באותו סמסטר.

**3940902 נבחרות ספורט**

----- חורף + אביב 1.5

הציון ייקבע עפ"י מעקב והערכה במשך הסמסטר ו.או מבחני מיומנות. הרישום לנבחרת מתבצע ע"י המאמן לאחר בחינת רמתו הספורטיבית של המועמד במהלך שלושת השיעורים הראשונים של הסמסטר. סטודנט שיתקבל לאחת הנבחרות או קורסי המתקדמים חייב לבטל מיידית את רישו ומו למקצוע ספורט אחר, אחרתלא ייקלט רישומו. סטודנט אינו רשאי להירשם ליותר מאחד מ מקצועות החינוך הגופני והנבחרות באותו סמסטר. נוכחות חובה בכל השיעורים. להלן פירוט הנבחרות: אתלטיקה קלה, כדור עף - אולמות וחופים, כדור סל, כדור רגל, טניס, טניס שולחן, ריצות ארוכות, כדור יד, ג'ודו, סייף, שייט, שחמט, קראטה, סלסה - להקה, שחיי ה, כדור מים, להקת מחול, סקווש, ניווט, אופני הרים, באולינג, גלשני מפרש, ו, קארטינג, דיבייט, קיאקים, סנונית, להקת מעודדות.

**3940806 חינוך גופני - הגנה עצמית**

----- חורף + אביב 1.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 03940902, 03940901, 03940900, 03940820, 03940808

סטודנטים חייבים לצבור במהלך לימודיהם, שתי נקודות מתוך רשימת קורסי חינוך גופני, בהם מלמדים תאוריה ומתרגלים מיומנויות. נוכחות חובה בשיעורים. הציון יקבע על סמך מעקב והערכה במשך הסמסטר ו.או מבחני מיומנויות. אחריות הרישום והביטול לקורסים חלה על הסטודנט.ית בלבד. לא ניתן להירשם \ להשתתף ליותר מקורס או נבחרת באותו סמסטר.

**3940807 כושר גופני מעורב**

----- חורף + אביב + קיץ 1.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 03940900, 03940810, 03940809, 03940808, 03940902, 03940901

סטודנטים חייבים לצבור במהלך לימודיהם, שתי נקודות מתוך רשימת קורסי חינוך גופני, בהם מלמדים תאוריה ומתרגלים מיומנויות. נוכחות חובה בשיעורים. הציון יקבע על סמךמעקב והערכה במשך הסמסטר ו.או מבחני מיומנויות. אחריות הרישום והביטול לקורסים חלה על הסטודנט.ית בלבד. לא ניתן להירשם \ להשתתף ליותר מקורס או נבחרת באותו סמסטר.

**הנדסת מערכות**

**7480000 נושאים נבחרים בהנדסת מערכות 2**

**3 - - - - אביב 3.0**

נושאי מחקר מתקדמים מתחום מחקרו ומומחיותו של המרצה. סילבוס מפורט ותוצרי למידה יפורסמו לפני תחילת כל סמסטר בו יינתן הקורס.

**7480001 מדיניות ואסטרטגיה של ניהול מו"פ**

**3 - - - - אביב 3.0**

גופים עתירי טכנולוגיה משקיעים חלק גדול מתקציבם ומכח האדם האיכותי ביותר שלהם על מו"פ. בניית אסטרטגיה ומדיניות מו"פ קוהרנטית לארגון תשפיע מאד על הרלבנטיות שלו ועל הצלחתו לאורך זמן. בקורס זה נלמדים המרכיבים העיקריים הנדרשים לצורך כך: בניית אסטרטגיה ומדיניות מו"פ של ארגונים, ניהול תהליך הקצאת משאבים אופטימלי, ניהול פורטפוליו, ניהול מו"פ בתנאי אי-ודאות, אספקטים ארגוניים, תהליכי תכנון, בניית כ-א למו"פ, מודלים לבניית תכנית מו"פ אופטימלית שנתית ורב-שנתית. הקורס כולל דוגמאות של הדרך לבניית תכנית מו"פ אופטימלית במדינות ובארגונים שונים עם דוגמאות מפורטות מישראל וארה"ב. הסטודנטים יתרגלו את המודלים והתהליכים הנלמדים בקורס בפרייקט גמר על חברה/ארגון לפי בחירתם. תוצא ות למידה: הסטודנטים והסטודנטיות ידעו לבנות אסטרטגיה ומדיניות מחקר ופיתוח לארגון ויתרגלו את ידיעותיהם על דוגמא מעשית.

**הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים**

**2040150 מבוא לאקולוגיה של הנוף**

2 2 - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

מבוא למדע האקולוגיה, אבולוציה ואקולוגיה של שמירת טבע. בקורס נסקור את רמות המורכבות השונות באקולוגיה מרמת המין והסביבה, לרמות של אוכלוסייה, חברה ומערכת אקולוגית. נכיר את האתגרים האקולוגיים המרכזיים בארץ ובעולם. נתנסה בעבודת מחקר אקולוגית ונלמד על שמירת הטבע בארץ.

**2040152 הכרת נופים**

2 2 - - 2 חורף + אביב 2.5

הכרת והבנת נופי הארץ ותהליכי היווצרותם. ניתוח מרכיבי הנוף, צורותיהם, והערכת רגישותם לתמורות שנגרמו ע"י כוחות הטבע והתערבות אדם. תחומים מרכזיים היוצרים את הנוף הארץי-ישראלי: גיאולוגיה, אקלים, גיאומורפולוגיה, מערכות צומח ובעלי חיים, אדם בעבר ובהווה. יוקצה מקום נרחב לספורים.

**2040202 צמחיה בנוף 2: יסודות תכנון בצמחיה**

4 1 - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 02040006 )

תהליך תכנון בצמחיה כחלק מתכנון נופי כולל, והכרת השיקולים בתכנון: פונקציונליים, חווייתיים ועיצוביים. התנסות בשלבי התכנון של אתר מוגדר, פרטי או ציבורי, בקנה מידה מצומצם, ובו מורכבות של שימושים, מיקום ואקלים מאתגרים. הארת נושאים נבחרים באמצעות תרגילי תכנון ממוקדים. מפגש עם קבוצות צמחים וצמחים נוספים, הקשורים אל נושאי התכנון.

**2040401 מבנה ופרטי גנים 2**

1 - - 6 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 02040407 )

הקורס מקנה היכרות עם פרטי גן גנריים, תקני נגישות ובטיחות וחומרי בניה. הקורס מפתח מיומנויות עיצוב בקנה מידה מפורט, שרטוט ידני וממוחשב, הבנה בשיטות בניה ומושגים טכניים הקשרים לעבודות פיתוח.

**2040406 תורת המבנה לאדריכלי נוף**

2 2 - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 02040401 )

מקצועות זהים: 02050457

בקורס יכללו הנושאים הרלבנטיים להקמת מבנה קטן על ידי אדריכלי נוף (לפי ייחוד הפעולות), כולל תאום מערכות. הסטודנטים ילמדו תכן, עקרונות קונסטרוקטיביים כגון כוחות, מומנטים ותכונות בסיסיות של חומרים. הקורס יעסוק בסקירה ועקרונות של מערכות מכניות וצורת המבנים. יושם דגש על הקשר בין הקרקע והמבנה על ידי פתרונות שונים כגון קירות תמך.

**2050000 מבוא לשימור**

2 - - - - 2 חורף + אביב 2.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02050097

המורשת הבנויה והתפתחות תנועת השימור בעידן המודרני, ערכים מוחשיים ובלתי מוחשיים, אותנטיות ושיחזור כמושגי יסוד, כלים למיין והערכה-תיעוד, סקרים, קריטריונים, גישות ומנגנונים לשימור בישראל מראשית המאה ה-02 ועד היום, כיוונים עכשוויים בשימור.

**2050028 שיטות בעיצוב, תיאוריה וכלים**

2 2 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

יוצגו תיאוריות, שיטות לתכנון וכלים להערכת תהליך התכנון ושל אדריכלות. לקורס שני אפיקים: 1. בחינת מושגי אנליזה, פרוגרמה וסינתזה של שיטות תכנון ועיצוב ודרך סקר תקדימיים אדריכליים והערכתם דרך בחינה של שיטות היסטוריות ופיתוחים טכנולוגיים. 2. הצגת והערכת פרויקטים אדריכליים המדגימים אסטרטגיות במטרה להעריך איכויות פיזיות, חומריות, וירטואליות וסביבתיות שלהם.

**2040004 מבוא למבנה ופרטי גן**

1 4 - 4 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

הקורס מהווה מבוא למכלול הידע הנלמד בקבוצת מקצועות 'מבנה ופרטי גן' ממשפחת מקצועות התכן של חומרים וטכנולוגית בניה באדריכלות נוף. הקורס יקנה מיומנויות יסוד בהבעה גרפית טכנית, היכרות עם קנה מידה, עם חומרים, מושגים טכניים ופרטים בסיסיים, התנסות בטופוגרפיה והבנה ראשונית של תהליך תכנון פרטי גן .

**2040006 צמחיה בנוף 1**

2 2 - - - 3 אביב 3.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02040203

הכרת צמחי נוי כשפה משמעותית וכלי עבודה של אדריכל הנוף בתכנון גנים. הכרת קבוצות צמחים והכרת הצמחים המאפיינים כל קבוצה, עפ"י חלוקה לקבוצות בוטניות, גנניות, אקולוגיות ואגרוטכניות. כולל ספורים משלימים.

**2040060 תכנון נוף 10**

2 8 - - - 6 אביב 6.0

מקצועות קדם: ( 02050574 ) או ( 02050665 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02040620

הכרות עם מושגי יסוד באדריכלות נוף. הפרוייקט ידגיש שיטות ותהליכי עבודה אופייניים למקצוע כולל אופן הטיפול בבעיית קנה המידה, שימוש בקרקע, בצמחיה ובטופוגרפיה ליצירת חללים פתוחים. הפרוייקטים הקצרים יכללו ניתוח שטח, הכנת פרוגרמה והצעת פתרון פסי כללי לשטחים לא בנויים. הפרוייקט יתבצע כעבודה אינדיווידואלית של הסטודנט.

**2040064 תכנון נוף 50**

2 8 - - - 6 אביב 6.0

מקצועות קדם: ( 02040623 ) או ( 02040063 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02040624

תכנון פסי מפורט של יחידת שטח בתוך נוף פתוח אזורי. שימת דגש על ערכי טבע, נוף, סביבה אקולוגיה ומורשת. הקורס יתרגל כלי מיפוי וניתוח לקריאת האתר. הפרוייקט יכלול הערכת שטח ליעודים השונים, פיתוח חלופות לתכנית אב ותכנון מפורט של מתחם בשטח.

**2040066 תכנון נוף 70**

2 8 - - - 6 אביב 6.0

מקצועות קדם: ( 02040065 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02040627

שלב זה, כהמשך לתכנון נוף 70 א', הוא החלק השני של פרויקט הגמר, בו יפתח ויפרט הסטודנט את הפרוגרמה התכנונית, יקבע הנחיות ועקרונות תכנון, יגבש תכנית רעיונית כללית ותכניות מפורטות לנושא הנבחר. ההתייחסות בפרוייקט תהיה לאלמנטים שונים הכוללים מגוון שטחים, חללים, מתקנים וחומרים, בקני מידה שונים המסבירים את עקרונות התכנון, הפתרון והתכנון המפורט.

**2040094 תולדות אדריכלות נוף 2**

2 2 - - - 3 חורף 3.0

מקצועות קדם: ( 02040090 )

התפתחות אדריכלות נוף מהגן האנגלי במאה ה-81 ועד זמננו. לימוד נופים, גנים ופארקים ובהינתן ההיבטים התיאורטיים וההיסטוריים של התקופה תורניתוח של תנועות אידיאולוגיות, דמויות מרכזיות, דוגמאות מייצגות. בנוסף, יושם דגש על אוריינות טקסטואלית כולל קריאה וכתביה ביקורתית, ניתוח ופיתוח טענות. רכישת כלי מחקר אקדמי הכוללים איתור, עיבוד וניתוח מקורות.

**2050071 מורפולוגיה 1**

**2 2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0**

מבוא למורפולוגיה כללית של צורות מרחביות: קשרי צורה - תהליכים - פרמטרים מורפולוגיים (צורות בטבע ובמעשי ידי אדם). מרחב - אפשרויות מורפולוגיות. מערכים מרחביים: סדר ואי-סדר, טרנספורמציות, סימטריה, אופרציות ושילוביהן, מחזוריות. חבורות סימטריה: בפס, במישור ובמרחב. רשתות וריצופים. פאונים (פוליהדרה) סופיים (ישרי-פאות ועקומי-פאות). משטחים ומעטפות בעלי גנוסים שונים. ארזות צפופות ודלילות במרחב. פיאונים (פוליהדרה) אינסופיים. מבוא למורפולוגיה ארכיטקטונית וגיאומטריה בארכיטקטורה. נושאים נוספים: פרקטלים. מידות ופרופורציות.

**2050102 תולדות אדר' מהעת העתיקה לעת החדשה**

**4 4 - - - חורף + אביב + קיץ 4.0**

**מקצועות קדם: ( 02050012 ו- 02050574 )**

הקורס סוקר את הצורות, טיפוס הבינוי והרעיונות הארכיטקטוניים מן העת העתיקה עד העת החדשה בהקשרם ההיסטורי והתרבותי. הקורס ידון בבנייני המופת והאתרים הנודעים מן התקופות הרלבנטיות, ובה בעת ינסה לאפיין באופן כללי שיטות בנייה טיפוסיות וגישות לעיצוב ארכיטקטוני ולתכנון ערים. ידונו דוגמאות מן הפרקים ההיסטוריים הבאים: מסופוטמיה, מצרים, העולם היווני, האימפריה הרומית, הנצרות הקדומה, האסלאם, הרומנסק, הגותיקה, הרנסאנס, המנייריזם והבארוק.

**2050105 אדריכלות בישראל: המאה העשרים ואחת**

**2 3 - - - אביב 4.0**

**מקצועות קדם: ( 02050104 )**

לימוד אדריכלות ואדריכלות הנוף של היישוב ומדינת ישראל בדיאלוג עם השיח האדריכלי העולמי בתקופות מקבילות. סקירת שלוש תקופות לאור סדרי עולם משתנים: האחת בין מלחמות העולם ותחת שלטון קולוניאלי בריטי, השנייה, תקופת בניין האומה, והשלישית הנוכחית, של גלובליזציה ותחרות על משמעות המרחב והתרבות האדריכלית בישראל. בקורס משולבים תרגילי קריאה וניתוח פרויקטים.

**2050111 נושאים נבחרים בארכיטקטורה מודרנית**

**3 3 - - - חורף + אביב 3.0**

הנושא בו יתמקד הסמינר יקבע כל שנה על ידי מורה המקצוע.

**2050255 רקמות אורבניות בישראל**

**2 4 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

בקורס נבחנים מרקמי מגורים שנבנו בארץ מאז קום המדינה. יושם דגש על נושאים כגון: "חצר", "רחוב", "בין פרטי לציבורי", "קנ"מ אנושי", "ניאו-אורבניזם" וכיו"ב. יידונו תיאוריות אדריכליות ואורבניות, אשר הינן רלוונטיות להבנת המרקמים הנדונים.

**2050410 חומרים 1**

**2 1 - - - חורף + אביב 2.5**

**מקצועות קדם: ( 02050574 )**

סקירה כללית של חומרים שונים בשימוש בבנייה. דיון בתכונות החומרים ובשיקולי השימוש בהם בהקשר לתפקוד ומחזורי חייו של מרכיבי המבנה. מגמות וחדושים בפיתוח חומרים חדשים והתאמתם לשימושים אדריכליים.

**2050426 טכנולוגיות בנייה ופרטי בניין 1**

**2 2 - - - חורף + אביב 3.0**

שלד המבנה, מעטפות בנין, מחיצות, גגות וניקוזים, איטום קירות, מסדים וגגות, גימורים של פנים וחוץ. מחזורי חיים וגמישות של מרכיבי המבנה. טכנולוגיות שונות לביצוע מבנים. יישום שיטות וטכנולוגיות בנייה. שימוש בחומרים. תכנון ועיצוב פרטי בניין כגון: חיבורים, עיגונים בידודים ואיטומים.

**2050430 סדנה טכנולוגית הנדסית 1א'**

**3 1 - - - חורף + אביב 2.5**

**מקצועות קדם: ( 02050574 )**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02050450**

הקורס עוסק בפרויקט סמסטריאלי בראיה אינטגרטיבית של אדריכלות, הנדסה ותעשייה. במסגרת הקורס מוצעת בחירה בין קבוצות העוסקות בנושאים שונים.

**2050460 תכן מבנים 3**

**2 2 - - - חורף + אביב 3.0**

**מקצועות קדם: ( 02050459 )**

עקרונות להבנת התנהגות סטטית של רכיבי מבנה ומערכות המורכבות משטחים מישוריים ישרים ועקומים. מיון מבנים אדריכליים מורכבים על פי מאפיינים סטרוקטוראליים. תכן מבנים כתשתית לשיח ולשיתוף פעולה בין אדריכלים ומהנדסים.

**2050492 מערכות הבניין - אקלים ואנרגיה**

**2 2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0**

**מקצועות קדם: ( 01140014 )**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02050493**

עקרונות התכנון האקלימי-אנרגטי להשגת תנאי נוחות תרמית בקיץ ובחורף בבניינים, בסביבתם ובמרחב הפתוח, בהשקעה מינימלית של אנרגיה מתכלה. חישובי מעבר חום בבניין. מאזן אנרגיה בבניין. תנאים להשגת נוחות תרמית-אקלימית. תכנון אקלימי-אנרגטי. נתוני אקלים לתכנון מבנים ושטחים פתוחים בישראל. הדגש יושם על הבנת העקרונות הפיזיקליים, תוך הקניית כלי תכנון איכותיים וכמותיים בצורה ידנית ובעזרת מחשב. הכרת ויישום עקרונות הבנייה הירוקה (בנייה בת קיימא) מותאמת אקלים וחוסכת משאבים מתכלים.

**2050575 פרויקט סטודיו 2**

**2 8 - - - חורף + אביב + קיץ 6.0**

**מקצועות קדם: ( 02050574 ) או ( 02050665 )**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02050666**

הקורס יתמקד במעבר בין רעיון לצורה תוך התנסות בבחינת מערכים אדריכליים קיימים, תיעוד וניתוח אתר ובחינת דרכי התערבות. פיתוח רעיון להתערבות אדריכלית יגובש תוך לימוד והעמקה בנושאים כגון חוץ ופנים, פרטי וציבורי וכדומה.

**2050577 פרויקט סטודיו 4**

**2 8 - - - אביב 6.0**

**מקצועות קדם: ( 02050667 ) או ( 02050576 )**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02050668**

לימוד מושגים וכלים המאפשרים לזהות יחסים ותהליכים ולפתח כלי תכנון שיעצבו את המרחב העירוני לאורך זמן וישפיעו על חוויות המשתמשים בעיר. התייחסות למרחב הבנוי, לשטחים הפתוחים ולספירה הציבורית. חקר והתנסות במכלול קני מידה: תכנון תבניות ומערכות כלל עירוניות, עיצוב מרקמים, פעולה אדריכלית במקום ספציפי, מתוך הבנה של הקשרים ביניהם.

**2050586 סטודיו נושאי כללי 2**

**2 8 - - - אביב 6.0**

**מקצועות קדם: ( 02050582 )**

מחקר באמצעות תכנון. פיתוח נושא רעיון דרך חשיפה מובנית לכלים ארכיטקטוניים! תוך שימוש במתודולוגית מחקר המובילה לעמדה תכנונית ביקורתית ביחס לסוגיות עכשוויות ויישומה באתר ספציפי. הסטודיו מלווה בקורס עיוני תומך.

**2050599 מבוא לבנייה מתועשת**

3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

רעיון התעושה בבנייה ומטרותיו. תכנון בבנייה מתועשת: מתודולוגיה, גישה מערכתית בתכנון ובייצור, גיאומטריה ומורפולוגיה, מודולריות וסטנדרטיזציה. שיטות בנייה פתוחות וסגורות, כבדות וקלות. שיטות לבנייה מתועשת בישראל-תאור תהליכי הייצור והרכבה. סקירת שיטות מובילות בעולם. השוואה בין שיטות בנייה מתועשות מקומיות לשיטות בנייה קונבנציונליות. רכיבי בנייה מתועשת.

**2050621 פרויקט מיוחד 3ב'**

3 5 - - - חורף + אביב 3.0

בעיה מיוחדת בתכנון ארכיטקטוני. נושא ב'.

**2050638 פרויקט מיוחד 3ד'**

3 6 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

בעיה מיוחדת בתכנון ארכיטקטוני נושא ד'.

**2050692 נושאים מיוחדים בארכיט' ג'**

3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

הסילבוס יקבע ע"י מורה המקצוע באישור הדיקן, לפני תחילת הסמסטר בו ינתן המקצוע.

**2050723 נושאים מיוחדים בארכיטקטורה 3ה**

1 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

סילבוס יקבע על ידי מורה המקצוע באישור הדיקן, לפני תחילת הסמסטר בו ינתן המקצוע.

**2050818 סדנאות מדיה 1ב'**

2 - - - - חורף + אביב 1.0

**מקצועות קדם:** ( 02050574 ו- 02050922 )

הקורס מחולק לשלושה חלקים, בכל שליש ניתן יהיה לבחור סדנה מרוכזת של כלים ומיומנויות מתוך מגוון נושאים, ביניהם: רישום, שרטוט אדריכלי, מידול תלת ממדי, בניית מודלים, ייצור מבוסס מחשב- חיתוך לייזר, סריקה תלת ממדית, גרפיקה- בסיסי.

**2050819 סדנאות מדיה 1ג'**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 1.0

**מקצועות קדם:** ( 02050574 ו- 02050922 )

הקורס מחולק לשלושה חלקים, בכל שליש ניתן יהיה לבחור סדנה מרוכזת של כלים ומיומנויות מתוך מגוון נושאים, ביניהם: רישום, שרטוט אדריכלי, מידול תלת ממדי, בניית מודלים, ייצור מבוסס מחשב- חיתוך לייזר, סריקה תלת ממדית, גרפיקה- בסיסי.

**2050826 סדנאות מדיה 2 ג'**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 1.0

**מקצועות קדם:** ( 02050923 )

הקורס מחולק לשלושה חלקים, בכל שליש ניתן יהיה לבחור סדנה מרוכזת של כלים ומיומנויות מתוך מגוון נושאים ביניהם: תכנון פרמטרי, ייצור בעזרת מחשב - CNC והדפסה תלת מימדית, הדמיה אדריכלית, אנימציה, ווידאו, פרזנטציה, גרפיקה - מתקדם.

**2050827 סדנאות מדיה 2ד'**

2 - - - - חורף + אביב 1.0

**מקצועות קדם:** ( 02050923 )

הקורס מחולק לשלושה חלקים, בכל שליש ניתן יהיה לבחור סדנה מרוכזת של כלים ומיומנויות מתוך מגוון נושאים, ביניהם: תכנון פרמטרי, ייצור בעזרת מחשב - CNC והדפסה תלת ממדית, הדמיה אדריכלית, אנימציה, ווידאו, פרזנטציה, גרפיקה - מתקדם.

**2050828 סדנאות מדיה 2ה'**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 1.0

**מקצועות קדם:** ( 02050923 )

הקורס מחולק לשלושה חלקים, בכל שליש ניתן יהיה לבחור סדנה מרוכזת של כלים ומיומנויות מתוך מגוון נושאים, ביניהם: תכנון פרמטרי, ייצור בעזרת מחשב - CNC והדפסה תלת ממדית, הדמיה אדריכלית, אנימציה, ווידאו, פרזנטציה, גרפיקה - מתקדם.

**2050873 עיצוב בסיסי 4**

3 4 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 02050886 ) או ( 02050884 )

המשך לעיצוב בסיסי 2 או 3 תוך עליה במורכבות הבעיה הן מבחינה מעשית והן מבחינה עיצובית.

**2050877 עיצוב בסיסי 5**

3 4 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 02050886 ) או ( 02050884 )

הקורס עוסק בחקירת סוגיות אדריכליות באמצעות תהליכי עיצוב. נושאי הקורס כוללים יצירה ובחינה של מטפורות, דימויים וסמלים בתכנון אדריכלי, יחסים בין אובייקט וחלל נתון בקני מידה שונים ועוד. חקירת ההשפעה של כלי העיצוב, חומרי העיצוב ו.או פעולות עיצוביות על היצירה האדריכלית.

**2050886 עיצוב בסיסי 2 א'**

4 1 - - - - חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 02050883 ו- 02050574 ) או ( 02050878 )

הרחבת המושגים הבסיסיים בעיצוב בהתייחס לעקרונות התפיסה והחושבים, יחס לגוף האדם, החלל והתרבות החזותית בסביבה נתונה. נושאי הלימוד: 1. הכרת המרכיבים השונים של התפיסה החזותית ויחסי הגומלין ביניהם 2. הצגת גישות לביטוי חזותי בסביבה הבנויה, הכוללות את ההשפעה ההדדית בין אדם, אובייקט וסביבה ובהם סימנים, סמלים ודימויים. 3. התנסות בהבעת תכנים ורעיונות סביבתיים באמצעים אמנותיים ובניית מיצבים הפועלים על החושבים והחווייה החזותית הפיזית. במסגרת הקורס ניתן לבחור בין סדנאות בנושאים שונים.

**2060007 נושאים נבחרים בארכיטקטורה - אדריכלות ירוקה 1**

3 - - - - חורף + אביב 3.0

הסילבוס יקבע על ידי המורה, באישור ועדת לימודי תארים מתקדמים של המסלול, לפני תחילת הסמסטר בו ינתן הקורס. סמסטר א' תשע"ח: מידול אנרגטי מתקדם של בניינים. סמסטר ב' תשע"ח: סמינר בתכנון מבנים סולריים. סמסטר ב' תשע"ט: אדריכלות ירוקה 1.

**2060013 סדנה טכנולוגית הנדסית 2**

**2 - - - חורף + אביב 3.0**

הקורס יעסוק בשני נושאים: היבט התכנון ותהליך הבניה של פרויקטים אדריכליים. תינתן סדרת הרצאות הכוללות את סך תחומי התכנון והבניה העיקריים להקמת פרויקט אדריכלי בנוי. הסטודנטים יהיו מסוגלים להטמיע את הידע התיאורטי הנרכש בפרויקט הסטודיו, וירכשו יכולת לחבר טכנולוגיות בניה שונות בשלבי התכנון השונים. תוצרי למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: לחבר את המרכיבים השונים של פרויקט אדריכלי ולהבין כיצד הידעוהשליטה של האדריכל במכלול הדיסציפלינות השונות משפיע על התוצאה הסופית.

**2060020 נושאים בלמידת מכונה לאדריכלים**

**2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0**

בשנים האחרונות חלו פריצות דרך משמעותיות בתחום הבינה המלאכותית ולמידת המכונה. קורס זה יציג לסטודנטים לארכיטקטורה את נקודת המפגש בין טכנולוגיות אלו לדיסציפלינות התכנון והעיצוב. הסטודנטים יזכו להבנה וניסיון מעשי כיצד גישות מבוססות נתונים יכולות לשפר תהליכי תכנון, ליעל ביצועי מבנים ולתרום לתכנון עירוני. בקורס נכיר את ההיסטוריה של הבינה המלאכותית, נלמד מושגי יסוד בלמידת מכונה ונתנסה ביישום שלהם עבור תכנון אדריכלי, נערוך דיונים ביקורתיים, נלמד מיומנויות תכנות בשפת פיטון ונעסוק במודלי שפה עכשוויים. בסיום הקורס יפתחו הסטודנטים תהליך המבוסס על למידת מכונה לפתרון שאלה מעולם הארכיטקטורה.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להבין מושגי יסוד בלמידת מכונה.
2. לנתח באופן ביקורתי את התפקיד של למידת המכונה בשיח הארכיטקטוני.
3. להכין מערכי נתונים ארכיטקטוניים כמאגרי מידע ללמידת מכונה.
4. לאמן מודלי למידת מכונה בסיסיים.
5. להשתמש במודלי שפה עכשוויים למגוון מטרות אדריכליות.
6. לפתח פתרונות תכנון מבוססי למידה לבעיות אדריכליות.

**2060030 נושאים נבחרים ביזמות עסקית 2**

**2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

**מקצועות קדם: ( 02060029 )**

**2060035 נושאים נבחרים ב-LATEX בכתיבה מדעית**

**1 - - - חורף 1.0**

הקורס מהווה מבוא מעשי לכתיבה ועריכה ב-LaTeX לצורך פרסום מאמרים מדעיים ותזות. LaTeX היא מערכת עימוד מתקדמת המאפשרת שילוב מדויק של נוסחאות, תרשימים וביבליוגרפיה במראה טיפוגרפי מקצועי המקרין רצינות מחקרית. בקהילות האקדמיות גוברת ההכרה בכך שעיווד נקי ועקבי מקצר את שלב ה-desk-reject ומקל על הסוקרים לזהות את תרומת המחקר. במסגרת הלמידה נתמקד ב-Overleaf, סביבת ענן נפוצה לניהול פרויקטים טקסטואליים ב-LaTeX. כל מפגש יוקדש להיבט אחר בתהליך ההכנה: התאמת התבנית לדרישות כתיבה-עיתונות, ניהול ביבליוגרפיה מתקדם, שילוב גרפיקה וקטורית ונתונים אמפיריים, ועוד. ההוראה משלבת הרצאות קצרות, דיונים כיתתיים ותרגול עזמאי מודרך, כך שהסטודנטים יפתחו יכולת להפיק מסמכים מקצועיים העומדים בסטנדרטים בינלאומיים.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להכין מסמך מדעי שלם ומוקפד, ערוך ב-LaTeX ובהתאם למפרט הטכני של כתבי-עת וכנסים מובילים.
2. לשלב נוסחאות, טבלאות, תרשימים וגרפיקה וקטורית בסגנון אחיד המבטא מקצועיות ואמינות מחקרית.
3. לבנות ולנהל ביבליוגרפיה מלאה, כולל סגנונות ציטוט מגוונים והפניות עקביות בכל המסמך

**2060036 סדנה בסריגה תעשייתית**

**2 - - - חורף + אביב + קיץ 1.0**

**2060037 נושאים בסטורי-טלינג עירוני בשימור**

**3 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 3.0**

**2060038 מדיניות ורגולציה של דיור**

**2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

הקורס עוסק ברגולציה ומדיניות של דיור בישראל. במסגרת זו יסקרו נושאי מפתח תוך שימת דגש על ההשפעות של המדיניות הציבורית, בעיותיה ואתגריה. הקורס בנוי בצורה תימטית. כל שיעור יעסוק בהיבט מסויים של מדיניות הדיור העכשווית. בין היתר נעסוק ב: היבטים של בניה לגובה, דיור בר השגה בישראל, שכירות, פינוי בינוי ודחיקת דיירים, דירות קטנות, אפליה בדיור, דיור חלוף לדיירים בעוני, ועוד. נושאים אלה יילמדו תוך דיון כיתתי, בליווי למידה לעומקם של מסמכי מדיניות, חוקים, תקנות ופסיקה רלבנטית. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. לנתח מדיניות דיור על חסרונותיה ויתרונותיה. 2. להכיר אספקטים שונים של המדיניות בישראל. 3. להכיר מקורות שונים הקובעים מדיניות דיור לרבות חקיקה, פסיקה, והנחיות. 4. לבצע ניתוח ביקורתי של מדיניות דיור תוך שימוש בכלים לניתוח והערכה של מדיניות חברתית בישראל, ובפרט מדיניות דיור.

**2060039 נושאים נבחרים ב: איך לעבור את הדוקטורט ומעבר:**

**2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

קורס זה יתמקד בפיתוח מיומנויות מעשיות לבניית קריירה אקדמית במהלך לימודי הדוקטורט והפוסט דוקטורט. הקורס יתמקד בנושאים הכוללים פיתוחפרויקטים, גיוס מימון והגשת מענקי מחקר, נטוורקינג, נסיעות ושיתופ פעולה, תכנון והגשת מועמדות למשרות, פיתוח סדר יום מחקרי עצמאי. אינזה סוד שכל שלב בקריירה האקדמית הופך לתחרותי יותר ויותר. במהלך שנות הדוקטורט, הסטודנטים נדרשים להתפתח כחוקרים וכאנשי, מעבר להשלמת משימות התזה. עד שנת הסיום של הדוקטורט, חוקרים צעירים צריכים להיות מסוגלים להציג חזון מחקרי עצמאי משלהם, ולהסביר מדוע וכיצד הוא משתלב ותורם בתחום.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לפתח סט שלם של מסמכי מועמדות אקדמית בסטנדרט בינלאומי גבוה (קורות חיים אקדמיים, research statement, teaching statement)
2. איך למצוא ולהגיש בקשות מימון מחקריות, בדגש על בניית תקציב וסבירותהמחקר.
3. לפתח ולתקשר את ה"זהות המחקרית" שלהם, מבחינת תחומי מחקר, מטרות ומיקום בתוך הדיסציפלינה, במעבר מהדוקטורט אל תפקיד חוקר צעיר.

**2060043 נושאים נבחרים בנוף עירוני היסטורי**

**3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0**

גישת HUL מהווה כיום סטנדרט בינ"ל לשילוב, שימור וניהול מורשת תרבותית בערים וישובים עם מדיניות ונהלים לפיתוח עירוני בר-קיימא (UNESCO, 2019). הקורס עוסק בהכרת היבטים תיאורטיים ופרקטיים של גישת HUL, במרחב האורבני. מרחב זה כולל, מרכיבים מוחשיים ובלתי מוחשיים, טבעיים ומעשי ידי אדם, במרחבי זמן שונים - ארכיאולוגיים, היסטוריים ועכשוויים, בטיפולוגיות וקני מידה משתנים. תכנית הקורס רותמת שדות ידע, חקר וניתוח ביקורתי לכדי תובנות אדריכליות, תיאורטיות ופרקטיות. יעדי הקורס עולים בקנה אחד עם דרישה הולכת וגוברת מצד מוסדות התכנון לשילוב מושכל של HUL בערים, בעולם ובישראל. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: הקורס מקנה למתכננים - אדריכלי נוף, מתכנני ערים וארכיטקטים, בסיס ידע וכלים לזיהוי תכונותיהם המוחשיות והלא מוחשיות של מרחבים פתוחים היסטוריים.

- ליישם מבחר כלי תכנון לזיהוי, שילוב ותכנון HUL ברקמה עירונית ובהם:
- לתעד מרחב נופי, עירוני היסטורי - HUL.
- לאפיין מרכיבי המשכיות אדריכליים נופיים באתר/ מרחב/ רקמה
- לנתח את התרומה של מרכיבי המשכיות להיבטי קיימות ועירוניות
- לגבש ולנסח המלצות לשילוב ופיתוח רקמה עירונית על מרכיבי HUL

**2060047 תקדימים אדריכליים, פרקטיקה ביקורתית**

**3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0**

אדריכלות לא באה לידי ביטוי רק במבנים בנויים או מדומיינים. היא מתבטאת גם במדיניות, ברישומים, טקסטים, ציורים, ניסויים, מחקרים ודרכים רבות אחרות. הקורס יתקדימים אדריכליים, פרקטיקה ביקורתית יחשף את הסטודנטים לשדות רבים ושונים של פעולות אדריכליות עכשוויות. מטרת הקורס הינו לייצר מעין מפה של השיח האדריכלי בעשורים האחרונים, לרכוש כלים על מנת לבחון את אותה המפה בצורה ביקורתית, ולפתח חשיבה אנליטית אשר שואבת מתרבות עכשווית, מתנאים פוליטיים, ומההיסטוריה הקרובה של תיאוריות ועשייה אדריכלית. במהלך הקורס נלמד, נבין ונכיר את השדות התרבותיים השונים בהם אדריכלים ואדריכליות פועלים ונבחן את ההשפעה של ארכיטקטורה על השיח הטכנולוגי, החברתי, האסתטי, הכלכלי, האישי, הסביבתי ועוד.

- תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:
- להכיר מגוון רחב של פרקטיקות אדריכליות אלטרנטיביות וביקורתיות מסוף המאה ה-20 ותחילת המאה ה-21.
- להדגים בקיאות בגישות ביקורתיות שונות כלפי המעשה והפרקטיקה האדריכלית.
- לנסח הקשרים בין מושגים מורעיונות אדריכליים תיאורטיים לבין התפתחויות היסטוריות ותרבותיות שונות.
- לנתח ולבחון תקדימים ופרקטיקות אדריכליות ביקורתיות
- לבטאת תובנות מחקריות, היסטוריות ותיאורטיות באמצעים עיצוביים וויזואליים.

**2060048 על דעת המקום - קריאה מרחבית של מקום**

**3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0**

מה הופך מרחב ל"מקום"? הקורס מציע דרכי התבוננות וכלים לחקר מקום כמרחב רב-שכבתי: פיזיות וחומר, חיי יומיום, יחסים חברתיים והיררכיות - לצד משמעות וזיכרון. נלמד תפיסות ותיאוריות של מקום (כמו היקשרות למקום, או "רוח המקום"), וניישם שיטות מחקר מגוונות: שוטטות, תצפיות, ראיונות, קריאה של תכניות ומפות, וגם קריאה קונטקסטואלית - היסטורית/ פוליטית/ כלכלית - של המקום. את החומרים שנאספו ננתח ונפרש בעזרת מסגרות תיאורטיות, לצד מיפויים שונים. המטרה היא לפתח מתודה שמאפשרת לגלות במקומות דפוסים ותובנות שאינם נגלים במבט ראשון. תוצאות למידה: בסיום הקורס, הסטודנטים והסטודנטיות יהיו מסוגלים:

1. להכיר, להסביר וליישם מושגים ותפיסות תיאורטיות מרכזיות בנוגע למרחב ולמקום.
2. בחור ול הפעיל כלי מחקר וניתוח מגוונים לחקר מקום.
3. לנתח, לפרש ולהצליב בין סוגי נתונים שונים, ולהפיק מהם טענות ותובנות מבוססות על המקום הנחקר.
4. לנסח שאלה/טענה תיאורטית וליישם אותה בהמשך, למשל בפרויקט גמר ו/או במחקר לתארים מתקדמים

**2060049 נושאים נבחרים בפיתוח תוכנה למעצבים בעידן ה**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 1.0**

הקורס ילמד סטודנטים לעיצוב כיצד להשתמש ב־LLM כחלק מתהליך פיתוח תוכנה, ולהתקדם מעבר ל"vibe-coding". הוא יציג את הערך של שימוש ב־LLM ליצירת קוד עבור מוצרים פרמטריים ויאפשר לסטודנטים להגדיר ולשלוט במרחב העיצוב של המוצר באמצעות קוד. כל סטודנט יבחר מוצר, ייעזר ב־LLM לפיתוח הלוגיקה הפרמטרית שלו, ויבנה ממשק אינטראקטיבי כחלק ממערכת שלמה. לאורך הפרויקט המעשי, הסטודנטים ילמדו לתכנן ולממש אפליקציית Client-Server מאפס, להתקין ולהשתמש בספריות חיצוניות, לעבוד עם Git, ולהקים מערכת עובדת שמשלבת קוד שנוצר ב־LLM בצורה מודעת ומבוקרת. תוצאות למידה: עם סיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

- לתכנן ארכיטקטורת תוכנה למערכת Client-Server קטנה, כולל אפיון זרימת נתונים, תפקידי רכיבים ודרישות פונקציונליות בסיסיות.
- להקים ולהפעיל סביבת פיתוח עובדת, להתקין ספריות חיצוניות, להגדיר כלים, ולהריץ קוד בצד הלקוח והשרת.
- לממש פונקציונליות בסיסית ב־JavaScript תוך שימוש ב־LLM לסיוע בכתיבת קוד.
- להגדיר מוצר כעיצוב פרמטרי וליצור ממשק משתמש פשוט המאפשר שליטה בפרמטרים שלו.

**2060073 נושאים נבחרים בארכיטקטורה**

**1 - - - - חורף + אביב 1.0**

סדנה לימודית הכוללת 13 שעות הרצאה. מסגרת הוראה לאורחים לטווח קצר.

**2060561 תאורה בארכיטקטורה**

**3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0**

**מקצועות קדם: ( 02050484 )**

הקרינה הנראית: דרישות אנוש לאור יום ולאור שמש בתוך המבנה. הסביבה החזותית בחלל הבנוי. תכנון החלונות בעיצוב קליפת הבניין. חדירת אור היום והקשר עם עומק וגובה החללים. קריטריונים כמותיים ואיכותיים בתכנון תאורה. סינוור. כיוונית האור. הרכב ספקטראלי. שילוב התאורה הטבעית והמלאכותית בסביבת החזותית. אור היום ואור השמש בתכנון עיר. פעילות בחוץ ותאורה מלאכותית בשעות החשיכה. תאורת נתיבי תנועה להולכי רגל ולכלי רכב, הדגשה והנחיה חזותית באמצעות האור. תאורת רחובות, תאורת שטחים, תאורה של חזיתות מבנים ואתרים.

### 2060846 טכנולוגיות משבשות בארכיטקטורה ועיצוב

3 - - - 3 חורף + אביב 3.0

הקורס יעסוק בהשפעה של טכנולוגיות מיחשוביות ויצרניות על שינויים ושיבושים בתפיסה של תהליכים קיימים בארכיטקטורה בעידן המהפכה התעשייתית 4.0. הסטודנטים יחשפו לסקירה של פיתוחים מחקרניים ומקרי ציר בנושאים של חומריות, ייצור ומחשוב השאולים ממקורות ידע מולטי-דיסציפלינריים ומהווים נקודות מפנה בחשיבה ועשייה המרחיבות באקדמיה ופרקטיקה.

בסיום הקורס, הסטודנט יהיה מסוגל:

1. היכרות מעמיקה עם הנושא הנלמד מתוך חשיפה להתליכים ופיתוחים מחקרניים.
2. יכולת זיהוי ומיפוי מולטי-דיסציפלינרי של כלים ושיטות יישומיות והשפעתן על הפרקטיקה האדריכלית.

### 2060847 נושאים בעיצוב מערכות שירות ומוצר

3 - - - 3 אביב 3.0

מערכות שירות ומוצר (PSS) הן מודלים עסקיים המספקים תמהיל מגובש של מוצרים ושירותים הפועלים יחד לכדי תוצר סינרגטי. הן מתהוות! בדרך כלל! במטרה לצמצם צריכה ובזבז ולקדם לפתרונות חברתיים ופרו-סביבתיים. מערכות כאלו נמצאות סביבנו בכל מקום. במהלך הקורס תעבדו בקבוצות למיפוי מערכת שירות ומוצר קיימת ופיתוח הצעת ערך לשיפור או שכלול שלה.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לזהות! להבין ולהשתמש במושגי יסוד בתחום מערכות שירות ומוצר.
2. להשתמש במגוון כלים של אתנוגרפיה עיצובית על מנת לחקור ולמפות מערכות שירות ומוצר קיימות ולאפיין הזדמנויות עיצוביות בתוכן.
3. להשתמש בכלים לעיצוב ותקשורת של מערכות שירות ומוצר חדשות.

### 2060916 נושאים נבחרים בארכיטקטורה

2 - - - 2 חורף + אביב 2.0

הסילבוס יקבע על ידי מורה באישור הועדה לפני תחילת הסמסטר בו ניתן המקצוע. סמסטר ב' תשע"ז: המוזיאון כאתר. סמסטר ב' תש"ף: חכמות-רחוב, פעולה עירונית

### 2060923 נ.נ. בהיסטוריה של ארכ' ומדעי הרוח

3 - - - 3 אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 02050104 )

פיתוח שיטות מחקר במדעי הרוח הדיגיטליים לטובת שאלות מחקר בהיסטוריה של ארכיטקטורה. בהתאם לכך! דן הקורס בסוגיה של מחקר אודות תהליכי יצירה אדריכליים המתרחשים בכמות! ובגיבוש כלי מחקר מתאימים מתחום מדעי הרוח הדיגיטליים. הסטודנטים יקראו ספרות מתחומי תולדות האומנות והספרות הדיגיטליים! וילמדו מפיתוחם של כלים כמותניים בתחומי הספרות והאומנות. בהמשך! הסטודנטים יפתחו עמדות תיאורטיות וכלים מתודולוגיים אישיים לכל סטודנט.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לזהות ולנסח שאלות מחקר כמותניות בהיסטוריה של ארכיטקטורה.
2. להכיר את הספרות במדעי הרוח הדיגיטליים בתחומים של אומנות חזותית וספרות (אומנות טקסטואלית).
3. לבצע אדפטציה של כלי מחקר במדעי הרוח הדיגיטליים בתחומי האומנות והספרות עבור שאלת מחקר בהיסטוריה אדריכלית של כמות.
4. לערוך סינתזה בין שאלות מחקר וכלי מחקר! במטרה להרחיב את הגבולות הדיסציפלינריים של היסטוריה של ארכיטקטורה.

### 2060566 מיקרו אקלים בעיר בעזרת צמחייה

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

ההשפעה האינטגרטיבית של צמחייה ומרקם עירוני על אי החום האורבני, זיהום האוויר ומפולס הרעש. שיטות כמותיות למטרת הקניית כלים עבור המתכנן לשילוב שיקולים אקלימיים וסביבתיים בתכנון נופי של מרחב עירוני.

### 2060574 שימוש מחדש במבנים קיימים

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

לימוד אסטרטגיות וטקטיקות מגוונות להתערבות, מיחזור, התאמה ושימוש מחדש של מבנים קיימים. שיטות ניתוח מגוונות להבנת המרחב. שימוש במעבדתהוויזואליזציה בפקולטה שתאפשר להדגים ולחוות חללי מבנים של תקדימים רלוונטיים שעברו טרנספורמציה לשימוש מחדש. סקירה אינטרדיסציפלינארית של ההיבטים המגוונים הכוללים בתחום זה (כלכלה, חברה, תכנון ועיצוב עירוני, החיאה עירונית, שימור, ארכיטקטורה בת-קיימא ועוד).

תוצאות למידה:

בסיום הקורס הסטודנט:

1. יהיה מסוגל לנתח מבנים שעברו התערבות, חידוש ושימוש מחדש.
2. יכיר את ההיבטים המרכזיים הכלולים בתחום זה.
3. יכיר אסטרטגיות וטקטיקות להתערבות מיחזור והתאמת מבנים קיימים לשימוש מחדש.
4. יוכל להפעיל את הנ"ל על מבנים במסגרת פרויקט אדריכלי המשלב התערבות במבנים קיימים.

### 2060821 נושאים נבחרים בעיצוב תעשייתי

3 - - - 3 חורף + אביב 3.0

הסילבוס ייקבע על ידי המורה, באישור וועדת לימודי תארים מתקדמים של המסלול, לפני תחילת הסמסטר בו יינתן המקצוע. סמסטר ב' תשע"ז: סטודיו עיצוב לשאר העולם.

### 2060829 ענין של פרספקטיבה-קורס בין פקולטי

3 - - - 3 חורף 3.0

מקצועות קדם: ( 02060841 ) או ( 02060836 ו- 02060284 )

קורס הסטודנטים יממשו אלגוריתמים מתחום הגרפיקה המומחשבת שהתפרסמו בשנים האחרונות, ויבנו על בסיסם אובייקטים פיסיים באמצעי ייצור דיגיטליים. האלגוריתמים יוטמעו בתוך סביבת RHINO/ GRASSHOPPER בתור קוד משולב, אשר יגדיר ממשק עבודה פרמטרי. קטעי קוד אלה יוכלו להפוך להיות תוספים לתוכנה בעתיד.

תוצאות למידה: בסיום הקורס, הסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. לכתוב קוד מתקדם של אלגוריתמים המייצרים גאומטריות מורכבות.

2. ליצור ממשק משתמש ותהליך עבודה בסביבת RHINO/ GRASSHOPPER.

3. לתכנן ולהפיק מבנה פרמטרי בקנה מידה גדול באמצעות כלי ייצור דיגיטליים.

### 2060831 נושאים נבחרים בעיצוב תעשייתי

3 - - - 3 חורף + אביב 3.0

הסילבוס ייקבע על ידי המורה, באישור ועדת לימודי תארים מתקדמים של המסלול, לפני תחילת הסמסטר בו יינתן המקצוע. סמסטר א' תשע"ח: חשיבה עיצובית סמסטר ב' תשע"ט: התנסות בפיתוח מוצר לפי דרישות עיצוב והנדסת אנוש. סמסטר ב' תש"ף: צבע והגורם האנושי.

### 2060924 אדריכלות ותרבות בעידן הגרעיני

3.0 אביב - - - - 3

הטלת פצצות האטום על הערים היפניות הירושימה ונאגאסקי באוגוסט 5491 על ידי צבא ארה"ב סימנה את תחילתה של תקופה חסרת תקדים בהיסטוריה האנושית. סמינר זה הינו סמינר מחקר עיצובי (DESIGN-RESEARCH) אשר יבחן את התגובות התרבותיות השונות להמצאתם והפצתם של כלי נשק ואנרגיה גרעיניים במחצית השנייה של המאה העשרים ועד ימינו ויתמקד בהשפעותיהם על השיח האדריכלי! על התרבות החזותית ועל הסביבה הבנויה. בכך! הסמינר מציע לקרוא את ההיסטוריה האדריכלית של העשורים אחרי מלחמת העולם השנייה כריאקציה לחרדות ופחדים אטומיים מחד ולתקוות גרעיניות מאידך.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להכיר מגוון אירועים היסטוריים ונקודות ציון בעלי משמעות בהיסטוריה של המלחמה הקרה ותחילת המאה ה-21.
2. לנסח מגוון השפעות וקשרים בין המצאתם של כלי נשק גרעיניים על העשייה והשיח האדריכליים במאה ה-21 וה-20.
3. לנתח אירועים היסטוריים ואובייקטים אדריכליים ואומנותיים בצורה ביקורתית.
4. לנסח הקשרים בין פיתוחים טכנולוגיים משמעותיים והשפעתם על יצירה אדריכלית ותרבותית.
5. להביע ידע אדריכלי והיסטורי באמצעים ויזואליים ובמדיות שונות.

### 2060931 גישות עכשוויות לעיצוב עירוני

3.0 אביב - - - - 3

הקורס עוסק בהרחבה והעמקה בהבנת גישות עכשוויות בעיצוב עירוני, גישות אשר בוחנות את הכוחות וההתליכים המעצבים את המרחב האורבני בישראל ובעולם. על ידי לימוד תיאוריות, מדיניות והיבטים בפרקטיקה נבחן את הטווח שבין פיתוח מדיניות מרחבית ויישומה, חשיבה אסטרטגית להתמודדות עם אתגרים עירוניים ועיצוב מרקמים ומקומות בהם מתקיימים חיי היום-יום העירוניים.

### 2060933 היער העירוני

2.0 אביב - - - - 2

מקצועות קדם: ( 02050257 )

הקורס עוסק ביער העירוני, תפקידו המכריע בהתמודדות עם שינויי האקלים ובתכנון. חציו הראשון של הסמסטר יוקדש להיכרות עם מושגי היסוד, ההיסטוריה, והיבטים סביבתיים ואגרוטכניים. המחצית השנייה תעסוק בחשיבותם של עצים כמרכיב מרכזי בנוף העירוני, הכלים ועקרונות התכנון שיבטיחו שילוב נכון של עצים בכרך תוך מיצוי התועלת שמביאים העצים למרחב העירוני.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים: \_

יכירו מהו יער עירוני ויבנו את חשיבותו לעיר.

ירכשו כלים מעשיים כיצד לשלב את היער העירוני בתכנון נוף העיר.

### 2060938 סביבות חכמות

3.0 אביב - - - - 3

מקצועות קדם: ( 02050922 )

הקורס יעסוק בתכנון סביבות חכמות המודעות ומגיבות לצרכים של המשתמשים בהן. הקורס יתמקד במהלך פיתוח ותכנון תרחישי התנהגות מרחבית של המשתמשים בבניינים רספונסיביים והערכתם בעזרת סימולציות ממוחשבות! במטרה לשפר את יעילות התגובה! ולחדד את חווית המשתמש. השיעורים יכללו הרצאות! סדנאות ודיונים על הפרויקטים ומהלך פיתוחם. תוצאות למידה: בסיום הקורס! הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. להעריך באופן ביקורתי את היתרונות בתכנון סביבות רספונסיביות! ולזהות הזדמנויות למהלך זה.

2. להגדיר תרחישי התנהגות מרחבית של אנשים.

3. להשתמש בשיטות חישוביות כדי למדל ולייצר סימולציות והדמיות של תרחישי התנהגות מרחבית בסביבות רספונסיביות.

4. להגדיר חוויות משתמש רצויות ולפתח אסטרטגיות תכנון בהתאם.

5. לנתח ולהשוות בין אסטרטגיות שונות של תכנון בניינים רספונסיביים במטרה לענות על צרכי המשתמשים.

### 2060943 נ.בעיצוב עירוני: עירוניות שיתופית

3.0 אביב - - - - 3

עירוניות שיתופית היא פרדיגמה עכשווית מתפתחת של חשיבה ועשייה בתחום העירוני. גישה זו רואה בעקרונות של שיתוף והשתתפות מפתח לעתיד עירוני טוב ובטוח! להתפתחות של ערים צודקות חברתית ומקיימות סביבתית. עירוניות שיתופית מתקיימת בתחומים שונים כמו צריכה! עבודה! דיור! אנרגיה! תשתיות ועוד. היא תוצר של התארגנות חברתית בקני מידה שונים (בין אנשים! קבוצות ושלטון מקומי) ומתממשת במרחבים פיזיים או דרך פלטפורמות וירטואליות. לרעיונות אלו יש השלכות ממשיות על ערים בהווה ובעתיד. הכרות עם התחום! תאפשר לאדריכלים למנף את הגישות והפעילות שהוא מציע ולהפוך אותם להזדמנות בתהליכים שוטפים של פיתוח עיצוב עירוניים.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להסביר את רעיונות הבסיס של תחום העירוניות השיתופית וגישות מרכזיות של עיצוב שיתופי.

2. לזהות ולנתח מערכי שיתוף בקונטקסטים עירוניים תוך שימוש במסגרות תיאורטיות מתאימות.

3. לדון ביישום ובהשלכות של גישות שונות של עיצוב שיתופי בהקשרים עירוניים ספציפיים.

### 2060946 תרבות, חומר וטכנולוגיה

3.0 אביב - - - - 3

הקורס ידגים את הקשרים הייחודיים וההכרחיים בין תרבות וקהילה, מקום ואזור, לבין חומרי בנייה, טכנולוגיות והאינטגרציה של כל אלה בבסיס התפתחותן של טיפולוגיות בנייה מסורתיות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט ידע:

1. להכיר את חומרי הבנייה והטכנולוגיות האופייניים לאדריכלות מסורתית ולאזורים ספציפיים.

2. לרכוש כלים לניתוח טכנולוגיית הבנייה של אובייקט אדריכלי כתוצר של השפעות סביבתיות.

3. לזהות קשרים בין מאפייניו הפיזיים של האובייקט האדריכלי או היישובי לבין אילוצים והזדמנויות בהקשרו המקומי.

**2060952 ההיסטוריה של המגורים**

**3 - - - 3 חורף + אביב 3.0**

סקירה היסטורית וגיאוגרפית של המגורים כטיפוס אדריכלי בסיסי בהקשר של צרכים מול ערכים, בית ומולדת, אזרחות, מעמדות כלכליים, מבנה המשפחה, והדירוג כנדל"ן. היבטים היסטוריים ותיאורטיים בהתגבשות המגורים כבעיה מרכזית בארכיטקטורה, בתכנון ערים ובתכנון לאומי. טיפולוגיות מגורים. קשר בין טיפולוגיות וסטרוקטורות של מגורים לארגון ועיצוב העיר והמדינה.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יכיר את היבטים השונים של היסטוריה של המגורים הקשר ביניהם והשלכותיהם.

**2060955 הארכיון והאתר**

**3 - - - 6 חורף + אביב 3.0**

הקורס יתמקד בקשרים בין מחקר ארכיוני, תיעוד פיזי והבנת ערכי האתר ההיסטורי כבסיס לפעולות ההתערבות האדריכלית והנופית. סביבתית.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל:

1. לרכוש מיומנויות של תיעוד פיזי בשטח הפנויהבנוי של האתר.
2. להכיר ולרכוש מיומנויות בחיפוש ארכיוני ובסוגי ארכיונים שונים.
3. להתנסות ביצירת אינטגרציה בין מידע ממקורות שונים.
4. לנתח ולהסיק מסקנות לקראת התערבות באתר מורשת.

**2060962 נ.ג. בתיאוריות עכשוויות באדריכלות**

**3 - - - 3 אביב 3.0**

הקורס מהווה מבוא לשיח הביקורתי העכשווי באדריכלות, ויעסוק בטקסטים, בבניינים ובפרויקטים שעיצבו את השיח ב-03 השנים האחרונות. נבחן את ההתפתחות של צורות חדשות של פרקטיקה אדריכלית בקונטקסט של צמיחה אורבנית אינטנסיבית, פיתוח של טכניקות דיגיטליות וחומרים חדשים, בעיות סביבתיות ואקלימיות, מתחים כלכליים וחברתיים, ושינויים בחלוקה גלובלית של משאבים ועבודה. באמצעות בחינה ישירה של פרויקטים, נשאל כיצד אובייקטים אדריכליים, קונפיגורציות חומריות ומודלים מבניים, מבטאים עמדות תאורטיות מובחנות. כיצד ניתן לקרוא רעיונות עכשוויים בתוך המבנה החומרי של הארכיטקטורה עצמה.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מתורגלים בקריאה של ייצוגים וביסוטים אדריכליים עכשוויים על רקע מגוון של עמדות תאורטיות. הסטודנטים ילמדו לפתח תגובה ביקורתית כלפי עמדות אלו, אותה ינסחו במהלך הקורס באמצעות הצגה בכיתה והובלת דיון, משימת כתיבה קצרה, ועבודה סמינריונית בסוף הקורס.

**2060968 טכנולוגיות בניה ופירטי בניין 3**

**2 - - - 3 חורף + אביב 3.0**

גיאומטריות מרחביות, מבנים מרחביים ומעטפות בניין מרחביות-מורכבות. בניה קלה בפלדה, אלומיניום, זכוכית, חומרים פלסטיים ואלמנטי מעטפת קלים מחומרים מרוכבים. מבני בד (ממברנות רכות), מבנים מנופחי-אוויר, מבנים פרישים. קירות מסך, פתחים זיגוג. ביצוע פרויקט תכנון של מבנה מרחבי בטכנולוגיות הבניה הנלמדות בקורס. יישום שיטות וטכנולוגיות בניה, שימוש בחומרים, תכנון ועיצוב פרטי בניין כגון: חיבורים, עיגונים, בידודים איטומים.

תוצאות למידה: הסטודנט יתנסה בתכנון של מבנים מרחביים ומעטפות בניין מרחביות ובסוף הקורס יהיה מסוגל לגבש תכנון ראשוני בתחום תוך שילוב שיקולים עיצוביים והנדסיים.

**2060971 הבעה גרפית 2: שיטות ייצוג מתקדמות**

**3 - - - 3 אביב 3.0**

**מקצועות קדם: ( 02050813 )**

הקורס מעניק כלים רלוונטיים לעריכת חומרי פרויקט גמר במסלולי הפקולטה והפקתם לדפוס. מטרתו לשמש כפלטפורמה המכינה את הסטודנטים לקראת קורסי סטודיו מתקדמים במסלולי ארכיטקטורה ונוף. הנגשת חומרי הפרויקט תאפשר לסטודנטים לשווק את עצמם ועבודתם בצורה טובה יותר ולמתג את הפרויקט בו הם מעורבים.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להציג את פרויקטי הגמר שלהם תוך העשרת הטרמינולוגיה בה הם משתמשים.
2. לדון בתכנים העוסקים במהות ויישום תיאוריות של התפיסה החזותית שנלמדו בקורס הקדם.
3. לאמץ דפוס חשיבה וביקורת עלדרכי הבעה וייצוג באמצעים שונים לתיאור אייטם בודד וכלל הפרזנטציה המוגשת.
4. להכיר פלטפורמות אונליין לבניית והצגת תיקי עבודות.
5. ל בנות אסטרטגיות לקידום עצמי באמצעות תיקי עבודות בפורמטי פרינט אונליין שונים.
6. לייצר! להפיק ולבקר ספרי מחקר לפרוייקטי הגמר.
7. לרכוש כלים המאפשרים להם לבטא מדדים אמפיריים ובלתי מדדים בשיטות מיפוי שונות.
8. להשתמש באופן אפקטיבי בכלים טיפוגרפיים לסוגי מצגות והגשות שונים.

**2060977 נושאים עיצוב אדריכלי והטבע**

**2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0**

הקורס מתמקד במפגש בין ביולוגיה, אדריכלות ועיצוב, עם דגש על עקרונות העיצוב הביולוגי, עיצוב ביאופילי, עיצוב ביו-מימיטי ועיצוב רב-מיני. הקורס בוחן את ההיסטוריה של רעיונות אלה והשפעתם על העיצוב האדריכלי. במהלך הקורס, הסטודנטים ינתחו תקדימים חשובים באדריכלות ובעיצוב תעשייתי, ויחקרו כיצד רעיונות אלה יושמו באופן מעשי בפרוייקטים אדריכליים. בנוסף, הקורס יעניק הדרכה כיצד ליישם עקרונות ביולוגיים בעיצובים אדריכליים.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לנתח פרויקט אדריכלי תוך הצבעה על רעיונות עיצוביים המבוססים על עקרונות עיצוב ביאופילי, עיצוב ביו-מימיטי ועיצוב רב-מיני.
  2. לנתח את התרומה היחסית לביצועי הפרוייקט של השימוש ברעיונות עיצוביים המבוססים על עקרונות עיצוב ביאופילי, ביו-מימיטי ועיצוב רב-מיני.
  3. לנתח את ההשלכות האתיות של עיצוב ביאופילי, ביו-מימיטי ועיצוב רב-מיני עבור מערכות אקולוגיות שונות.
- ליצור פרויקט אדריכלי או אלמנט אדריכלי תלת מימדי המבוססים על רעיונות עיצוב ביולוגי, עיצוב ביאופילי, ביו-מימיטי ועיצוב רב-מיני.

**2060979 נושאים נבחרים בעיצוב אדפטיבי**

**3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0**

הסתגלות היא בליבת האבולוציה, אולם, תהליכי ייצור-המוני רבים הופקו בטכניקות דומות במשך מאות שנים. כיצד תפיסות עיצוב יכולות להשפיע על תהליכים אלו כדי להשיג דרישות עתידיות. בקורס זה נחקר את מאפייני הליבה של ייצור המוני ונפתח טכניקות ייצור לאבטיפוס חדשים. מטרת קורס זה היא לצייד את התלמידים בהבנה עמוקה של תהליכי ייצור. בקורס זה התלמידים יפתחו טכניקת ייצור שתשמש לייצור חפץ חדש.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לזהות ולהכיר אמצעי ייצור יעיריים בשדה עיצוב המוצר.
2. לאפיין טכניקת ייצור תואמת עיצוב ואובייקט.
3. לפתח אמצעי ייצור בקנה מידה שולחני.

**2070002 תכנון חברתי**

**3 - - - 2 חורף + אביב 3.0**

מטרת המקצוע היא הכרות עם גישות וכלים מקובלים לתכנון חברתי במדינת ישראל. נושאי הלימוד: מקורות הלגיטימציה של תכנון. אידיאולוגיה ושיטות להחדרת שינויים חברתיים במערכות חברתיות קיימות. תכנון לקראת שינויים חברתיים בשנות ה-2000. דפוסים להגשת שירותים חברתיים בישראל: שירותי דיור, חינוך, בריאות, טעד והבטחת הכנסה.

**2070020 מבוא לממ"ג למתכננים**

**2 - - 2 חורף + אביב 3.0**

**מקצועות זהים: 02090020**

לפתח מיומנות בשימוש בטכנולוגיה מתקדמת בנתוח נתונים מרחביים. הקורס מתרכז בלימוד הסביבה SIG- מערכות מידע גיאוגרפיות במסגרת הקורס בחלקו הראשון ילמדו הסטודנטים שימוש ישיר של טכנולוגיית SIG ובחלק השני, יישום השיטה לפרויקט קטן, בתחום תכנון אזורי.

**2070021 שימושי הממ"ג לשמירת טבע וקבלת החלטות**

**3 - - 4 חורף + אביב 3.0**

כלים סטטיסטיים ומרחביים מתקדמים, יכולות תלת מימד של תבילת התוכנה המסחרית, SIGCRA מתודות רב- קריטריוניות לתכנון להערכת שירותי מערכת אקולוגיים ותכנון לשמירת טבע, ניתוח חלופות מרחביות להשגת מטרת סביבתיות, שמירת מגוון המינים ושירותי מערכת אקולוגיים, אפליקציות מערכת מידע גיאוגרפיים (ממ"ג - כלי בסיסי להצגה ולניתוח מידע מרחבי) מתקדמות. תוצאות למידה: לאחר השלמת הקורס הסטודנט ידע: (1) להציג מידע רסטרי דו-ממדי בצורה תלת- ממדית. (2) לערוך מידע וקטורי (כקובץ "שייפ") שהורד מאפליקציות ממ"ג מקוונות (כגון גוגל).

(3) לערוך ניתוח נופי בעזרת הממ"ג.

(4) לערוך ניתוח רב - קריטריוני בעזרת הממ"ג.

(5) לפרש מושגים מרחביים בתחום התכנון לשמירת טבע ולפתרונות

סביבתיים: רציפות, יחס קצה-מכלול, אינדקס NORAH, כושר עמידה.

(6) להבין עקרונות של אפליקציות איזור שונות לתעדוף מרחבי לשמירת טבע.

**2070023 מערכות מידע גיאוגרפי 2**

**2 - - 2 חורף + אביב 3.0**

**מקצועות קדם: (02070020) או (02040204)**

הקורס מיועד לסטודנטים אשר למדו קורס מבוא לממ"ג ומעוניינים להעמיק את הידע בתחום, ע"י הכרה ויישום כלי מחקר כמותנים מרחביים. נושאים עיקריים שילמדו: סטטיסטיקה תיאורית חישובים בטבלאות וגרפים.

סטטיסטיקה מרחבית - חישובי צפיפויות. ניתוחי רשת - חישוב נתוב אופטימלי, אזורי שרות וגיאוקוד. בניית מדדים - בחירת פרמטרים, סוגי מדדים. חישוב מגמה - משתנה מסביר ומוסבר, התאמת קו מגמה, תחזית. לוגיקה עמומה - בחירת אתר בהתאמה. בניית סיפורי מפות - שימוש ברשת ככלי לשיתוף.

תוצאות למידה: 1. רכישת ידע תיאורטי בהקשר לכלי מחקר דיגיטליים קיימים ואינטגרציה של תובנות ממידע. 2. התנסות מעשית בכלי מחקר ממוחשבים לניתוח כמותני ומיפוי. 3. השלכה על פיתוח ידע בהקשר לקורסים אחרים ומחקר עצמאי של הסטודנטים.

**2070342 גיאוגרפיה עירונית ואזורית**

**2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0**

**מקצועות זהים: 02090342**

תאור מרכיבי מערכות מרחביות של שכונות, ישובים, ערים ואזורים ברמות שונות. ניתוח התהליכים העיקריים העוברים על המערכות האלה. הגדרות מושגי היסוד העיקריים והדגמות מהעולם ומישראל. פרוט הנושאים: תהליכי עיור, מערכות של ישובים ארצית ואזורית, המטרופולין, השדה העירוני והשוליים העירוניים, מבנה מרחבי של ערים, הגדרות שונות של אזורים, יחסי-גומלין מרחביים הגירה ושיקולים בפתוח אזורי.

**2070407 מדיניות סביבתית**

**3 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 3.0**

**מקצועות קדם: (02090270)**

הגדרה של המושגים מדיניות וניהול בהקשר של שמירה על איכות הסביבה. ניתוח אירועים נבחרים של תכניות מדיניות וניהול איכות הסביבה ומשאביה בישראל ובארצות אחרות. לימוד צורות הערכה של המבנה המינהלי והחוקי לביצוע מדיניות סביבתית.

**2070457 היבטים תמטיים וכרונולוגיים באדריכלות נוף בישראל**

**3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0**

**מקצועות קדם: (02040094) או (02040091)**

סוגיות בעיצוב הנוף בישראל מראשית המאה העשרים בזיקה לנוף ולתרבות המקומיים ולהשפעות תרבותיות מבחוץ. הבחינה תעשה לאורך צירים תמטיים וצירים כרונולוגיים: לימוד נושאים הקשורים באדריכלות נוף שצמחה תחת השלטון הקולוניאלי הבריטי ועד התקופה הנוכחית. בין נושאי הלימוד: חיפוש אחר משמעות תרבותית מקומית של נוף ואדריכלות נוף, גלובליזציה, יחסי גומלין בין אדריכלות נוף ותחומים משיקים. לימוד מתוך חקרי מקרה, ראיונות וחקירה ארכיונית של מקורות היסטוריים.

תוצאות למידה:

בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל:

1. להבין את התפתחות אדריכלות הנוף בישראל כתוצאה מתהליכים היסטוריים, תרבותיים וחברתיים.
2. לבחון באופן בקורתי פרויקטים שונים.
3. להבין את מקומה של אדריכלות הנוף בישראל ביחס לתחו מים משיקים.
4. לערוך מחקר היסטורי עצמאי מצומצם.

**2070465 נושאים נבחרים באדריכלות נוף 4**

**2 - - - 2 חורף + אביב 2.0**

הסילבוס יקבע על ידי המורה באישור וועדת תכנית הלימודים המסלולית לפני תחילת הסמסטר בו יינתן המקצוע.

**2070600 תכנון תחבורה מוטה אנשים**

**3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0**

מערכות תחבורה: יחסי הגומלין בין מערכת התחבורה ומערכת הפעילויות העירוניות. תחבורה ושימושי קרקע. תהליך תכנון תחבורה, בעיות תחבורה עירוניות אופייניות, מודלים לחיזוי דפוס זרימה, מודלים ליצירת נסיעות, פילוגן, פיצולן והצבתן, מודלים דיסאגרטיביים של ביקוש, הערכת פרויקט איסוף נתונים ועיבודם, טכנולוגיות שונות של תחבורה עירונית.

**2070700 אולפן 1: עירוני**

**4 - - 6 חורף + אביב + קיץ 4.0**

לאולפן שתי משימות עיקריות: הכרה של מערכות עירוניות ותרגול ראשון ביישום המרכיבים העיקריים של תהליך התכנון: קביעת יעדים, יצירת אלטרנטיבות והערכתן והבנת תהליך הביצוע. יישום בהכנת תכנית מבנית לעיר קיימת בגודל קטן או בינוני.

**2070902 נוש מתקדמים בתכנון ערים ואזורים 3**

**3 - - - 3 חורף + אביב 3.0**

הסילבוס ייקבע על ידי המורה, באישור וועדת תארים מתקדמים של המסלול לפני תחילת הסמסטר בו יינתן המקצוע. סמסטר א' תשע"ז: שטחים פתוחים בישראל - סוגיות עיקריות סמסטר ב' תשע"ז: ערים חכמות סמסטר ב' תשע"ח: ערים חכמות. סמסטר ב' תשע"ט: ערים חכמות

**2070945 תכנון וקיימות**

**3 - - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.0**

עליית המודעות הסביבתית בעולם והתפתחותו של המושג בר-קיימא והגדרותיו. גישות תיאורטיות ופילוסופיות העוסקות בפיתוח בר-קיימא. המטרות והאמצעים התכנוניים להשגת פיתוח בר-קיימא ברמה הקהילתית, העירונית והאזורית. כלים להערכת מידת השגת מטרותיו של פיתוח בר-קיימא קהילתי וישומן בישראל.

**2080112 סטודיו פרויקט גמר - חלק 2**

**2 - - - 10 אביב 6.0**

**מקצועות קדם: ( 02080111 )**

תכנון מפורט העונה לנושאלדיון רעיון, פיתוח הפרויקט מהקונספט, שפוחת בסטודיו פרוייקט הגמר בחלק ה' ועד תכנון מפורט. הפרויקט יכלול תזה ומחקר מתאים, בניית פרוגרמה, הגדרת האתר ופיתוח שפה אדריכלית. ניסוח עקרונות תכנון להתערבות ולמצבים פרוגרמטיים שונים בפרויקט. הפרויקט מלווה בקורס עיוני תומך תזה.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל:

1. לגבש פרוגרמה מפורטת עבור הטענה המרחבית שפוחתה בסטודיו הקודם.
2. שפה טקסטואלית לפרויקט.
3. להכין מערכת תוכניות בקנה מידה 1:002 (תוכניות חתכים חזיתות), לפתח קטע מידה יחודי לקנה מידה 1:001.1:05, לפתח פרט יחודי של הפרויקט ולכתוב תיזה תכנונית-עיצובית.

**2080171 פרויקט בסטודיו אינטגרטיבי**

**2 - - - 10 חורף + אביב + קיץ 6.0**

פרויקט מונחה הכולל מחקר דרך תכנון ( NGISED YB HCRAESER ). פיתוח אדריכלי מפורט מתוך עמדה ביקורתית ביחס לסוגיה עכשווית. גיבוש ופיתוח מערך קונסטרוקטיבי כבסיס לתכנון המכלול הבנייני, ופיתוח חלקים מהמבנה ברמת פירוט גבוהה תוך היכרות, הבנה ויישום של שיקולי אקלים, הקשר סביבתי, פיתוח סביבה, קונסטרוקציה, תחיקה ותקנים.

תוצאות למידה: בסיום הסטודיו הסטודנט יהיה מסוגל:

להשלים תהליך של תכנון אדריכלי תוך שימוש במחקר דרך התכנון ושימוש בכלים ארכיטקטוניים לפיתוח ביקורתי של נושאים ורעיונות. תוצרי הסטודנט יכללו פיתוח מפורט במנעד קני מידה מן ההיבט העירוני ועד חומרים ופירטי בניה וייצוגם דרך כלים מתקדמים המקובלים בפרקטיקה האדריכלית העכשווית.

**2080174 פרוייקט בסטודיו עיצוב עירוני**

**2 - - - 10 חורף + אביב + קיץ 6.0**

פרוייקט מונחה הכולל מחקר דרך תכנון. פיתוח נושא. דיון. רעיון דרך כלים ארכיטקטוניים, תוך שימוש במתודולוגיית מחקר המובילה לעמדה תכנונית ביקורתית ביחס לסוגיות עכשוויות בעיצוב עירוני.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל:

1. לנתח ולקבל מענה תכנוני למכלול מרכיבי המרחב הרלבנטיים.
2. להבין את מכלול השיקולים בפיתוח עירוני. 3. להכיר ולהבין את השפה והכלים של עיצוב עירוני וייצוגם דרך כלים מתקדמים המקובלים בפרקטיקה האדריכלית העכשווית.

**2080315 סטודיו בעיצוב תעשייתי 4**

**4 - - - 4 חורף + אביב 3.0**

סטודיו 4 הינו סטודיו עיצוב תעשייתי המתכונת של הרצאה, הנחייה קבוצתית, הצגת משתתפים ודיון קבוצתי. הסטודיו תומך בפרוייקטי הגמר של הסטודנטים בתארים מתקדמים, פרוייקטי עיצוב, כתיבה וסביבת עיצוב ותמיכה בפיתוח עיצוב ובנייה של פרוייקטים בעיצוב תעשייתי בכל תחומי העניין האישיים של הסטודנטים.

בסיום הקורס, הסטודנט יהיה מסוגל: 1. להגיש מצגת מלאה של פרוייקט עיצוב כולל אב טיפוס מתקדם. 2. לתכלל פרוייקט אינטגרטיבי בחשיבה עיצובית. 3. לנסח את הייחודיות של הפרויקט עבור כנס, תערוכה, או כתב עת.

**2080320 סטודיו עיצוב תעשייתי 2**

**4 - - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.0**

עיצוב מוצר או מערכת בדרגת מורכבות גבוהה, תוך יישום תהליכי ושיטות עיצוב תעשייתי. יושם דגש על הצבת יעדים ומטרות לעיצוב, הכנת אופיון לעיצוב, ניתוח שיקולים טכניים. טכנולוגיים, עיצוביים, שיווקיים חברתיים, פסיכולוגיים ואקולוגיים. גיבוש והערכת פתרונות אלטרנטיביים ובניית הגשה. שיטת עבודה: עבודה אינדיבידואלית. דרישות מהסטודנט: הגשה שלמה הכוללת פרוגרמה, הערכת חלופות ופתרון מנומק, תוך קיום קשר פעיל ורצוף עם צוות המנחים.

**2080353 פרוייקט גמר בעיצוב תעשייתי**

**--- 12 - חורף + אביב + קיץ 6.0**

עבודה סמינריונית בהיקף מורחב בעלת אופי עיוני, מחקרי או פרויקט בהיקף של 6 נקודות תבוצע בהנחיית חבר סגל. העבודה תוצג בדוח מפורט ותוגש באישור המנחה כחלק ממילוי הדרישות לקבלת התואר מגיסטר בעיצוב תעשייתי ללא תזה בלבד.

**2080720 נושאים נבחרים בארכיטקטורה ובינוי ערים**

**1 - - - - חורף + אביב 1.0**

הנחיה אישית של סטודנט על נושא נבחר בארכיטקטורה ובינוי ערים. הנושאים יותאמו לתחום התעניינות הסטודנטים.

**2080750 היבטים נבחרים במחקר בארכיטקטורה ובינוי ערים**

**3 - - - - חורף + אביב 3.0**

לימוד מיגוון של גישות ושיטות מחקר מתקדמות בארכיטקטורה והנושאים הנלווים להם, בהנחיה אישית ובדיונים קבוצתיים.

**2080800 סמינר בארכיטקטורה ובינוי ערים**

**--- 6 - חורף + אביב 3.0**

הנחיה והדרכה בהגשת סמינר. פרויקט גמר. נושאים: הגדרת הבעיה, סקר ספרות ביקורתי, איסוף וניתוח נתונים, דיון בממצאים, הסקת מסקנות והמלצות להמשך מחקר. נושא העבודה ייבחר במשותף על ידי הסטודנט והמורה. העבודה תוגש במתכונת של דו"ח מקצועי.

**2090050 כלכלה עירונית**

**2 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0**

נושאים: קביעות בסיסיות בכלכלה עירונית, התפיסה הכלכלית של ערים, הסברים לקיומן של ערים, נגישות וכלכלת תחבורה, מבנה מרחבי של ערים, דינאמיקה מרחבית וביזור, תיאוריות של צמיחה עירונית, דיור עירוני ועוני, מורכבות וערים.

**2090700 אולפן 4: תכנון מטרופוליטני**

**2 - - - 6 חורף + אביב + קיץ 4.0**

אולפן מסכם העוסק בתכנון של אזור מטרופוליטני. הדגש יושם על תכנון מתואם של מערכות חברתיות, כלכליות, פיזיות, מוסדיות וטבעיות, תוך צרוף שיקולי ריכוז ובזור סמכויות של קבלת החלטות ובצוע.

**2090970 סמינר מחקר אישי**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

הסטודנט יבצע עבודת מחקר אינדיבידואלית על נושא באישור ובהנחיית אחד ממורי המסלול. העבודה תתייחס לנתוח בעיה מרכזית בתחום מחקרו של הסטודנט.

**הפקולטה לביולוגיה****1340049 פרויקט מחקר בביולוגיה**

-- 12 - 8 חורף + אביב 4.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01340096, 01340094**

תכנון וביצוע עצמאי של מחקר באחד משטחי הביולוגיה המיוצגים בפקולטה בהנחיית חבר סגל הפקולטה. בהיקף של 160 שעות. בתום המחקר, על הסטודנטים את המחקר כחיבור ערוך בצורת מאמר מדעי בהיקף של כ-15 עמ' אשר יוגש למנחה ולועדת ההוראה של הפקולטה. החיבור יכלול סקירה של הספרות הקשורה לעבודת המחקר שבוצעה. הערה: הקורס נועד לסטודנטים שצברו 76 נקודות. ההרשמה למקצוע מותנית במציאת מדרך. מנחה. מקצועות קדם: קורסים בסיסיים בהתאם לנושא העבודה.

**1340058 ביולוגיה 1**

3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 01340012****מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01340127**

בסמסטר א' הקורס מיועד ל: ביולוגיה ומסלוליה, הן. ביוטכנולוגיה ומזון והוראת המדעים וקבוצה מסוימת בנפרד - לפקולטות הנדסיות. בסמסטר ב' הקורס מיועד ל: הן. ביו-רפואית, הן. חשמל, מדעי המחשב, מתמטיקה וכימיה. הביולוגיה והגישה המחקרית, המים והסביבה, האבולוציה הכימית, מקרומולקולות, הדוגמה המרכזית-חומצות גרעין, שכפול, שעתוק ועבוד ר.נ.א., הצופן הגנטי והתרגום, טכנולוגיית הד.נ.א. והגנומיקה. התא הפרוקריוטי, קרום התא-מבנה ותפקוד, עקרונות המטבוליזם ומיחזור האנרגיה. יסודות הסיסטמטיקה, הטקסונומיה, והפילוגנזה. התא האוקריוטי-אברוני התא, מחזור התא, מיטוזה ומיזוזה, מהתא לרקמה, תאי גזע והתמיינות. יסודות האבולוציה.

**1340076 הכרת המערכת הימית של מפרץ אילת**

1 3 2 1 - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

מבאות לאוקיאנוגרפיה פיסיקלית ביולוגית וכימית (כללי וים סוף). ביולוגיה ואקולוגיה של פיתופלנקטון וזואופלנקטון. ביולוגיה ואקולוגיה של אלמוגים ושל שוניית האלמוגים. מטבוליזם של שוניית האלמוגים. השפעות האדם על הסביבה הימית במפרץ אילת. הפצה התיישבות וגיוס בע"ח ימיים. היבטים בהתפתחות הסימביוזה בין אלמוגים לאצות שיתופיות. יחסי שוניית-פלנקטון. ביולוגיה של ספוגים. ביולוגיה ואקולוגיה של דגי ים סוף. אור וראייה בים. סויר במצפה התת ימי ובשונית. הפלגת מחקר. פרויקט מחקר מונחה.

**1340117 פיזיולוגיה**

1 3 - - - אביב 3.5

**מקצועות קדם: (01340082 ו-01340113)****מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01360086**

פיזיולוגיה של התא: מבנה ותפקוד של תא, נשאים ותעלות. פיזיולוגיה של מערכות: הכליה - סינון וספיגה, בקרת נפח הדם ולחץ הדם. מערכת הדם- הרכב הדם ותפקידיו, אריתרופואסיס, טסיות הדם וקרישת הדם. מערכת העצבים-המערכת המרכזית וההיקפית, נאורונים אקסיטטורים ואינהיבטורים, תאים תומכים ומעטפת המיאלין, פוטנציאל הפעולה והעברה הסינפטית. שריר-שריר חלק ומשורטט, מנגנון התכווצות השריר המשורטט, הסינפסה הנאורו-מוסקולרית, בקרת התכווצות של שריר חלק ושל שריר הלב.

**1340119 בקרת הביטוי הגנטי**

1 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם: (01340113 ו-01340082)****מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02740243**

בקרת הביטוי הגנטי בתאים פרוקריוטים ואוקריוטים: בקרת תעתוק-אלמנטים רגולטורים בציס, פקטורי תעתוק, מודיפיקציות כרומוטין. שחבור חלופי. בקרת תרגום. בקרה על ידי רנ"א לא מקודד. מבנה הגנום. ביטוי מתואם של משפחות וסוגי גנים. רצפים חוזרים ורצפים ניידיים ותפקידם בבקרת הביטוי הגנטי. בקרה כלל-גנומית. אינטגרציה בין מערכות בקרה והמשמעות הפנוטיפית שלה.

**1340019 מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה**

1 2 - - 3 חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם: (01240114 ו-01340058) או (01340127 ו-01340058)****(01240114) או (01250011 ו-01340058) או (01340058 ו-01240120)****מקצועות ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 01340003, 01340038, 01340044, 01340048****מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01340067, 01340042**

בסמסטר א' הקורס מיועד: להנדסה כימית, כימיה, מכונות, סביבה, ביו-רפואה בלבד. בסמסטר ב' הקורס מיועד: לביולוגיה ומסלוליה, הנדסת ביוטכנולוגיה ומזון והוראת המדעים בלבד. המבנה והתכונות של חומצות אמינו. תכונות כימיות ופיסיקאליות של פפטידים וחלבונים: מבנה ראשוני, שניוני ושלישוני. תהליך הקיפול של חלבונים ותפקודם של השפרונים. תכונות ייחודיות לחלבונים סיביים, מבניים וממברנאליים. בידוד והפרדה של חלבונים. מבנה רביעוני: המוגלובין כמודל לאינטראקציות קואופרטיביות. אנזימים, עקרונות הקטליזה האנזימטית, קואנזימים וקופקטורים, קינטיקה אנזימטית, מבנה האתר הפעיל ומנגנוני קטליזה נפוצים. בקרת פעולתם של אנזימים ומנגנוני עיכוב שונים. בקרה של אנזימים על ידי מודיפיקציות אחר-תרגומיות. מבוא למבנה ותפקודם של סוכרים וליפידים.

**1340020 גנטיקה כללית**

1 3 - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם: (01340058) או (01340127)****מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02740165, 02740223**

בסמסטר א' הקורס מיועד להנ. ביוטכנולוגיה ומזון והשאר על בסיס פנוי. בסמסטר ב' הקורס מיועד לביולוגיה ומסלוליה והוראת המדעים בלבד. נושאי הקורס: חוקי התורשה המנדליים והלא מנדליים, מהות הגן, ניתוח שושלות, התיאוריה הכרומוזומלית של ההורשה, קביעת מין, תאחיזה, שחלוף ושיטות למיפוי גנים באדם ובאורגניזמים שונים, מוטציות ושינויים במבנה הכרומוזומים ובמספרם, אינטראקציה בין גנים. הערה: הקורס פתוח לסטודנטים מפקולטות אחרות. ידרשו מקצועות קדם מקבילים בתאום עם מורה הקורס.

**1340039 וירולוגיה מולקולרית**

2 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם: (01340082 ו-01340121) או (01340082 ו-00640419)**

הקורס ילמד את העקרונות הבסיסיים והמאחדים של הדבקה וירלית במסלול הליטי: ספיחה, כניסה, ביטוי הגנום, שיכפול הגנום, הרכבה, אריזה ויצאה. ניגה גם בהיבטים של מסלול הלנטטי. נלמד על מאפייני הוירוס, ושיטות מחקר בסיסיות. נדון במנגנוני ההגנה של המאכסן ובתוצאות האבולוציוניות של יחסי הגומלין בין וירוסים ומאכסניהם. נשתמש בדוגמאות מוירוסים אנימליים ווירוסים המדביקים חידקים (בקטריופג'ים) בעלי גנומים של AND ו- ANR.

**1340040 פיזיולוגיה מוליקולרית של הצמח**

3 - - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם: (01340019) או (01340067)****מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01340118**

מבנה הצמח והתא הצמחי, כלים למחקר במדעי הצמח, יחסי צמח-מים, גדילה והתפתחות, מסלולי העברת אותות בתגובה להורמונים (אוקסין, ציטוקינין, גיברלין, חומצה אבציסית, אתילן), פוטוסינתזה, שלבי האור, מעגל קליון, איכות האור כאות המבקר תהליכים פיזיולוגיים והתפתחותיים, טרופיזם, פוטופריודיזם, שעון צירקאדי, פריחה, תגובת הצמח לעקות ביוטית.

**1340121 מיקרוביולוגיה ווירולוגיה**

3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 01340113 ו- 01340082 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02740247, 02740245, 02740252, 02740372

הקורס מקנה עקרונות יסוד במיקרוביולוגיה כללית. נושאי הקורס הם: מיקרוביולוגיה באספקט היסטורי, חידושים ושיטות במאה העשרים ואחת, תאים פרוקריוטים - מבנה ותפקוד, השפעת גורמים כימופסיקליים על גידול וקיום, מיקרואורגניזמים ופיתוח מנגנוני עמידות, שונות מטבולית והשתלבות במחזור החומרים בטבע, אקולוגיה מיקרוביאלית. מבנה, תפקוד ומסלולי הדבקה של וירוסים ובקטריופאגים. העברת חומר גנטי בחיידקים, ספורות בקטריאליות, אבולוציה וסיסטמטיקה של מיקרואורגניזמים, מושגי יסוד בתורת החיסון, מבוא למיקרוביולוגיה קלינית.

**1340123 סמינר בביולוגיה 1**

2 - - 4 - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01340124, 01340125, 01340126

מטרת הסמינר היא לפתח יכולת קריאה, הבנה וביקורת של מאמרים מקצועיים. הדיון יתנהל בקבוצות מצומצמות. על הסטודנטים להגיש עבודה כתובה ולהציגה במועד שייקבע בתום הסמסטר בפני חבריהם ומורי הקורס. נושאי הסמינר יתפרסמו בתחילת כל סמסטר.

**1340124 סמינר ביולוגיה 2**

2 - - 4 - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01340125, 01340126

מטרת הסמינר היא לפתח יכולת קריאה, הבנה וביקורת של מאמרים מקצועיים. הדיון יתנהל בקבוצות מצומצמות. על הסטודנטים להגיש עבודה כתובה ולהציגה במועד שייקבע בתום הסמסטר בפני חבריהם ומורי הקורס. נושאי הסמינר יתפרסמו בתחילת כל סמסטר.

**1340128 ביולוגיה של התא**

3 - - 1 - 6 אביב 3.5

מקצועות קדם: ( 01340113 ו- 01340082 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02740167

ממברנת-מבנה ותפקוד (ריענון). איברוני התא האאוקריוטי: הרטיקולום האנדופלזמטי-טרנסלוקציה תוך תרגום, בקרת איכות ופירוק חלבונים פגומים במערכת היוביקואיטין, הגולג'י ומערך האנדוזומים, מנגנוני הטרנספורט הוויסיקולרי. טרנספורט אחר-תרגומי לגרעין התא ולמיטוכונדריה. שלד התא-חלבוני השלד ותפקודם בתא, תאים קוטביים. מתא לרקמה: תאחיזה בין תאים לבין עצמם - צמתים בין תאים. המטריקס החוץ-תאי ותפקידו בעיגון תאים והעברת איתותים. תקשורת בין תאים - מנגנוני העברת אותות באמצעות קולטנים ממברנליים. מסלולי העברת האותות העיקריים באמצעות RCPG-SKTR. בקרת מחזור התא-מנגנונים מולקולריים.

**1340133 אבולוציה**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 01340058 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02740251

ההוכחות לקיום אבולוציה של החיים. היווצרות השונות של חיידקים, ארכיאה ואיאוקריוטים, תוך שימת דגש על אבולוציה של חיות ובני האדם. ברירהטבעית, סחף גנטי ומבנה אוכלוסייה. מדידת הסלקציה הפועלת על השונות והאינטראקציה שלה עם כוחות נוספים. אבולוציה של אורגניזמים רב תאיים התפתחות, מערכות גנטיות חדשות.

**1340137 תאי גזע**

2 - - - - חורף + אביב 2.0

מקצועות קדם: ( 01340082 ו- 01340128 )

הקורס יקנה ידע רחב בנושא תאי גזע ומערכות התפתחותיות ושימושם בפיתוח תרופות והתחדשות רקמות. נעסוק בהבדלים בין תאי גזע עובריים לתאי גזע בוגרים, תנאי גידולם ואפיונם. יסקרו תהליכי התמיינות של תאי גזע לתאים משלושת שורות הנבט ולנגזרותיהם בדרכים שונות ושימושם למטרות ריפוי בהנדסת רקמות ובטיפול תאי. כמו כן ילמד תהליך קבלת תאי גזע עובריים מתאים סומטים ומה הם תאי גזע סרטניים.

**1340143 מעבדה בביוכימיה ומטבוליזם**

1 - - 5 - - אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 01250801 ו- 01340019 ) או ( 01340019 ו- 01240708 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 01340114

הפרדה ואפיון של חומצות אמינו, ביטוי של חלבון רקומביננטי, שיטות של ניקוי והפרדת חלבונים, גורמים המשפיעים על ריאקציה אנזימטית, דנטרציה ויצירה מחדש של מבנה שלישוני של אנזים, גליקוליזה ונשימה, ביואנרגטיקה, אנליזה והפרדה של ליפידים.

**1340144 מעבדה בפיזיולוגיה של הצמח**

1 - - 5 - - חורף + אביב + קיץ 1.5

מקצועות קדם: ( 01340113 )

סיור להכרת ההתפתחות האבולוציונית של הצמח, בקרת יצירת עמילאז בבטיה ואפיון מוטנטים במסלול הגיברלין, פוטנציאל מים, בקרת גדילה, יצירת שורשים צדדיים וזיהוי ביטוי גן מדווח בתגובה לאוקסין, הבנת מודל ה CBA של הפרח על ידי זיהוי מוטנטים הומיאוסים ברמה הפנוטיפית והגנוטיפית, זיהוי תאי גזע במריסטת השורש, פוטוסינתזה-שלבי האור.

**1340150 פרויקט מחקר למסלול מצטיינים**

2 - - 11 - חורף + אביב + קיץ 5.0

תכנון וביצוע עצמאי של מחקר בהנחיית חבר סגל מהפקולטה. בהיקף של 195 שעות. בתום המחקר, על הסטודנט לסכם את המחקר כחיבור בצורת מאמר מדעי/היקף של כ- 15 עמ' אשר יוגש למנחה ולוועדת ההוראה של הפקולטה. החיבור יכלול סקירה של הספרות הקשורה לעבודת המחקר. הערה: הקורס נועד לסטודנטים שהתקבלו למסלול המצטיינים.

**1340153 אקולוגיה**

2 - - 1 - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 01340058 ו- 01340020 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01360007

מערכת אקולוגית (זרימת אנרגיה). גורמים המשפיעים על תפוצת האורגניזמים. אדפטציות לבתי הגידול השונים. מגוון מינים. סוקססיה (תהליכים הקשורים בהתבגרות המערכת האקולוגית). ויסות גודל האוכלוסייה. אינטראקציות ביולוגיות במערכת אקולוגית: תחרות וטריפה.

**1340157 מבוא לנירוביולוגיה**

3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 01340128 ו- 01340082 ו- 01340019 )

הקורס יקנה לסטודנטים מושגי יסוד בנירוביולוגיה: הכרת התאים השונים במח ותפקידם, הבסיס המולקולרי של פעילות הניורונים, והבנת משמעות ההולכה העצבית לתפקוד (בדגש על זיכרון ולמידה). בנוסף, ילמדו היבטים מולקולריים של מחלות נירודגנרטיביות, תהליכים בהתפתחות המח, והאינטראקציה בין מערכת החיסון והמח. כמו-כן, הסטודנט ייחשף לשיטות מחקר מתקדמות בחקר המח.

**1340159 מעבדה בהנדסה גנטית****1 - 3 - 3 אביב 2.5**

הקורס יעסוק בשיטות מולקולריות למניפולציה של החומר התורשתי באורגניזמים שונים. הקורס יעסוק בשלושה נושאים עיקריים: 1. הנדסה גנטית. 2. עריכה גנטית. 3. ביולוגיה סינטטית. בקורס הסטודנטים ישתמשו בשיטות מולקולריות ליצירה של פלסמידים מורכבים. בנוסף, הסטודנטים ישתמשו בשיטות של עריכה גנטית לשינוי ה-DNA בתאי אדם. הסטודנטים יתנסו בשיטות מולקולריות מתקדמות, ועבודה עם תאי יונקים וחיידק.

**1340160 חשיבה מדעית****1 - 1 - 3 אביב 1.5**

**מקצועות קדם: (01340058 - 01240120) או (01240117 - 01340058)**

מה זה מדע, התהליך המדעי. תצפיות מדעיות. ניסויים מדעיים. ניתוח נתונים. פרשנות של תוצאות. תקשורת מדע: פרסומים. העברת מדע: כנסים מדעיים ולציבור. ניסוח שאלות מדעיות. הצעות ומימון מדעי. אתיקה במדע.

**1360014 פיתוח תרופות ביולוגיות חדשניות****2 - 3 - 3 אביב + קורף + קיץ 2.0**

**מקצועות קדם: (01340082 - 01340128 - 02760413)**

הקורס יעסוק בהיבטים חדשניים בביולוגיה מולקולרית ויישומם לפיתוחים ביטכנולוגיים. יודגשו ההתפתחויות בתחומי הגנטיקה המולקולרית, הנדסת חלבונים, ביולוגיה וכימיה קומבינטורית, שונות מולקולרית במערכות ביולוגיות והדרך לחיקוי השונות במבחנה. השימושים של ביולוגיה קומבינטורית וביטכנולוגיה מולקולרית כאמצעי לפיענוח פעילות חלבונים. שיפורם וזיהויים של חומרים חדשים בעלי פוטנציאל רפואי ושיטות דיאגנוסטיקה חדשניות (פיתוח תרופות חדשות).

**1360037 ביולוגיה מערכתית****1 - 3 - 3 אביב 2.5**

**מקצועות קדם: (01040003)**

בקורס נלמד איך לתאר מערכות ביולוגיות כמערכות לעיבוד מידע, ואיך לנתח אותן מתמטית על מנת להבין את תפקידן. נלמד כיצד לנתח דינמיקה של רשתות ביולוגיות, נלמד על מוטיבים ברשת ותפקידם, וננתח מערכות חישה ושינויים קוולנטים. נדון בתהליכים ביולוגיים שונים, כולל בקרת שעתוק, מעבר אותות, התמיינות במהלך התפתחות, עיבוד מידע בניורונים, והסתגלות סנסורית, באמצעות דוגמאות מפאגים, בקטריות, שמרים, נמטודות, זבובי פירות, ותאי יונקים. הקורס פתוח לסטודנטים עם רקע של ביולוגיה, פיזיקה, כימיה, מדעי המחשב והנדסה. נדרש ידע בסיסי בחדו"א. נשתמש בתכנות ב-MATLAB, אך לא נדרש ניסיון קודם. הערכת הסטודנטים והסטודנטיות תעשה על בסיס תרגילי הבית (30 אחוז) ומבחן (70 אחוז).

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים והסטודנטיות יהיו מסוגלים:

1. לתכנת ב-MATLAB, באופן בסיסי, כולל לפתור נומרית מדרג-2.
2. להכיר מגוון מוטיבי רשת, כולל משוב עצמי, COHERENT/ INCOHERENT FEEDFORWARD LOOP, ומשוב חיובי/שלילי.
3. לנתח מוטיבי רשת באופן אנליטי ונומרי.
4. להבין את תפקידי מוטיבי הרשת, כמו יצירת השהיה תלוית סימן, זירוז או האטת תגובות, יצירת SPIKE, נטרול רעשי קלט, יצירת בי-סטביליות ועוד.
5. להכיר מודלים של מעבר אותות ומודלים של עיבוד מידע בניורונים.
6. לדעת לאתגר את הנחות היסוד של המודלים וידע כיצד להשוות בין ביצועים של מודלים.
7. להבין את ההשלכות של המודלים שנלמדו על מערכות ותהליכים ביולוגיים כגון בקרת שעתוק ב-E. COLI ותאי יונקים, התמיינות במהלך התפתחות DROSOPHILA, נטרול רעשי קלט בשמרים, מפקד בבקרת LAMBDA PHAGE, עיבוד מידע בניורונים סנסוריים של C. ELEGANS והסתגלות מדויקת של תהליכים כימו-סנסוריים ב-E.COLI.

**1360038 מח והתנהגות****3 - 3 - 3 אביב + קיץ 3.0**

**מקצועות קדם: (01340127) או (01340058) או (00460326) או (02740253)**

הקורס חוקר את המנגנונים העצביים השולטים בהתנהגויות טבעיות של בעלי חיים. הקורס יבחן כיצד בעלי חיים שונים מגיבים לגירויים בסביבתם הטבעית. בעוד שניורוביולוגיה כללית מתמקדת בהבנת אופן פעולת המוח, ניורוביולוגיה התנהגותית מתעניינת בבסיס העצבי להתנהגות בעלי החיים. נתמקד בתהליכים העצביים הכרוכים בזיהוי חושי, קבלת החלטות וביצוע תנועה. נלמד על ההתאמות הייחודיות של מערכות החוש בבעלי חיים שונים (מאורגניזמים חד תאיים ועד ליונקים) המאפשרות להם לזהות גירויים רלוונטיים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

- להבין עקרונות בסיסיים בניורוביולוגיה ואתולוגיה.
- לתאר שיטות נפוצות למדידה של דינמיקה עצבית והתנהגותית.
- להבין ניורואולוגיה בסיסית של מערכות חוש בבעלי מין שונים: ראייה, ריח, קו צד, שיווי משקל, שמיעה, אקולוקציה, החוש החשמלי וחוש המישוש.
- להבין ניורואולוגיה בסיסית של יצירת ובקרת תנועה, ניווט והתנהגות חברתית.

**1360203 פוטוסינטזה ימית****1 - 3 - 2 אביב + קיץ 3.0**

תהליך הפוטוסינטזה במגוון אורגניזמים, תוך התמקדות באור בסביבה ימית, מקורות פחמן אנאורגני, מאפיינים של אורגניזמים פוטוסינתטיים, ניצולהאור והפחמן. בתי גידול ואדפטציות של צומח ימי לתנאים הסביבתיים, לגאות ולשפל.

**1360205 מיקרוביולוגיה ימית****1 - 3 - 2 אביב + קיץ 3.0**

**מקצועות קדם: (01360007) או (01340127) או (01340076)**

מעמדו של עולם המיקרו בעולם המיקרו. נושאים: שיטות דיגום, בידוד והעשרה ובזיהוי וכימות מיקרואורגניזמים במים פתוחים ובבריכות מלוחות, כליםמולקולריים לאפיון שונות האוכלוסיות וקביעת מצבן הפיזיולוגי. תהליכים אוקיאוגרפיים, יצרנות ראשונית ושינויות, מנגנוני ייסות והסתגלות לעקות סביבתיות והקשר לשנויים גלובליים והשפעת האדם על מערכות ימיות.

**1380013 עקרונות בסיסיים בפיתוח תרופות****2 - 3 - 3 אביב + קיץ 2.0**

**מקצועות קדם: (01340058)**

הקורס יחשוף את הסטודנטים להיבטים המרכזיים בפיתוח תרופות והפעילות בתעשייה הפרמצבטית. הנושאים שילמדו בכתה: מבט על של פיתוח תרופה והקניין הרוחני בפארמה, עבודה ותכנון ניסיונות במסגרת קלינית בפארמה, תהליכי יצור כימי ובקרת איכות, פרמקולוגיה קדם קלינית, פיתוח תרופה גנרית מותאמת אישית וגנומיקה פרמצבטית, ביוסטטיסטיקה, מעבר טכנולוגיה ומסחר.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט: 1. יכיר את כל השלבים של פיתוח תרופה.

2. יכיר את התעשייה הפארמצבטית על מרכיביה.

3. יכיר תהליכי תמורה בתעשייה במאה ה-21 כמו רפואה מותאמת אישית.

**1380018 פרוטיאומיקה****2 - 3 - 3 אביב + קיץ 3.0**

**מקצועות קדם: (01340019 - 01340082 - 01340114 - 01340113) או (01340113 - 01340019 - 00640325 - 00640523)**

חלבונים ופפטידים, כרומטוגרפיה ואלטרופוריה, זיהוי חלבונים, מודיפיקציות שלאחר תרגום, ספקטורומטריית מסות, אינטראקציות בין חלבונים וליגנדים, איזוטופים יציבים וקביעת כמות של חלבונים ופפטידים, שבבי חלבונים, ביואינפורמטיקה. הקורס יכלול שבוע מעבדה שבה ללימוד השיטות הפרוטיאומיות.

**1380038 גישות ניסוייות בחומצות גרעין****5.0 - 2 - 6 - 3 אביב****מקצועות קדם: ( 01340020 - 01340082 - 01340119 )**

טכניקות ניסוייות הנוגעות לחומצות גרעין ושימושן במחקר. טכניקות המשמשות לחקר בקרה, ביטוי ואיפיון של גנים ספציפיים, טכניקות גנומיקה מתקדמות. תוצאות למידה: בתום הקורס הסטודנט ידע: 1. לתכנן ולבצע ניסויים כדי לענות על שאלות ביולוגיות המערבות חומצות גרעין כולל: יצירת פלסמידים, הערכת ביטוי גנים, מיפוי מתילציה. 2. לתכנן ניסויים על כלל הגנום ולדעת איך לנתח את התוצאות. 3. להבין את עקרונות מאחורי השיטה QES-PIHC.

**1380041 ביולוגיה של התא למתקדמים****5.0 - 2 - 6 - 3 חורף + אביב****מקצועות קדם: ( 01340128 - 01340082 - 01340019 )**

רכישת ידע תיאורטי ומעשי בגישות מחקר וטכניקות בביולוגיה של התא. סוגי תרביות תאים וכיצד מכינים אותם וההבדלים בין תאים נורמלים לסרטניים ולאיזה שאלת מחקר כל אחד מסוגי התאים השונים יכול לשמש. שיטות להחדרת גנים לתוך תאים, כיצד נעשית אנליזה של תגובה ברמת התא השלם, מודיפיקציות של חלבונים התא או שינוי מיקומם בתוך התא בתגובה לסיגנל חיצוני, אנליזת אינטראקציות בין חלבונים בשיטות ביוכימיות ומיקרוסקופיות ואנליזה ממוחשבת של התוצאות, מעקב אחר התקדמות מחזור התא באמצעות קביעה כמותית של ה-AND ומעקב אחר קינטיקת השינוי בגודל התא, שיטות לאנליזה של רקמה שלימה באמצעות היסטולוגיה וזיהוי סימנים לחלוקה והתמיינות. ההרצאות תכלולנה את הרקע התיאורטי של התהליך הביולוגי ומגוון גישות המחקר: מהקלאסיות עד השיטות המתקדמות שנמצאות בחזית המדע וכן רקע תיאורטי במיקרוסקופיה. במעבדה, התלמידים יתנסו בחלק ממגוון הגישות והשיטות שילמדו בחלק התיאורטי בקורס. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט: 1. ידע לגדל תאים מסוגים שונים ולהבדיל ביניהם בין התא הסרטני לנורמלי ולבצע טרנספקציות. 2. יכיר שיטות למעקב אחר פעילות של חלבונים, שיטות לזיהוי אינטראקציות בין חלבונים ומעקב אחר תגובות לסיגנלים חיצוניים. 3. ידע לתפעל מיקרוסקופ אור ומיקרוסקופ קונפוקאלי ולהתאים לאיזה שאלת מחקר כל מיקרוסקופ מתאים ולהבין את התאוריה של פעילות המיקרוסקופ. 4. ידע לנתח את התוצאות המתקבלות ממיקרוסקופיה קונפוקלית בתוכנות לעיבוד נתונים. 5. ידע להתאים את הגישה הנכונה לפתרון בעיה ביולוגית.

**1380060 עבודת מחקר 1****----- חורף + אביב 2.5**

עבודת מחקר בנושא ספציפי באחד מן השטחים הבאים: ביוכימיה, ביולוגיה מולקולרית, גנטיקה, ביולוגיה של התא, בוטניקה, זואולוגיה ואקולוגיה. עבודת המחקר תכלול לימוד שיטות מעבדה מתקדמות, תכנון ניסויים וסיכומם בצורה הנהוגה בספרות המדעית.

**1380061 עבודת מחקר 2****----- חורף + אביב 2.5**

עבודת מחקר בנושא ספציפי באחד מן השטחים הבאים: ביוכימיה, ביולוגיה מולקולרית, גנטיקה, ביולוגיה של התא, בוטניקה, זואולוגיה ואקולוגיה. עבודת המחקר תכלול לימוד שיטות מעבדה מתקדמות, תכנון ניסויים וסיכומם בצורה הנהוגה בספרות המדעית.

**1380074 כלים בביואינפורמטיקה מבנית****2 - 1 - 1 - - - אביב 2.5****מקצועות קדם: ( 01340058 )**

הכרת מושגי יסוד בפיזיקו-כימיה של חלבונים! ובטיפול של מבנים תלת ממדים עם תוכנת CHIMERAX. הכרת שיטות מחקר בביולוגיה מבנית. למידת שיטות חיזוי של אתרי קישור ופעילות של חלבונים! כולל הבנה מרחיבה ומעמיקה של האלגוריתמים. הרכה בטכנולוגית AI ויישומיה במידול תלת ממדי של חלבונים וקומפלקסים. התנסות בשימוש מושכל של שיטות אלו ושילובם במחקר! כולל דוגמאות מובחרות של מיקרים מעניינים ועדכניים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לעבוד עם מבנים תלת ממדים של חלבונים לטובת פיענוח תוצאות מחקר. \_\_\_
2. לתכנן ולבצע ניסויים חישוביים של ניבוי פעילות ומידול של חלבונים ביולוגיה מבנית תוך הבנת כל הגורמים המשפיעים על החישוב! ופישור מפורט של התוצאות.
3. להשוות בין שיטות שונות לניבוי פעילות של חלבונים במטרה להעריך איזה שיטה טובה יותר למחקר.
4. להשתמש בשיטות מתקדמות של מידול מבנהתלת ממדי של חלבונים קומפלקסים! להעריך את דיוק המודלים.
5. לשלב שיטות חישוביות במחקר ובעזרתן לתכנן ניסויים ולהציע היפותזות לבדיקה. \_\_\_

**1380083 נושאים עדכניים בביולוגיה 1****1 - - - 2 חורף + אביב 0.5**

הרצאות על מחקרים חדישים בביוכימיה, ביופיזיקה, ביולוגיה מולקולרית, אימונולוגיה, ביולוגיה של התא, גנטיקה, גנומיקה, ביואינפורמטיקה ועוד. כל סטודנט יתבקש להגיש עבודה בסוף הסמסטר, ובה יסוכם אחד המחקרים שנדונו בקורס על ידי כתיבת מאמר דעה, פרספקטיבה או פרשנות בהיקף של 4-6 עמודים, שיקלו תקציר מדעי, הקדמה, גוף המאמר, סיכום וביבלוגרפיה. הנוכחות חובה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לעקוב ולהבין אחרי הרצאה מדעית ברמה גבוהה המועברת באנגלית. 2. לסכם הרצאה מדעית בצורת מאמר מדעי באנגלית.

**1380084 נושאים עדכניים בביולוגיה 2****1 - - - 2 חורף + אביב 0.5**

הרצאות על מחקרים חדישים בביוכימיה, ביופיזיקה, ביולוגיה מולקולרית, אימונולוגיה, ביולוגיה של התא, גנטיקה, גנומיקה, ביואינפורמטיקה וכו'. כל סטודנט יתבקש להגיש עבודה בסוף הסמסטר, ובה יסוכם אחד המחקרים שנדונו בקורס על ידי כתיבת מאמר דעה, פרספקטיבה או פרשנות בהיקף של 4-6 עמודים, שיקלו תקציר מדעי, הקדמה, גוף המאמר, סיכום וביבלוגרפיה. הנוכחות חובה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לעקוב ולהבין אחרי הרצאה מדעית ברמה גבוהה המועברת באנגלית. 2. לסכם הרצאה מדעית בצורת מאמר מדעי באנגלית.

**1380085 נושאים עדכניים בביולוגיה 3****1 - - - 2 חורף + אביב 0.5**

הרצאות על מחקרים חדישים בביוכימיה, ביופיזיקה, ביולוגיה מולקולרית, אימונולוגיה, ביולוגיה של התא, גנטיקה, גנומיקה, ביואינפורמטיקה וכו'. כל סטודנט יתבקש להגיש עבודה בסוף הסמסטר, ובה יסוכם אחד המחקרים שנדונו בקורס על ידי כתיבת מאמר דעה, פרספקטיבה, או פרשנות בהיקף של 4-6 עמודים שיקלו תקציר מדעי, הקדמה, גוף המאמר, סיכום וביבלוגרפיה. הנוכחות חובה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לעקוב ולהבין אחרי הרצאה מדעית ברמה הגבוהה המועברת באנגלית. 2. לסכם הרצאה מדעית בצורת מאמר מדעי באנגלית.

**1380086 נושאים עדכניים בביולוגיה 4**

**1 - - - 2 חורף + אביב 0.5**

הרצאות על מחקרים חדישים בביוכימיה, ביופיזיקה, ביולוגיה מולקולרית, אימונולוגיה, ביולוגיה של התא, גנטיקה, גנומיקה, ביואינפורמטיקה וכו'. כל סטודנט יתבקש להגיש עבודה בסוף הסמסטר, ובה יסוכם אחד המחקרים שנידונו בקורס על ידי כתיבת מאמר דעה, פרספקטיבה או פרשנות בהיקף של 4-6 עמודים שיקלו תקציר מדעי, הקדמה, גוף המאמר, סיכום וביבלוגרפיה. הנוכחות חובה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לעקוב ולהבין אחרי הרצאה מדעית ברמה גבוהה המועברת באנגלית. 2. לסכם הרצאה מדעית בצורת מאמר מדעי באנגלית.

**1380087 נושאים עדכניים בביולוגיה 5**

**1 - - - 1 חורף 0.5**

הרצאות על מחקרים חדישים בביוכימיה, ביופיזיקה, ביולוגיה מולקולרית, אימונולוגיה, ביולוגיה של התא, גנטיקה, גנומיקה, ביואינפורמטיקה וכו'. כל סטודנט יתבקש להגיש עבודה בסוף הסמסטר, ובה יסוכם אחד המחקרים שנידונו בקורס ע"י כתיבת מאמר דעה, פרספקטיבה או פרשנות בהיקף של 4-6 עמודים, שיקלו תקציר מדעי, הקדמה, גוף המאמר, סיכום וביבלוגרפיה. הנוכחות חובה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. להבין ולעקוב אחר הרצאה מדעית ברמה גבוהה המועברת באנגלית. 2. לסכם הרצאה מדעית בצורת מצגת מדעית באנגלית. 3. לשאול שאלות מדעיות ולפתח חשיבה ביקורתית מדעית. 4. לייצר קשרים עם מרצים מובילים בתחומים מדעיים שונים.

**1380088 נושאים עדכניים בביולוגיה 6**

**1 - - - 1 חורף 0.5**

רצאות על מחקרים חדישים בביוכימיה, ביופיזיקה, ביולוגיה מולקולרית, אימונולוגיה, ביולוגיה של התא, גנטיקה, גנומיקה, ביואינפורמטיקה וכו'. כל סטודנט יתבקש להגיש עבודה בסוף הסמסטר, ובה יסוכם אחד המחקרים שנידונו בקורס ע"י כתיבת מאמר דעה, פרספקטיבה או פרשנות בהיקף של 4-6 עמודים, שיקלו תקציר מדעי, הקדמה, גוף המאמר, סיכום וביבלוגרפיה. הנוכחות חובה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. לעקוב ולהבין אחרי הרצאה מדעית ברמה גבוהה המועברת באנגלית. 2. לסכם הרצאה מדעית בצורת מאמר מדעי באנגלית.

**1380139 מעבדה במח והתנהגות**

**1 2 - - אביב 1.0**

**מקצועות קדם: ( 02340128 ו- 02340130 או 02360523 או 01340158 או 01360038 )**

המעבדה תאפשר לתלמידים להתנסות בביצוע ניסויים התנהגותיים פשוטים בבעלי חיים, בניית נתונים התנהגותיים ועצביים ומציאת מתאמים ביניהם וקנתשלבסיר במעבדות בטכניון החוקרות את הבסיס העצבי של התנהגות בחיות מודל שונות. הקורס יינתן כשבוע מרוכז בתחילת סמסטר קיץ. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים והסטודנטים יהיו מסוגלים: • להציג לבעלי חיים גירויים חושיים ליצירת תגובות התנהגותיות טבעיות. • לאסוף נתונים התנהגותיים בשיטות שונות. • לבצע ניתוח בסיסי של נתונים התנהגותיים ועצביים, וכיצד לחפש מתאמים ביניהם. • להכיר חיות מודל משמשים למחקר נוירואולוגי בטכניון ומה היתרונות והחסרונות של כל מודל.

**1380500 מבוא לתעשיית מדעי החיים**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

**מקצועות קדם: ( 00980788 )**

הנושאים שילמדו במהלך סגמנטציה, הכרת חברות מובילות וטרנדים עכשוויים ועתידיים, תהליכי פיתוח מוצר בתעשיית מדעי החיים והבדלים בין תרופה כימית, ביולוגית, תאית, גנטית. הכרת רגולציה ואיכות בתעשייה ומושגי יסוד באיכות מו"פ וייצור. פטנטים ורכוש אינטלקטואלי והגנה פטנטית, גנריקה ועקיפת פטנטים (לגיטימית) תעשייתיות בתעשייה הכימית והביופרמצבטי, המזון והתאים ופיתוח קליני יזמות והערכת פרויקטים וקריטריונים להערכת רעיונות לפיתוח. פיתוח עסקי בתעשיית מדעי החיים ומיפוי האינדקציות לשימוש בהמצאה. לבסוף הרצאות סטודנטים בסגנון הקאטון. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים והסטודנטים יהיו מסוגלים 1. להכיר הלכה למעשה את כל השלבים מרגע ההמצאה וגיבוש הקונספט העסקי ועד המסחר כהליך רב שלבי המשלב מומחיות מקצועית בתחום הספציפי של ההמצאה עם ההיבטים המשותפים לכל חדשנות, המצאה ומסחר. 2. להכיר את תעשיות מדעי החיים על הסגמנטים שבה: הפארמה והביופארמה, המכשור הרפואי והרפואה הדיגיטלית וכן על תעשיית המזון המתורבת. 3. להכיר את הכלים ופיתוח היכולת האישית להקים ולנהל מיזם בתחום תעשיות מדעי החיים, להבין מה דרוש לפיתוח ולמסחר רעיון יזמי בתחום זה ובאילו כלים יש להשתמש על מנת לתכנן ולהוציא אותו לפועל.

**הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית****140102 מבוא למכניקה הנדסית**

1 2 3 - - חורף 4.5

מקצועות קדם: ( 00140010 ) או ( 02050691 ) או ( 02750103 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00340028, 00150007

מבוא! וקטור כח! וקטור מומנט. מערכות שקולות במישור ובמרחב! מערכת שקולה פשוטה ביותר. מושג הגוף החופשי! תנאי שוויו משקל! מושגי היציבות והסיום הסטטי. מסבכים מישוריים ומרחביים! קורות ומסגרות מישוריות ומרחביות. עומסים מפורשים. מהלכי כוחות ומומנטים פנימיים במבנים. קשרים דיפרנציאליים לכוחות פנימיים במבנים. שיטת הסופרפוזיציה לחישוב מהלכי כוחות פנימיים. מבנה כבלים וקשתות. תכונות גופים (ושטחים) מרכזית! מומנט ראשון ושני של השטח (! מרכז כובד ומרכז מסה.

**140104 תורת החוזק 1**

2 3 - - חורף 5 + אביב + קיץ 4.0

מקצועות קדם: ( 00140102 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00150008

מבוא. מאמץ ועיבור במשיכה ולחיצה. פיתול חתכים שונים, כפיפת קורות אלסטיות והומוגניות. גזירה בשעת כפיפה, מרכז הגזירה. טרנספורמצית המאמץ והעיבור, שקיעות בעזרת המשוואה הדיפרנציאלית של הקו האלסטי, פתרון מבנים בלתי מסוימים. מושגים ראשונים של קריסה אלסטית.

**140131 פרויקט מורחב במבנים-חלק א'**

2 - - 7 חורף + אביב + קיץ 2.5

מיועד לסטודנטים במסלול מבנים בלבד. דרישות קדם: כל המקצועות החובה של מסלול הנדסת מבנים. הערה: קביעת הציון עפ"י מעקב במשך הסמסטר. ציון סופי ייקבע בגמר חלק ב' של הפרויקט. אין אפשרות לקבל ניקוד על מקצוע זה ללא השלמת חלק ב'. חלק א' (014131): תכן כללי של פרויקט מורכב בתחום הנדסת מבנים. לימוד עצמי מתוך ספרות מקצועית של נושאים שונים הקשורים לפרויקט. גיבוש חלופות תכן אפשריות שונות והשוואתן, כולל בחירת חלופת התכן המתאימה ביותר. ראה 014132. הערה: במתכונת חד-סמסטריאלית של מקצועות פרויקט מורחב - חלק א+ב היקף הלימוד השבועי הינו כפול מהרשום למעלה.

**140132 פרויקט מורחב במבנים-חלק ב'**

2 - - 7 חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: ( 00140131 )

מיועד לסטודנטים במסלול מבנים בלבד. הערה: קביעת הציון עפ"י מעקב במשך הסמסטר, בדיקת הפרויקט המוגש והצגתו בפני ועדת שיפוט. אין אפשרות להתחיל בחלק ב' של הפרויקט לפני סיום חלק א' וקבלת ציון עובר על חלק א' של הפרויקט בסוף סמסטר הלימוד. דרישות קדם: כל המקצועות של מסלול הנדסת מבנים. פרויקט מורחב - חלק א'. חלק א' (014131): תכן כללי של פרויקט מורכב בתחום הנדסת מבנים. לימוד עצמי מתוך ספרות מקצועית של נושאים שונים הקשורים לפרויקט. גיבוש חלופות תכן אפשריות שונות והשוואתן, כולל בחירת חלופת התכן המתאימה ביותר. חלק ב' (014132): תכן סופי של חלופת התכן הנבחרת. אנליזה מפורטת של המבנה על חלקיו השונים. תכן מפורט והכנת תכניות כלליות ותכניות פרטניות של הפרויקט, משורטטת באמצע ות מחשב. הכנת דו"ח מסכם של הפרויקט והצגתו בפני ועדת שיפוט בסוף סמסטר הלימוד. הערה: במסגרת הצגת הפרויקט יש להציג את שני חלקיו גם יחד. לא ניתן לקבל ציון על הפרויקט ללא הצגתו בסוף סמסטר הלימוד. הערה: במתכונת חד-סמסטריאלית של מקצועות פרויקט מורחב - חלק א+ב היקף הלימוד השבועי הינו כפול מהרשום למעלה.

**140003 סטטיסטיקה**

2 2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 01040044 ) או ( 01040022 ) או ( 01040004 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00940480, 00940481, 00340058

יסודות תורת ההסתברות: מרחב מדגם ומאורעות, חישוב הסתברויות במרחב סימטרי, הסתברות מותנית ואי-תלות- נוסחת ההסתברות השלימה ונוסחת ביס, אי-תלות של מאורעות. משתנה מקרי בדיד ורציף: משתנים מקריים והתפלגותיהם, תוחלת ושונות של משתנה מקרי, התפלגויות מיוחדות. משתנה מקרי דו-מימדי. משפט הגבול המרכזי. הסקה סטטיסטית: סטטיסטיקה תאורית. אמידה נקודתית. אמידה מרווחית: רווחי סמך. רווח סמך לתוחלת (כאשר השונות ידועה ואינה ידועה), רווח סמך לשונות. בדיקת השערות: רמת מובהקות ועוצמה המבחן. הסקה על תוחלת, שונות ופרופורציה. השוואת שתי אוכלוסיות: מבחן T לשני מדגמים בלתי תלויים ומדגמים מזווגים, השוואת שתי פרופורציות. מבחן חי-בריבוע לטיב התאמה. ניתוח שונות, גרסיה.

**140004 נתוח מערכות**

2 2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 01040019 - 02340112 - 00140003 ) או

( 00140003 - 01040019 - 02340128 )

בעיות אופטימזציה בהנדסה אזרחית וסביבתית וניסוחן. משפט KKT. תכנות לינארי. דואליות. מבחני רגישות, תכנות דינמי, תורת ההחלטות. יסודות תכנות לא לינארי. מבוא לתכנות בשלמים.

**140005 מעבדה הנדסית**

1 1 - 2 - 4 חורף + אביב + קיץ 1.5

מקצועות קדם: ( 00140104 )

מעבדה פקולטית בסיסית למכניקה מוצקים: תכנות חומרים, מדידי עבור, מאמצים משולבים, בעיות בכפיפה, פוטואלסטיות, קריסה.

**140006 מבוא לשיטות נומריות**

2 2 - - 5 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 02340128 - 01040044 - 01040131 ) או

( 01040131 - 01040022 - 01040128 ) או ( 02340128 - 01040131 )

( 01040004 - 01040131 )

פתרון מערכות משוואות לינאריות. פתרון משוואות לא לינאריות. אינטרפולציה, אינטגרציה נומרית. גזירה נומרית. פתרון משוואות דיפרנציאליות רגילות, בעיות ערכים התחלתיים ותנאי שפה. התכנסות ויציבות.

**140008 מידע גרפי הנדסי**

2 2 - - 4 חורף + אביב 3.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040908

הקניית הבנה ויכולת בייצוג ותקשורת מידע הנדסי בענף הבנייה באמצעים גרפיים: חיזוק הראייה המרחבית (קריאה של היטלים. חתכים. פרטים), תקשורת מושגים באמצעות סקיצות, מידול מידע בנין (, MIB כולל מידול D3, שימוש בכלי תכנה מתאימים.

**140014 חינוך במקצועות הנדסיים**

2 - - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

הקורס יחנך את המשתתפים/ות לתחום של חינוך בפרופסיות הנדסיות תוך התמקדות בנושאים וסוגיות בתשתית: הגדרות לפרופסיה ולתהליך ההתהוות כאיש/אשת פרופסיה, קביעת מדיניות חינוך בפרופסיה, דרכי מיון, תוכניות לימודים ודרכי הוראה, קשרי מחקר ועשייה חינוכית, תפקידו המחנך של המנהיג. הולמים יתבקשו לבחון את המשמעויות של הנלמד בסמינר לעיסוקם העתידי בשטח.

**140146 מבוא לדינמיקת מבנים ורעידות אדמה**

1 2 3 - - אביב 4.5

**מקצועות קדם:** ( 01040143 - 01040131 - 01040019 )

מבוא: חוקי יסוד, משוואות התנועה הקווית והסיבובית. תנודות במערכת דרגת חופש אחת: מערכות עם ובל ריסון. תנודות עצמיות ותנודות מאולצות: עומס הרמוני פשוט, עומס מחזורי, עומס רצוני, אימפולס. שיטות דיסקרטיות בפתרון תגובת מבנה לעמיסה כלשהיא. אפיון ומדידת רעידת אדמה, ספקטרום תגובה לינארי. תנודות במערכות בעלות N דרגות חופש, מערכות ללא ריסון. תנודות עצמיות - תדירויות ומודים עצמיים, תנודות מאולצות - אנליזה מודלית. התנהגות מבנים חד קומתיים לא סימטריים. מקדמי השתתפות מודאליים, אנליזה מודאלית ספקטרלית. מערכות רציפות ואפיון פרמטרים מודליים. מערכות אקוולנטיות - מעבר ממערכות רציפות ובדידות למערכות אקוויולנטיות.

**140148 עקרי תכן מבנים**

1 3 1 - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00140153 ) או ( 00140123 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00140620

תהליך תכן בנין ותפקיד מהנדס הקונסטרוקציה. יציבות אנכית - מערכת תמיכה. עומסים, רכיבים קווים ומישוריים, הערכת מידות הרכיבים. שילוב רכיבים ליצירת מערכות מבנה יציבות. סכימות סטטיות למבנה וניתוח תהליך זרימת הכוחות במבנה. בחינת אלטרנטיבות שונות והשפעת הביצוע על בחירת הפתרון. יציבות אופקית - מערכת הקשחה.

**140150 מבני פלדה 1**

1 2 3 - 5 אביב 4.5

**מקצועות קדם:** ( 00140108 - 00140145 - 00140008 - 01040131 )

התכונות של פלדות מבנים, חישוב רכיבים ובכלל זה: מתיחה, לחיצה, מסבכים, כפיפה, עמוד-קורה, עקרונות תכן מחברים ואמצעי חיבור יציבות, הקשתתמבני פלדה.

**140151 נושא אישי בהנדסת מבנים**

2 5 - - חורף + אביב 2.5

דרישות קדם: ממוצע מצטבר של 82 ומעלה וצבירה של 100 נקודות לפחות. כל סטודנט הרשאי להירשם למקצוע זה יונחה באופן אישי על ידי אחד מחברי הסגל בנושא אשר חבר הסגל הביע נכונות להנחות. הסטודנט יהיה חייב בהגשת דו"ח מסכם בסיום עבודתו. הרישום של הסטודנט לקורס מותנה בהסכמת חבר סגל להנחותו.

**140153 מבני בטון 1**

3 - - 6 חורף + אביב + קיץ 4.0

**מקצועות קדם:** ( 00140104 - 00140008 - 00140008 ) או ( 00140505 )

( 00140104 - 00140008 )

הערה: קביעת הציון עפ"י ציון פרויקט ובחינה סופית. סקירה תמציתית של תכונות הבטון והפלדה והשתקפותן בתכן מבנים מבטון מזוין. שיטת המצבים הגבוליים בתכן ובחישוב רכיבים מבטון מזוין. מצב גבולי של שירות. חישוב חתכים לכפיפה במצב גבולי של הרס ללא. עם כוח צירי. תקרות מקשיות מתוחות כבונן אחד. תכן רכיבי מבנה קויים - קו כח המתיחה, עיגון. תכן לגזירה ברכיבים מבטון מזוין. רדיסטריבוציה של מומנטים. מבוא לחישוב ישיר של שקיעות: מומנט הסדיקה, סקירת השיטות (מומנט אינרציה שקיל, עקמומיות שקילה).

**140201 פרויקט בהנדסת מים 1**

2 - - 5 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00140205 )

תכנון פרויקט יישומי בהנדסת מים בהפעלת חשיבה הנדסית-תכנונית, כלכלית וניצול הידע בהידרוליקה. השלבים העיקריים במהלך הלימודים: בחירת הנושא. איסוף נתונים, עיבודם ניתוחם והצגתם. עיבוד וגיבוש חלופות תכנוניות עפ"י פרמטרים הנדסיים, אופרטיביים, כלכליים ואחרים, ניתוח והשוואתן. כתיבת דו"ח על הבעיות במצב הקיים, ממצאי העבודה שנעשתה, הצגת היתרונות והחסרונות של הפתרון המוצע והמלצות להמשך הפעילות בעתיד. הפרויקט יוגש בצורת תזכיר מפורט, בהיר ומסודר.

**140202 פרויקט בהנדסת מים 2**

2 - 5 - חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00140201 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00140217

מטרת הקורס הינה לאמן את הסטודנט בתכנון מפורט של פרויקט יישומי בהנדסת מים. הסטודנט יבצע תכנון מפורט של הפתרון המוצע במקצוע פרויקט בהנדסת מים 1, או תכנון מפורט של אלמנטים אחרים בפרויקט הנדסי בהתייעצות עם מורה המקצוע. הסטודנט יידרש להכין חתכים ותנחה מפורטים, שרטוט פרטים, חישובים וכו' המסוכמים בצורה של תזכיר מפורט לביצוע.

**140302 פרויקט בהנדסת סביבה**

2 - - - - חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00140205 ) או ( 00160302 )

ביצוע פרויקט תכנוני או מחקרי - ניסוי או עיוני, בשטח הנדסת הסביבה, כולל סקר ספרות, ניתוח ביקורתי של נתונים, דיווח והגנה על הפרויקט. הפרויקט יתבצע בזוגות או יחידים, בהנחיית חבר סגל בכיר, בהיקף של 8 שעות שבועיות. הנושא והמנחה ייקבעו לפני תחילת הסמסטר. במהלך הסמסטר יתקיימו פגישות אשר הנוכחות בהן היא חובה, יוגשו שני דוחות ביניים, ובסוף הסמסטר יוגש דוח מסכם ותוצג העבודה באירוע כלל פקולטי.

**140313 מיקרוביולוגיה סביבתית ואפידמיולוג**

2 - 3 - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01340058 )

סקירה כללית על סוגי מקרואורגניזמים בסביבה. שיטות גידול (מצעים סלקטיבים ודיפרנציאליים), כימות, זיהוי מורפולוגי של מיקרואורגניזמים בסביבה המימית, בקרקע ובאוויר. מיקרוסקופיה, דרכי העברה של מחלה זיהומית, עמידות לאנטיביוטיקה, מחלות זואוונטיות, וירוס הקורונה, פטוגנים במים, חיידקים אינדיקטורים לפי תקנות מי שתייה, ביו-אירוסולים ותפוצה אוירית של פטוגנים ומנגוני הישרדות, תהליכי מיקרוביאליים בטיפול במי שפכים, תהליכים מיקרוביאליים להבראה של סביבה מזהמת. מיועד לסטודנטים מהנדסת הסביבה בלבד.

**140322 יסודות הטיפול במים ושפכים**

1 2 - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 01240120 ) או ( 01250001 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 00140315

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00140959, 00740103, 00140412

פיתוח גישה תהליכית-הנדסית לטיפול במים ושפכים. איכות מים לפי שימושים. עקרונות תהליכי טיפול במים. הפרדת מוצקים בלתי מומסים: שיקוע, סינון הפתחה. פרדת מוצקים מומסים. מעבר גזים. חיטוי. מזהמים בשפכים ומשמעותם. טיפול בשפכים, הכולל טיפול פיזיקלי וביוולוגי. טיפול בבוצה.

**140325 תכן מערכות אספקת מים ואיסוף שפכים**

1-1 4 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** (00140205 ו-00140412)

עקרונות תכנון והפעלה של מערכות אספקת מים ואיסוף שפכים. חישוב רשתות אספקת מים ורשתות איסוף שפכים. המטרה, המבנה וההכנה של פרויקט הנדסי. מטרת בתכנון הכללי, איסוף נתונים לתכנון ועיבודם, ניתוח טכנו-כלכלי של חלופות והשוואתן. סוגיות בתכנון מערכות אספקת מים ושפכים. פרויקט בתכנון כללי של מערכת טיפול ואספקת מים.

**140327 כימיה של המים**

2-3 3 אביב 3.5

**מקצועות קדם:** (01250001 או (01250011) או (01240120)

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00140332

תמיסות, משוואות ש"מ של חומצות חלשות, השפעות חוזק יוני וטמפ' על מקדמי ש"מ, המערכת הקרבונטית, פיתוח משוואות עבור כל סוגי אלקליות ואסידיות ופתרון בעיות בעזרתם, יכולת באפר, משוואות ש"מ פאזה נוזלית-פאזה גזית, משוואות ש"מ פאזה נוזלית - פאזה מוצקה, חישוב כמותי של פוטנציאל המסה ושיקוע של תמיסות, ריכוך מים, חיטוי מים, זיהומים במים, מקורם, השפעתם ומדידתם, תקנות לאיכות מים, שיטות אנליטיות לקביעת מרכיבים במים. מעבר במעבדה על השיטות האנליטיות העיקריות לאפיון מים וקביעת מזהמים במים.

**140332 כימיה של המים**

2-3 2 - - חורף 4.0

משוואות ש"מ חומצות חלשות. השפעת חוזק יוני וטמפרטורה על מקדמי ש"מ. מערכות חומצה חלשה חד, דו ותלת פרוטיות. המערכת הקרבונטית. פיתוח משוואות עבור כל סוגי האלקליות ואסידיות ופתרון בעיות בעזרתם. יכולת באפר. משוואות ש"מ פאזה מומסת/גזית. משוואות ש"מ פאזה מומסת/מוצקה. משוואות חימצון-חיזור. פוטנציאל המסה ושיקוע של תמיסות וריכוך/ייצוב מים חיטוי.

**140333 כימיה של המים מ'**

2-3 2 - - חורף + אביב + קיץ 5.0

תמיסות. משוואות שיווי משקל של חומצות חלשות. השפעת חוזק יוני וטמפרטורה על מקדמי ש"מ. מערכות חומצה חלשה חד-, דו- ותלת פרוטיות. המערכת הקרבונטית. פיתוח משוואות עבור כל סוגי האלקליות ואסידיות ופתרון בעיות פשוטות ומורכבות בעזרתם. יכולת באפר של תמיסות. משוואות ש"מ פאזה מומסת, פאזה גזית. משוואות שיווי משקל בפאזה המומסת מול הפאזה המוצקה. משוואות חימצון חיזור בסיסיות ופיתוח למע' רדוקס מורכבות. חישוב כמותי של פוטנציאל ההמסה ושיקוע של תמיסות. ריכוך וייצוב מים, חיטוי מים. תגובות ליצירת תוצרי לוואי של חיטוי, קומפלקסציה) צימוד יוני כימיה)

**140405 גיאולוגיה הנדסית**

2-1 2 - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** (00140104)

מינרלים וסלעים עיקריים, עיקרי הסטרטיגרפיה, מבנים גיאולוגיים, המבנה הגיאולוגי של ישראל, מפות גיאולוגיות. מי תהום, תופעות בליה. מבוא לסיסמולוגיה. \*\*\* הערה: היקף ההרצאות בפועל במקצוע הוא שעה וחצי לשבוע. אופן העברת ההוראה מתואמת בכל סמסטר בנפרד ע"י מורה המקצוע.

**140411 הנדסת קרקע**

1-3 - - חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** (00140409)

הקורס עוסק בעקרונות התכן והיציבות של מערכות גיאוטכניות שונות. קירות תומכים: שיטות רנקין וקולומב לחישוב לחץ עפר צידי, תכנון קירות כבוד, קירות כלונסאות ושיגומים מעוגנים ולא מעוגנים. יציבות מדרונות: שיטת קולמן ועקומי היציבות של טיילור, שיטות הפלחים, תגובת מדרונות וסוללות עפר להורקה מהירה ורעידות אדמה, הקשר בין מקדם הבטחון וההסתברות לכשל בתכנון גיאוטכני. ביסוס: חקירות שדה, תסבולת ושקיעת יסודות רדודים, תסבולת ותגובת יסודות עמוקים (כלונסאות) להעמסה אופקית ואנכית. התנהגות קבוצת כלונסאות.

**140501 פרויקט בחומרים ותפקוד**

2-2 - - חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 00140503, 00140504

מקצועות קדם: עבור פרויקט בחומרים - 014505 ו-014506 ועוד שניים לפחות מבין:

014512, 014513, 014515, 014520, 014505, 016504, 016505 תכנון כללי של נושא בשטח חומרי בנייה ותפקוד. לימוד עצמי של בעיה הנדסית, השוואת פתרונות שונים, הכנת תכניות לאחד הפתרונות ודיווח טכני.

**140503 פרויקט מעבדתי בחומרי בניה (1)**

2-2 - - חורף + אביב 0.0

**מקצועות קדם:** (00140506 ו-00140515 ו-00140505 או

(00140506 ו-00140508 ו-00140505) או (00140513 ו-

00140505 ו-00140506) או (00140506 ו-

00160505) או (00140506 ו-00140520 ו-00140505)

פרוייקט מעבדתי לפי בחירת הסטודנט מרשימת נושאים שניתן על ידי המורה האחראי. לימוד עצמי של בעיה הנדסית בשטח חומרי בנייה ובחינת הפתרונות האפשריים על ידי ניסויים מעבדתיים. ניתוח וסיכום תוצאות הבדיקות. הפרוייקט מבוצע בקבוצות בנות 2 סטודנטים ומסתיים בהגשת הרצאה בע"פ ודו"ח מקיף בכתב. הפרוייקט נמשך 2 סמסטרים וחלק זה מהווה קדם להמשך הפרוייקט 014504. הציון יינתן בסיום הפרוייקט 014504.

**140506 טכנולוגיה מתקדמת של בטון**

1-1 1 4 - חורף + אביב 2.0

**מקצועות קדם:** (00140505 ו-00140123) או (00140153 ו-

00140505)

התנהגות בטון במבנה - שינויי נפח וסדקים והאמצעים להקטנתם. בטונים מיוחדים ליציקות באתר ובתעשייה. פתרון בעיה ספציפית בטכנולוגיה של בטון במעבדה כולל: סקר ספרותי, ביקור באתרי בנייה ובתי חרושת במידת הצורך, עיבוד תוכנית ניסויים, בדיקות מוקדמות, תכן תערובת בטון, יציקת מדגמים, בדיקתם והערכת התוצאות. דווח בעל-פה ובכתב.

**140512 אקוסטיקה בהנדסה אזרחית**

1 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 01140052 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 00160512

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 02050480

הגדרות בסיסיות באקוסטיקה, מהירות הקול, החזרה, עקיפה ושבירה, שדה קרוב ושדה רחוק, איפיון מקורות קול, עוצמה קולית והספק קול, התפשטות הקול בשדה פתוח, כיוונית ועקום קרינה, מושג הדציבל, פסי אקוסטיקה וספקטרום הרעש, מבנה האוזן האנושית, אופן תפיסת הרעש - פסיכואקוסטיקה, התפשטות הקול בחדרים, חישובי בליעה והפסד העברה, תהודה וזמן הדהוד מומלץ, מובנות דיבור, שיטות למדידת הקול, מדידת רעש בחדרים, רעש סביבתי ורעש תחבורה, תקנות והמלצות בנושא הרעש, מחסומי רעש, משתיקי קול, חומרי בליעה, פנלים ואלמנטים אקוסטיים, הנמכת תקרה ורצפה צפה, בידוד רעש של קירות חלונות ודלתות - חוק המסה, בידוד על ידי מחיצות מורכבות, מערכת קולנוע ביתית, קריטריונים בתכנון אולמות קונצרטים, אולמות מוזיקליים, אולמות הרצאות סטודיו ואולפני הקלטות, מערכות הגברת קול, WOOFER ו-SUBWOOFER.

**140520 תפקוד פיזי ואקלימי של בניינים**

1 2 3 - - - חורף + אביב + קיץ 4.0

**מקצועות קדם:** ( 00140006 ו- 00140153 )

מבוא לפיסיקת הבנייה ותפיסה התפקודית בבנייה. יסודות מעבר חום ומסה. מעבר חום בהולכה, הסעה, קרינה. נוחות היגרו-תרמית של האדם בקיץ ובחורף. איכות אוויר, הסתננות ואוורור. לחות אוויר ומעבר אדים דרך מעטפת בניין, מניעת עיבוי ועובש. צריכת אנרגיה בבניינים וגורמים המשפיעים על יעילות אנרגטית של בניין. תקנים ישראלים לבידוד תרמי ולאנרגיה במבנים. יסודות אקוסטיקה, נוחות אקוסטית של אדם ובידוד אקוסטי בבניינים. עמידות של בניינים בשריפה ומניעת התפשטות אש. בכל נושא נלמדים הגורמים הפיסיקליים המשפיעים על הבעיות, תכונות חומרי הבנייה ואלמנטי הבניין, שיטות אנאליזה ותכן פשוטות, קביעת קריטריונים תפקודיים ותכן תפקודי של אלמנטים ומבנים מסוגים שונים ופרטי הבניין הרלוונטיים. ההרצאות מתקיימות במשך 12 שבועות.

**140600 סמינריון בניהול הבנייה**

1 2 - - - חורף + אביב + קיץ 1.5

**מקצועות קדם:** ( 00140609 ו- 00140610 ו- 00140606 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00140602

לימוד עצמי של נושא בתחום ניהול הבנייה באמצעות ספרות, ראיונות וסיוורים. מתן הרצאה על הנושא והגשת דו"ח מסכם בכתב.

**140601 פרויקט בניהול הבנייה**

1 2 3 - - - חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00140606 ו- 00140610 ו- 00140609 ו- 00140617 )

לימוד עצמי של פרויקט הנדסי ודרך פיתרונו בתנאי מציאות, כולל הגדרת פתרונות ביצוע ובחינת כדאיותם, בניית לוחות זמנים מפורטים, תכנון מערך הציוד, והגדרת תקציב הביצוע. הסטודנט יכול לבחור בין פרויקט בניית מבנים או פרויקט תשתיות.

**140602 נושא אישי בניהול הבנייה**

1 2 3 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5

דרישות קדם: ממוצע 82 ומעלה וצבירה של 100 נקודות לפחות. הקורס הינו קורס בלמידה עצמאית מונחית של נושא מתקדם בתחומי ניהול הבנייה. הנושא ייבחר בתיאום ואישור חבר הסגל המנחה את הסטודנט. תהליך הלמידה יכול סקירת ספרות, ניתוח שיטות, כלים או מקרי בוחן רלוונטיים, פתרון בעיות וגיבוש מסקנות בהתאם לאופי הנושא.

**140603 כלכלה הנדסית**

1 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00940592, 00940593, 00340045

שיטות להשוואה כלכלית של חלופות הנדסיות, החלטות כלכליות הקשורות בציוד ונכסים, ניתוח השפעת האינפלציה והמיסוי על השוואת חלופות. שיווי משקל תחרותי - ביקוש והיצע.

**140609 מיכון בבנייה**

1 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00140603 ו- 00140610 ו- 00140606 ) או

( 00140619 ו- 00140618 ו- 00140603 )

מבוא לציוד בנייה, סיווג ציוד בנייה, התכונות והשימושים של ציוד הבנייה העיקרי, עגורנים וציוד מרכזי אחר בבניית בניינים פרוסים וגבוהים, פרויקטי הנדסה אזרחית, עלויות ציוד, שקולים קשים ורכים בבחירת הציוד ובהפעלתו, תפוקות ציוד, בטיחות בשימוש בציוד ובסביבתו, מיקום הציוד באתר הבנייה, יחסי גומלין וארגון כולל של מערך הייצור, ארגון אתר הבנייה.

**140615 מבוא לניהול פיננסי בבנייה**

1 2 3 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00960811

הערה: הציין ינתן עפ"י מעקב במשך הסמסטר ובחן תקף. מטלות ניהול פיננסי בחברות בניה, ניהול ספרי חשבונות בבניה, עריכת דוחות פיננסיים בחברת בניה, ניתוח דוחות פיננסיים, מקורות לגיוס ההון.

**140618 מבוא לניהול ובטיחות בבנייה**

1 2 3 - - - חורף 4.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 02050930, 02050456

קביעת הציין על פי מעקב במשך הסמסטר, עבודות בית, תרגיל מסכם ובחינה סופית. מגמות בענף הבנייה ומאפייניו, שיטות התקשורת מכרזים חוזים, עקרונות חישוב כמויות, תכנון לוח זמנים בשיטת רשת, בפרויקטים קויים ומחזוריים. תחשיבי עלויות בנייה, עקרונות בטיחות בבניה, התארגנות באתר, איכות וציוד בניה, מגמות חדשנות בבניה, BIM, תיעוש, הדפסה בתלת מימד, הרכבת יחידות מודולריות.

**140632 פרויקטי תשתית: שיטות וניהול**

1 2 3 - - - אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00140610 ו- 00140606 ) או ( 00140619 ו- 00140618 )

שיטות ביצוע בהקמת גשרים, בסלילת כבישים, בכריית מנהרות תחבורה, בתימוך קרקע, בהנחת מסילות ברזל. חקרי אירוע בנושאי הליבה של ניהול פרויקטי תשתית, לרבות: ניהול התכנון, קידום זמינות ופינוי מטרדים, שיטות מכרזים ובחירת קבלן מבצע, התמודדות עם סעיפים חריגים, ניהול סיכונים.

**140702 תכנון תחבורה**

1 2 3 - 1 8 חורף + אביב + קיץ 4.5

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00140703, 00140713

מושגים בתכנון תחבורה, נתונים לתכנון תחבורה, מודלים מצרפיים ולא מצרפיים להתנהגות נוסעים וחיזוי הביקוש לתחבורה, חישוב מסלולים מינימליים והצבת תנועה, ניתוח רשתות תחבורה, הערכת פרויקטים תחבורתיים וניתוח תחבורתי בראיה בת קיימא. במעבדה הסטודנטים יתנסו בכלים שונים כולל ניתוח נתונים, תכנון לייצור רשתות תחבורה ותכנון תחבורה ואמידת מודלי ביקוש דיסאגרטיבי.

**140709 מעבדת דרכים**

1 - 2 - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0  
**מקצועות קדם: ( 00140731 )**

חקירת שתית ואיפיון הנדסי של חומרי המיסעה. בדיקות על חומרי סלילה: יחסי צפיפות רטיבות. מת"ק, גבולות אטרברג, משקל יחסי, פחיסות ואלונגציה, שחיקות לוס אנג'לס ושווה ערך חול. הרכבת פרקציות לחומרים גרנולריים. תכנון תערובות אספלט בשיטת מרשל ובשיטת המהדק הסיבובי. סיווג ביטומנים לפי שיטת PRHS. בדיקות שדה מצומצמות: צפיפות שדה, דקר דרום אפריקאי. הערה: קביעת הציון עפ"י מעקב במשך הסמסטר, מבחן מסכם, מעקב על העבודה המעשית ודו"ח מעבדה.

**140720 פרויקט מורחב בתחבורה - חלק ב'**

2 - 2 - 5 חורף + אביב + קיץ 2.5

תכנון ותכן של פרויקט בהנדסת תחבורה. הסטודנט בוחר נושא פרויקט מתוך רשימה שהוכנה על ידי המרצה. לימוד עצמי של הבעיה, הגדרת מטרות, יצירת חלופות, הערכה, בחירה של חלופה מועדפת, הכנת דו"ח טכני מפורט. הפרוייקט נמשך שני סמסטרים.

**140721 פרויקט בתכנון תחבורה**

2 - 2 - 5 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם: ( 00140702 )**

תכנון ותכן של פרויקט בתחבורה. לימוד עצמי של הבעיה, הגדרת מטרות, יצירת חלופות, הערכה, בחירה של חלופה מועדפת, הכנת דו"ח טכני מפורט.

**140722 פרויקט בהנדסת תעבורה**

2 - 2 - 5 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם: ( 00140733 )**

תכנון ותכן של פרויקט בהנדסת תעבורה. לימוד עצמי של הבעיה, הגדרת מטרות, יצירת חלופות, הערכה, בחירה של חלופה מועדפת, תכן פונקציונלי, הכנת דו"ח מפורט.

**140723 פרויקט בתכן גיאומטרי של דרכים**

2 - 2 - 5 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם: ( 00140779 )**

תכנון ותכן של פרויקט בהיבטים הגיאומטריים והבטיחותיים של דרכים. לימוד עצמי של הבעיה, הגדרת מטרות, יצירת חלופות, הערכה, תכן פונקציונלי, בחירה של חלופה מועדפת, הכנת דו"ח מפורט.

**140724 פרויקט במבנה דרכים**

2 - 2 - 5 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם: ( 00140731 ו- 00140710 ו- 00140709 )**

תכן של פרויקט במבנה דרכים וסלילה. לימוד עצמי של הבעיה, הגדרת מטרות, חקירת שתית וניתוח בדיקות מעבדה ושדה, תכן מבנה המיסעה, פתרון בעיות גיאומטריות. הכנת דו"ח טכני מפורט.

**140725 מבוא לתחבורה מסילתית**

1 - 2 - 4 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם: ( 00140731 ו- 00140730 ) או ( 00140718 ) או ( 00140779 ו- 00140731 )**

עקרונות התפעול הבקרה ותכן הגיאומטרי של מערכות מסילתיות. יחסי גלגל ומסילה, עקרונות חשמול המערכת. חישוב קיבולת, תכן התוואי והתחנות. תכן מתקנים שונים בתוואי ותקני תכן בין לאומיים.

**140735 מבוא לתכן מיסעות**

1 - 2 - - חורף 2.5

**מקצועות קדם: ( 00140104 ו- 00140409 )**

סוגי מיסעות, מאפייניהן, ביצוען וגורמי התכנון, הטרחות תנועה לתכנון חלוקת מאמצים במיסעה גמישה בעזרת המודל החד שכבתי והדו-שכבתי, חלוקתמאמצים במיסעה קשיחה, תכונות חומרי שתית ומיסעה, בעיות תפיחה והתמוטטות של שתיות, עיקרון הנזק המצטבר ויישומו בתכנון מבני מיסעות. תכן של מיסעות גמישות.

**140779 תכן גיאומטרי ותפעול דרכים**

1 - 2 - - חורף + אביב + קיץ 4.0

תכן גיאומטרי של דרכים בין-עירוניות: עקום אופקי, עקום אנכי. תכן גיאומטרי של צמתים: מבוא ועקרונות, נתיבי ימינה ושמאלה, איי תנועה, מרחב הראות מעגלי תנועה: תכן גיאומטרי וחישובי קיבולת. צמתים מיוחדים. זרימה, קיבולת ורמת שרות בדרכים מהירות, קטעי השתזרות, רמפות, נתיבי האצה והאטה ודרכים דו-נתיביות.

**140814 חשבון תאום 1**

2 - 3 - - 5 חורף + אביב + קיץ 4.0

**מקצועות קדם: ( 00140842 ו- 01040019 ו- 01040004 ) או ( 01040019 ו- 00140842 ו- 01040044 ) או ( 01040022 ו- 01040019 )**

**01040019 ו- 01040042**

תצפיות עודפות ושיטת סכום הריבועים הקטנים. מודל מתמטי, משוואות תצפית, (תאום מתוך) משוואות נורמליות. תאום קואורדינטות במישור, נעלם האוריינטציה. משקלים, וריאנס של משקל יחידה. חוק התפשטות השגיאות, מטריצת הקוריאנסים של הנעלמים, אליפסת השגיאות. תאום בשיטת התנאים. תאומרשתות איזון, צלעונים וצורות טריאנגולציה. תאום בשיטת משוואות תנאי עם נעלמים. תאום בשלבים. תאום עם אילוצים.

**140841 יסודות המיפוי והמידה 1**

1 - 2 - 4 חורף + אביב 3.5

**מקצועות קדם: ( 01040042 ) או ( 01040003 ) או ( 01040018 )**

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00160826, 00140873**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00140881**

צורת הארץ. מערכות קואורדינטות גיאודטיות. גיאודזיה גבוהה ונמוכה. מקורות מידע גיאודטי: מדידות קרקעיות, צילומי אויר, לווינים ( SPG ) וחישה מרחוק. נושאים בסיסים בתורת השגיאות. מדידת כיוונים זוויות. מדידת מרחקים. מדידת הפרשי גובה. מפוי פלינימטרי וטופוגרפי ( SIG ). חישוב שטחים ונפחים. מבוא לאינטרפולציה.

**140845 תכנות מונחה עצמים למידע גיאוגרפי**

1 - 2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם: ( 02340128 )**

תכנות מונחה עצמים למידע גיאוגרפי. התמרות מישוריות. מבני נתונים במיפוי. ישויותמרחביות ופעולות בסיסיות ביניהן. מבוא לאלגוריתמים בתחום הגרפיקה הממוחשבת.

**140849 גיאודזיה מתמטית**

1 - 2 - - 5 חורף + אביב + קיץ 4.0

**מקצועות קדם: ( 00140848 ו- 00140842 )**

אליפסואיד סיבוב כמשטח יחוס גיאודטי. חישובים על גבי האליפסואיד. פתרון הבעיה הגיאודטית הישירה וההפוכה. דאטום של מערכת יחוס גיאודטית. מעבר בין דאטומים. היטלים של הכדור והאליפסואיד על גבי מישור. היטל קסיני. היטלים קונפורמיים של האליפסואיד: מרקטור ישר ורחבי (היטל ). MTU היטל קוני וסטריאוגרפי.

**140852 מדידות ג'פ.ס.**

3 2 1 - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0  
**מקצועות קדם:** ( 00140851 )

מערכת לווניו ה-SPG כמכשיר מדידה מוביל בתחומי המדידות ההנדסיות, מדידות לצרכים פוטוגרמטריים ומדידות לבניה ועדכון מערכות מידע גיאוגרפיות. שיטות מדידה סטטית, סטטי מהיר, קינמטי, OG DNA POTS ו-KTR. שיטות לסימון והתוויה, תוכנות לעיבוד מדידות SPG, תאום רשתות המדודות ב-SPG והתמרה בין רשתות.

**140853 מדידות הנדסיות מיוחדות**

2 2 - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0  
**מקצועות קדם:** ( 00140851 )

מדידות גיאודטיות מדויקות בפרוייקטים הנדסיים מורכבים. מדידות למעקב אחר תזוזות ועיוותים. איזון הידרוסטטי. שימוש בלייזר ובמתקן ג'ירוסקופי במדידות הנדסיות. היכרות עם ציוד מדידה מתקדם. פרקים נבחרים בשיזור אופטי בתעשייה.

**140856 עיבוד וניתוח מידע מרחבי תלת ממדי**

2 2 - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0  
**מקצועות קדם:** ( 00140843 ו- 00140855 )

שיטות קלט נתונים תלת-ממדיים של השטח: מפות רסטוריות, פוטוגרמטריה, לייזר, רדאר. מבני נתונים מוסדרים ולא מוסדרים ומבנים היררכיים. ייצוגי רציפות טופוגרפית. שיטות אינטרפולציה של נתונים תלת-ממדיים ושל הטופוגרפיה. ניתוח משטחים וטופוגרפיה. יישומים: חישובי נפחים וניתוח שינויים, שיטות לחישוב קווי ראייה ואזורים נראים, ניתוחים מורפולוגיים, ניתוחי זרימה.

**140857 מערכות מידע גיאוגרפי 1**

2 2 - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0  
**מקצועות קדם:** ( 00140877 ו- 00140878 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 00160803  
**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00140872

ממ"ג וקטורי, רסטרי, וממ"ג משולב ב-D2 ו-D3. אירגון נתונים כשכבות, גיאודאטה, שדות אובייקטים. ניתוח איכות, בקרת איכות, תקנים ומאטה דאטה. שליפת מידע באמצעות שאילתות, הפקת מידע, חקירת מידע וביצוע ניתוחים מרחביים. ניתוח רשתות, זמן ודינמיקה בממ"ג. הצגת המידע בצורת מפות ודו"חות. ייצוג ויישומים של פני השטח בסביבת ממ"ג. עקרונות של מימוש ויישום פרויקט באמצעות ממ"ג בדגש על סביבה הנדסית.

**140859 מיפוי ימי**

2 2 - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0  
**מקצועות קדם:** ( 00140863 ו- 00140842 ו- 00140877 )

ניווט ימי - מפות ימיות, מערכות ניווט. הידרוגרפיה - סטנדרטים, אמצעי מדידה. בקרה אופקית בים - ניווט אלקטרוני. סקר (מדידה) הידרוגרפי - תכנון ודיווח. שילוב מדידת גאות ושפל בסקר. השפעת התפשטות הקול במים על מדידת עומק.

**140866 סמינר במיפוי וגיאואינפורמציה**

2 - 2 חורף + אביב 1.5  
**מקצועות קדם:** ( 00140889 ו- 00140857 ו- 00140856 ) או ( 00140851 ו- 00140852 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 00140823

הצגת נושא טכני באחד מתחומי המיפוי והגיאואינפורמציה. הסטודנט משתלם בנושא בחירתו באופן עצמאי, אוסף נתונים ומידע מתוך הספרות ומגיח אתסיכומו בצורת הרצאה ובכתב.

**140867 פרויקט בגיאודזיה ומדידות 1**

2 2 - 5 חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00140888 ו- 00140851 ו- 00140853 )  
**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 00140824

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00140875

הכנת פרויקט באמצעות המחשב באחד משטחי הגיאודזיה והמדידה: מדידות לווניויות, מדידות הנדסיות, מדידות קדסטרליות, גיאודזיה מתמטית וגיאודזיה פיזית. הדגש הוא על לימוד עצמי של בעיה גיאודטית, יישום הלימודים הקודמים, השוואת פתרונות, ביצוע אחד הפתרונות, דיווח טכני.

**140868 פרויקט מתקדם במיפוי וגיאואינפו'**

2 2 - 6 חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00140867 ) או ( 00140869 )  
**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 00140825

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00140875, 00140876

ביצוע מעשי של פרויקט בשטחי הגיאודזיה המיפוי והמדידה. הדגש הוא על לימוד עצמי של נושא הפרוייקט, הכרת הציוד, הצעת תהליכי מדידה שיענו על המטרות, עריכת מדידות וחישובים, ניתוח התוצאות, דיווח טכני.

**140869 פרויקט במיפוי ספרתי 1**

2 2 - 6 חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00140889 ו- 00140857 ו- 00140856 )  
**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 00140824

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00140876

פרוייקט באחד משטחי המיפוי הספרתי: כרטוגרפיה ומיפוי ממוחשב, פוטוגרמטריה וחישה מרחוק, מערכות מידע גיאוגרפי. הפרוייקט יכלול בחירת נושא והגדרת מטרה, לימוד חומר רקע, הכרת ציוד ותוכנה רלבנטיים, בחינת אלטרנטיבות למימוש, תכנון שלבי הביצוע, ביצוע העבודה המעשית. סיכום מהלך הפרוייקט והסקת מסקנות יוגשו בדו"ח מסודר.

**140877 כרטוגרפיה ומבוא לממ"ג**

2 1 2 - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0  
**מקצועות קדם:** ( 00140842 )

כרטוגרפיה כהליך תקשורתי, סוגי מידע למיפוי, עקרונות הממ"ג, סימבוליזציה, קישור בין טבלאות נושאות ואובייקטים כרטוגרפיים, הכללה, דיוקי מפות, היטלים כרטוגרפיים, הפקת המפה בסביבת ממ"גית, תשאל מידע בממ"ג.

**140878 מיפוי ממוחשב**

2 2 2 - 5 חורף + אביב + קיץ 3.5  
**מקצועות קדם:** ( 00140846 ו- 00140842 )

אלגוריתמים לעיבוד גיאומטרי של מידע גיאוגרפי וקטורי. מבנה נתונים של מפה וקטורית דו-ממדית. מבנה נתונים של מפות רסטוריות. טופולוגית תאים לניהול מידע וקטורי.

**140881 יסודות המיפוי והמדידה ג'**

2 2 2 - 4 חורף + אביב + קיץ 3.5  
**מקצועות קדם:** ( 01040003 ) או ( 01040018 ) או ( 01040042 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00160826

צורת הארץ. מערכות קואורדינטות גיאודטיות. גיאודזיה גבוהה ונמוכה. מקורות מידע גיאודטי: מדידות קרקעיות, צילומי אוויר, לווניום ( SPG ) וחישה מרחוק. נושאים בסיסים בתורת השגיאות. מדידת כיוונים זוויות. מדידת מרחקים. מדידת הפרשי גובה. מפוי פלנימטרי וטופוגרפי ( SIG ). חישוב שטחים ונפחים. מבוא לאינטרפולציה.

**140966 פרויקט בהנדסה סביבתית 2**

--- 5 - חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: (00640010) או (00140301)

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00740141

פרויקט תכנוני או מחקרי בתחום הנדסת הסביבה, הכולל: לימוד עצמי של בעיה הנדסית. מדעית, השוואת פתרונות שונים או תכנון מערך ניסויים, הכנת תוכנית לאחד הפתרונות ודיווח טכני, או ביצוע ניסויים והסקת מסקנות.

**140972 משאבות ומערכות שאיבה**

1 2 --- חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: (00140205)

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00740160, 00760813

הכרת מבנה, אופן פעולה ואופיין משאבה של משאבות צנטרפוגליות ומנתיות. סוגי מערכות שאיבה וניתוח עקום התנגדות מערכת. חיבור משאבות במקביל ובסדר, בחירת משאבה בהתאם למערכת. חוקי הדמיות ושימוש בממירי תדר. עומד יניקה נדרש ונדקי קוויטציה, השפעת סוג הנוזל על מערכת השאיבה. תופעת הלם מים והתמודדות. תכנון תחנות שאיבה.

**140979 מבוא לפיסיקה של אטמוספירה**

2 3 --- 8 חורף + אביב 4.0

מקצועות קדם: (00140211 ו-00540316) או (00360035 ו-00140214)

מקצועות קדם: (00140211 ו-00360035) או (00540316 ו-00140214)

הקורס עוסק במושגי יסוד בפיסיקה של האטמוספירה וכולל תיאור כמותי של תהליכי מעבר חומר, תנע ואנרגיה באטמוספירה: תרמודינמיקה (אטמוספירה אדיאבטית, יציבות), מעבר אנרגיה בקרינה (קרינת שמש, קרינה ארוכת גל, שווי משקל קרינתי, אנרגיה סולרית), מאזני אנרגיה, שינויי אקלים, דינמיקה (זרימה ברום, לולין אקמן), תופעות אטמוספיריות בסקאלות מרחב וזמן גלובליות וסינופטיות.

**150001 סביבה וצמחים**

2 --- 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: (00150904)

הקורס יעסוק בנושאים הבאים: מקום הצמחים בביוספירה. צורות חיים. תצורות צומח. השפעות אקלים, קרקע ושריפות. מאזן המים בצמח. מינרלים, הזרימה בעצה ובשיפה. מנגנונים ואקולוגיה של פוטוסינתזה. הורמונים צמחיים. מצבי עקה. רעייה, טפילות וטריפה. הדדיות בין צמחים לבעלי חיים. טיוב סביבתי בעזרת צמחים. דלק מצמחים. תגובות הצומח לשינויי אקלים.

**150007 מכניקה יישומית 1**

2 3 --- 5 חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות קדם: (01040019)

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00740131, 00340028

הערה: 114051 או 114077 יהווה קורס צמוד רק למסלול בהנדסת גיא-אינפורמציה. שקול כוחות ומומנטים, צמדים, דיאגרמת גוף חופשי, שווי משקל של מערכות במישור ובמרחב, מסבכים ומסגרות, חיכוך, גלגלות, מרכזי כובד, עומסים מפולגים, מומנט אינרציה, מהלכי כוחות ומומנטים בקורות, הגדרת מאמצים ועיבורים, מאמצי כפיפה בקורה, חתכי קורה הטרורגניים, מאמצי גזירה בפיתול, סעיות סטטיות בלתי מסוימות, טרנספורמציה של מאמצים ומאמצים ראשיים, קריטריוני כשל ועקרונות תכן הנדסי.

**140882 ניהול מקרקעין**

2 --- 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: (00140888)

חוקי ניהול המקרקעין. תקנות המודדים. מוסדות המעורבים בניהול ותפקידם הסדר קרקעות. רישום זכויות. תמורות בהסדר. תב"ע ותש"צ. ייעודי ושימושי קרקע. זכויות בנייה. יסודות שמאות מקרקעין. רכישה, חכירה ושכירות. רכישות כפופות. עקרי מיסוי. קשרי ניהול עם מערכות פיננסיות, ועדות התכנון והבנייה ורשויות מקומיות. זכויות וחובות המודד והמוסדות מולם הוא עובד.

**140888 קדסטר 1**

2 2 3 - 5 חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות קדם: (00140863 ו-00140842 ו-00140829)

תקנות המדידה, מדידות ומיפוי 2016. הנחיות המנהל לביצוע תכניות לצורכי רישום. סדר פעולות בתצ"ר, פרק ג' סימן ז' ופרק ד' לחוק התכנון והבניה. שחזור גבולות, התמרות, הכנת תצ"ר ותת"ג. מפרט חני"ת להגשת תצ"ר ותת"ג. הגשת תכניות לביקורת.

**140889 פוטוגרמטריה 2**

2 2 2 - 4 אביב 3.5

מקצועות קדם: (00140855) או (00140843)

מודלי אוריינטציה מתקדמים. פוטוגרמטריה מבוססת קווים. פרויקטיביות בדרו- ותלת-ממדי והייצוג ההומוגני. אופטיקה וכיול מצלמות. ייצוג מטריצות סיבוב. מודלים לינאריים בפוטוגרמטריה. הגיאומטריה האפיפלורית- המטריצות היסודיות והחיוניות. יישור אפיפלורי של תמונות. נקודות מגוז והשימוש בהן. מיפוי תלת ממדי מבוסס תצלום בודד.

**140935 שיטות מדידה**

1 3 - 5 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: (00140205 ו-00140003 ו-01140052) או (01140052 ו-00140205 ו-00940480)

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00740137

מונחים: גודל נמדד, דיוק, היסט, שגיאה, אי-ודאות, כושר הבחנה, סף גילוי, היסטורה. מערך כיוול. עקרון פעולה של חיישנים בסיסים. של חיישנים בסיסים. ביצוע ניסויים בנושאים קשורים להנדסת מים: מדידת כוחות סילון, עקומות שאיבה, מאפייני זרימה וכו'.

**140942 הנדסה הידרולית ומאגרים**

3 3 --- 1 חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: (00140205 ו-00140212 ו-00140977)

היבטים יישומיים של מאזני מים, סכמות זרימה ועקומי התנגדות, שיקולים כלכליים, עקרונות תכן מובלים פתוחים, תעלות, בריכות, מאגרים, קידוחים ותחנות שאיבה במפעלי מים, הטיית מים, סכרים, מגלשים ומשככי אנרגיה, ניתוח הילוך גאות, מיחתור, יציבות מדרונות, חלחול והפסדים ממאגרים, שיטות איטום, עבודות עפר, מתקנים במאגר.

**140956 מבוא לכימיה של הקרקע**

2 2 - 4 חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: (01240120) או (01250001)

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00740101, 00140960

הרכב הקרקע, מינרלי חרסית, הווצרות קרקעות, מיון קרקעות ישראל, שיכבה חשמלית כפולה, חילוף יונים וספיחה, פלוקולציה - דיספרסיה, קרקעות גירניות, מלוחות, חומר אורגני בקרקע, מעגל החנקן, הזנת הצמח, פעילות חקלאית וזיהום סביבתי. הקורס כולל סיור קרקעות חובה.

**150017 ציוד מערכות ושיטות בעבודות עפר**

1 2 - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: ( 00150013 ) או ( 00140409 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00740040

תחומים בעבודות עפר: הנדסה אזרחית, חקלאות ומכרות. ציוד לעבודות עפר-תאור, שמושים, בצועים והערכה לתפוקות: תוכנות הדמיה לאופטימיזציה שלציוד ומערכים. טיפול בסלע - קידוח, פיצוץ וריטוש. העמסה והובלת עפר ואבן. הדוק קרקעות. מבוא לפצוצים הנדסיים. התאמה של ציוד ומערכים למפרטי הבצוע וגורמי האתר. כלכלה של ציוד מכני בבעלות עצמית בשכירות, או במיקור חוץ. עלויות קבועות, משתנות ותקורה. ערך שרידי, תחשיבים להחזר הון, נהול עבודות עפר, מערכים משולבים, לוגיסטיקה. חשובי התפוקה של צוות משולב. קביעת גודל הצוות. זמינות מכנית. כוח אדם להפעלה וניהול פרויקטים. חוקי תעבורה לשינוע ציוד בכבישים. לוגיסטיקה בהפעלת ציוד מכני תחזוקה וניהולה. חוקי המכרזים לפרויקטים של עבודות עפר. עקרונות הבטיחות בהפעלת ציוד מכני הנדסי.

**150019 מבוא לבקרה**

1 2 3 - 4 חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות קדם: ( 02340128 - 01040131 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00740061

מבוא. אלגברה לינארית. מרחב המצב. פתרון משוואות המצב בציר הזמן. פתרון משוואות המצב באמצעות התמרה. אינטגרל הקונבולוציה. טורי פוריה. פונקציה. מטריצת תמסורת. תגובת מערכת לינארית לכניסה אקראית. תירגולים במטלב. מערכת לינארית בעלת קלט אחד פלט אחד בחוג פתוח וסגור. שיטות בקרה DIP, IP, P, FFO-NO. משפט הערך ההתחלתי והסופי. מבוא לחישוב ודימוי אנלוגי ודיגיטלי. תגובה דינמית של מערכות בקרה, SUCOL TOOR. תגובת תדירות דיאגרמות SLOHCIN EDOB, קריטריון יציבות של, TSIUQYN עורך הגבר ועורך מופע, רגישות, GNIPAHS POOL. דוגמאות בקרה של מערכות חקלאיות ותהליכים בטבע.

**160144 מבוא לאלמנטים סופיים**

1 2 - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00140143 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00360015

יסודות של תורת האלסטיות ותורת הפלטות. דיסקרטיזציה של מבנה ומושג האלמנט הסופי. אלמנט סופי של מוט וקורה. אלמנטים מישוריים. אלמנט פלטה, אלמנט תלת-מימדי. טכניקת חישוב באלמנטים סופיים.

**160206 מכניקת זורמים סביבתית**

1 2 - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00140214 )

קינמטיקה: טנסור קצב העיבור, טנסור הערבוליות, קווי ערבול וצירקולציה. מאמצים בשדה זרימה: נוזלים ניוטוניים ולא ניוטוניים. גישות לאגראנג' ואוילר: מערכת נפח בקרה, משוואות שימור, קירוב בוינסקי. זרימה צמיגה: משוואות נאויה-סטוקס, אופי המשוואות, פתרונות מדויקים ונומריים. תיאוריית הזרימה הפוטנציאלית: שימושי תורת הפונקציות, שיטות פתרון אנליטיות ונומריות. מבוא לזרימה טורבולנטית: משוואות שימור ממוצעות, דיפוזיה טורבולנטית, אנלוגית רנולדס. שכבות גבול: תיאורית שכבת הגבול, שכבות גבול למינריות וטורבולנטיות, שימושים למעבר חום ודיפוזיה. זרימות אופייניות בנושאי הנדסת הסביבה ומשאבי מים: זרימות במובילים, זרימות אטמוספיריות, זרימות ימיות ואוקייניות, זרימות בסביבה נקבובית.

**160211 הידרולוגיה של נגר על קרקעי**

1 2 - - 5 חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: ( 00140205 - 00140212 )

הגדרת תחום ההתנקזות כמערכת. סקירת התהליכים ההידרולוגיים בתחום ההתנקזות. כושר חידור. הגדרה של גשם עודף ושל נגר על קרקעי. השימוש בהידרוגרמת יחידה רגעית. שיטות לניתוח הקשר בין הנגר העל קרקעי לבין הגשם העודף. מודלים של מערכת הנגר העל קרקעי. בעית הלינאריות במודלים הידרולוגיים. מודלים הידרולוגיים לייצור סינתטי של נתונים הידרולוגיים.

**160223 הידרולוגיה של מי תהום: זרימה, הסעת מומסים**

1 3 - 3 חורף + אביב + קיץ 4.5

מקצועות קדם: ( 00140977 - 00140006 )

עקרונות הידרולוגיה של תת הקרקע, פיתוח משוואות מאזן ופתרון למצב תמידי ולא תמידי, מבחני שאיבה, הסעת מומסים, הסעה ודיפרסיה, משוואות מאזן למומסים פתרונות אנליטיים ונומריים, הסעה ריאקטיבית, שיקום אקוויפרים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לנסח בעיות תנועת מים במי תהום ולפתור אנליטית בעיות פשוטות. 2. לנסח בעיות מורכבות בנושא תנועת מומסים במי תהום, ולפתור אנליטית בעיות פשוטות. 3. להכיר מספר טכניקות לשיקום אקוויפרים וקרקע

**160303 מעבדה לאיכות האויר**

1 - 2 - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00160302 )

עקרונות הדגימה והאנליזה של מזהמי אויר גזיים וחלקיקיים. קביעת תכולת חלקיקי גופרית, ניטרטים, כלורידים ומתכות באירוסולים ובאבק שוקע. אנליזה כימית של מי גשם. שימוש בגז כרומוטוגרף וספקטרוסקופיה בתחום האינפרא-אדום לאנליזה של מזהמים אורגנים. מדידות קרינה ע"י סולרימטרים וניתוח כמותי של ריאקציות פוטוכימיות.

**160306 זיהום אויר**

1 3 - - - 3 חורף 3.5

מקצועות קדם: ( 01240120 - 01250001 )

מזהמי אויר ראשוניים ושניוניים, מקורות ואפקטים, אירוסולים - תכונות פיסיקליות וכימיות ריאקציות פוטוכימיות, אוזון סטרטוספרי, פיזור אטמוספרי של מזהמי אויר, איכות אויר פנים מבני, מדידות וניטור איכות האויר, טיפול מנהלי ותחיקתי בזיהום אויר, וטכנולוגיות טיפול במזהמי אויר גזיים וחלקיקיים לשם הפחתת פליטות.

תוצאות למידה:

הסטודנטים יכירו את מזהמי האויר העיקריים, יבינו לעומק את התהליכים הכימיים המעורבים בתופעות זיהום אויר (כגון ערפיח פוטוכימי, גשם חומצי ופגיעה בשכבת האוזון הסטרטוספירית). בנוסף, הסטודנטים ירכשו כלים לחישוב פיזור של מזהמי אויר באמצעות מודלי פיזור גאוסיינים וכן הבנה בסיסית של מדיניות וטכנולוגיות להפחתת פליטות של מזהמי אויר גזיים וחלקיקיים.

**160338 טכנולוגיות טיפול בפסולת מוצקה**

2 - 2 אביב 3.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00190326**

סוגים של פסולת (עירונית, מעורבת) הרכב, כמויות, חוקה בישראל ובעולם סילוק והובלה של פסולת עירונית, קבורה סניטרית, תשטיפים, עיכול אנאירובי, ביוגז, מיון (טרומל, ממין בליסטי, מפריד אדי) מחזור של פסולת מוצקה, קומפוסטציה, טיפול טרמי (שריפה, פירוליזה, גזיפיקציה, פלזמה), תרשימי זרימה, במסגרת הקורס סטודנטים יבקרו באתר טיפול ומחזור של פסולת. הרכב ציון סופי בקורס: נוכחות בתרגילים והגשת תרגילי בית (15 אחוז מהציון הסופי). הגשת תרגיל מסכם (השתתפות והגשת דו-ח סיור) 01 אחוז מהציון הסופי. (בחינת סוף סמסטר) 57 אחוז מהציון הסופי (תוצאות למידה: בסיום הסטודנטים יידעו שיטות טיפול ואספקטים שונים של סילוק של פסולת מוצקה: סוגים של פסולת עירונית, מעורבת) הרכב, כמויות, חוקה בישראל ובעולם, סילוק והובלה של פסולת עירונית, קבורה סניטרית, תשטיפים, עיכול אנאירובי, ביוגז, מיון (טרומל, ממין בליסטי, מפריד אדי) מחזור של פסולת מוצקה, קומפוסטציה, טיפול טרמי (שריפה, פירוליזה, גזיפיקציה, פלזמה), תרשימי זרימה, במסגרת הקורס סטודנטים יבקרו באתר טיפול ומחזור של פסולת

**160421 חקירות שדה בגיאומכניקה**

2 - 3 חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם: (00140411) או (00140409)**

**מקצועות זהים: 00180421**

בדיקת תכונות קרקע באתר, החדרה תקנית, החדרה סטטית של קונוס, בדיקות פרסימוטריות, מדידת דפורמציות, מדידת שינויי שפוע, מדידות גיאופיזיות, ניסוי העמסה על פלטות וכלונסאות.

**160513 קיימות בבנייה**

1 1 2 - - חורף 3.0

**מקצועות קדם: (00140505)**

עקרונות ושיטות להערכת קיימות ו-LCA בתכנון ותפעול מבנים ותשתיות, שאריות תעשייתיות כמשאבים יקרי ערך עבור הדורות הבאים, סכנות בריאותיות בסביבת הבניין, טכנולוגיות טיהור/סילוק של פסולות, דוגמאות למחזור/שימוש חוזר בייצור בטון, אגרגטים, צמנט, מוצרי גבס, חישוב טביעת רגל פחמן, חקיקה ורגולציה. \_\_\_\_\_

תוצאות למידה:

- עם סיום מוצלח של הקורס, הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלות ומסוגלים: 1. להבין את גישת הקיימות המיושמת בתכנון, עיצוב, בנייה, תפעול ושיקום של מבנים ותשתיות עמידים וברי קיימא.
- להבין את השימושים והמגבלות של שימוש חוזר בשאריות תעשייתיות ופוסט-צרכניות בחומרי בנייה (כלכלה מעגלית) \_\_\_\_\_.
- ליישם כלים מערכתיים (למשל, תוכנה להערכת מחזור חיים) כדי להעריך את הפשרות הסביבתיות והכלכליות בעת בחירת חומרים לתכנון בניינים. \_\_\_\_\_
- להשתמש בכלים ובתוכנות מסחריות להערכת מחזור חיים (LCA).

**160713 בקרה אופטימלית - תיאוריה ויישומים בתחבורה**

3 - 5 חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם: (00140004)**

הבעיה הכללית של תורת הבקרה האופטימלית. הלמה של VOTORK והתנאים המספיקים של VOTORK-NAMLLEB. עיקרון של NIGAYRTNOP. אילוץי גבול ותנאי טרנסוורסליות. מצבים ופתרונות של "החלקה". פתרונות סינגולריים. בקרה אופטימלית של צמתים מרומזרים מבודדים. בקרה היקפית אופטימלית שלרשתות דרכים עירוניות. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט ידע: 1. לנסח בעיות בקרה אופטימלית בתחבורה ובתחומים אחרים. 2. יחזיק באמתחתו כלים מתמטיים לגזירת פתרונות אופטימליים אנליטיים ו.או לניסוח תנאים מספיקים למציאת פתרונות אופטימליים בצורה נומרית. 3. ידע לתכנן בקרה אופטימלית לצמתים מרומזרים מבודדים. 4. ידע לפתור את בעיית הבקרה ההיקפית האופטימלית לרשתות תחבורה קנה מידה גדול.

**160715 יישום למידת מכונה בתכנון תחבורה**

2 2 - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם: (00140003 ו- 02340128 ו- 00140702)**

**160815 פוטוגרמטריה ספרתית**

1 1 2 - 6 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם: (00140855 ו- 00140843)**

שימוש בתצלומים ספרתיים ליצירת אורתופוטו ומפות פסיפס. מערכת הראיה של האדם והשלכותיה על תהליכים פוטוגרמטריים. עיקרון מרחב הקנ"מ ונקודות עניין. התאמות בין תצלומים ספרתיים: גישות מבוססות גוון, התאמת פרטים, התאמה סימבולית. אילוצים גיאומטריים ואסטרטגיות להתאמה. גישות מבוססות אופטימיזציה גלובלית.

**160818 היבטים בקדסטר מודרני**

2 2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם: (00140888)**

קדסטר בעולם, תכנית בניין עיר והפקעות, נוהלי ביצוע הסדר מקרקעין, משבצות חקלאיות, הכנת תכנית בניין עיר של חלוקה חדשה המתוכננת ללא תשלומי איזון, מבוא לקדסטר אנליטי ותלת-מימדי.

**160820 חישה מרחוק למיפוי סביבתי**

2 2 - 3 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם: (00140890)**

חישה מרחוק של אורכי גל הראדאר והאינפרא-אדום התרמי, שיטות פתרון עירובים ספקטריים (GNIXIMNU LARTCEPS), שילובי מידע בחישה מרחוק סביבתית, תכונות ספקטרליות של קרקע, צומח ומים. חישה מרחוק של איזורים ים תיכוניים.

**160829 סדנה בהערכת שווי מקרקעין**

1 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.0

הערכת שווי מקרקעין במקרי בוחן של סוגי מקרקעין שונים: שינוי ייעוד קרקע חקלאית, היטל השבחה, פגיעה במקרקעין, הערכת נכסים לבטוחות, שוויזכויות חוכר ומחכיר, פיצוי הפקעות לצרכי ציבור, איחוד וחלוקה מחדש, הערכת שווי נכסים מיוחדים. הערכת שווי נכסים באזורי פיתוח, עסקות תמורה (קומבינציה), הערכת נכסים תפוסים ע"י דיירים מוגנים, הערכת קרקעות של מינהל מקרקעי ישראל.

**160833 שירותים מבוססי מיקום**

2 - 2 - - אביב 2.5

**מקצועות קדם: (00140857)**

מערכות מידע גיאוגרפיות כבסיס לשירותים מבוססי מיקום, מבנה אפליקציה מבוססת מיקום, ארכיטקטורת יישום גיאוגרפי ברשת האינטרנט, צד השרת ביישום הגיאוגרפי, צד הלקוח ביישום הגיאוגרפי.

**160837 למידת מכונה בהנדסה גיאומטרית**

2 2 - - - חורף 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01040003 - 01040019 - 02340128 - 00140003 )

עושר המידע הגיאומטרי באמצעות שימוש בשיטות האחרונות המאוחרות והחלל מאפשר לחקור תהליכים גיאומטריים וסביבתיים על פני כדור הארץ ובמערכת השמש בדיוק חסר תקדים. עם זאת, נפחי המידע הגדולים הביאו עימם אתגרים גדולים באיסוף, תיגוף וניתוח המידע באופן אוטומטי וכמותני. לאחרונה, שיטות מתחום למידת המכונה העמוקה הביאו למהפכה בכריית מידע תמונתי, ניתוח סדרות-זמן וגילוי אנומליות. השימוש בשיטות אלו, בשילוב עם הנמקה כמותנית וכלים סטטיסטיים - המכונה לעיתים "מדע נתונים" (DATA SCIENCE) - התבסס לאחרונה כלים העיקריים המשמשים בניתוח מידע גיאומטרי וחזותי. הקורס יסקור שיטות מבוססות למידה עמוקה (רשתות נוירונים) לניתוח מידע חזותי וגיאומטרי. בדגש על שימוש מעשי בכלים פופולריים: מבחנים סטטיסטיים וערכי מובהקות (P), ניקוי מידע ועיבוד מקדים, רגרסיה ו-SVM, למידה בלתי-מונחית (PCA), אוטו-אנצודר (AUTOENCODER) ורשתות קונבולוציה כגון YOLO, MASK-RCNN ו-MASK-RCNN. בסיום הקורס ישלמו הסטודנטים פרויקט במחקר מבוסס-נתונים.

תוצאות למידה

בסיום הקורס, הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לנסח השערת מחקר עבור חקירה-מונחית נתונים.
2. להכין ולנקות מסד נתונים גולמי ולאמן רשת נוירונים כדי לזרז ולעבד מידע.
3. להשתמש בכלים מתחום הלמידה הלא-מפוקחת כדי לסווג, לקטלג ולבצע ניתוח אשכולות
4. לבחון את ההשערה המדעית באמצעות מסד הנתונים המעובד, תוך שימוש במבחנים סטטיסטיים.

**170001 מערכות אקולוגיות**

3 1 2 - 2 - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00140968 )

**מקצועות זהים:** 00750001

שיטות דיגום ושיטות ניתוח סטטיסטי של פרמטרים אקולוגיים. קשרים בין גודל שטח למגוון מינים. תיאורית הביולוגיה האורגנית של איים ויישומה במערכות אקולוגיות. מדדי מגוון מינים. קיטוע והשפעותיו. דגמי תפוצה מרחביים. מודלים מתמטיים באקולוגיה. בחירת שטחים לשימור. דרכי ניהול ומימשק מערכות אקולוגיות.

**170003 מערכות ובקרה**

2 2 - - 4 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00150019 ) או ( 00540314 ) או ( 00440191 )

**מקצועות זהים:** 00760205

רכיבי רובוטים ומערכות אוטונומיות, חיישנים, עיבוד נתוני חישה, פרקים בבקרה לא ליניארית של רובוטים ניידים ובקרה עמומה. הכרה ותכנות ארכיטקטורות לרובוטים ניידים, ארכיטקטורת NOITPMUSBUS, בקרה היברידית ומערכות מבוססות התנהגויות. בקרת מערכות נבונות מפוקחות מפעיל אנושי. תרגילים עם MROTSDNIM OGEL.

**170012 פיזיקה של סביבה נקבובית**

2 1 - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00140977 - 00140006 )

קורס המשך של מבוא לתהליכי זרימה וזיהום בקרקע בנושאי זרימת מים, אוויר ומומסים בתוך נקבובי בלתי רווי. נושאים: פיתוח של משוואת ריצ'רדס, מודלים של עקום תאחיה ומקדם המוליכות בתנאי אי-רוויה, פיתוח של חוקי דרסי, משוואת ברניקמן ומשוואת פורשהיימר, ניתוח תופעת האינפילטריציה ע"י השוואה בין מודלים אנליטיים ופתרונות נומריים, דינמיקה של חזיתות והתמרת בולצמן, ניסוח משוואת תנועת המומסים, התאדות, תנועת גזים ואדים.

**170033 מבוא לכומטריה**

2 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00140935 - 02340128 ) או ( 02340112 ) או ( 02340112 - 00140935 ) או ( 00140006 )

עקרונות שיטות ספקטרוסקופיות נפוצות: אינפרא אדום קרוב ובינוני, בליעה בתחום הנראה אולטרא סגול, פלואורסנציה. מבוא לשפת תכנות BALTAM. שיטות כימומטריות SLP, ACP, SLP, CAFARAP, SLP רב מימדי, אנליזת TELEVAW רשתות עצביות. ישום השיטות הנלמדות ב-BALTAM עבור מספר דוגמאות קשורות לסביבה קרקע, חקלאות ומזון.

**180105 אופטימיזציה טופולוגית של מבנים**

2 1 - 8 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00140104 - 00140143 - 00340028 - 00340056 )

**מקצועות קדם:** ( 00840135 - 00840135 )

אופטימיזציה טופולוגית של מבני מסבך; אלמנטים סופיים לרצף אלסטי; אופטימיזציה של משטח בעל עובי משתנה למינימום היענות; אופטימיזציה טופולוגית למינימום היענות באמצעות קריטריון אופטימלי; שיטות אופטימיזציה כלליות, שיטת MMA; פונקציות הטלה וניסוח רובוסטי; פתרון לפונקציונלים מעבר להיענות: תכן מכניזמים גמישים, מקסימיזציה של תדר עצמי ראשון, מינימיזציה של מאמץ מקסימלי; הרחבה לבעיות תלת-ממדיות: ניסוח פילטר מבוסס מד"ח, התאמת הפרודורות לחישוב ממוקבל; ייצוגים מתקדמים לאופטימיזציה טופולוגית: שיטות מבוססות על תזוזת שפה ועל הטלות גיאומטריות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לנסח בעיות בתכן מבנים כבעיות אופטימיזציה.
2. ליישם באופן עצמאי ב אמצעות תכנית מחשב הליכי אופטימיזציה טופולוגית של מבני מסבך ומבני רצף דו-ממדי לדרישות תפקודיות עיקריות, כגון מינימיזציה של היענות, מקסימיזציה של תדר עצמי ראשון ומינימיזציה של מאמץ מקסימלי.
4. למתעניינים במחקר: לקרוא מאמרים עדכניים בתחום ולהתחיל מחקר עצמאי.
5. למתעניינים בהשתלבות בתעשייה: ליישם אופטימיזציה טופולוגית בתהליכי התכן.

**180106 נושאים נבחרים בהנדסת מבנים: אי ודאות באנליזה**

2 2 - - 7 חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 00140104 - 00140143 - 00140003 - 00340058 )

**מקצועות קדם:** ( 00840135 - 00840135 - 00940411 )

הקורס יעסוק באי ודאות באנליזה ותכן של רכיבים מבניים, יספק היכרות עם המושגים הבסיסיים בתחום, ויקנה היכרות מעשית עם מגוון גישות ושיטות מתמטיות לתיאור התנהגות ותפקוד מבניים בתנאי אי ודאות. תוכן ספורט: אי ודאות ומקורותיה השונים; מידול אי ודאות במערכות מבניות; משתנים אקראיים, תהליכים/שדות אקראיים; מקדמי בטחון ואנליזת אמינות; אנליזה אקראית מבוססת דגימה; שיטות פרטורבציה סטוכסטית; פירוק ספקטראלי של שדות אקראיים ואנליזה ספקטראלית; מטא-מודלים, למידה סטטיסטית, ומושגי בסיס בלמידת מכונה; אנליזת רגישות. תוצאות למידה: עם השלמת הקורס בהצלחה, הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לנסח מחדש בעיות מוכרות באנליזה/תכן מבנים כבעיות סטוכסטיות והסתברותיות
2. לאמץ גישות שונות לפתרון בעיות כאלו בעזרת תכניות מחשב
3. לקרוא ולהבין ספרות מקצועית רלוונטית באופן שמאפשר חיפוש עצמאי, חקירה, והתאמה של שיטות קיימות לפתרון בעיות ספציפיות
4. להעריך ולפרש באופן ביקורתי תוצאות אנליזה הסתברותית, לזהות את מגבלות המודלים הסטוכסטיים ולגבש שיקולים לתכן מבוסס-אמינות.

**180130 סמינר מתקדם בהנדסת מבנים**

5 - - - חורף + אביב 5.0

חקירה הנדסית בנושא נבחר הקשור בהנדסת מבנים. החקירה תכלול: הגדרת הבעיה, ביצוע סקר ספרותי בקורתי ואיסוף נתונים קיימים. נתוח הנתונים והכנת תכנית לחקירה. חקירת הבעיה בעזרת מודלים תאורטיים ו.או בעזרת ניסוי מעבדה. סיכום החקירה וממצאים. הסקת מסקנות והמלצות להמשך מחקר. החקירה תוצג בדו"ח מפורט ובהרצאה בפני סטודנטים וחברי סגל. המקצוע מיועד למשתלמים במסלול "מגיסטר להנדסה" בלבד (מגיסטר ללא תיזה).

**180140 נושאים נבחרים במבני פלדה**

2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00140150 ו- 00160144 )

ניתוח תוצאות מחקר עדכני במבני פלדה. נושאים נבחרים מתוך: יציבות של רכיבים רגילים ודקי דופן, הקשחות, ATLED-P, אי דיוקים תחיליים, פרקים פלסטיים, נוסחאות אינטראקציה, אנליזה לא ליניארית של מחברים מטיפוסים שונים, כולל צנורות עגולים ומלבניים, מאמצים משתיירים, מאמצים משניים במסבכים.

**180310 סמינר מתקדם בהנדסת סביבה ומים**

5 - - - חורף + אביב 5.0

חקירה הנדסית בנושא נבחר בשטח הנדסת הסביבה ומשאבי מים. החקירה תכלול הגדרת הבעיה, סקר ספרותי ו.או איסוף נתונים, חקירת הנושא בעזרת מודלים מתמטיים ו.או ניסוי מעבדה או ניסוי שדה, ניתוח תוצאות, הסקת מסקנות והמלצות. העבודה תסוכם בדו"ח מקצועי והרצאה בפני סטודנטים וחברי סגל במסגרת הסמינריון בשטח. המקצוע מיועד למשתלמים במסלול "מגיסטר להנדסה" בלבד (מגיסטר ללא תיזה)

**180420 מכניקת קרקע מתקדמת**

2 - 1 - - חורף + אביב + קיץ 3.0

העקרון של מאמצים אפקטיביים בקרקעות רוויות ובלתי רוויות. מקדמי לחץ מי הנקבובים. מרחב המאמצים ומסלולי העמסה - שיטות ההצגה של רנדוליץ והנקל. החוזק של קרקעות, תיאורית החוזק של וורסלב, הגישות של רוו והמצב הקריטי לקשרי מאמץ עיבור, מקדם לחץ עפר במנוחה, התנהגות של קרקעות תחת העמסה מחזורית, התנהגותן של קרקעות תופחות ומתכווצות, מעבדה מרוכזת משך שבוע ימים.

**180504 טכנולוגיה של בניה מבטון טרום**

2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00140505 )

סוגי המפעלים ושיטות הייצור. יציקת האלמנטים כולל טפסות, זיון, מינון, הובלה. עקרונות צפוף בשיטות מכניות שונות. גימור ארכיטקטוני. התקשות מוחשת בטמפרטורה רגילה. בטון חם. אשפורה בחום בשיטות שונות והשפעתה על תכונות המוצר. חישובי זמן ואנרגיה. סיבולת ומישקים. בקרה והבטחת טיב בתהליך הייצור ובהקמה. בידוד תרמי, איטום בפני רטיבות, קיימות.

**180507 סמינר מתקדם במדעי הבנייה**

5 - - - חורף + אביב 5.0

חקירה הנדסית או סקר ספרותי ביקורתי בנושא נבחר בתחום מדעי הבנייה. חומרי בנייה. במסגרת הנושא תוגדר הבעיה, ייערך סקר ספרותי או הנדסי מתאים ובעקבותיו ייערך דיון ויוצגו מסקנות. המסקנות תתבססנה על הידע הקיים ותוגדרנה במידת הצורך המלצות לטיפול. לימוד נוסף של הנושא. המקצוע מיועד למסלול "מגיסטר בהנדסה" (מגיסטר ללא תיזה) בלבד.

**180600 ייזום ובדיקת כדאיות פרויקטים הנדסיים**

3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00140603 )

הפרמטרים הכלכליים של פרויקט בנייה, שלבי הייזום של פרויקט הבניה, מודלים לאומדן עלות ההשקעה, עלויות מחזור החיים, עלות הקרקע, מדידת התועלת מפעילות בנייה, חיזוי הביקוש לבנייה, מקורות המימון ועלותו, החלטות השקעה בתנאי סיכון, בחינת הכדאיות של פרויקטים ציבוריים.

**180603 ניהול פיננסי בחברת בניה**

3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00140603 )

ניהול פיננסי של חברת בנייה תוך התייחסות לנושאים הבאים: צורות רישום חשבונאיות, בניית דוחות פיננסיים וקריאתם, צורות עסקים, תמחיר, בניית תקציב ומעקב תקציבי, יסודות מיסוי ומימון בחברת בנייה.

**180610 ניהול הבניה: אינפורמטיקה בבניה**

2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00140008 ו- 02340128 )

**180623 סמינר מתקדם בניהול הבנייה**

5 - - - חורף + אביב + קיץ 5.0

עבודה סמינריונית מורחבת בהיקף של 5 נק', בעלת אופי עיוני, אנליטי או ניסויי, הקשורה לניהול הבנייה. העבודה תכלול הגדרת בעיה, פירוט שיטת הפתרון ופתרון הבעיה. היא יכולה לכלול סקר ספרות, פיתוח מודל, איסוף נתוני שדה וכד', הצגת ממצאים וניתוחם, והסקת מסקנות והמלצות. התוצאות תוצגנה בדו"ח מפורט ובמתן הרצאה בנושא בפני סטודנטים וחברי סגל. המקצוע מיועד לסטודנטים במסלול "מגיסטר להנדסה" (ללא תיזה).

**180703 סמינר מתקדם בהנדסת תחבורה ודרכים**

5 - - - חורף + אביב 5.0

חקירה הנדסית בנושא נבחר הקשור בהנדסת תחבורה ודרכים החקירה תכלול הגדרת הבעיה והכנת התכנית לחקירה, ביצוע סקר ספרותי בקורתי מקדים. אסוף נתונים קיימים נתוח הנתונים תוך העזרות במודלים קיימים במחשב. סכום החקירה וממצאיה, הסקת מסקנות והמלצות וכוונת מחקר עתידיים. החקירה תוצג בדוח הנדסי מפורט ובמתן הרצאה בנושא בפני סטודנטים וחברי סגל. המקצוע מיועד למסלול "מגיסטר בהנדסה" (מגיסטר ללא תיזה) בלבד. המקצוע מיועד למשתלמים במסלול "מגיסטר להנדסה" (ללא תיזה).

**180706 תכנון תחבורה מבוסס פעילויות**

2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00190710 )

ביקוש לתחבורה מהיבט ניתוח פעילויות בתהליכי תכנון תחבורה וכביקוש נגזר מפעילויות. אמידה של מערכות מודלים בדידים ודוגמאות של מערכות מודלים מבוססי פעילויות. יישום מודלים מבוססי פעילויות בעזרת מיקרו סימולציה.

**180707 הערכת פרויקטים תחבורתיים**

2 - - - חורף + אביב 2.0

מקצועות קדם: ( 00190721 )

מסגרת להערכה כלכלית כולל: עלות תועלת וגישת המולטי קריטריון. עלויות חיצוניות: זיהום ואודש. ערך הזמן, עלויות זיהום אויר, הערכת ההשפעות על שימושי קרקע, צמיחה כלכלית והיבטים מדיניים.

**180708 מודלים מתקדמים בתכנון התחבורה**

2 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00190710 ) או ( 00190709 )

מודלים סטטיסטיים שימושיים בתכנון תחבורה: SISYLANA, ROTCAF, SISYLANA RETSULC ומשוואות סימולטניות. מודלים אקונומטרים מתקדמים של ביקוש בדיד: פרוביט ולוגיט קרנל. אמידת מודלים בעזרת סימולציה, מקסימיזציה נומרית ושיטת הנראות המקסימלית בסימולציה.

**180710 הנדסת מערכות אזרחיות וערים חכמות**

2 - - - 2 אביב 2.0

עולם התשתיות האזרחיות וערים חכמות מציבים אתגרים מיוחדים בפני המהנדסים והמהנדסות, שיתכנו את המערכות ויבנו את התשתית הטכנולוגית והניהולית בעידן המידע. הקורס יקנה את הידע הנדרש בהנדסת מערכות מורכבות וגדולות, בראיה רב תחומית ורב מערכתית. ילמדו מתודולוגיות מתקדמות וכלים מעשיים, תוך שימוש בטכנולוגיות עדכניות ומתן השירות הנכון לבעלי העניין ובמרכזם המשתמשים. הקורס יקנה ידע נדרש בפלטפורמות עדכניות לשירותיות ולהנדסה, כמו: פרויקטי תשתית מורכבים, רכבים אוטונומיים, שימוש בטכנולוגיות, BD, AI, ניהול מאגרי מידע והתמודדות עם קונפליקטים שמקורם בהתנגשויות שבין טכנולוגיה, עסקים, חדשנות ויזמות אל מול צרכי החברה. תוצאות למידה: בסיום הקורס, הסטודנטים והסטודנטיות יהיו מסוגלים: 1. להבין את הצרכים של בעלי העניין והדרישות החברתיות בכלל. 2. להגדיר את מכלול הדרישות ההנדסיות והחברתיות כבסיס לתהליך התכן והתכנון, בראייה מערכתית ורב תחומית. 3. לתעדף פרויקטים והקצאת משאבים, בהתאם למדיניות ובמתח הטבעי הקיים מול כוחות שוק ושיקולים נוספים אחרים. 4. לקבוע פתרונות בתהליכים ההנדסיים, תוך מימוש גישות מתקדמות המשלבות טכנולוגיות עדכניות, יזמות ושותפויות מתאימות, ובמרכזן בעלי עניין ובמרכזם המשתמשים, התעשייה והרשויות. 5. לדעת ולהיות מיומנים במתודולוגיות ובכלים הנדסיים ההכרחיים המתאימים לעידן המידע, כדוגמת: ניהול סיכונים, הנדסת בטיחות וסביבה, קבלת החלטות, רגולציה ומשפט. 6. לבצע בפועל עבודות פיתוח ותכנון למשימה הנדסית מורכבת, ביעילות, ובחדשנות אחראית.

**180819 חישה מרחוק רב מימדית**

2 - 2 - 3 חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 00160820 )

עיבודי תמונה מתקדמים, חילוץ וזיהוי אובייקטים בשיטות מורפולוגיות ומולטי-ספקטרליות, חישה מרחוק היפר-ספקטרלית: שיטות SISYLANA, STNENOPMOC, GNIRETSULC ושיטות CIGOL, פיענוח תמונה באמצעות מערכות עצביות מלאכותיות, מערכות מומחה כולל, YZZUF כריית ידע.

**190004 מבוא למכניקת הרצף**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: 00360003

טנסורים, פונקציות טנסוריות, שדה טנסורי, תיאור חומרי ומרחבי של רצף, גרדינט דפורמציה ועיבורים. מהירות, גרדינט המהירות וספין. שימור מסה. מאזן תנע ומאמץ. אנרגיה ואנטרופיה. מודלים קלאסיים של חומר. גישה כללית למידול חומרים.

**190007 פרקים נבחרים בסטטיסטיקה**

2 2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00140003 )

קירובים לפילוגים הסתברותיים (משפט הגבול המרכזי והשלכותיו, העמקה בפילוגים מוכרים). אמידה (תכונות אומדנים - כללית, רווחים, ברי-סמך, בחירת גודל מדגם). טכניקות אמידה ותכונות אומדנים נקודתיים (שיטות המומנטים, שיטת הנראות המכסימלית, יעילות עקביות). מבחני השערה (מבחן עבור מדגם גדול, חישוב שגיאה מסדר שני וגודל מדגם, מבחנים עבור ממוצעים ושוניות). רגרסיה ליניארית, (התאמת עקומים, קירוב למקרים לא-ליניאריים).

**190054 סמינר בבעיות מתקדמות בהנדסה חקלאית**

2 - - - 2 חורף + אביב 1.0

מקצועות זהים: 00780406

לפי נושא נבחר.

**190057 סמינר בהנדסת סביבה ומים**

2 - - - 2 חורף + אביב 1.0

מקצועות קדם: ( 00190315 )

מקצועות זהים: 00780804

הקורס יכלול היכרות עם נושאים מתקדמים בתחומי ההנדסה ומדעי הסביבה והמים כאשר החשיפה לתחומים אלו תתבצע על ידי נוכחות בהרצאות סמינריוניות שיתנו בנושאים אלו.

**190136 אופטימיזציה הנדסית**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00140143 ) או ( 00340056 ) או ( 00340028 ) או ( 00840135 ) או ( 00840506 )

שיטות ואלגוריתמים לאופטימיזציה של תכנון הנדסי. אלה מהווים קבוצה של כלים עוצמתיים לתכנון ממוחשב למגוון רחב של יישומים הנדסיים. הקורס מתמקד בנושאים יסודיים באופטימיזציה הנדסית, עם התמקדות מיוחדת ביישומי הנדסת מבנים.

מושגי אופטימיזציה מתמטיים יסודיים; ייצוג מתמטי של בעיית אופטימיזציה; ניסוחי בעיות אופטימיזציה מבנית. אופטימום מקומי/גלובלי, קמירות, תנאי KKT לאופטימום מקומי. תכנון פלסטי באמצעות תכנות לינארי. ניתוח רגישות לבעיות סטטיות: שיטת הפרשים הסופיים, שיטת הצעד המורכב, שיטת הדיפרנציאציה האוטומטית, שיטת הדיפרנציאציה הישירה ושיטת צמוד. תכנון אלסטי של קורות על ידי תכנות לינארי וקריטריוני אופטימליות. יישום ניתוח רגישות לאופטימיזציה של תגובה סטטית מבוססת גראדינטים של מבנה מסגרת. ניתוח רגישות לבעיות טראנסניטיות. אופטימיזציה טראנסניטית של מבני מסגרת. אלגוריתמים מטא-הוריטיים לאופטימיזציה תכנונית (אלגוריתמים גנטיים וכו'). אופטימיזציה רב-יעודית. אופטימיזציה עם מודלים תחליפיים.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לנסח בעיות תכנון הנדסיות כבעיות אופטימיזציה.
2. לזהות את המאפיינים המתמטיים של בעיות אופטימיזציה.
3. לפתור בעיות אופטימיזציה תכנוניות באמצעות שיטות המבוססות על תכנות לינארי או לא לינארי, תוך שימוש בתוכנות זמינות.
4. עבור המעוניינים במחקר: לקרוא מאמרים עדכניים ולהתחיל מחקר עצמאי.
5. עבור המעוניינים בעיצוב / תעשייה: לקדם את השימוש באופטימיזציה בתהליך העיצוב.

**190206 הנדסת מערכות משאבי מים 2**

2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00160203 )

שיטות לטיפול בנתונים אקראיים. קבלת החלטות רב-קריטריוניות. ניסוח ופתרון מפורט של בעיות בהנדסת מערכות משאבי מים. פיתוח על פני זמן, פיתוח מים על קרקעיים, פיתוח וניהול אקוויפרים, סילוק שפכים ושימוש חוזר, מערכות אזרחיות משולבות, תפעול מאגרים, תכן ותפעול מערכות חלוקה. כל סטודנט יבצע במהלך הסמסטר פרויקט (ולא תהיה בחינת סמסטר).

**190315 סמינר בהנדסת הסביבה**

2 - - - חורף + אביב 1.0

לימוד וחיוש מידע רלוונטי על נוא הקשור לאיכות הסביבה, סיכום מדעי. הנדסי ממצה של הנושא והצגתו בכיתה. כמו כן נוכחות ב-03 סמינרים מחלקתיים במהלך של עד שלושה סמסטרים רצופים ממועד הרישום לקורס וכתובת סיכום ממצה בן עמוד אחד לכל היותר על 6 מהסימנרים הנ"ל, כפי שילמד בכיתה.

**190324 עקרונות התברואה של מים ושפכים**

2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 00190318 )

הקשר בין איכות הסביבה, בריאות הציבור, מים ושפכים. מים בטבע פרמטרים המגדירים את ההרכב והאיכות של מים ושפכים. תהליכים לטיפול במים ובמי שופכים והאינטגרציה שלהם במערכות לבקרת האיכות. (הקורס מיועד לסטודנטים בלי רקע הנדסי).

**190326 טיפול בפסולת מוצקת**

2 - - - אביב 2.0

**מקצועות קדם:** ( 01250801 ) או ( 01240801 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00760911

תכונות פיסיקליות והרכב כימי של פסולת עירונית וחקלאית מוצקת. מערכות אחסון והובלה, שיטות סילוק ובכללן מילוי וכיסוי, שריפה, קומפוסטציה, פירוליזה וסילוק לים, שיטות למחזור ולשימוש חוזר בחומרי פסולת מוצקת. ארגון וניהול שרותי סילוק פסולת, אספקטים כלכליים, יעילות תהליכים ומחירים.

**190335 אירוסולים באטמוספירה**

2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 00160302 )

מושגים בסיסיים. תכונות פיסיקליות של אירוסולים באטמוספירה התפלגות חלקיקים, שקיעה וקואגולציה, חלקיקים ולחות יחסית. תכונות אופטיות וחשמליות של חלקיקים, תכונות כימיות של חלקיקים אטמוספריים. התפלגות חלקיקים בטרופוספירה ובסטרטוספירה. שיטות לדגימה ואנליזה של חלקיקים. מחקרים חדשים בנושא אידוסולים.

**190624 ניהול פרויקטי בניה בשלב היזום**

2 - - - 6 חורף + אביב + קיץ 2.0

ניהול של פרויקטי בניה משלב היזום עד שלב התכנון המפורט: הגדרת תכולת הפרוייקט, שיטות לקבלת החלטות, תכנון בתנאי אי-ודאות, סביבת הפרוייקט ובעלי עניין, צורות ארגוניות, שיטת התקשרות, תכנת פרוגרמה תכנון ורישוי הפרוייקט, הליכי הפקעות.

**190627 מידול מידע בניין מתקדם בתכן ובביצוע**

2 2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00140617 ו- 00140008 ) או ( 00140008 ו- 00190523 )

( 00140008 ו- 00140147 )

עקרונות מידול מידע בניין: מידול פרמטרי ומונחה עצמים, מידול כוונת המתכנן, ויזואליזציה, אנליזות הנדסיות, פירוט לייצור וייצור ממכון, שיתוף מודלים ושרתי מודלים, התקשרות פרויקט משולב ( DPI . סטודנטים ישתתפו בצוותים רב-מקצועיים להכנת פרויקט לאורך מחזור החיים של הבנייה, מתכן קונספטואלי עד ייצור ב- CNC.

**190702 תכן מתקדם של מיסעות כפיפות**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 00140710 )

הניסוי של OHSAA מושגים של רמת שירות וטכניקות למדידת ספוס פני המיסעה. שיטות תכניה לאור נסיון של OHSAA ואחרים פילוג מאמצים בתוך שכבתי. אפיון חומרי המיסעה מההיבטים של התנהגות אלסטית, התעופות ודפורמציה משתיירת. שיטות תכניה לאור תורת האלסטיות ושיטות חיזוי ביצועי המיסעה. הערכת חוזק מיסעות ותחזוקתן.

**190705 מעבדה לחמרי מבנה דרכים 2**

2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 00140710 )

חקירה הנדסית מעבדתית בנושא נבחר הקשור בהערכת תכונותיהם של חומרי מבנה, מיסעות מיוצבות ותערובות אספלטיות. החקירה תכלול: ביצוע סקר ספרותי מקדים, הכנת תכנית לקירה מעבדתית, ביצוע מערכת ניסויי המעבדה והכנת דו"ח הנדסי מסכם.

**190714 הנדסת תעבורה מתקדמת**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

התחבורה ותכנון העיר, מאפייני זרימת תנועת עירונית, כבישים מהירים, כבישי אגרה, מאפייני תנועה בצמתים לא מרומזרים, קבלת פירים, צמתים מיוחדים (צומת מדורג, צומת סיבובי), קטעי השתזרות, השפעת משאיות על התנועה העירונית, תנועת הולכי רגל בשטח עירוני, הסדרים להגברת יעילות תפעול התנועה העירונית.

**190718 בקרת תנועה**

2 - - - - אביב 2.0

צומת לא מרומזר: עכובים, קבולת, תימרור. צומת מרומזר בודד: עכובים, קבולת, שמוש בגלאים, שיטות תכן שונות לרמזורים קצובי זמן, איסטרטגיות בקרה לרמזורים מופעלי תנועה. רשתות רמזורים: גל ירוק, אופטימציה בזמן לא אמיתי, אופטימיזציה בזמן אמיתי, תכניות מחשב.

**190814 יישומים מתקדמים בפוטוגרמטריה אנליטית**

2 - - 4 חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00140843 )

גיאומטריה ואוריינטציה של מצלמות רצף והדמאות דינמיות. שימוש בהדמאות לוויין סטריאוסקופיות לצורך חילוץ נתוני גובה ומיקום. תאום אוריינטציה של גושי תמונות (אנלוגיות או ספרתיות) המצולמות מטווחים קצרים, מזוויות ומיקומים אקראיים.

**הפקולטה להנדסה ביו-רפואית**

**3340011 יסודות תכן ביו-חשמלי**

2 - 4 - חורף + אביב + קיץ 4.0

**מקצועות קדם:** ( 00440105 - 00440130 ) או ( 00440105 - 00440131 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 03350011, 03340022

עקרונות מיכשור רפואי, קריטריוני תכן ורגולרזציה. אופיינים סטטיים ודינמיים של מתמרים המשמשים ברפואה, תופעות מיסוך, רעש מדידה וסחיה. מעגלי תמורה, פונקציות ותמסורת ושיגאות מדידה של ביו-מתמרים. פיסיקה של מוליכים למחצה, עקרונות צומת וטרנזיסטור ביו-פולרי, TEF ו-SOMC. תכן מעגלים ומגברים לינאריים ע"י מעגלי תמורה ושיטות תכן. דפי מפרט, שימושים סטנדרטיים ומיוחדים לציוד רפואי. תכן מסננים אנלוגיים מסדר ראשון ושני, מסננים מיוחדים. שערים ומעגלי מיתוג. תכן של מערכות מדידה רפואית, התאמת אימפדנסים ושיפור יחס אות לרעש, ושיקולי עיבוד אותות,בטיחות וקרינה.

**3340305 פרויקט מחקרי לסטודנטים מצטיינים**

8 - - חורף + אביב + קיץ 4.0

**מקצועות קדם:** ( 03340020 ) או ( 03340019 )

הקורס מיועד לסטודנטים בתוכנית מצויינים הפקולטית. הסטודנט יונחה באופן אישי ע"י אחד מחברי הסגל בפקולטה ויתמחה באחד מהנושאים בחזית המדע הביו רפואי בהיקף נרחב. הסטודנט יעבוד באופן עצמאי בסיום הקורס יערוך הסטודנט סמינר לקבוצה של חבר הסגל ויגיש דוח.

**3350001 מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 1**

4 - 4 - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 00440105 - 00440102 ) או ( 03340222 )

קביעת ציון עפ"י מעקב במשך הסמסטר, בחני הכנה, הגשת דו"חות ובחינה סופית. המעבדה מתמקדת בהכרה והפעלה של ציוד מדידה בסיסי בתחום החשמל, מכאניקה וביוחומרים, שיטות מדידה וחישובי שגיאות. על הסטודנטים להשלים במעבדה זו 7 ניסויים. כל ניסוי מורכב מפגישה של 4 שעות, מטלות הכנה וכתובת דו"ח מסכם.

**3340020 מעבדה מתקדמת בהנ. ביו-רפואית 2**

6 - 4 - אביב 2.0

מטרת הקורס לאפשר לסטודנטים מצטיינים להשתלב במעבדת מחקר בהנדסה ביו-רפואית בתחומים שונים כגון הנדסת רקמות, ביו-חומרים ואותות ביולוגיים, תוך לימוד שיטות מחקר וחישיבה מחקרית. על הסטודנט ללמוד את הרקע ולתאר בכתב את הניסויים בהם ישתלב ולקבל אישור מאיש הסגל האחראי על המעבדה. בסוף הסמסטר יסכם הסטודנט את פעילותו במעבדה ויגיש דו"ח כתוב וסמינר.

**3350002 מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 2**

4 - 4 - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 03350001 - 03340011 ) או ( 03350010 )

**מקצועות קדם:** ( 03340011 - 03340010 ) או ( 03350001 )

**מקצועות קדם:** ( 03350010 - 03350001 ) או ( 03340022 - 03350001 )

קביעת ציון עפ"י מעקב במשך הסמסטר, בחני הכנה, הגשת דו"חות ובחינה סופית. המעבדה תתמקד באחד מהתחומים: אותות והדמיה, ביומכניקה וזרימה או רקמות וביו-חומרים. על הסטודנט לבחור אחד מהתחומים ולהשלים שישה ניסויים מרשימת הניסויים המתפרסמת בתחילת כל סמסטר. חלק מהניסויים מורכבים משתי פגישות של 4 שעות כל אחת, כמו כן לכל ניסוי מטלות הכנה וכתובת דו"ח מסכם.

**3340023 מבוא לסטטיסטיקה להנ. ביו-רפואית**

3 - 1 - חורף + אביב 3.5

**מקצועות קדם:** ( 01040034 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 00460010

סטטיסטיקה תיאורית, ניתוח נתונים והצגה גרפית, אומדן פרמטרים של הסתברות, אומדן לא פרמטרי, בדיקת השערות, הסקה סטטיסטית על משתנה בודד, השוואת אוכלוסיות, בדיקת קורלציה בין משתנים סטטיסטיים שונים, גרסיה לינארית, תכונות של פונקציות סטטיסטיות שכיחות. שימוש בתוכנה לניתוח סטטיסטי והצגת נתונים.

**3350003 מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 3**

4 - 4 - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 03340023 - 03350002 ) או ( 00940423 )

**מקצועות קדם:** ( 03350002 )

קביעת ציון עפ"י מעקב במשך הסמסטר, בחני הכנה, הגשת דו"חות ובחינה סופית. המעבדה תתמקד באחד מהתחומים: אותות והדמיה, ביומכניקה וזרימה או רקמות וביו-חומרים. על הסטודנט לבחור שישה ניסויים מרשימת הניסויים המתפרסמת בתחילת כל סמסטר, באחד התחומים שלא למד במעבדות הקודמות. חלק מהניסויים מורכבים משתי פגישות של 4 שעות כל אחת, כמו כן לכל ניסוי מטלות הכנה וכתובת דו"ח מסכם.

**3340221 יסודות של חומרים רפואיים**

2 - 4 - חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 01250001 - 03340274 ) או ( 01250001 )

**מקצועות קדם:** ( 02740001 ) או ( 01240120 - 03340274 ) או ( 02740001 - 01240120 )

הצגת מגוון חומרים לשימושים ביו-רפואיים כולל פולימרים טבעיים ומלאכותיים, הידרוג'לים, חומרים קרמיים, זכוכית חומרים מרוכבים, וסגסוגות מתכתיות. מדידות של תכונות מכאניות של חומרים, מודלים של התנהגות ויסקו-אלסטית, זחילה והרפיית מאמצים, שבר ומצבי כשל של התעייפות ביו-חומרים - אתגרים באפיון ומודל התנהגותם, תכונות פני השטח והתאמתם, פירוק ותאימות של ביו-חומרים ומודלים מתמטיים המתארים את התהליך. מערכת לשחרור מבוקר של תרופות ותאור מתמטי של שחרור מבוקר.

**3350005 מעבדה בהנ. ביו-רפואית 1 לפיזיקאים**

2 - 2 - חורף + אביב + קיץ 1.0

**מקצועות קדם:** ( 03340222 - 00440105 ) או ( 00440102 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 03350001

המעבדה מתמקדת בהכרה והפעלה של ציוד מדידה בסיסי בתחום החשמל, מכניקה וביו-חומרים, שיטות מדידה וחישובי שגיאות. קביעת ציון עפ"י מעקב במשך הסמסטר, בחני הכנה, הגשת דו"חות ובחינה סופית.

**3340222 מכניקת מוצקים**

3 - 2 - 4 - אביב

כוח, מאמץ, דפורמציה, עיבור, חוק הוק המוכלל, חומר אלסטי וויסקואלסטי, מוטות במתיחה, קורות בכפיפה, צינורות בפיתול, מיכלי לחץ, מתח פנים, שיטות אנרגיה, קריסת מוטות ותמס צינורות דקי דופן, קריטריוני כשל, קינמטיקה ודינמיקה של גוף קשיח, מערכות צירים סובבות, דוגמאות מגוף האדם, מפרקים, שרירים.

**3350015 פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2**

9 - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 03340014 ) או ( 03350014 )

פרויקט 2 הוא קורס המשך לקורס פרויקט 1. הקורס כולל: חישובים הדרושים לתכן, בחירת חומרים, תכן מפורט של חלקי המכשיר ואבזרים הקשורים בו, תכן של מערכות הבקרה, התפקוד וההפעלה, הכנת תיק יצור, בניית אב-טיפוס, בדיקתו והסקת מסקנות לגבי התכן. בסוף הסמסטר תוצג מצגת ותוגש עבודה כתובה על הפרויקט.

**3350504 מעבדה מתקדמת בתחום ביופיזיקה רפואית**

-- 1 6 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 03360537 או 02740253 )

במסגרת הקורס הסטודנטים יחשפו לנושאי המחקר הפעילים בפקולטה ולשיטות מעבדה מתקדמות בתחום ביופיזיקה רפואית. הסטודנטים ישתלבו בעבודה מחקרית במעבדות הפקולטה להנדסה ביו-רפואית בתחום התמחות הנבחר, תוך הנחיה ישירה של חוקר מהמעבדה הנבחרת. בעבודה המחקרית יושם דגש על רכישת מיומנויות מחקר, היכרות עם תהליכי עבודה מדעיים ופיתוח חשיבה מחקרית יישומית.

הקורס מתאים לסטודנטים שצברו מעל 80 נק"ז ובעלי ממוצע מצטבר מעל 80.

**3360001 רגולציה ומחקר קליני במכשור רפואי**

2 --- 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

רגולציה של מכשור רפואי בארה"ב, אירופה וישראל. הערכה של מסלול רגולטורי ודרישות תכן בהתאם לשימוש המיועד. מערכת איכות. ניתוח סיכונים. בקרת ציוד רפואי רשום. מחקרים קליניים בבני אדם. מבנה ותכנון פרוטוקול מחקר, לוגיסטיקה, דרישות מקדימות וחוקיות למחקר קליני, הגשה וקבלת אישור מוועדת האתיקה (הלסינקי). תוצאות למידה: בסיום הקורס, הסטודנט:

1. יכיר מושגים יסודיים ברגולציה ומחקר קליני.
2. יכיר את הדרישות בנוגע לתיעוד של תהליכי פיתוח של מכשור רפואי.
3. יהיה מסוגל לתכנן ולכתוב פרוטוקול מחקר קליני בסיסי. 4. ידע להכין בקשה למחקר קליני לוועדת הלסינקי בארץ.
5. ידע לקבוע מהי הקלסיפיקציה המתאימה למכשיר רפואי נתון.
6. ידע להעריך חלופות למסלול רגולטורי נדרש למכשיר רפואי חדש.
7. יוכל לבחון באופן ביקורתי ישימות ופוטנציאל הצלחה של מחקר קליני על בסיס פרוטוקול המחקר.

**3360014 נושאים מתקדמים בהנדסה ביורפואית 1**

2 --- 2 חורף + אביב 2.0

קורס מתקדם שנועד לאפשר התמחות בשטח ספציפי. הסילבוס יקבע על ידי המרצה ויאושר לפני תחילת הסמסטר. מסמך ב' תש"ף: סמינר בדימות וגרייה של מוח האדם.

**3360017 נושאים מתקדמים בהנדסה ביו רפואית 3**

2 --- 1 3 חורף + אביב 2.5

קורס מתקדם שנועד לאפשר התמחות בשטח ספציפי. סילבוס מפורט נקבע בשנה בה ניתן הקורס.

סמסטר ב' תשע"ו בשרונה: עיבוד וניתוח תמונות. סמסטר ב' תשע"ו בחיפה: רובוטיקה. סמסטר א' תשע"ח: רובוטיקה. סמסטר ב' תשע"ח: מבוא למערכות לומדות סמסטר א' תשע"ט: עיבוד תמונה. סמסטר ב' תשע"ט: IRM להנדסה ביו-רפואית. סמסטר ב' תש"ף: הדמיית תהודה מגנטית מוחית (IRM) - תפקוד ומבנה.

**3350016 פרויקט קליני-הנדסי**

1 - 2 - 4 חורף + אביב + קיץ 1.5

מקצועות קדם: ( 03360100 )

במסגרת הקורס תיערך הכרות עם מערכות מכשור במחלקות השונות בבתי החולים. יודגמו השימושים והבעיות הקליניות הנדסיות הכרוכות בהפעלת המכשור במערכת חולה-מכשיר-מפעיל, והמיומנות הנדרשת בהפעלת פרויקטים יוטלו על קבוצות עבודה קטנות במסגרת הפעילות הקלינית הרגילה.

**3350501 מעבדה מתקדמת בתחום מכשור ואותות רפואיים**

-- 1 6 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

במסגרת הקורס הסטודנטים יחשפו לנושאי המחקר הפעילים בפקולטה ולשיטות מעבדה מתקדמות בתחום מכשור ואותות רפואיים. הסטודנטים ישתלבו בעבודת המחקרית במעבדות הפקולטה להנדסה ביו-רפואית בתחום התמחות הנבחר, תוך הנחיה ישירה של חוקר מהמעבדה הנבחרת. בעבודה המחקרית יושם דגש על רכישת מיומנויות מחקר, היכרות עם תהליכי עבודה מדעיים ופיתוח חשיבה מחקרית יישומית.

הקורס מתאים לסטודנטים שצברו מעל 80 נק"ז ובעלי ממוצע מצטבר מעל 80.

**3350502 מעבדה מתקדמת בתחום ביומכניקה וזרימה**

-- 1 6 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

במסגרת הקורס הסטודנטים יחשפו לנושאי המחקר הפעילים בפקולטה ולשיטות מעבדה מתקדמות בתחום ביומכניקה וזרימה. הסטודנטים ישתלבו בעבודה מחקרית במעבדות הפקולטה להנדסה ביו-רפואית בתחום התמחות הנבחר, תוך הנחיה ישירה של חוקר מהמעבדה הנבחרת. בעבודה המחקרית יושם דגש על רכישת מיומנויות מחקר, היכרות עם תהליכי עבודה מדעיים ופיתוח חשיבה מחקרית יישומית.

הקורס מתאים לסטודנטים שצברו מעל 80 נק"ז ובעלי ממוצע מצטבר מעל 80.

**3350503 מעבדה מתקדמת בתחום הנדסת רקמות וביו-חומרים**

-- 1 6 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

במסגרת הקורס הסטודנטים יחשפו לנושאי המחקר הפעילים בפקולטה ולשיטות מעבדה מתקדמות בתחום הנדסת רקמות וביו-חומרים. הסטודנטים ישתלבו בעבודה מחקרית במעבדות הפקולטה להנדסה ביו-רפואית בתחום התמחות הנבחר, תוך הנחיה ישירה של חוקר מהמעבדה הנבחרת. בעבודה המחקרית יושם דגש על רכישת מיומנויות מחקר, היכרות עם תהליכי עבודה מדעיים ופיתוח חשיבה מחקרית יישומית.

הקורס מתאים לסטודנטים שצברו מעל 80 נק"ז ובעלי ממוצע מצטבר מעל 80.

**3360025 חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 2****2 - - 2 חורף + אביב + קיץ 3.0****מקצועות קדם: ( 03360024 )**

הסטודנטים יבחרו, יאפיינו ויבססו צורך קליני ויחלו בסיעור מוחות לגבי פתרונות טכנולוגיים אפשריים. בהמשך, הסטודנטים יעריכו את הפתרונות הטכנולוגיים שהוצעו ויבחרו בפתרון מוביל אותו יפתחו באמצעות בניית אבות-טיפוס, הפחתת הסיכון הטכני, אסטרטגיות לטיפול בדרישות ספציפיות לבריאות (רגולציה, שיפוי) ואסטרטגיה עסקית (קניין רוחני, מימון, מסחור).

תוצאות למידה

הקורס מספק מבוא אינטנסיבי לתהליך של חדשנות טכנולוגית בתחום הרפואי. כחלק מצוות רב-תחומי של פרויקט, ילמד התלמיד: כיצד לזהות צורך קליני משמעותי ללא פתרון קיים.

לתכנן פתרון טכנולוגי ולייצר אב-טיפוס כדי לענות על הצורך הרפואי שזוהה. להכין תכנית להבאת הפתרון לשוק (כולל התייחסות גיוס מימון, קניין רוחני, רגולציה, שיפוי ומודלים עסקיים).

**3360026 מחקרים עדכניים בהנדסה ביו-רפואית****1 - - - 1 חורף + אביב + קיץ 1.0****מקצועות קדם: ( 03360100 )**

הקורס יחשוף בפני סטודנטים להסמכה בשנה האחרונה בתואר (עם ממוצע מעל 82) את מגוון נושאי המחקר בפקולטה וכיווני מחקר עכשוויים על מנת לעזור בבחירת נושא מחקר ומנחה בלימודים מתקדמים.

הקורס יהיה מורכב מהרצאה שבועית שתינתן על ידי חבר סגל בפקולטה, ויכלול כתיבת הצעת מחקר קצרה לפרויקט מחקרי לתואר מתקדם בהנחיית חבר הסגל.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להכיר את נושאי המחקר השונים בפקולטה.
2. לרכוש כלים עבור בחירת נושא מחקר ומנחה לתואר גבוה.

**3360032 נושאים נבחרים בהדמיה מולקולרית****2 - - - 2 אביב 2.0****מקצועות קדם: ( 03360502 )****מקצועות זהים: 03360202**

הדימות המולקולרי לחידוש ולקידום אסטרטגיות חדשות לזיהוי אירועים ברמה מולקולרית ותאית באורגניזם חי. המנגנונים המולקולריים שמאחורי הביולוגיה והמחלות. הזדמנויות ליצירת שיטות דימות מולקולרי (חדשות) טומוגרפית פליטת פוזיטרון PET-POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY, דימות תהודה מגנטית (MRI-MAGNETIC RESONANCE IMAGING), SPECT AND SPECT/CT, טומוגרפיה ממוחשבת בקרני רנטגן, הדמיה פונקציונלית באמצעות גנים מדווחים של ביולומינסנציה, מיקרוסקופיה תוך-ויטלית INTRAVITAL MICROSCOPY, - אולטרסאונד, הדמיה מולקולרית פוטואקוסטית (יכולות ייחודיות לחקירה לא פולשנית של אירועים מולקולריים באורגניזם חי מבלי לגרום לו נזק. העשרת תחום הדימות המולקולרי על ידי שיתוף פעולה בנתחומי מרחבי בעולם הביומדיצינה והמדע עקרונות הדימות המולקולרי והאסטרטגיות לחקר תהליכים, הן הפשוטים והן המורכבים, תוך שמירה על הקשר הביולוגי הטבעי של התאים.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לבצע דימות לאירועים מולקולריים ותאיים באורגניזם חי.
2. ליישם ולבחור את שיטת ההדמיה המולקולרית הטובה ביותר למחקר.
3. לפתח טכניקות הדמיה מולקולריות חדשות.

**3360033 נושאים נבחרים בלמידה עמוקה לניתוח תמונות****1 2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.5****מקצועות קדם: ( 03360207 ו- 03360027 ו- 03360546 ו- 00460200 ו- 00460195 ו- 02360860 ו- 02360756 )**

עקרונות בסיסיים של ניתוח תמונות רפואיות מתקדם בעזרת שיטות למידה עמוקה. נדון במשימות ניתוח תמונות רפואיות הכוללות סיווג, סגמנטציה ורגיסטרציה ודרך הטיפול בהן בעזרת שיטות למידה עמוקה כגון רשתות נוירוניות קונבולוציוניות (CNNs), טרנספורמרים, רשתות LSTM, פונקציות שגיאה מותאמות למשימות ניתוח תמונות רפואיות, טכניקות העשרת נתונים ושיטות ניתוח מידת הוודאות של מודלי למידה עמוקה בניתוח תמונות רפואיות לצורך הערכת האמינות והביטחון של המודל במשימות ניתוח תמונות רפואיות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לפתח מימונות בניתוח תמונה רפואית מתקדם בעזרת שיטות למידה עמוקה, שימוש בספריית PYTORCH ליישום יעיל.
2. ליישם מגוון של טכניקות למידה עמוקה, כולל CNNs TRANSFORMERS ו-LSTMs, כדי להתמודד עם משימות ניתוח תמונה רפואית מגוונות.
3. לפתח פונקציות שגיאה מותאמות למשימות ניתוח תמונות רפואיות.
4. לשפר את החוסן של המודל ויכולת ההכללה שלו באמצעות יישום טכניקות הגדלת נתונים המותאמות עבור מערכי נתונים של הדמיה רפואית.
5. הערכת אמון ואמינות המודל תוך שימוש בשיטות הערכת אי ודאות, תוך הבטחת קבלת החלטות שקופה ואחראית במסגרות קליניות.

**3360035 נושאים נבחרים בביו-הדפסה בתלת ממד: עקרונות****1 2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.5****מקצועות קדם: ( 03340221 ) ו- ( 03340009 )**

רקע ומושגי יסוד בביו-הדפסה, עקרונות בביו-הדפסה מבוססת אקסטרוזיה, עקרונות בביו-הדפסה מבוססת אור, שיטות הדפסה מתקדמות (FDM, Chomrim Sintering וטבעיים לביו-הדפסה, ביו-הדפסה מרובת חומרים, ביו-הדפסה 4 ממדית, מידול וסימולציות לביו-הדפסה, ביו-הדפסה ישירה בגוף המטופל, יישומים של ביו-הדפסה בביו-רפואה, סדנא בביו-הדפסה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להכיר את מושגי היסוד בביו-הדפסה, שיטות ההדפסה השונות, חומרים ויישומים.
2. לרכוש כלים אנליטיים למידול ואופטימיזציה תהליכי ההדפסה והרכב החומרים המתאים.
3. להבין ולהתנסות בתהליך העבודה השלם בביו-הדפסה – אפיון הצורך, מידול, שיטת הדפסה, בחירת חומרים, פרמטרי הדפסה, וליציה.

**3360208 שיטות באנליזה של אותות ביולוגיים****2 2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0****מקצועות קדם: ( 02340128 ו- 00440131 ו- 03340023 ) או****( 02340128 ו- 00440131 ו- 00940423 ) או ( 02340114 ו- 00440131****00440131 ו- 02340117 ) או ( 00440202 )****( 00440202 )**

אפיון ואנליזה של אותות רציפים או דגימים ע"י סינון, אוטוקורסורלציה, ספקטרום הספק וכו'. דוגמאות מאלקטרוקורדיוגרפיה, אלקטרואנצפולוגרפיה, אלקטרומויוגרפיה. אפיון של עבוד של תהליכים נקודתיים. סטטיסטיקה של מאורעות ושל אינטרולים, אינטראקציה ביןמאורעות ובין אינטרולים למאורעות. דוגמאות מאותות נוירופיסיולוגיים. זיהוי פולסים בשיטת GNIHCTAM ETALPMET, דוגמאות מניורופיסיולוגיה.

**3360404 ביו-חומרים לממשקים ביולקטרוניים**

2.5 - - - אביב 1 2

**מקצועות קדם:** (03340022) או (03340011) או (03350011)

שיטות וחומרים המשמשים ליצירת ממשקים ביו-חשמליים לצורך ניתור וגירוי חשמלי של מערכות ביולוגיות מרמת האברון, דרך רמת התא והרקמה ועד לאיבר השלם בגוף. עקרונות של ממשקים אלו מבחינה חשמלית ומכנית, ברמת החומר (מתכות, מוליכים למחצה וג'לים), השפעות גודל ומורפולוגיה על הקיבוליות וההתנגדות, תגובות ביולוגיות של הגוף, שיטות אופטיות וגנטיות לסטימולציה וניתור, שיטות אל חוטיות לא גנטיות וכן שיטות מיקרו-פבריקציה שונות. הבנה של עקרונות התחום של ביולקטרוניקה תוך חשיפה לשיקולים השונים שיש להתחשב בהם לצורך תכנון ופיתוח מערכות אלו. מבוא לתחומים משיקים המאפשרים ממשק ביו-חשמלי בשיטות אחרות תוך מתן דגש על היתרונות והחסרונות של כל שיטה והתאמתה לאפליקציות ביו-רפואיות ומחקריות שונות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להבין את הממשק שבין חומרים אלקטרוניים לסביבה הביולוגית.
2. להכיר ולדעת ליישם סוגים שונים של ממשקים כאלו.
3. להשתמש בכלים לתכנון (באופן תיאורטי) מערכת ביולקטרונית שתואם לצרכים ספציפיים, מכלים למחקר בסיסי ועד לפיתוח חומרים ושיטות בעלות יישומים קליניים. כל זאת תוך התחשבות בעקרונות השונים שילמדו בקורס (חומר, גודל, צורה, פני שטח וכו').
4. להבין גישות שונות ליישומים ביו-חשמליים הכוללים שיטות הקלטה (מיקרו-נו-אלקטרודות, PATCH CLAMP, FET, וצבענים רגשי סידן ומתח), וסטימולציה (מגנטיקה, אופטיקה, ומכאניקה).
5. יכירו שיטות מיקרו ונו-פבריקציה שונות המקובלות בתחום.

**3360502 עקרונות דימות ברפואה**

2.5 - - - אביב 1 2

**מקצועות קדם:** (00440131) או (01040214) או (01040220)

מבוא: הגדרות יסוד בהדמיה רפואית. הדמיה בעזרת קרני X. עקרונות הטומוגרפיה הממוחשבת ושימושה. הדמיה באמצעות רדיו-איזוטופים. מצלמת גמא, TCEPS, TEP. הדמיה באמצעות אולטרסאונד. הדמיה באמצעות תהודה מגנטית גרעינית IRM. המקצוע מיועד לסטודנטים אשר צברו 110 נקודות לפחות.

**3360504 עקרונות דימות תהודה מגנטית**

2.5 - - - אביב 1 2

**מקצועות קדם:** (00440140) או (03360502)

תופעת התהודה המגנטית, גרדיאנטים מגנטיים, הקשר בין דעיכת האינדוקציה החופשית ומישור התדר המרחבי, קידוד תמונה בשניים ובשלושה ממדים, הדמיית מהירות, תהליכי הדמיה ופרוטוקולי פולסים, סימון ומודולציה מרחבית של מגנטיזציה ושימושיהם בקרדיולוגיה, חמרי ניגוד בהדמיה רפואית, עקרונות תכנון ומבנה חומרה, יישומים ברפואה. מיועד לסטודנטים שצברו 120 נקודות לפחות.

**3360520 שתלים אורתופדיים ותחליפי רקמה**

2.5 - - - אביב 1 2

**מקצועות קדם:** (03340222) או (01340058) או (01340058)

(00340028) או (00840505)

כשל מכני של מפרקים, מפרקים מלאכותיים: שיקולים ביומכניים בתכן בגפה העליונה והתחתונה, שברים בעצמות ארוכות וקיבוע שברים בשיטות שונות. מבנים העשויים משני חומרים בעצמות ובמפרקים ובעיות בלתי מסוימות בעמיסות שונות. מאמצים מורכבים, חומרים תחליפי עצם, רצועות וצנורות דם.

**3360522 מבוא לבקרה במערכות ביו-רפואיות**

2.5 - - - אביב 1 2

**מקצועות קדם:** (03360537) או (00440131) או (03360537)

הצגת מערכת. אפיון מערכות בקרה, יציבות. בקרי DIP. ניתוח מערכות לא ליניאריות. אנליזה במישור הפאזה. ליניאריות ויציבות מקומית. תיאורית ליאפונוב. מערכות בקרה אדפטיביות. בקרה אדפטיביות מונחת מודל SARM. בקר מכוון עצמית (RTS). כאוס במערכות ביולוגיות. אפליקציות: שונות בקצב לב. תפקוד שריר מגורה. הפרעות קצב. בקרת לחץ דם. בקרת שחרור תרופות.

**3360529 הנדסת רקמות ותחליפים ביולוגיים**

2.5 - - - אביב 1 2

**מקצועות קדם:** (03340009) או (03340221) או (03360022)

אינטגרציה של עקרונות בהנדסה ומדעי החיים בהקשר לפתוח תחליפים ביולוגיים. תאים וביומולקולות: בקרה של התרבות התא וההתמיינות שלו, תאי גזע, מעבר גנים, פקטורי גדילה וחלבונים בתהליכי התפתחות. ביוחומרים: פיגומים- ביולוגיים ממקור סינטטי או ביולוגי, חיקויים לחומרים ביולוגיים. הנדסה: טכנולוגית שימור תאים בביוראקטור, רקמות מהונדסות, מעבר חומר וביומכניקה. יישומים קליניים: השתלות של רקמות ואיברים מלאכותיים, התחדשות רקמה. OVIV-NI

**3360533 יסודות אופטיקה ופוטוניקה ביו-רפואית**

2.5 - - - אביב 1 2

**מקצועות קדם:** (01140052) או (00440131) או (01140076) או (00440131)

(01140078) או (00440131)

משוואות מקסוול, גלים אלקטרומגנטיים, קרניים גאוסיות, פולסים אופטיים, דיפרסיה, אופטיקה גיאומטרית, רמות אנרגיה באטומים ובמולקולות, פיזור, בליעה, אינטראקציה אור-רקמה, מולקולות פלואורסנטיות, לייזרים, אופטיקת פרייה, קירובי פרנל ופראונהופר, העדשה, דימות אופטי, גילוי אור, המצלמה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט ידע:

1. לתכנן מערכות אופטיות פשוטות.
2. לחשב כושר הפרדה של מערכת אופטית
3. לחשב מבנה והתקדמות של קרן לייזר
4. לבצע אנליזת פורייה של תמונה אופטית
5. להעריך יחס אות-רעש של אות אופטי.

**3360535 אולטרסאונד טיפולי**

2.5 - - - אביב 1 2

**מקצועות קדם:** (03340009) או (00440131)

מנגנונים של אינטרקציית אולטרסאונד ורקמה, תרמומטריה לניתור אבליציה תרמית, שיטות להדמיה של קביטציה לטובת הנחיית טיפולי אולטרסאונד מכניים, מנגנונים טיפוליים בחזית המחקר: היסטוריה ונירו-מודולציה. מנגנונים של אינטרקציית אולטרסאונד ורקמה, תרמומטריה לניתור אבליציה תרמית, שיטות להדמיה של קביטציה לטובת הנחיית טיפולי אולטרסאונד מכניים, מנגנונים טיפוליים בחזית המחקר: היסטוריה ונירו-מודולציה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: § להבין את הבסיס הביופיזיקלי לאינטרקציות של גלי אולטרסאונד עם רקמה ביולוגית § להכיר שיטות מתקדמות לטיפול באמצעות אולטרסאונד § לדעת ליצור סימולציות של שדות אקוסטיים, חימום וקביטציה וידעו להשתמש בהם כדי לאפי טיפוליות צפויות § להכיר שיטות הדמיה ובקרה לטיפול אולטרסאונד מונחה הדמיה וידעו כיצד יש ליישמן

**3360536 שיטות במדעי העצב**

2 - - - חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם:** ( 03360537 ) או ( 02740325 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 03380536

שיטות ומערכות אלקטרופיזיולוגיות לרישום וגירוי חשמלי של פעילות עצבית. שיטות ומערכות אופטיות לרישום ולגירוי פעילות עצבית. ניסויי ORTIV NI, OVINI וניסויים התנהגותיים. ניתוח סטטיסטי של אותות עצביים.

**3360537 ביופיסיקה וניורופיסיולוגיה למהנדסים**

2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01340058 - 01240503 )

**מקצועות זהים:** 03370001

נושאים: דיפוזיה, אוסמוזה, שווי משקל יוני, חדירות והעברה דרך קרומים, תופעות ביו-חשמליות, קרומים אקסיטביליים, האימפולס העיזבי, משוואות הודג'קין-הקסלי, סימולציה של פוטנציאל הפעולה, העברה סינפטית, ניוורטרנסמיטרים, ניוורמודולטורים, הפעילות החשמלית והמכנית של תאי שריר שלד, עקרונות אירגוניים של המח, מערכות חישה - עקרונות התמרה ויצוג מידע מרכזי, מערכת הראיה, מערכת השמיעה, עקרונות פעולה של המערכת המוטורית, פונקציונל.

**3360539 זרימה במערכת הנשימה ומתן תרופות בשאיפה**

2 - - - 4 חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם:** ( 03340009 ) או ( 00840311 ) או ( 01040013 ) או ( 00160206 ) או ( 00340013 ) או ( 00140211 ) או ( 01040135 )

זרימת אוויר במערכת הנשימה ויסודות של מתן תרופות בשאיפה. בין נושאי הקורס: מכניקת זרמים רספירטורית, מעבר חמצן ותפקיד מתח הפנים בריאות. המנגנונים העיקריים למעבר ושקיעת חלקיקים בדרכי השימה (התנגשות, שיקוע, דיפוזיה), תכנונים רפואיים של התקנים למתן תרופות בשאיפה. יושם דגש על אנליזה ממדית ושערוך פרמטרים לצורך הבנה פיזיקלית של זרימה ומעבר חלקיקים בריאות.

**3360540 תכן מיכשור רפואי ממוחשב**

2 - - - 1 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00440131 או 00340032 או 00150019 )

יסודות תכן מיכשור רפואי מבוסס מחשב (וירטואלי). מבוא לתוכנת WEIVBAL שיטות נוספות לתקשורת בין ציוד אלקטרוני לבין מחשבים (BIPG, SR232, BSU) שיטות תזמון של תוכנה מקבילה (דגימה, ניתוח, תצוגה ושמידה של אותות). תכן של מכשירים וירטואליים לניטור פרמטרים פיזיולוגיים ורפואיים.

**3360544 תכן ומימוש של מעגלים גנטיים**

2 - 1 4 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 01340058 - 03340022 ) או ( 01340058 - 01340058 )

( 03340011 )

הקורס מתאר את היסודות המדעיים וההנדסיים לתכנון ובניית מעגלים ומערכות גנטיות בתאים חיים. הקורס מחולק לשלושה חלקים: בחלק הראשון הסטודנט ילמד למדל מערכות בקרה גנטיות שקיימות בטבע, כדוגמת מעגלים גנטיים עם חוג פתוח, משוב שלילי וחיובי וכן, ילמד על תהליכים ביולוגיים אקראיים. בחלק השני הסטודנט ילמד להשתמש בעקרונות הנדסיים, כמו תכנון ספרתי ואנלוגי, כדי לבנות מעגלים גנטיים. בחלק השלישי הסטודנט ילמד על שיטות שונות של יצירה ומדידה של מעגלים גנטיים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לבנות מודלים הנדסיים המאפשרים בניית מעגלים גנטיים בחיידקים. 2. לבנות מודלים ביופיזיקליים כדי למדל אותות ורעשים גנטיים ביולוגיים (שיטת מונטה-קרלו). 3. להשתמש בכלים אוטומטיים - כדי לתכנן פריימרים של RCP ולפענח ריצוף של ד.נ.א.

**3360545 הפיזיקה של הרפואה הגרעינית והרדיותרפיה**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 03360100 - 01140052 ) או ( 01140076 - 03360100 )

הקורס סוקר את היסודות המדעיים והנדסיים והקליניים של הרפואה הגרעינית ושל הטיפול הקרינתי. הקורס יקיף את הנושאים הבאים: הפיזיקה של הקרינה והרדיואיזוטופים, אינטראקציה של קרינה עם חומר, עקרונות תכנון הטיפול הקרינתי והדוזימטריה, מדידה וניטור של קרינה מייננת, מכונות הקרנה לרדיותרפיה, כיוול של קרני פוטונים וקרני אלקטרונים, בטיחות בקרינה, תרופות נושאות רדיואיזוטופים, ברכייתרפיה, הדמיה רפואית ושילוב של TCEPS ו-TEP עם TC. הקורס יכלול ביקורים בבתי חולים להכרת המכשור ושיטות הטיפול. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט ידע:

- את הבסיס המדעי של שיטות האבחון והטיפול.
- את המכשור ושיטות המדידה.
- דרישות הבטיחות.
- שיטות תכנון טיפול קרינתי.

**3360546 מערכות לומדות בתחום הבריאות**

2 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00440131 - 02340112 - 01040034 ) או ( 01040034 - 02340128 - 00440131 )

למידת תחומי עיבוד מידע בנושא של הסקת נתונים מהמערכות הרפואיות. התחומים הנלמדים: עיבוד מקדים למידע, גרפיקה למידע, רגרסיה למידע, הורדת מימדים (ACI, ACP), בחירת תכונות רלוונטיות במידע, אלגוריתמי סיווג (NN, MVS, RL) רשתות נוירונים עמוקות. תוצאות למידה: שימוש בפיתוח במערכות לומדות, בניית פרויקטים במערכות לומדות, הכרת תחומים נרחבים במערכות לומדות ומסוגלים פופולריים רשתות לומדות עמוקות, אנליזת מערכות רפואיות בהיבטי מערכות לומדות.

**3360548 מעבדה לתכן מעגלים גנטיים**

2 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 03360544 )

הקורס מחולק לשני חלקים: ייצור ואפיון מעגלים גנטיים בחיידקים. בחלק הראשון שילוב של שיטות בביולוגיה מולקולרית ליצירת פלסמידים חדשים כגון: תכנון פריימרים, RCP, שיבוט גבסון, אלקטרופורזה בגלל, ריצוף, AND, טרנספורמציה של פלסמידים לתוך חיידקים וגידול חיידקים. בחלק השני אפיון ובדיקת מעגלים גנטיים בעזרת שימוש באלקטרוכימיה, מיקרוסקופ, חלבונים פלורסנטיים, ECNECSENIMULOIB, ציטומטריה זרימה לאפיון ומיון תאים. הסטודנטים יתכננו, יבנו, ימדדו ויבדקו מעגלים גנטיים שונים: 1. משוב חיובי שמגביר אותות ביולוגיים 2. משוב קדמי שמוריד אפקט הדדי בין אותות שונים 3. מתנד ביולוגי תוצאות למידה: בסיום הקורס, הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לעבוד בכלים ממוחשבים כדי לתכנן פריימרים לשיבוט וחיבור מקט עי דנ"א. 2. ליישם מודלים הנדסיים בביולוגיה סינטטית. 3. להשתמש בכלים פיזיקליים למדוד סיגנלים ביולוגיים בתוך תא חי.

**3360549 טכניקות ריצוף ד.נ.א. מסנגר עד ננו-חרירים**

2 - - - - חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01340058 - 00940423 ) או ( 01340058 - 01340058 )

( 03340023 )

ענף הריצוף-מבט כללי והיסטורי. ביולוגיה מולקולרית-חזרה. ריצוף מהדור הבא. וריאציות גנטיות. מבוא לביו-סטטיסטיקה. טכניקות ריצוף מדור א. טכניקות אסמבלי. ריצוף דור ב. בעיות די-פזינג. גילוי מולקולות בודדות. ריצוף ע"י סינטז. ננו-חרירים. ריצוף ע"י מי-איון. אפליקציות לריצוף במין-איון. מעבר לריצוף A.N.D. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל:

- להבין את טכניקות ריצוף ה-ד.נ.א. על צורתיה השונות. 2. להבין את הבסיס הפיזיקלי לתהליכי ריצוף ה-ד.נ.א. 3. להעריך את הייתכנות של טכניקות ריצוף חדשות. 4. להבין את האימפקט של שוק ריצוף ה-ד.נ.א על הרפואה.

**3370001 ביופיסיקה וניורופיסיקה למהנדסים**

1 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: ( 01340058 -ו- 01240503 )

נושאים: דיפוזיה, אוסמוזה, שיווי משקל יוני, חדירות והעברה דרך קרומים, תופעות ביו-חשמליות, קרומים אקסיטביליים, האימפולס העיזבי, משוואות הודג'קין-הקסלי, סימולציה של פוטנציאל הפעולה, העברה סינפטית, ניורטרנסמיטרים, ניורומודולטורים, הפעילות החשמלית והמכנית של תאי שריר שלד, עקרונות אירגוניים של המוח. תהיה בחירה בנושא אחד מתוך הנושאים

מערכות חישה- עקרונות התמרה וייצוג מידע מרכזי, מערכת הראיה, מערכת השמיעה, עקרונות פעולה של המערכת המוטורית, דימות פונקציונלי. תוצאות למידה:

- בסיום הקורס הסטודנט ידע: 1. לבנות מודלים בסיסיים בפיזיקה של התא.
- לאפיין פעילות חשמלית של תא עצב.
- להבין כיצד מערכת העצבים מתקשרת עם שאר מערכות הגוף.

**3380017 נושאים מתקדמים בהנדסה ביו-רפואית 8**

1 2 - - - חורף + אביב 2.5

קורס מתקדם שנועד לאפשר התמחות בשטח ספציפי. הסילבוס יקבע על ידי המרצה ויאושר לפני תחילת הסמסטר.

**3380019 נושאים מתקדמים בהנדסה ביו-רפואית 9**

2 2 - - - חורף + אביב 3.0

קורס מתקדם שנועד לאפשר התמחות בשטח ספציפי. הסילבוס יקבע על ידי המרצה ויאושר לפני תחילת הסמסטר.

**3380028 למידה עמוקה בדימות תהודה מגנטית**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 03360504 ) או ( 00460831 ) או ( 00460211 ) או ( 02360781 ) או ( 03360502 )

הקורס יספק סקירה על הפיתוחים העדכניים של יישומי למידה עמוקה לפתרון בעיות בדימות תהודה מגנטית (MRI). נציג בקצרה את ההיבטים התיאורטיים והמעשיים של דימות תהודה מגנטית. לאחר מכן נדון כיצד למידה עמוקה יכולה להיות מיושמת לפתרון אתגרים בכל שרשרת עיבוד ה-MRI כולל רכישה, שחזור, שיפור, רגיסטרציה, סגמנטציה ואבחון קליני. נדרש ידע מוקדם בלמידה עמוקה לתמונות (לפחות רשתות ניורונים קונבולוציוניות) והכרות טובה עם הבסיס של הדמיה רפואית (MRI). תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

- להגדיר בעיה בתחום ה MRI בעזרת רשתות ניורונים עמוקות.
- לממש רשת ניורונים עמוקה לפתרון אתגר בתחום ה MRI כגון: סגמנטציה, רגיסטרציה שחזור/שיפור איכות תמונה א נליזה כמותית של סגלגל ה MRI אבחנה קלינית. לאמן ולהעריך רשת-ניורונים-עמוקה לפתרון אתגרים בתחום ה -MRI.

**3380200 למידה עמוקה לאותות פיזיולוגיים**

1 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: ( 03360546 -ו- 02340128 )

המשימה לגילוי ידע רפואי חדש מתוך נתוני מטופלים פיזיולוגיים מורכבים, בקנה מידה גדול ובממדים גבוהים, שנאספו בזמן טיפול רפואי, היא חיונית להתפתחות החדשנות ברפואה. הסטודנטיות והסטודנטים ירכשו מיומנויות של הוצאת משמעויות רפואיות חדשות מנתוני מטופלים מורכבים בקנה מידה גדול ובממדים גבוהים שנאספו בזמן הטיפול הרפואי ואשר חיוניות להתפתחות החדשנות ברפואה. יתנסו ביישום של למידת מכונה בהקשר של ניתוח סדרות עתיות פיזיולוגיות, יתעמקו במקורות נפוצים של אותות פיזיולוגיים שקיימים בפרקטיקה הרפואית ויחקרו שיטות למידה עמוקה לניתוחם. בפרט, יתמקדו בשימוש ברשתות ניורונים מסוג CNN ו-RNN, כגו LSTM ו-GRU לצורך ניתוח אותות ממושכים של נתונים פיזיולוגיים התלויים בזמן. יניתן דגש מיוחד על אסטרטגיות לפיתוח מודלים המאפשרים יכולות הכללה רחבות. במהלך הקורס יניתנו יסודות תיאורטיים מקיפים. הערכת הקורס תבסס על פרויקט מחקרי שבו הסטודנטים ישתמשו במאגר נתונים פתוחים של נתונים פיזיולוגיים.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

- לנתח סדרות עתיות פיזיולוגיות בתחום הבריאות.
- לייצג סדרות עתיות פיזיולוגיות ועיבוד מקדים.
- להנדס פיצ'רים: זמן, תדר, אנליזה פרקטלית, אנטרופיה.
- להשתמש בכניסה של אות רציף. (RNN/TCN).
- להתאים דומיין.
- להתמודד עם אתגרים/תחרויות באנליזה של סדרות עתיות.

**3380319 פרויקט מתקדם בהנדסה רפואית**

10 - - - חורף + אביב 6.0

הקורס מאפשר למשתלמים ללמוד באופן יסודי נושא ספציפי בתחום הבעיות השייכות להנדסה ביו-רפואית, ולרכז את המידע הקיים בקשר לאותו נושא ולהגייש את החומר בצורה מסודרת כדו"ח בכתב ובדרך כלל גם ע"י הרצאה סמינריונית. הפרויקט מיועד לסטודנטים במסגרת ה-EM בלבד.

**3380500 סמינר מתקדם בהנדסה רפואית וביולוגית**

2 - - - חורף + אביב + קיץ 1.0

הצגת נושא בהנדסה ביו-רפואית וכתובת מאמר סקירה שישלח לפרסום בעיתון בתחום. הסטודנט משתלם בנושא באופן עצמאי ומגיש את סיכום בצורת המאמר הסופי.

תוצאות למידה: במהלך הקורס הסטודנט:

- יתנסה באיסוף וסיכום חומר למאמר בתחום.
- יתנסה בכתיבה מדעית.
- יתנסה בעריכת המאמר לפרסום.

**הפקולטה להנדסה כימית****540322 עקרונות תכן ריאקטורים (ח)**

2 3 - - - חורף + אביב 4.0

מקצועות קדם: ( 00540321 ו- 00540320 ו- 00540319 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00540403

אפיון תכונותיהם של ריאקטורים אידאליים: המנתי, רציף צינורי, רציף בחוש, מנתי למחצה, צינורי עם סחרור. ניתוח השפעות גודל ריאקטור וחלוקתתוצרי תגובות במערכות איזותרמיות. ניתוח השפעות תרמיות בריאקטורים מטיפוס מנתי, מנתי למחצה, רציף צינורי, רציף בחוש וצינורי עם סחרור: פעולה אוטותרמית, מסלול טמפרטורה אופטימלי, שיקולי יציבות. מודלים לתיאור ריאקטור ריאלי, פילוג זמני שהייה. מערכות הטרוגניות: משוואת הקצב הגלובלית, תהליכי מעבר חום וחומר בתגובות קטליטיות פלואיד מוצק, מקדמי אפקטיביות, מבוא לבעיית התיכון.

**540323 תהליכי הפרדה בהנ. כימית לסט' סביבה**

2 1 2 - - - חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 00540203 ו- 00540374 ו- 00540320 ו- 02340128 )

או ( 02340128 ו- 00140006 ו- 00140214 ו- 00140940 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00540309, 00540324

הקורס עוסק בפעולות יסוד בהנדסה כימית ותהליכי הפרדה מבוססי קינטיקה ושיווי משקל. הנושאים כוללים זרימה בצנרת, אביזרי צנרת, משאבות, זרימת פלואידים דרך מצע נקבובי נייח ומרחף, סינון מוצקים, אפיון גודל חלקיקים, שקיעת חלקיקים, שיקוע וגיבוש חומרים.

**540324 תהליכי הפרדה בהנ. כימית לביוכימית**

2 4 - - - חורף + אביב 5.0

מקצועות קדם: ( 00540203 ו- 00540374 ו- 00540306 ו- 02340128 )

או ( 02340128 ו- 00540374 ו- 00540306 ו- 00140214 )

הקורס עוסק בפעולות יסוד בהנדסה כימית ותהליכי הפרדה מבוססי קינטיקה ושיווי משקל. הנושאים כוללים זרימה בצנרת, אביזרי צנרת, משאבות, זרימת פלואידים דרך מצע נקבובי נייח ומרחף, סינון מוצקים, אפיון גודל חלקיקים, שקיעת חלקיקים, שיקוע וגיבוש חומרים, הפרדות ע"י בממברנות ושדה חשמלי, זיקוק, מיצוי, ספיחה, כרומטוגרפיה, הלחה וייבוש מוצקים.

**540330 מעבדה לסימולציה בהנדסת תהליכים**

2 - - - 6 חורף + אביב + קיץ 1.0

מקצועות קדם: ( 00540135 ) או ( 00540131 )

מטרת המקצוע להקנות ידע וניסיון בשימושי סימולציה של תהליכים כימיים. החומר הנלמד משלב שימושי סימולציה בנושאים הבאים: מאזני חומר, ואנרגיה, מעבר מסה וחום, תרמודינמיקה, שיווי משקל נזל-אדים רב מרכיבי, ועוד. הקורס מועבר בתרגול עצמאי בעזרת מולטימדיה, המאפשר לכל סטודנט להתקדם בחומר בקצב שלו.

**540367 פרויקט מחקר 1**

8 - - - חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 00540203 )

הסטודנט יבצע מחקר נסויי או עיוני באחד משטחי ההנדסה הכימית בהנחית חבר סגל בכיר. על הסטודנט להגיש דו"ח על העבודה. הערה: המקצוע פתוח לסטודנטים מצטיינים בלבד.

הערה: המקצוע פתוח לסטודנטים מצטיינים בלבד בסמסטר 2-6

**540368 פרויקט מחקר 2**

8 - - - חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 00540367 )

הסטודנט יבצע מחקר נסויי או עיוני באחד משטחי ההנדסה הכימית בהנחית חבר סגל בכיר. על הסטודנט להגיש דו"ח על העבודה. הפרויקט יכול להיות המשך ל"פרויקט מחקר 1", או להיות מחקר עצמאי שונה.

הערה: המקצוע פתוח לסטודנטים מצטיינים בלבד בסמסטר 2-6.

**540203 עקרונות הנדסה כימית 1 מ'**

2 3 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות קדם: ( 00540131 ו- 01140077 ו- 01040131 ) או

( 01040131 ו- 00540131 ו- 01140051 ) או ( 01140051 ו-

00540135 ו- 01040131 ) או ( 01040131 ו- 01140077 ו-

00540135 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00540480

המקצוע עוסק בעקרונות מעבר תנע בזרימת פלואידים ויישומם ההנדסי. מושגי יסוד: רצף, מאמץ, צמיגות, שדות סקלריים ווקטוריים. הידרוסטטיקה. קינמטיקה: תאור התנועה בשיטת לגרנז' ואוילר. תיאורית הטרנספורט של ריינולדס. קווי זרימה. ערבוליות. קצב דיפורמציה. מאזני מסה. משואת הרציפות. דינמיקה: מאמצים. חוק ניוטון. מאזני תנע מיקרוסקופיים. משואת התנועה. זרימה למינרית חד-כיוונית. שכבות גבול. מאזן אנרגיה מכנית. משואתברנולי. זרימה טורבולנטית. משואות תיכון לזרימה במובילים סגורים וצנרת. מכשירי מדידה בזרימה. משאבות.

**540309 תהליכי הפרדה בהנדסה כימית**

2 3 2 - - - חורף + אביב 6.0

מקצועות קדם: ( 00540203 ו- 00540374 ו- 00540306 ו- 02340128 )

או ( 02340128 ו- 00140214 ו- 00540374 ו- 00540306 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00540324

הקורס עוסק בפעולות יסוד בהנדסה כימית ותהליכי הפרדה מבוססי קינטיקה ושיווי משקל. הנושאים כוללים זרימה בצנרת, אביזרי צנרת, משאבות, זרימת פלואידים דרך מצע נקבובי נייח ומרחף, סינון מוצקים, אפיון גודל חלקיקים, שקיעת חלקיקים, שיקוע וגיבוש חומרים, הפרדות ע"י בממברנות ושדה חשמלי, זיקוק, מיצוי, ספיחה, כרומטוגרפיה, הלחה וייבוש מוצקים.

**540310 מעבדה להנדסה כימית 1**

3 - - - 10 חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: ( 00540309 ו- 00140003 ו- 00940481 ) או

( 00540324 ו- 00540309 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00540318

במעבדה זו מבוצעים ניסויים המיועדים להמחשת עקרונות תהליכי מעבר ופעולות יסוד המבוססות על תהליכי מעבר תנע וחום. מטרותיה: א. הכרה והפעלה של יחידות ציוד ומיכשור טיפוסיים. ב. לימוד עריכת ניסויים בציוד תעשייתי בקנ"מ מעבדתי וניתוח תוצאותיהם. ג. לימוד כתיבת דו"ח טכני. ד. אימון הסטודנטים בעבודת צוות. המעבדה מתנהלת במתכונת של סדרת ניסויים בני יום שלם, המבוצעים ע"י קבוצות סטודנטים אחת לשבועיים. לאחר כל ניסוי מוגש דו"ח טכני מלא.

**540319 תרמודינמיקה ב' מתקדם**

2 2 2 - 13 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 00540215 ו- 01040131 ) או ( 01040131 ו-

00540316 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01240601

שיווי משקל בין פאזות במערכות רב-מרכיביות. חישוב הרכבים בתמיסות אידיאליות ובלתי אידיאליות, מקדמי פעילות, תמיסות אלקטרוליטים, שיווי משקל כימי, חישוב הרכבים בשיווי משקל. ביצוע ניסוי מעבדה לקביעת תכונות אנתלפיה, אנטרופיה ואנרגיית ג'יבס, מתח פנים ושטח פנים של מוצק, סיווג תמיסות לפי תכונות העודף וקביעת יציבות וחיזוי הפרדות לשתי פאזות.

**540369 מעבדה להנדסת פולימרים**

-- 6 - 4 חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: ( 00540351 ) או ( 03140312 )

מקצועות זהים: 00560404

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00580184

ביצוע ניסויי מעבדה במגוון נושאים הקשורים בהכנה, איפיון ועיבוד פולימרים כגון: הכנת פוליאסטר משורין, ניילון 6,10, פוליאורטן מוקצף, קביעת משקל מולקולרי ע"י מדידת צמיגות עצמית, צמיגות של תמיסות מרוכזות, צילוב פוליאטילן ומדידת אחוז גל, גיבוש פולימר (מיקרוסקופית אורמקוטב וקלורטרמה), איפיון תכונות מכניות, שיטות עיבוד: שיחול (אקצטרוזיה), הזרקה, ועוד.

**540374 אנליזת תהליכים בשיטות נומריות מ'**

-- 2 - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00850135

מטרת המקצוע להקנות ידע וניסיון לישום של שיטות נומריות לפתרון של בעיות הנדסיות. סטודנט המסיים את המקצוע בהצלחה יהיה מסוגל לבחוראת השיטה הנומריית המתאימה ביותר, לישמה ולפרש נכון את הפתרון הנומרי המתקבל. הנושאים הנלמדים: משוואות אלגבראיות לינאריות קירובים פולינומים (הפרשים סופיים, אינטרפולציה, אינטגרציה), משוואות אלגבראיות לא-לינאריות, מינימיזציה של פונקציות רגרסיה לינארית, רגרסיה רבת משתנים ורגרסיה לא-לינארית משוואות דיפרנציאליות רגילות, מבוא למשוואות דיפרנציאליות חלקיות.

**540376 הנדסה אקולוגית בחיי היומיום**

-- 2 - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00540306 )

שימוש בידע הנדסי בחיי היומיום עם דגש על התקנים אקולוגיים המשמשים בסביבת הבית. בקורס מוצגים התקנים אקולוגיים המשמשים בחיי יומיום והעקרונות הנדסיים המשמשים לבנייתם ולהפעלתם. בין ההתקנים המוצגים: מצננים מדבריים, תנורי שמש, קירור גיאותרמי, פאנלים פוטוולטאיים, בנייה בחומרים טבעיים.

**540400 מעבדה להנדסה כימית 2**

-- 3 - 10 חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: ( 00540409 - 00540408 - 00540310 - 00540305 )

או ( 00540408 - 00540409 - 00540310 - 00540308 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00540420

במעבדה זו מבוצעים ניסויים שנועדו להמחשת: א. עקרונות פעולות יסוד המבוססות על תהליכי מעבר חומר. ב. עקרונות הנדסת ריאקטורים כימיים. מטרת המעבדה ומתכונתה זהים לאלו של המקצוע "מעבדה להנדסה כימית 1".

**540406 מחקר גמר 1**

-- 8 - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00540308 ) או ( 00540305 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00540363

הקורס מיועד לסטודנטים בפקולטה להנדסה כימית (כל המסלולים) בסמסטר השביעי ללימודיהם. הסטודנטים יבצעו מחקר ניסויי או עיוני באחד משטחי הנדסה הכימית או הביוכימית, בזוגות או יחידים. בהנחיית חבר סגל בכיר. על הסטודנט למצוא מנחה ונושא מחקר לפני תחילת הסמסטר. הנושא ייחקר בדרך כלל במשך שני סמסטרים (ראה מחקר גמר 2). היקף המחקר הוא 8 שעות שבועיות. בנוסף יתקיימו מספר פגישות במהלך הסמסטר אשר הנוכחות בהן היא חובה. במשך הסמסטר על הסטודנטים להגיש שני דוחות ביניים. בסוף הסמסטר על הסטודנטים להציג את עבודתם באירוע כלל פקולטי, ולהגיש דוח מסכם.

**540407 מחקר גמר 2**

-- 8 - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00540406 )

הסטודנט ישלים בדרך כלל את המחקר שהתחיל במסגרת המקצוע "מחקר גמר 1", ובתום הסמסטר ידווח על עבודתו וממצאיה בכתב ובתצוגות פוסטרים.

**540410 תיכון מפעלים מ'**

-- 2 - 5 4 חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 00540416 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00540411, 00540418

שיקולי תהליך ושיקולים מכניים בתיכון מפעלים כימיים. תזרימי תהליך ותזרימים מכניים. חומרי בניה, בטיחות ואיכות הסביבה. תכן של צנרת, מכלי לחץ, מחליפי חום, ציוד שינוע, זיקוק, מערכות נוזל-מוצק ושרותי תעשייה. פרויקט מסכם בקבוצות הכולל: תזרים תהליך ותזרים מכני, מאזני חום וחומר ומפרכי הציוד העקרי.

**540415 הנדסת תהליכים בתעשייה הפטרוכימית**

-- 3 - - - - אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 00540305 - 00540409 )

המטרה- הכרת התהליכים בתעשייה הפטרוכימית והשיקולים הנדסיים אשר ביסודם, באמצעות הרצאות של מהנדסים בכירים בתעשייה בהובלת חבר סגל מהפקולטה. תינתן סקירה של תעשיית הנפט הגולמי ותעשיית הגז הטבעי. יילמדו תהליכי זקוק נפט גולמי, תהליכים תרמיים וקטליטיים לעיבוד ופיצוח של תזקי נפט גולמי, תהליכי מיצוי ועיבוד חומרים ארומטיים, תהליכי ייצור אתילן ופוליאולפינים, סחר, כלכלת נפט ולוגיסטיקה, ניתוח בעיות תהליכיות, ציוד בתעשייה הפטרוכימית, ציוד סובב בתעשייה, ניצול מקורות אנרגיה בתעשייה עתירת אנרגיה, היבטים מיוחדים לתעשייה הפטרוכימית בבטיחות ואיכות סביבה.

**540420 מעבדה להנדסה כימית 2 בכ'**

-- 4 - 5 חורף + אביב + קיץ 1.5

מקצועות קדם: ( 00540409 - 00540408 - 00540203 - 00540306 )

או ( 00540305 - 00540409 - 00540408 - 00540203 )

או ( 00540306 - 00540308 )

במעבדה זו מבוצעים ניסויים שנועדו להמחשת: א. עקרונות פעולות יסוד המבוססות על תהליכי מעבר חומר. ב. עקרונות הנדסת ריאקטורים כימיים.

**540478 מבוא להנדסה כימית וביוכימית מ'**

-- 2 - - - חורף 3.0

מקצועות קדם: ( 01240120 )

הכרות עם ההנדסה הכימית והביוכימית והקניית כלים בסיסיים לעוסקים במקצוע זה. הנושאים הנלמדים: יחידות ודיוק, גזים אידיאליים וראליים. שיווי משקל בין פאזות, טבלאות קיטור, חום ועבודה. מאזני חומר ואנרגיה במצב יציב, בהעדר ובנוכחות תגובות כימיות וביוכימיות, סחר ומעקף. פתרון בו-זמני של מאזני חומר ואנרגיה, מאזני חומר ואנרגיה במצב לא יציב.

**540480 עקרונות הנדסה כימית ח'1**

2 2 3 - - אביב 4.5

מקצועות קדם: ( 01040228 - 00540135 - 01140077 ) א ( 00540135 - 01040228 - 01140051 )

הגדרה ותכונות של זורמים, הידרוסטטיקה, ניסוח אינטגרלי של חוקי היסוד (שימור מסה, אנרגיה ותנע), קינמטיקה, ניסוח דיפרנציאלי של חוקי היסוד (מש' הרציפות, מאמץ ומש'נוויה סטוקס), תנאי שפה ופתרונות מדויקים של זרימה למינארית, אנליזת מימדים, זרימה בלתי צמיגה ומשוואות ברנולי, זרימה צמיגה, משוואות תיכון לזרימה במערכות צנרת, משאבות ושכבות גבול. מטרת הסדנה היא להעמיק את הידע בתחום של תופעות מעבר תנע ולחזק אתהקשר בין הידע הבסיסי בנושאים של מתמטיקה ופיזיקה לבין היישום שלו בפתרון בעיותהזרימה השונות בהנדסה כימית. הנושאים שילמדו/יורחבו כוללים: סטטיקת פלואידים, מאזן תנע זוויתי, תרת הסיכה, מתח פנים, פתרונות דמיות, שכבות גבול.

**540483 מעבדה לתהליכים בתעשיית המיקרו**

1 3 - - חורף 2.0

מקצועות קדם: ( 00540322 - 00540320 - 00540309 ) א ( 00540324 - 00540322 - 00540320 )

ניסויים הבודקים פרמטרים תיאורטיים ותפעוליים בתהליכי ייצור התקנים מיקרואלקטרוניים כגון: חמצון, שיטוח בסבסוב, פוטוליטוגרפיה, איכול סיליקון, סיליקה ומתכות, גידול שכבות בשיטה של ALD, גידול שכבות מתכת, איפיון, מיומש של התקנים.

**560379 מעבדה לתהליכי ממברנות**

4 - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00540309 )

מטרת המעבדה היא לאמן את הסטודנטים בתהליכי הפרדה ממברניים, כולל אוסמוזה הפוכה, אולטרא פילטריציה, ננופילטריציה, מיקרופילטריציה, הפרדת גזים ופרפורציה.

**560391 חיישנים מבוססי ננו-ביו) חומרים**

2 3 - - אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 01240120 - 01140052 )

נושאים: אפיוני חיישנים בהתאם לסוג היישום. אפיוני ננו-חומרים ליישומי חישה. ננו-חלקיקים מתכתיים ומוליכים למחצה. ננו-חוסים וננו-צינורות אורגניים ואי-אורגניים. חיישנים אופטיים, מכניים, וכימיים מבוססי ננו-חומרים. חיישנים מבוססי ננו-חומרים מוכלאים. עיבוד אותות של חיישנים בודדים ומערך של חיישנים (אף אלקטרוני).

**560396 חלקיקים קולואידים וכוחות בין-מולקולריים**

2 4 - - חורף 2.5

מקצועות קדם: ( 00540203 - 00540315 )

כוחות שטח ( YROEHT OVLD ) בין חלקיקים קולואידים (ננו- ומיקרו-חלקיקים) והשלכות על אנרגיות אדהזיה ומתח פנים של מוצקים ונוזלים, דיאגרמות אנרגיה עבור יציבות קינטית של תרחיפים (אמולסיות וסופנסיות), משוואות קצב עבור תהליכי קואגולציה בתרחיפים כתלות בכוחות שטח, טמ"פ, גודל חלקיקים, וצמיגות הנוזל הבין חלקיקי, ואפליקציה לתהליכי הפרדה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יוכל: א. לחשב כוחות בין משטחיים הנובעים מתהליכים בין מולקולריים. ב. להעריך באופן איכותי (באמצעות דיאגרמות אנרגיה) ובאופן כמותי (באמצעות מודלים קינטיים) את התהליכים הלוקחים חלק תוך כדי מפגש בין חלקיקים קולואידים, וכן את משך הזמן שבו תרחיפים שומרים על יציבות (חיי מדף). בנוסף הסטודנט יישם את הידע הנרכש ב קורס על מנת לקבוע יעילות תהליכי הפרדת חלקיקים.

**560397 ממברנות עקרונות וחומרים**

1 2 - - חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: ( 00540315 ) או ( 00540306 )

סקירת תהליכי ממברנות ועקרונותיהם הפיזיקליים. תהליכים: מים, הפקת אנרגיה, אלקטרוכימיה ואחרים. ממברנות ביולוגיות וסנתטיות, פולימרים וחומרים מתקדמים לממברנות. תרמודינמיקה ומנגנוני מעבר וסלקטיביות למולקולות ויונים בממברנות שונות. תופעות פני שטח בממברנה: אילוח, סוגיו והפחתתו. מודיפיקציה ואפיון ממברנות. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. להבין ולנתח מנגנוני הפרדה בתהליכי ממברנות שונים כולל מערכות אלקטרו-ממברניות, הפקת אנרגיה, טיהור מים, הפרדת גזים וכו'. 2. להבין יתרונות ומגבלות בתהליכים קיימים ברמת מנגנונים פיזיקליים (תרמודינמיקה וקינטיקה). 3. לראות כיצד חומרים מתקדמים וביומימטיים יכולים לשפר ביצועי ממברנות. 4. להבין תופעות קיטוב ואילוח, השפעתן על ביצועים ודרכים להתמודד איתן.

**560398 קטליזה על משטחים**

2 5 - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00540409 - 00540408 )

מקצועות זהים: 00580001

תפקיד המצע הקטליטי, ריאקטיביות של משטחים, מנגנוני ספיחה והתנתקות, מבנה פורוזיבי של חומרים, אינטראקציות אלקטרוניות בין מתכת למצע, תכונות לואיס-ברונסטד של משטחים, סינתזה ואפיון של קטליזטורים הטרוגניים. קטליזטורים הטרוגניים עבור ראקציות רלוונטיות לתחום הדלקים החלופיים והמרה של גז טבעי לדלקים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט: 1. יבין את תפקיד המצע הקטליטי כולל תכונות שאחראיות לאקטיביות המצע. 2. ידע לאפיין ולחשב פרמטרים רלוונטיים למבנה הפורוזיבי של הקטליזטור. 3. יבין השפעות אלקטרוניות ותכונות פני שטח על פעילות הקטליזטור. 4. יכיר שיטות להכנה ואפיון של קטליזטורים. 5. ידע לקשור בין הפרמטרים של הקטליזטור על הראקציות הקשורות לדלקים חלופיים.

**560404 מעבדה להנדסת פולימרים**

5 - 3 אביב 2.0

מקצועות קדם: ( 00540413 ) או ( 00540351 ) או ( 00540350 )

מקצועות זהים: 00580184

מטרת הקורס להקנות ידע תיאורטי ומעשי בנושא סינתזת פולימרים, עיבודם אפיונם.

ושאי המעבדות: MFI-ריאולוגיה של פולימרים ואפיונם באינדקס המשמש בתעשיית הפולימרים. פולימרים גבישיים- מעקב אחרי תהליך התגבשות של פולימרים באמצעות מיקרוסקופיה אופטית ו-DSC. תמיסות מרוכזות- אפיון צמיגות של תמיסות מרוכזות של פולימרים והשפעת כוחות גזירה על תמיסות אלו. שיחול- התנסות בעיבוד פולימרים בשיחול וחקירת השפעת פרמטרים שונים בתהליך על תוצר שיחול. תכונות מכניות- בדיקת תכונות מתיחה של פולימרים שונים באמצעות ציוד לבדיקות מכניות. ראומטר- ריאולוגיה של תמיסות פולימרים. סינתזת פולימרים- התנסות בפלמור של פוליאריתן, ניילון 6,01 ויצירת חומרים מרוכבים. SAXS- אפיון מקרו-מבנה של בלוק-קופול ימרים.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יבינו את הנושאים הבאים: 1. עקרונות בסינתזת פולימרים, שיטות לעיבוד פולימרים ושיטות איפיון פולימרים.

2. ידעו לבצע ולנתח שיטות מעשיות בסינתזת פולימרים, עיבוד פולימרים ואפיונם.

**560407 העצמת תהליכים כימיים****2 - - - אביב 3.0**

קורס זה מלמד את העקרונות של העצמת תהליכים כימיים ויישומיה. העצמת תהליכים 4 מימדים: המימד המרחבי- קטליזטורים בעלי סלקטיביות צורנית! וריאקטורים בעלי מיקרו מבנה. המימד התפקודי - ריאקטורים ממברנלים! ריאקטורים בחושים סטטיים זיקוק ריאקטיבי. מימד הזמן- ריאקטורים בזרימה אוסצילטורית! ריאקטורים בזרימה מתהפכת וריאקטורים מצע נייד מדומה. המימד התרמודינמי (אנרגיה) - ניצול אנרגיה סולרית! אולטרסאונד ומיקרוגול במערכות ריאקטיביות. \_

1. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות יבינו את 4 המימדים השונים של העצמת תהליכים! יישום והאינטגרציה ביניהם.

2. הסטודנטים ילמדו לבצע סקרוספירות בנושא לבחירתם בתחום העצמת תהליכים. \_

3. הסטודנטים ילמדו לבצע ניתוח ביקורתי לעבודה מדעית שפורסמה בתחום העצמת תהליכים. \_

4. הסטודנטים ילמדו להציג את מסקנותיהם בצורה עניינית ויתנסו במתן סמינר מדעי. \_

**560409 מערכות חכמות למתן תרופות****2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5**

**מקצועות קדם:** ( 01240708 - 00540350 ) או ( 00540413 - 01250801 ) או ( 01240708 - 00540413 ) או ( 00540350 - 01250801 )

**560410 הנדסת ננו חלקיקים מחקי טבע****2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0****מקצועות קדם:** ( 00540203 - 01340058 - 01240911 )

קורס אינטרדיסציפלינרי זה יעסוק במגוון רב של נושאים כגון: סינתזה של חלקיקים ביומימטיים (כלומר: חלקיקים מחקי טבע) ואפיונם! שימוש בחומרי ניגוד ושילובים בחלקיקים! וניצול יתרונותיהם של חלקיקים אלו ככלים להובלת מגוון רחב של חומרים רפואיים כגון: מולקולות קטנות! חלבונים וגדילי RNA. קורס זה ילמד במתכונת של למידה מבוססת בעיה (למ"ב) ובמהלכו יוצגו בפני הסטודנטים צרכים קליניים שונים בהם חלקיקים אלה משומשים לרפוי או להקלת מכאוב ספציפי! במהלך הקורס! הסטודנטים יצויידו בכלים לאפיון את הבעיה ההנדסית ויתבקשו לפתח פתרונות משלהם תוך כדי עבודה בצוות.

1. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

להכיר הטכנולוגיות המובילות בתחום הננו-הנדסה בהשראת הטבע ו"מושם השונה בקליניקות.

2. לקרוא! להבין! לנתח ולפרש את הספרות המקצועית בתחום הננו-הנדסה בהשראת הטבע.

3. ליישם את הידע הנדרש בקורס על מנת לכתוב הצעת מחקר בנושא הקורס.

4. לפתח יכולת הבעת רעיונות מדעיים בדו"חות כתובים ובהצגת מצגות.

**560411 ג. בפולימרים ותוספים: תהליכים ואפליקציות****2 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.0**

**מקצועות קדם:** ( 01250801 - 00540350 - 00540351 - 01240708 ) או ( 00540351 )

הקורס מורכב מהרצאות פרונטליות, קבוצות/עבודות צוות וביקורי מפעלים מהתעשייה (שני ביקורים) למעקב אחרי הדגמת תהליכי עיבוד פולימרים ותוספים ושילובם יחד, במטרה להציג את כל ההיבטים הרלוונטיים והעדכניים בתעשייה. הקורס יכסה את הנושאים הבאים: מבוא לפולימרים, תהליכי פלמור וייצור תעשייתי, עיבוד תעשייתי ותוספים. עקרונות של תהליכי הטמעת תוספים ומלאנים במערכת פולימרית, תרכוב, ערבוב וסילוק נדיפים, אקסטורדר בורג-תאום. מייצבי פולימרים: נוגדי חמצון, בולעי מחמצנים, בולעי קריות, מייצבים תרמיים, כולל עקרונות ופעולה. צבענים כתוספים ושימושם בתעשיית הפולימרים. מערכות תרמופלסטיות גבישיות למחצה: תוספי גירעון וגיבוש והשפעתם על התכונות הסופיות. דיפוזיה ומיגרציה של תוספים במטריצה פולימרית. תוספים לתכונות פני שטח (חיצוני/פנימי): אנטימיקרוביאלי, אנטיסטאטי, לובריקנטים, משפרי עיבוד ומרככים. מלאנים מינרלים כתוספים לפולימרים. פולימרים מוקצפים: פולימרים פורוזיביט שטיות הקצפה (פיזיקלית/כימית) הקצפה באקסטרוזיה והזרקה. תגובות כימיות ע"י תוספים פונקציונלים פעילים תוך כדי בעיבוד: מצלבים ופר-אוקסידים מנפחים/מקציפים. מנגנוני עיכוב בעירה, עקרונות פעולה והדגמה עבור פולימרים תרמופלסטיים. הדגמת תהליכים בתעשייה, עקרונות אפיון מעבדתי בקרה של תוספים ומלאנים והשפעתם על תכונות הפולימר המעובד/המוצר במסגרת שני ביקורים במפעלים. דיון בפרויקטים של תהליכים ותוספים (מודל הפוך אפלקציה ותוספים - דיון בתכונות). תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

- 1) לקבוע את ההבדלים העיקריים בין התוספים והתאמתם למשפחות הפולימרים השונות ותהליכי עיבוד.
- 2) להעריך את ההשפעה של התוספים ומלאנים על התכונות הסופיות של הפולימר, כגון עיבוד, תכונות מיכאניות, יציבות ותכונות פני שטח.
- 3) להבדיל בין סוגי התוספים המגוונים השונים (פעילים מול אינרטים), כולל היתרונות והמגבלות שלהם ואופן העבודה שלהם.
- 4) לדון ולתרגל התאמת תוספים למשפחות פולימרים ליישומים הרצויים.
- 5) לנתח את הקשר בין מבנה כימי של תוסף ותכונות של פולימרים.
- 6) לנתח את העיצוב, המבנה ההנדסי, הכימיה והיישום של תוספים בפולימרים ותגובות שטח.
- 7) לקבוע את הכלים האנליטיים והניטור המתאימים עבור הצלחה ומעקב אחרי עיבוד פולימרים עם או בלי תוספים.

**560412 נושאים נבחרים בלמידת מכונה בהנדסה כימית****2 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.0**

**מקצועות קדם:** ( 01040065 - 00940480 - 00540374 - 02340128 ) או ( 01040019 - 00940480 - 00540374 - 02340128 ) או ( 01040065 - 00140003 - 00540374 - 02340128 ) או ( 01040019 - 00140003 - 00540374 - 02340128 )

הקורס מציג שיטות למידת מכונה כמודלים מתמטיים לבעיות בהנדסה כימית, בדגש על עבודה עם דאטה מוגבל. מושם דגש על ניסוח בעיות, פונקציות מחיר, הכללה והטיות מודל. הקורס מתמקד בעיקר בלמידת מכונה קלאסית, עם מבוא ממוקד ללמידה עמוקה. תוצאות למידה:

- בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:
1. לנסח בעיות בהנדסה כימית כבעיות למידה מונחית ולא מונחית
  2. לנתח הכללה והטיות של מודלים
  3. ליישם אלגוריתמי למידת מכונה בעבודה עם דאטה מוגבל
  4. להבין מתי וכיצד לשלב למידה עמוקה בבעיות הנדסיות
  5. להעריך מגבלות, הנחות ותוקף של מודלים

**580003 דה קרבוניזציה ובקרת פליטות - ס**

2 - 1 - - אביב 2.5

**מקצועות קדם: ( 00540136 )**

מבוא לשינוי אקלימי , פליטות גזי חממה מתחבורה ותעשייה , תפיסת פחמן, שימוש ואחסון, טכנולוגיות לתפיסת פחמן דו חמצני, שימושי פחמן דו חמצני ואחסון, צמצום פחמן דו חמצני מול אנרגיות מתחדשות. פליטות מתאן. תוצאות למידה:

בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: \_

1. להבין בעיות אקלימיות הקשורות בפילטת גזים.
2. להבין פתרונות לבעיות סביבתיות.
3. לנתח תהליכים ולהבין את ההכנות הנחוצות לקראת מחקרים עתידים בתחום.

**580127 תופעות מעבר-זרימת פלואידים**

2 - 1 - - חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם: ( 00540305 )**

טנזורים קרטזיים. עווי. מאמץ. משוואות קונסטיטטיביות. משוואות הרציפות, התנועה והאנרגיה. משוואות נזיר סטוקס. פתרונות מדוייקים. פונקציות הזרימה. זרימה לא ניוטונית, זרימה צמיגה שכבות גבול. זרימה טורבולנטית.

**580185 מצב מוצק בהנדסה כימית למוסמכים**

2 - 1 - - חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם: ( 00540215 ו- 01140052 )**

מבנה גבישים. תכונות סימטריה. קריסטלוגרפיה ודיפרקצית קרני X. קשרים במוצקים. פגמים במוצקים וסטייה מסטוכיומטריה. תמיסות מוצקות. דיאגרמות פאזות. תכונות חשמליות. דוגמאות של התקני מצב מוצק פשוטים. שיטות הכנה.

**580186 תרמודינמיקה סטטיסטית בהנדסה כימית**

2 - 1 - - חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם: ( 00350091 ) או ( 03150003 )**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 06480012**

מבוא למכניקה קלאסית וסטטיסטית. חבורות. סטטיסטיקת בולצמן, פרמי-דירק ובזזה-אינשטיין. פונקציות החלוקה הקלאסית. גזים אידיאליים וריאליים. נזלים. פונקציות קורלציה. נושאים נבחרים כגון: אמולסיות, גבישים נזליים, פולימרים, ריאקציות כימיות.

**הפקולטה להנדסת אווירונאוטיקה וחלל****840515 מבוא לתורת האלסטיות**

1 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: (00840506 ו-01040228) או (00840506 ו-01040223)

מבוא לתורת האלסטיות. מבוא לטנזורים. שדה הזזות, טנזור מאמצים ועיבורים. מדידת עיבור. מאמצים ראשיים וטרנספורמצית מאמצים. קריטריוני כשל. מאמצים טרמיים. חוקים קונסטיטטיביים. חוק הוק המוכלל. בעיות תנאי שפה. משוואות התאמה. עקרון הסופרפוזיציה. עקרון סאן ונאן. מאמצים ועיבורים מישוריים. פונקציית איירי. בעיות אקסי-סימטריות. ריכוז מאמצים.

**840630 שרטוט הנדסי ממוחשב**

4 2 - - - חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00340048

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 03140016

חשיבות העברת מידע הנדסי בצורה תקינה. סקיצות ידניות. בניית גיאומטריה תלת ממדית במחשב (הדגם הדיגיטלי) והפקת שרטוטים ממנה. הגדרת היטלים - תקן ISNA ותקן OSI. סקירה של שיטות ותהליכי ייצור והמשמעות לגבי השרטוט. שיטות תקינות למתן מידות ומידע הנחוץ לייצור. שימוש בדגם הדיגיטלי למטרות אחרות - אנליזות. תרגול באמצעות תוכנת תיב"מ מסחרית.

**840652 פרויקט תכן 52-פ. אסטרונוטיקה (אביב)**

1 2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00840654, 00840656, 00840658, 00840660, 00840662, 00840664, 00840666, 00840668, 00840670

בשנה האקדמית האחרונה ללימודיו בוחר כל סטודנט בפרויקט תכן דו-סמסטריאלי. הפרויקט יהיה בתחום הנדסת אווירונאוטיקה וחלל ויעסוק בנושאים הקשורים לכלי טייס ולוינים ומערכותיהם, מנועים רקטיים וסילוניים, מערכות שגור, מערכות תחזוקה תעופתיות, ונושאים אחרים, כפי שיוגדרו מדי פעם. לכל פרויקט יקבע מספר מזהה עם הגדרתו. הפרויקט יתבסס על סינטזה של ידע בתחומים שונים וידרוש עמידה במפרט קבוע מראש ובמעטפת בצועים נתונה. הפרויקט כולל תכן ראשוני עד להקפאת התכנון, שיבוצע בסמסטר הראשון. הסמסטר השני יוקדש לתכן מפורט של המערכת (או חלק ממנה). הפרויקט הגמור כולל מפרט, הצגת הפתרון, הצגת הביצועים, ביצוע ניסויים, יצור מודלים ודווח מפורט. הפרויקט יתבצע בפקולטה או בתעשייה. ההוראה בפרויקט מורכב

**840654 פרויקט תכן 54-פ. אווירונאוטיקה-אביב**

1 2 - - 4 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: (00850407 ו-00840738 ו-00840143 ו-00840221) או (00840143 ו-00840221 ו-00840738 ו-00850406)

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00840662, 00840664, 00840666, 00840668, 00840670, 00840660, 00840658, 00840656

ראה 084653.

**840737 מערכות דינמיות**

1 2 - - 1 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: (01140051 ו-01040131 ו-01040215) או (01040215 ו-01040035 ו-01140074) או (01040215 ו-01040136 ו-01140074) או (01040215 ו-01040136)

אפיון של מערכות דינמיות, אפליקציה של התמרה לפלס, תגובת הלים, תגובת מדרגה, תגובת התדר, ייצוג על ידי פונקציית תמסורת, דיאגרמות בודה, מערכות לא מינימום פאזה, לינארזציה, ייצוגים במרחב המצב, מטריצת המעבר, האסקפוננט המטריצי, טרנספורמציות קנוניות, יציבות ליאפונוב, קריטריון היציבות של ראוט-הורוביץ, בקירות וצפיות. ניסוי מעבדה.

**840135 אנליזה נומרית להנדסת אויר' וחלל**

1 2 - - 6 חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00850135, 01040283, 02340107, 01040294, 02340125

פיתוח, אנליזה ויישום שיטות נומריות קלסיות לפתרון משוואות אלגבריות, ומערכת משוואות אלגבריות, אינטרפולציה, גזירה ואינטגרציה, החלקת והתאמת עקומות ופתרון משוואות דיפרנציאליות (כולל מערכות מד"ר).

**840143 הנדסת מערכות אויר-חלל**

1 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: (00940411) או (01040034)

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00840912

מושגי יסוד והגדרות, ניתוח דרישות, ארכיטקטורה, תהליכים, תכן עקרוני וחקר חלופות, החלטות בתנאי אי-ודאות, פונקציית התועלת. ניהול סיכונים, יסודות בהנדסת אמינות ואיכות, תהליכי אינטגרציה, אימות ותיקוף של מערכות.

**840221 מכניקת הטיס 2**

1 2 - - 4 חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: (00840225 ו-00840311) או (00840311 ו-01140101)

לינארזציה של משוואות התנועה של מטוס כגוף קשיח. מומנטים אוירודינמיים. ניהוג ויציבות סטטית בעלירוד, ניהוג בתמרון, מציאת נקודה ניאטרלית ונקודת תמרון בניסוי טיסה, מומנט צירי ההגה וכוחות ניהוג, מגבלות מרכז הכובד. דינמיקה אורכית. ניהוג ויציבות סטטית בכיוון, ניהוג בטיסה לא סימטרית, ניהוג בגלגול, מקדמי יציבות רחביים. ניהוג בפניה אופקית מיוצבת. דינמיקה רוחבית. תכונות הטסה.

**840311 אוירודינמיקה בלתי דחיסה**

1 3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: (01040228 ו-01040215 ו-01140051) או (01040215 ו-01040223 ו-01140074) או (01040215 ו-01040220)

מקצועות ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00840355

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00840356

מושגים בסיסיים. משוואות שימור אינטגרליות ודיפרנציאליות. שימוש במשוואות האינטגרליות באנליזה של מנועי סילון, מדחפים, נקבות רוח ובהערכות גרר על גופים. משפטי ברנולי, קלווין והלמהולץ. זרימה אי-רוטציונית בלתי דחיסה: פוטנציאל מהירות. משוואת לפלס. תנאי גבול. פוטנציאל מרוכב. משפטי בליזוס וקוטה-ז'וקובסקי. העתקת ז'וקובסקי. תנאי קוטה. תורת הפרופיל הדק. קוי ערבול. חוק ביו-סוואר. תורת קו העילוי. גרר מושרה. כנף אליפטית. מודל פרסה. אפקט קרקע ותיקוני מנהרה.

**840506 מכניקת מוצקים**

1 3 - - 2 חורף + אביב + קיץ 4.0

מבוא. מערכת כוחות, שקול כח. מומנט. שיווי משקל. דיאגרמת גוף חופשי. מסבכים: שיטת הצמתים ושיטת החתכים. קורות: דיאגרמות כח צירי, כוחות גזירה ומומנטי כפיפה. מאמץ ועיבור: הגדרה, יחסים, בעמיסה צירית (דיאגרמת מאמץ-עיבור) ובגזירה, חוק הוק. דפורמציה של מוטות, מערכות לא מסוימות סטטית. פיתול של מוטות עגולים. מאמצי כפיפה בקורות. מומנטי ומכפלת אינרציה. מאמצי גזירה בקורות. עמיסה משולבת בקורות. דפורמציה של קורות בכפיפה. קריסת אוילר.

מקצועות צמודים: 1040013-חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2, 1040022-חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2.

**850000 חשיפה למחקר הנדסת אוויר' וחלל**

**1 - - - 2 - - - חורף + אביב + קיץ 1.0**

הקורס יחשף בפני הסטודנטים את מגוון נושאי המחקר בפקולטה וכיווני מחקר עכשוויים על מנת לסייע להם בבחירת נושא מחקר ומנחה ללימודים מתקדמים. הקורס יהיה מורכב מהרצאה שבועית שתיתן על ידי חברי סגל הפקולטה ומיועד עבור סטודנטים בסוף התואר הראשון שצברו מעל 95 נק' מן המערכת המומלצת לתואר עם ממוצע המאפשר קבלה ללימודי תואר שני עם תיזה בפקולטה. ההרשמה לקורס באישור מרכז המקצוע.

**850156 פרויקט ניסוי**

**1 - 3 - 4 חורף + אביב + קיץ 2.5**

פרויקט ניסוי הוא קורס אשר נעשה בהנחיית חברת סגל ותכליתו אימון בשיטות ניסוי. ניתן לקחת אותו פעם אחת בלבד, כקורס בחירה פקולטי או כתחליף למעבדה בקורס החובה "שיטות ניסוי מתקדמות".

**850201 מבוא להנדסת אווירונאוטיקה וחלל**

**2 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.0**

המקצוע מוכר כבחירה חופשית בלבד. היסטוריה תמציתית של התפתחות מדעי התעופה והחלל, סוגי כלי טיס ורכיביהם. אווירודינמיקה, האטמוספירה הסטנדרטית וסביבת החלל, זרימות-תת על-ושגיאי קוליות. הנעה, בקרה, ומבנים באטמוספירה ובחלל. יציבות וניהוג. כלי טייס כמערכת. המקצוע חסום לסטודנטים מסמסטר 4 ומעלה הנ. אווירונאוטיקה וחלל.

**850220 מעבדה במכניקת הטיס**

**1 - - - 5 חורף + אביב + קיץ 2.5**

**מקצועות קדם: ( 00840221 ו- 00840220 )**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00850222**

הקורס יכלול מספר פרויקטים עיוניים ומספר פרויקטים ניסויים. הפרויקטים העיוניים יעסקו בהערכה של נגזרות יציבות ומקדמים אווירודינמיים של מטוס קל (כגון צסנה 172), ובהמשך, בהערכה של ביצועי טיסה ותכונות טיסה שלו. הפרויקטים הניסויים יוקדשו לאימות ההערכות התאורטיות בניסויי טיסה.

**850305 מעבדה באווירודינמיקה**

**2 - 2 - 3 חורף + אביב 2.5**

**מקצועות קדם: ( 00840312 ו- 00840311 ו- 00840154 )**

א. הרצאות הדגמות - מנהרת רוח, מדי מהירות בשיטת התייל החם, המחשת זרימה, שימוש במחשב, מאזניים, תיקוני מנהרה, בדיקות דינמיות, מכשור מיוחד. ב. ניסוי מעבדה - 3 ניסוי מעבדה בהנחיית מדריך וניסוי עצמאי שבמסגרתו ידרש הסטודנט לתכנן את הניסוי.

**850322 אווירודינמיקה שימושית**

**3 - - - 6 חורף + אביב 3.0**

**מקצועות קדם: ( 00840313 ו- 00840311 )**

משוואות הזרימה בתחומי המהירות, שיטות פתרון. חתכי כנף תת-קוליים - תורת הפרופיל הדק, חתכי ACAN, פרופילים סופרקריטיים - שיטות חישוב מתקדמות. הזדקרות חתך כנף ועזרי עליו גבוה. כנפים סופיות - תורת קו העילוי, סריג המערבולות - שיטות חישוב מתקדמת. הערכת התכונות האווירודינמיות, גופים כנפים למטוסי קרב ולטילים. שיטות חישוב לכנפים צרות חוק השטחים.

**850326 סדנא לאווירודינמיקה חישובית**

**2 - - - 2 - - - חורף + אביב + קיץ 1.0**

לימוד ותרגול השימוש בתוכנות מסחריות לפתרון מספרי של שדות זרימה לפי השלבים הבאים: לימוד תכנות ליצירת רשתות חישוביות, לימוד תכנות לחישוב שדות זרימה ולימוד תכנות להצגה גרפית. השוואה בין התוצאות המתקבלות משימוש באלגוריתמים שונים וכן השוואה לתוצאות המתקבלות מתכניות שנכתבו במסגרת הקורס אווירודינמיקה חישובית. הסדנא תנתן בצמוד למקצוע אווירודינמיקה חישובית.

**850406 הנעה רקטית**

**2 - - - 1 חורף + אביב + קיץ 2.5**

**מקצועות קדם: ( 00840213 ו- 00840312 ו- 01250001 ) או ( 01140036 ו- 00840312 )**

מבוא כללי, משוואת הדחף, מושגי יסוד, ביצועים של מנועים רקטיים, משוואת התנועה, שלבים, אנליזה של רקטה אידיאלית, תורת הנחיר, יסודות הקינטיקה הכימית, תרמוכימיה, הודפים כימיים, רקטות הודף מוצק, רקטות הודף נוזלי, שיטות ומערכות הנעה חדישות, שיגור רקטות מודל.

**850407 אמצעי הנעה - מנועי סילון**

**2 - - - 1 חורף + אביב + קיץ 2.5**

תרמודינמיקה של מחזור ג'אול-ברייטון, תצורות של מנוע סילוני, ייצור דחף, נצילות רכיבי מנוע, משוואת הטורבו-מכונות של אוויר, משולשי מהירויות, מדחס צירי ורדיאלי, טורבינה, תאי בעירה, חומרים בטורבינות גז, תהליכי כשל מנוע, תהליכי ייצור, מיסבים ותמסורות, דלק ושמינים, דינמיקה ותנודות של מנוע סילון, מגבלות והערכת סיכונים, בקרת מנוע סילון.

**850505 מעבדה במבנים אווירונאוטיים**

**2 - 2 - 3 חורף + אביב 2.5**

**מקצועות קדם: ( 00840154 ו- 00840512 ו- 00840640 ) או ( 00840641 ו- 00840515 ו- 00840154 )**

אנליזת מאמצים ניסויית, עומסים ותפסנים, בקרת ניסויים, בדיקות ללא הרס, בדיקות דינמיות, מכשירים ושיטות מדידה מיוחדות. הקורס מבוסס על בצוע 5-6 ניסויים בנושאי קשיחות ויציבות של מבנים דקי דופן, כשהדגש הוא על דרך בצוע הניסוי, המדידות ופענוחן כולל מסקנות, כשהסטודנט משתתף בתכנון הניסוי ובהכנתו.

**850634 פרויקט בתכן מכני של רכיבים**

**4 - - - 4 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

**מקצועות קדם: ( 00840640 ו- 00840155 ) או ( 00840630 ו- 00840641 )**

תכן של רכיבים ותת מערכת מיכניות בתעופה וחלל. הכנת מיפרט. הצגת פיתרונות אחדים, בחירת הפיתרון המועדף. תכן מפורט ברמת הרכבה.

**850695 תכן ראשוני של מטוסים**

**3 - - - 3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0**

**מקצועות קדם: ( 00840220 )**

השלבים המוקדמים בתכן מטוסים: דרישות לקוח, תכן קונספטואלי ותכן ראשוני. תקנות אזרחיות וצבאיות ( ). ( CEPS, LIM, RAJ, RAF ) קביעה ראשונית של גדלים ( GNIZIS ), הערכת משקל, ביצועים ומחיר. התאמת גודל מטוס ( SFFO EDART ) למשימות ובצועים. אלטרנטיבות. קונפיגורצית מטוס ( TUOYAL ) ותיכון מרחב פנימי. טכנולוגיות חדישות ונושאים יחודיים המשפיעים על תכן ראשוני.

**850905 מעבדה במערכות חלל ולוויינות**

2 - 2 - - חורף 2.5

מקצועות קדם: ( 00840913 )

הכרת פעולתן של תת-מערכות בלויין: מבנה, מערכת הספק, מחשב ותוכנה, תקשורת רדיו, בקרת הכוון והנעה. הפעלת תוכנה ותקשורת רדיו של לויין. מדידות חשמליות של מערכת ההספק. מדידות השפעות תרמיות ותנאי ריק. מדידה וניהול תנע זוויתי. ניסוי במערכת הנעה רקטית. הקורס מבוסס על ביצוע 5-6 ניסויים בנושאי מערכות חלל ולוויינות, בדגש על דרך ביצוע הניסוי, המדידות ופנעונון כולל מסקנות, כשהסטודנט משתתף בהכנת הניסוי.

**850915 מכניקת גופים בחלל**

3 - 1 - - חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 00840913 ו- 00840225 ) או ( 01140101 ו- 00840913 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00860287

תנועה בשדה כובד מרכזי. משוואות הזמן למסלול אליפטי, היפרבולי ופרבולי. בעיית תנאי התחלה ובעיית תנאי שפה. מסע בינפלנטרי וחליפה הפרבולית. שינוי אלמנטי המסלול וקביעתם מתוך מדידות. תנועה יחסית בין לויינים. טיסות מבנה ותכנון מפגש בין לויינים. פרטורבציות כלליות ומשוואת גאוס. השפעת פחיסות כדור הארץ. השפעת הגרר האטמוספירי. השפעת לחץ קרינת השמש. תכנון משימות: מסלולים הלייסניכרוניים. מסלולים יציבי פריגיאה. עקבת הלויין על כדור הארץ. השפעת כבידת השמש והירח. בעיות שלושת הגופים.

**850920 הנעה חשמלית לחלל**

2 - 1 - - חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: ( 00840913 ו- 00840312 ו- 01140054 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00860920

עקרונות ההנעה הרקטית. ניתוח משימות רכבי חלל ודרישות ממערכת ההנעה. הפיסיקה של מערכות הנעה חשמלית: תנועת חלקיק בודד בשדות חשמליים ומגנטיים, הפלסמה כזרם, תהליכי התנגשות בפלסמה, הסעה ודיפוזיה בניצב לשדה מגנטי ושכבת גבול בפלסמה. תכן ואופן פעולה של מנועים יוניים ושל מנועי הול.

**850925 מבוא לפיסיקה של הגזים**

3 - - - - חורף 3.0

מקצועות קדם: ( 01140054 ו- 00940411 ו- 00840225 ו- 00840213 ) או ( 01140086 ו- 01140101 ו- 01040034 ו- 01140036 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00560378, 01140036, 01240413

מושגי יסוד במכניקה סטטיסטית תרמית: פונקציות חלוקה, התפלגויות בולצמן ומקסוול. פרמטרים מקרוסקופיים של גזים: לחץ, טמפרטורה, אנטרופיה. משוואת המצב של גז אידאלי, דיפוזיה, משוואת בולצמן. פיזור ופרמטרים של התנגשויות. התנגשויות בין אלקטרונים, יונים, אטומים, ומולקולות. תגובות מולקולריות (סוג ראשון, שני, שלישי), קצב תגובה, קבועי שיווי משקל, ושיווי משקל מדויק.

**860150 תקשורת נתונים ומחשבים למהנדסי מערכות**

3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מודל התקשורת, מקודד מקור, מקודד ערוץ. דחיסה עם עיוות וללא עיוות, אנטרופיה. ערוצים אנלוגיים ודיגיטליים, טכניקות קידוד. קודים לגילוי ותיקון שגיאות, קיבול ערוץ. שיטות ריבוב. רשתות: רחבות, סלולאריות, מקומיות, אלחוטיות. פרטוקולים. הצפנה, יישומי דוא"ל.

**850705 מעבדה בבקרה**

4 - 4 - - חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 00840738 או 00150019 או 00350188 או 00440191 )

מטרת ניסויי המעבדה הינה לתכנן ולממש חוג בקרה שלם עבור טיסה אוטונומית של קוואדקופטר. מידול הקוואדקופטר יתבצע באמצעות עקרונות בסיסיים בעוד שמשערך קומפלמנטרי ובקרי רב-חוג יתוכננו על מנת לייצב את המערכת. הקורס יסוכם בטיסה מבוקרת של קוואדקופטר.

**850803 סמינריון בנושא הנעה**

2 - 2 - 3 חורף + אביב + קיץ 1.0

מקצועות קדם: ( 00840404 ו- 00840401 ) או ( 00850407 ו- 00850406 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00850804, 00850805, 00850806

סמינריון בתחום הנעה הכולל לימוד הכנת מצגות אקדמיות, סקרי ספרות, הצעות מחקר, הכנת דו"חות טכניים והרצאות, מצגות בכנסים, ומיומנויות של תקשורת מילולית וכתובה טכנית. המקצוע מיועד לסטודנטים בהנדסת אווירונאוטיקה וחלל שצברו 120 נק' ומעלה.

**850804 סמינריון בנושא בקרה**

2 - 2 - 3 חורף + אביב + קיץ 1.0

מקצועות קדם: ( 00840738 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00850805, 00850806

סמינריון בתחום הבקרה. הכולל לימוד הכנת מצגות אקדמיות, סקרי ספרות, הצעות מחקר, הכנת דו"חות טכניים והרצאות, מצגות בכנסים, ומיומנויות של תקשורת מילולית וכתובה טכנית. המקצוע מיועד לסטודנטים בהנדסת אווירונאוטיקה וחלל שצברו 120 נק' ומעלה.

**850805 סמינריון בנושא חלל**

2 - 2 - 3 חורף + אביב + קיץ 1.0

מקצועות קדם: ( 00860287 ו- 00840913 ) או ( 00840913 ו- 00850915 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00850806

סמינריון בתחום החלל. הכולל לימוד הכנת מצגות אקדמיות, סקרי ספרות, הצעות מחקר, הכנת דו"חות טכניים והרצאות, מצגות בכנסים, ומיומנויות של תקשורת מילולית וכתובה טכנית. המקצוע מיועד לסטודנטים בהנדסת אווירונאוטיקה וחלל שצברו 120 נק' ומעלה.

**850851 פרויקט מחקר 1**

3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצוע בחירה. מיועד לאמן את הסטודנט המצטיין בביצוע עבודה עצמית בעלת אופי מחקרי ניסוי או תאורטי בשנה האחרונה של לימודיו. הסטודנט יעבוד באופן צמוד לחבר סגל אשר יתן לו נושא לפרויקט. הסטודנט יבצע את המחקר בהדרכת חבר הסגל ויסכם את תוצאותיו בדו"ח סופי שיוגש למנחה. הרשמה באישור מרכז המקצוע בלבד כאשר סף הקבלה למקצוע הוא הצטיינות דיוקן. הציון יקבע ע"פ הדוח והמעקב במשך הסמסטר.

**850852 פרויקט מחקר 2**

3 - - - - חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 00850851 )

המשך של מקצוע מס' 085851.

**860172 שיטות נומריות בהנדסה אווירונאוטית**

3 - - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00850135 ) או ( 00840135 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00760825, 00170021

פיתוח, אנליזה ויישום שיטות הפרשים סופיים נומריות קלסיות לפתרון משוואות דיפרנציאליות חלקיות מסוג פרבולי, אליפטי והיפרבולי. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים יכירו: פיתוח, אנליזה ויישום שיטות הפרשים סופיים נומריות קלסיות לפתרון משוואות דיפרנציאליות חלקיות מסוג פרבולי, אליפטי והיפרבולי.

**860200 ניהול תרמי של מערכות אוויר-חלל**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00840314 )

מחליפי חום, הולכת חום במנועי סילון, קירור להבי טורבינה, קירור בסרט, קירור בהתזה, משטחים מחוספסים עם צלעות, קירור כלי רכב מהירים, קירור בהסתננות, מערכות מיגון תרמי, צינורות חום, אבליציה ומודלים קינטיים של אבליציה, בקרת חום בחלליות, רדיאטורים, מיגון מקרינה, טכניקות מדידת מעבר חום (תרמוגרפיה באמצעות גבישים נזליים, צבעים רגישים לטמפרטורה, תרמוגרפיה אינפרא אדומה).

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לתאר את מנגנוני מעבר החום המרכזיים במערכות תעופה וחלל.
2. לתכנן אסטרטגיות קירור ללהבי טורבינה, כלי רכב מהירים ולוויינים.
3. להעריך מערכות מיגון תרמי וטכניקות אבליציה.
4. ליישם שיטות מדידת חום לצורך הערכת עומסים תרמיים.

**860201 בליסטיקה חיצונית ודינמיקת קליעים.**

3 - - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00840225 - 00840220 ) או ( 00840220 - 01140101 )

דינאמיקה של כלים בליסטיים - רקטות, קליעים וכיו"ב. הקניית הידע הנדרש לחיזוי המסלול של גופים אלו דרך הבנת הדינאמיקה הבסיסית והקניית יכולת להבנה ולגזירה מקורבת של הגורמים המשפיעים (זווית שיגור, רוח וכיו"ב). תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט ידע: 1. לחשב במדויק מסלול דו-ממדי של נקודת מסה בתנועה ישרה עם גרר וכבידה. 2. לחשב במדויק דרך של נקודת מסה בתנועה ישרה עם גרר וכבידה. 3. לחשב בקרוב מסלול דו-ממדי של נקודת מסה עם גרר וכבידה. 4. להשתמש בטבלאות בליסטיות לחישוב מסלולים אטמוספריים. 5. לבצע תיקוני קורולוס. 6. לפתור בקרוב משוואות דינאמיות מלאות בשלבהמנוף החופי. 7. לפתור בקרוב משוואות האצה רקטית בואקום ובאטמוספירה. 8. לחשב פונקציות רגישות עבור הפרות בשלב ההאצה הרקטית. 9. לחבר את שלב ההאצה עם שלב המסלול החופשי. 01. לבדוק תנאי יציבות לקליעים מסתחררים.

**860241 אווירואלסטיות 1**

3 - - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00840225 - 00840512 - 00840312 ) או

( 00840515 - 00840225 - 00840312 ) או ( 00840515 - 01140101 )

( 01140101 - 00840312 )

אווירואלסטיות סטטית: שיטת הפרוסות, דיברגנציה, יעילות והיפוך הגאים, אפקטים של כנפיים משוכות, מודל מבני מודלי. אווירואלסטיות לא תמידית: פרפור של כנפיים ומשטחי בקרה, תגובה למשבי רוח. תוצאות למידה: עם סיום הקורס הסטודנטים יוכלו: 1. להכיר את הנושאים בהם עוסק תחום האווירואלסטיות, ולהכיר את המושגים והנושאים הבסיסיים באווירואלסטיות סטטית. 2. לפתח כלים נומריים ולהשתמש בהם לחישובים אווירואלסטיים סטטיים. 3. להרחיב את ההכרות עם אווירואלסטיות סטטית למקרים מורכבים יותר. 4. להכיר את נושא יעילות הגאים. 5. לפתח כלים נומריים ולהשתמש בהם לאנליזה מודלית. 6. להרחיב הכרות עם אווירואלסטיות סטטית למקרים מורכבים יותר. 7. להכיר את נושא אווירודימיקה לא תמידית וכלים נומריים באווירודימיקה ל א תמידית. 8. להכיר את נושא הפרפור והבנת המנגנון הפיזיקלי. 9. לפתח כלים נומריים ולהשתמש בהם לחישובי פרפור. 01. להכיר את נושא תגובת משב ובעיות מתקדמותבחזית הידע המחקרי.

**860326 קוויטציה ודינמיקת בועות**

3 - - - - 3 חורף 3.0

מקצועות קדם: ( 00840312 - 00840314 ) או ( 00340013 - 00840312 )

יסודות של תיאור פיזיקלי ותיאורטי של תופעת הקוויטציה ודינמיקת הבועות הכוללים: משטרי סיווג קוויטציה, הגדרות ופרמטרים לא-ממדיים, תנאי התחלת קוויטציה, דינמיקה של בועות כדוריות ולא-כדוריות, התמוטטות או פיצוץ בועות, משוואות ריילי-פלסט ושילוב של אפקט תרמי, דחיסה וצמיגות, העתקת של בועות: משוואות לתיאור זרימות סביב כדורים, זרימת סטוקס לא יציבה, יחסים ברוטורפיים ופתרונות אנליטיים לחישוב מהירות קולית, מהירות גלי הלם מבעבעים בזרימות מבעבעות הומוגניות ובזרימות בנחיר, בועות וחללים על פרופיל כנף דו-ממדי, מידול ותיאור של מידול ותיאור של קוויטציה במערבולת, בשכבה גזירה (עקבה או סילון). אם הזמן יאפשר, הקורס יכסה בקצרה גם את הנושא של קוויטציה אקוסטית וסונולימינסנציה, הת לכדות בועות-בועות והשפעות של חומרים פעילי שטח על קוויטציה.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לנתח בעיות זרימה עם קוויטציה ודינמיקת בועות במחקר ניסוי ונומרי.
2. לבצע חישובים בכלים אנליטיים ונומריים לחיזוי ושלטיה בתופעת הקוויטציה וקריסה מבוקרת של בועות ביישומים הנדסיים.
3. לפתח מודלים אנליטיים לתיאור התנהגות קינמטית ודינמית של בועות במשטרי זרימה שונים.
4. לחזות מהירות גלי קול והתנהגות גלי הלם ובזרימות מבעבעות.

**860327 שיטות נומריות ביציבות זרימה**

3 - - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00840314 - 00840312 - 00840135 )

**860376 אווירודינמיקה חישובית**

3 - - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00840135 - 00840312 )

משוואות יסוד, הצגה משמרת, משוואות מודל. רשתות חישוביות: טרנספורמציות, יצירת רשתות, קואורדינטות עקומות. שיטות הפרשים סופיים: MROF ATLED, שיטות לפתרון משוואות המודל, יציבות והתכנסות. שיטות נפחים סופיים. מערכות משוואות: יעקוביאנים, קרקטריסטיקות. תנאי גבול. שיטות לפתרון משוואות אוילר. שיטות פיצול השטף. משוואות SEKOTS-REIVAN הממוצעות: מבוא, חישוב איברי הצמיגות.

**860403 הנעה רקטית בהודף מוצק**

**3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0**

**מקצועות קדם: ( 00840402 ) או ( 00850406 )**

מבוא ועקרונות ההנעה המוצקה, ההודף, חומרי מבנה ובידוד, מעטפת, נחיר ויסות דחף, הצתה, ייזום וסיום פעולה. תכן מטען ההודף, תכן מבנה ובליסטיקה פנימית. תכן המנוע, הרכב, תכונות וביצועים של הודפים הומוגניים ומרוכבים, שיטות ייצור, בחירת חומרים, בדיקת הודפים, טיפול ואחסון. בעירה ארוזיבית. ויסות וקטור הדחף. מתקני ניסוי. הודפים מוצקים לחלל.

תוצאות למידה:

הסטודנטים ירכשו ידע והבנה בכל מה שקשור להנעה רקטית בהודף מוצק, דהיינו: 1. הרכבים שונים של ההודף. 2. גיאומטריות שונות של מטען ההודף המבנה והבליסטיקה הפנימית. 3. תהליכי ייצור ההודפים, אחסון וטיפול ומתקני ניסוי. 4. מרכיבי המנוע, מעטפת, נחיר, מצתים ועוד. 5. דרכים לוויות הדחף.

**860470 מבוא לשריפה על קולית**

**3 - - - 3 2 חורף + אביב + קיץ 3.0**

**מקצועות קדם: ( 00840404 -ו- 01250001 ) או ( 01250001 -ו- 01250001 )**

**( 00840404 ) או ( 01250001 -ו- 00850406 )**

מחזורים תרמודינמיים ונצילות על מערכות הנעה שונות למהירויות טיסה שגא קולית, קינטיקה כימית, הצתה וכיבוי, משוואות השימור של זרימה מגיבה, להבות למינריות מעורבות מראש ודיפוזיביות, תצפיות ומודלים בלהבות טורבולנטיות, ייצוב בעירה במהירויות תת קוליות ועל קוליות, מעבר מלהבה לגל פיצוץ, פיצוץ בתערובות גזים, ניתוח מנועים מבוססי פיצוץ.

תוצאות למידה: בתום הקורס הסטודנטים:

ידעו לבצע ניתוח מחזור תרמו דינאמי למערכות הנעה לטיסה שגא קולית להעריך את הנצילות

כירו את המנגנונים הקינטיים המרכזיים של דלקים פחמימניים.

וכלו לחשב את זמן השהיית ההצתה של תערובות גזים.

ידעו לעשות שימוש במודלים מופשטים ללהבות למינריות מעורבות מראש דיפוזיביות.

וכלו לחשב את המבנה במפ ורט של להבות למינריות.

יכירו מודלים שונים ללהבות טורבולנטיות בתנאים שונים ואת תחום התנאים בהם כל מודל ישים.

יכולו להסביר את שיטות החזקת הלהבה בתאי שריפה תת ועל קוליים להעריך את תחום היציבות.

יכירו את המנגנונים הכימיים והפיסיקליים המשפיעים על תופעת המעבר מלהבה לפיצוץ.

ידעו לחשב את המבנה והמהירות של גל פיצוץ באמצעות מודלים חד ממדיים מופשטים.

ידעו לנתח את תהליך השריפה והזרימה במנוע מבוסס פיצוץ.

**860484 שיטות מדידה מתקדמות בזרימה והנעה**

**3 - - - 4 חורף + אביב 3.0**

**מקצועות קדם: ( 00850407 ) או ( 00850406 )**

אופטיקה גאומטרית, עקיפה והתאבכות. החזרי אור ויישומם למדידת גודל חלקיקים, טמפרטורות וריכוזי גזים. שיטת לייזר דופלר למדידת מהירות, קליטה ועיבוד אותות. השואה עם צינור פיטו וחוט להט. דוגמאות ליישומים. הדגמות מעבדה.

**860574 אלמנטים סופיים בהנדסה אווירונטית**

**3 - - - 6 חורף + אביב 3.0**

**מקצועות קדם: ( 00840515 -ו- 00840135 )**

שיטת האלמנטים הסופיים לבעיות לינאריות סטטיות במבנים ובמעבר חום. ניסוח ואריאציוני ועבודה וירטואלית, ניסוח גלובלי וברמת האלמנט, פעולות במטריצות, משפחות של אלמנטים סופיים, אינטגרציה נומרית, התכנסות, אספקטים תכנותיים, בעיות ערכים עצמיים - תנודות וקריסה של מבנים. תוצאות למידה: לאחר סיום של הקורס הסטודנטים ידעו: 1. להכיר ביתרונות ובחסרונות של שיטת האלמנטים הסופיים יחסית לשיטות נומריות אחרות. 2. להכיר את הבסיס המתמטי של שיטת האלמנטים הסופיים, כך שיוכל להיות משתמש חכם בתוכנת אלמנטים סופיים מסחרית. 3. להכיר מבנה של תוכנית אלמנטים סופיים, כך שיוכל לתכנת קטעי תוכנית בעצמו. 4. להכיר את המקרים בהם השיטה נתקלת בקשיים, ולדעת איך להתגבר על קשיים אלו. 5. להסתכל בצורה בי קורתית על תוצאות של תוכנת אלמנטים הסופיים, ולהבדיל בין שגיאות נומריות לבין שגיאות וטעויות מסוגים שונים. 6. להעריך כמותית את שגיאת האלמנטים הסופיים ואת קצב ההתכנסות.

**860577 דינמיקת מבנים**

**3 - - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.0**

**מקצועות קדם: ( 00840515 -ו- 00840737 ) או ( 00840737 -ו- 00840513 )**

**( 00840513 )**

הקדמה והנחות בסיסיות. מערכת מרובת דרגות חופש ומבנים רציפים (קורה, ממברנה, טבלה). עקרונות כלליים - ניוטון, דאלמבר, עבודה וירטואלית, לגראנג', המילטון. תנאי שפה. ריסון. קואורדינטות מוכללות. צימודים וקואורדינטות מוכללות מצומדות. ניסוח בעזרת אופני תנודה ואלמנט סופי. תתי-מבנים. מבוא לתנודות לא-לינאריות. יישומי אוויר-חלל.

**860721 נושאים נבחרים בבקרה תעופתית 1**

**3 - - - 4 חורף + אביב 3.0**

הסילבוס ייקבע ע"י המורה באישור הוועדה לפני תחילת הסמסטר בו ניתן המקצוע.

**860759 מערכות ניווט**

**3 - - - 6 חורף + אביב 3.0**

**מקצועות קדם: ( 00840738 )**

פרמטריזציה של מצב זוויתי, מערכות קואורדינטות מקובלות במערכות ניווט, טרנספורמציות בין מערכות קואורדינטות שונות, דינמיקה סיבובית של גוף קשיח, מדידים אינרציאליים, משוואת ניווט אינרציאלי, מודל כדור הארץ, מידול שגיאות מדידים אינרציאליים, התפתחות שגיאת ניווט אינרציאלי, מערכות SSNG, סקירה של ניווט אינרציאלי נעזר SSNG. תוצאות למידה: הקורס יקנה לסטודנט:

1. הכרות מעמיקה של משוואות הניווט האינרציאלי ואופן פעולה של מערכות ניווט אינרציאליות.

2. כלים לניתוח שגיאות ניווט אינרציאלי. 3. הכרות של עקרונות פעולה של מערכות SSNG.

**860760 עקרונות הנחיה וביות**

3 - - - 6 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם: ( 00840738 )**

סיווג מערכות הנחיה, שיטות הנחיה: פיקוד וביות. חוקי הנחיה עקריים: קו ראייה, ניווט יחסי. ניתוח מערכות לינאריות משתנות בזמן. ישום הנחיה: עקיבה וניהוג. פונקציית תמסורת של ההנחיה. ראשי ביות, רעש ושברית כיפה. ניהוג אווירודינמי וניהוג סילוני, השפעת התצורה האווירודינמית של הניהוג. ניווט יחסי במישור עם קבוע זמן מסדר ראשון, חישוב מרחקי החטאה. תוצאות למידה: לאחר סיום מוצלח של הקורס הסטודנטים יוכלו: 1. לנתח את הקינמטיקה של תרחישי רדיפה בסיסיים כדוגמת רדיפת כלב, הנחיית קווי ראייה וניווט מקבילי. 2. להשוות בין גישות וחוקי הנחיה שונים באופן אנליטי. 3. לחשב מרחק החטאה ודרישות תאוצה כאשר מיישמים חוק הנחיה כדוגמת ניווט יחסי. 4. ליישם בסימולציה חוקי הנחיה קלאסיים כדוגמת פי קוד לקווי ראייה, רדיפת מהירות, ניווט יחסי טהור ואמיתי. 5. לנתח את היציבות של חוג ההנחיה תחת הנחת הליניאריות. 6. לנתח את השפעת חוגהניהוג ובקרת הטיסה על ביצועי ההנחיה.

**860802 שיטות בדמיות והערכה**

3 - - - 3 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם: ( 00840314 )**

הרעיון של ממדים, עצמאות ממדית, פונקציות של ממד, הומוגניות ממדית, משפט - PI, דמיות גיאומטריות, תורת הדמיות הכללית, דמיות עצמית, גבולות של דמיות עצמית, דמיות עצמית חלקית (דמיות עצמית מן הסוג השני), טרובולנציה ודמיות זרימה דחיסה ודמיות, זרימות גיאופיזיות, אסטרופיסיקליות ודמיות, בעיות פרמי, מודלי קפיץ. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: להגדיר את האברים הבלתי ממדים הרלוונטיים לבעיה לקבוע מתי צפויים פתרונות דמיות מלאים או חלקיים לבצע דמיות שלמה וחלקית בכדי להשיג הבנה פיסיקלית של פתרון הבעיה לבצע הערכה של 'IMREF להשתמש במודלי קפיץ לייצוג מגוון רחב של מערכות פיסיקליות מורכבות לזהות וליישם טכניקות הערכה בבעיה פיסיקלית בעלת עניין מחקרי עכשווי

**860761 ניווט ומיפוי מבוסס ראייה ממוחשבת**

3 - - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם: ( 00860733 ) או ( 02340247 ) או ( 00440202 )**

ניווט אינרציאלי, היתוך מידע הסתברותי ממגוון חיישנים, ניווט מבוסס ראייה ממוחשבת ( NAV ), לוקליזציה ומיפוי ( MALS ), סיכום מדידות UMI (NOITARGETNI-ERP UMI), אופטימיזציה TNETSUJDA ELDNUB תוך שימוש במדידים אינרציאליים ותמונות, ניווט ו-MALS מרובה פלטפורמות, שיערוך מצב אקטיבי ותכנון תנועה במרחב הסתברותי ( GNINNALP ECAPS FEILEB ). תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט ידע: 1. לפתח ולממש אלגוריתמים בניווט מבוסס ראייה ממוחשבת ו-MALS 2. לפתח ולממש גישות הסתברותיות להיתוך מידע, ניווט מבוסס ראייה ממוחשבת ו-MALS בבעיות מרובות פלטפורמה. 3. לממש ולפתור אופטימיזציה TNETSUJDA ELDNUB תוך שימוש בתמונות אמיתיות. 4. לפתח אלגוריתמים לתכנון במרחב הסתברותי. ( GNINNALP ECAPS FEILEB )

**860865 ביצועי מערכות הנעה ואינטגרציה**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם: ( 00840312 ו- 00840220 ו- 00850407 )**

**860926 בקרת הכוון חלליות**

3 - - - 3 אביב 3.0

**מקצועות קדם: ( 00840738 ו- 00840913 )**

יצוג המצב הזוויתי, קינמטיקה ודינמיקה סיבובית, סנסורים מפעילים ומומנטים מפריעים, ייצוב פאסיבי (סחרור וגרדיאנט גרביטציה), גלגלי תנופה וגלגלי תנופה מגומבלים, בקרה לינארית של המצב הזוויתי, בקרה לא לינארית של המצב הזוויתי, שיערוך סטטי של המצב הזוויתי, דוגמאות ויישומים לשערוך ובקרת מצב זוויתי. תוצאות למידה: בסיום הקורס, הסטודנטים והסטודנטיות יהיו מסוגלים: 1. לייצג את המצב הזוויתי בייצוגים שונים ולעבור בין ייצוגים שונים. 2. לכתוב ולנתח את משוואות התנועה של המצב הזוויתי עם מפעילים שונים. 3. לתכנן ולנתח חוקי בקרה בסיסיים למצב הזוויתי בשיטות לינאריות ולא לינאריות. 4. לבצע שיערוך סטטי של המצב הזוויתי במספר שיטות בסיסיות.

**860777 יסודות בתורת השערוך**

3 - - - 9 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם: ( 00860733 )**

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00880757**

מושגי יסוד. תהליכים אקראיים (חזרה). משערכי ריבועים פחותים ( SLW ), עקרון הניצבות. תכונות סטטיסטיות והתכנסות משערכים. חסמי קרמר-ראו לפרמטרים דטרמיניסטיים ואקראיים. משערכי פרמטרים: EULB, סבירות מירבית ( LM ), הסתברות מאוחרת מירבית ( PAM ), מינימום שגיאה ריבועית ממוצעת ( ESMM ). מסנן קלמן. מסנן קלמן מורחב. שימוש במסנן קלמן מורחב לשערוך פרמטרים סטציונאריים ומשתנים בזמן. דוגמאות לשערוך ולזהוי במערכות אוויר-חלל.

**880221 סימור בהנדסת אווירונטיקה וחלל 1**

3 - - - 1 חורף + אביב 0.5

השתתפות בסמינרים שבועיים בהם ניתנות הרצאות של חוקרים ומהנדסים בתחומים השונים של הנדסת אווירונטיקה וחלל. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. להרחיב את אופקים בזכות החשיפה לנושאים רבים ומגוונים בהנדסת אווירונטיקה וחלל המוצגים ע"י אנשי תעשייה ואקדמיה בארץ ובעולם. 2. להכיר את נושאי מחקר עכשוויים בדיסציפלינות השונות של הנדסת אווירונטיקה וחלל. 3. לפתור בעיות פתוחות שעומדות כיום בפני חוקרים ומהנדסים בהנדסת אווירונטיקה וחלל. 4. להכיר בחשיבות של החגה נכונה של תוצאות מחקר, ויקבלו מושג על האופן שבו יש לתת הרצאה אפקטיבית. 5. לרכוש רעיונות חדשים שיעזרו במחקר לקראת תואר גבוה. 6. לדעת כיצד להפיק תועלת ועניין מהרצאה גם בנושאים שאינם קרובים לתחומי מחקרם.

**860800 יסודות הזרימה השגיא-קולית**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם: ( 00840314 ו- 00840312 )**

הקדמה. זרימה שגיא קולית בלתי צמיגה, משוואות גלי הלם ומניפות התפשטות, אישור כוחות אווירודינמיים בשיטות מקורבות, חוקי דמיות. זרימה שגיא-קולית צמיגה, משוואות שכבת הגבול, מעבר שגיא קולי, חמום אווירודינמי, אינטראקציות צמיגיות. מבוא לזרימה חמה, זרימה בשווי משקל, קפואה, ללאשווי משקל.

### 880780 יציבות הידרודינמית ותרמית של שכבות גבול

3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

יציבות לינארית של שכבות גזירה חופשיות, שכבות גבול רגילות ושכבות גבול הנוצרות עקב כוחות ציפה. מבוא לאנליזה לא לינארית, שיטת הסקלות המרובות, אינטראקציה בין גלים, אי יציבות מישנית, השכבה הקריטית, יציבות מוסעת ויציבות מוחלטת, יציבות מקומית ויציבות גלובלית.

### 880785 פרוייקט סיום

6.0 - - - - חורף + אביב 6.0

מקצועות קדם: (00880104) או (00880103) או (00860172)

המקצוע מיועד רק לסטודנטים המשתלמים לתואר מגיסטר בהנדסה (ללא תיזה). הסטודנט יבצע עבודת מחקר עצמאית בהיקף של כ-250 שעות בהנחיית חבר סגל בפקולטה. הפרויקט יכול להיות מבוסס גם על סקר ספרות בקורסי או סינתזה בין כמה שטחים. התחלת הפרויקט תהיה לאחר צבירת מחצית הנקודות (20 נקודות).

### 880900 מערכות חלל מבוזרות

3 - - - - 9 חורף + אביב 3.0

מכניקת מסלולים קפלריאנית. הפרעות. הבעיה הכללית של תנועה יחסית. תמרונים לשמירת מסלול. טיסת מבנה לינארית. תנועה יחסית מסדר גבוה. ניסוח תנועה יחסית על-ידי אלמנטי מסלול. מידול קנוני של תנועה יחסית. טיסת מבנה תחת הפרעות. בקרה לא-לינארית של תצורות לווינים. אלגוריתמים לשמירת מבנה מבוזרת וריכוזית. הנעה חשמלית. שימושים בהדמיה וחישה מרחוק.

### 880222 סמינר בהנדסת אווירונאוטיקה וחלל 2

1 - - - - חורף + אביב 0.5

השתתפות בסמינרים שבועיים בהם ניתנות הרצאות של חוקרים ומהנדסים בתחומים השונים של הנדסת אווירונאוטיקה וחלל.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. להרחיב את אופקיו בזכות החשיפה לנושאים רבים ומגוונים בהנדסת אווירונאוטיקה וחלל המוצגים ע"י אנשי תעשייה ואקדמיה בארץ ובעולם.

2. להכיר את נושאי המחקר עכשוויים בדיסציפלינות השונות של הנדסת אווירונאוטיקה וחלל.

3. לפתור בעיות פתוחות שעומדות כיום בפני חוקרים ומהנדסים בהנדסת אווירונאוטיקה וחלל.

4. להכיר בחשיבות של הצגה נכונה של תוצאות מחקר, ולקבל מושג על האופן שבו יש לתת הרצאה אפקטיבית.

5. לרכוש רעיונות חדשים שיעזרו במחקר לקראת תואר גבוה.

6. לדעת כיצד להפיק תועלת ועניין מהרצאה גם בנושאים שאינם קרובים לתחומי מחקרם.

### 880223 סמינר בהנדסת אווירונאוטיקה וחלל 3

1 - - - - חורף + אביב 0.5

השתתפות בסמינרים שבועיים בהם ניתנות הרצאות של חוקרים ומהנדסים בתחומים השונים של הנדסת אווירונאוטיקה וחלל.

תוצאות למידה:

בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. להרחיב את אופקיו בזכות החשיפה לנושאים רבים ומגוונים בהנדסת אווירונאוטיקה וחלל המוצגים ע"י אנשי תעשייה ואקדמיה בארץ ובעולם.

2. להכיר נושאי מחקר עכשוויים בדיסציפלינות השונות של הנדסת אווירונאוטיקה וחלל.

3. לפתור בעיות פתוחות שעומדות כיום בפני חוקרים ומהנדסים בהנדסת אווירונאוטיקה וחלל.

4. להכיר בחשיבות של הצגה נכונה של תוצאות מחקר, ולקבל מושג על האופן שבו יש לתת הרצאה אפקטיבית.

5. לרכוש רעיונות חדשים שיעזרו במחקר לקראת תואר גבוה.

6. לדעת כיצד להפיק תועלת ועניין מהרצאה גם בנושאים שאינם קרובים לתחומי מחקרם.

### 880224 סמינר בהנדסת אווירונאוטיקה וחלל 4

1 - - - - חורף + אביב 0.5

השתתפות בסמינרים שבועיים בהם ניתנות הרצאות של חוקרים ומהנדסים בתחומים השונים של הנדסת אווירונאוטיקה וחלל.

תוצאות הלמידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. להרחיב את אופקיו בזכות החשיפה לנושאים רבים ומגוונים בהנדסת אווירונאוטיקה וחלל המוצגים ע"י אנשי תעשייה ואקדמיה בארץ ובעולם.

2. להכיר נושאי מחקר עכשוויים בדיסציפלינות השונות של הנדסת אווירונאוטיקה וחלל.

3. לפתור בעיות פתוחות שעומדות כיום בפני חוקרים ומהנדסים בהנדסת אווירונאוטיקה וחלל.

4. להכיר בחשיבות של הצגה נכונה של תוצאות מחקר, ויקבלו מושג על האופן שבו יש לתת הרצאה אפקטיבית.

5. לרכוש רעיונות חדשים שיעזרו להם במחקר לקראת תואר גבוה.

6. לדעת כיצד להפיק תועלת ועניין מהרצאה גם בנושאים שאינם קרובים לתחומי מחקרם.

### 880751 בקרה אופטימלית במערכות תעופתיות 1

1 2 - - - - חורף + אביב 3.0

מערכות דינמיות והגדרת בעיית הבקרה האופטימלית. פונקציונלים ובעיות אקסטרמום. גישות ריאציוניות. תנאים לאופטימליות. תנאי גבול. עקרון המכסימום של פונטריאגין. תכנות דינמי. גישות באופטימיזציה של מסלולים.

**הפקולטה להנדסת ביוטכנולוגיה ומזון**

**640001 עבודת גמר 1**

--- 8 - 4 חורף + אביב + קיץ 4.0

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00640007**

הסטודנט בוחר בנושא לעבודת מחקר ניסויית, מתוך רשימת נושאים המכסה את כל שטחי הלימוד במחלקה. הסטודנט מבצע את עבודתו בהדרכת מורה בכיר ועליו להוכיח יכולתו לרכז ולנתח את הספרות הקשורה לנושא, לתכנן את עבודת המחקר ואת הניסויים ולבצעם, לפרש את התוצאות ולסכם את עבודתו בחיבור מתאים. מיועד לסטודנטים בסוף שנה ג' או בשנה ד'.

**640002 עבודת גמר 2**

--- 8 - 4 חורף + אביב 4.0

**מקצועות קדם: (00640001)**

הסטודנט בוחר בנושא לעבודת מחקר ניסויית, מתוך רשימת נושאים המכסה את כל שטחי הלימוד במחלקה. הסטודנט מבצע את עבודתו בהדרכת מורה בכיר ועליו להוכיח יכולת לרכז ולנתח את הספרות הקשורה לנושא, לתכנן ניסויים ולבצעם, לפרש את התוצאות ולסכם את עבודתו בחיבור מתאים.

**640005 פרויקט מיוחד**

--- 1 - חורף + אביב 1.0

במסגרת קורס זה יכין הסטודנט עבודה עצמית בנושא ספציפי ומוגדר באחד משטחי ההנדסה, הטכנולוגיה או מדעי המזון. הערה: מקצוע זה יאושר רק במקרים מיוחדים על מנת לאפשר לסטודנטים להם חסרה נקודה אחת (או פחות) לסיים את לימודיהם.

**640115 מכניקה של זורמים**

3 4 - אביב 4.0

פרקי מבוא בהנדסה - מעבר יחידות, פתרונות גרפיים, אנליזת מימדים, מאזני חומר כלליים. מכניקת זורמים - משוואות תורת הזרימה (אינטגרליות ודיפרנציאליות) נביה סטוקס, משוואת הרציפות, פתרונות למשוואת השטף וזרימה למינרית. סוגי נוזלים, פילוג מהירויות בנוזלים ניוטונים ולא ניוטונים, זרימה טורבולנטית, משוואת ברנולי, משור למדידת הפרשי לחצים, ספיקה ומהירויות זרימה, השגעת זורמים ומשאבות, חיכוך על פני חלקיקים נעים בנוזל. טכנולוגיות - זרימה במצע נקבובי, מיכל שיקוע, סינון, צנטריפוגה.

**640118 תופעות מעבר חומר**

2 2 - 4 אביב 3.0

**מקצועות קדם: (00640106 ו-00640117)**

אינטגרציה של חוק פיק במצב יציב, מעבר חומר בדיפוזיה במצב יציב ובלתי יציב, מעבר חומר בהסעה, תהליכי יבוש, תהליכי הפרדה: מיצוי מוצק-נוזל, זיקוק וספיחה.

**640119 תכן מפעלים**

2 1 - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם: (00640239)**

הכרת תרשימי זרימה וסקירת ציוד הכרחי לתהליכים תעשייתיים. בחירת נושא לפרויקט, הכנת תקציר מנהלים, תכנון וביצוע תרשים, ביצוע חישובי כמויות, ספיקות וקיבולות, תכנון וביצוע תרשים ציוד הנדסי (ע"י תוכנת RENGISED ORP REPUS), הכנת טבלת ציוד הנדסי, התמקדות ביחידת ציוד מסוימת על כל אביזריה, הכנת טבלת אביזרים ובקרים ליחידת ציוד זו, ביצוע מאזני אנרגיה וחישוב צריכה חודשית, פירוט נקודות קריטיות, הנחות וחישובים.

**640120 שיטות נומריות בהנ. ביוטכ' ומזון**

2 2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם: (02340112 ו-01040004) או (01040004 ו-02340127)**

הקורס נועד להקנות כלים בסיסיים באנליזה נומרית הרלוונטיים להנדסה. בין השאר ילמדו שיטות מדויקות ואיטרטיביות לפתרון בעיות לינאריות, מציאת שורשים במשוואות לא לינאריות, התאמת עקומות, אינטרפולציה, נגזרת ואינטגרל על ידי הפרשים סופיים ופתרון של משוואות דיפרנציאליות רגילות. הסטודנטים ידרשו ליישם אלגוריתמים ב- BAL TAM.

**640249 טכנולוגיות עיבוד תוצרת טרייה**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם: (00640212 ו-00640322)**

מטרת הקורס להעניק לסטודנט את הרקע הבסיסי בתהליכי העיבוד של מוצרי פרי וירק מתוך הבנה של התהליכים הביוכימיים השונים המתרחשים בתוצרת הטרייה אחרי הקטיף ואף אחרי תהליכי העיבוד המגוונים תוך כדי הכרות עם טכנולוגיות העיבוד ויחידות העיבוד השונות.

**640250 מדע וטכנולוגיה של ביו-חומרים**

2 2 - - 3 אביב 3.0

**מקצועות קדם: (00640106 ו-00640322 ו-01140052)**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00660313, 00680238**

מבנה ותכונות של חומרים ביולוגיים. מבנה מים, קרח ותמיסות. תופעות שטח. נוקלאציה גיבוש הפרדת פאזות. פולימרים, ביופולימרים, המסת פולימרים, פילמור וג'לציה, תפיחה והתכווצות גלים. חומרים פעילי שטח והתארגנות עצמית. יציבות מערכות קולואידיות.

**640251 המדע מאחורי חלופות לבשר**

2 - - - - אביב 2.0

**מקצועות קדם: (01340019 ו-01250801)**

הקורס יעסוק באתגרים המדעיים והטכנולוגיים בייצור תחליפי בשר על בסיס חלבוני צמחים ובשר מתורבת. נושאים שיכוסו כוללים את חומרי הגלם, תהליכי העיבוד השיטות הכימיות והביולוגיות לייצור תחליפי בשר, הגורמים הסביבתיים והכלכליים מאחורי שוק תחליפי הבשר, והיבטים תזונתיים של בשרותחליפיו.

**640253 טכנו.מתקדמות בהנ.מזון וביוטכנוליה**

2 1 2 - 4 - חורף + אביב 3.5

**מקצועות קדם: (00640420 ו-00640117 ו-00640239)**

קורס זה מקנה לסטודנטים ידע מקיף בטכנולוגיות עיבוד מתקדמות, כגון: מיקרוגול, לחץ גבוה וחימום אוהמי, והשלכותיהם לתכונות הפיזיקו-כימיקליות של מוצרי מזון וחומרים ביולוגיים. נושאי הקורס כוללים הכרות של שיטות אפיון ואנליזה מתקדמות וכן פורמולציה ורה-פורמולציה של מזון. קורס זה כולל גם אינטגרציה של ידע קודם בפרויקט לפיתוח מוצר חדשני.

**640254 מעבדה בטכנולוגיות מתקדמות**

1 - 3 - - חורף + אביב 1.5

**מקצועות קדם: (00640117 ו-00640239 ו-00640420)**

קורס זה מקנה לסטודנטים ידע מעשי בהפעלת יחידות ציוד תעשייתי למחצה של טכנולוגיות מתקדמות לעיבוד מזון וחומרים ביולוגיים וכן באפיון תוצריהם במגוון שיטות. התנסויות הקורס יתמקדו בתהליכים תרמיים ולא תרמיים חדשניים (חימום אוהמי, שיטות מבוססות לחץ), השוואה ביניהם וכן הערכת השפעתם על תכונות המזון ורכיביו.

**640322 כימיה של מזון**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 01250801 ו- 01340019 )

ליפידים במזון: מבנה, תכונות ושימושים במזון, תגובות, היבטים תזונתיים, ליפידים מובנים. חימצון שמנים, אנטיאוקסידנטים וקרוטנואידים. סוכרים: תכונות, נגזרות. רב סוכרים וסיבים תזונתיים: מבנה, תכונות ושימושים במזון. השחמת מייארד והיבטים בריאותיים שלה, השחמה אנזימטית. חומצות אמינו, פפטידים, חלבונים במערכות מזון, שימוש באנזימים בתעשיית המזון, פעילות מים והשפעתה על קינטיקה של תגובות במזון.

**640508 מעבדה בריאקטורים ביולוגיים**

2 - 4 - - חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 00640507 ו- 00640509 )

הפעלה של ריאקטור ביולוגי, קינטיקה של גידול מיקרוביאלי בפרמנטציה אארובית ואנארובית וקביעת מאזן על פחמן, קביעת קבועי מעבר חמצן במדידה דינמית ובמאזן על חמצן, תופעת הדיאוקסי באשריכיה קולי הגדל על מצע המכיל שני סוכרים, אבולוציה מכוונת של אנזימים, ניקוי חלבונים רקומבנטיים, הכנת טבלת ניקיון וקביעת קבועים קינטיים.

**640509 תהליכי יסוד בביוטכנולוגיה**

3 - - - 1 חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 00640419 ו- 00640115 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00680509

ניצולות, סטוכיומטריה גידול, צריכת חמצן ופליטת חום. מצעי גידול תעשייתיים וחישובי כמויות. קינטיקה של גידול. מאזני גידול, סובסטרט ותוצר. מודל מונו ז'אקו. תוצרים: סיווג ופרודקטיביות. תהליכים איירוביים וקצב צריכת חמצן. תהליכי עיקור מנתיים ורציפים. פרמוטציות רציפות. אספקת חמצן לריאקטור. קבוע קצב מעבר חמצן. סקירת סוגי ריאקטורים ומאפיינים. מערכות רב שלביות- גמלון.

**640325 מעבדה בביוכימיה**

1 - 3 - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 01250801 ו- 01340019 ) או ( 01340019 ו- 01250101 )

בדיקות איכותיות וכמותיות של סוכרים. שיטות להפרדה אפיון וקביעת חלבונים. תכונות מסיסות של חלבוני חלב. הערכת דנטורציה של חלבונים. מאפיינים של השחמה בלתי אנזימטית ואנזימטית. הפרדה ואפיון של ליפידים, קינטיקה של תגובות אנזימטיות. יציבות ויטמין C בטיפולים פיזיקליים.

**640331 מערכי תקינה**

1 - - - - 1 חורף + אביב + קיץ 1.0

התקינה משמשת תנאי סף והכרחי לסחר בעולם ואמצעי לחיסכון בעלויות. הקורס מלמד את תהליך התקינה והבנת היתרונות ואופן השימוש בו וכן המערכות המפתחות אותם. איכות, תקנים - מהות, מבנה, תהליכי הכנה משפחות וסוגים, מטרות ויתרונות התקינה, גופי תקינה, נהול איכות, בקרת איכות סטטיסטית, תורת המדידה, בדיקות ללא הרס, הגורם האנושי באיכות.

**640522 מבוא להנדסת ביוטכנולוגיה ומזון**

1 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00640519

מהי ביוטכנולוגיה ומהי הנדסת מזון, המפגש בין מדע בסיסי למדע יישומי, תכונות של מזון והערכת מזון, התא כבית חרושת לייצור ביוכימיקליים, נקודות מרכזיות בייצור וחקר הנדסת מזון וביוטכנולוגיה, הקשר שבין מזון ובריאות, הגנום המיקרוביאלי ושימוש בתכנון חיסונים ודיאגנוסטיקה, תאים מיקרוביאליים ככלי ביוטכנולוגי, דוגמאות לתהליכי ייצור מזון וייצור ביוטכנולוגי.

**640413 מעבדה במיקרוביולוגיה**

2 - 4 - - חורף + אביב + קיץ 1.5

מקצועות קדם: ( 01340058 ו- 00640522 )

טכניקות בסיסיות במיקרוביולוגיה, צביעות, הכנת קרקעי מזון, השפעת גורמים כימו-פיסיקלים על חידקים, הערכה כמותית של חידקים, מחזור החומר בטבע, גידול חידקים, סיסטמטיקה של חידקים, בקטריופג, ספורות.

**660015 נושאים נבחרים בהנדסת ביוטכנולוגיה ומזון 2**

1 - - - - 1 חורף + אביב 1.0

מקצועות קדם: ( 00640250 ) או ( 00640238 )

קורס העשרה שמטרתו לחשוף את הסטודנטים לתחום מתקדם שאינו נלמד במקצועות החובה. הקורס יכול להינתן גם על ידי מומחה אורח, ונושאו מועדו ומבנהו יפורסמו על פי זמינות המרצה, באישור של ועדות הסמכה ומוסמכים בפקולטה, ושל בית הספר לתארים מתקדמים, לפני תחילת הסמסטר וינתן הקורס. ינתן הקורס.

**640419 מיקרוביולוגיה כללית**

3 - - - 4 אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 00640522 ו- 01340058 ) או ( 01340058 ו- 01340067 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01340057, 01340121, 02740245, 02740372

תאים פרוקריוטים מבנה ותפקיד, השפעת גורמים כימופיסיקליים על גידול וקיום מיקרואורגניזמים ופתוח מנגנוני עמידות, גידול חידקים הלופלים, תרמופילים ופסיכרופילים. חלקם של החידקים במחזור החומר בטבע, שיטות בידוד, העשרה וגידול מיקרואורגניזמים. מיון וזיהוי חידקים. העברת חומר גנטי בחידקים, יצירת אנרגיה בחידקים. חידקים פוטוסינתטיים. ספורות בקטריאליות, וירוסים ובקטריופג. אבולוציה מקרוביאלית וסיסטמטיקה.

**640507 ביוטכנולוגיה מולקולרית**

3 - - - 1 חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 00640419 ו- 00640322 ו- 00640523 ) או ( 01340019 ו- 01340113 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01340132, 01360083

עקרונות בסיסיים בגנטיקה של חיידקים (אופרוני הלקטוז והטריפטופון), אנזימים רסטריקציה, פלסמידים, ספריות, AND טכנולוגיות הספג, ריצוף AND, הליכה לאורך כרומוזום, אמפליפיקציה של AND, מוטגנזה מכוונת, מערכות ביטוי בפרוקריוטים ואאוקריוטים, מערכי AND, ANR לא מקודד, בע"ח טרנסגני, שיבוט בע"ח, מבוא לריפוי גנטי, מבוא לביוטכנולוגיה סינתטית, מבוא לביוטכנולוגיה מבנית.

**660121 דיאגנוסטיקה רפואית**

**2 - - - חורף + אביב 3.0**

**מקצועות קדם: ( 00640120 )**

קורס מתקדם שיקנה לתלמידים את הידע הנחוץ בטכנולוגיות שמאפיינות כלים דיאגנוסטיים בבדיקות מעבדה רפואיות. בתחילה ילמדו העקרונות התאורטיים שמהווים את הבסיס לטכנולוגיות קישור מולקולרי נפוצות כגון XELES ו-ASILE. בשלב השני, ילמדו עקרונות הפעולה הבסיסיים של ביונסורים שתפקידם לבצע בפועל את תהליך הקישור המולקולרי ולייצר פלט בהתאם. מושגים כגון מתמרים, ופקטורי ביצוע יודגמו בהקשרים האלה. בהמשך, נלמד כיצד לשלב מספר גדול של ערוצי מידע בתוך מטריצת גילוי שבאמצעותה ניתן חישובית לבצע הערכה סטטיסטית מהימנה של המצב הרפואי של הנבדק. כמו כן ילמדו עקרונות בסיסיים של אנליזת ATAD GIB הכוללים אנליזה של נתונים רב-מימדיים, צמצום מימדים, אישכול ובחינה של היפותוזות מרובות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל:

1. להבין המנגנונים הפיזיקליים של TNEBROSONUMMI DEKNIL- LAITNENOPXE YB SDNAGIL FO ( EMYZNE ) ASILE YASSA NOITULO ( TNEMHCI RNE 2 ). להבין את התפלגות בולצמן של מערכת בשיווי משקל.
3. להבין את המורכבות של קישור ליגנד, דיפוזיה וקינטיקה. 4. להכיר סוגים שונים של ביונסורים ולהבין את עקרונות פעולתם. 5. להבין את עקרונות הפעולה של מתמרים ויישומם בתכנון ביונסורים. 6. להכיר ולהבין העקרונות הבסיסיים של התקנים דיאגנוסטיים המשמשים לאיתור. סמנים ביולוגיים בנזלים ביולוגיים.
7. להעריך ביונסורים על סמך מדדי: רגישות, ספציפיות, סף חישה.
8. להבין ולבצע תהליכי הורדת מימדים.
9. להבין ולבצע תהליכי אישכול נתונים.

**660215 טכנולוגיה של מוצרי חלב**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

**מקצועות קדם: ( 00640324 ו- 00640238 )**

הרכב חלב. המבנה הכימי פיזיקלי של חלב. חלקיק השומן. ארגון החלבונים. מיצלות הקזאין. הקרשה אנזימטית וחומצות של חלב. חלב גולמי. דלקת העטין. איחסון חלב בקור. פעולות יסוד בייצור חלב ומוצרי. סטנדרטיזציה, המגון, פסטור, מילוי אספטי. מחמצות מזופיליות וטרמופיליות. יצירת חומצה ארומה. ייצור מוצרי חלב: גבינות רכות, מעדנים, קזאין. ניצול מי גבינה.

**660217 אריזה וחיי מדף: מזון ומוצרים ביולוגיים**

**2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0**

**מקצועות קדם: ( 00640118 ו- 00640238 ו- 00640322 )**

מטרת הקורס היא הכרת עקרונות היסוד בתחום האריזה והקשר לחיי מדף של מוצר. הקורס עוסק בתפקידי האריזה, סוגי חומרים לאריזה בדגש על חומרים פלסטיים (כימיה, מבנה ותכונות). מעברי חומר והקשרם לקינטיקה של קלקול חומרים ביולוגיים. נעמוד על השפעות של גורמים חיצוניים על חיי מדף ונשקל את מכלול הדרכים להעריך ולהאריך חיי-מדף תוך התחשבות בהיבטים סביבתיים ודרישות רגולטוריות.

תוצאות למידה:בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לתאר תפקידים עיקריים של אריזת מזון וחומרים ביולוגיים.

2. להכיר מנגנוני סינתזה עיקריים של פולימרים.

3. להבדיל בין פולימרים תרמופלסטיים ותרמוסטיים.

4. להכיר את מבנה הפולימר במצב המוצק, סוגי המעברים התרמיים המתרחשי בפולימרים אמורפיים וגבישיים למחצה ושיטות אפיון.

5. להכיר את המושגים הבסיסיים בויסקואלסטיות של פולימרים בדגש על תכונות היתך ויכיר את הרלוונטיות של המודלים השכיחים.

6. לתאר את ההתנהגות המכנית (עקומת מאמץ-מעוות) של פולימרים ויבין את השפעת הזמן והטמפרטורה.

7. לקשר בין תכונות הפולמר למבנהו ולהסביר את הקשר בין תכונות הפולימר (תרמיות, ריאולוגיות, מכניות) למיקרומבנה הפולימר ולמשקל המולקולרי. להכיר שיטות זיהוי ובחירה של פולימרים. 8. להכיר את מושג הפרמייאביליות, מקדם הפרמייאביליות וגורמים המשפיעים על מקדם זה. לדעת לחשב את ההשפעה של גורמים אלו על חיי המדף של המוצר.

9. להכיר את תופעת המיגרציה, הגורמים המשפיעים עליה, להבדיל בין מושגים של מיגרציה כללית ומיגרציה ספציפית, כיצד מודדים מיגרציה, ודרישות רגולטוריות למגע עם מזון.

9. להכיר, לדעת ולהעריך את האינטראקציות הרצויות והלא רצויות בין האריזה ומוצרי מזון.

01. להכיר את ההשפעות הסביבתיות של אריזות מזון. להכיר את הקונספט של הערכת מחזור חיים ( TNESSSESSA ELCYC EFIL ) לאריזת מזון. מוצר.

11. להכיר את המושגים המשמשים לתיאור חיי מדף שף מזון בתעשייה.

21. להכיר את הגורמים המרכזיים הגורמים לקלקול מזון ואת השפעות החיצוניות על הקינטיקה שלה.

31. להכיר ולהחשיב את חיי מדף בתנאים רגילים ומואצים ולהכיר את הקשר ביניהם ואת המגבלות במדידה בתנאים מואצים.

**660226 טכנולוגיה לייצור יין**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

**מקצועות קדם: ( 00640322 ו- 01250801 )**

הבשלת ענבים, הכנות לביצור, עיבוד מיכני, דו-תחמוצת גפרית, מגע ציפה-קליפה, תיקוני ציפה, שמרי יין, תסיסה (תסיסה כוהלית, תסיסה תקועה, תוצרי לוואי, תסיסה מלו-לקטית), שארית סוכר, פעולות יסוד בתהליך (שפיה, ייצוב, סנון, ערבוב, שיפור, אכסון, סניטציה), התישנות, חביות עץ אלון, ביקבוק, בקרת איכות, בעיות בקלקול יין, יינות מיוחדים.

**660252 מזון וקיימות**

2 - - - - חורף + אביב 2.0

**מקצועות קדם:** (00640322) או (00640212)

ייצור המזון מזהם את הסביבה, וזיהום סביבתי פוגע בבריאותנו דרך המזון. הקפדה על עקרונות הקיימות מבטיחה אספקת תזונה בריאותית לכל אדם להשגת ביטחון תזונתי אישי לאומי וגלובלי. בקורס נבחן את שרשרת-האספקה: גידול חקלאי, ייצור מזון וצרכנו, ננתח את השפעות תהליכים אלה על הסביבה, ונבחן כיצד ניתן לשפר אותם בהיבטי הקיימות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל:

1. להסביר את כלל ההיבטים הסביבתיים לאורך שרשרת האספקה של המזון בישראל.
2. להכיר את ההיבטים הסביבתיים העיקריים בשרשרת האספקה של המזון בעולם.
3. לנתח את ההשפעות השונות של מערכת המזון אותו אנו אוכלים.
4. לפרט ולהסביר את השפעת הסביבה בישראל ובעולם על המזון אותו אנו אוכלים.
5. להציע כלים מעשיים מתאימים לצורך צמצום ההשפעה הסביבתית השלילית של מערך המזון בישראל (ובעולם).

**660332 ביו-ננו היברידיים וביוסנסורים**

2 - 1 - - חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** (00640326 - 01240510) או (00640106 - 00640326)

הקורס יעסוק בממשק שבין עולם הננוטכנולוגיה, החומרים הביולוגיים ואפקטים סינרגטיים בשילובם יחד. במהלך הקורס נלמד את תכונותיהם הייחודיות של ננו-חלקיקים, כיצד ניתן ליצור תקשורת חשמלית עם אנזימים וכן בניית ביו-סנסורים אופטיים וחשמליים. בהמשך, ניישם אפליקציות אלו במעבדות ללמוד גישות שונות להכנת פוטו-קטודות ופודו-אנודות. הנלוות וניגע בנושאים: 1. ביוקטליזה. 2. ביואלקטרוניקה וחיישנים ביולוגיים. 3. ננו-חומרים ותכונותיהם הייחודיות. 4. שימוש בננו-חומרים במחקר ביולוגי וברפואה. 5. פוטו-קטליזה ופוטואלקטרוניקה. 6. חומרים ביולוגיים בדגש על דנ"א ככלי ננו-טכנולוגי. 7. מערכות ננו-ביו-היברידיות. 8. סינתזת ננו-חלקיקים מסוגים שונים במעבדה. 9. בניית חיישנים אמפרומטרים לגלוקוז - דור ראשון ושני. תוצאות למידה: הסטודנט יכיר את השיטות השונות להכנת ננו חלקיקים מתכתיים או חלקיקים המבוססים על מוליכים למחצה ואת השימושים שלהם. בנוסף, הסטודנט יכיר שיטות שונות לבניית חיישנים ביולוגיים (אמפרומטרים או אופטיים) לחישה אנליטית. הסטודנט יתנסה במעבדה בהכנת ננו-חלקיקים ובניית חיישנים ביולוגיים. הסטודנטים יציגו מאמרים בתחום הנלמד ויפתחו חשיבה ביקורתית בעזרת הכלים שנלמדו.

**660333 בורוקחות - פרמקולוגיה והובלה**

2 - 1 - - חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם:** (01340019 - 01250801)

הקורס מתמקד בהשפעת חומרים פעילים על יצורים חיים, לרבות היכרות בסיסית עם עולם הפרמקולוגיה והובלת תרופות. הקורס כולל לימודי יסוד בפרמקודינמיקה ובפרמקוקינטיקה ושל הפיזיולוגיה של מערכות הקולטנים בגוף. הקורס יתמקד גם בתופעות של רעילות, בחירת התרופה המתאימה לחולה ולמחלה כמו גם שיקולים קליניים ובחירת דרך מתן התרופה: שחרור מיידי לעומת מושהה, מתן פומי לעומת ווריד וכדומה. יילמדו גם התנגשויות בין מזון לתרופות, טיפולים נוגדי סרטן, סמים פסיכותרופים ופסיכיאטרים ודרכי תכנון והכנה של תרופות. התרגול יכלול חזרה והעמקה של מושגי היסוד ויתמקד גם בטיפולים פרטניים ושכיחים לרבות יתר לחץ דם, אלרגיה, שומנים בדם וכו'.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל:

1. להכיר את מושגי היסוד והעקרונות בפרמקולוגיה.
2. להבין כיצד תרופות עובדות ומהם השיקולים בבחירת תרופה.
3. להכיר את דרכי המתן העיקריות של תרופות, היתרונות והחסרונות של כל דרך. 4. להכיר טיפולים פרטניים במחלות נפוצות משלב האבחון ועד הטיפול והניטור.

**660334 מיקרו-ננו אנקפסולציה לשחרור מבוקר**

2 - 2 - - חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** (00640118)

קורס מתקדם זה עוסק מיקרואנקפסולציה וננואנקפסולציה של חומרים פעילי ויישומם במערכות לשחרור מבוקר. הנושאים שילמדו כוללים: שיטות לאפיון מיקרו.ננו קפסולות, מנגנונים וקינטיקה של שחרור ממערכות אלו, אנקפסולציה של ליבה אחת - ציפוי בפילמים, חומרי אנקפסולציה ליצירת ליבות מרובות, מנגנונים וגורמים במתן רכיבים פעילים, תהליכים ליצירת מיקרו.ננו קפסולות, אנקפסולציה של חומרים, יציבות וחיי מדף, וכן יישומים של מערכות מיקרו.ננו אנקפסולציה בתרפיה ובתעשיות הפארמה והביוטכנולוגיה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל:

- להכיר מושגים חשובים בעולם האנקפסולציה
- לדעת מהם היתרונות והחסרונות של מערכות אנקפסולציה בשחרור של תרופות. מולקולות שונות והשתלה של תאים.
- להבין את הרציונל בפיתוח מערכות אנקפסולציה.
- להבין את העקרונות המנחים לבחירת החומרים. ביוחומרים להכנת הקפסולות.
- להבין מדוע יש צורך בגדלים שונים של קפסולות ומהם הפרמטרים ששולטים בתכנון ויצירה של קפסולות אלו.
- להכיר יישומים של מערכות אנקפסולציה בטיפול במחלות שונות.

**660421 אנליזה של המיקרוביום**

1 - 3 - - חורף + אביב 2.0

**מקצועות קדם:** (01340121) או (00640419)

הקורס יציג את המושגים והעקרונות הבסיסיים בתחום של חקר אוכלוסיות מיקרוביאליות. הוא יקנה באמצעות התנסות עצמית את הכלים לאנליזה של המיקרוביום האנושי וקהילות מיקרוביאליות נוספות ברמת הרכב האוכלוסייה ותפקודה, ויכלול אסטרטגיות לתכנון המחקר, שיטות דיגום ואיסוף נתונים, הכרת כלים ביואינפורמטיים לחקר ולהשוואה של נתונים, אנליזה סטטיסטית, דרכי הצגה של תוצרי האנליזה.

תוצאות למידה:

בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל:

1. להכיר שיטות מולקולריות וביואינפורמטיות לחקר של אוכלוסיות מיקרוביאליות.
2. לדעת להשתמש בכלים מולקולריים וביואינפורמטיים מתקדמים לאנליזה סיות מיקרוביאליות.

**660513 ביוטכנולוגיה של תאים אנימליים**

2 - 1 - - חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** (00640419 - 00640507 - 01360083)

**מקצועות זהים:** 00680513

מבוא לביוטכנולוגיה של תאים אנימליים. ביולוגיה של תאים בתרבות. תנאים הנדרשים לגידול תאים בתרבות. תהליכי עיבוד של מקרומולקולות בתאים אנימליים. הנדסה גנטית בתאים אנימליים. מערכות ביטוי מקובלות בתאים אנימליים. אספקטים טכנולוגיים הדרושים לגידול מסה של תאים בתרחיף. ייצור ביוכימיקליים בתאים אנימליים.

**660516 מעבדה בביוטכנולוגיה מולקולרית**

6 - 1 - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** (00640419 - 00640507 - 00640509 - 02760413)

**מקצועות זהים:** 00680516

הפקת AND, אנזימי רסטריקציה, הכנת תאי חיידקים קומפטנטים בשיטת קלציום או הלם חשמלי, שיבוט, אנליזה של שבטים, הפקת AND ו-ANR, אוקריוטי, אנליזה NREHTUOS, אנליזה NREHTRON, ביטוי יתר של חלבונים בחיידקים, אנליזה NRETSEW, אנליזה RCP.

**660517 טכנולוגיות גנטיות מתקדמות**

2 2 - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם: ( 00640507 )**

סמנים גנטיים, מיפוי גנטי ופיסיקלי, מפות גנומיות וקביעת רצף בסיסים של גנום שלם, גנטיקה של תכונות כמותיות, כלים סטטיסטיים למיפוי גנטי, השבחה ע"י סלקציה קלסית וע"י סמנים גנטיים, מניפולציות גנטיות בצמחים ובבעלי חיים, יישום טכנולוגיות אלו בהנדסת מזון.

**660525 יזמות בהנדסת ביוטכנולוגיה ומזון**

2 2 - - 3 1 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 51080011**

מסחור מחקר בתעשיית הפרמצאוטיקה וחברות הזנק ביוטכנולוגיות. תרופות גנריות, תקנות ADN, ADNA, FMD והכנה ל-ADF) מערכות איכות (GMP, CGMP, GLP, GCP), פטנטים וקניין רוחני, העברת טכנולוגיות, החברה, השוק, שיווק וייצור.

**660526 ביולוגיה סינתטית**

1 4 2 - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם: ( 02340127 ו- 00640523 )**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 03360548**

הקורס בביולוגיה סינתטית ישלב לימוד תאורטי בכיתה, תרגול פרונטלי, מעבדות מחשב (סימולציות נומריות), ועבודה במעבדה אשר מטרה יהיה ללמוד כיצד לתכנן, למדל, לבנות, ולבדוק מעגלי בקרה ביולוגיים. שלב הראשון יכלול לימוד של התכנים התאורטיים שיאפשרו תכנון ומידול של מעגלי בקרה. בשלב השני הסטודנטים ילמדו לבנות ולבדוק את המעגלים עצמם במעבדה. כפריקט סופי הסטודנטים ידרשו לפתח פתרון חדשני לאתגרים עכשוויים באמצעות כלים של ביולוגיה סינתטית ולהוכיח התכונות באמצעות הכלים התיאורטיים שנלמדו בקורס. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט ידע: 1. מעגלי בקרה ביולוגיים. 2. אלגברה בוליאנית. 3. לכתוב משוואות קצב מצומדות. 4. למדל אינדוקציה. 5. לפתור משוואות קצב באמצעות מטלב והצגה גרפית של התוצאות. 6. לתכנן רימרים לשיבוט קלאסי באמצעות אנזימי רסטריקציה. 7. לחבר שני חלקים באמצעות SCM. 8. לבצע את התהליכים הבאים במעבדה: NOITAMROFSNART. 9. RCP, NOITAGIL, AND. לתכנן פרימרים לשיבוט גיבסון וגולדן גיט. 01. לחבר במעבדה שלושה חלקים ביולוגיים במקביל.

**660528 שיטות מחקר במדעי המוח**

3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם: ( 01340058 ו- 01340113 ו- 00640507 )**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01340157, 01340152**

הקורס נועד להקנות ידע והכרה של מושגים בסיסיים במחקר מערכת העצבים. הקורס יכלול אפיון מקיף של המרכיבים השונים של מערכת העצבים בהתבסס על הגישה התאית. בקורס יידונו שיטות מחקר לנושאים שונים במחקר מערכת העצבים, כגון: התפתחות מערכת העצבים, אינטראקציה עם מערכת החיסון ושיטות למחקר זיכרון ולמידה. בנוסף, יידונו שיטות מתקדמות כגון אופטוגנטיקה DREDD ושימוש בריצוף RNA ברמת התא הבודד. תוצאות למידה: בסיום הקורס, הסטודנט יהיה בקיא במבנה מערכת העצבים, לרבות הבנת התפקוד ברמה התאית של המרכיבים השונים. הסטודנט יכיר את הנושאים העיקריים במחקר מערכת העצבים ואת הגישות הניסיוניות הנפוצות.

**660531 סמינר בביוטכנולוגיה חישובית**

1.0 - - - - חורף + אביב

**מקצועות קדם: ( 00640120 ) או ( 02360523 )**

הקורס יסקור לעומק נושאים באנליזה של נתונים מתחומים שונים של ביוטכנולוגיה בעזרת ניתוח של פרסומים מדעיים נבחרים. בין הנושאים: ביואינפורמטיקה, גנומיקה, פרוטאומיקה ביטוי גנים, מיקרוביום, אנליזה של תמונות, אנליזה של נתונים רפואיים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט ידע להתמודד עם ניתוח מאמר מדע מתחומי האנליזה של נתונים ביוטכנולוגיים ויכול לשחזר חלקים בתוצאות המאמר בעזרת קוד שכתב בעצמו.

**660532 מבוא לאנליזה של נתוני עתק ביולוגיים**

2 2 - - - חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם: ( 00640120 )**

בשנים האחרונות חל גידול מדהים בכמות המידע הביולוגי, בנוסף גדלה הנגישות של מידע רפואי דיגיטלי. לאור זאת, בשאלות ביולוגיות רבות צווארהבקבוק הן המחקרי והן הטכנולוגי התנקז ליכולת לנתח את הנתונים ולא לייצורם. בקורס זה הסטודנטים יקבלו את הרקע הסטטיסטי והחישובי הנדרש על מנת להיות מסוגלים לנתח נתונים גדולים. בנוסף התלמידים ילמדו על מאגרי נתונים קיימים, וכיצד לשאוב מהם את המידע. ייתן דגש מעשי והסטודנטים יתרגלו הלכה למעשה את השיטות החישוביות שילמדו. הקורס יכלול את הנושאים הבאים: עקרונות יסוד בסטטיסטיקה, יבוא נתונים ממאגרי רשת, שיטות הצגה של נתונים, רגרסיה לינארית, שיטת להורדת מימדים, ניתוח אשכולות (SISYLANA RETSULC), טכניקות סיווג, תיקון השערות מרובות, עיבוד תמונה. תוצאות למידה:

הסטודנט ילמד את הרקע לשיטות ולכלים החישוביים המרכזיים המשמשים לניתוח נתונים ביולוגיים גדולים, יכיר את מסדי הנתונים הגדולים הקיימים ברחבי הרשת, ויתנסה בניתוח נתונים ביולוגיים באמצעות הכלים החישוביים המרכזיים.

**660533 לקראת תאים סינטיים**

2 - - - - אביב 2.0

**מקצועות קדם: ( 01340019 ו- 00640106 ) או ( 01140036 ו- 01160029 )**

**או ( 00540315 ו- 00540215 ) או ( 01340019 ו- 01160029 )**

מהן הדרישות המינימאליות לבניית תא חי, האם ניתן להשתמש באבני בניין ביולוגיים כמו DNA, פוספוליפידים, מקרומולקולות, להרכבת תאים מלאכותיים המסוגלים לשכפל עצמם ולהציג מאפיינים מהותיים של חומר חי. האם הגענו להבנה מספקת של התא כדי ליצור גרסאות מלאכותיות שלו. האם נוכל להנדס מערכות סינתטיות המשמרות את תכונות החיים בארכיטקטורות שונות בתכלית והאם נוכל להשתמש בעקרונות הביולוגיים הקיימים ע"מ להקנות לביולוגיה התאית יכולות חדשות. שאלות אלו עומדות בחזית התחום העוסק בהרכבת תאים מלאכותיים בגישת מן החלק אל השלם (BOTTOM-UP). מטרת הקורס היא להציג את תחום התאים המלאכותיים ואת התפתחותו המהירה בשנים האחרונות. נציג את המודלים החיוניים ששוחזרו על פלטפורמות סינתטיות, כגון ביטוי גנים ללא תאים, שכפול DNA, עיסוף ממברנלי, ייצור אנרגיה, ועוד. כמו כן נחקור עיצובי תאים דמיוניים המאתגרים את התפיסה המסורתית של מה שניתן להתייחס אליו כאל "תא", נבחן תקשורת בין תאים מלאכותיים והתנהגויות קולקטיביות של רקמות סינתטיות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להכיר את תחום הרכבת תאים מלאכותיים מן החלק אל השלם (BOTTOM-UP) בדגש על התפתחות התחום והישיג העבר.
2. לזהות את ההבדלים והמגבלות העיקריים בשימוש בתאים מלאכותיים לבין תאים טבעיים, תוך הגדרת האתגרים העתידיים בתחום.
3. להכיר את שיטות הניסוי הנהוגות בתחום.
4. לדעת לבצע אומדנים מספריים על מערכות ביולוגיות, כמו גם מודלים כמותיים פשוטים.
5. לדעת לקרוא ביעיל ות מאמר מדעי.
6. לפתח מיומנויות הצגה מדעית.

**660614 תזונה אישית**

**2 - - - - אביב 2.0**

**מקצועות קדם: ( 00640615 ) או ( 00640603 )**

קורס זה נועד לתת לסטודנטים ידע מקיף בנוגע להזנת האדם במסלול החיים הבריא ואוכלוסיות בעלות צרכים מיוחדים, כמו גם לאתגרים ולהזדמנויות לייצר מזונות המותאמים לצרכים ולהעדפות של צרכנים שונים. הסטודנטים יכירו את הדגשים התזונתיים הייחודיים לקבוצות שונות בציר החיים, אוכלוסיות בעלות צרכים מיוחדים (ספורטאים, חולי צליאק, אלרגיות), וכן אוכלוסיות בעלות העדפות תזונתיות מסוימות (כשרות, צמחונות וטבעונות). קורס זה ידגיש את ההזדמנויות והאתגרים בייצור מזונות המותאמים לצרכים הייחודיים של האוכלוסיות השונות והאפשרויות להתאמה אישית. תוצאות למידה: עם השלמת הקורס בהצלחה, הסטודנט יהיה מסוגל לפרט: 1. הצרכים הייחודיים של בני אדם לאורך ציר החיים הבריא. 2. הצרכים התזונתיים והאתגרים

**680006 פרויקט מיוחד**

**1 - - - - חורף + אביב 1.0**

במסגרת קורס זה יכין הסטודנט עבודה עצמית בנושא ספציפי ומוגדר באחד משטחי ההנדסה, הטכנולוגיה או המדעים. הערה: מקצוע זה יאושר רק במקרים מיוחדים על מנת לאפשר לסטודנטים להם חסרה נקודה אחת (או פחות) לסיים את לימודיהם.

**680009 סמינר מתקדם בהנדסת מזון**

**10 - - - - חורף + אביב 5.0**

הקורס מיועד למסלול מגיסטר להנדסה בלבד (מגיסטר ללא תיזה). תבוצע עבודה סמינריונית בנושא הקשור במחקר מעבדתי, או בפרויקט תכנון או בסקר ספרות בקורתי.

**הפקולטה להנדסת חשמל ומחשבים****440114 מתמטיקה דיסקרטית ח'**

1 2 - - 8 חורף + אביב 3.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040290, 01040286, 00940344, 02340141, 02340144, 02340293, 00940345, 00940346, 02340129, 02340292, 00940347, 01040002, 01040293

הגדרה, הצגה ופעולות על קבוצות. יחסים בינריים, הרכבת יחסים, יחסי שקילות. קבוצת החזקה, קבוצת אינסופיות ומשפט קנטור. תחשיב הפסוקים, אקסיומה והוכחה, תחשיב היחסים. עקרון האינדוקציה. הגדרה באינדוקציה וברקורסיה. נוסחאות נסיגה. עקרונות ספירה בסיסיים. צירופים ותמורות. המקדמים הבינומיים. פתרונות ע"י נוסחאות נסיגה. עקרון שובר היונים ועקרון ההכלה וההדחה.

**440124 אלקטרוניקה פיסיקלית**

2 2 - - חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 01140073 ו- 01040034 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01160217, 01140036

תכונות נדרשות של התקנים מודרניים, יסודות של פיסיקה סטטיסטית: מצבי מיקרו ומאקרו, שווי משקל תרמי, הגדרת טמפרטורה, העברת חום וחלקיקים בין מערכות, סוגי חלקיקים והתפלגותם. מבנה גבישים. חומרים אלקטרוניים אמורפיים וגבישים (תלת-, דו- וחד ממדיים). תנע גבישי. תנודות סריג פונונים. תהליכי פיזור, התקנים חדשים והפרמטרים האופייניים שלהם.

**440127 יסודות התקני מוליכים למחצה**

1 3 - - 2 חורף + אביב 3.5

מקצועות קדם: ( 01040035 ו- 01140075 ) או ( 01140075 ו- 01040220 )

או ( 01040220 ו- 01140076 ) או ( 01140075 ו- 01040295 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00440125

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01180119, 01170018

מושגי יסוד בפזיקה קוונטית: גביש, פסי אנרגיה, אלקטרונים וחורים. סיגים, חמרים סוג N+P. ניידות ומוליכות חשמלית, דיפוזיה, ניסוי HALL. משואת הרציפות, דוגמאות. צפיפות מצבים ורמת פרמי. צומת P-N. אופין זרם של דיודה ונקודת עבודה, התנגדות וקיבול דיפרנציאלי. דיודה ראלית, פריצה. טרנזיסטור ביפולרי, עקרון פעולה, הגבר. משואת אברמס-מול. סכימת תמורה פיסיקלית לאות קטן. מרכיבי אלפא, תלות אלפא וביטא בתדר. קבל MOS. טרנזיסטור MOS: משואת זרם. טרנזיסטור MOS - אות קטן. טרנזיסטור JEFT וסכמת תמורה לאות קטן.

על הסטודנט ללמוד מקצוע צמד: 0440105 תורת

המעגלים החשמליים

**440131 אותות ומערכות**

2 4 - - חורף + אביב 5.0

מקצועות קדם: ( 00440105 ו- 01040214 ) או ( 01040221 ו- 01040223 )

או ( 00440105 ו- 01140071 ) או ( 01040276 ו- 01040122 )

1. אותות רציפים ובדידים - מושגים בסיסיים. 2. מערכות רציפות בזמן ובדידות בזמן - מושגים בסיסיים. 3. אנליזה של מערכת לינארית במישור הזמן. 4. התמרת לפלס. 5. התמרת פוריה ותגובת תדר. אפנון וריבוב. 6. התמרת Z ותפקידה במערכות בדידות. משוואות הפרש. 7. התמרת פוריה (רציפה) של אות בדיד ותגובת תדר של מערכת בדידה. 8. תאור מערכות במרחב המצב. מידול מערכות פיסיקליות, לינאריות. 9. יציבות של מערכות לינאריות וקבועות בזמן. 01. מערכות משוב: תכונות בסיסיות, יציבות, בקרי PID.

**440000 פרויקט מחקרי למצטיינים 1**

4 4 - - חורף + אביב 4.0

מיועד לסטודנטים בתכנית למצטיינים בדגש מחקרי. התמודדות עם בעייה מחקרית על ידי הסטודנט בהנחייה של חבר סגל אשר הביע נכונות להנחות אותו בנושא. הפרויקט יכול ללמוד עצמי של רקע נושא המחקר, ניסוח הבעייה המחקרית, חיפוש וסקירה של עבודות רלוונטיות קודמות, בחירת דרך טיפול בבעיה, בדיקה (ניסויית, חישובית או תיאורטית של הרעיונות) וכתובת דו"ח מסכם. עם צבירת 100 נקודות, הסטודנטים מתבקשים להידבר עם חברי סגל בנוגע לבחירת נושא ותחילת הכנות לקראת הפרויקט. הרשמה פורמלית תבצע בסמסטר שבו יוגש הפרויקט.

**440098 מבוא להנדסת חשמל לתעופה וחלל**

1 3 1 - - חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות קדם: ( 00440102 ו- 00840737 ) או ( 01140052 ו- 00840737 )

( 01140076 ו- 00440102 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00440105

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00440109, 00440108, 00440099

אלגברה בוליאנית, מפות קרנו, לוגיקה סדרתית. המעגל החשמלי - מושגי יסוד, חוקי קירכהוף, מעגלי התנגדות, משפטי רשת. אדמיטנס ואימפדנס, תופעות מעבר סדר ראשון וסדר שני. פאזורים, מצב סינוסי מתמיד, מסננים. שנאים, דיודה, מגברי שרת. טרנזיסטורים מסוג ביפולרי, תוצא שדה, וכוח. ניסוי מעבדה.

**440101 מבוא למערכות תכנה**

1 2 - - 5 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 02340117 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02340122, 00940219, 02340124

השלמת נושאים בתכנות C: רשומות, ניהול זיכרון, פוינטרים לפונקציות, מודולים, מימוש מבני נתונים (רשימות מקושרות, מחסנית, עצי חיפוש), תכנות מונחה עצמים (מחלקות, תבניות, הורשה, פולימורפיזם) STL ולימוד שפת C++. סביבת UNIX, כלים ומנגנונים, מערכת הקבצים, תהליכים, תכנות בשפת BASH. מתודולוגיה של פיתוח ותחזוקת תוכנה.

**440102 בטיחות במעבדות חשמל**

4 - - - - חורף + אביב + קיץ 0.0

במסגרת מקצוע זה הסטודנט חייב להשתתף בהרצאה בנושא "בטיחות עבודה במערכות חשמל" (4 שעות) ובמבחן מסכם. הציגו במקצוע הוא "עובר/נכשל", כאשר סף המעבר הוא ציון 08 במבחן. קבלת ציון "עובר" במקצוע זה הוא תנאי קדם לביצוע ניסויים ופרוייקטים בכל מעבדות הפקולטה להנדסת חשמל, למעבדות הפקולטה לפיסיקה (לסטודנטים של הנדסת חשמל), ולמעבדות הפקולטה להנדסה ביורפואית.

**440105 תורת המעגלים החשמליים**

2 3 - - - חורף + אביב 4.0

מקצועות קדם: ( 01140075 ו- 01040035 ) או ( 01040131 ו- 01140052 )

או ( 01140076 ו- 01040035 ) או ( 01140075 ו- 01040135 )

או ( 01040136 ו- 01140075 ) או ( 01140076 ו- 01040136 )

קירוב המעגל החשמלי המקובץ, חוקי יסוד, מעגלי התנגדות, שיטת מתחי צמתים ומשפטי רשת. מעגל לא לינארי, לינאריות לאות קטן ויישומי אי-לינאריות באות גדול עבור מעגלים בוליאניים. סלילים וקבלים. תופעות מעבר זמניות במעגלים חשמליים, מסדר ראשון ושני וניתוח הספקים. רשת לינארית במצב מתמיד סינוסי: פאזורים, מסנני תדר ומעגלי תהודה, כולל שיקולי הספק. תופעות צימוד קיבולי וצימוד השראותי. מעגלי מגברי שרת.

**440137 מעגלים אלקטרוניים**

- - 2 4 חורף + אביב 5.0

מקצועות קדם: ( 00440252 - 00440105 - 00440130 - 00440125 )  
 או ( 00440105 - 00440127 - 00440130 - 00440252 ) או  
 ( 00440125 - 00440131 - 00440105 - 00440252 ) או  
 ( 00440131 - 00440127 - 00440105 - 00440252 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00440147, 00440142

מעגלים לוגיים, שולי רעש, זמני מיתוג והשהיות, שערים אידיאליים, שערי תמסורת, לוגיקה דינמית, הספק סטטי ודינמי, אופטימיזציה מהירות ומאמץ לוגי, תנאי תזמון, רגנרציה, סינכרון, מעגלי רגיסטרים, מעגלים סדרתיים, מטה-סטביליות, מעגלי זיכרון. עיבוד אנלוגי של אותות, דרגות הגבר, אות גדול ואות קטן, לינארציזציה ומעגלי תמורה, תגובת תדר, מגבר הפרש, מגברי שרת, משוב וציבוב, ניתוח רעש במעגלים, המרת אות אנלוגי לדיגיטלי.

**440140 שדות אלקטרומגנטיים**

- - 2 2 חורף + אביב 3.5

מקצועות קדם: ( 01040223 ) או ( 01040220 - 01040214 ) או  
 ( 01040214 - 01040295 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01140246, 01140245

משוואות מקסוול דיפרנציאליות ואינטגרליות. תנאי שפה, חוקי שימור. פוטנציאלים אלקטרומגנטיים. שימור אנרגיה ומשפט פוינטינג. פאזורים ומשפט פוינטינג הקומפלקסי. משוואות גלים והגל האלקטרו-מגנטי. מגלים לקוואזיסטטיקה. אלקטרוקוואזיסטטיקה. מגנטוקוואזיסטטיקה. זרימה סטטיסטיאנרית. מוליכים וחומרים דיאלקטריים. חומרים מגנטיים.

**440148 גלים ומערכות מפולגות**

- - 1 2 6 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 00440105 - 00440140 ) או ( 00440105 - 01140245 )

הקדמה, ממשוואות מקסוול למשוואת הגלים. גלים מישוריים - תכונות. גלים מישוריים - התקדמות בחומר ודיספרסיה. פגיעה ומעבר דרך משטחים מקדמפרנל. (פגיעה ומעבר דרך משטחים) זוויות מיוחדות. (מעבר דרך משטחים כפולים) מהודים. (מוליכי גלים - מוליך הגל החשמלי) PARALLEL PLATE. (מוליכי גלים - הפרוסה הדיאלקטרית. קווי תמסורת: הקדמה, משוואות הטלגרפיה. קווי תמסורת כרכיב במעגל. קווי תמסורת: תאום עכבות והעברת הספק. תופעות זמניות בקווי תמסורת.

**440157 מעבדה בהנדסת חשמל 1א**

- - 3 3 5 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00440102 - 00440252 - 01140075 ) או  
 ( 01140075 - 00440145 - 00440102 - 00440262 ) או  
 ( 00440102 - 01140075 - 02340262 - 02340145 ) או  
 ( 00440102 - 00440252 - 01140076 ) או ( 01140076 - 01140075 - 00440145 - 00440102 - 00440262 ) או ( 00440262 - 01140075 - 02340145 - 00440102 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00440160

המעבדה כוללת 9 מפגשים בני 4 שעות כ"א (וכן הכנות לניסוי בהתאם לנדרש). מערך הניסויים כולל: ניסויים בתחום האנלוגי: הכרת מכשור מדידה, ראייה של מעגלים אלקטרוניים ומעגלי מיתוג בסיסיים. בכל הניסויים יערכו תכן, סימולציה והשוואה למדידות. ניסויים בתחום הספרתי: תכן חומרה ספרתית בכלים גרפיים ובשפה עילית, HDL, סימולציה וניפוי שגיאות. כ"כ ניסוי מסכם במתכונת מיני פרויקט: תכנון בנייה והפעלה של מערכת הירארכית. בניסויים מושם דגש על גישה מערכתית והכרת תהליך הפיתוח של מערכת אלקטרונית שלמה.

על הסטודנט ללמוד מקצוע צמד:  
 החשמליים 0440105

**440158 מעבדה בהנדסת חשמל 1ב**

- - 2 2 4 חורף + אביב + קיץ 1.5

מקצועות קדם: ( 00440131 - 00440105 - 00440127 - 00440157 ) או  
 ( 00440157 - 00440130 - 00440125 - 00440105 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00440160

המעבדה כוללת 6 מפגשים בני 4 שעות כ"א (וכן הכנות לניסוי בהתאם לנדרש). מערך הניסויים כולל: ניסויים בתחום הפיזיקלי: ניתוח מעגלי מוליכים למחצה, זיודות וטרנזיסטורים. ניסויים בתחום האנלוגי: מגבר שרת ושימושיו. ניסויים בתורת הדגימה: מעגלי המרה A/D - D/A. בכל הניסויים יערכו תכן, סימולציה והשוואה למדידות וכן מפגש לניסוי מסכם במתכונת מיני פרויקט: תכנון בנייה והפעלה של מערכת אנלוגית. בניסויים מושם דגש על גישה מערכתית והכרת תהליך הפיתוח של מערכת אלקטרונית שלמה.

**440167 פרויקט א'**

- - 2 12 חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות קדם: ( 00440102 - 00440151 ) או ( 00440160 - 00440102 )

יש לקחת את קורס הבטיחות לפני הרישום לפרויקט. מטרת המקצוע היא הכשרת הסטודנט להתמודדות עצמאית עם אתגר הנדסי או מחקרי חדשני בהדרכת מנחה. במסגרת זו יתנסה הסטודנט בביצוע כל המרכיבים המאפיינים פרויקט הנדסי: הגדרה, אפיון, סקר ספרות, בחינת פתרונות חלופיים, תכן, מימוש, בדיקה, הצגה ודווח. בחירת נושא הפרויקט וביצועו יעשה ע"י זוג סטודנטים מתוך רשימת נושאים המתפרסמת ע"י כל אחת ממעבדות ההתמחות בפקולטה. רשימת המעבדות והסדרי הרישום מופיעים באתר המעבדות הפקולטי. כדי להתעמק בתחום הנבחר ניתן לבצע פרויקט המשך או שני פרויקטים שונים באותה מעבדה (במסגרת המקצועות: פרויקט א', פרויקט ב', או פרויקט מיוחד). אין לבצע שני פרויקטים באותה מעבדה באותו הסמסטר ואין לבצע שלושה פרויקטי

**440169 פרויקט ב**

- - - 12 חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות קדם: ( 00440160 - 00440167 - 00440102 ) או  
 ( 00440102 - 00440151 - 00440167 - 00440157 ) או  
 ( 00440102 - 00440167 )

יש לקחת את קורס הבטיחות לפני הרישום לפרויקט. מטרת המקצוע היא הכשרת הסטודנט להתמודדות עצמאית עם אתגר הנדסי או מחקרי חדשני בהדרכת מנחה. במסגרת זו יתנסה הסטודנט בביצוע כל המרכיבים המאפיינים פרויקט הנדסי: הגדרה, אפיון, סקר ספרות, בחינת פתרונות חלופיים, תכן, מימוש, בדיקה, הצגה ודווח. בחירת נושא הפרויקט וביצועו יעשה ע"י זוג סטודנטים מתוך רשימת נושאים המתפרסמת ע"י כל אחת ממעבדות ההתמחות בפקולטה. רשימת המעבדות והסדרי הרישום מופיעים באתר המעבדות הפקולטי. כדי להתעמק בתחום הנבחר ניתן לבצע פרויקט המשך או שני פרויקטים שונים באותה מעבדה (במסגרת המקצועות: פרויקט א', פרויקט ב', או פרויקט מיוחד). אין לבצע שני פרויקטים באותה מעבדה באותו הסמסטר ואין לבצע שלושה פרויקטי "אותה מעבדה. עפ"י הצורך, נית להשתתף בהדרכות הכלליות והמעבדתיות המפורטות בפרויקט (א' 761440).

**440170 פרויקט מיוחד**

- - - 12 חורף + אביב + קיץ 4.0

יש לקחת את קורס הבטיחות לפני הרישום לפרויקט. מטרת המקצוע היא הכשרת הסטודנט להתמודדות עצמאית עם אתגר הנדסי או מחקרי חדשני בהדרכת מנחה. במסגרת זו יתנסה הסטודנט בביצוע כל המרכיבים המאפיינים פרויקט הנדסי: הגדרה, אפיון, סקר ספרות, בחינת פתרונות חלופיים, תכן, מימוש, בדיקה, הצגה ודווח. בחירת נושא הפרויקט וביצועו יעשה ע"י זוג סטודנטים מתוך רשימת נושאים המתפרסמת ע"י כל אחת ממעבדות ההתמחות בפקולטה. רשימת המעבדות והסדרי הרישום מופיעים באתר המעבדות הפקולטי. כדי להתעמק בתחום הנבחר ניתן לבצע פרויקט המשך או שני פרויקטים שונים באותה מעבדה (במסגרת המקצועות: פרויקט א', פרויקט ב', או פרויקט מיוחד). אין לבצע שני פרויקטים באותה מעבדה באותו הסמסטר ואין לבצע שלושה פרויקטים באות

**440173 פרויקט ש' בתעשייה**

**16 - - חורף + אביב 8.0**

סטודנט במצב תקין שהשלים מעבדה בהנדסת חשמל 1" יכול לבצע, באישור הפקולטה, פרויקט במפעל תעשייתי, במקום לבצע פרויקטים ב' ומיוחד (שווה ערך ל-8.0 נק'). המפעל התעשייתי והפרויקט חייבים לקבל את אישור הפקולטה לפני הרישום למקצוע. את הפרויקט ילווה מורה מטעם הפקולטה שישותף בהגדרת הפרויקט. בדרך כלל יאשרו רק פרויקטים שלא ניתן לבצעם באחת ממעבדות הפקולטה. הרישום למקצוע יעשה בעת הרישום המוקדם, לאחר קבלת האישור הפקולטי.

**440175 פרסום מאמר מדעי**

**3 - 3 חורף + אביב + קיץ 1.0**

**מקצועות קדם: ( 00440170 ) או ( 00440169 ) או ( 00440167 )**

על הסטודנט לפרסם מאמר מדעי בו הנו אחד הכותבים הראשיים. מאמר זה ייכתב בעקבות פרויקט סטודנטיים באחד ממקצועות הפרויקטים שאינם מחייבים כתיבת מאמר. זכאי להירשם לקורס סטודנט שהיה שותף לכתיבת מאמר שהתקבל לכנס או עיתון מדעי מוכר, ובאישור חבר סגל רלוונטי לתחום בו עוסק המאמר. ציון הסטודנט במקצוע ייקבע ע"י מנחה הפרויקט חבר הסגל שאישור את הגשת המאמר לכנס / עיתון.

**440176 פרויקט ב' בתעשייה**

**12 - - חורף + אביב + קיץ 4.0**

**מקצועות קדם: ( 00440102 ) או ( 00440167 )**

סטודנט יכול לבצע פרויקט במפעל תעשייתי! במקום פרויקט ב'. הסטודנט ילמד להתמודד עם אתגר הנדסי באופן עצמאי ובצוות! הפרויקט יכול את כל השלבים של פרויקט הנדסי: אפיון! בדיקת פתרונות חלופיים! תכן! מימוש! בדיקה! הצגה ודווח.

**440180 נושא אישי למצטיינים**

**4 - 4 חורף + אביב + קיץ 4.0**

דרישות קדם: ממוצע מצטבר של 91 ומעלה וצבירה של 100 נקודות לפחות במועד הרישום למקצוע. כל סטודנט הרשאי להרשם לקורס זה יונחה באופן אישי ע"י אחד מחברי הסגל בנושא אשר חבר הסגל הביע נכונות להנחות, ויהיה חייב בהגשת דו"ח מסכם בסיום עבודתו. מיועד לסטודנטים מצטיינים, תואר ראשון בהנדסת חשמל.

**440184 נושאים מתקדמים למצטיינים**

**2 - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00440182**

דרישות קדם: ממוצע מצטבר של 86 ומעלה וצבירה של 100 נקודות לפחות. כל סטודנט הרשאי להירשם למקצוע זה יונחה באופן אישי על ידי אחד מחברי הסגל בנושא אשר חבר הסגל הביע נכונות להנחות, ויהיה חייב בהגשת דו"ח מסכם בסיום עבודתו.

**440185 נושא מיוחד למצטיינים**

**1 - - חורף + אביב + קיץ 1.0**

דרישות קדם: ממוצע מצטבר של 86 ומעלה וצבירה של 80 נקודות לפחות. כל סטודנט הרשאי להירשם למקצוע זה יונחה באופן אישי על ידי אחד מחברי הסגל בנושא אשר חבר הסגל הביע נכונות להנחות. הסטודנט יהיה חייב בהגשת דו"ח מסכם בסיום עבודתו.

**440191 מערכות בקרה 1**

**1 3 - - חורף + אביב 4.0**

**מקצועות קדם: ( 00440130 ) או ( 00440131 )**

חזרה על תיאור מתמטי של מערכות לינאריות. לינאריזציה במרחב המצב. מאפייני התגובה הדינאמית ותגובת התדר. קריטריון נייקויסט ליציבות. שרטוט המיקום הגיאומטרי של השרשים. שגיאות המצב המתמיד. בקרי PID. תכן רשתות תיקון בתחום התדר ובגישת מיקום השרשים. מגבלות תכן. מימוש בקרים ספרתיים. מערכות מצב: קונטרולביליות, אובזרווביליות, מינימאליות, צורות קנוניות, הצבת קטבים.

**440198 מבוא לעבוד ספרתי של אותות**

**1 2 - - חורף + אביב 3.0**

**מקצועות קדם: ( 00440131 ) או ( 00440130 )**

דגימה ושחזור. התמרת פורייה דיסקרטית ( DFT ) ( קונבולוציה מעגלית. אלגוריתמים לחישוב יעיל של DFT. אנליזה ספקטרלית. מבוא לתכן מסננים ספרתיים. פאזה לינארית מוכללת. תכן מסננים בעלי תגובת הלהם סופית ( FIR .) ( תכן מסננים אנלוגיים ומסננים ספרתיים בעלי תגובת הלהם אינסופית ) IIR .) ( מערכות מרובות קצבים, דצימציה ואינטרפולציה.

**440202 אותות אקראיים**

**1 2 - - חורף + אביב 3.0**

**מקצועות קדם: ( 00440131 ) או ( 00940412 ) או ( 00440131 ) או ( 01040222 ) או ( 00440130 ) או ( 00940412 ) או ( 00440130 ) או ( 01040222 ) או ( 01040034 ) או ( 00440130 ) או ( 00440131 ) או ( 01040034 )**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00840733, 00860733**

חזרה על מושגים בסיסיים בהסתברות. שערור. תהליכים אקראיים בזמן רציף ובזמן בדיד. תהליכים אקראיים גאוסיים. מעבר אותות במערכות לינאריות. אנליזה ספקטרלית. סינון לינארי. רעשים פיסיקליים במערכות, מקורות רעש ברשתות חשמליות. תהליכי מרקוב.

**440239 תהליכים במיקרואלקטרוניקה**

**2 - 4 - - חורף + אביב 3.5**

**מקצועות קדם: ( 00440127 ) או ( 00440125 )**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00460238**

תהליכים פוטוליתוגרפיים, תהליכים תרמיים של חמצון יבש ורטוב, צריבה רטובה ויבשה של תחמוצות, דיפוזיה ושקוע כימי, השתלת יונים, תהליכי נידוף והתזה של שכבות דקות, הכרת אמצעי בדיקה ומדידה שונים לאפיון התהליכים. יצור התקני מוליכים למחצה שונים.

**440252 מערכות ספרתיות ומבנה המחשב**

**2 4 - - חורף + אביב 5.0**

**מקצועות קדם: ( 02340117 ) או ( 02340114 )**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00440262, 02340145, 02340262, 01040952, 02340252**

אלגברה בוליאנית, המודל הספרתי. פונקציות מיתוג. שערות לוגיים ומערכת שלמה. הטרנזיסטור כמתג. מעגלים צירופיים וסדרתיים. המתודולוגיה הסינכרונית. מכונות מצבים. נקודה צפה. קודים לתיקון שגיאות. שפה לתיאור חומרה. מכונת פון נוימן, סט הפקודות, אופני מיעון, קפיצות. מחסנית וקישור שגרורות. פסיקות. מעבד מצונר. זמן פעולה מול תפוקה. תלויות בקרה ותלויות מידע.

**440268 מבוא למבני נתונים ואלגוריתמים**

1 2 - - - חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 02340117 ) או ( 02340114 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02340218, 02340246, 02340247

מטרת הקורס להקנות את המושגים של מבנה נתונים מופשט, מבני נתונים, אלגוריתמים וסיבוכיות. מבני הנתונים כוללים מחסניות, תורים, דו-תורים, תורי קדימות, ערימות, טבלאות ערבול, עצים, עצים מאוזנים וגרפים. הנושאים האלגוריתמים כוללים הפרד ומשול, אלגוריתמים חמדניים, רקורסיה ורנדומיזציה. האלגוריתמים כוללים אלגוריתמי מיון, אלגוריתמי חיפוש, אלגוריתמי ערבול, אלגוריתמים בגרפים, כולל חיפוש עומק ורוחב, עצים פורשים מינימום, מציאת רכיבים קשירים ואלגוריתמים בסיסיים למציאת מסלולים קצרים. נושאי הסיבוכיות כוללים אנליזה אסימפטוטית וחסמים עליונים ותחתונים.

**440334 רשתות מחשבים ואינטרנט 1**

1 2 - - 5 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 00940412 ) או ( 01040034 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00940210, 02360334, 00460334

קורס ראשון ברשתות מחשבים ואינטרנט. הקדמה: מושג השכבות, מיתוג חבילות, מיתוג קוויים. שכבת הקו: גישה אקראית, כתובות, ETHERNET, גשרים, שכבת הרשת: IP, נתבים, ניתוב באינטרנט. שכבת ההובלה: TCP, UDP. רשתות חשובות ומושגים חשובים ברשתות: רשתות אלחוטיות, רשתות תורים, הוגנות.

**450001 פרויקט מבוא בהנדסת חשמל ומחשבים**

1 2 - 2 חורף 1.0

הקורס מיועד לסטודנטים חדשים בשני הסמסטרים הראשונים ללימודיהם. בקורס זה, הניתן במסגרת תכנית "התחלה טובה", הסטודנטים יישפו למהות העבודה ההנדסית ויתנסו בפתרון בעיות הנדסיות, תוך כדי עבודת צוות. הסטודנטים יתכננו פרויקטון שיקנה להם כלים הדרושים לעבודת מהנדס. בנוסף, הקורס ישמש כ"מפת דרכים" להמשך הלימודים.

**450100 מעבדה לאלקטרומגנטיות בתקשורת**

1 2 - - חורף + אביב 1.0

מקצועות קדם: ( 00440157 - 00440148 - 00440102 )

התנסות מעשית בתכן, סימולציה בתוכנה יעודית CST הנפוצה בתעשייה ומדידת אנטנות בסיסיות (אנטנות חוטיות ומודפסות MICROSTRIP)) ומערכי אנטנות סוקרים קוויים ומישורניים. אלומת הקרינה, תאום עכבות, קיטוב, כיוונית ושבח. השפעת ההזנה על פרמטרי האנטנה. השפעת סקירת האלומות במרחבעל כיוונית ושבח. שימוש בנתח וקטורי למדידת אנטנות. המחשת עקומי הקרינה והקיטוב במרחב תלת-מימדי.

**450101 מעבדה בתקשורת ספרתית**

1 2 - - חורף + אביב 1.0

מקצועות קדם: ( 00440102 - 00440157 - 01040034 - 00440198 )

קודים לתיקון שגיאות טכניקות ושימושים. ערוצים רועשים, קוד חזרות, קידוד בערוץ הגאוס, רעש בתמונות, תיקון טעויות הקלדה, קידוד עבור מחיקות, פריצי שגיאות ושזירה (INTERLEAVING), קודי גרף, קידוד עם אילוצים. עיוותים סיסטמתיים במערכת תקשורת, תצוגה של אות WI-FI תקני מוקלט: בציר הזמן ובציר התדר, סנכרון אותות בכניסה וביציאה של המערכת, בניית פונקציית MATLAB לתיקון אילינאריות של המערכת בשידור, הפעלה מעשית של משדר WI-FI תקני של חברת אינטל, שידור חבילות WI-FI ללא תיקון עיוותים, מדידה של מאפייני האות המעוות והפעלה של אלגוריתם לתיקון עיוותים.

**450102 מעבדה בבקרה לינארית**

1 2 - - חורף + אביב 1.0

מקצועות קדם: ( 00440191 - 00440157 - 00440102 )

מטרת המעבדה להדגים יישום שיטות בקרה בסיסיות על גבי מערכות ממשיות. תכני המעבדה יכללו מידול מערכות, זיהוי פרמטרים, ותכן בקרים לינאריים בשיטות קלאסיות. בארבעת מפגשי המעבדה, הסטודנטים יבצעו חזרה על שיטות תכן בבקרה לינארית, זיהוי פרמטרים ובקרה של מנוע סרוו, בקרה על מערכת רחיפה, ובקרה של מטוטלת הפוכה.

**450103 מעבדה בפוטוניקה**

1 2 - - חורף + אביב 1.0

מקצועות קדם: ( 00440131 - 00440102 - 00440157 )

אופטיקה גיאומטרית, תכונות של האלמנטים האופטיים הבסיסיים, דימות, אופטיקה גלים, תופעות עקיפה במשטרים שונים (שדה קרוב ורחוק), תופעת התאבכות וקוהרנטיות, התמרות פורייה וסינון מרחבי, גלאי אור וניתוח אות אופטי, ספקטרום אופטי, אופטיקה סיבים, תופעת הלזירה, מגבר אופטי ותכונותיו. על כל סטודנט/ית להשלים שניים מתוך שלושה ניסויי בחירה. כל ניסוי מורכב משתי פגישות של 4 שעות כל אחת. כמו כן יש לבצע מטלות הכנה וסיכום לכל ניסוי.

**450104 מעבדה במערכות ספרתיות מהירות**

1 2 - - חורף + אביב 1.0

מקצועות קדם: ( 00440252 - 00440157 - 00440102 )

היכרות ראשונית עם תופעות תדר גבוה במעגלים מודפסים: מבנה המעגל המודפס, סימולציה של תופעות תדר גבוה, צפייה בתופעות ומדידתן באמצעות אוסצילוסקופ. וכן היכרות עם תופעת הריצוד (JITTER) במעגלים מודפסים: המודל המתמטי, ניתוח סטטיסטי, ומדידה וניתוח באמצעות כלי בדיקה מתקדמים.

**450105 מעבדה ברשתות מחשבים**

1 2 - - חורף + אביב 1.0

מקצועות קדם: ( 00440102 - 00440334 - 00440157 ) או

( 02360334 - 00440102 )

היכרות עם מגוון פרוטוקולים מתוך חבילת פרוטוקולי TCP/IP המהווים את עמודי התווך של רשת האינטרנט. התעמקות בפרוטוקול TCP והאלגוריתמים שהוא מממש, היכרות עם שיטות ניתוב ומיתוג ברשתות, תכנות תקשורת באמצעות קריאות מערכת בסביבת לינוקס.

**450106 מעבדה באנרגיה ומערכות הספק**

1 2 - - חורף + אביב 1.0

מקצועות קדם: ( 00440157 - 00440105 - 00440102 )

המעבדה מקיימת ניסויים במספר תחומים: התנסות מעשית באלקטרוניקת הספק, על ידי בניה, מדידה וניתוח של ממירים ממותגים. התנסות מעשית בעבודה עם מערכות אנרגיה מתחדשת ורכיבים חשמליים סימולציה של מערכות הספק גדולות, בקנה מידה ארצי, בדגש על עבודה עם מאגרים אנרגטיים ודינאמיקה של מערכות הספק.

על הסטודנט ללמוד מקצוע צמד: 0440139 ממירי מתח

ממותגים

**450107 מעבדה בלמידה עמוקה**

1 2 - - חורף + אביב 1.0

מקצועות קדם: ( 00440102 - 00460195 - 00440157 )

הכרות עם סביבת PYTORCH, שימוש ברשתות עמוקות לסינון תמונות וטקסט, רגולריזציה ואופטימיזציה, כונון היפר-פרמטרים ובחירת חלופות ברשתות, פרקטיקת עבודה נכונה, שימוש ברשתות קונבולוציה לסינון תמונות, שימוש בארכיטקטורות שונות, TRANSFER LEARNING, רשתות שארית, מודלים גנרטיביים לסינתזת תמונות, היכרות עם TRANSFORMERS, CONTROLLABLE GENERATION, היכרות עם SELF-SUPERVISED LEARNING למשימות סינון.

**450108 מעבדה בעיבוד תמונות**

-- 2 -- חורף + אביב 1.0

מקצועות קדם: ( 00440157 - 00440131 - 00440102 ) או ( 00440102 - 00440157 ) או ( 02360201 )

הכרות עם כלים בסיסיים של עיבוד תמונות בספקטרום הנראה והתמרי, מרחבי צבע, מטריקות של איכות תמונות, שימוש בגלונים (WAVELETS) למשימות עיבוד תמונה, דחיסת תמונות מבוססת התמרה וחיזוי, ייצוגי תמונות (כגון דליל) לשימוש ביישומים שונים (לדוגמה מילוי חורים עיבוד תמונה ואריאציוני, רגיסטריצה בין תמונות, חילוץ מאפיינים, התמרת HOUGH, משימה מסכמת).

**450115 מעבדה בראיה ממוחשבת**

-- 2 -- חורף 1.0

מקצועות קדם: ( 00440102 - 00460200 - 00440157 ) או ( 00440102 - 00440157 )

הסטודנטים ילמדו ויתנסו באופן מעשי בהפעלת שיטות בראיה ממוחשבת. הנושאים שייכללו בקורס הם: זיהוי וסיווג אובייקטים בתמונות, מציאת נקודות עניין, התאמה בין תמונות, סגמנטציה סמנטית, מעקב אחרי אובייקטים בווידאו, חילוץ מידע תלת ממדי בתמונות, ושיחזור תלת ממד, משימה מסכמת.

**450109 מעבדה בעיבוד אותות**

-- 2 -- חורף + אביב 1.0

מקצועות קדם: ( 00440157 - 00440131 - 00440102 )

הכרות עם אותות המופקים ונמדדים מגוף האדם באמצעות חיישנים שונים: שני מפגשים יעסקו באות דיבור, ושניים יעסקו באותות ECG ו-PPG. שיערוך פרמטרים וניתוח אותות אלו באמצעות שיטות עיבוד אותות קלאסיות. התמודדות עם רעשים שונים ועבודה עם מאגרי נתונים גדולים.

**450116 מעבדה בארכיטקטורות מחשבים**

-- 2 -- חורף 1.0

מקצועות קדם: ( 00440102 - 00440252 - 00440157 )

יישום מערכת שלמה המורכבת ממעבד, התקנים פריפריאליים ולוגיקה נוספת על רכיב בודד. שילוב חומרה/תוכנה ותקשורת בין ההתקנים השונים. שיקוליתכן שונים של ארכיטקטורת מיקרו-מעבד מרובה ליבות. בחינת השפעת הפרמטרים השונים על ביצועי המערכת. מימוש אלגוריתם מקבילי, ניתוח ביצועים, זיהוי צווארי בקבוק, ואיזון עומסים. חומרה ותוכנה.

**450110 מעבדה ב-ויל.ס.י. אנלוגי**

-- 3 -- חורף + אביב 1.0

מקצועות קדם: ( 00440137 - 00440102 - 00440157 )

לימוד כלי CADENCE לשרטוט סכמות, הרצת סימולציות אנלוגיות ושרטוט LAYOUT) (מסכות). סימולציות לאות קטן ורעש לבדיקת הביצועים של מגבר COMMON SOURCE. תיקון פרמטרי המגבר לשיפור הביצועים. שרטוט ה-LAYOUT וביצוע DRC) (בדיקת חוקי תכנון) ו-LVS (אימות התיאום בין הסכמה ל-LAYOUT). שימוש בכלי ליצירת LAYOUT בשיטות חצי אוטומטיות ליעול בנית LAYOUT ידני.

**450117 מעבדה במעבדי מחשבים**

-- 2 -- חורף 1.0

מקצועות קדם: ( 00440102 - 00440157 - 00440252 )

הבנה של מערכת מחשב דורשת ידע במספר תחומים. המעבדה תתרכז בנייתו החסמים השונים של מערכת מחשב! בדרכים להתגבר עליהם ובביצוע מדידות וניתוח היעילות של הרכיבים השונים. לאור הניתוח! יבוצעו שינויים ותיבחן היעילות והבנת מגבלות החסמים בשיפור המערכת. המעבדה מעניקה התנסות מעשית במימוש מערכת חומרה מבוססת RISC-V ברכיב FPGA.

**450111 מעבדה ב-ויל.ס.י. ספרתי**

-- 2 -- חורף + אביב 1.0

מקצועות קדם: ( 00440157 - 00440252 - 00440102 )

בחינת ארכיטקטורות שונות וביצוע TRADE-OFFS לתכנון אופטימלי של מאיץ (חומרה) ASIC). מימוש בשפת SYSTEMVERILOG וביצוע סימולציות. התנסות בשימוש בסביבת וורייפיקציה מבוססת UVM כולל יצירה של כניסות אקראיות ומדידה של הכיסוי. סינתזה ומימוש ה-LAYOUT של המאיץ. סינתזה עם שילוב DESIGN FOR MACROS, POWER GRID DESIGN, STANDARD CELL PLACEMENT, CLOCK TREE SYNTHESIS, FINAL ROUTE.

**450118 מעבדה להתקני ננו-אלקטרוניקה**

-- 2 -- חורף 1.0

מקצועות קדם: ( 00440127 )

הכרת המבנה האטומי ומבנה הפסים של חומרים במימדים נמוכים. הכרות עם טרנזיסטורים מבוססים צינוריות פחמן וחומרים דו-מימדיים שונים וסוגי הפיזורים בתוכם לפי מודל לנדאוור. המפגשים יעסקו במדידות אופייני טרנזיסטור בסיסיים (זרם-מתח) עבור התקנים בעלי מאפיינים שונים כגון אורך תעלה! חילוץ פרמטרים פיזיקליים של הטרנזיסטורים! סימולציות של ההתקנים והתאמתן למדידות.

**450112 מעבדה באבטחת סייבר חומרה ותוכנה**

-- 2 -- חורף 1.0

מקצועות קדם: ( 00440101 - 00440102 - 00440157 )

הכרות עם יישומים מעשיים של ניצול ערוצי צד במעבדים מודרניים, כגון CACHE TIMING SIDE CHANNEL ושימוש ב"ל לצורך הזלגת מידע בי תהליכים. הכרות עם התקפות מיקרוארכיטקטוניות על ביצוע ספקולטיבי של פקודות מכונה כגון התקפת ספקטור וריאנט 1. כמו כן, יילמדו וימומשו התקפות ערוץ צד צריכת הספק.

על הסטודנט ללמוד מקצועות צמודים: 0460209 מבנה מערכות הפעלה ו-0460267 מבנה מחשבים

**450119 מעבדה בלמידה רובוטית**

-- 2 -- חורף 1.0

מקצועות קדם: ( 00440102 - 00460195 - 00440157 )

טרנספורמציות קואורדינטות! מטריצות סיבוב! מושגים בסיסיים ברובוטיקה: מרחב מצב! מרחב פעולה! קינמטיקה! קינמטיקה הפוכה! דינמיקה! מטריצתהיעקוביאן! תכנון מסלולים פשוטים. בקרים לתנועה רובוטית: PID! PURE PURSUIT! ILQR. כלים בסיסיים בלמידה עמוקה: הסקה מרשתות מאומנות! זיהוי אובייקטים בתמונה עם רשתות נוירונים! כיוונון רשתות קונבולוציה מאומנות והתאמתן למידע חדש. קליברציה של מצלמה למרחב הפעולה של רובוט. זיהוי והרמה של אובייקטים בעזרת תמונה. סטודנטים שלמדו את הקורס "פרויקט ברובוטים ניידים" (412640) לא יוכלו לבצע את המעבדה לאור חפיפה חלקית בנושאים

**450113 מעבדה בסיסית בתכנה**

-- 2 -- חורף 1.0

מקצועות קדם: ( 00440157 - 00440102 - 02340117 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00450114, 02360703

הכרות עם תכנות מונחה עצמים, טיפוסים בסיסיים, טיפוסים מתקדמים, מחלקות, הורשה. מבוא לממשק משתמש ותכנות אפליקציות, תקשורת עם שרת, ממשק עם רכיבי חומרה (מצלמה), ממשק משתמש באפליקציות לולריות.

**450120 מע' במיקרוסקופיה אלקט' אינטרפרומ'**

**3 - - חורף + אביב + קיץ 1.0**

הכרת מיקרוסקופ אלקטרוני סורק (TEM) כמערכת אופטית. יצירת תמונות ועיבודן. הכרת התכונות הקוונטיות של האלקטרון החופשי (FREE-ELECTRON) הנע במהירויות יחסיות, כמכשיר מדידה המאפשר דימות ברזולוציה אטומית. הכרת הדואליות גל-חלקיק של האלקטרון. ביצוע ניסוי התאבכות שני חריצים (DOUBLE SLIT) וניסוי עקיפת פרנל (FRESNEL DIFFRACTION), תוך מדידת אורך גל דה-ברולי של האלקטרון היחסותי. ניסויים באנליזה של דיפרקציה המסריג אטומי (ATOMIC CRYSTAL).

**460002 תכן וניתוח אלגוריתמים**

**1 2 - - 8 חורף + אביב 3.0**

**מקצועות קדם: ( 00440268 )**

**מקצועות זהים: 02370343**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02360343, 02340247**

אלגוריתמים מתקדמים בתורת הגרפים: גרפים מכוונים, בעיות זרימה, בעיות כיסוי וצביעה. מחלקות NP ו-NP רדוקציות פולינומיות, NP - שלמות אלגוריתמי קירוב. שיטות אלגוריתמיות מתקדמות נוספות. על הסטודנט ללמוד מקצועות צמודים: 104034 מבוא להסתברות ח', 0940411 הסתברות ת', 0940412 הסתברות מ', 0940481 מבוא להסתברות וסטטיסטיקה, 1040222 תורת ההסתברות

**460005 רשתות מחשבים ואינטרנט 2**

**1 2 - - 8 חורף 3.0**

**מקצועות קדם: ( 02360334 ) או ( 00440334 )**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02360341**

קורס המשך ברשתות. גישת מעלה-מטה. שכבת היישום: עקרונות, HTTP AND WEB, DNS, יישומי P2P. שכבת הובלה: UDP, TCP, בקרת זרימה, בקרת צפיפות ב-TCP. שכבת הרשת: קווים וירטואליים, IP, כתובות 4IPV. ניתוב: עקרונות ואלגוריתמים, BELLMAN-FORD-DISTANCE, VECTOR, LINK STATE, CT, PIF, PI, ניתוב באינטרנט, BGP, OSPF, RIP. נושאים מתקדמים ברשתות כגון: רשתות וירטואליות ברשתות מרכזי מידע, רשתות מוגדרות תוכנה (SDN).

**460007 נושאים נבחרים ברשתות מחשבים למערכות למידה**

**2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

**מקצועות קדם: ( 00440334 ) או ( 02360334 )**

הקורס יציג ויתרגל עקרונות ושיטות לתקשורת בקצבים גבוהים ושימוש יעיל של משאבי רשת מחשבים. הקורס יתמקד בתקשורת בין שרתיים עבור אפליקציות מבוצרות כגון אימון רשתות נורונים וניתוב יעיל ברשתות אלה. הקורס יאפשר לסטודנטים היכרות יסודית עם מרכיבי רשתות המחשבים בתכנון מערכות מחשב גדולות ובפרט מערכות למידה בצורה מבוצרת. תוצאות למידה: מבסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. להעריך את יעילותן של רשתות מחשבים למערכות למידה באמצעות מגוון מדדי ביצועים. 2. לתכנן רשתות מחשבים לחישוב מבוצר כדוגמת רשתות נורונים. 3. להציע שיטות ניתוב ברשתות מחשבים מהירות תוך התחשבות ביתירות ובאילוץ הרשת.

**460041 רשתות עצביות ביולוגיות-חישוביות, עיבוד מידע**

**1 2 - - 8 חורף + אביב 3.0**

**מקצועות קדם: ( 00440202 ) או ( 00460326 )**

**מקצועות זהים: 00490041**

נושאים: מערכת העצבים. תא עצב בודד ותקשורת סינפטית. מודלים מפושטים של תאי-עצב. מודלים מתמטיים לאוכלוסיות של תאים. קידוד עצבי. פענוח מידע עצבי. זיכרון, למידה ופלטיות.

**460044 מערכות אנרגיה מתחדשת**

**1 2 - - - אביב 3.0**

**מקצועות קדם: ( 00440105 ו- 00440131 )**

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00440196**

הקורס עוסק במערכות להמרת אנרגיה חשמלית המבוססות על מקורות מתחדשים. מספר נושאים מרכזיים הם: מקורות אנרגיה- אנרגיית שמש! התא הסולארי! מערכים סולאריים! הצללה חלקית! ושיטות למעקב אחר נקודת מקסימום הספק. אגירת אנרגיה- תכונות בסיסיות של התקנים לאגירת אנרגיה חשמלית! ניהול אופטימלי של מאגרים אנרגטיים ברשת חשמל! שיטות לניהול סוללות ברכב חשמלי. ניהול וסחר באנרגיה במערכות הספק מודרניות- שיטות חישוביות לרשתות הספק מודרניות! כולל יישומים ברשתות חכמות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לרכוש ראייה רחבה עלהאתגרים הקיימים היום במערכות אנרגיה מודרניות.
2. להבין מודלים מקובלים למקורות אנרגיה מתחדשת בדגש על טכנולוגיה פוטוולטאית.
- 3.

**460045 תכן של ממירי מתח ממותגים**

**1 2 - - - אביב 3.0**

**מקצועות קדם: ( 00440139 )**

הקורס עוסק בתכן מתקדם של ממירי מתח ממותגים ומעגלי אלקטרוניקת הספק. ילמדו מספר נושאים מרכזיים: בקרת זרם בממירים ממותגים! פילטרים לצרכי תאימות אלקטרומגנטית! תכן רכיבים מגנטיים! ממיר LLC וחוג הבקרה שלו! ממיר HC-DCM-SR! מיתוג רך! מהפך (אינוורטר) ללא שני! ועקרונות עריכה של מעגלים מודפסים.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לתכנן מעגלי אלקטרוניקת הספק וממירי מתח ממותגים המבוססים על מיתוג או פעולה רוזוננטית.
2. לתכנן ולנתח מעגלי בקרה המשמשים בממירי מתח ממותגים.
3. לבדוק ולהעריך את הביצועים שלמעגלים אלה! מבחינת תאימות אלקטרומגנטית 4. לתכנן ולנתח את פעולתם של מעגלים מודפסים! המשמשים במעגלים מסוג זה.

**460053 אופטיקה קוונטית**

**1 2 - - - אביב 3.0**

**מקצועות קדם: ( 00440140 ו- 01140073 או 01150203 ו- 01150203 )**

**או ( 01140246 ו- 01140073 או 01150203 ו- 01150203 )**

הקורס דן בתופעות הנובעות מקוונטיזציה של שדות אור! דהיינו תופעות הקשורות בפוטונים. כקורס לסטודנטים ומשתלמים בהנדסה הקורס! מעבר להצגת התופעות הבסיסיות בפיסיקה של פוטונים! יציג גם יישומים שבהם השמוש בקוונטה של האור נותן יתרונות רבים כגון חישנים קוונטיים! מכ"מים קוונטיים ועד למחשוב קוונטי באמצעות אור. הקורס יפרט תהליך מעבר של אור משדה קלאסי לפוטונים. בהמשך יוצגו מצבים פוטוניים שונים - מצבי מספר! מצבים קוהרנטיים! מצבים תרמיים! מצבים משולבים ומצבים מעורבים ויבחנו המצבים השונים ובתכונותיהם. יודגש גם מצב קוונטי מעניין - "מצב הוואקום" הפוטוני והשפעתו הרבה על תופעות מדידות. כיוון שאין משמעות לפוטונים ללא חומר - תפוחת האינטראקציה בין פוטונים לחומר וזה יאפשר ניתוח מעבר פוטונים דרך חומרים לינאריים ולא לינאריים וכן את ההבנה איך יוצרים (מקור) פוטונים ואיך מודדים אותם (גילוי). בהקשרים אלו יתוארו גם היישומים השונים.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להבין במפורט מה הוא פוטון.
2. להשתמש בתכונות המיוחדות של אור קוונטי.
3. להכיר את בסיס התגובה בין פוטונים לחומר.
4. לתכנן באופן בסיסי מקורות גלאים והתקנים לאור קוונטי.
5. לתכנן יישומים על בסיס אור קוונטי.

**460054 מחשוב קוונטי מודרני**

1 2 - - - אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01150203 ) או ( 02360990 ) או ( 01240400 ) או ( 01140073 )

נושאים בעיבוד מידע קוונטי ומחשוב קוונטי הרלוונטיים לגישות השונות למחשבים קוונטיים מודרניים. מחשוב קוונטי במשתנים בדידים ורציפים: קיוביטים, שערים, אוניברסליות, מצבים קוונטים מסוגים שונים בדגש על מצבים גאוסים, אופרטורים גאוסים, ייצוג במרחב הפאזה ופונקציית וויגנר. מימושים פיזיקליים: קיוביטים מוליכי-על, מימושים על בסיס פוטונים ומדידות קודים קוונטים לתיקון שגיאות: סוגי שגיאות, אפיון קודים, קודים משורשרים, קודים מנוונים, קודים מייצבים (STABILIZER CODES), קודים משטחיים (SURFACE CODES) וקודים בזזונים כגון הקוד הבינומי, קוד CAT - GKP. חסינות לתקלות (FAULT TOLERANCE). הפרדיגמה של מחשוב קוונטי מבוסס מדידה, מצבי גרף ומצבי אשכול (CLUSTER STATES).

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. לתאר ולהסביר את העקרונות הבסיסיים העומדים מאחורי המימושים השונים למחשבים קוונטים מודרניים. 2. להבין את האתגרים הקיימים כיום בבניית מחשבים קוונטים. 3. להפעיל מגוון רחב של כלים שפותחו על מנת להתגבר על האתגרים של תכנון מחשבים קוונטים. 4. לנתח קודים קוונטים לתיקון שגיאות מסוגים שונים.

**460188 מעגלים אלקטרוניים לאותות מעורבים**

1 2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00440137 - 00440131 ) או ( 00440142 - 00440131 ) או ( 00440130 )

נושאים: מבנה ותכן של ADC בקצב נייקויסט, DAC, וממירי סיגמה-דלתה. ממירי פלאש, PIPELINE ודגימת יתר. תכן מעגלי השוואה, SAMPLE-AND-HOLD, DAC, ניתוח מעגלים כולל אפקטים מסדר גבוה של אינטגרציה בסיליקון כגון רעש תרמי ורעש תדר, אופסט, ואי-התאמות. תהליכי תכן מרמת המערכת עד לרמת הטרנזיסטור.

**460192 מערכות בקרה 2**

1 2 - - - 8 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00440191 )

משוב מצב והצבת קטבים. משחזר מצב. צורה סטנדרטית למערכת שאינה קונטרולבילית ואובזרוובילית. יציבות במובן ליאפונוב ומשוואת ליאפונוב. בקרה אופטימאלית: מבוא, בקר LQR מסנן קלמן. בקר LQG ומבוא לבקרה אופטימאלית בתחום התדר. מערכות לינאריות משתנות בזמן. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לתאר ולהשתמש בשיטות התכן הבסיסיות של בקרה ושערוך לינארי במרחב המצב, ובפרט: 2. לחשב את הצורה הסטנדרטית של מערכת מצב לא מינימלית. 3. לתכנן משחזר מצב, ולממש מסנן קלמן אופטימלי. 4. לתכן בקר בשיטת הצבת קטבים, ובקר אופטימלי מסוג LQR ומסוג LQG. 5. לתאר את תכונות הפתרונות של מערכות מצב לינאריות משתנות בזמן. על הסטודנט ללמוד קורס צמוד: 0440202 אותו אקראיים

**460195 מערכות לומדות**

1 2 - - - 8 חורף + אביב 3.5

**מקצועות קדם:** ( 00440130 - 01040034 ) או ( 01040034 - 00440131 )

**מקצועות זהים:** 02360756

קורס מבוא למערכות לומדות בהקשרן לעיבוד אותות, בינה מלאכותית ולמערכות בקרה. בעיות סיווג, גרסיה ואיכול. רשתות עצביות: פרספטרונים רב-שכבתיים, פונקציות בסיס רדיאליות. עצי החלטה. יסודות בתורת הלמידה: הגישה הבייסיאנית, מרחבי השערות. הפחתת מימדיות בעזרת מיצוי רכיבים עיקריים. סיווג בשיטת וקטורי התמיכה. למידה על ידי חיזוקים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים יכירו את יסודות התחום של מערכות לומדות, כולל מספר אלגוריתמים מרכזיים, וידעו להיעלם על בעיות מעשיות.

**460200 עבוד ונתוח תמונות**

1 2 - - - חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00440131 - 01040034 ) או ( 01040034 - 00940412 ) או ( 00440130 - 00940412 ) או ( 00440130 - 01040222 ) או ( 00440130 - 00940411 ) או ( 00440130 - 00940411 )

**מקצועות זהים:** 03360207

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 00990798

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 03360027

מבוא לראייה ולעבוד תמונות. אותות ומערכות לינאריות ב-דו-מימד. דגימה ושחזור של תמונות: דגימה אחידה, תופעת הקיפול בתמונות ( ALIASING ), דגימה על סריג כללי. קוונטיזציה: סקלרית, שיקולים חזותיים, קוונטיזציה צבע. שיפור תמונות: פעולות נקודה, עיצוב היסטוגרמה, סינון והחלקה, הדגשת שפות. שחזור תמונה: שחזור ML, שחזור MAP. התמרות דיסקרטיות ב-דו-מימד. ייצוג וניתוח תמונות ברזולוציה משתנה. דחיסת תמונה: מושגים בסיסיים בתורת האינפורמציה, יתירויות בתמונות, דחיסה משמרת, דחיסה לא משמרת. מבוא לראיה ממוחשבת.

**460203 תכנון ולמידה מחיזוקים**

1 2 - - - 8 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00440202 - 00460195 )

**מקצועות זהים:** 02360765, 00970203

נושאים: בעיות בקרה והחלטה במערכות אירועים בדידים, פתרון אופטימלי בשיטות של תכנון דינאמי. המודל הבסיסי של תהליכי החלטה מרקוביים, שיטות פתרון מקובלות ויישומים לבעיות החלטה דינאמיות במערכות מחשב, רשתות תקשורת, תכנון מסלול ורובטיקה. מבוא לנושאים מתקדמים של למידה באמצעות חיזוקים ותכנון מקוון.

**460205 מבוא לתורת הקידוד בתקשורת**

1 2 - - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00460206 )

בוא לתקשורת מקודדת. קודי בלוק וקודים לינאריים. קודי קונבולוציה. תיאור קודי קונבולוציה בעזרת דיאגרמת מצבים סופית ופונקציית התמסורת שלקודי קונבולוציה. אלגוריתם ויטרבי. פענוח סדרתי של קודי קונבולוציה. אלגוריתם BCJR. הערכת ביצועים של קודי קונבולוציה בערוץ בינארי סימטרי וערוץ גאוס אדיטיבי. שילוב צפינה וקידוד ( TRELIS CODED ) MODULATION ), קודי טורבו ופענוח איטרטיבי המבוסס על אלגוריתם BCJR. על הסטודנט ללמוד קורס צמוד: 00460206 מבוא לתקשורת ספרתית

**460206 מבוא לתקשורת ספרתית**

1 2 - - 5 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00440202 )

מבוא לתורת התקשורת הסטטיסטית. בעיות והחלטה בין מספר סופי של אותות אפשריים. המקלט האופטימלי עבור אותות בעלי צורה ידועה בצרוף רעש גאוס לכן. מקלט הקורלציה והמסננת המתואמת. הסתברות השגיאה שיטות אפנון ספרתיות. בחירה יעילה של אותות לתקשורת ספרתית בינרית גליואופטימלי כאשר מספר פרמטרים לא ידועים. בעית המכ"מ הקלסית. יסודות השערוך וישומם לבעיות מכ"מ אפנון PPM. תקשורת בינרית במשטר פואסוני (אופציונלי).

**460208 טכניקות תקשורת מודרניות**

1 2 - - 8 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00460206 )

**מקצועות זהים:** 00490001

המרכיבים הבסיסיים של PHYSICAL LAYER במערכות תקשורת ספרתית מודרניות. שיטות אפנון, קידוד, אקווליציה ושיטות שונות ( DIVERSITY TECHNIQUE ). מרחבי אותות ומקלטים אופטימליים, איתות נייקוויסט: RAISED COSINE, הפרעה בין סמבולית, אקווליציה לינארית, שיטת אפנון: MPSK, QAM, BFSK, MFSK, SQPSK, MSK, BPSK, QPSK. תוצאות מתורת האינפורמציה, מבוא לקידוד, אפנון פאזה רציפה: CODED CPM, CPBFSK, GMSK.

**460209 מבנה מערכות הפעלה**

1 2 - - 2 חורף + אביב 3.5

**מקצועות קדם:** ( 02340122 ו- 02340262 ) או ( 00440262 ו- 00440101 ) או ( 02340124 ו- 02340252 ) או ( 02340122 ו- 00440262 ) או ( 02340124 ו- 02340252 ) או ( 00440101 ו- 02340124 )

**מקצועות קדם:** ( 02340124 ו- 00440262 ) או ( 00440101 ו- 02340124 )

**מקצועות קדם:** ( 02340124 ו- 00440262 ) או ( 00440101 ו- 02340124 )

**מקצועות קדם:** ( 02340124 ו- 00440262 ) או ( 00440101 ו- 02340124 )

**מקצועות קדם:** ( 02340124 ו- 00440262 ) או ( 00440101 ו- 02340124 )

הקדמה: סוגי מערכות הפעלה, הצגה הירארכית. מושג התהליך: מבני נתונים, יצירה, בקרה (קואורדינציה) והשמדה, תקשורת תהליכים CONTEXT SWITCHING. נהול זיכרון ראשי: ארגון ומימוש. טיפול בפסיקות: קלט-פלט, זימון, פסיקות תכנה. נהול שרון בזמן אמת: ארגון ומימוש. מערכות קבצים: קלט-פלט לדיסק, מבני נתונים, מדריכים. נהול קלט-פלט: מסופים, דיסקים, אפיק תקשורת, אתחול מערכת ונהול קונפיגורציה.

**460210 מעבדה במערכות הפעלה**

1 2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 1.0

**מקצועות קדם:** ( 02340123 ו- 02340120 ) או ( 00460195 ) או ( 02360766 ) או ( 02360756 )

תרגול יישומי של עקרונות מערכות הפעלה בשפת C עם קריאות מערכת של UNIX

על הסטודנט ללמוד מקצוע צמד: מבנה מערכות הפעלה 0460209

**460213 רובוטים ניידים**

1 2 - - 8 אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00440202 ו- 00440268 ) או ( 00440202 ו- 02340247 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02360927**

הקורס יחשוף את הסטודנטים לכלים בסיסיים בבקרה, תכנון, וחישה החיוניים לתפעול של למערכות מודרניות של רובוטים ניידים בעולם האמיתי (למשל, מכונות ללא נהג ורחפנים אוטונומיים). בקרה: משוואות תנועה של רובוטים ניידים, שיטות בקרה בחוג פתוח וסגור. תכנון תנועה: שיטות גאומטריות, דיפרנציאליות, ואופטימליות. חישה: חיישנים בסיסיים, לוקליזציה ושערוך.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לאפיין את משוואות התנועה של רובוט נייד נתון ולפתח לו בקרי מעגל סגור בסיסיים.
2. לפתח אלגוריתמי תכנון תנועה עבור רובוט נתון.
3. לפתח שיטות אסטימציה ולוקליזציה עבור הרובוט.
4. להריץ אלגוריתמים אלה דרך סביבת ROS והסימולטור.

**460215 למידה עמוקה וחבורות**

1 2 - - - אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00460195 ו- 02360756 )

הסטודנטיות והסטודנטים ילמדו כלים בסיסיים באלגברה ואיך להשתמש בהם על מנת לתכנן ולנתח רשתות נירונים שפועלות על אובייקטים מורכבים כגון קבוצות! גרפים! ענני נקודות ועוד. הקורס יתחיל עם מבוא לחבורות! המבנה האלגברי המרכזי בו משתמשים בתחום. בחלק השני של הקורס נעזר בידע שצברנו על מנת לסקור שיטות מרכזיות לתכנון ארכיטקטורות על מנת לנתח מגוון ארכיטקטורות שהוצגו בשנים האחרונות.

רשימת נושאים: חבורות-הגדרות ומשפטים בסיסיים. פעולות של חבורה על קבוצה. מושגים בסיסיים בהצגות של חבורות סופיות ותורת הקארקטרים. מושגים בסיסיים בתורת האינוריאנטים. למידה עמוקה על אובייקטים מורכבים: קנוניזציה! סימטריזציה ושיטות אינטרינזיות! איפיון שכבות ליניאריות! קנובולוציה על חבורה. דוגמאות: תמונות! קבוצות! גרפים אובייקטים תלת מימדיים. כוח הבעה ואוניברסליות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להסביר ולהשתמש במושגים בסיסיים בתורת החבורות.
2. להסביר ולהשתמש במושגים בסיסיים בתחום של הצגות של חבורות סופיות.
3. לתכנן! לנתח ולממש ארכיטקטורות עמוקות עבור אובייקטים מורכבים.

**460217 למידה עמוקה**

1 2 - - 1 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 00460195 ) או ( 02360766 ) או ( 02360756 )

בקורס ילמדו כלים תיאורטיים ומעשיים, כדי לבנות, לאמן ולנתח רשתות נירונים ללמידה עמוקה, בדגש על למידה מונחית. למשל, תכונות ותנאי התכנסות של אלגוריתם הגרדיאנט וגרסאותיו השונות, רשתות רב שכבתיות (תכונות קירוב וסימטריות), חישוב יעיל של נגזרות, רשתות קונוולוציה והרחבותיהן למשימות ראייה, שיטות אימון וניתוחן, רשתות למשימות סדרתיות, ולמידה מקדימה. בסיום הקורס, הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להכיר את המודלים העיקריים ושיטות אימון מקובלות ללמידה עמוקה.
2. לכתוב קוד Python, בסביבת Pytorch, לבנייה, אימון ושימוש ברשת עמוקה.
3. להבין את השיקולים הנדרשים לכיווןן רשתות עמוקות כדי לקבל ביצועים טובים, ואת התוצאות התיאורטיות הרלוונטיות (במידה וקיימות).

**460225 עקרונות פיזיקליים של התקני מל"מ**

1 2 - - 8 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01140073 ו- 00440127 ו- 00440124 ) או ( 00440125 ו- 01140073 ) או ( 01150203 ו- 00440127 ) או ( 01150203 ו- 00440125 )

ריכוזי אלקטרונים וחורים במל"מ. FREEZEOUT. IMPURITY BANDS. הולכה אמביפולרית, תהליכי התאחדות. התאחדות באזור המחסור של צומת PN. קואזי רמת פרמי. תנאי בולצמן. IMPACT IONIZATION. צומת מתכת-מל"מ. HETEROJUNCTION. פליטה תרמוניית. תופעות תלויות זמן - קיבול דיפוזיה.

**460231 מעגלים משולבים - מבוא ל-VLSI**

1 2 - - 7 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 00440137 )

קורס זה יספק בסיס מוצק וידע מספיק כדי להתמודד עם תכנון מעגלים במערכות VLSI בטכנולוגיות CMOS. יינתן דגש על היבטי תכנון מעגלים של VLSI בהם משתמשים ביישומים כגון מיקרו-מעבדים, מעבדי אותות וזיכרונות. לדוגמה, מעגלים בארכיטקטורות שונות, סימולציות ברמת הטרנזיסטורים ואופטימיזציה, שגיאות תכנון, פשרות בתכנון, חסינות ואמינות המעגלים, השפעת תהליך הייצור ותכנון מסיכות. תשומת לב תינתן גם לאתגרים חשובים העומדים בפני מתכנני המעגלים - כגון, ההשפעה של מזעור ההתקנים, קווי מוליכים, שלמות האותות, צריכת הספק, תזמונים, מורכבות התכנון ויעילות. כל הנושאים מובאים מנקודת ראות של תכנון מעשי של מעגלים ומערכות VLSI.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להסביר את עקרונות ייצור ה-CMOS ואת השפעת המזעור על תכנון המעגלים.
2. לתכנן מעגלים לוגיים קומבינטוריים וסינכרוניים במערכות VLSI.
3. לבצע תכנון בסיסי של Layout ולהבין את הקשר בין המסיכה למבנה הפיזי של המעגל.
4. לבחור ולממש ארכיטקטורות סטטיות או דינמיות בהתאם לדרישות התכנון.
5. ליישם טכניקות להפחתת צריכת הספק ולהבין את השיקולים בתכנון רשתות שעון והספק.
6. להבחין בין סוגים שונים של זיכרונות מוליכים למחצה ולתכננם בהתאם לדרישות היישום.

**460239 מעבדה בנו-אלקטרוניקה**

1 2 - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00440125 ) או ( 00440127 )**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 00460233

מטרת המעבדה להקנות ידע מעשי בהקשר לרכיבים אלקטרוניים המבוססים על חומרים מולקולריים. המעבדה תכלול: עקרונות פעולה של התקנים מולקולריים כגון טרנזיסטורים, דיודות פולטות אור צבעוני ותאים סולרים.

**460240 התקנים קוונטיים על-מוליכים**

1 2 - - 3 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01150203 ) או ( 00460241 )

מודל LONDON, צומת JOSEPHSON, התקן התאבכות קוונטי על-מוליך ( SQUID ), ביטים קוונטיים ( QUBITS ) על-מוליכים, קונטיניזציה שניה, מודל BCS. תוצאות למידה:

**460243 טכנולוגיות קוונטיות**

1 2 - - חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01140073 ) או ( 01150203 ) או ( 01240400 )

פוסטולטים של מכאניקת הקוונטים. מערכת שני מצבים: ספין, ספירת בלוק, תהודה מגנטית גרעינית ( NMR ), שליטה קוהרנטית על מצב ספין. מטרולוגיה קוונטית: MRI, שעונים אטומים. חישוב קוונטי: קיוביט, שערים ואלגוריתמים קוונטים. אינפורמציה קוונטית: שזירות ומטריצת הצפיפות. תקשורת והצפנה קוונטית. מימושים למחשוב קוונטים: NMR, CAVITY, QED וצמתי ג'וספסון. אינטרקציה בין אור וחומר: צימוד חלש וחזק, מודל JAYNCE - CUMMING. סימולטורים קוונטיים וחומרים קוונטיים.

מטרת הקורס היא ללמד את היסודות הנדרשים להבנה ופיתוח טכנולוגיות קוונטיות, בדגש על אפליקציות מבוססות טכנולוגיות מתפתחות. נלמד ייצוג מידע קוונטי דרך ספין וספירת בלוק, יחד עם שיטות לשליטה קוהרנטית. הסטודנטים ירכשו את העקרונות מאחורי MRI, NMR, ושעונים אטומיים, תוך סקירת תהליך המחקר שהוביל לטכנולוגיות אלו. על בסיס אבני בניין שיירכשו, יילמדו אינפורמציה, תקשורת, ומחשוב קוונטי. הסטודנטים יישמו אלגוריתמים המתאים למחשב קוונטי ( IBM-Q ). בנוסף, יילמדו בהרחבה אתגרי ואופני המימוש העיקריים ברמת החומרה והשליטה במערכת תוך שימוש בעקרונות הלקוחים מאינטראקציות אור-חומר. לשם כך, יילמדו אתגרי המימוש מרמת החומרה דרך אופן קידוד האינפורמציה ועד אלגוריתמיקה קוונטית בסיסית. בהתאם להספק בכיתה הסטודנטים יקבלו טעימה מעקרונות של אינטראקציות אור-חומר וחומרים קוונטיים. בסיום הקורס, הסטודנטים ירכשו את הבסיס הפיזיקלי להשתלבות בקבוצת מחקר העוסקת בטכנולוגיות קוונטיות ויבינו את אופן התכנון של התקנים קוונטיים.

**460249 מערכות אלקטרו-אופטיות**

1 2 - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01140210 ) או ( 00440148 )

אלקטרו-אופטיקה בפורמליזם של מערכות. התמרת פורייה אופטית ודימות. הולוגרפיה וסינון מרחבי. קיטוב. תיאוריית הקוהרנטיות. מערכות משולבות דיגיטליות-אופטיות. שיטות ומערכות למדידות אופטיות, כגון אינטרפרומטריה, אינטרפרומטריה הולוגרפית, מד טווח, לייזר-גרנסוף ומד מהירות לייזר-דופלר.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לדעת לנתח התפשטות אור במרחב חופשי וברכיבים אופטיים תחת הקירוב הפראקסיאלי.
2. להכיר מודלים לתיאור קיטוב של אור ורכיבים בסיסיים המבוססים על קיטוב.
3. להכיר מערכות אינטרפרומטריות וידעולנתחן במקרה של קוהרנטיות חלקית.

**460267 מבנה מחשבים**

1 2 - - 5 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00440262 ו- 00440101 ) או ( 02340122 ו- 02340262 ) או ( 00440252 ו- 00440101 ) או ( 00440252 ו- 02340122 ) או ( 02340122 ו- 02340124 ) או ( 02340124 ו- 02340252 )**מקצועות קדם:** ( 02340122 ) או ( 02340124 ) או ( 02340124 ו- 02340252 )**מקצועות קדם:** ( 02340122 ) או ( 02340124 ) או ( 02340124 ו- 02340252 )**מקצועות קדם:** ( 02340122 ) או ( 02340124 ) או ( 02340124 ו- 02340252 )**מקצועות קדם:** ( 02340122 ) או ( 02340124 ) או ( 02340124 ו- 02340252 )**מקצועות קדם:** ( 02340122 ) או ( 02340124 ) או ( 02340124 ו- 02340252 )

מדדי ביצועים והקשר בינם לבין ארכיטקטורות, שיטות למדידת ביצועים. זיכרון היררכי, זיכרון וירטואלי, ארגון הזיכרון הראשי. ארגון ובקרת המעבד למיקבול ביצוע תוכניות: צתינור, OUT OF ORDER EXECUTION, חיזוי קפיצות וביצוע ספקולטיבי של פקודות, פריסת לולאות וצינור בתוכנה, MULTI-THREADING, VLIW, SUPERSCALAR, ריבוי ליבות. קלט/פלט: מערכת האיחסון, תקשורת ופסיקות. התפר חומרה - מערכת הפעלה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט ידע: 1. להכיר את יחידות המחשב ושיטות לתיכנון. 2. להכיר מדדים לביצוע מחשב והבנת משמעותם. 3. דגש מיוחד מושם על פיתוח חשיבה ביקורתית ויכולת ניתוח וחיבה מערכתית. 4. להבין את הקשרים וההשפעות ההדדיות.

**460271 תכנות ותכן מונחה עצמים**

1 2 - - 8 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00440101 - 00440268 ) או ( 00440101 - 02340218 ) או ( 02340218 - 02340122 ) או ( 02340122 - 02340218 ) או ( 02340124 - 02340218 ) או ( 02340124 - 00440268 )

הקורס עוסק במתודולוגיות מודרניות לבניית מערכות תוכנה. חלקו הראשון של הקורס דן בבניית מודולי תוכנה נפרדים תוך שימוש בגישה מונחית עצמים. חלקו השני של הקורס עוסק בתכן ובמימוש תוכניות בגודל בינוני עד גדול תוך שימוש במתודולוגיות של הנדסת תוכנה. בחלק זה של הקורס, יוצגו תבניות תכן ( DESIGN PATTERNS ) ( שונות. במהלך הקורס נעשה שימוש בשפת JAVA לצורך הדגמת ויישום הנושאים הנלמדים.

**460272 מערכות מבוזרות: עקרונות**

1 2 - - 3 חורף

מקצועות קדם: ( 00440268 - 00460209 ) או ( 00460209 - 02340218 ) או ( 02340218 - 02340123 ) או ( 00440268 - 02340123 ) או ( 02340218 - 02340218 )

נושאים בתכנון מערכות מבוזרות והעקרונות העומדים בבסיסן תוך הדגשת אמינות, ומיקוד על מודלים של העברת הודעות. הנושאים העיקריים שילמדוהם: בעיית הקונצנזוס, גלאי נפילות, שידור אטומי, שכפול בעזרת מכונת מצבים, תקשורת קבוצתית, מערכות קוואורום ומערכת "שותף - לשותף" ( PEER-TO-PEER ).

**460275 תרגום ואופטימיזציה דינמיים של קוד בינארי**

1 2 - 1 - 1 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00440262 ) או ( 00440252 ) או ( 02340252 ) או ( 02340262 )

בקורס יילמדו עקרונות של תרגום ואופטימיזציה דינמיים של קוד בינארי, אשר נפוצים בעולם המחשוב המודרני. עקרונות אלו כוללים: תרגום דינמי מול סטאטי, תרגום מלא אל מול תרגום חלקי, ניהול מטמון התרגום הבינארי, זיהוי דינמי של נקודות חמות בקוד, ייצוגי ביניים וטרנספורמציות על קוד, ניתוח קוד דינמי, סוגים עיקריים של אופטימיזציה דינמית, ניטור דינמי. תוצאות למידה: הסטודנטים יוכלו: 1. לכתוב כלי ניתוח דינמי של קוד בינארי. 2. לכתוב מעברי אופטימיזציה דינמית לקוד בינארי. 3. לזהות שימושים נפוצים תרגום של תוכנה בינארית בעולם המחשוב (כגון מכונות וירטואליות בענן) במחשוב הנייד.

**460277 הבטחת נכונות של תוכנה**

1 2 - - 8 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 02340218 ) או ( 00440268 )

הקורס יציג שיטות באימות וניתוח של תוכנה וסינתזה של תוכנה: ניתוח סטטי, ניתוח זרימת מידע, ניתוח זרימת בקרה, סמנטיקה ביצועית, פירוש מופשט ותחומים נומריים, פותרי SAT/SMT, הרצה סימבולית, סינתזה של תוכנה, סינתזה מנייתית, תכנות ע"י דוגמאות, סינתזה מונחית דוגמאות נגדיות, קוד גדול.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל:

1. להסביר שיטות שונות להבטחת נכונות של תוכנה.
2. להבין איך להשתמש בשיטות אלו עבור מערכות תוכנה מעשיות.
3. להבין את היתרונות המעשיים והמגבלות של השיטות השונות.

**460278 מאיצים חישוביים ומערכות מואצות**

1 2 - 1 - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00460209 ) או ( 02340123 ) או ( 02340267 ) או ( 00460267 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02360278

הקורס עוסק בנושאים עיוניים ומעשיים של מערכות מחשב מבוססי מאיצים חישוביים כגון UPG ומתמקד בארכיטקטורות חומרה, מודלי חישוב, חיבור ואינטרקציה של מאיצים עם התקני קלט/פלט, אבסטרקציות תכנותיות ומערכת הפעלה, הבטי ביטחות מערכת (SYSTEMS SECURITY) ותכן ומימוש מערכות המשלבות מאיצים. תוצאות למידה: 1. הסטודנט יקבל כלים מעשיים לתכנות SUPG כמאיצים לחישובים כלליים. 2. הסטודנט ידע לתכנן ולממש מערכות המשלבות מאיצים חישוביים. 3. כלים להבנת מבנה תוכנה וחומרה במאצי קלט-פלט. 4. חקר נושאים בתחום.

**460279 חישוב מקבילי מואץ**

1 2 - - 6 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 00460267 - 00460209 ) או ( 00460209 - 02340267 ) או ( 02340123 - 02340267 ) או ( 00460267 - 02340123 ) או ( 02340267 - 02340267 )

מערכות מחשב מתקדמות מאפשרות עבוד מקבילי בעזרת מגוון רכיבי חומרה. בנוסף, תכנות מקבילי המנצל רכיבים אלו להשגת ביצועים מהירים הופך לטכנולוגיה נפוצה. הקורס עוסק בקשר בין חומרה לתוכנה. הקורס כולל תיאור מנגנוני חומרה ומודלים של תכנות, טכניקות אופטימיזציה ושימוש בתבניות תכנותיות כדי לנצל מערכות מרובות ליבה, מערכות חומרה וקטוריות ומאצי חומרה יעודים (כמו מאיצים להסקה בעזרת למידה עמוקה) להשגת ביצועים. הלימוד שם דגש מיוחד על השוואות כמותיות של ביצועי חומרה/תוכנה. תרגילי בית מעשיים בתכנות מקבילי מהוות חלק חשוב ומשמעותי של הקורס. העומס השבועי הכולל 6- שעות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט ידע:

1. הערכה של ארכיטקטורות מחשבים, המבוססת של הבנה של המגמות בתחום ארכיטקטורת מחשוב החל מריבוי-ליבות, דרך במעבדים גרפיים ( GPU ) ועד מאצי חומרה ייעודיים.

2. פיתוח תוכנה בשימוש במודלים לתכנות מקבילי, אופטימיזציה בתוכנה ושימוש בתבניות תכנותיות להשגת ביצועים מהירים על חומרה לחשוב מקבילי.

**460342 מבוא לתקשורת בסיבים אופטיים**

1 2 - - 8 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 00440148 )

התפשטות גלים בסיבים אופטיים, תכונות לינאריות ולא לינאריות של סיבים, אותות מרובבי אורך גל, WDM, הגברה אופטית ורעש, פרקים מתורת הגילוי של אותות אופטיים.

**460733 תורת האינפורמציה**

1 2 - - 8 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 00440202 )

מקצועות זהים: 00480733

**460735 סודיות קוונטית**

1 2 - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00460734 )

תקשורת סודית בערוץ קוונטי. הגישה הקלאסית של Wyner לעומת סודיות תלויה בחישוביות. הצפנה והפצת מפתח קוונטית (QKD). אי וודאות אנטרופית. אנטרופיית מינימום. מחלצי אקראיות. תכונת שארית הגיבוב. הגברת פרטיות ותיקון מידע. פרוטוקול BB84. ניתוח הסודיות וקצב המפתח מתקפה קולקטיבית ומתקפה קוהרנטית. אי תלות במכשירים. מתקפות ערוצי צד ואתגרים.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להבחין בין מדדי סודיות ודרישות אבטחה שונות.
2. לנתח מחלצי אקראיות והגברת פרטיות.
3. לחשב אי וודאות מינימלית, שגיאת נכונות, שגיאת סודיות וקצב מפתח של פרוטוקול QKD כלשהו.

**460831 מבוא לדימות רפואי**

1 2 - - 8 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00460200 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 03360502**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 03360502**

שיטות עיקריות בדימות רפואי ( X-RAY, CT, ULTRASOUND, MRI, PET ). העקרונות הפיזיקליים והרשיית המידע, היתרונות והחסרונות של כל שיטה, סוגי הרעשים והארטיפקטים הצפויים. עקרונות הטומוגרפיה, התמרת ראדון, שיטת FBP, שחזור איטרטיבי. עיבוד תמונה של מידע רפואי: ניקוי רעשים, סגמנטציה, רגיסטרציה, זיהוי אברים, גישות לדיאגנוזה ממוחשבת. תוצאות למידה: עם סיום הקורס הסטודנט יכיר את שיטות הדימות הרפואי הנפוצות והעקרונות שבבסיסן. יבין את הבעיות והצרכים המהותיים בעיבוד מידע זה ואלגוריתמים מרכזיים לפתרונם.

**460864 ערוצי תקשורת מהירים בין שבבים**

1 2 - - 6 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00440148 ) ו- ( 00440137 )

קורס הנדסי העוסק בתכנון ובדיקה של ממשקי תקשורת מהירים בערוצים קוויים, בקצבים של עשרות גיגה-ביט לשנייה, בין שבב המעבד המרכזי לבין רכיבים נוספים במערכות חישוב ספרתיות. יוצגו מודלים אנלוגיים של ערוצי העברת signal ( בפרמטרים של ייצור השבב, והשפעתם על איכות העברת האות (variability) הנתונים ומודלים לאפיון שונות תוצג ארכיטקטורה של ממשק טיפוס, שיטות קידוד ואיפנון, מעגלים אלקטרוניים לשידור וקליטה, וטכניקות (integrity) להבטחת תקשורת אמינה. בחלק האחרון של הקורס יפותח מודל מתמטי המבטיח על פי דיגימה של מספר יחידות לא גדול, לדימוי Matlab- כי גם בייצור המוני מספר היחידות התקולות לא יעלה מעבר לסף רצוי. הקורס כולל תרגול כמותי ב וניתוח של מרכיבי מפתח במערכת. הציון בקורס ייקבע ע"י שקלול של בחינה סופית ומעקב.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

- בוגרי הקורס יוכלו להסביר את השפעת הפרמטרים הפיזיקליים והחשמליים של הערוץ על איכות האות הנקלט.
- להכיר את מודל "דיאגרמת עין" (eye diagram) ויכולו לנתח בעזרתו את שלמות האות והסתברויות השיאה בתקשורת הנתונים.
- להכיר עקרונות וכלים המשמשים לפיזיו עיוותי האות הנוצרים בערוץ.
- להבין בדיקות ופרמטרים לאיפיון תכונות חשמליות בתהליך ייצור שבבים.
- להבין מודלים מתמטיים לחיזוי איכות המוצר על פני מאות מיליוני יחידות על פי בדיקה מדגמית של מאות יחידות.

**460868 יסודות תהליכים אקראיים**

1 2 - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות זהים:** 00480868

מבוא: מרחבי הילברט, מרחבי הסתברות, תוחלת ואינטגרציה, התכנסויות, תוחלת מותנית, נגזרת רדון-ניקודים, השלמות באינטגרציה ותורת המידה, תהליכים אקראיים, מרטינגיילים, תהליכים בזמן רציף, התנועה הבראונית, תהליכי מרקוב בזמן בדיד: אפיון, יציבות, קריטריונים, תהליכי מרקוב בזמן רציף, מושג הגרטור, תהליכי קפיצה, תהליכים סמי מרקוביים.

**460882 נ.נ. בתכנון משולב חומרה/תוכנה**

1 2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00440101 ו- 00460267 ) או ( 02340122 ו- 00460267 )

הקורס יסקור עקרונות יסוד בתכנון מערכות מחשב המבוסס על בחינת חומרה ותוכנה כהיררכיה אחודה. עקרונות אלו כוללים ניתוח ביצועי תוכנה, זיהוי צווארי בקבוק בביצועי המערכת, סוכמי חומרה לניטור ביצועים, תכנון מאיצי חומרה, סימולציה של מערכות מחשב, מנשקי חומרה/תוכנה למאיצים, ויחסי גומלין בהאצת חומרה. חומר הקורס יתבסס על ספרות מחקרית עדכנית. תוצאות למידה: עם השלמת הקורס בהצלחה הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. לאפיון ביצועי תוכנה ולזהות צווארי בקבוק בביצועי המערכת. 2. לתכנן ניסויים המשתמשים בסוכמי חומרה לניטור ביצועים. 3. לנתח יחסי גומלין בהאצת חישוב בעזרת חומרה

**460887 מבוא למחקר בפקולטה**

1 - - - 1 אביב 1.0

**מקצועות קדם:** ( 00440157 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00480887**

מטרת הקורס להכיר למשתתפים את מגוון הנושאים בחזית המחקר בפקולטה להנדסת חשמל ומחשבים ואת חברי הסגל העוסקים בהם, ולעזור לסטודנטים השוקלים תואר מחקרי לבחור תחום מחקר עתידי ומנחה. הקורס יכול לפגיש שבעות אחת בת 50 דקות, בה ירצו בכל פעם שני חברי סגל מהפקולטה. ההרצאות יסקרו את תחום המחקר של המרצה, טעימה מנושאים עדכניים בחזית המחקר (שלוה), ואת אופי העיסוק (מעבדתי, תאורטי, וכו'). הקורס מיועד לסטודנטים בשנה הראשונה של התואר השני שטרם הגישו הצעת מחקר, בעלי ממוצע מצטבר של 83 ומעלה שצברו לפחות 100 נקודות. הציון ייקבע על-פי נוכחות ומילוי מטלות (סיכום קצר של כל הרצאה, וסיכום מאמרים הקשורים לשתיים מההרצאות על-פי בחירת הסטודנט). תוצאות למידה:

בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להכיר חוקרים מהפקולטה.
2. להכיר תחומי מחקר ושיטות מחקר.
3. לפתח כישורי קליטת הרצאות מחקריות וקריאת מאמרים מקצועיים.
4. לפתח כישורי סיכום ביקורתי של הרצאות מחקריות ומאמרים.
5. לבחור כיוון התמחות אישי בלימודים לתואר גבוה.

**460903 מעגלים משולבים בתדר רדיו**

1 2 - - 8 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00440148 ו- 00440142 ) או ( 00440137 ו- 00440148 )

רכיבים פאסיביים. התקני MOS בתדר רדיו. קווי תמסורת. דיאגרמת סמיט. פרמטרי 'S'. תכן של רשתות הגבר הספק. יציבות. תכן של מגברי CMOS בתדר רדיו. מגבר רחב סרט ומגבר מכוון. מקורות רעש. מגבר רעש נמוך. עיוות. עקרונות המקסר. מיקסרים פאסיביים ואקטיביים.

**460918 תכן פיזי ממוחשב של שבבים**

1 2 - - 8 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00460237 )

מקצועות זהים: 02360918, 00480918

תהליך תכן פיזי של מעגל משולב ובעיות אופטימיזציה קשורות. גישות כלליות לפתרון בעיות תכן קשות. בעיות חלוקה וריצוף. תכן רשתות שעונים ואספקת מתח. בעיות מיקום וחיווט. מידול זמנים ואנליזת זמנים סטטיים. אופטימיזציה של מעגלים. תוצאות למידה: \_

הסטודנטים ייחשפו לתחום האוטומציה של תכן פיזי של מעגלים משולבים. בתום הקורס הסטודנט: \_

1. ידע לתאר תהליך תכנון פיזי של מעגל VLSI, ייצוגי מערכת, גישות לפתרון בעיות תכן, אלגוריתמים/יוריסטיקות ומבני נתונים רלוונטיים. \_
2. ירכוש תובנות על אוטומציה של התכנון הפיזי. \_
3. יעבוד עם כלי תעשייה לתכנון פיזי, וכתוב קוד במסגרת מטלות הבית.

**460957 נושאים נבחרים בהנדסת מחשבים : משדרים-מקלטים**

1 - - - 1 אביב 1.0

מקצועות קדם: ( 00440137 - 00460237 - 00460187 ) או

( 00440137 - 00460237 - 00460188 ) - ( 00440137 ) -

( 00460237 - 00460903 )

הקורס עוסק בטכניקות תכנון מערכת ותכנון מעגלים עבור משדרים-מקלטים (Transceivers) מהירים מסוג SERDES, המבוססים על עיבוד אותות דיגיטלי, (DSP) ממירים דיגיטל-לאנלוג (DAC) ואנלוג-לדיגיטל (ADC). במהלך הקורס ילמדו עקרונות של תכנון ברמת המערכת וברמת המעגלים, כולל ניתוח של ערוצי תקשורת קווית, טכניקות שידור וקליטה, תכנון משדרים ומקלטים מהירים, ממירים DAC/ADC מהירים, אקולייזרים (DFE, FFE) ומעגלי תזמון (Clocking) מתקדמים.

הקורס מיועד למהנדסי תכנון מעגלים אנלוגיים/מעורבים (Analog/Mixed-Signal IC designers) ולסטודנטים מתקדמים המעוניינים לרכוש ידע בטכניקות תכנון של משדרים-מקלטים מהדור החדש המשמשים במרכזי נתונים, מערכות (AI) ויישומים עתירי תקשורת. תוצאות למידה:

בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לנתח את מאפייני ערוצי התקשורת הקווית במהירות גבוהה ולהסביר את טכניקות התקשורת הרלוונטיות.
2. לתכנן מערכת תוך שימוש בניתוח סטטיסטי של שיעור שגיאות ביט (BER) וכלי מידול מתאימים.
3. להסביר את הדרישות התכנוניות והיבטי המימוש של מעגלי SERDES מהירים (דרייברים, מקלטים, אקולייזרים, ממירי DAC/ADC מהירים ומערכות שונות) ולתכנן מעגל נבחר בהתאם.

**460968 מיקרו-עיבוד ומיקרו-מערכות אלקטרומכניות**

1 2 - - 8 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות זהים: 00480968

מיקרוחישנים ומערכות מדידה-סקירה פותחת על חישנים ואקטואטורים, רכיבים אלקטרוניים כחישנים, פסיקה של מזעור (השפעת הקטנת הממדים על כוחותמכנים, אלקטרוסטטיים, מגנטים ומתח פנים). העקרונות של מיקרו-עיבוד (בשטח ובגוף) ומיקרו מכניקה תואמת תהליכים של מעגלים משולבים. דוגמאות: חישני לחץ, תאוצה, אינפרה אדום תרמיים (שיקולים מערכתיים ומימוש).

**480004 עיבוד וניתוח גיאומטרי של מידע**

2 - - - 2 חורף 2.0

מקצועות קדם: ( 00460193 )

מקצועות זהים: 00480865

מטרת הקורס היא להציג את ההיבטים האלגוריתמים והמתמטיים של עיבוד וניתוח גאומטרי של מידע. דגש מיוחד יושם על תיאור אחוד של אנליזה גאומטרית רציפה ובדידה. לקורס שני חלקים עיקריים. החלק הראשון כולל את היסודות התיאורטיים, והחלק השני מתמקד באלגוריתמים ויישומים כגון אישכול, עיבוד אותות על גרפים, ולמידת יריעות.

1. תוצאות למידה: \_ בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:
  - להגדיר מושגי יסוד באנליזה ספקטרלית של גרפים ובגאומטריה דיפרנציאלית, ולהוכיח תכונות בסיסיות. \_
  - 2. ליישם שיטות לעיבוד וניתוח גאומטרי של מידע. \_
  - 3. לממש במטלב אופייטון אלגוריתמים לסינון, אישכול, פעפוע מידע, זיהוי אנומליות וניתוח מידע.

**480081 נושאים נבחרים ברשתות תקשורת עובר מרכזי חישוב**

2 - - - 5 אביב 2.0

מקצועות קדם: ( 00460005 - 00460209 - 02360341 ) -

( 02340123 )

הקורס מתמקד בהתפתחויות האחרונות של רשתות תקשורת מודרניות במרכזי נתונים המיועדים לאימון והסקה של מודלי בינה מלכותית. הוא יתבסס על מאמרים מהכנסים המרכזיים של השנים האחרונות, בעקר NSDI ו-SIGCOMM, וכן יכלול מספר מצומצם של הרצאות מבוא למתן רקע משותף. הקורס גם מלמד לקרוא מאמרים באופן ביקורתי וכן מיומנויות כתיבת חוות דעת עליהם, וכן הצגת המאמר והתמודדות עם ביקורת עליו. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להבין את התמונה המדעית המעודכנת של התחום
2. לבנות בסיס טוב לביצוע מחקר בנושאים רלוונטיים
3. לפתח יכולת קריאה, הבנה והצגה של מאמרים מדעיים.

**480082 נושאים נבחרים באבטחת מערכות תוכנה**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00460209 או 02340123 )

אבטחת מידע ותוכנה היא מרכיב מרכזי במערכות מחשוב מודרניות. קורס זה עוסק בהתפתחות תחום אבטחת התוכנה והמערכות, החל משיטות ניתוח קלאסיות ועד לגישות חדשות הנתמכות ע"י בינה מלאכותית. הקורס יינתן במתכונת סמינר ובמסגרתו המשתתפים יקראו וידונו במאמרים שפורסמו בכנסי מחקר אבטחת מידע המובילים.

הקורס מדגיש את המעבר מניתוחים סטטיים ודינמיים מסורתיים אל שיטות מבוססות למידה ומודלי שפה גדולים להבנת קוד ולפיתוחמנגנוני הגנה, תוך בחינת ההתקדמות הטכנולוגית לצד האתגרים המתמשכים של דיוק, יכולת הרחבה, ואמינות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להבין אתגרים ושיטות מרכזיות במחקר אבטחת תוכנה ומערכות.
2. להשוות בין גישות ניתוח קלאסיות לבין גישות חד

**480104 שיטות מונטה-קרלו לחישוב, למידה ותכנון**

2 - - - - אביב 2.0

**מקצועות קדם: ( 00440202 )**

שיטות מונטה קרלו, המבוססות על דגימה חוזרת של משתנה או תהליך אקראי, מוצאות שימוש נרחב במדע והנדסה לפתרון נומרי של בעיות חישוב ואופטימיזציה מורכבות. קורס מבוא זה מציג את הגישות היסודיות בתחום, בצד יישומים נבחרים. נושאי הלימוד: דגימת משתנים מקריים, שיטות מונטה-קרלו מבוססות תהליכי מרקוב (MCMC) הסקה סטטיסטית ולמידה בייסיאנית, אופטימיזציה מבוססת דגימה ושיטת האנטרופיה הצולבת, תכנון מבוסס דגימה וחיפוש בעצי החלטה, יישומים נבחרים מהספרות השוטפת. בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לתאר ולהסביר את העקרונות הבסיסיים של שיטות מונטה קרלו.
2. לתאר ולהסביר שיטות עיקריות להורדת וואריאנס ודגימה מבוססת שרשראות מרקוב.
3. לתאר ולהסביר יישום שיטות מונטה קרלו לבעיות הסקה סטטיסטית, אופטימיזציה ותכנון.
4. ליישם שיטות מונטה קרלו לפתרון בעיות סטטיסטיות והנדסיות מורכבות

**480250 קידוד רשת למערכות מידע ותקשורת**

2 - - - - אביב 2.0

**מקצועות קדם: ( 00440131 )**

יסודות תורת הקידוד לרשתות. הקורס יסקור בפירוט את המודלים, האלגוריתמים והקודים העיקריים של קידוד רשת, במיוחד עבור מערכות מידע ותקשורת מבוצרות מתקדמות. נשקול מספר פתרונות מעשיים ויישומים של קידוד רשת בתחומים שונים של רשתות, אבטחה, אחסון ומחשוב מבוצר.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להכיר את הגישות הנפוצות בקידוד רשת למערכות מידע ותקשורת מבוצרות מתקדמות, את האפליקציות הנפוצות המשתמשות בהם, ואת האתגרים העיקריים במימושן.
2. להתמצא ביתרונות בשימוש בקידוד רשת במערכות תקשורת הטרוגניות מתקדמות, אבטחה, אחסון ומחשוב מבוצר, כמו גם את נקודות התורפה שחייבים להתייחס אליהן כדי להבטיח שימוש יעיל ומוצלח.
3. לאפיין את האתגרים העיקריים בשימוש בקידוד במערכות מבוצרות ואת ההיתרונות בשימוש בקידוד רשת.

**480300 נושאים בהסתברות ותהליכים אקראיים**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם: ( 00440202 )**

הקורס יעסוק בשתי התפתחויות חשובות מהתקופה האחרונה בקשר שבין משוואות דיפרנציאליות חלקיות (מד ח) מסוג בעיות שפה חופשית לבין הסתברות. האחת היא מערכות חלקיקים שהגבול ההידרודינמי שלהן נתון ע"י בעיית שפה חופשית. במודלים אלה! חלקיקים בראוניים על הישר עוברים תהליך הסתעפות וסלקציה. הסלקציה מתייחסת להורדה של חלקיקי שפה. הקורס יעסוק בהוכחות הקשרים בין המודלים ההסתברותיים למד ח. ההתפתחות השניה היא יצוג הסתברותי של פתרונות בעיית סטפן מקוררת! אשר מתארת אינטראקציה בין שתי פאזות של חומר: נוזל ומוצק. ידוע מזה זמן רב כי פתרונות קלאסיים לבעיה אינם קיימים גלובלית. הגישה החדשה שתילמד בקורס היא הצגה הסתברותית של הבעיה! ועימה התוצאה המרכזית בתחום! היינו קיום ויחידות גלובליים "ם. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לקרא ולהבין מאמרים מהספרות העכשווית בתחום הידע הנ"ל. באופן רחב יותר.
2. יילמדו כלים מתמטיים רלוונטיים וחשובים לסטודנטים לתארים מתקדמים בתחומי תהליכים סטוכסטיים ומד"ח.

**480350 נושאים בלמידה עמוקה להדמיה רפואית**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

בקורס זה יוצגו שיטות למידה עמוקה אשר נמצאות בחזית המדע והביאו בשנים האחרונות לפריצות דרך בתחומי ההדמיה הרפואית. הקורס יתמקד בשיטות לשערוך תמונה, הנדרשות לשם ייצור תמונה מהמדידות במכשירים כמו MRI ו-CT. בתחילת הקורס יוצגו עקרונות ההדמיה הרפואית ושיטות אלגוריתמיות קלאסיות לשערוך תמונה. לאחר מכן יוצגו שיטות למידה עמוקה, המאפשרות כיום לקצר משמעותית את זמן הסריקה, לתקן מריחות הנובעות מתנועת הגוף, ולשפר את איכות התמונה. יוצגו ארכיטקטורות בסיסיות כגון רשתות נוירונים קונבולוציוניות וארכיטקטורות חדשניות יותר כגון רשתות איטרטיביות, מודלים גנרטיביים, מודלי דיפוזיה וטרנספורמרים. ינתנו דוגמאות לגבי אפליקציות ספציפיות כגון הדמיית מוח והדמייה לבבית. בחלק השני של הקורס תהיה סקירה של מאמרים נבחרים בתחום, המייצגים את חזית המחקר.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להכיר את העקרונות הבסיסיים של שערוך תמונה רפואית.
2. לדעת לתכנן וליישם רשתות לשערוך תמונה כגון רשתות קונבולוציוניות, רשתות גנרטיביות וטרנספורמרים.
3. להכיר את העבודות המרכזיות בתחום.

**480201 נושאים נבחרים בלמידה רובוטית**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

הקורס סוקר אלגוריתמיים עדכניים בלמידה רובוטית. דגש יינתן על שימוש במודלי שפה ומודלי שפה-ראייה ברובוטיקה. הקורס יכלול סקירה של מושגים יסודיים ברובוטיקה - קינמטיקה, בקרה. הנושאים בלמידה רובוטית יכללו למידה מדוגמאות, למידה מחיזוקים, מודלים גנרטיביים ומודלי עולם, תפיסה ויזואלית, מניפולציה רובוטית.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להכיר אתגרים מודרניים ברובוטיקה אשר רלוונטיים ללמידת מכונה.
2. להכיר אלגוריתמים מובילים בלמידה רובוטית.
3. להיחשף למחקר עדכני בתחום למידה רובוטית.
4. לקרוא ולנתח מאמרים בלמידה רובוטית.

**480202 נ. ברובוטיקה: נהיגה מרוץ אוטונומי**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

הקורס יינתן במתכונת של סמינר. במהלכו הסטודנטים יחשפו למאמרי מחקר עדכניים. השנה נעסוק בהיבטים אלגוריתמיים של מערכות אוטונומיות בהקשר של בקרה, תכנון וחישה עם דגש על נהיגה ומרוץ אוטונומיים. הקורס יעסוק הן בהיבטים תאורטיים וגם בסוגיות פרקטיות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להכיר את תחומי מחקר, שיטות וכלים במערכות רובוטיות אוטונומיות, בדגש על כלים אלגוריתמיים שלתכנון, בקרה, וחישה לנהיגה ומרוץ אוטונומיים.
2. לפתח יכולות קריאה והערכה של מאמרים, בדגש על קריאה ביקורתית של מאמרים בתחום רובוטיקה ובקרה.
3. לפתח יכולות הרצאה תוך כדי שילוב של שיטת ASSERTION-EVIDENCE לבניית הרצאה.

**480351 עיבוד אותות ברפואה דיגיטלית****2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0****מקצועות קדם: ( 00440198 )****480402 נושאים נבחרים באופטיקה קוונטית****2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0****מקצועות קדם: ( 01140073 )**

מערכות קוונטיות פתוחות ומשוואת המאסטר  
 יחסי כניסה-יציאה, משוואות הייזנברג-לנג'ווין, משפט הרגרסיה הקוונטית.  
 שרשרת מערכות ואלקטרוניקה קוונטית של מוליכי גלאקטורדינמיקה  
 קוונטית של מהודים, שערי אטום-פוטון, רשתות קוונטיות  
 סמינר סטודנטים  
 תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:  
 א. לרכוש ידע בסיסי במערכות קוונטיות פתוחות.  
 ב. לנתח אינטראקציית אור וחומר באלקטרוניקה קוונטית של מהודים ומוליכי גל.  
 ג. לתרגל קריאה ביקורתית של מאמר והעברת הרצאה אקדמית.

**480450 נושאים נבחרים בתכנון מעגלים משולבים ומערכת****2 - - - 3 אביב 2.0****מקצועות קדם: ( 00440148 ו- 00460237 או 00460187 או 00460188 או 00460903 )**

קורס זה מספק היכרות מקיפה עם תכנון מעגלים ומערכות למשדרים-מקלטים אופטיים עתירי-מהירות, תוך דגש על שני התחומים – החשמלי והאופטי.  
 במהלך הקורס הסטודנטים ילמדו את עקרונות הבסיס של ארכיטקטורות לתקשורת אופטיות, שיטות לתכנון משדרים-מקלטים ואת שילוב האלקטרוניקה האנלוגית-דיגיטלית (Mixed-Signal) עם רכיבים פוטוניים. הקורס עוסק בהיבטים מרכזיים של מידול ברמת המערכת, תכנון מעגלי משדרים-מקלטים, בממשקים אופטיים.  
 הנושאים כוללים את מאפייני הערוץ האופטי, ארכיטקטורות של משדרים ומקלטים, מעגלי דרייברים ומקלטים מהירים, טכניקות תזמון ואקולוזציה. תרגילים מעשיים ופעילויות סימולציה יחשפו את הסטודנטים לשימוש בכלי מידול מתקדמים של קישורים, ניתוח שיעור שגיאות ביט (BER) ולזיהוי פשרות תכנוניות (Design Trade-offs) המאפיינות תקני תקשורת אופטיים מהדור החדש, המשמשים במרכזי נתונים, מערכות בינה מלאכותית (AI) ויישומים עתירי תקשורת.  
 תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:  
 1. לנתח את מאפייני הערוצים האופטיים עתירי-מהירות, כולל שיטות מידול, מדידת טכניקות תקשורת.  
 2. לתכנן ולממש מעגלי קישור אופטיים מהירים, כגון דרייברים, מקלטים, מערכות תזמון ובקרה, בהתאם למפרטי ביצועים מוגדרים.  
 3. להעריך ולהשתמש במודלים של מערכות קישור אופטיות תוך שימוש בכלי סימולציה וניתוח.  
 4. להסביר ולהשוות את האתגרים המרכזיים בתכנון קישורים אופטיים וכן להעריך ארכיטקטורות חלופיות לדור הבא של הממשקים האופטיים.

**480712 מעבדה באלקטרואופטיקה 2****2 - - - 4 חורף + אביב 2.0**

הקורס כולל לימוד עצמי (קריאה מודרכת) של עקרונות פעולת הלייזר. מבנה הלייזר ותכונותיו וביצוע פרויקט מעבדתי באחד או יותר מן הנושאים הבאים: עיבוד אותות בשיטות אופטיות, צילום הולוגרפי, מדידות בעזרת לייזרים, בנייה של מערכות אלקטרואופטיות, חקר תכונות של לייזרים, תקשורת אופטית, אופטיקה לא ליניארית, שיטות בדיקה ללא הרס.

**480823 שיטות אנליטיות בתורת הגלים 1****2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

הצגה מודלית של פתרונות שדה ומקורותיו. הנחיה וקרינה במבנים שכבתיים. גלי שטח וגלים זליגים. תאור בתחומי התדר והזמן. תאור שיטת POOH-ED DRAININGAC. הצגות אלטרנטיביות ופונקציות גרין אופיניות. אינטגרציה במישור הקומפלקסי: טכניקות אסימפטוטיות, אינטגרציות נקודת אוקף. תרומות סינגולריות ופירושן הגיאומטרי. התורה הגיאומטרית לדיפרקציה (DTG), דיפרקצית קצה, דיפרקצית נקודה, גלים זוחלים, גלים לטרליים, הנחיה וקרינה במבנים מחזוריים ומשפט TEUQOLF. דוגמאות לתקנה מתחומי יישום שונים כגון: תורת האנטנות, תורת הפיזור, מכ"ם, סונר, אופטיקה וגיאופיסיקה הערה: התחום בין 048823 ו-048824 עשוי להיות שונה מהמתואר.

**480836 מעבדה במעגלים מהירים****2 - - - 4 חורף + אביב 2.0**

מעבדת CIFH מתמקדת במחקר במעגלים משולבים עבור יישומים כמו הדמיה תקשורת וחישה. המעבדה מספקת סביבת מחקר לסטודנטים לתארים מתקדמים עבור מערכות תקשורת אלחוטיות וקווי עתידיות מבוססים על מעגלים משולבים בטכנולוגית SOMC. תחומי עניין כגון: מעגל רדיו וגמ"מ, אלגוריתמים למעגלים מעורבים וארכיטקטורות של מערכות רדיו. המעבדה מצוידת בתחנת בדיקה מודרנית המאפשרת מדידות של שבבים ואפיון מלא עד תדר של 110 גיגהרץ. תוצאות למידה: בתום קורס מעבדת CIFH הסטודנט יכיר את סביבת המחקר עבור מערכות תקשורת אלחוטיות וקווי עתידיות. הסטודנט יכיר תחומי עניין: מעגלי רדיו וגמ"מ אלגוריתמים למעגלים מעורבים וארכיטקטורות של מערכות רדיו.

**480877 מעבדה לתכנה וחומרה****2 - - - 4 חורף + אביב 2.0****מקצועות קדם: ( 00460267 ) או ( 02340218 )**

המעבדה ליועדת לסטודנטים המבקשים לבצע פרויקטים בתחום של מחשבים לאחר לימוד מקצועות הקדם ומקצועות אחרים (בלימודי הסמכה. מוסמכים) אשר יקבעו על פי הנושאים שיוצעו. הפרוייקטים יהיו הן בתחום של מערכות חמרה (ERAWDRAH) ו.או מערכות תכנה.

**480886 סמינר במערכות מחשב****2 - - - - חורף + אביב 2.0****מקצועות קדם: ( 00460267 ) או ( 02340267 )**

הקורס יסקור מאמרים נבחרים בתחום הנדסת מערכות מחשב, הן כאלה מחזית המחקר והן כאלה הנחשבים קלאסיים. דגש יושם על התייחסות למחשב כמערכת הכוללת רכיבי חומרה ותוכנה רבים ועל יחסי הגומלין ביניהם. ייקראו, ינתחו ויצגו מאמרים מהכנסים המובילים בתחום כגון ACPH,TCAP,IDL,PSOS ACSI,ORCIM תוצאות למידה: עם השלמת הקורס בהצלחה: 1. הסטודנט יחשף למאמרים בחזית המחקר בתחום.  
 2. הסטודנט יתנסה מלמידת מאמר מחקרי לעומק והצגתו בפני קהל.  
 3. הסטודנט יתנסה בקריאה ביקורתית של מאמרים.

**480907 אופטיקה בתוכים מפזרים ויישומיה בדימות ביו-רפואי****2 - - - 3 חורף + אביב 2.0****מקצועות קדם: ( 01140210 ) או ( 03360533 ) או ( 00440148 )**

יסודות פיסיקליים של התפשטות אור ברקמה וסקירת שיטות עדכניות אשר מאפשרות דימות אופטי בסקלות עומק שונות. הדגש ינתן בעיקר על שיטות דימות טומוגרפיות בסקלות עומק בהן האור דיפוזיבי לחלוטין. יישומים עדכניים בעיקר בתחומי הביולוגיה והרפואה. פיזור אור מחלקיקים קטנים. התקדמות אור ברקמה: מודלים וכלי סימולציה. שיטות בליטיות לדימות אופטי. שיטות דיפוזיביות לדימות אופטי. שיטות משולבות לדימות אופטי. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט: 1. ידע את העקרונות הפיסיקליים של התפשטות אור ברקמה. 2. יכיר מודלים אנליטיים ונומריים הנפוצים בתחום. 3. ידעלנתח את היתרונות והחסרונות של שיטות דימות שונות ויכול להסביר את מקור ההבדלים.

**480922 מעבדה בראייה, מבנה תמונות וראיה ממוחשבת.**

--- 4 - חורף + אביב 2.0

**מקצועות קדם:** ( 02360502 ) או ( 00480860 ) או ( 00460326 )

המעבדה מיועדת לסטודנטים המבקשים לבצע פרויקטים בעלי זיקה למערכת הראייה מבנה תמונות זיהוי צורות ולהבטים שונים של ראייה ממוחשבת. הפרוייקטים יבוצעו בהדרכת חבר סגל בכיר ויהו צעד ראשון לקראת עבודות מגיסטר בתחום.

**480933 מעבדה לתקשורת**

--- 4 - חורף + אביב 2.0

המעבדה מיועדת לסטודנטים המתעניינים בלימוד שטח התקשורת בלימודי המוסמכים ומבקשים לבצע פרויקטים בתחום התקשורת האנלוגית או הספרתית. הפרוייקטים יהיו בתחום מימוש אלגוריתמי צפינה מתקדמים ושילובם בערוצים סיפרתיים שונים או בתחום של חיפוש צפנים אופטיפליים. פרויקטים בנושאים נוספים יוגדרו בהמשך. בצוע פרויקט במעבדה עשוי לעזור לסטודנט בגיבוש נושא למחקר בתחום התקשורת.

**480954 שיטות סטטיסטיות בעיבוד תמונה**

--- 2 - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 00460200 - 00460195 - 00440202 )

מטרת הקורס היא הכרת מגוון גישות סטטיסטיות עדכניות לפתרון בעיות בעיבוד תמונה. הקורס יסקור מבוא לשיעור לא פרמטרי. שיטות הורדת מימד לאפרמטריות תכונות סטטיסטיות של תמונות טבעיות. מודלים פרמטריים ולא פרמטריים לייצוג תמונות. שדות מרקוב אקראיים. יישומים להסרת רעש, הסרת שטוש, הגדלת רזולוציה, שיעור גרעין השטוש של המצלמה. תוצאות למידה: 1. הסטודנט יכיר שיטות סטטיסטיות בסיסיות ושימושן בעיבוד תמונה. 2. הסטודנט יוכל להתאים מודלים סטטיסטיים למגוון בעיות עבוד אות וכן לממש אלגוריתם שיערוך לפתרון אותן בעיות.

**480967 מעבדה לרשתות מחשבים**

--- 4 - חורף + אביב 2.0

המעבדה מיועדת לסטודנטים המבקשים לבצע פרויקטים בתחום של רשתות מחשבים לאחר מקצוע הקדם ומקצועות אחרים (בלמודי הסמכה. מוסמכים), אשר יקבעו על פי הנושאים שיוצעו. הפרוייקטים יהיו הן בתחום של חמרה מיוחדת לרשתות מחשבים והן בתחום של חקר אלגוריתמים ותכנה לתקשורת מחשבים באמצעות הציוד שבמעבדה. המעבדה יכולה להוות שלב ראשון לגבוש נושא מחקר בתחום.

**490005 מעבדה בנושאי בקרה**

--- 4 - חורף + אביב 2.0

המעבדה מיועדת לסטודנטים המבקשים לבצע פרויקטים בתחום הבקרה, לאחר מקצועות הקדם ומקצועות אחרים (בלמודי הסמכה. מוסמכים), אשר יקבעו על פי הנושאים שיוצעו. הפרוייקטים יהיו בסימולציות וממושים של אלגוריתמים בנושאי בקרה מתקדמים באמצעות הציוד שבמעבדה. המעבדה יכולה להוות שלב ראשון לגבוש נושא מחקר בתחום. הערה: ההרשמה למעבדה דורשת אישור מוקדם של האחראי על המעבדה.

**490037 נושאים מתקדמים בוי.ל.ס.י 2**

--- 2 - 4 חורף + אביב 2.0

נושאים מתקדמים במבנה, תכנון וניתוח של מערכות ISLV. הקורס ישמש כבסיס למשתלמים המעוניינים לבצע עבודת מגיסטר או דוקטור.

**490053 מעבדה בלמידה חישובית**

--- 4 - חורף + אביב 2.0

**מקצועות קדם:** ( 00460195 )

המעבדה מיועדת לסטודנטים המבקשים לערוך פרויקטים בעלי זיקה ללמידה חישובית וישומיה בתחומים, כגון עיבוד שפה טבעית, זיהוי בתחומים כגון אודיו ותמונות ולמידה מחוזקת. הפרוייקטים יערכו בהדרכת חבר סגל בכיר. עריכת פרויקט במעבדה עשויה להוות שלב ראשון בגיבוש נושא מחקר בתחום הלמידה.

**490061 צפני קיטוב**

--- 2 - 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 00460733 )

קיטוב ערוץ, פענוח ביטול עוקב, אקספוננטי שגיאה, אלגוריתמי בניית קודים, הרחבות למטריצת הקיטוב המקורית, דחיסה בעזרת קיטוב ונושאים נוספים. תוצאות למידה: בסיס הקורס הסטודנט יוכל לתכנן, להצפין ולפענח קוד קיטוב.

**490063 מידע בהתקני איחסון**

--- 2 - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 00440268 - 00460267 )

בעיות קומבינטוריות ואלגוריתמיות באחסון מידע: אלגוריתמי גישה: תורי פקודות ואופטימיזציה של מיקום ראש הקריאה. כתיבה, השמה מאולצת של מידע. טיפול אנליטי במערכות תרגום כתובות: מודלים קומבינטוריים, אופטימיזציה לשחיקה אחידה, אלגוריתמי גרפים להשמה מקובצת. ייצוג מידע לגישה יעילה: זכרונות כתיבה יחידה, קידוד מרובה כתיבות. אמינות מידע: מודלי שגיאות, יסודות קודים לתיקון שגיאות, שגיאות חד כיווניות, קודי מערך, אמינות מערכות אחסון. בעיות פתוחות: תאוריה קומבינטורית, בעיות אלגוריתמיות. תוצאות למידה: בסיס הקורס הסטודנט 1. יכיר את הטכניקות האלגוריתמיות והאנליטיות המאפשרות תכן של התקני אחסון מודרניים, לרבות זכרונות לא נדיפים ומערכות אחסון מרובות משתמשים. יהיה בעל סט כלים מקיף המאפשר תרומות מחקריות עמוקות ואפקטיביות.

**הפקולטה להנדסת מכונות**

**340030 תהליכי ייצור**  
**2 3 1 - - חורף + אביב 3.5**  
**מקצועות קדם: ( 00340029 ו- 00340043 ו- 03140533 ו- 00340053**  
**ו- 00340043 ו- 03140533 )**  
**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00340506**

מושגי יסוד בתהליכי ייצור, תכנון פעולות בסיסיות לקראת ייצור תעשייתי, הכרת תהליכי עיבוד שבבי (חריטה, כרסום וכיוצ"ב) עיבוד פלסטי (חישול, שיחול, משיכה עמוקה) והרכבה. כלים ומכונות לתהליכי ייצור אלו. אפיונים תרמיים, מכניים ודינמיים של תהליך. מכונה. יסודות בקרת איכות, ועלויות ייצור. תפקיד התכן והקשר למערכת ולתהליך הייצור. הקורס כולל שימוש במכונות כלים במסגרת שיעורי מעבדה (תהליכים עיבוד שבבי). שימוש במכשירי מדידה, והכרת תהליכי תכנון וייצור בעזרת מחשב.

**340032 מערכות ליניאריות מ'**

**2 3 - - חורף + אביב + קיץ 4.0**  
**מקצועות קדם: ( 01040016 ו- 01040131 ) או ( 01040065 ו- 01040131 )**  
**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00940323, 00840711, 00440130, 00940333, 00840730**

מבוא-אותות ומערכות, אלגברה ליניארית - רענון, מידול מערכות. מרחב המצב - מערכות רציפות ובדידות, מימושים קנוניים, ליניאריות, פונקציות של מטריצות, פתרון משוואות מצב בציר הזמן, אופני תנועה, תגובת הלב, שחזור תנאי התחלה, מערכות דגימה. פתרון משוואות המצב באמצעות התמרות - התמרת לפלס, התמרת Z, התמרת פוריה. אינטגרל וסכום הקונבולוציה, מטריצות תמסורת, נורמים של אותות ומערכות, חיבורים של מערכות, יציבות מערכות, תגובת התדר של מערכות ליניאריות, תאורים גרפיים, אנליזה מודאלית של מערכות מכניות תונדות.

**340034 הנע חשמלי**

**1 2 - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.5**  
**מקצועות קדם: ( 00340022 )**  
**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00340031**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00440098, 00440109, 00440112**  
 מעגלים מגנטיים. שנאים. התקנים אלקטרומגנטיים. מנועי זרם ישר: עקרון פעולה, מעגל תמורה, התנהגות דינמית, אלקטרוניקת דרייברים. מנועי צעד: עקרון פעולה, התנהגות דינמית, אלקטרוניקת דרייברים. מנועי זרם-ישר ללא מברשות. שקולים בבחירת מנועים קטנים. מנועי זרם חילופין: יצירת שדה מסתובב, מנועים סנכרוניים, מנועי השראה תלת-פאזיים, מעגל תמורה, אפיון מכני, עקרונות בבחירת מנוע. בקרת מיקום ומהירות של מנועי זרם ישרזרם חילופין.

**340035 תרמודינמיקה 1**

**2 3 - - 4 חורף + אביב + קיץ 4.0**  
**מקצועות קדם: ( 01040022 ו- 01040018 ) או ( 01040043 ו- 01040041 )**  
**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00840213**

מושגי יסוד, מערכת, תכונות, מצב, תהליך, חוק האפס והחוק הראשון. אנרגיה. אנתלפיה. שימושים בחוק הראשון למערכות סגורות ופתוחות. נפח בקרה. חומר טהור: נוזל-אד ומערכות חד-פזיות. גז אידאלי. החוק השני: עקרון קרנו, טמפרטורה תרמודינמית. אנטרופיה. החוק השני לנפח בקרה. מחזורי עבודה: מחזורי אדים וגז. מחזורי קורר. תערובות גזים.

**340010 דינמיקה**

**2 4 - - 5 חורף + אביב + קיץ 5.0**  
**מקצועות קדם: ( 00340028 ו- 01040022 ו- 01040131 ו- 01140051 )**  
**או ( 01040135 ו- 01040013 ו- 01140071 ו- 03340222 ) או ( 00840505 ו- 00840506 ו- 01140071 ו- 01040013 ו- 01040135 )**  
**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00740008, 03340334, 03350334, 00840225**

קינמטיקה: קינמטיקה של חלקיק, תאור תנועה בקואורדינטות שונות, מהירות זוויתית, מערכת קואורדינטות נעה, מהירויות ותאוצות יחסיות, קינמטיקה של גוף קשיח. דינמיקה של חלקיק: פתרון משוואות תנועה במקרים שונים, שיטות אנרגיה, תנע ותקיפה. מערכת חלקיקים: משוואות התנועה, מרכז מסה, מאזני תנע קווי וזווית, כוח ומומנט שקול, אנרגיה קינטית ופוטנציאלית, מאזן אנרגיה ומערכות משמרות, התנגשויות. דינמיקה של גוף קשיח: טנזור אינרציה, תנע זוויתי, אנרגיה קינטית, משוואות תנועה. מתקף, תנועה מישורית טהורה, תנועה מרחבית, איזון דינמי, משוואות טוילר, תופעות ג'ירוסקופיות.

**340016 תכן מכני 2**

**2 2 - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0**  
**מקצועות קדם: ( 00340015 )**

המשך תכן מכני 1, תוך התמקדות באלמנטים מורכבים יותר הדורשים תהליך תיכון איטרטיבי וביצוע אופטימיזציה. פתרון בעיות פתוחות וניתוח כשלונות של רכיבים כגון: תמסורות גלגלי שיניים ישרות, משופעות, חלזוניות וקוניות, מיסבים בעלי אלמנטים מתגלגלים. מיסבים הידרודינמיים. מצמדים ובלמים.

**340022 מבוא למכטרוניקה**

**2 2 - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.5**  
**מקצועות קדם: ( 00340032 ו- 01140052 ) או ( 00340032 ו- 01140075 )**

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00340031**  
**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00440098, 00440109**  
 הצגת עקרונות ניתוח ותכנון של מעגלים אלקטרוניים, עם דגש ודוגמאות ממכטרוניקה. רכיבים בסיסיים ורכיבי מוליכים למחצה. עקרונות ניתוח מעגלים חשמליים. תגובת מעגלים חשמליים לערור אנלוגי וספרתי. מערכות אנלוגיות ומעגלים המבוססים על מגברי פעולה. אלקטרוניקה ספרתית, שערים, ומעגלים מבוססי שערים. רכיבי זכרון ומעגלים מבוססי רכיבי זכרון.

**340028 מכניקת מוצקים 1**

**2 3 - - 4 חורף + אביב + קיץ 4.0**  
**מקצועות קדם: ( 01040016 ) או ( 01040065 )**  
**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00840505, 00840506**

וקטורים, כוחות ומומנטים, שווי משקל של מערכות (דיאגרמות גוף חופשי). שווי משקל של מבנים, מסבכים, מסגרות ומכונות, עבודה וירטואלית, עומסים מפורסים ומרכזי כובד, כוחות ומומנטים פנימיים בקורות, מאמץ ועיבור, חוק הוק, כשל, בעיות בלתי מסוימות סטטית, עיבורים תרמיים (חד-ציר), תזוזות ועיבורים במסבכים פשוטים, מטריצת הקשיחות, פיתול ומאמץ גזירה.

**340052 פרויקט דגל - רכב מרוץ פורמולה**

4 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

פיתוח וייצור של מכונת מרוץ פורמולה קטנה, הכוללת את כל התהליכים של תכן, בנייה, אינטגרציה, ייצור, הרכבה, שיווק, ניתוח כלכלי, חקר ניסויי והשימוש הסופי. מחקר ניסויי ו.או תיאורטי מבוצע בתחום ספציפי שהסטודנט מבקש להעמיק בו ידע. בהמשך למחקר, הסטודנט מיישם את הפתרון שנבחר ברכב הנבנה.

**340053 מכניקת מוצקים m2**

2 4 - - - חורף + אביב 5.0

מקצועות קדם: (01040016 ו- 00340028 ו- 01040022 או (01040028 ו- 01040065 ו- 01040043)

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00840505

מאמצים, עיבורים, קשרי מאמץ-עיבור (חוק הוק), קריטריוני כניעה וכשל, מבוא לאלסטיות ליניארית (משוואות שיווי משקל, משוואות ההתאמה, פתרונות קלאסיים), מומנטי אינרציה, מאמצים נורמליים ומאמצי גזירה בכפיפה, דפורמציות אלסטיות בכפיפה, שיטות אנרגיה לחישוב הזזות, קריסת עמודים.

**340055 תורת הזרימה m1**

2 4 - - - 6 חורף + אביב 5.0

מקצועות קדם: (00340035 ו- 01040131 ו- 01040228)

מבוא: רצף, מאמץ, זורם, צמיגות. נפח בקרה ותאור אינטגרלי: משוואות שימור מסה, תנע קווי, תנע זוויתי ואנרגיה האינטגרליות ויישומים. משוואת ברנולי. אנליזה ממדית וחוקי דמויות. קינמטיקה: קווי מסלול, קווי זרם וקווי חלקיק. פונקציית זרם ונגזרת מלווה. תיאור דיפרנציאלי: משוואת הרציפות ומשוואות התנע. הידרוסטטיקה. זורמים ניוטוניים, משוואות נוויה-סטוקס ותנאי שפה. נרמול של משוואות, מספרי חסרי ממד ואנליזת סדרי גודל. פתרונות מדויקים. מתח פנים: זווית מגע, משוואת יאנג-לפלס ועלייה קפילרית. משוואות סטוקס. משוואות אילר וזרימה פוטנציאלית. שכבות גבול: משוואות שכבת הגבול דיפרנציאליות ואינטגרליות, פתרונות מוקרבים, כוחות גזירה וגרר. זרימה ליניארית וטורבולנטית בצינור: ניסוי ריינולדס, טורבולנציה, דיאגרמת מודי, הפסדים ומשוואת ברנולי הנדסית. התנסות במכניקת זורמים במסגרת פרויקט אישי או קבוצתי.

**340056 מבוא לחישוב מדעי והנדסי**

2 3 - - - 10 חורף + אביב 4.0

מקצועות קדם: (01040131 ו- 02340111) או (02340128 ו- 01040131) או (01040131 ו- 02340112)

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00540254, 00850135, 01040283, 01040294, 02340125

1. הקדמה לחישוב מדעי. 2. שיטות פתרון למשוואות לינאריות. A. שיטת גאוס B. פירוק UL C. נורמות של מטריצה, מספר התנאי D. שיטות איטרטיביות. 3. פתרון משוואות לא לינאריות. 4. מבוא לאופטימיזציה. 5. פירוק RQ ושימושי, מציאת ערכים עצמיים, ערכים סינגולריים. 6. אינטרפולציה. 7. גזירה ואינטגרציה נומרית. 8. פתרון של משוואות דיפרנציאליות רגילות: בעיית תנאי התחלה ותנאי שפה.

**340057 מעבדה מתקדמת בהנדסת מכונות**

2 1 4 - 3 חורף + אביב 4.0

מקצועות קדם: (00340029 ו- 00340041 ו- 00340058 ו- 00340040 ו- 00340051 ו- 01140032 ו- 00340010) או (00340010 ו- 00340058 ו- 00340051 ו- 00340041 ו- 00340058 ו- 01140032)

הכרות, הבנה, והתנסות עם כלל מרכיבי מערכת ניסוי (חיישנים, עיבוד אותות, דגימה). היכרות והבנה של המקורות השונים לשגיאות בניסוי ודרכים לזיהויים. הבנה והתנסות מעשית של התגובה הדינמית של חיישנים והשפעותיה. הכרות עיונית ומעשית עם שיטות ניסוי נפוצות בהנדסת מכונות. התנסות בתכנון של מערכת ניסוי. התנסות בניתוח מערכות ניסוי ותוצאות ניסויים.

**340040 מבוא לבקרה**

2 2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: (00340032)

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00840735, 00440191

מבוא. פישוט דיאגרמת בלוקים. מידול ומנוע CD. בקרה בחוג פתוח. משוואות ובקרה בחוג סגור. יציבות פנימית. ביצועים במצב מתמיד. ביצועים דינאמיים. מג"ש - מיקום גיאומטרי של שורשים. אותות ומערכות בתחום התדר. דרישות בתחום התדר. קריטריון ניקוויסט ליציבות. עודפי יציבות. זמן מת. תכן בקרי קידום-פיגור. מימוש וכיוון בקרי DIP.

**340041 מעבר חום**

2 3 - - - חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות קדם: (00340035 ו- 00340013) או (00340055 ו- 00340035)

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00860320, 03150039, 00850320

חוק פורייה. מוליכות תרמית. הולכת חום במוצקים במצב מתמיד ובלתי מתמיד בגיאומטריות שונות. צלעות. הסעת חום למינרית וטורבולנטית בזרימות חיצוניות ופנימיות. משוואות אנרגיה. פתרונות אנליטיים. שכבות גבול דינמית ותרמית. הסעה חופשית. רתיחה. עיבוי. תהליכי קרינה ותכונות. גוף שחור. מעבר חום בקרינה בין גופים אפורים. מחליפי חום.

**340047 מעבדה מתקדמת בזרימה**

1 3 - - - אביב 2.0

מקצועות קדם: (00340014 ו- 00340013) או (00340038)

מדידות בזרימה: מדידת כוחות אינטגרליים, מדידת לחץ; מנומטריה, מתמרי לחץ, כיוול, מדידת לחץ לא מתמדיה, צבע רגיש לחץ (PSP), טכניקות ויזואליזציה בזרימה, מדידות ספיקה, מדידות מהירות: צינור פיתו, צינור פרנטל, שימוש בחוט להט, (ADL) YRETEMOMENA RELPPOD, (RESAL VIP) YRTEMICOLEV EGAMI ELCITRAP, טכניקות שונות עבור מדידת טורבולנציה, מדידת מאמץ הגזירה על קיר.

**340048 מבוא לשרטוט הנדסי**

2 2 - - - אביב 2.5

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00340061

עקרונות הגאומטריה התיאורית: שיטות הטלה, ישרים ומישורים, אקסונומטריה, גופים מישורניים, גופים סיבוביים, פרישות, כיפוף פחים, עקרונות שרטוט מכני: גיליונות, ק.מ., מבטים, חתכים, שרטוטי הרכבה, תקנים. מתן מידות וסיבולות: תקנים, אופן מתן מידות, סיבולות מידה, סיבולות גיאומטריות, חישובי סיבולות.

**340051 דינמיקה ומכניקה של תנודות**

2 1 1 4 - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: (01040228 ו- 00340033 ו- 00340032 ו- 00340056 ו- 00340029 ו- 00340010) או (00340010 ו- 00340056 ו- 00340010)

מקצועות קדם: (00340032 ו- 00340033 ו- 01040218) או (00340010 ו- 00340053 ו- 00340032 ו- 00340056 ו- 01040228)

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00740009

משוואות התנועה למתנד, תדר טבעי, אינרציה, קשיחות שקולה, מאזן אנרגיה והספק, מתנד לא ליניארי, מישור הפאזה, יציבות סטטית. תגובה להלם. עירור בסיס ועירור עקב סיבוב אקסנטרי. שיוך תנודות. מערכות מרובות דרגות חופש, עבודה ווירטואלית. משוואות לגרנז' אופני תנודה, ליכנון משוואות התנועה, תנודות בייצוג מרוכב, שיטות קירוב. ערוך בתדר משתנה, מערכות רציפות, שיטות קירוב. תרגיל מעבדה ופרויקט.

**340058 הסתברות וסטטיסטיקה למהנדסי מכונות**

2 - - - חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 01040022 ) או ( 01040004 )  
מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00940481

החלק הראשון של הקורס מציג מושגים בסיסיים מתורת ההסתברות: חוקי הסתברות בסיסיים, קומבינטוריקה, הסתברות מותנה, משתנים מקריים בדידים ורציפים והתפלגויותיהם, משפט הגבול המרכזי. חלקו השני של הקורס מתמקד בהסקה סטטיסטית וכולל סטטיסטיקה תיאורית, התפלגויות דגימה, אמידה נקודתית ורווחי סמך, בדיקת השערות, מבחני טיב התאמה ואי-תלות, גרסיה לינארית פשוטה.

**340059 מבוא להנדסה**

2 - - - אביב 2.0

במהלך הסמסטר הסטודנטים יחשפו להרצאות ספציפיות וסיוורים בכל פקולטה החברה בתוכנית. לדוגמה! נושאים שיידונו בקצרה: הנדסת מבנים וגאואינפורמציה! הנדסת מים! הנדסת תחבורה ותחום הנדסת הסביבה. רובטיקה! אנרגיה וקיימות! מכניקת מוצקים ומערכות! בקרה ומכטרוניקה! אופטיקה! ביומכניקה. הנדסה כימית וביוכימית! ביו חומרים וחומרים רפואיים חומרים לטכנולוגיות מיקרואלקטרוניקה וקוונטום וחומרים להפקה ואגירה של אנרגיה.

**340061 מבוא לגרפיקה ותכנון הנדסי**

2 - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.5

הקורס מקנה את יסודות הגיאומטריה התיאורית והשרטוט הנדסי תוך שימוש בכלי CAD. הדגש בקורס על תכנון רכיבים מכניים תוך הבנת המידול הגיאומטרי, היטלים, חתכים, מתן מידות, סיבולות ואפיוניות ודרישות הייצור והרכבות. המטרה היא להקנות לסטודנטים מיומנויות בתכנון הנדסי באמצעות תרגולים מעשיים.

**340354 פרויקט תכן מוצר חדש 2**

1 - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00340353 )

המשך הקורס פרויקט תכן מוצר חדש 1.

**340371 פרויקט תכן לייצור**

1 - - 6 חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 00340030 - 00340043 - 00340029 - 00340054 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00840634, 00740044

תכן פרויקט הנדסי, המורכב מאלמנטים הנלמדים ב"תכן 1". הוראה והנחיה מפורטת תינתן בנושאים הבאים: אפיוניות, קביעת חומרים, תהליכים ומתקני ייצור והרכבה. הפרוייקט יכלול: מציאת פתרון עקרוני לבעיה, ותכן מפורט המבוסס בשרטוט הרכבה ממוחשב, אנליזה ואופטימיזציה של המבנה. תכן החלקים לייצור יכלול את הוראות הייצור, ההרכבה והבקורת.

**340380 פרויקט הנדסי 2**

3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

פרוייקט הנדסי היו פרויקט גמר בפקולטה להנדסת מכונות בתחומים שונים כדלקמן: אנרגיה, רובטיקה, תיב"ם, מכניקת חומרים ומיקרומערכות, (ביו-מכניקה, אדריכלות ימית, מערכות אופטיות, מכטרוניקה, בקרה או שילוב ביניהם). פרויקט הגמר מהווה סינתזה של כל החומר הנלמד בשלושת השנים הראשונות של הלימודים. בנוסף ישנם קדמים רלוונטים לפי קבוצות הפרוייקטים השונות אשר יפורסמו מראש במודל.

**340381 פרויקט מחקרי בהנ. מכונות 2**

3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00340022 - 00340014 - 00340040 - 00340355 )  
או ( 00340355 - 00340041 - 00340022 - 00340040 )

החלק השני של הפרוייקט המחקרי בהנדסת מכונות בהנחיית חבר סגל פקולטה בלבד, ויכלול לימוד עצמי של רקע נושא המחקר, ניסוח הבעיה המחקרית, סקר ספרות, בחירת דרך לפתרון הבעיה, בדיקה (ניסויית או תיאורית) של התוצאות, כתיבת חיבור מסכם, והצגת התוצאות באירוע הצגת פרויקטים.

**340401 מעבדה מתקדמת לרובוטים**

4 - - - חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 00350001 - 00350188 )

ניסויים בקינמטיקה, בקרה ותכנון של רובוטים. סימולציה של רובוטים. ציוד: רובוט תעשייתי AMUP ורובוט לימודי ONIHR, מערכת ראיה.

**340404 מעבדה מתקדמת בתיב"ם**

2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00350003 - 02340112 ) או ( 02340111 - 00350003 )

( 02340102 - 00350003 )

שמוש במודל דימוי גיאומטרי מוצק ( מערכת מסחרית ). הכרת התכנה, מבנה, ושמוש. תיכון מערכת מיכנית בתרגיל סיכום. רובוט.

**340406 מעבדה מתקדמת לבקרה ואוטומציה**

2 - - 4 חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 00350188 )

המחשת העקרונות שנלמדו במקצועות תורת הבקרה ואוטומציה תעשייתית.

**340411 מעבדה מתקדמת למנועים והנדסת שריפה**

3 - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: ( 00350146 )

חקר ביצועי מנוע דיזל ומנוע הצתה חשמלית, מאזן תרמי, נצילות נפחית, הפסדים מכאניים ושיטות המדידה, פליטות מזהמים ממנוע דיזל ומנוע הצתה חשמלית, בקרת פליטות מזהמים. עיקרון הפעולה וביצועי מנוע סטירלינג. מבנה וביצועי מדחסי בוכנה. במהלך הסמסטר יבוצע סיור מקצועי.

**340413 מעבדה לתכן וייצור**

3 - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00340030 )

תכן של מוצר מכני עם הנעה חשמלית. שימוש בגלים, מיסבים, ממסרות ומנועים וחישוביהם לצורך התאמה לדרישות. העמקה בנושאי מתן טולרנסים, בחירת חומרים, ציפויים וטיפולים תרמיים. הכנת תיק ייצור, לוויו הייצור, הכללה ובדיקות של המוצר במעבדה.

**340422 מעבדה באופטיקה**

5 - 5 - 5 אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 01140073 - 01140054 )

מהירות האור, הולוגרפיה, ריחוף אופטי, אור כגל אלקטרומגנטי, קרינת גוף שחור ואופטיקה קוואנטית, תכן אופטימאלי והדמייה, כוון מערכת אופטית, מהודים, מערכת גלבו, אקוסטו אופטיקה, מערכות ראיה, קיטוב וסינון מרחבי, תכן ייצור ואנליזה של סביבים אופטיים.

- 350001 מבוא לרובוטיקה**  
**2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5**  
**מקצועות קדם: ( 00340032 - 00340010 )**  
**מקצועות זהים: 02360927**  
**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00460212, 02750314, 00360022**  
 טרנספורמציות גוף-קשיח וטרנספורמציות רוטציה. קינמטיקה ישירה והפוכה. יעקוביאן של הקינמטיקה הישירה. שימוש ביעקוביאן לחישוב כוחות סטטיים ברובוט. תכנון מסלול במרחב המפרקים והקרטיז. שיקולים קינמטיים בתכן מכני של רובוטים. עיון ראשוני בדינמיקה של רובוטים. חיישנים לרובוטים.
- 350002 אלמנטים סופיים לאנליזה הנדסית**  
**2 - - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.0**  
**מקצועות קדם: ( 01040218 - 00340033 - 00340015 - 00340041 )**  
 עקרונות של שיטות אלמנטים סופיים (כולל סקירה על שיטות נומריות אחרות) לפתרון בעיות תנאי שפה חד-מימדיות. שיקולים בבחירת המודל הפיסיקלי וניסוח המתמטי (מימד הבעיה, התנהגות חומרית, ותנאי גבול). בדיקת נכונות ואמינות הפתרון הנומרי. בעיית ערכים עצמיים. הרחבה לבעיות תנאי התחלה-שפה (מש' פרבוליות). פרויקט תכן ממוחשב במכניקת מוצקים ומעבר חם (בעיות דו-תלת-מימדיות תוך שימוש מושכל בתכניות מחשב מקצועיות).
- 350028 זרימה ותרמודינמיקה של טורבומכונות**  
**2 - - - אביב 2.5**  
**מקצועות קדם: ( 00340035 - 00350035 - 00340041 )**  
 הגדרות: מכונות הטרורבו השונות, רדיאליים וציריים, טורבינות מים, רוח, קיטור וז. אנליזת נפח הבקרה. זרימה דחיסה, זרימה קוויזי חד - ממדית, זרימה חנוקה. חוק השני לתרמודינמיקה, משוואת אוילר. אנליזה ממדית. מדחס אקסילי ומניפה בתעלה, חישובי קו ממוצע. טורבינות רוח: חוק בץ, תורת אלמנט להב, תורת אלמנט להב מורחבת.
- 350033 מבוא למערכות משולבות חיישנים**  
**2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0**  
**מקצועות קדם: ( 00340022 )**  
 מפרטים של מערכות מדידה, שגיאות ודיוקים. עקרונות החיישנים - אלקטרומגנטיים, פיאצואלקטריים תרמואלקטריים, התנגדותיים, קבוליים, השראתיים. חיישנים למדידת כוח, תאוצה, לחץ וכו'. מיקרו חיישנים. ממשקים לחיישנים אנלוגיים וספרתיים. דגימה ואיסוף נתונים, עבוד נתונים וסנון. הקטנת הפרעות ורעשים. מדידות מרחביות.
- 350034 כשל חמרים**  
**2 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.5**  
**מקצועות קדם: ( 03140533 - 00340029 )**  
**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00860533**  
 הגדרת הכשל, כשל בעומס יתר, שבר לינארי אלסטי, נוקשות לשבר, הדגמת הקריטריון לדליפה לפני פצוץ, התעייפות (גבוהה ונמוכה מחזוריים), חוק SIRAP, מעבר משיך-פריך, השפעות סביבתיות, מיקרו-מבנה ונוקשות לשבר, מנגנוני כשל וניתוח פרקטוגרפי, ניתוח מקרי כשל. מעבדות: קביעת נוקשות לשבר. ניתוח פרקטוגרפי של מנגנוני כשל.
- 350043 מבוא לתורת האלסטיות**  
**3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0**  
**מקצועות קדם: ( 00340029 ) או ( 00340053 )**  
**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00840515**  
 וקטור הזזה. טנזור גרדיאנט ההזזה. טרנספורמציה של טנזורים. טנזורי עיבורים ומאמצים. משוואות שיווי משקל דיפרנציאליות. הטרורות ותנאי שפה אנרגיית עיבורים ועבודת כוחות חיצוניים. משוואות קונסטיטטיביות. משוואות ההתאמה. פתרונות אנליטיים ונומריים של בעיות נבחרות בתורת האלסטיות.
- 350048 תכן משולב באנליזה**  
**2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0**  
**מקצועות קדם: ( 00340015 - 00340028 - 00340011 - 00340010 )**  
**או ( 00340015 - 00340011 - 00340028 )**  
 עקרונות התכן המכני בשילוב אנליזות מתחומי הדינמיקה, החוזק, הקינמטיקה והרטט. הדגש על הצד הפיזיקלי של התכן המכני. יכלול נושאי תכן של: חלקי מכונות, מכניזמים, וסתים צנטריפוגליים, מע' ריסון למכונות, העמסות באימפקט והלמים.
- 350050 תכנון מערכות אופטיות**  
**3 - - - חורף 3.5**  
**מקצועות קדם: ( 01140052 - 01040022 )**  
 מבוא לתכנון אופטי, אופטיקה גיאומטרית, שיטות נומריות לתיאור התקדמות קרניים פראקסיליות, תכונות עדשה יחידה, דימות, אברציות מונוכרומטיות, אברציות כרומטיות, תכונות מערכת אופטית, חומרים אופטיים, מקורות אור, גלאים, שיטות מדידה לאפיון מערכות אופטיות, דוגמאות למערכות אופטיות בסיסיות.
- 350051 תכן אופטומכני**  
**2 - - - אביב 4.0**  
**מקצועות קדם: ( 00340015 - 00350187 ) או ( 00350050 )**  
**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01140017**  
 חזרה קצרה על: חומרים אופטיים, מערכת אופטית מדרגה ראשונה, רדיאומטריה, מערכות אופטיות והגדרת הביצועים האופטיים. ספציפיקציה של רכיבים אופטיים, בעיות ייצור, השמה של רכיבים אופטיים, בעיות תרמיות ופתרונם, אילוצי מערכת, עיוותים עקב משקל עצמי, אלמנטים סופיים להרכב אופטו מכני.
- 350053 אנרגיה מתחדשת ובת קיימא**  
**2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0**  
 מקורות אנרגיה מתחדשים, זמינותם וניצולם. ניצול חום ישיר והמרת אנרגיה לחשמל, הפיכת אנרגית רוח לאנרגיה מכנית וחשמלית והמרת חום ע"י מעגלים תרמודינמיים לאנרגיה מכנית וחשמלית. ניצול חום במחזוריים תרמודינמיים. אגירת אנרגיה לאור אי ההתאמה בין זמינות מקורות האנרגיה והשת החשמל. מקורות אנרגיה בישראל, טכנולוגיות מתאימות, מדיניות ותעריפים.
- 350062 אנליזה של מבנים**  
**2 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.5**  
 שיטות אנליזה במבנים: עבודה וירטואלית, אנרגיה פוטנציאלית, אנרגיה משלימה, משפט קסטלינו, שיטות מטריציות, משפט ההדדיות. קריסה אלסטית ופולסטית של קורות ומסבכים, תוך שימוש בשיטות אנרגיה. פרקים פלסטיים, עומס הרס במבנים. כפיפת טבלות וקריסתם. שיטות מקורבות לחישוב קריסת טבלות בתחום הפלסטי. תגובה ממברנית של קליפות. טבלות מחוזקות.
- 350063 אדריכלות ימית 1**  
**2 - - - 3 אביב 2.5**  
**מקצועות קדם: ( 00350044 - 00340029 )**  
 יסודות מבנה גוף האניה. חישובי חוזק אורכי. סוגי אניות וכללי סיווג לבניית אניות.

**350091 תרמודינמיקה 2**

3 - - 5 אביב 3.5

**מקצועות קדם: (00340035)**

עבודה מקסימלית, פונקציות זמינות ופונקציות אנרגיה חופשית. יחסים תרמודינמיים - מכסול, קלפירון. משוואות מצב ודיאגרמות מוכללות, גזים אידיאליים ואמיתיים, פוגסיות. קריטריונים לשיווי משקל. פוטנציאל כימי. תמיסות ותערובות (אידיאליות ומעשיות). ריאקציות כימיות. תהליכי שריפה. שיווי משקל משקל כימי. מחזורי קירור מורכבים. ניזול איר. מחזורי קירור ספיגה, אנליזה של מתקנים מבחינת אי ההפיכות והעבודה המקסימלית.

**350141 מתקני כח וחם**

2 - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם: (00340014) או (00340041)**

ביקוש אנרגיה ומיון מתקנים: חוקי ביקוש - גודל המתקנים והיחידות. כוח קיטור: בחירת תנאי הקיטור והציוד, מאזני חום, מעבים מקוררים במים ובאיר, כוח וחום בתעשייה, מאדי מים, סידור המתקנים. כוח דיזל: בחירה של סוגי המנוע והדלק - ניצול חום פליטה. מתקני טורבינות גז: שילוב של מערכות טורבינות גז וטורבינות קיטור. בעיות משותפות והשוואה של מתקנים תרמיים: הספקת מים-קרו, מגדלי קרו, החסנת דלק, מערכות צנורות. כלכלה של מתקני כוח וחום: הוצאות בנייה, חישוב ההוצאות לחשמל לקיטור ומים ממותקים.

**350146 מנועי שריפה פנימית**

2 - - 1 חורף 2.5

**מקצועות קדם: (00340041) או (00340014)**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00860401**

מחזורים תרמודינמיים אידיאליים ומעשיים. נצילות. קריטריונים לתיכון זרימת איר. טעינת יתר. אספקת דלק. הצתה. שריפה זימון. מעבר חום בחלקי המנוע. סיכה וקרור המנוע. מערכות שימון. מערכות קרו. מערכות בקרה. מנועים בעלי תנועה סובבת (וונקל).

**350147 סמינר מיוחד בהנדסת מכונות 1**

1 - - 1 חורף + אביב 1.0

מטרת המקצוע לחנך את הסטודנט בלימוד עצמי של נושא, תמצות, ניתוח ודווח עליו בכתב. באישור מרכז לימודי הסמכה.

**350188 תורת הבקרה**

3 - - 1 חורף + אביב 3.5

**מקצועות קדם: (00340040)**

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00360056**

מערכות - תכונות מערכות רציפות (ר) ובדידות (ב): מודלים מתמטיים של מערכות ותהליכים, הצגת מערכות על ידי מטריצות פולינומיאליות, ניתוח לבקרה. השגה וניתנות לשיחזור (ר.ב), מימושים מינימליים, יציבות, קריטריונים ליציבות (ר.ב).

משוב - מערכות OSIS: דיאגרמות משבצות, זרימת סיגנלים, יציבות וסיבתיות החוג הסגור, תגובת תדר של החוג הסגור, מעלי M ו-N, דיאגרמת ניקולס, רגישות, רובסטיות של יציבות. תכן בקרים: דרישות ושיקולי תכן, בקרי תקון, שיטות ולאגוריתמי תכן. בקרים תעשייתיים: DIP, מז"ם, בקרת קסקדה, בקרת היזון קדימה, בקרת מערכות לא-מינימוספאזה, בקרת מודל פנימי. משוב - מערכות OMIM (מרחב המצב): משוב מצב, משערכים מסדר מלא, משוב מצב + משערך, תכן משערכים במשור התדר, בקר ממקם קטבים, בקר ליניארי אופטימלי.

יציבות מערכות לא ליניאריות ("ל"): מאפייני מערכות "ל", אלמנטים "ל", הצגת מערכות "ל", הפונקציה מתארת, קריטריון פופוב, קריטריון המעגל, שיטות ליאפונוב.

**350199 שימוש המחשב בתורת הזרימה**

2 - - 3 אביב 3.0

יישום שיטות נפחים סופיים למשוואות תורת הזרימה על-ידי הפעלת תוכנה מסחרית וכתבתקודים עצמאית. במהלך הקורס הסטודנט יפתור בעיות זרימה חיצונית ופנימית מתחום האווירונטיקה, בירפואה והנדסת מכונות.

**360001 שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1**

2 - - 3 חורף + אביב + קיץ 4.0

**מקצועות קדם: (01040228 ו-01040131)**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00880103**

פונקציות אנליטיות של משתנה מרוכב. התמרות קונפורמיות ופתרון של משוואת לפלס. משפט שאריות, עקרון ארגומנט. משפט רושה, חישוב של אינטגרלים מסוימים. פתרון של מד"ח בשיטת הפרדת משתנים, בעיית שטורם-ליוביל. פתרון של מד"ר בשיטת טורים. פולינומי לז'נדר. פונקציות בסל. תוצאות למידה: בתום הקורס הסטודנט ידע: 1. לחקור תכונות עיקריות של פונקציות אנליטיות ולפתחן לטורי חזקות. 2. לפתור משוואת לפלס בדי-מימד בעזרת פונקציות אנליטיות והעתקות קונפורמיות. 3. לחשב אינטגרלים מסוימים בעזרת שאריות של פונקציות אנליטיות. 4. לנתח מד"ר ליניאריות. 4. להשתמש בפונקציות בסל ופולינומי לז'נדר לפתרונות של בעיות פיזיקליות.

**360002 שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 2**

3 - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00880104**

פונקציות מיוחדות ופתרון של משוואת מעבר חום ומשוואת גלים. התמרות אינטגרליות, התמרת לפלס, התמרת פוריה. שיטות ווריאציוניות, כופלי לגרנג'. בעיות עם תנאי שפה משתנים ותנאי שפה טבעיים. שיטת ריילי - ריץ תוצאות למידה: בתום הקורס הסטודנט ידע: 1. לנסח ולפתור בעיות ווריאציוניות פשוטות. 2. לפתח טורי פוריה מוכללים עבור משוואותגלים וחום. 3. לפתור משוואות חום, גלים ולפלס בעזרת התמרות אינטגרליות.

**360008 זרימה דחיסה**

2 - - 1 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם: (00340013)**

חזרה על משוואות היסוד: רציפות, מומנטום ואנרגיה. תנאי שפה. הפרעות. משפט קרוקו. מהירות קולית. זרימה חד-ממדית קבועה בזמן. זרימה בנחירים. עקומי פאנו וריילי. גלי הלם: גלי ניצבים ומשופעים. תנאי שפה. החזרה. דחיסה והתפשטות על ידי סיבוב. תאורית הפיתוח בגלי הלם חלשים. פוטנציאל המהירות: כנפיים דקות בזרימה תת ועל קולית. גופים דקים - דו-ממדיים וסיבוביים. זרימה קונית. זווית התקפה. דמיות, זרימה חד-ממדית תלויה בזמן: המשוואות האקוסטיות. גלי נפץ, תנאי שפה, השפעה על מבנים.

**360026 קינמטיקה דינמיקה ובקרה של רובוטים**

2 - - 1 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם: (00350001 ו-00350188)**

משוואות קינמטיות ישירות והפוכות ופתרון, היעקוביאן, מבנה סינגולרי, משוואות לגרנז', סימולציה סימבולית, משוואות התנועה ומצב לינאריזציהגלובלית מדויקת. רגישות בקרה לינארית בקרת NIM-XAM עקיבה.

**360027 דינמיקה של מבנים ימיים**

3 - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם: (00340032 ו-00350044 ו-00340010 ו-00340013)**  
גלי מים. כוחות על מבנים ימיים קבועים, עגונים וצפים, במים שקטים ובים גלי. תנודות אניה וגופים עגונים בגלים. שיטות דטרמיניסטיות וסטטיסטיות לחישוב תנודות אניה ועומסי גלים. נושאים מתקדמים במערכות אינטראקציה מיבנה וזורם, התקדמות המחקר בנושא.

**360031 טריבולוגיה עיונית**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00340016 - 00340029 )

מקצועות זהים: 00380752

הנושאים: המידול התיאורטי של מגע, אדהזיה וחיכוך בין משטחים אמיתיים. הקורס מבוסס על קריאת מאמרים קלאסיים ועדכניים מהספרות הטריבולוגית.

**360032 מכניקת זורמים אנליטית**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00340013 )

מקצועות זהים: 00380503

עקרונות בסיסיים במכניקת זורמים, זרימות חד מימדיות, אנליזת סדרי גודל ואנליזה אסימפטוטית, קירוב סיכה, בעיות עם שפה חופשית, זרימה זוחלת, בעיות הסעה במספרי ריינולדס נמוכים, שכבות גבול, מעבר חום במספרי ריינולדס גבוהים ואנליזת יציבות בבעיות זרימה.

**360035 מבוא להנדסת שריפה**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00340041 - 00340013 )

מושגים ומשוואות בסיסיים. התפוצצות חמה התלויה בזמן. הצתה וכבוי. התפוצצות חמה יציבה בזמן. הצתה על ידי משטח חם. התקדמות להבה חמה למינרית באזור פתח. התקדמות להבה באזור מסוגר. יציבות תרמית-דיפוזיבית של להבה למינרית. יציבות אווירודינמית של להבה. שריפה דיפוזיבית של גז. ריסוס נוזלים. שריפת טפה. ניתוק להבה מפני נוזל על ידזרם איר. זיכוי של 2 נק. בלימודי מוסמכים.

**360044 תכן תנועת רובוטים וניווט ע"י חיישנים**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00350003 ) או ( 00350001 )

הצגת מרחב הקונפיגורציה כבסיס עיקרי לאלגוריתמי תכנון ברובוטיקה. סקירת השיטות החשובות לתכנון מסלולים. תכנון תנועה מונחית חיישנים עבורסביבות דו-מימדיות. תכנון תנועת רובוטים כלליים מרובי מפרקים המנווטים בעזרת חיישני מרחק תוך איסוף אינפורמציה בזמן אמת. יישום השיטות עבור רכבים רובוטים.

**360048 אנליזה של רטט לא לינארי**

3 - - - 5 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 00340032 )

אנליזה של רטט לא לינארי במערכות מכניות: שיטות אסימפטוטיות (ריבוי סקלות). שיטות נומריות (מפות פואנקרה). פתרונות מחזוריים (אולטרה-סב-הרמוניים). פתרונות קוויזי-מחזוריים. יציבות לא לינארית. ביפורקציות מערכות הנדסיות בעלות רבוי דרגות חופש (אינטראקציה מודלית). מערכות בעלות ערור עצמי (רטט עקב זרימה). מערכות רציפות (קריסה דינמית).

**360059 נ.נ. במבוא לפיזיקה של פולימרים**

2 - - - 2 אביב 2.0

מקצועות קדם: ( 00340013 )

מטרת הקורס היא לחשוף את המהנדסים והמדענים העתידיים למושגים העיקריים של פיזיקת פולימרים (כולל פיזיקה סטטיסטית ותמודימיקה של פולימרים, מכניקה וריאולוגיה של פולימרים ותכונות מעבר). נדון בגישות תיאורטיות וחישוביות המשמשות לתכנון חומרים מבוססי פולימרים ונחזה את תכונותיהם. בשבוע השביעי בסמסטר תוצע לתלמידים בעיה מעשית שקשורה לתעשייה הכימית במטרה למצוא פתרון באמצעות מודלים ותיאוריה. הקורס מיועד לסטודנטים השוקלים קריירה בייצור מתקדם, בתעשייה הכימית, פלסטיקה, אלקטרוניקה, תרופות, רכב, אריזה, ציפויים, בנין ומו"פ בתעשיות אחרות. כיום, הפולימרים מהווים מרכיבים קריטיים בכל אותן תעשיות, ולעתים קרובות יש צורך בהבנת היסודות שלהם כדי לעצב תהליכים (הדפסה תלת מימדית, שח ול, הקצפה, עיבוד פתרונות) (חומרים) מרוכבים, ננו מרוכבים, קצף, סרטים) וכדי להתמודד עם אתגרים טכנולוגיים בתחומים כמו התפלת מים, התייעלות אנרגטית ומיחזור.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לבצע מידול פיזיקלי מערכות פולימריות.
2. לנתח התנהגות ריאולוגית של תמיסות פולימריות.
3. לבצע סימולציה נומרית ממוחשבת של התנהגות מערכת פולימרית.

**360062 מכניקת מגע**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00860576 ) או ( 00350043 ) או ( 00360069 ) או ( 00340029 - 00140107 )

משוואות יסוד באלסטיות. כוח מרוכז על שפה מישורית של גוף אלסטי חצי-אינסופי. פתרון ZTREQ למגע בין גופים אלסטיים. מגע לא הרציאני. העמסהניצבת ומשיקית של אזור המגע. מגע עם החלקה ועם הדבקה. מגע אלסטו-פלסטי ביחסי פואסון שונים. העמסה ושחרור של מגע אלסטו-פלסטי. מגע בין משטחים מחוספסים. דוגמאות מעשיות.

**360063 מידול מערכות בניסוי**

3 - - - 3 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 00340033 ) או ( 00340032 ) או ( 00340039 ) או ( 00940481 )

התאמת מודלים רציפים ובדידים למדידות ותופעות פיזיקליות. שיערוך בעזרת ריבועים פחותים, שיערוך לינארי ולא לינארי, מדדים לטיב השערוך ופיזור סטטיסטי של הפרמטרים המשוערכים, תחומי אי-וודאות. סימולציית מונטה-קרלו של מודלים משוערכים. התאמה לא לינארית של מודל סטטי (מכניקה), תגובת מעבר (מעבר חום, תנודות). מטריצת ECNAIRAVOC. קורלציה ואוטו קורלציה, שימושים לפענוח תנועה בעזרת וידיאו, תנועת גוף קשיח, מציאת טרנספורמציות תנועה, סיבוב והזזה מסרטי וידיאו. התמרת פורייה, דוגמאות לחילוץ מודל במרחב התדר, מערכות מרובות כניסות, מטריצת YTISNED LARTCEPS REWOP שיערוך תגובת תדירות עם מגוון תצורות רעשי מדידה, רעש כניסה, יציאה ומודל. שיערוך מודל ממדידות דגומות, DOHTEM RORRE NOITCID ERP, שיערוך במרחב המצב, שיערוך גדלים פיזיקליים ממודל, ווקטורים וערכים עצמיים. יישומים למערכות מעבדתיות.

**360074 בקרה אקטיבית ופסיבית של זרימה**

3 - - - 3 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 00350035 - 00340013 )

נושאים: מושגי יסוד באוירודינמיקה, תאורית כנף דקה, משוואות שכבת הגבול, זרימה למינרית וטורבולנטית, תופעות מעבר לטורבולנציה. בקרה פאסיבית ואקטיבית: שיטות תמידיות, אי-יציבות, הפרעות קטנות וגדולות, שכבות ערבוב וסילונים, פרמטרים עיקריים בבקרת שכבות גבול, מרעדים, יישומים בתעשייה וטורבינות רוח, גישות תיאורטיות ונומריות.

**360079 בקרת פליטות מזהמים מכלי רכב**

1 2 - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00350146 ) או ( 00360075 )

היווצרות מזהמים במנוע שריפה פנימית, מבוא לאפקטים בריאותיים של מזהמים, תרמוכימיה של היווצרות מזהמים במנוע, גורמים המשפיעים על היווצרות מזהמים במנוע, קשרי גומלין בין ביצועי מנוע לבין היווצרות מזהמים בו, גזי חממה, שיטות בקרה של פליטות מזהמים במנועי הצתה חשמלית, שיטות בקרה של פליטות מזהמים במנועי דיזל, כימיה, תכן וניתוח ביצועים של מערכות טיפול בגזי פליטה שונות, כלים מתקדמים לסימולציית תכן, מערכות טיפול בגזי פליטה וניתוח ביצועיהן.

**360082 עקרונות מנועי שריפה פנימית**

3 - - - 3 אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00350146 )

ניתוח ביצועים של מנוע שריפה פנימית ומגמות פיתוח, ניתוח תרמודינמי של מחזורי מנועים, תהליכי החלפת גזים, ניתוח תהליכי הספקת דלק במנועי IS (הצתת ניצוץ) ו-IC (הצתת דחיסה), שריפה במנועי IS ו-IC, תופעת הנקישות, היווצרות ובקרת פליטות מזהמים במנועי IS ו-IC, מעבר חום במנועים, דלקים למנועים, מושגים מתקדמים של תהליך השריפה במנוע, שיטות סימולציה.

**360099 נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 11**

3 - - - 3 אביב 3.0

נושאי מחקר מתקדמים מתחום מחקר ומומחיותו של המרצה. סילבוס מפורט ותוצרי למידה יפורסמו לפני תחילת כל סמסטר בו יינתן הקורס.

**360103 נושאים נבחרים באקוסטיקה פיזיקלית**

3 - - - 3 אביב 3.0

לחץ, מהירות חלקיקית, מהירות הפאזה, מהירות הקול, צפיפות אנרגיה, דציבל, אוקטבה, שליש אוקטבה. Absolute threshold of hearing והשתנותו לפי גיל, loudness, phon, Isophone curves, , weighted sound pressure level. טנרספורם פוריה ספרתי, FFT, בחירת תדירות דגימה העכבה אקוסטית של נוזלים, גזים ומוצקים. העברה והחזרה בניצב, השתנות העברה והחזרה בפגיעה בניצב, מודל מסה קפיץ מרסן לרזונטורים אקוסטיים, שימוש במעגל חשמלי ממודל פיזיקלי לאקוסטיקה, רזונטורי הלמהולץ, חיבור בין רזונטורים שונים בעזרת חשבון עכבות. שפופרת אימפנדנסים באוויר, שיטות מדידה, מיקרופונים ובחירתם. שיטות שידור והתאמתן למערכת המדידה: CW, Semi-CW, Pulse, chirp. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. לנתח התנהגות אקוסטית של תופעות נפוצות כגון עקיפה ואפקט דופלר. 2. לחשב את פיזור הקול במעברי טווח! ובחירה למוצקים. 3. להסביר את אופן הפעולה של התקנים אקוסטיים נפוצים. 4. לבצע עיבוד פשוט לגלי קול 5. להבין את הגדלים בסיסיים הקשורים במערכות מדידה אקוסטיות. 6. להבין את הבסיס לניסיונות אקוסטיות.

**360105 חוזק וכשל של חומרים מרוכבים**

3 - - - 3 חורף 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01340028 ו- 00380727 ו- 01040003 ) או ( 00840506 ו- 00860172 ו- 01040003 ) ו- ( 00840506 ו- 00860172 )

מבוא לחומרים מרוכבים! יישומים של חומרים מרוכבים במבנים! טכנולוגיות ייצור עיקריות! מיקרומכניקה! אינטראקציה בין סיב לחומר המאגד והממשק ביניהם! מנגנוני כשל מיקרומכניים! התפתחות נזק וכשל בשכבה בודדת. מודלים מתמטיים לחישוב שדה המאמצים בחומרים מרוכבים! השפעת סדר השכבות על התנהגות המבנה והחומר. תיאורית הקליפות! קבועים אלסטיים אפקטיביים. השפעות של טמפרטורה ולחות. מנגנוני כשל והתפתחות נזק בחומר מרוכב העשוי מספר שכבות! מכניקת השבר בחומרים מרוכבים! תיאוריות כשל. שיטות ניסוי ואפיון מתקדמות! דוגמאות מעשיות מניסויים הכוללות שימוש בכליאיגנוסטיקה מתקדמים. שימושים בשיטות נומריות לחיזוי כשל של חומרים מרוכבים! השוואת סימולציות לניסויים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. להבין מהו חומר מרוכב! יתרונותיו ומגבלות השימוש בו. 2. לבחור ולהתאים את הסוג והמבנה של החומר המרוכב לאפליקציה הנדסית הרלוונטית. 3. להבין מהם מנגנוני הכשל השונים בחומרים מרוכבים! וכיצד הם מושפעים מהמבנה המיקרומכני של החומר. 4. לבצע תכן ראשוני למבנה החומר המרוכב! לחשב ולהעריך את התנהגות החומר תחת מעטפת העומסים הצפויה! ולנסות להעריך את האזורים במבנה בהם יכולת החיזוי היא מוגבלת. 5. להבין את הפערים בין תיאוריות הכשל השונות! ולהתאים את התכן בהתאם לאי הוודאויות ופערי הידע. 6. לתכנן מערך ניסוי ואפיון לקבלת פרמטרי הכשל השונים של החומר.

**360112 נושאים נבחרים בלמידת מכונה יישומית למדענים**

3 - 2 2 אביב 3.5

למידת מכונה (Machine Learning) היא תחום מתפתח במהירות, בעל השפעה עמוקה על מדע והנדסה. קורס זה מהווה מבוא שיטתי ללמידת מכונה יישומית עם דגש על שימושים הנדסיים ומדעיים. נושאים עיקריים כוללים למידה מונחית ובלתי מונחית, רשתות נירונים רדודות ועמוקות, פונקציות עלות, התאמת מודלים, חישוב גרדיאנטים ואופטימיזציה, שיטות רגולריזציה, רשתות קונבולוציוניות (CNN), למידת חיזוק (RL) וכן רשתות נירונים פיזיקליות (PINNs). הקורס יעסוק גם באלגוריתמים גנרטיביים כגון GANs, אוטואנקודרים, מודלי דיפוזיה, וגרפים נירוניים. עבודות הבית משלבות תרגולים חישוביים (Python/Jupyter) לצד משימות חישוביות ידניות. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. להסביר את ההבדלים העיקריים בין למידה מונחית, בלתי מונחית ולמידת חיזוק, ואת תחומי היישום של כל אחת מהן. 2. ליישם ולבצע אופטימיזציה של רשתות נירונים רדודות ועמוקות (כולל CNNs) תוך שימוש בפונקציות עלות, גרדיאנטים ורגולריזציה. 3. להשתמש בשיטות מתקדמות כגון רשתות פיזיקליות מונחות (PINNs) לצורך פתרון בעיות מדעיות או הנדסיות. 4. לתכנת אלגוריתמים של למידת מכונה בשפת Python תוך שימוש בספריות נפוצות (כגון TensorFlow, PyTorch, Scikit-Learn). 5. להעריך את ביצועי המודלים באמצעות מדדים סטטיסטיים שונים ולבצע שיפורים בהתאם. 6. להבין וליישם אלגוריתמים גנרטיביים כולל GANs, אוטואנקודרים, ומודלי דיפוזיה. 7. לפתח פרויקט עצמאי המשלב רכיבי למידת מכונה בבעיה מדעית או הנדסית, ולנתח ברמה מקצועית.

**360709 בקרת תהליכי דגימה****3 - - - 4 חורף + אביב 3.0****מקצועות קדם: ( 00350188 )****מקצועות זהים: 00380709**

שיטות העברת סיגנלים בדידים. מרכיבים עיקריים של מערכות בקרה דיגיטליות. תאור מתמטי של פעולת הדגימה. משפט הדגימה. תופעת האליסינג. שחזור סיגנלים. מחזיקי נתונים. התמרת Z (חד ודו צדדיות). קשרים בין מישור Z למישור S. משפטים. התמרת Z משופרת. מערכות עם זמנים מתיים. פונקציות ממטריות תמסורת פולסיות. אפסים וקטבים (אפקט הדגימה). מערכות ברות בקרה וצפיה. תנאים לנ"ל. הקשר למימוש מינימלי. השפעת הדגימה על תכונות אלו. אוסצילציות חבויות. יציבות פנימית

**360711 נושאים נבחרים במיקרופבריקציה****3 - - - 2 אביב 3.0****מקצועות קדם: ( 00340053 - 00340020 )****מקצועות זהים: 00360713**

טכנולוגיות מיקרו-ייצור, שפותחו במקור לייצור מעגלים משולבים, ויישומיהם העדכניים יותר בתחומי הבריאות והביולוגיה. הרצאת הפתיחה תספק היכרות עם מיקרו-ייצור ומיקרו-מערכות: פוטוליתוגרפיה, איכול, אידוי, ציפוי מתכות ע"י ספטר, חמצון וכו'. בהמשך יבואו שתי דוגמאות קלאסיות למיקרו-מערכות שבנויות מסיליקון: חיישני לחץ ומדדי תאוצה. לאחר מכן נעבור למיקרו ייצור עם יישומים בבריאות וביולוגיה וטכניקות "ליתוגרפיה רכה". הנושאים יכללו: 1) מערכי מיקרו-אלקטרודות (2) מיקרופלואידיקה ויישומיה בביולוגיה של התא, בפרט עבור טכנולוגיות מהפכניות כגון מיונתאים ורצף RNA של תאים בודדים, 3) מיקרופטרנינג של חלבון ותאים. מתודולוגיות שונות, שימושיות והשפעה של מיקרופטרנינג על מכניקת התא ומבנה הפנימי של התא, 4) מדידת כוחות התא באמצעות מיקרוסקופ כוח המתיחה TRACTION FORCE MICROSCOPY שתי שיטות TFM שונות: מיקרו-קורות הניתנים לעיוות והידרוגלים עם חרוזים פלורוצנטיים. 5) חומרים ביו-היברידיים לבניית אקטואטורים. 6) איבר-על-שבב. הקורס יכלול מספר הדגמות להעמקת האינטואיציה של הסטודנטים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להכיר תהליכים בסיסיים בייצור מיקרו כגון ליתוגרפיה ושיקוע של שכבות דקות, ולהכיר מושגים רחבים יותר כגון ייצור סדרתי.
2. להרחיב את האופקים שלהם על ידי התעמקות בשיטות מהפכניות בביולוגיה וברפואה שמבוססים על יישום שיטות המיקרו-ייצור לחומרים רכים כגון פולימרים.
3. להראות מיומנות בסיסית בתכנון תהליכי ייצור מיקרו ופיתוח אינטואיציה באמצעות הדגמות בכיתה.

**360712 נושאים בתכן ואנליזה של חומרים****3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0****מקצועות קדם: ( 00360015 ) או ( 00340056 - 00340053 -****00350022 )**

הקורס מיועד לסטודנטים בשנה האחרונה לתואר ולסטודנטים לתארים מתקדמים העושים את צעדיהם הראשונים בתחום מכניקת חומרים. במהלך הקורס יסקרו תיאוריות בסיסיות של פלסטיות! מכניקת נזק ומכניקת שבר תוך לימוד אופן יישומן לשימוש בקודי אלמנטים סופיים! תוך שימוש בחבילת אלמנטים סופיים בקוד פתוח. בנוסף! יוצג ויודגם הרעיון של מודלים מקורבים המתבססים על גישות לימוד מכונה לשם מתן מענה לבעיות הנדסיות מורכבות עבורן נדרש כוח חישוב רב.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להשתמש בכלי מידול מתקדמים לשם תכנון ושיפור מבנים/רכיבים נושאי עומס.
2. להטמיע בתוכנות אלמנטים סופיים מודלי חומר לא לינאריים/פלסטיות! מודלי נזק וכו'.
3. להעריך את אי הוודאות מריבוי הפרמטרים של מודלי חומר מתקדמים.
4. לפתור בכלים חישוביים בעיות מכניות מורכבות.
5. להשתמש במודלים תחליפיים (SURROGATE) לשם חקירת הרגישויות של מערכות נושאות עומס.

**360713 מיקרופבריקציה וביו מיקרו מערכות****3 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 3.0****מקצועות קדם: ( 00340055 - 00840311 - 00140214 - 03340009 )**

הקורס עוסק בתהליכי מיקרופבריקציה וביישומיהם במערכות ביולוגיות וברפואיות. נושאי הקורס כוללים:

מבוא למיקרופבריקציה ומערכות מיקרו-אלקטרו-מכניות (MEMS, BioMEMS). תהליכי מיקרופבריקציה בסיסיים: פוטוליתוגרפיה, איכול רטוב ויבש, שיקוע שכבות דקות (PVD, CVD), חמצון; מיקרו-מערכות מבוססות סיליקון: חיישני לחץ, מדי תאוצה, מיקרופבריקציה לחומרים רכים: שילוב פולימרים ליתוגרפיה רכה (Soft Lithography); מיקרופלואידיקה: עקרונות תכנון וזרימה, ייצור התקנים מיקרופלואידיים, יצירת מיקרוטיפות, יישומים ביולוגיים ורפואיים: מיון תאים - ו-sing-cell RNA sequencing Organon; on-a-Chip; מערכי מיקרו-אלקטרודות; מיקרופטרנינג של חלבונים ותאים: שיטות מיקרופטרנינג, השפעה על מכניקת התא וה אולטרה-מבנה; מבוא למכניקת התא ומדידת כוחות: Traction Force Microscopy - מיקרו-קורות ניתנות לעיוות -הידרוגלים עם חלקיקים פלואורסצנטיים; חומרים ביו-היברידיים.

תוצאות למידה:

בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להסביר ולנתח תהליכי מיקרופבריקציה בסיסיים, לרבות פוטוליתוגרפיה, איכול ושיקוע שכבות דקות, ולהעריך את התאמתם ליישומים שונים.
2. לתכנן תהליך מיקרופבריקציה בסיסי (Process Design) בהתאם לדרישות גיאומטריות, חומריות ופונקציונליות נתונות.
3. לנתח מערכות מיקרו-סקאליות קיימות כגון חיישנים, התקנים מיקרופלואידיים ומערכי אלקטרודות ולזהות את עקרונות התכנון והייצור שלהן.
4. ליישם עקרונות תכנון מיקרופלואידיים, כולל חישוב סדרי גודל של זרימה, בחירת גי אומטריה ופרמטרי ייצור.
5. לבצע תהליך ייצור של התקן מיקרופלואידי ברמת הדגמה מודרכת, כולל זיהוי של שלבי הייצור והאילוצים הטכנולוגיים.
6. להשוות בין שיטות מיקרופטרנינג ומדידת כוחות תאיים, ולהעריך את יתרונותיהן ומגבלותיהן עבור מחקר ביולוגי.
7. לנתח ספרות מדעית בתחום המיקרופבריקציה וה BioMEMS לזהות את שאלת המחקר, השיטה והתרומה, ולנסח ביקורת טכנולוגית מושכלת.

**360714 נושאים נבחרים: שימושים ופיתוח בעזרת בינה****2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

קורס זה עוסק בפיתוח יכולת מקצועית מועצמת באמצעות בינה מלאכותית, תוך הדגשת השימוש בבינה מלאכותית כגורם מכפיל יכולת ולא כתחליף למומחיות אנושית. במסגרת הקורס ילמדו הסטודנטים לעשות שימוש בבינה מלאכותית כחלק מצוות עבודה מנוהל, תוך ניצול יכולותיה בתחומי המהירות וההיקף, ובמקביל הפעלת שיקול דעת מקצועי, ידע תחומי ובקרת איכות אנושית.

הקורס שולל במפורש גישות של שימוש בלתי-מובנה בבינה מלאכותית, לרבות פיתוח מונחה-בינה מלאכותית ללא הובלה מקצועית וללא בקרה מספקת. תחת זאת, הקורס מתמקד בגישה של פיתוח בעזרת בינה מלאכותית בהובלת מומחה – תהליך עבודה מובנה שבו מתקיים שיתוף פעולה מבוקר בין בעל מקצוע אנושי לבין מערכות בינה מלאכותית, במטרה להשיג שיפור משמעותי בפרודוקטיביות, תוך שמירה על סטנדרטים מקצועיים, אחריות אישית ושליטה מלאה בתוצרי העבודה.

תוצאות למידה: עם השלמת הקורס בהצלחה, הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים ל-

1. להסביר את מסגרת שלוש רמות הידע בבינה מלאכותית, ולהבחין בין שימוש ברמת משתמש, רמה יישומית ורמת עומק.
2. לתאר את עקרונות הפעולה, היכולות והמגבלות של מערכות בינה מלאכותית, לרבות מודלים שפתיים גדולים, בהקשרים מקצועיים.
3. להסביר ברמה מושגית תהליכים מרכזיים בפיתוח ובשימוש במערכות בינה מלאכותית, ובהם אימון, הסקה, הטמעות ולמידת חיזוק ממשב אנושי.
4. ליישם תהליכי עבודה מובנים לפיתוח ופיתרון בעיות בסיוע בינה מלאכותית, תוך הגדרת מטרות, אילוצים וקריטריוני איכות.
5. לנהל ולהכווין שימוש בבינה מלאכותית כגורם מסייע בתהליך מקצועי, תוך שמירה על אחריות, בקרה ושליטה בתוצרים.
6. להעריך באופן ביקורתי תוצרים מבוססי בינה מלאכותית, לזהות שגיאות, חוסרים והנחותבלתי-מבוססות, ולהציע שיפורים.
7. לפתח אבי-טיפוס או יישומים בסיסיים בסיוע בינה מלאכותית, לרבות קוד ושילוב שירותים חיצוניים, בהתאם לעקרונות בסיסיים של אמינות ותחזוקה.
8. להפעיל שיקול דעת מקצועי ואתי בשימוש בבינה מלאכותית, ולתעד באופן ברור את תרומת האדם לעומת תרומתהמערכת.

**380301 נושאים נבחרים בחלקיקים בזרימה****3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0****מקצועות קדם: ( 00340035 ו- 00350035 ו- 00340055 )**

קורס זה יספק סקירה של זרימה רב-פאזית של בועות, טיפות וחלקיקים מוצקים, שמסלולם נקבע בעיקר על ידי הזרימה שמסביב. תנועת החלקיקים וההשפעה על הזרימה מתוארת על ידי המשוואות השולטות, פיזיקה בסיסית, תיאוריה, תוצאות ניסויים/מספריות ומודלים אמפיריים. הנושאים הם: טרמינולוגיה והנחות יסוד לדינמיקת זרמים של חלקיקים (חלקיקים מוצקים, טיפות ובעות), כוח נקודתי ומהירויות פני השטח הפתורות, משוואות שולטות עבור חלקיק כדורי מבודד, גדלים, צורות ומסלולים של חלקיקים, משטרי צימוד לזרימות רב-פאזית, זרימות רב-פאזיות טורבולנטיות, כוחות הפועלים על חלקיקים, גישות מספריות לגרנגיאניות לעומת אולריאניות לחלקיקים בכוח נקודתי.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

בסוף קורס זה לסטודנטים תהיה סקירה מקיפה של אינטראקציה של (חלקיקים) מוצקים, טיפות ובעות) עם זרימות. זה יספק להם בסיס למחקר בתחום של זרימה רב-פאזית ותכנון הנדסי. תוצאות למידה ספציפיות הן: 1. להכיר משוואות תנועת החלקיקים, צימוד זרימת חלקיקים וכוחות הפועלים על החלקיקים. 2. השפעת צורה ועיוותים על אינטראקציות זרימת חלקיקים וכיצד להתמודד עם חלקיקים בעלי צורה לא סדירה. 3. ידע באינטראקציות בין חלקיקים לבין טורבולנציה וסיווג משטרי צימוד שונים.

**380781 בקרה והנחיה רובסטית בגישת המינימקס****3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0**

קינמטיקה אינרציאלית. קינמטיקת קו-ראיה. בקרה אופטימלית ומשחקים דיפרנציאליים. הנחיה ליניארית: הפרות קטנות, ניווט יחסי, הנחיה אופטימלית ריבועית. השפעת רוויה ותנאי לתפיסה. מטרה מתמרנת. מרחק החטאה מובטח. הנחיה לא-ליניארית: הפרות קטנות, תאוצה מוגבלת, מטרה מתמרנת, חוק הנחיה מינימקס, מרחק החטאה מובטח. יירוט וקטורי לא-לינארי: תאוצה מוגבלת, מטרה מתמרנת, יירוט אופטימלי אינרציאלי, הנחית קו ראייה, משוואת הזמן לפגיעה. תופעת קפיצה - פגיעה במעבר ראשון ושני. מרחק החטאה מובטח. הנחיה אופטימלית ריבועית. הפשעת תבנית המיירט והטייס האוטומטי על מרחק החטאה. תוצאות למידה: בסיום הקורס: נדגיש במיוחד חישוב מרחק החטאה מובטח כנגד מטרה מתמרנת. נציג גישות אחדות ליירוט מוצלח. נלמד על "חשיבות קונפיגורציות המיירט. הסטודנט יבצע סימולציות "מטלב" מתקדמות לשם העמקת והעשרת הידע.

**380789 סמינריון. פרויקט מתקדם בהנדסת מכונות****7 - - - - חורף + אביב + קיץ 5.0**

עבודה סמינריונית או פרויקט בהיקף של 5 נקודות בעלת אופי עיוני, אנליטי, או ניסויי, הקשורה בכון ההתמחות שנבחר בלימודי M.E. התוצאות יוצגו בדו"ח שהיקפו לא יעלה על 03 עמודים ובסיום העבודה יבחן הסטודנט ע"י מנחהו. על כל סטודנט שירשם למקצוע למצוא מנחה ולקבוע בתאום עימו נושא לעבודה. הנושא יאושר ע"י מרכז הועדה ללימודי מוסמכים על טופס הצעת נושא לפרויקט/סמינריון בתוכנית M.E.

**380800 שיטות אנליזה ומידול במיקרו-מערכות****3 - - - - 4 חורף + אביב 3.0****מקצועות קדם: ( 00350041 )**

אקטואציה אלקטרוסטטית: עקרונות פעולה, משוואות שדה, כוח אלקטרוסטטי, קפיצים מכניים, יציבות, שפעול מתח ומטען. משפעי לחות ומסרק. שפעולבעזרת מספר מקורות מתח/מטען. שיטות פתרון. אקטואציה תרמואלסטית: עקרונות פעולה, משוואות שדה, יציבות תרמו אלקטרודינאמית, שפעול סטאטודינאמי. אקטואציה פיזיקלית: עקרונות פעולה, משוואות שדה, מודלים מקורבים.

**360715 נושאים נבחרים בבקרה: בקרת מרחב מצב מתקדמת****3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0****מקצועות קדם: ( 00340032 ו- 00340040 ו- 00350188 )**

הקורס מתמקד בלימוד שיטות ניתוח ובקרה עבור מערכות המתוארות במרחב המצבים (StateSpace). הקורס מורכב משלושה חלקים. החלק הראשון של הקורס נותן סקירה של תיאור מערכות בקרה במרחב המצבים ומסביר כיצד להשתמש במשוואות מטריציניות לצורך ניתוחותכ. החלק השני כולל מושגים וכלים הנחוצים לניתוח מערכות עם אי-ודאות. החלק השלישי של הקורס מתאר תכנון חוקי בקרה עבור מערכות עם אי-ודאות פרמטרית וכן תכנון צופיםאדפטיביים (Adaptive Observers). תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

- להבין אילו כלים מתמטיים נדרשים לחקירת מערכות עם אי-ודאות.
- להכיר שיטות אפשריות לבקרה של מערכות עם אי-ודאות.
- להשתמש במשוואות מטריציניות לצורך ניתוח ותכנון של מערכות בקרה.
- לנתח את השפעת אי-הודאות על תכונות המערכות במסגרת ייצוג מרחב המצבים (State Space).
- לנתח את יציבות המערכות באמצעות פונקציות ליאפונוב (Lyapunov).
- לתכנן חוקי בקרה מודאליים-רובוסטיים, אדפטיביים ורובוסטיים.

**380805 מיקרומכניקה חישובית של חומר מרוכב****3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0****מקצועות קדם: ( 00350043 ) או ( 00360003 )**

נושאים: דפורמציה ומנגנוני נזק בחומרים מרוכבים בסקלת המאקרו והמיקרו. משוואות שולטות הכוללות מיקרומבנה. הטרוגניות האופיינית לחומר רב גבישי. חומר רב פאזי רציף. מודלים של נזק. שיטות נומריות ופתרונות לתיאור דפורמציות וכשל.

**380807 טורבולנציה, תאוריה ומעשה****3 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0****מקצועות קדם: ( 00350091 ו- 00350035 )****מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00860366**

התחלה של טורבולנציה, תאור סטטיסטי, משוואת REYNOLDS ( , בעיית סגירה, היפותזת RANS ) AVERAGED NAVIER-STOKES ( , מבנים קוהרנטים, ספקטרום, זרימה ליד קיר וגזירה חופשית, חוק הקיר, מודלים לסגירה, LES ומודלים SUBGRID-SCALE, שימוש בפונקציות קיר, טכניקות מדידה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל:

1. להבין את האופי של זרימות טורבולנטיות.
2. להשתמש בכלים סטטיסטיים באנליזה של זרימה טורבולנטית.
3. להבין את המשוואות השולטות ובעיית סגירה.
4. להמשיך מחקר עצמאי בזרימה טורבולנטית.
5. להשתמש במידול נומרי ואו ניסויים לחקר טורבולנציה.

**380808 תכן מערכתי הנדסי מתקדם 1****3 - - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0**

קורס תכן מערכתי הנדסי מתקדם 1 הינו סדרה של מתודולוגיות התומכות בשלבי התכן הבאים: זיהוי דרישות והגדרתן, ניתוח של צורכי לקוחות ובעלי עניין, תרגום צורכי הלקוחות להגדרת מפרט דרישות, מדידת איכות התכן. התכן הקונספטואלי: הפשטה וניתוח פונקציונאלי, יצירתיות פונקציונאלית ויצירת עקרונות פתרון, מיזוג חלופות קונספטואליות, קביעת אמות מידה להערכה, הערכה ובחירה של חלופות התכן. התכן הראשוני: ארכיטקטורה, תכן על, הגדרת ממשקים, מידול, SIZING, שילוב היבטי תכן ל-X, שימוש ותפעול, ייצור והרכבה, ניסויים ובחינה ותמיכה בתכן העל, הצגת פרויקטי תכן והגשתם.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. להגדיר מפרט ביצועים למערכת חדשה 2. ליצור ולמזג מגוון חלופות קונספטואליות מערכתיות 3. להעריך ולבחור בין חלופות תכן 4. לבצע תכן ראשוני של מערכות

**380809 תכן מערכתי הנדסי מתקדם 2****3 - - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0****מקצועות קדם: ( 00380808 )**

קורס תכן מערכתי הנדסי מתקדם 2 הינו סדרה של מתודולוגיות, הממשיכות את אלו שנלמדו בקורס תכן מערכתי הנדסי מתקדם 1 והתומכות בשלבי התכן הראשוני הבאים: זיהוי אופני כשל ומניעתם, תכן חסין(רובוסטי), תכנון ניסויים, תכן קונספטואלי לעלות, ניתוח סיכונים וזמן לשוק, בחירה סופית של חלופות תכן, הצגת פרויקטי תכן והגשתם.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. לזהות, לנתח ולנמק אופני כשל קונספטואליים 2. לבצע תכן חסין ולתכנן ניסויים 3. להעריך עלויות של קונספטים ולתכן לעלות 4. לנתח סיכונים וזמן לשוק של חלופות תכן מערכת

**380812 סמינר בהנדסת מכונות****3 - - - 1 חורף + אביב 0.5**

השתתפות בסמינרים שבועיים בהם ניתנות הרצאות של חוקרים בתחומים השונים של הנדסת מכונות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים: 1. ירחיבו את אופקיהם בזכות החשיפה לנושאים רבים ומגוונים בהנדסת מכונות המוצגים ע"י אנשי תעשייה ואקדמיה בארץ ובעולם. 2. יכירו את נושאי המחקר העכשוויים בדיסציפלינות השונות של הנדסת מכונות. 3. ידעו מהן הבעיות הפתוחות שעומדות כיום בפני חוקרים ומהנדסים בהנדסת מכונות. 4. יכירו בחשיבות של הצגה נכונה של תוצאות מחקר, ויקבלו מושג על האופן שבו יש לתת הרצאה אפקטיבית. 5. ירכשו רעיונות חדשים שיעזרו להם במחקר לקראת תואר גבוה. 6. ידעו כיצד להפיק תועלת ועניין מהרצאה גם בנושאים שאינם קרובים לתחומי מחקרם.

**הפקולטה לכימיה****1240220 כימיה אנליטית 1 (מורחב)**

2 2 - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 01240122 ו- 01240120 ) או ( 01240118 ו- 01240117 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01250101

מבוא לכימיה אנליטית. שגיאות ניסיוניות והאמדתן. גרירת שגיאות. סטיות תקן. תחומי אמינות. רגרסיה ליניארית. גבולות זיהוי. שיווי-משקל כימי. אנליזות גרביטריות ותהליכים לשיקוע אנליטי. תאור מתמטי של טיטרציות שיקוע, חומצה-בסיס, חמצון-חיזור וקומפלקסומטריה. חישוב הדיוק היחסי של טיטרציה. אנליזת קיילדל. תמיסות מגן: משוואת ברנסטד המדויקת וקרובים כימיים. יסודות האלקטרוכימיה. אנליזות קינטיביות. הערה: תתקיימנה 2 שעות הרצאה בשבוע, ובנוסף לכך הרצאה אחת במשך 7 שבועות בנושא של הערכת דיוק מדידות וחישוב שגיאות ניסיוניות.

**1240353 פרויקט מחקר בכימיה**

9 - - 4 חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות קדם: ( 01240605 ו- 01240416 ) או ( 01240711 ו- 01240911 )

במסגרת דרישות הקדם על הסטודנט לסיים סמסטר 4 לתואר תלת שנתי. עבודה במעבדות מחקר במוסדות אקדמיים או מפעלים מאושרים בהיקף של 180 שעות. על הסטודנט לקבל אישור מוקדם ממרכז לימודי הסמכה ולהגיש דו"ח מסכם, מאושר ע"י החוקר עימו עבד הסטודנט. את הדו"ח יש להגיש בסמסטר שלאחר ביצוע העבודה. מותנה בצבירה של 75 נק'.

**1240355 פרויקט מחקר מיוחד בכימיה**

5 - - 6 חורף + אביב + קיץ 6.0

עבודת מחקר באחת מקבוצות המחקר בפקולטה לכימיה בטכניון. מיעד לסטודנטים מתואר ראשון שצברו 75 נק' לפחות. \*\*\* לפני תחילת הפרויקט על הסטודנט להגיש לועדת ההוראה בפקולטה לכימיה תקציר הצעת מחקר מאושרת על ידי חבר הסגל שעתיד להנחותו. בסיכום הפרויקט יכין הסטודנט פוסטר להצגה בפורום פקולטי, ודו"ח מסכם אותו יגיש באישור המנחה לועדת ההוראה. היקף העבודה הוא כ- 240 שעות. הרישום מותנה בצבירה של 75 נק'.

**1240413 תרמודינמיקה סטטיסטית**

1 2 - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: ( 01240415 ו- 01240408 ) או ( 01240415 ו- 01240400 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 06480012

מושגי יסוד. שווי משקל תרמודינמי במערכת רב חלקיקית מבודדת וסגורה. מקרו-מצב ומיקרו-מצבים, צפיפות מצבים, אנטרופיה, טמפרטורה מוחלטת, שיווי משקל בין מקרו-מערכות, חוקי התרמודינמיקה, מערכת במגע עם מאגר חום, התפלגות בולצמן פונקצית חלוקה, מערכת במגע עם מאגר חום וחלקיקים, פונקצית החלוקה הגדולה, פלוקטואציות סטטיסטיות, סטטיסטיקה קוונטית של גזים אידיאליים, התפלגויות פרמי-דירק ובוז-איינשטיין, אלקטרונים במתכת, הקירוב הקלסי, התפלגות מקסוול-בולצמן, פונקציות תרמודינמיות של גז מולקולרי אידיאלי, שיווי משקל כימי. במידה והזמן יאפשר, ילמד גם אחד מהנושאים הבאים: קרינת גוף שחור, מודלים סטטיסטיים של ספיחה.

**1230015 השלמות כימיה**

0.0 - - - - חורף + אביב + קיץ

הקורס מחולק לשבעה חלקים: מושגי יסוד, מבנה האטום, הטבלה המחזורית, הקשר הכימי, סטוכיומטריה, שיווי משקל בגזים, חומצות ובסיסים.

**1240118 יסודות הכימיה ב'**

1 1 2 - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 01240117 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01250011, 01250001, 01240120, 01250013

מצבי צבירה: גזים אידיאליים, משוואת המצב, התפלגות מקסוול בולצמן ומושג הטמפרטורה, גזים ריאליים. כוחות בינמולקולריים, מבנה גבישי. תרמודינמיקה: החוק הראשון של התרמודינמיקה, ריאקציות אקזותרמיות ואנדותרמיות. החוק השני: אנטרופיה ואנרגיה חופשית. מעברי פאזה. שיווי משקל כימי: גורמים המשפיעים על שיווי משקל. עקרון לה-שטלייה, תמיסות רוויות וקבוע מכפלת המסיסות. חמצון-חיזור: מצבי חמצון של יסודות ותרכובות אורגניות, תהליכי חמצון-חיזור, הסדרה האלקטרוכימית, תא גלווני ומשוואת נרנסט למתח התא.

**1240122 מעבדה ביסודות הכימיה**

5 - 4 חורף + אביב + קיץ 1.0

מקצועות קדם: ( 01240120 ) או ( 01240114 )

ניסויים בשטחים שונים של הכימיה הכללית. במסגרת המעבדה ינתנו הרצאות מקדימות בנושאים הקשורים למעבדה. הערה: המעבדה מתקיימת בהקף של 5 שעות שבועיות במשך 7 שבועות.

**1240213 כימיה אנליטית 2 (מורחב)**

1 1 - 2 חורף + אביב + קיץ 1.5

מקצועות קדם: ( 01250101 ) או ( 01240220 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 01240103

ספקטרופוטומטריה: בליעה מולקולרית, קביעת קומפלקסים, טיטרציות פוטומטריות, אנליזת שלהבת ופלזמה, פלואורומטריה. שיטות הפרדה אנליטיות: מיצוי, כרומטוגרפית גז-נוזל ונוזל-נוזל, מחליפי יונים, אלקטרואנליזה: אלקטרוגרבימטריה, קולומטריה בזרם ומתח מבוקר, פולרוגרפיה בזרם ישר ופעילות, וולטמטריה ציקלית, אמפרומטריה.

**1240214 מעבדה בכימיה אנליטית 2 מורחב**

6 - 3 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 01240212 ו- 01240213 ) או ( 01240213 ו- 01250102 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01240217

ספקטרופוטומטריה: קביעת ריכוזים, אנליזה של תערובות. פלואורסנציה: אנליזה של כינן במשקאות, אנליזה של אספירין. בליעה ופליטת אטומים. כרומטוגרפית גזים: סדרות המולוגיות, אנליזה של לימון. גז כרומטוגרפיה עם גלאי ספקטרוסקופית מאסות ( ). CG-SM כרומטוגרפית נוזל CLPH. וולטמטריה ציקלית.

**1240414 כימיה פיסיקלית-קינטיקה כימית**

1 2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 01240120 ) או ( 03150003 ) או ( 01240415 ) או ( 00540215 ) או ( 01240117 ) או ( 01270445 ) או ( 01240117 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 00540419, 00540408

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 01240510

שטף התגובה, סדר התגובה, תגובות מסדר ראשון ושני. תגובות מורכבות, הנחת מצב עמיד, תגובות שרשרת. השפעת הטמפרטורה. דינמיקה מולקולרית: תורת התנגשויות. קואורדינטת תגובה ותורת הקומפלקס המופעל. תגובות אונימולקולריות, לינדמן, קטליזה הומוגנית. כימית השטח: ספיחה, קטליזה הטרוגנית.

**1240417 כימיה פיסי-ספקטרוסקופיה מולקולרית**

1 3 - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 01240117 - 01240117 - 01240400 ) או ( 01240118 - 01240117 - 01240408 ) או ( 01150203 - 01240107 ) או ( 01150203 - 01240108 ) או ( 01240120 - 01240408 ) או ( 01240120 - 01240400 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01240412

בליעה ופליטה מאולצת, כללי ברירה, מקדמי איינשטיין ופליטה ספונטנית. ספקטרום רוטציה ויברציה של מולקולות דואטומיות ופוליאטומיות (אינפראאדום ורמאן). ספקטרום אלקטרוני ומבנה ויברוני-אלקטרוני ועקרון פרנק קונדון. אלמנטים ופעולות של סימטריה. סימטריה נקודתית, חבורות סימטריה ומיון מולקולות לפיהן. מושגים בסיסיים בתורת החבורות. הצגות מטריציאליות של פעולות הסימטריה. פריקות של הצגות, טבלאות אופי ואורתוגונליות של ההצגות הבלתי פריקות. שימוש בטבלאות אופי ביתוח ספקטרום ויברציה, רוטציה וספקטרום אלקטרוני.

**1240610 מעבדה כימיה פיסיקלית**

1 3 - - 4 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01240415 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01240607, 01240604, 01240601

הוראת שיטות ומדידה ודרכי עבודה בכימיה פיסיקלית, חקר נסיוני של תופעות בסיסיות וניתוח תוצאות, לימוד טכניקות מעבדתיות בהדגשת עבודה עצמאית. עריכת ניסויים בנושאים: תרמודינמיקה, התורה הקינטית של הגזים, תרמוכימיה, שיווי משקל כימי, אלקטרוכימיה ופוטנציאלים, קינטיקה כימית, ספקטרוסקופיה וכימית השטח.

**1240618 מע. בכימיה פיסיקלית להנ. חומרים**

1 3 - - 8 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01240414 - 01240413 - 01240400 - 01270427 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01240601

לימוד שיטות מדידה ודרכי עבודה מעבדתית לשם חקירה נסויית של חוקים ותופעות בתחומי הכימיה הפיסיקלית. עריכת ניסויים בשטחי תרמודינמיקה, קינטיקה כימית, אלקטרוכימיה, התורה הקינטית של הגזים, תהליכי שטח וספקטרוסקופיה בתחומי האינפרא אדום, הנראה והאלטרא-סגול. הכרת שיטות מתקדמות תוך כדי שימת דגש על עבודה עצמאית, שימוש בטכניקות ואקום מתקדמות.

**1240708 כימיה אורגנית מורחב 1**

1 2 4 - - 6 חורף + אביב + קיץ 5.0

**מקצועות קדם:** ( 01240118 - 01240117 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01250800, 01240701

מבוא - קישור, מבנה, אנרגיות קשר, תגובות אורגניות: תרמודינמיקה, קינטיקה, דיאגרמת ריאקציה, חומציות ובסיסיות. אלקאנים. מחסומים לסביבו, ציקלואלקאנים, מתח. תגובות שרשרת, הלוגנציות. סטריאוכימיה: אנטיזומרים, דיאסטראויזומרים, אלקיל הלידים, E1, E2, SN1, SN2 כהלים ואתרים. אלקנים. תהודה מגנטית גרעינית. אלקנים וניטרילים. אלדהידים, קטונים, צימוד וארומטיזציה.

**1240711 כימיה אורגנית 2מ'**

1 2 3 - - 6 חורף + אביב + קיץ 4.0

**מקצועות קדם:** ( 01240708 ) או ( 01240801 ) או ( 01250801 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01240709, 01240710, 01250802

התמרות אלקטרופיליות ארומטיות, הלידים ארומטיים, אמינים, התמרות נוקליאופיליות ארומטיות, פנולים, כינונים, פחמנים ארומטיים פוליציקליים, חומרים דיפונקציונליים. חומצות אמיניות וחלבונים. ספקטרום אינפרא אדום, סוכרים, חומרים הטרוציקליים, ספקטרומטריה מסות.

**1240801 כימיה אורגנית 1**

1 2 - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 01250011 ) או ( 01250001 ) או ( 01240120 ) או ( 01240114 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01240701, 01250801, 01240708

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 01240807

פחמנים רוויים ובלתי רוויים. כהלים, פנולים ואתרים, אלקיל-הלידים, חומצות אורגניות, אסטרים וליפידים. נגזרות של חומצות קרבוקסיליות.

**1240911 מעבדה כימיה אורגנית 1**

1 3 - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01240708 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01240901

סינתזות אורגניות פשוטות המבוססות על ההרצאות של כימיה אורגנית 1 ו-2, תוך הדגשת לימוד הטכניקות המעבדתיות. לימוד המנגנון לתגובות אורגניות.

**1250000 מבוא לכימיה קוונטית למהנדסים**

1 3 1 - - 4 חורף + אביב + קיץ 4.0

**מקצועות קדם:** ( 01140052 - 01040131 - 01040019 - 01040004 - 01240120 ) או ( 01240120 - 01040131 - 01140078 - 01040022 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01240400

חלקיקים וגלים. אופרטורים ופונקציות גל. משוואת שרדינגר. תיחום קוונטי. אפקט המנהרה. ויברציות, ספקטרום RI והאפקט הקינטי האיזוטופי. תנועה רוטציונית. אטום המימן. מדידות ועקרון אי הוודאות. משפט הפיתוח וסימני דיראק. ספקטרום בליעה ופליטה של קרינה. עקרון הוואריאציה. הספין. קרוב הרטרי-פוק ועקרון פאולי. המערכה המחזורית. הקשר הכימי (הקורס כולל ארבע מעבדות).

**1250001 כימיה כללית**

1 2 2 - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01240001, 01240010, 01240011, 01240120, 01240114, 01240115, 01240116, 01240122

מבוא, משקלים אטומיים ומולקולריים, יחידת ריכוז, סטויכימטריה. ספקטרום אטומי. אטום המימן לפי מודל בוהר. חלקיקים וגלים, משוואת שרדינגר, אורביטלים אטומיים. המערכה המחזורית. הקשר היוני, הקשר הקוולנטי, נוסחאות לואיס. מומנט דיפול. מבנה מרחבי של מולקולות. גזים, משוואת הגזים האידיאליים, נוזלים, לחץ אדים, רתיחה, תכונות נוזלים. מוצקים, סוגי סריגים גבישיים, גבישים יוניים. דיאגרמת פאזות. תרמוכימיה, אנרגיה פנימית ואנטלפיה, חוק הס. שווי משקל בריאקציות כימיות, שיווי משקל הטרוגני, שווי משקל במערכות גזיות, עקרון לה שטליה. תמיסות. אלקטרוליטיות, מלחים קשי תמס ומכפלת המסיסות, חומצות ובסיסים. תהליכי חימוץ חוזר, תאים אלקטרוכימיים, מצברים ותאי דלק.

**1260302 מעבדה אנליטית מתקדמת בניטור סביבית**

-- 4 - - חורף + אביב 2.0

מקצועות קדם: ( 01240214 )

הכרת שיטות אנליטיות מתקדמות בניטור סביבית, שיטות דגימה, שיטות מדידה בתחום ה-BPP. שיטות אלקטרואנליטיות וספקטרופוטומטריות לאנליזה שלסולפטים, ניטרטים ומתכות כבדות במים. אנליזות של חומרים אורגניים נדיפים ( COV ) באויר בשיטות סטנדרטיות לאיכות הסביבה (שיטות ) APE ניטור זיהומים באויר באמצעות CG.

**1260303 מעבדה מתקדמת בכימיה אי-אורגנית ואורגנומתכתית**

-- 8 - - חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 01240305 ) או ( 01240210 )

פיתוח מיומנויות עבודה בכימיה אי-אורגנית וכימיה אורגנומתכתית מתקדמת טכנולוגיות ואקום ושלנק. הנסויים יתקיימו באוירה אינרטי ובתאי כפפות.

**1260600 מעבדה מתקדמת בכימיה פיסיקלית**

-- 8 - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 01240416 ו- 01240605 ו- 01240417 )

נושאים: תכונות של משטחים: תרמודינמיקה ושכבות גבול. מבנה של משטחים מוצקים ותכונות אלקטרוניות של משטחי גבול. אינטראקציה של גזים על פני מוצקים. ספיחה כימית וספיחה פיסיקלית. איזותרמות ספיחה. התכונות של השכבה הספוחה. מבוא לשיטות נסיוניות בחקר משטחים ונושאים נבחרים בחקר תהליכים משטחיים.

**1260603 מעבדה מתקדמת בכימיה חישובית**

1 - 5 - 3 חורף + אביב 3.0

שיטות חישוב של מצבים אלקטרוניים במערכות כימיות, פונקציונל הצפיפות, פונקציונל הצפיפות התלוי בזמן, מכניקה מולקולרית, הרטרי-פוק וכו'. תרגול על ידי תוכנות חישוב וויזואליזציה מסחריות. אנליזת הקשר הכימי, מציאת קונפורמציות מולקולריות, חישוב מצבי מעבר וקואורדינטות תגובה, חישוב ספקטרה ו- RMN. חישוב מצבים מעוררים אלקטרוניים.

**1260604 מעבדה בטכנולוגיות קוונטיות א**

-- 5 - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00460243 ) או ( 01160031 ) או ( 01270446 ) או ( 02360990 ) ו- ( 00440158 או 01140020 או 01140032 או 01140081 או 01240601 או 01240610 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01260605

2 מתוך 4 ניסויים במערכות קוונטיות שונות. ניסוי יתבצע על ידי זוג סטודנטים. משך כל ניסוי יהיה 3 שבועות. פירוט הניסויים:

NV ביהלום כמדיד שדה מגנטי מדידות

. RMDO התאבכות מפותונים בודדים וניסויים באופטיקה קוונטית עם פוטונים בודדים.

מחשוב קוונטי עם תהודה מגנטית גרעינית - ניסיונות בקיוביט בודד.

NV ביהלום כקיוביט יחיד - מדידות RMDO עם גלאי פוטונים בודדים. תוצאות למידה: הקורס מיועד לסטודנטים בעלי רקע בסיסי באינפורמציה טכנולוגיה קוונטית המעוניינים להתנסות בניסויים בסיסיים בתחום. בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל:

1. להכיר באופן מעשי לפחות שני ניסויים שהם אבני בנין בטכנולוגיה קוונטית עכשווית.

2. להבין את הבעיות המעשיות שמגבילות את היכולות של מערכות קוונטיות בעולם האמיתי ולהתנסות בצמיצום המגבלות.

יש לקחת לפחות מעבדה ניסויית אחת כקדם.

**1250013 מעבדה בכימיה כללית**

-- 3 - 4 חורף + אביב + קיץ 0.5

מקצועות קדם: ( 01250001 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 01240122

תדריך בטיחות, כלי מדידה ודיוק מדידה, תגובות שריפה (בונזן) קביעת ריכוז נעלם ע"י טיטרציה, קביעת מי גבש בנחושת-סולפאט. שיווי משקל כימיעיקרון ל-שטלייה. קביעת שקולת אבץ ( NZ ) בשיטת הדחייה (חוק הגזים האידיאליים). ספקטרום פליטה. בליעה אטומי. זהות יסודות בלהבה. חוקי הבליעה, דיאגרמות פזות מצבי הצבירה. מדידת אנתלפיית האידי. מחליפי יונים. חומצות ובסיסים עקומי אלוציה.

**1250101 כימיה אנליטית 1 למהנדסים**

1 - 1 - 4 חורף + אביב + קיץ 1.5

מקצועות קדם: ( 01250011 ) או ( 01250001 ) או ( 01240120 ) או ( 01240114 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 01240222, 01240102

מבוא לכימיה אנליטית, שגיאות נסיוניות ואומדן. גרירת שגיאות. סטיות תקן. תחומי אמינות, רגרסיה לינארית, רמת ודאות, שיווי משקל כימי ופתרון כללי של משוואות שיווי משקל. חומצות ובסיסים, תמיסות מגן: משוואת ברנסטד הכללית. אלקטרוכימיה וחימצום-חיזור. תיאור מתמטי של טיטרציות. טיטרציות בסיס חומצה וטיטרציות שיקוע. חישוב הדיוק היחסי של טיטרציה, אנליזת LHADLEJK, קומפלקסומטריה. יסודות האלקטרו-אנליזה, פוטנציאומטריה, קולומטריה ואלקטרוגרבימטריה. אנליזת גרבימטריות ותהליכים לשיקוע אנליטי.

**1250105 מע.בכימיה אנליטית 1 להנ.ביוכימית**

-- 3 - - חורף + אביב + קיץ 1.0

מקצועות קדם: ( 01250101 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 01250102, 01240102

נסויים בשטחים השונים של הכימיה האנליטית. הערה: המעבדה ניתנת במסגרת קורס מס' 125102.

**1250801 כימיה אורגנית**

4 - 6 חורף + אביב + קיץ 5.0

מקצועות קדם: ( 01250001 ) או ( 01240120 ) או ( 01240114 ) או ( 01250011 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 01240706, 01240709, 01240710, 01250800, 01240708

פחמימנים רוויים ובלתי רוויים, כהלים ואתרים, אלקיל-הלידים, חומצות אורגניות, אסטרים וליפידים, סטראוכימיה, נגזרות של חומצות קרבוקסיליות. אמנים, חומצות אמיניות, חלבונים, אלדהידים וקטונים, כימיה של סוכרים, ארומטיות ותגובות הבנזן, תגובות דחיסה שונות לבנית מולקולות.

**1250803 כימיה אורגנית לרפואה**

2 - 2 - - אביב 3.0

אלקאנים! אלקנים! כהלים! אתרים! סטראוכימיה! מנגוני תגובה - שיקולים והדגמה דרך מנגוני התמרה נוק' ומנגוני אלימינציה! חומרי ביניים-רדיקלים! קרבוקטיונים! קרבנים וקרבאניונים. תרכובות קרבונליות ואקטיבציה שלהן! אצטאל! אימין! סוכרים. אסתרים ואמידים- סינתזה הידרוליזה! סינתזה של חומצות אמיניות ופפטידים.

**1260200 כימיה אי אורגנית מתקדמת 2**

3 - - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 01240300 ו- 01240210 )

כימיה של בורנים, התורה האיזולובלית של הפמן, כימיה של קבוצות III, VI, IX, IIX קומפלקסים קרבניים מסוג REHCSIF ו- KCORHCS. כימיה ביו-איאורגנית, אקטיבציה של מולקולות קטנות, כימיה של אל-מתכות, כימיה של לנטנידים ואקטינידים.

**1270206 כימיה אנליטית באמצעות לייזרים**

2 - - - 3 חורף + אביב 2.0

מקצועות קדם: ( 01240213 ) או ( 01240214 )

אנליזה פלורסנציה מושרית לייזר, ספקטרוסקופית פלסמה מושרית לייזר, ספקטרוסקופית דעיכת מהוד, גלאים על בסיס לייזרי דיודה, אנליזה יוניציה ב-פוטונית מושרית לייזר, שיטות בספקטרוסקופית רמאן, אנליזה פוטואקוסטית, RADIL, נידוף לייזר ל-SMPCI, שימוש בלייזר בספקטרומטרית המסות, שיטות אנליטיות נוספות.

**1270403 כימיה פיסיקלית של השטח**

3 - - - 6 אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 01240414 )

תכונות כלליות של משטחים. תרמודינמיקה של משטחים ושכבות גבול. מבנה של משטחים מוצקים. תכונות אלקטרוניות של משטחי גבול. אינטראקציה של גזים עם פני מוצקים. ספיחה כימית. ספיחה פיסיקלית. איזותרמות ספיחה. תכונות של השכבה הספוחה. מבוא לשיטות ניסיוניות בחקר משטחים. פרקים נבחרים בחקר תהליכים משטחיים.

**1270443 אלקטרוניקה מולקולרית**

3 - - - 3 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 01240408 ) או ( 01240400 ) או ( 01150203 )

01240107 או ( 01150203 ) או ( 01250001 )

קוונטיזציה שניה של מערכות רבות פרמיונים. הצגות של אופרטורים במרחק פוק ומכפלות טנזוריות. אופרטור הצפיפות ומרחב ליוביל. מבוא לתרמודינמיקה קוונטית. התפלגות פרמי דיראק. קוונטיזציה שניה של אופרטור האינטראקציה. מודלים דיסקרטים של מוצקים. דינמיקה קוונטית. מערכות קוונטיות פתוחות. הקרוב המארקובי ומודלים קינטיים של טרנספורט. משוואות מאסטר קוונטיות. צמתי מנהור מחוץ לשיווי משקל ועקומי זרם-מתח. אפקט של יברציות מולקולריות על טרנספורט דרך מולקולות. תורת הפיזור הקוונטית. פונקציית ההעברה של צומת, אופרטור האנרגיה העצמית. נוסחת לנדאור. אפקטים של מנהור והתאבכות במעבר מטען דרך צמתים מולקולריים.

**1270453 אלקטרוכימיה: עקרונות ויישומים**

2 2 - - - אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 01240415 ) או ( 01240414 )

מבוא לאלקטרוכימיה: מפגש אלקטרודה ותמיסה, סוגי תאים, איבוד מתח. תרמודינמיקה וקינטיקה אלקטרוכימית: משוואות נרנסט, ארניוס וטאפל, מודל באטר-וולמר, תגובות חד-ורב-אלקטרוניות. תיאוריית מרקוס. מעבר מסה: משוואות פיק, ניסוי קוטרל, שכבת הדיפוזיה. דגש מרכזי בקורס: וולטמטריה. תגובות אלקטרוכימיות-כימיות מצומדות, פענוח מנגנוני תגובה. שיטות הידרודינמיות (אלקטרודה מסתובבת). שיטות מבוססות-אימפנדס. אלקטרוכימיה בתעשייה: אלקטרוליזה, אלקטרו-סינתזה, המרת ואגירת אנרגיה.

תוצאות למידה: בסיום הקורס, הסטודנטים והסטודנטיות יכירו את יסודות האלקטרוכימיה המודרנית, הן ככלי אנליטי לאפיון חומרים ופענוח מנגנוני תגובה, והן ככלי סינתטי במעבדה ובתעשייה. ידעו לתכנן ניסויים אלקטרוכימיים, לנתח תוצאות של מדידות ממגוון של שיטות, וירכשו גישה ביקורתית בניית הספרות האלקטרוכימית.

**1260605 מעבדה בטכנולוגיות קוונטיות מתקדמת**

10 - - חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות קדם: ( 00440157 או 00440158 או 01140020 או 01140032 או 01140081 או 01240601 או 01240610 ) ו-

( 00460243 או 01160031 או 01270446 או 02360990 )

מתוך 4 ניסויים במערכות קוונטיות שונות. קוונטיות שונות. כל ניסוי יתבצע במשך 6 שבועות. VN, ביהלום כמדיד שדה מגנטי, מדידות RMDO והארכת זמן קוהרנטיות, התאבכות מפותנים בודדים וניסויים באופטיקה קוונטית עם פוטונים בודדים, העברת קוד קוונטי. מחשוב קוונטי עמיתהודה מגנטית גרעינית, ניסיונות בקיוביט בודד ושני קיוביטים. VN, ביהלום כקיוביט יחיד, מדידות RMDO עם גלאי פוטונים בודדים וחישה קוונטית. תוצאות למידה: הקורס מיועד לסטודנטים בעלי רקע מתקדם יחסית באינפורמציה וטכנולוגיה קוונטית המעונינים להתנסות בניסויים בסיסיים ומתקדמים בתחום. בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. להכיר באופן מעשי לפחות שני ניסויים שהם אבני בניין בטכנולוגיה קוונטית עכשווית. 2. להבין את הבעיות המעשיות שמגבילות את היכולות של מערכות קוונטיות בעולם האמיתי ולהתנסות בצימצום המגבלות.

**1260700 כימיה אורגנית מתקדמת**

3 - - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 01240703 )

ניתנים שני נושאים מתוך השלושה המוצעים. 1. סטריאוכימיה: כירליות, קונפורמציה במערכות אציקליות וביקלוקסאן. סטריאוכימיה ומנגנון בריאקצית סיפוח, אלימינציה ושחלופים. 2. פוטוכימיה: מצבים מעוררים של מולקולות אורגניות, העברת אנרגיה, נצולת קוונטית, טכניקות בפוטוכימיה, תגובות, כולל אלקנים ( ויטמין D ) בקטונים רוויים ובלתי רוויים, אנרגית השמש. 3. כללי ודוורד-הופמן: אורביטלים מולקולריים של מולקולות אורגניות, סימטריה, דיאגרמות קורלציה, כללי סימטריה וארומטיות ויישומם לתגובות אלקטרוציקליות, ציקלאדיציה ושחלופים סיגמטרופיים (ייזנו תגובות תרמיות ופוטוכימיות).

**1260901 מעבדה מתקדמת בכימיה אורגנית**

8 - - חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 01240902 )

נושאים בכימיה אורגנית מודרנית: כימיה אורגנו-מתכתית, סינתזה אסימטרית, כימיה חישובית, נוגדנים קטליטיים, סינתזה של רב-סוכרים. דרישות: פרוייקט שיוצג בפני הכיתה.

**1260902 מעבדה מתקדמת בכימיה אורגנית פיסיקלית**

8 - 4 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 01250802 ) או ( 01250001 ) או ( 01240118 ) או

( 01240117 ) או ( 01250001 ) או ( 01250801 ) או ( 01240708 ) ו-

( 01240711 )

לימוד טכניקות מעבדתיות בדגש על עבודה עצמאית. תכנון וביצוע ניסויים וניתוח תוצאות בנושאים הרלוונטיים לכימיה אורגנית מודרנית. הפרויקטים יוצגו בפני הכיתה.

**1270455 אורביטלים מולקולריים בכימ' אורגנ'**

1 3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 01240408 - 01240708 ) או ( 01240708 - 01240400 )

מקצועות זהים: 01270710

הקורס המוצע מהווה גשר בין עולם הקוונטים לעולם הכימיה האורגנית. במסגרת הקורס, הסטודנטים לומדים כיצד מושגים מתורת הקוונטים מתחברים להבנת תכונות וריאקטיביות של מולקולות אורגניות. הסטודנטים לומדים כיצד אורביטלים מולקולריים מתייחסים סלקטיביות בתגובות אורגניות וכיצד הסלקטיביות הזו באה לידי ביטוי בסינתזה ובפונקציונליות של מולקולות שונות. נידונים מושגים קלאסיים כגון היפרקוניוגציה, האפקט האנומרי, וחוקי הסלקציה ע-ש וודוורד והופמן, אשר מהווים אבן פינה בתחום הכימיה האורגנית-פיזיקלית ובעלי תפקיד חשוב גם בכימיה המודרנית. החומר הנלמד מקנה לסטודנטים אינטואיציה וכלים לאנליזה של תגובות אורגניות.

תוצאות למידה:

הסטודנטים והסטודנטיות יפגשו את מושג האורביטל המולקולרי וילמדו כיצד האורביטלים מתייחסים ריאקטיביות. החומר הנלמד מקנה לסטודנטים אינטואיציה וכלים לאנליזה של תגובות אורגניות. במהלך הקורס יפגשו הסטודנטים מגוון מערכות מודל, שמהן ניתן להסיק ולהבין תוצאות נסיוניות של תגובות כימיות. התובנות הללו מאפשרות ניבוי סלקטיביות של תגובות. הם ייחשפו למגוון תגובות קלאסיות וחשובות בסינתזה אורגנית ויבנו אותן יותר לעומק. בסיום הקורס, הסטודנטים ידעו כיצד לנתח תגובות מנקודת המבט האורביטלית. הם יפתחו אינטואיציה לגבי סלקטיביות של תגובות, והקשר בין מבנה לפעילות. הם ילמדו לבנות מערכות מודל מתאימות על מנת לחקור תגובות ומולקולות מורכבות יותר. הם יוכלו להבין ספרות כימית מודרנית, בה יש שימוש הולך וגובר בכימיה חישובית ובאנליזת אורביטלים.

**1270462 שיטות נומריות במערכות קוונטיות**

2 3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 01240400 - 02340128 או 01150203 - 02340128 ) או ( 01240400 - 02340127 או 01150203 - 02340127 )

הקורס עוסק בשיטות נומריות כלליות ויישומיהן למגוון בעיות שסטודנטים פוגשים ביום יום במחקר כמו אנליזה ועיבוד של דאטה ופתרון מודלים נומריים. נתחיל במבוא לשיטות נומריות לבעיות יסודיות: אינטגרציה, דיפרנציאציה, מציאת אפסים, בעיות מינימיזציה/אופטימיזציה, אינטרפולציה, התאמת מודלים והערכת טובות ההתאמה ואנליזה פורייה. לאחר מכן נעסוק בבעיות ערכים עצמיים, פתרון משוואות דיפרנציאליות ובעיות תנאי התחלה למערכות מחוץ לשיווי משקל ותלויות בזמן. הקורס יתמקד בכלים פרקטיים על מנת להעניק ביטחון וניסיון מעשי. נתמקד בדוגמאות נפוצות בפיזיקה וכימיה קוונטית כמו בחירת פונקציות בסיס, מערכות העושות אינטראקציה עם לייזר, חישוב ערכי תצפית, תנאי שפה שונים, ועוד. בהינתן זמן, בשבועות האחרים נעסוק במבוא לפתרון מערכות קוונטיות מרובות אלקטרוניות בעזרת תיאוריית פונקציונל הצפיפות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לכתוב באופן עצמאי קוד עבור אנליזה ועיבוד בסיסי לדאטה כמו אנליזה פורייה, אינטרפולציה, התאמה, גזירה ואינטגרציה.
2. לכתוב קוד הפותר מודלים נומריים שונים בפיזיקה/כימיה קוונטית ובפרט הפותר את משוואת שרדינגר התלויה ולא-תלויה בזמן למגוון תנאים שונים.
3. לזהות ולקבל התכנסות נומרית עבור החישובים.
4. להעריך את טיב המודל ומגבלותיו.

**1270724 מבוא לכימיה של פולימרים**

2 - - - 4 חורף + אביב 2.0

מקצועות קדם: ( 01240711 - 01240414 )

מושגי יסוד והגדרות, סוגי פולימרים, מבנה וסטריאוכימיה, סינתזה של פולימרים: פילמור בדחיסה (תוצרים, קינטיקה של פילמור בשלבים, מנגנונים), קביעה ובקרה של משקלים מולקולריים, פילמור רדיקלי, אניוני וקטיוני (תוצרים, קינטיקה של פילמור בשרשרת ומנגנונים), פולימריזציות ע"י פתיחת טבעת, פילמור בקרינה, קופולימרים וקופולימריזציה, טכניקות פילמור, ריאגנטים פולימריים ושימושיהם בכימיה אורגנית. פולימרים, פולימרים מיוחדים (מוליכים, גבישים נזליים, טמפל' גבוהות) (פולימרים שימושיים (דבקים, ציפויים, סיבים, גומי, פלסטיק).

**1270735 נושאים נבחרים בקטליזה הומוגנית**

2 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 01240711 - 01260200 )

תהליכים תעשייתיים המבוססים על זירוז מתכתי: תהליך REKCAW, סינתזת OTNASNOM לחומצת חומץ, סינתזה TNOP UD לאדיפוניטריל, הידרופורמילציה. יישומים סינתטיים של קטליזה הומוגנית: א. תגובות KCEH IKUZUS, ELLITS, ב. קרבנוידים בסינתזה: ציקלופורפנציה, החדרת קבוצה לקשרי H-C, מטתזה. פונקציונליזציה קטליטית של פחמימנים. ג. קטליזה אסימטרית: ליגנדות מועדפות, תופעות לא ליניאריות, הפרדה קינטיק.

**1270740 פולימרים: מסינתזה לארכיטקטורות**

2 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 01240711 - 00540350 )

פילמור מבוקר: פולימרים טלקלים. קופולימרים: אקראי, בלוק, גרדיאנט, מבוקר רצף. שינויים לאחר פילמור, מכאנוכימיה. ארכיטקטורות של פולימרים: לינארי, מצולב, מברשת, כוכב, ציקלי, חלקיקי משרשרת אחת, דנדרימר ופולדמר. פילמור באמולסיה: ספירה וחלקיקים פולימריים. הרכבות, קפסולות ופולימרוסומים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט ידע: 1. לתכנן סינתזה של מבנים פולימרים תלת ממדיים. 2. לזהות מבנים גדולים שונים. 3. להסביר שירות סימטריות המתרחשות בזמן הרכבה.

**1280007 שיטות מחקר מתקדמות 1**

5 - - - חורף + אביב 2.5

לימוד שיטות מתקדמות בנושא ספציפי באחד מן השטחים הבאים: כימיה אנליטית כימיה תיאורטית, כימיה אורגנית, כימיה אי אורגנית, כימיה פיסיקלית, פיסיקה כימית, כימיה סביבתית. עבודת המחקר תכלול לימוד שיטות מעבדה מתקדמות, תכנון ניסויים וסיכומם בצורה הנהוגה בספרות המדעית.

**1280008 שיטות מחקר מתקדמות 2**

5 - - - 4 חורף + אביב 2.5

לימוד שיטות מחקר מתקדמות בנושא ספציפי באחד מן השטחים הבאים: כימיה אנליטית, כימיה תיאורטית, כימיה אורגנית, כימיה אי אורגנית, כימיה פיסיקלית, פיסיקה כימית, כימיה סביבתית. עבודת המחקר תכלול לימוד שיטות מעבדה מתקדמות, תכנון ניסויים, תכנון וסיכומם בצורה הנהוגה בספרות המדעית.

**1280413 סמינר בכימיה פיסיקלית ואנליטית**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מתן סמינרים בנושאים מהספרות בכימיה פיסיקלית ואנליטית אשר אינם קשורים ישירות לנושא המחקר של הסטודנט. מטרת הסמינר היא לפתח יכולת קריאה, הבנה וביקורת של מאמרים מקצועיים ברמה גבוהה.

**1280713 סמינר בכימיה אורגנית ואי-אורגנית**

**2 - - - - חורף + אביב 2.0**

מתן סמינרים בנושאים מהספרות בכימיה אורגנית ואי-אורגנית אשר אינם קשורים ישירות לנושא המחקר של הסטודנט. מטרת הסמינר היא לפתח יכולת קריאה, הבנה וביקורת של מאמרים מקצועיים ברמה גבוהה.

**הפקולטה למדע והנדסה של חומרים**

**3140003 מבוא למכניקת המוצקים**

1 2 - - 1 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם: ( 01040131 )**

מאמץ ועיבור ממוצע. מאמץ ועיבור בנקודה. טרנספורמציה של מאמצים ועיבורים, מצב מאמץ ועיבור מישורי. מאמצים תלת-מימדיים. חוק KOOH המוכלל. מאמצים בחומר רב שכבתי רב חומרי, כפיפה של קורות. מאמצים בשכבות דקות, פתרון בעית תנאי שפה.

**3140011 מבנה ותכונות של חומרים הנדסיים**

2 3 - - 6 חורף + אביב + קיץ 4.0

**מקצועות קדם: ( 01240120 ) או ( 01240117 ) או ( 01240115 ) או ( 01250001 )**

קשרים בין אטומים, המבנה הגבישי, פגמים במיקרומבנה. דיפוזיה. התנהגות מכנית של חומרים, נקעים ומנגנוני חיזוק. החלמה, גיבוס מחדש וגידול גרעינים. תופעות כשל מכני. דיאגרמת פאזות, מעברי פאזה. קורוזיה. חומרים פולימרים ומרוכבים. תכונות חשמליות.

**3140016 גרפיקה ממוחשבת להנדסת חומרים**

1 2 - - 1 חורף + אביב + קיץ 2.5

מבוא ליסודות SOLIDWORK, בנייה דו מימדית (2D), אילוצים ויחסים גיאומטריים, בנייה תלת מימדית (3D), יצירת מכלולים, יצירת שרטוטי פרטים ושרטוטי הרכבת חלקים ביישומים שונים בהנדסת חומרים.

**3140200 מבוא להנ.חומרים לתעופה וחלל**

1 2 - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם: ( 01250001 )**

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 03140011, 03140010, 03140013, 03140533, 00340049**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 03140530, 03140535, 03140733**

מבוא. עקומת מאמץ-עיבור ותכונות חוזק של חומרים. סריג ומבנה גבישי. פגמים במבנה הגבישי. השפעת גורמים שונים על עקומת מאמץ-עיבור. קשיחות, שבר, ניסוי גניפה, גורמי פריכות, חסינות השבר. זחילה והתעייפות. דיאגרמות שיווי משקל בינאריות. דיאגרמת שיווי משקל ברזל-פחמן. מנגנוני חיזוק בפלדות, עקומות TTT וכושר חיסום, מנגנוני חיזוק בסגסוגות אלומיניום תעופתי. חומרים מתכתיים בתעשיית התעופה והחלל: פלדות, פלדות נתך ופלדות בלתי מחלדות. סגסוגות אלומיניום, נתי טיטניום וסגסוגות מגנזיום, חומרים לטמפרטורות גבוהות. חומרים קרמיים. פולימרים וחומרים מרוכבים.

**3140311 חומרים קרמיים ופרקטורים**

1 2 - - 3 אביב 2.5

**מקצועות קדם: ( 03140535 ) או ( 03140533 ) או ( 03140011 )**

מבנה גבישי והרכב חומרים קרמיים. חוקי פאולינג לקשר יוני. אבי טיפוס גבישיים. מבנה הסיליקטים. חוקי זכראסן לזכוכיות. פגמים בגבישים קרמיים. שווי משקל ודיאגרמות פאזות במערכות קרמיות. תהליכי עיבוד ועיצוב של חומרים קרמיים. יציקה, כבישה קרה וחמה. ייצור ועיצוב הזכוכית. תכונות חומרים קרמיים. תהליכים ומשוואות סינטור. תכונות החומרים הקרמיים: תכונות מכניות, תרמיות וחשמליות ושימושן בהתקנים.

**3140312 מבוא לחומרים פולימריים**

1 2 - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם: ( 03140011 ) או ( 01240801 ) או ( 01240708 )**

**03140011 ) או ( 03140533 ) או ( 01240801 ) או ( 01240708 )**

**( 03140533 ) או ( 01250800 ) או ( 01250801 )**

הגדרות, מנגנוני ותהליכי פילמור, משקלים מולקולריים, פולימרים אמורפיים וגבישיים, אפיונים תרמיים, ויסקואלסטיות, תכונות מכניות, ראלוגיה, עיבוד, בחירת חומרים פולימריים.

**3140316 תהליכי חיבור של חומרים**

1 2 - - 3 חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם: ( 03140309 )**

טיב גימור ומיקרומבנה פני שטח, כימיה, פיסיקה ותרמודינמיקה של משטחי מוצקים. בדיקת חיבורים ובדיקת חוזקם. חיבורים מכניים, אטמים והברגה. עקרונות תהליכי ריתוך, ריתוך סגסוגות ברזליות ואל-ברזליות. תהליכי הלחמה ואינוך. חיבור ע"י דיפוזיה במצב מוצק, חיבורי קרמיקה ומתכת. חיבורים במערכות ואקום גבוה. חיבורים בהתקנים למיקרואלקטרוניקה.

**3140533 מבוא להנדסת חומרים מ'1**

1 2 2 - - חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם: ( 01250001 )**

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 03140008, 03140011, 00340049**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 03140733, 03340221**

סוגי הקשרים בין האטומים. מבנה גבישי. פגמים נקודתיים, קויים ומישוריים בחומר. מערכות החלקה. עקומות מאמץ-עיבור הנדסית ואמיתית. מאמץ הכניעה, הקשיחות מעוותים, התארכות, האנרגיה האלסטית והפלסטית. השפעת הטמפר' וקצב העיבור על עקומת מאמץ-מעוות. גניפה. תיאוריית גריפטי לשבר פריך. חסינות השבר. זחילה והשפעת הטמפר' והמאמץ על עקומת זחילה, התעייפות. דיאגרמת פאזות, חוק המנוף, התפתחות המיקרומבנה, מסיסות מוגבלת. דיאגרמת ברזל-פחמן, דיאגרמת TTT. תהליך הזיקון והמשקל בסגסוגת אלומיניום. חומרים קרמיים. פולימרים.

**3150002 מעבדת חומרים מתקדמת ח'2**

4 - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם: ( 03150001 )**

הערה: קביעת הציון תיעשה ע"פי הגשת דוחות והצגת פוסטרים. חומרים אלקטרוניים: איפיון גבישי צורן, סיליסידיים של שכבות דקות. פולימרים: פולימרים עם מלאנים מוליכי חשמל. אלקטרוכימיה: שיקוע אלקטרוכימי. התנהגות מכנית: מדידת מקדמים אלסטיים. תכונות אופטיות של חומרים.

**3150003 תרמודינמיקה של חומרים**

1 2 3 - - 6 חורף + אביב + קיץ 4.0

**מקצועות קדם: ( 03140011 )**

מערכות תרמודינמיות, החוק הראשון, השני והשלישי של התרמודינמיקה, גאז אידיאלי ולא אידיאלי, משוואות מצב, קיבול חום, הקשר בין תכונות תרמודינמיות לתכונות מכניות. אנטרופיה, שינוי אנטלפיה ואנטרופיה בעת טרנספורמציות פאזות וריאקציות כימיות, יחסי מקסוול, פוטנציאל כימי ואקטיביות, משוואת קלאוזיוס-קלפירון, גדלים תרמודינמיים חלקיים, תמיסות וסיווגן, קשרי גיבס-דוהם, גישות אטומיסטיות, תלות האנרגיה החופשית בהרכב, בטמפרטורה ובלחץ. אנרגיה חופשית ודיאגרמת שווי משקל, דיאגרמת פאזות של רכיב אחד, דיאגרמות פאזות בינריות וטרנריות.

**3150008 התנהגות מכנית של חומרים**

1 3 - - 4 אביב 3.5

**מקצועות קדם: ( 03140003 ) או ( 03140011 ) או ( 03140003 )**

אנאיזוטרופיה של גבישים שונים. קריטריוני כשל בחומרים איזוטרופיים. נקעים-מאמצים, כוחות ואנרגיות. אינטרקציה בין נקעים ופגמים אחרים. תופעות כניעה. יסודות תורת השבר, חסינות לשבר של חומרים. חוזק סטטיסטי של חומרים. תופעות התעייפות.

**3150014 פרויקט מתקדם בחומרים**

--- 3 8 חורף + אביב + קיץ 4.0

**מקצועות קדם: ( 03150002 )**

הסטודנטים יבצעו מחקר ניסויי או עיוני באחד מתחומי הנדסת החומרים בהנחיית חבר סגל (אפשרי בשיתוף עם התעשייה). על הסטודנט למצוא נושא מחקר לפני תחילת הסמסטר. היקף המחקר הינו 8 שעות שבועיות במשך סמסטר אחד. בסוף הסמסטר על הסטודנטים להציג את עבודתם בפוסטר באירוע כלל פקולטי ולהגיש דו"ח מסכם.

**3150042 מבוא לנומדיע ונוטכנולוגיה**

--- 2 2 חורף + אביב 2.0

**מקצועות קדם: ( 01160217 ) או ( 01270427 ) או ( 01140217 )**

מבוא, מיון ננוחומרים, קוהזיה, אנרגיית שטח, ייצור ננוחומרים, ליתוגרפיה ונולייתוגרפיה, אפיין ננוחומרים - מיקרוסקופית סריקה ומיקרוסקופית אלקטרונית, תכונות ננוחומרים (מבנה פסים, תכונות חשמליות ואופטיות, תכונות מכניות), ננוצינוריות פחמן, גרפין, ננוחומרים של מוליכים למחצה, שימושים של ננוחומרים.

**3150016 התקני מוליכים למחצה להנדסת חומרים**

--- 1 2 6 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם: ( 03150030 )**

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00440127, 00440125, 00440126**  
מבוא, מעגלים משולבים, קבל מתכת - תחמוצת-מוליך למחצה תלות קיבול במתח לקבל אידאלי וריאלי. טרנזיסטור SOM: אופיין זרם, מגבר לאות קטן, מהפך לוגי, שערים לוגיים וחישוב בוליאני, טרנזיסטור בעל תעלה קצרה, צילום באמצעות התקני מל"מ, זכרונות נדיפים ובלתי נדיפים, התקני מתח גבוה והתקנים מתקדמים.

**3150045 תהליכי יצור במיקרואלקטרוניקה**

--- 1 3 3 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם: ( 03150030 )**

גידול גבישים, דיפוזיה והשתלת יונים, חמצון, דיפוזיות מעבר מואצת, איכול יבש, איכול רטוב ותהליכי ניקוי, פוטוליטוגרפיה, שקוע שכבות דקות, (פולי סיליקון, אלומיניום, נחושת), טיפולים טרמים מהירים, איכול מכני-כימי, אינטגרציה ותנובה.

**3150017 תהליכי גימור וציפויים**

--- 1 2 3 חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם: ( 03140532 )**

יסודות אלקטרוכימיים ותרמודינמיים של תהליכי ציפוי. יסודות פיסיקליים ומטלורגים של תהליכי ציפוי. אפליקציות של ציפויים במיקרואלקטרוניקה. ציפויי נחושת, ניקל, כסף, בדיל, כרום וזהב.

**3150051 דיפוזיה במוצקים**

--- 1 2 2 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם: ( 03140011 ו- 01040223 ) או ( 01040216 ו- 03140011 )**

**מקצועות קדם: ( 03140011 ו- 01040218 )**

היסטוריה של דיפוזיה. חוקי פיק. פתרונות לתנאי שפה ולתנאי התחלה שונים. שיטות נומריות. סקירה של סוגי הדיפוזיה וערכים של מקדמי הדיפוזיה. מנגנוני הדיפוזיה. העדרויות. פקטור של קורלציה. דיפוזיה כימית. שיטה של מאטאנו. דיפוזיה וסחיפה. אפקט של קירקאנדל. אנליזה של דארקן. תרמודינמיקה של דיפוזיה. פקטור תרמודינמי. דיפוזיה ודיאגרמת פזות. דיפוזיה רב-מרכיבית ורב-פזית, דיפוזיה בפני-השטח ובגבולות הגרעינים.

**3150030 תכונות חומרים אלקטרוניים**

--- 1 2 3 אביב 2.5

**מקצועות קדם: ( 01140217 ) או ( 01160217 ) או ( 01270427 )**

מבוא. הולכה חשמלית במתכות: מוליכות חשמלית, תלות בטמפרטורה, במיקרומבנה ובפגמים. מוליכים למחצה: מבנה פסי אנרגיה, ריכוז נושאי מטען בשיווי משקל, מוליכות חשמלית ומוביליות, זרמי סחיפה ודיפוזיה, גנרציה ורקומבינציה של נושאי מטען, נושאי מטען בעודף. פגמים במבנה הגבישי והשפעתם על התכונות החשמליות של מוליכים למחצה. צמתים: מגע מתכת-מוליך למחצה, צמת N-P, טרנזיסטור TEFJ. תכונות אופטו-אלקטרוניות של מוליכים למחצה: בליעה, פוטומוליכות, פוטוולטאיות.

**3150053 הנדסה של פולימרים ביו-רפואיים**

--- 1 2 2 חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם: ( 03140312 ו- 03140011 )**

חומרים ביו-רפואיים-מבוא כללי, התאמה ביולוגית, סיווג של חומרים ביו-רפואיים, חומרים ביו-רפואיים פולימריים בלתי מתכלים, חומרים ביו-רפואיים פולימריים מתכלים ממקור טבעי, חומרים ביו-רפואיים פולימריים מתכלים סינתטיים, טכנולוגיות חדשות לסינתזה ועיבוד של חומרים ביו-רפואיים, חומרים ביו-רפואיים ניתנים להזרקה בעלי רצף מבני, חומרים ביו-רפואיים ניתנים להזרקה ללא רצף מבני: מיקרו וננו-חלקיקים, מערכות לשחרור מושהה של תרופות, ננו-חלקיקים פולימריים הנוצרים באמצעות תהליכי צבירה עצמית, הטבעה מולקולרית, מערכות פולימרות לטיפול בפצעי עור.

**3150035 פרויקט בחירה בהנדסת חומרים**

--- 1 2 3 6 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם: ( 03150014 )**

עבודה עצמאית בהנחיית חבר סגל בטכניון בנושאים ספציפיים (חומרים מתכתיים, חומרים אלקטרוניים, חומרים קרמיים, חומרים פלסטיים, ביו-חומרים, חומרים קוונטיים, חומרים מרוכבים, מדע חישובי של חומרים, וכו'). הערה: סטודנטים שהשלימו את הקורס "פרויקט מתקדם בחומרים 2" לא יוכלו להרשם לקורס זה. בסוף הסמסטר על הסטודנטים להציג את עבודתם בפוסטר באירוע כלל פקולטי ולהגיש דו"ח מסכם.

**3150057 מבוא למדע חישובי של חומרים**

--- 1 2 2 חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם: ( 01160217 ) או ( 01270427 )**

מבוא לשיטות חישוביות עבור חומרים, דיוק ומהירות, מגבלות מעשיות, גודל ותנאי גבול, שיטות חישוב מאלמנטים ראשוניים, עיקרון וריאציה, הרטרי-פוק, אינטראקציה קונפיגורציה, תיאורית פונקציונל הצפיפות, צפיפות אלקטרונית, הוהנברג-כהן, קירובים, קוה-שהם, דינמיקה מולקולרית, פוטנציאלים אמפיריים, משוואות תנועה, צעד זמן וממוצעי צבירה, סימולציות מונטה-קרלו, מיצוע תרמי, שימוש לבחירה והנדסה של חומרים בשיטות אלו.

**3150039 מעבר תנע, חום ומסה להנדסת חומרים**

--- 1 2 2 3 חורף + אביב + קיץ 4.0

**מקצועות קדם: ( 03150051 )**

מבוא למכאניקה פלואידים, נפח בקרה, רצף, קווי זרימה, פלואידים סטאטיים, חוקי שימור אינטגרליים, ברנולי, חוקי שימור דיפרנציאליים, נאויה-סטוקס, אוילר, זרימה צמיגה חיצונית, זרימה למינארית וטורבולנטית, מספר ריינולדס, גרר, שכבת גבול, מבוא למעבר חום, מעבר חום בקרינה, מעבר חום בהולכה, חוק פורייה, משוואת החום, הולכה יציבה חד-ממדית, ייצור חום, הולכה יציבה רב-ממדית והולכה לא יציבה, שיטת קיבול חום המקובץ, מספר ביו, מספר פורייה, הסעה מאולצת, מקדם הסעה, סימילאריות תנע, חום ומסה, מספרי פרנדטל, שמידט, נוסלת ושרוד, זרימה חיצונית ופנימית, הסעה חופשית, רתיחה ועיבוי.

**3150058 שיטות לניתוח חומרים באמצעות מחשב**

2 - - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 02340127 ) או ( 02340112 ) או ( 03140011 )

פרמטרים נומריים ופיסיקליים למידול חומרים, אינטרפולציה של פונקציות של חומרים, מציאת שורש עבור יחס דיספרסיה של חומרים, פתרון משוואות אינטגרליות ודיפרנציאליות לחישוב שטף בחומרים, פתרון משוואות דיפרנציאליות רגילות, אלגוריתם מנבא-מתקן, דינאמיקה מולקולארית של חומרים ויישום ליצירת פגם מכני, יישום שיטות לפתרון לחוקי התרמודינמיקה ודיפוזיה הקינטית בחומרים.

**3150060 יסודות האפיטקסיה: מבנה פני השטח**

2 - - - 1 2 אביב 2.5

**מקצועות קדם:** ( 01240118 ) או ( 01240415 ) או ( 01240414 ) או ( 01240510 ) או ( 01240503 ) או ( 01240336 ) או ( 01140036 ) או ( 03150003 ) או ( 00540215 ) או ( 00540316 )

אפיטקסיה וחשיבותה במדע ובתעשייה. שיטות גידול אפיטקסיה אולי מהנוזל, מהמוצק ומהגז. פני השטח של מוצקים בשיווי משקל בשכבות הומו- והטרו-אפיטקסיה, לרבות צורות של גבישים ופני שטח, אופני גידול והרפיית עיבורי אי-תאום. זרימת מדרגות לעומת גידול איים. דינמיקת ההתפתחות של המורפולוגיה המשטחית במשטרי גידול שונים. אי יציבות בגידול. האפקט של מזהמים וחומרים פעילי שטח.

**3150063 תופעות צימוד במוליכים למחצה**

2 - 1 - 1 חורף + אביב + קיץ 2.5

תופעות צימוד של משטרים פיזיקליים שונים בדגש על מוליכים למחצה. סקירה כללית ומיקוד בתופעות אלקטרומכאניות וביטויים בחומרים מוליכים למחצה כדוגמת GAN! גליום ניטריד. חלקו הראשון עוסק בניסוח התופעות הללו בצורה כללית! וצימודים מסדרים שונים (לינאר! ריבועי) וחלקו השני עוסק ביישום בהתקני מ"מ כדוגמת טרנזיסטורים ודיודות מבוססי GAN.

**3150200 מכני. רשתות פולימר. בחומרים ביולוגי**

2 - 1 - 4 חורף 2.5

**מקצועות קדם:** ( 03380401 ) או ( 03340222 ) או ( 03150053 ) או ( 03140312 )

מבני רשת פולימריים כגון מברשת, צורת כוכב, מסרק, עם דגש מיוחד על רשתות צולבות, מודל מקסוול לויסקואלסטיות, אלמנטים של נורטון-הוף, מקסוול וקלווין, מודל בורגרים, מנגנון מולקולרי לחילה, הרפיה ומודול יאנג ברשתות, תאורית פלורי-האגנס, איפיון ארכיטקטורות רשת ע"י ננו-אינדנטציה, ראוולוגיה, ומיקרוסקופית אלקטרונית ומודלי פלורי וסטוקמאיר ודג-איסיי

**3160240 יסודות הקריסטלוגרפיה**

2 - - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות זהים:** 03160241, 03180240

סימטריה של גבישים: במרחב ממשי ובמרחב הפכי. השלכת סטראוגרפית וחישובים קריסטלוגרפיים. אלמנטים של סימטריה לוקלית וקבוצות נקודתיות. סימטריה של טראנסלציות וסריגי בראוור. סידור אטומי ומספר קורדינאציה. שילוב בין אלמנטים סימטריה לוקלית וטראנסלציות: צירי בורגי ומישורי החלקה. קבוצות מרחביות. סימטריה ותכונות פיזיקליות של גבישים.

**3180020 אלקטרוניקה מולקולרית ניסיונית**

2 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 03150030 ) או ( 01270427 )

מבוא לאלקטרוניקה מולקולרית, שיטות מתקדמות ליצור צמתים מולקולריים: צמת חד שכבתי, מנגנוני טרנספורט בסקלה ננומטרית: מנהור, דילוג (HOPPING), עקרונות מוליכות מולקולרית, מודל אנליטי לצמתים מולקולריים, כימות היחס בין מבנה מולקולרי למנהור, מיתוג הולכה בצמתים מולקולריים ע"י שינויים קונפורמליים, מתג מולקולרי, מיישר מולקולרי, טרנזיסטורים מולקולריים, דגשים ואתגרים באלקטרוניקה מולקולרית. תוצאות למידה:

- 1) הכרה והבנת שיטות ניסיוניות, רקע תיאורטי, ייצור התקנים, מנגנוני הפעולה של התקני אלקטרוניקה מולקולרית.
- 2) חשיפה למחקר מתקדם בנושאי אלקטרוניקה מולקולרית.
- 3) הבנת החשיבות של מחקר ושיטות המחקר בנושא אלקטרוניקה.

**3180021 חומרים בתנאי לחץ וטמפרטורה גבוהים**

2 - - - - 2 אביב 2.0

**מקצועות קדם:** ( 01160217 ) או ( 01240414 ) או ( 03150003 ) או ( 03150003 ) או ( 01240414 ) או ( 01270427 )

מבוא והסבר על תנאי טמפרטורה ולחץ קיצוניים. שיטות ניסיוניות לאפיון חומרים תחת תנאים קיצוניים. התלות של המבנה והתכונות הפיזיקליות שלחומרים בלחץ. התלות של דיאגרמת הפאזות בשיווי-משקל וגדלים תרמודינמיים בלחץ וטמפרטורה בערכים קיצוניים.

תכונות מכניות ומשואת המצב של חומרים הנפעלים לתנאים תרמודינמיים קיצוניים.

השפעת תנאים תרמודינמיים קיצוניים על נקודת ההיתוך של חומרים מוצקים.

היבטים של כימיה ומדע החומרים בתנאי לחץ גבוה. ייצור חומרים בתנאי תרמודינמיים קיצוניים.

תגובה של חומרים לתנאי הלם.

חומרים בעלי תכולת אנרגיה ונפיצות גבוהות.

החשיבות של מאמץ ועיבור בטכנולוגית חומרים.

השפעת תנאים קיצוניים על חומרים בתחום מדעי כדור הארץ.

תוצאות למידה:

הקורס מיועד להקנות לסטודנטים ולסטודנטיות ידע בהתנהגות של חומרים תחת תנאים קיצוניים של לחץ וטמפרטורה, וכן ידע מעשי כיצד ניתן לנצל תנאים אלה לייצור חומרים בעלי תכונות פיזיקליות רצויות שאינן ניתנות להשגה בדרכים אחרות.

**3180119 סמינר מתקדם בהנדסת חומרים**

6 - - - 12 חורף + אביב 6.0

המשתלם יכין עבודה סמינריונית, בהנחיית חבר סגל, בנושא הנדסת חומרים. העבודה תוגש באישור המנחה, כחלק ממילוי הדרישות לקבלת התואר "מגיסטר להנדסה בהנדסת חומרים".

**3180126 נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים 2**

2 - - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

קורס מתקדם שנועד ללימוד מעמיק בשטח ספציפי במדע והנדסת החומרים. סילבוס מפורט נקבע באותו סמסטר בו ניתן הקורס.

**3180128 נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים 4**

2 - - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

קורס מתקדם שנועד ללימוד מעמיק בשטח ספציפי במדע והנדסת החומרים. סילבוס מפורט נקבע באותו סמסטר בו ניתן הקורס.

### 3180820 מערכות אלקטרוכימיות עתירות אנרגיה

2 - - - - חורף + אביב 2.0

סוגי תאים וסוללות. צפיפות אנרגיה: חישובים תיאורטיים. תרמודינמיקה של סוללות. תכונות תרמודינמיות וקינטיות נדרשות מחומר אנודי, קתודי, מאלקטרוליט וספרטור, פוטנציאל אלקטרוכימי של תא. תגובת התא וקינטיקה של התגובה. אלקטרוכימיה מתקדמת של סוללות נטענות (שניוניות) וראשוניות: הכימיה של סוללות ראשוניות, נטענות ותאי דלק. מבנה, תכנון ובניית סוללות ותאי דלק. טעינה, פריקה, פריקה עצמית, מחזור חיים, חי מדף, מתח, מטען והתנגדות התא: חישובים תיאורטיים ומעשיים. יישומים.

### 3180221 מבנה והרכב פני שטח מוצקים

2 - - - - חורף + אביב 2.0

מבוא, אפיון פני השטח בעזרת אלומת אלקטרונים, דיפרקציה אלקטרונית מהשטח- RHEER, DEEL, ספקטרוסקופית אוג'ר. SLEE: ספקטרוסקופית אבודי אנרגיה של אלקטרונים. חקירת פני השטח בעזרת אלומת יונים - פיזור יונים, פיזור רתרפורד, תעול (GNILENNAHC), התזת ( ) - SMIS (GNIRETTUPS) ספקטרומטרית מסות של יונים משניים. חקירת פני השטח בעזרת פוטונים: SPX - ספקטרוסקופית פוטואלקטרונית הנוצרים עקב הקרנה בקרני-SPU, X ספקטרוסקופית פוטואלקטרונית הנוצרים עקב הקרנה באור אולטרא-סגול. מיקרוסקופית פני השטח ברזולוציה אטומית: MFA - מיקרוסקופית כוח אטומי, MTS - מיקרוסקופית מנהור (GNILENNUT) סורקת.

### 3180525 מיקרוסקופית אלקטרונית חודרת

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מבוא, מבנה מיקרוסקופ אלקטרוני חודר, יתרונות, חסרונות, מיגבלות. טכניקות להכנת דגמים. אופן יצירת דמויות ומיקומי דיפרקציה אלקטרונית. יסודות קריסטלוגרפיה הכרחיים לפיענוח דיפרקציה אלקטרונית. תאוריה קינמטית של דיפרקציה אלקטרונית. אפיון וזיהוי מיקרומבנה באמצעות דיפרקציה אלקטרונית. תאוריה קינמטית של קונטרסט דמות. תאוריה דינמית של קונטרסט דמות. זיהוי ואפיון פגמים במבנה. תאוריה של קונטרסט פאהז. קבלת דמות סריג. שילוב של טכניקות אנאליטיות נוספות במיקרוסקופ אלקטרוני חודר.

### 3180541 יסודות של מיקרוסקופיה סורקת בשדה קרוב

2 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.0

תורת אלקטרוני של פני שטח מוצקים. מכאניקה קוונטית של אפקט מנהור. עקרונות הפעלת מיקרוסקופ מנהור סורק. ספקטרוסקופית מנהור. מיקרוסקופית כוח סורקת. שיטות הפעלה במגע וללא מגע. מיקרוסקופיות של כוחות אלקטרוסטטיים וכוחות מגנטיים. מיקרוסקופיה אופטית קצרת טווח סורקת. עקרונות נאנואינדנטציה רגישת עומק. מגע בין שני מוצקים (בעיית הרץ). שיטת אוליבר-פיהרר. נאנוליתוגרפיה. מדידות תכונות מכניות של שכבות דקות. נאנוטריבולוגיה.

### 3180627 מגעים ומטליזציה להתקני מיקרואלקטרוניקה

2 - - - - חורף + אביב 2.0

מקצועות קדם: ( 03150030 )

תכונות חשמליות של שכבות מתכתיות דקות ואפיון. מגע מתכת. מוליך למחצה - תכונות חשמליות. שיטות לקביעת גובה מחסום שוטקי. שיטות לאפיון מגעים אוהמיים. אינטראקציה מתכת - סיליקון. יצירת סיליסיידים. חסמי דיפוזיה, מטליזציה שער בהתקני SUM. מגעים אוהמיים בהתקנים. STCENNOCRETNI, GNILLIF GULP. מאמצים מכניים שכבות מטליזציה, נדידה חשמלית.

### 3180722 מבנה ותכונות של פולימרים גבישיים

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

גידול גבישים יחידים. נקעים בגידול גבישים. התגבשות מסה. קנטיקה ותרמודינמיקה של התגבשות. שיטות אפיון מבנה פולימרים. שיטות דיפרקציה קרני-X, פיזור אור, מיקרוסקופיה אופטית, מיקרוסקופית אלקטרונית, אנליזה תרמית. התגבשות בלחצים גבוהים. דפורמציה והכוונה. מיקרו-מבנה. חומרים אמורפיים. הרפיה.

**הפקולטה למדעי המחשב****2340125 אלגוריתמים נומריים**

2 2 - - 4 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 02340114 - 01040166 ) או ( 02340114 - 01040016 ) או ( 01040016 - 02340117 ) או ( 02340117 - 01040064 ) או ( 02340117 - 01040166 )

**2340125 מקצועות זהים:**

מערכות משוואות ליניאריות: חילוף גאוס ופירוק UL, פירוק צ'ולסקי, מטריצות חיוביות מוגדרות, ריבועים פחותים והיפוך מוכלל של מטריצה, ריבועים פחותים משוקללים, רגולריזציה טיכונוב, מרחבי מכללה פנימית ומרחבים נורמיים, אורתוגונליות, פירוק RQ ושימושי, ערכים עצמיים וערכים סינגולריים, פירוק DVS ושימושי, שיטות איטרטיביות בסיסיות למערכות ליניאריות ולבעיות ריבועים פחותים, נורמות של מטריצות, משפט גרשורן, שיטת החזקה, אי יציבות נומרית ושיטות נומריות, מטריצות טופליץ' וסיבוביות, פעולת הקונבולוציה, התמרת פורייה הדיסקרטית ואלגוריתם TFF פתרון איטרטיבי למשוואות אי-ליניאריות סקלריות: שיטת החציה, שיטת ניוטון-רפסון, שיטת המיתר, חקר התכנסות.

**2340128 מבוא למחשב שפת פייתון**

2 2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02340130, 02340221, 02740121

הקורס מיועד לכלל הסטודנטים בטכניון. מבנה המחשב. חומרה ותכנה. ייצוג נתונים. מושגי יסוד ותכנות בשפת פייתון: ערכים, משתנים, ביטויים, טיפוסים נתונים בפייתון, התניות, חוגים (לולאות), פונקציות, רקורסיה, קלט. פלט (טקסטואלי וגרפי). סביבת הפיתוח של פייתון: שטח העבודה, הרצת תוכניות, ניפוי שגיאות. פיתוח מובנה של תוכניות, ארגון מידע במחשב. אלגוריתמים: פיתוח מונחה נכונות וסיבוכיות בסיסית. פתרונות אלגוריתמיים למיון, חיפוש, בעיות במספרים שלמים.

**2340129 מב. לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמ"ח**

2 2 - - 4 חורף + אביב 3.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02360353, 02340144

הגדרות בסיסיות, יחסים, פונקציות, יחסי שקילות וסדר, קבוצות בנות מניה ושיטת הליכסון של קנטור, אוטומטים סופיים (דטרמיניסטיים ולא דטרמיניסטיים), ביטויים רגולריים, למת הניפוח, דקדוקים.

**2340130 מבוא למחשב שפת פייתון - בל**

2 2 - - 4 חורף + אביב 4.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02740121

הקורס מיועד לסטודנטים בתוכניות הבינלאומיות של הטכניון והוא יועבר בשפה האנגלית. הקורס מכסה את אותם נושאים כמו הקורס המקביל הכלל טכניוני: מבנה המחשב. חומרה ותוכנה. ייצוג נתונים. מושגי יסוד בתכנות בשפת פייתון: ערכים, משתנים, ביטויים, טיפוסים נתונים, התניות, חוגים (לולאות), פונקציות, רקורסיה, קלט. פלט (טקסטואלי וגרפי). סביבת הפיתוח של פייתון: שטח העבודה, הרצת תוכניות, ניפוי שגיאות. פיתוח מובנה של תוכניות, ארגון מידע במחשב. אלגוריתמים: פיתוח מונחה נכונות וסיבוכיות בסיסית. פתרונות אלגוריתמיים למיון, חיפוש, בעיות במספרים שלמים.

**2340114 מבוא למדעי המחשב מ'**

2 2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02340117, 02340127, 02340126, 02340130, 02340221, 02340128

הקורס מיועד לסטודנטים למדעי המחשב. המקצוע 2340111 (מבוא למדעי המחשב) יענה על הדרישה לקדם בכל מקום שבו נדרש 2340114. מבנה המחשב. גישהאלגוריתמית לפתרון בעיות. מושגי יסוד ותכנות בשפת C. פיתוח תכניות מלמעלה למטה. תכנות מבני. כתיבה ובדיקה מלמטה למעלה. ניפוי שגיאות. תכנון הדפוסות ביקורת. הוכחת נכונות חלקית ושלמה של תכניות. מדדים ליעילות האלגוריתם: סיבוכיות זמן וזכרון. סיבוכיות פולינומיאלית ואקספוננציאלית. דוגמאות לאלגוריתמים אקראיים. בעיות שלא ניתנות להכרעה. מחסנית. תור. יצוגים של ביטויים אריתמטיים ומימוש חישובם באמצעות מחסנית. רקורסיה ומימושה. חיפוש לעומק. מיון יעיל.

**2340117 מבוא למדעי המחשב ח'**

2 2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02340127, 02340126, 02340128, 02340130, 02340221

הקורס מיועד לסטודנטים של הנדסת חשמל. מבנה המחשב. גישה אלגוריתמית לפתרון בעיות. מושגי יסוד ותכנות בשפת C. פיתוח תכניות מלמעלה למטה. תכנות מבני. כתיבה ובדיקה מלמעלה למטה. ניפוי שגיאות. תכנון הדפוסות ביקורת. הוכחת נכונות חלקית ושלמה של תוכניות. מדדים ליעילות האלגוריתם: סיבוכיות זמן וזכרון. סיבוכיות פולינומיאלית ואקספוננציאלית. דוגמאות לאלגוריתמים אקראיים. בעיות שלא ניתנות להכרעה. מחסנית. תור. יצוגים של ביטויים אריתמטיים ומימוש חישובם באמצעות מחסנית. רקורסיה ומימושה. חיפוש לעומק. מיון יעיל.

**2340118 ארגון ותכנות המחשב**

1 1 - 6 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 02340124 - 00440252 ) או ( 02340252 - 02340124 )

תכנות מערכות מתקדם: המחשב מרמת האסמבלי ועד רמת סביבת תכנות מתקדמת. מבנה המחשב: זיכרון ערימה, מחסנית. מבוא לשפת אסמבלי. הידור ובניה של פרויקט מרובה קבצים, קישור וטעינה. ניהול זכרון דינמי מתקדם: מצביעים חכמים, מערכות הקצאת זכרון. מבנה אובייקטים בזכרון, סדר הקצאה ושחרור. ניהול משאבים. עבודה סינכרונית ואסינכרונית. הצגה של עמוד בדפדפן.

**2340123 מערכות הפעלה**

2 2 - 6 6 חורף + אביב 4.5

מקצועות קדם: ( 02340218 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02360364

הקורס מציג את הנושאים המרכזיים של מערכות הפעלה מודרניות, ובפרט: תהליכים וחוסים: זימון והחלפת הקשר, תיאום: בעיית הקטע הקריטי, סמפורים ומשתני תנאי, פסיקות, ניהול זיכרון: דפדוף, זיכרון וירטואלי, מערכת הקבצים. במסגרת התרגול, הסטודנטים יכנסו לעומקה של מערכת הפעלה מתקדמת.

**2340124 מבוא לתכנות מערכות**

2 2 - 4 חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות קדם: ( 02340114 ) או ( 02340117 )

השלמות שפת C: מצביעים, רשומות, ניהול זיכרון דינמי, רשימות מקושרות, עצים. ניהול גרסאות. הידור, קישור, ושימוש בספריות. פקודות LLEHS בסיסיות. פייתון כשפת "דבק" של המערכת. ניפוי שגיאות, בדיקת תוכנה, בדיקה אוטומטית. מבוא ל-C++: תכנות מונחה עצמים, טיפוסים נתונים מופשטים, פולימורפיזם דינמי וסטטי.

**2340141 קומבינטוריקה למדעי המחשב**

1 - 1 2 - 6 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 01040166 - 01040195 ) או ( 01040166 - 01040031 ) או ( 01040016 - 01040031 ) או ( 01040031 - 01040016 ) או ( 01040016 - 01040195 ) או ( 01040016 - 01040031 ) או ( 01040016 - 01040195 ) או ( 01040016 - 01040064 ) או ( 01040195 - 01040064 ) או ( 01040031 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02340246, 02340144**

עקרונות ספירה בסיסיים, הבינום של ניוטון, עקרון ההכלה וההפרדה, רקורסיה ואינדוקציה, פונקציות יוצרות, חלוקות. גרפים מכוונים ולא מכוונים, עצים, ספירת עצים, מסלולים אוילריים, עצים מצביים ומספרי קטלן. הקורס מיועד לסטודנטים של מדעי המחשב.

**2340268 מבני נתונים ואלגוריתמים**

1 1 2 - - אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 02340128 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00440268

הקורס יקנה את המושגים של מבנה נתונים מופשט! מבני נתונים! אלגוריתמים וסיבוכיות. בחלק של מבנה הנתונים ילמדו מחסניות! תורים! ערימות! טבלאות ערבול! עצים! וגרפים. הנושאים האלגוריתמים כוללים הפרד ומשול! אלגוריתמים חמדניים! רקורסיה ורנדומיזציה. האלגוריתמים כוללים אלגוריתמי מיון! אלגוריתמי חיפוש! אלגוריתמי ערבול! אלגוריתמים בגרפים! כולל חיפוש עומק ורוחב! עצים פורשים מינימום! מציאת רכיבים קשירים ואלגוריתמים בסיסיים למציאת מסלולים קצרים. נושאי הסיבוכיות כוללים אנליזה אסימפטוטית וחסמים עליונים ותחתונים.

**2340290 פרויקט 1 במדעי המחשב**

2 - - - חורף + אביב + קיץ 0.5

מיועד לסטודנטים בסמסטר אחרון ללימודיהם, שחסרה להם 0.5 נקודה להשלמת התואר. הסטודנט יבצע פרויקט בהנחית חבר סגל הפקולטה. קורס זה אינו נחשב כפרויקט לענין קיום דרישות הפרויקטים לתואר.

**2340291 פרויקט 2 במדעי המחשב**

3 - - - חורף + אביב + קיץ 1.0

מיועד לסטודנטים בסמסטר אחרון ללימודיהם, שחסרה להם 1.0 נקודה להשלמת התואר. הסטודנט יבצע פרויקט בהנחית חבר סגל הפקולטה. קורס זה אינו נחשב כפרויקט לענין קיום דרישות הפרויקטים לתואר.

**2340292 לוגיקה למדעי המחשב**

1 2 - - - חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 02340129 ) או ( 01040293 - 01040002 ) או ( 01040290 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02340293

תחשיב הפסוקים ותחשיב היחסים: הגדרת התחשיבים, סמנטיקה, מערכות הוכחה, משפטי שלמות ונאותות, משפטי קומפקטיות ושימושיהם.

**2340302 פרויקט בקומפילציה ה'**

2 - - 3 - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 02360360 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02360361

בקורס זה יכתב קומפילטר לשפה מסוימת. הסטודנטים יעבדו יחידים או בצוותים בפיקוח של אסיסטנט.

**2340303 פרויקט במערכות הפעלה ה'**

2 - - 3 - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 02340123 )

פרויקט מעשי בנושא מחקרי בתחומים שנוגעים למערכות הפעלה כגון וירטואליזציה, מערכות אחסון, מערכות תקשורת, אבטחת מערכות ומערכות ענן.

**2340312 פרויקט שנתי בהנדסת תוכנה-שלב ב'**

2 - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 02340311 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02360705

קורס זה נחשב כפרויקט לענין קיום דרישות הסיום. מימוש מלא של אב הטיפוס שמומש בקורס המקדים 234311. קביעת הציון על סמך טיב הפרויקט, שימומש בשלב זה, בדיקות נכונות, איכות הקוד ודו"חות ביניים.

**2340221 מבוא למדעי המחשב נ'**

2 2 2 - 4 - חורף + אביב + קיץ 4.0

הקורס מיועד לסטודנטים בפקולטה להנדסת תעשייה וניהול. מבנה המחשב. חומרה ותוכנה. ייצוג נתונים. מושגי יסוד ותכנות בשפת פיתון: ערכים, משתנים, ביטויים, טיפוסים נתונים בפיתון, תניות, חוגים (לולאות), פונקציות, רקורסיה, קלט. פלט (טקסטואלי וגרפי). סביבת הפיתוח של פיתון: שטח העבודה, הרצת תוכניות, ניפוי שגיאות. פיתוח מובנה של תוכניות, ארגון מידע במחשב. אלגוריתמים: פיתוח מונחה נכונות ואנליזת סיבוכיות בסיסית. פתרונות אלגוריתמים למיון, חיפוש, בעיות במספרים שלמים.

**2340230 השתלמות עצמית 1**

6 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מיועד לסטודנטים בשלבי לימודים מתקדמים (שצברו לפחות 80 נקודות) ובעלי השגים טובים בלימודים (ממוצע מצטבר לפחות 80). ההשתלמות תעשה בהנחית חבר סגל הפקולטה ובאישור מרכז לימודי הסמכה בפקולטה.

**2340247 אלגוריתמים 1**

2 - - 5 - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 02340218 - 02340141 )

הקורס עוסק בשיטות בסיסיות לתיכון וניתוח אלגוריתמים, כולל שיטות סריקה, אלגוריתמים חמדניים, תכנון דינמי, רדוקציות, מסלולים משפרים, אלגוריתמים הסתברותיים, ושיטות אלגבריות. בקורס מציגים אלגוריתמים יעילים לשאלות יסוד בתורת הגרפים ובתחומים אחרים. בין השאר דנים בנושאים הבאים: סריקה לרוחב, סריקה לעומק, עץ פורש מינימום, מסלולים קלים ביותר, זרימה ברשתות, חתכים, התאמת מחרזות, בעיות גיאומטריות ואלגבריות. הקורס מיועד לסטודנטים של מדעי המחשב.

**2340313 פרויקט תעשייתי****3.0 חורף + אביב**

פרויקט תוכנה בהיקף של 3 נק', המתבצע בעקרון ע"י זוג סטודנטים (120 שעות עבודה לסטודנט). נושאי הפרוייקטים מתקבלים מחברות תוכנה בתחילת הסמסטר במגוון נושאים במדעי המחשב. הנחיית הפרוייקט ע"י מנחה מהתעשייה, בפיקוח אחראי אקדמי מטעם הפקולטה. הפרוייקט יקנה לסטודנטים נסיון בביצוע פרויקט הנגזר מה"עולם האמיתי" תוך שימוש בכלי פיתוח וסביבות עבודה מודרניות לפיתוח תוכנה והתמודדות עם הבעיות האופייניות המתעוררות בתהליכי פיתוח. בסוף הפרוייקט, מוצר התוכנה מוגש בליווי תיעוד הולם ודו"ח מסכם.

**2340326 פרויקט בגרפיקה ממוחשבת ה'****2 - 3 - חורף + אביב + קיץ 3.0****מקצועות קדם: (02340325)**

יבוצע פרויקט על ציוד גרפי. הפרוייקט יבוצע ע"י סטודנטים יחידים או בקבוצות קטנות בהשגחתם של אסיסטנטים ובהדרכת חבר סגל בכיר.

**2340329 פרויקט בעיבוד וניתוח תמונות****4.0 חורף + אביב + קיץ 4.0**

**מקצועות קדם: (02340325) או (00460200) או (00460345) או (02360873) או (02360327) או (02360861) או (02360860)**

קורס זה מיועד לביצוע פרויקט רחב בהיקפו בנושאים של ראייה ממוחשבת ועיבוד תמונות. הסטודנטים יעבדו בצוותים קטנים (2) בהנחיה צמודה של אסיסטנטים ובפיקוח סגל בכיר.

**2340901 סדנה בתכנות תחרותי****3 - 2 - חורף + אביב + קיץ 3.0****מקצועות קדם: (02340247)**

בקורס ילמדו עקרונות ושיטות תכנות עבור תחרויות תכנות בינלאומיות. הסדנה תכלול תאוריה ופרקטיקה במגוון נושאים מרכזיים במדעי המחשב ומתמטיקה: החל מתכנון מבני נתונים ואלגוריתמים לפתרון בעיות, וכלה במימוש מלא בתוכנה כולל התמודדות עם מקרי קצה. בקורס יושם דגש על התנסות ולמידה עצמית, ועיקר העבודה יהיה בצוותים באימוני זמן-אמת המדמים תחרות.

**2360001 מבוא למחקר פקולטי במדעי המחשב****1 - 4 - חורף + אביב + קיץ 1.0**

הקורס יחשוף בפני הסטודנטים את מגוון נושאי המחקר בפקולטה וכיווני מחקר עכשוויים על מנת לעזור בבחירת נושא מחקר ומנחה בלימודים מתקדמים. הקורס יהיה מורכב מהרצאה שבועית שתינתן על ידי חברי הסגל בפקולטה, ומיועד עבור סטודנטים המתחילים תואר שני ועדיין אין להם מנחה, וסטודנטים בסוף תואר ראשון עם ממוצע גבוה המעוניינים להמשיך ללימודים מתקדמים בפקולטה. רישום לקורס באישור המרצה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט: (1) יכיר את נושאי המחקר השונים בפקולטה. (2) ירכוש כלים עבור בחירת נושא מחקר ומנחה לתואר שני.

**2360010 נושאים בסמינר לניהול נתונים אחראי****2 - 2 - - - אביב 2.0****מקצועות קדם: (02360363)**

קורס זה יציג בפני התלמידים אלגוריתמים מתקדמים לניהול נתונים אחראי. הקורס ילמד את התלמידים טכניקות לטיפול בבעיות שונות הקשורות לניהול נתונים אחראי! כגון! הסרת הטיות מהדאטא! פרטיות! והבטחת שווינויות. במסגרת הקורס נכיר את המאמרים החדשים ביותר בתחום ונתעמק בהם. המטרה של הקורס היא ללמוד כיצד לטפל בבעיות נתונים נפוצות שעלולות לגרום לאי שווינויות או להסקת מסקנות שגויות. הקורס מחייב שהמשתתפים עברו בהצלחה את קורס בסיסי נתונים. הקורס מורכב מהרצאות שבועיות אשר יועברו על ידי המשתתפים. הציון הכולל מבוסס על הצגת מאמר! נוכחות והשתתפות פעילה בדיונים בכיתה.

1. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. לקרוא ולהציג מאמר אקדמי בצורה תמציתית וברורה.

2. לדעת אילו גורמים עלולים להסקת מסקנות שגויה או לחשיפה של נתונים פרטיים.

3. לדעת אילו פתרונות ניתן להפעיל כדי להתגבר על גורמים אשר עלולים להטות את המסקנות ולהבטיח שפרטיות הנתונים נשמרת.

**2360011 נושאים באלגוריתמים לגרפים דינמיים****2 - 1 - 2 - אביב 3.0****מקצועות קדם: (00940412 ו-02340247) או (01040034 ו-00460002)****(01040034 ו-01040291)**

קורס זה יציג בפני התלמידים אלגוריתמים מתקדמים לגרפים דינמיים. תחום מחקר פעיל זה עוסק בשאלות מהסגנון הבא: כמה מהר ניתן לפתור בעיות אלגוריתמיות על גרפים המשתנים מעט עם הזמן. בפרט! כמה יותר מהר מאשר חישוב פיתרון מחדש אחרי כל שינוי קטן בגרף. שאלה זו מרכזית עבור בעיות עם קלט המשתנה עם הזמן! למשל! באפליקציות GPS! סגירת ופתיחת כביש משנה מעט את רשת התחבורה! אבל גם מרכזית להצאת אלגוריתמים עם קלט סטטי! באותו אופן שמבני נתונים בסיסיים מאפשרים להאיץ אלגוריתמים קלאסיים אחרים. המטרה של הקורס היא לחשוף סטודנטים לטכניקות ותוצאות לבעיות בסיסיות בתחום! כגון שידוכים! מרחקים קלים ביותר! עצים פורשים מינימליים! ועוד. כחלק מהקורס! ייחשפו הסטודנטים לכלים מרכזיים באלגורית מים ותאוריה של מדעי המחשב הנוגעים בנושא הקורס! כגון תוכניות לינאריות ודואליות! אלגוריתמים רנדומיים ושיטת העדכונים הכפלית. הציון בקורס מבוסס על תרגילי בית ועבודת סיום.

1. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. לפתח ולנתח אלגוריתמים יעילים לגרפים דינמיים.

2. להאיץ אלגוריתמים סטטיים באמצעות אלגוריתמים דינמיים.

3. להוכיח תוצאות קושי לאלגוריתמים דינמיים! תחת השערות נפוצות.

**2360012 נושאים במערכות מקביליות ומבוזרות****2 - 2 - - - אביב 2.0****מקצועות קדם: (02340247) או (00460002) או (00460272)**

מערכות מבוזרות פותרות משימות הכוללות מספר מעבדים או שרתים. חישוב מבוזר שימושי במיוחד כאשר יש יותר מדי נתונים או שהחישוב כבד מדי עבור שרת אחד! או ששרתים עלולים להכשל. קורס זה יכסה את ההתקדמויות האחרונות במערכות מבוזרות! הן תיאורטיות והן מעשיות. התלמידים ילמדו לקרוא! לנתח ולבקר מאמרים אקדמיים! ויקבלו הבנה של שאלות מחקר מרכזיות בתחום! כמו גם טכניקות נפוצות המשמשות להתמודדות עם בעיות מסוג זה.

התלמידים יצופו לקרוא את כל המאמרים שנדונו בכיתה! ויוערכו על השתתפות בכיתה ופרזנטציות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לזהות שאלות מחקר מעניינות באלגוריתמים מבוזרים.

2. לקרוא בביקורתיות ולהעריך עבודות מחקר.

3. להבין כלים חשובים וטכניקות שימושיות בתחום.

4. לפתח ולשפר כישורי הצגה ותקשורת.

**2360025 אוטומטים, לוגיקה ומשחקים**

2 - - - - אביב 2.0

**מקצועות קדם:** ( 02360343 ו- 02340129 )

אוטומטים מעל מלים אינסופיות: תנאי קבלה, כוח הבעה, אלגוריתמים ובניות. תרגום בין מודלים שונים של אוטומטים. לוגיקה עתית (טמפורלית): לוגיקה עתית לינארית (LTL), לוגיקה מונאדית מסדר שני (MSO), תת-הלוגיקה 1SS. תרגום בין לוגיקה לאוטומטים. בדיקת מודל של LTL. משחקים: משחקים אינסופיים על גרפים. פתרון משחקי ישיגות, משחקי בוקי ומשחקי PARITY. סינתזה של LTL באמצעות משחקי PARITY. תוצאות למידה:

בסיום הקורסהסטודנטים והסטודנטיות יהיו מסוגלים:

- לבנות אוטומטים עבור שפות אומגה-רגולריות, בתנאי קבלה שונים, לאפיין את שפתם ולתרגם בין המודלים.

- לנסח תכונות בלוגיקות עתיות ולתרגם את התכונות לאוטומטים. - לפתור משחקי PAIRTY.

- להוכיח תוצאות קשיות על תרגומים בין לוגיקה ואוטומטים, ובין סוגי אוטומטים.

**2360125 פרויקט בלמידה ואבטחת מערכות מחשב**

- - - 9 - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00460267 ו- 00440252 ו- 02360267 )

קורס זה מיועד לאפשר לסטודנטים/ות לפתח פרויקטים בנושאים רב-תחומיים (מולטידיסציפלינריים) הקושרים "נושאים מתקדמים במבנה מחשבים" (תוך דגש על RISC-V!) "פתוח מאיצים ללמידת מכונה" ו"שימוש בלמידה עמוקה לפתור בעיות באבטחת מערכות". כיוון והקורס מקיף נושאים מיומנויות מתחומים שונים! בתחילת הקורס נפגש עם כל קבוצה בנפרד ונעבור על החומרים המהווים את הבסיס לפרויקט. אח"כ נעבור לשלב השני בו כל קבוצת סטודנטים יפתחו את הפרויקט אשר בחרו. בסיום הקורס כל קבוצה תציג את הפרויקט לשאר שכיתה ותגיש את "ספר הפרויקט".

תוצאות למידה

בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. הבנה עמוקה של החומרי היסוד עליהם מבוסס הפרויקט! כגון מבנה מעבד RISC-V! אלגוריתמים המבוססים ע וקה.
2. שימוש בכלי פתוח מתקדמים כגון פתוח מערכות מבוסס FPGA!
3. שימוש בכלי תוכנה וחומרה לביצוע התקפות אבטחה.
4. פתוח אלגוריתמים המבוססים על למידת מכונה לישום הנדסה לאחור.
5. פתוח אלגוריתמים המבוססים על למידת מכונה למציאת חולשות אבטחה.
6. ביצוע ניסוי מדעי.
7. הוכחה באמצעות שיטות סטטיסטיות אם טענה מתקיימת או מופרכת.
8. בנית מודל או מדגים בסיום הפרויקט.
9. כתיבת מאמר קצר (או מאמר מלא אמהתוצאות יצדיקו! ושליחתו לפרסום).

**2360013 נושאים נבחרים במיטוב ביצועים מערכות**

2 - - 1 אביב 2.0

**מקצועות קדם:** ( 02360267 ו- 02340123 ו- 02340118 )

סקירה מעמיקה של אסטרטגיות למיטוב ביצועים של מערכות תוכנה. הסטודנטים ילמדו כיצד לבצע אנליזה של ביצועי מערכת תוכנה, לשפר ביצועי תוכנה וניצולת תוך שימוש יעיל בחומרה. הקורס יסכה מגוון נושאים כדוגמת שימוש יעיל בזיכרון מטמון, טכניקות תכנות בסיסי והידור לשיפור ביצועים, מדידת ביצועים ודגימת אירועים, וכן תכנות למיטוב ביצועי קלט/פלט.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לבצע אנליזה שיטתית של ביצועי מערכות תוכנה.
2. להכיר שיטות שונות לשיפור ביצועי מערכות תוכנה.
3. להכיר מודלים נפוצים לקלט/פלט ומקבול.
4. להגדיר קונפיגורציות מערכות תוכנה לשיפור ביצועים.

**2360016 נושאים באלגוריתמים לאופטימיזציה**

2 - - - אביב 2.0

**מקצועות קדם:** ( 01040222 ) או ( 01040034 ) או ( 00940412 ו- 02360343 ו- 02340247 )

פונקציות תת-מודולריות מופיעות בתחומים רבים כגון: קומבינטוריקה, תורת הגרפים, למידת מכונה, כלכלה, ותורת האינפורמציה. בעיות אופטימיזציה בהן פונקציית המטרה היא תת-מודולרית מכלילות הן בעיות פרקטיות והן בעיות תיאורטיות קלאסיות בליבת המחקר האלגוריתמי. בקורס זה יוצג הבסיסהאלגוריתמי לאופטימיזציה תת-מודולרית כאשר המיקוד יהיה בטכניקות האלגוריתמיות בהן משתמשים על מנת להתמודד עם בעיות אלה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לדעת תכונות בסיסיות של פונקציות תת-מודולריות.
2. לתכנן ולנתח אלגוריתמים לבעיות אופטימיזציה תת-מודולריות.
3. להשתמש בטכניקות קומבינטוריות, רנדומיות ורציפות לפתרון בעיות אופטימיזציה תת-מודולריות.
4. למדל בעיות כאופט ימיזציה תת-מודולריות.

**2360020 נושאים ברשתות חברתיות: אלגוריתמים ושימושיהם**

2 - 1 - 1 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 02340247 או 00460002 או 01040291 )

רשתות חברתיות ממלאות תפקיד מהותי בכל היבטי החיים המודרניים. בקורס זה נלמד מגוון שיטות למידול רשתות חברתיות וניתוחן, במטרה להבין את המבנה של רשתות חברתיות, וכיצד מבנה זה משפיע על התנהגות משתמשים ברשת החברתית. הקורס ישים דגש על אלגוריתמים לבעיות מרכזיות בתחום זה, כגון איפיון ומציאת קהילות או מציאת משתמשים מרכזיים ומשפיעים ברשת, לצד דיון בשימושיהם של אלגוריתמים אלו. לצד ההיבט התיאורטי של מידול וניתוח רשתות חברתיות, הקורס ישלב גם היבט פרקטי: הסטודנטים בין השאר יממשו אלגוריתמים בשפת פייתון וישתמשו בחבילות תוכנה לפתרון בעיות פרקטיות, כולל על ידי ניתוח מידע מדאטאסטים ציבוריים.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להכיר את המאפיינים הבסיסיים של רשתות חברתיות בעולם האמיתי, לצד מודלים תיאורטיים לרשתות אלו.
2. לתכנן אלגוריתמים לבעיות טיפוסיות ברשתות חברתיות, כגון איפיון קהילות או מציאת משתמשים משפיעים.
3. לממש אלגוריתמים בשפת פייתון, כולל שימוש בחבילות ייעודיות לניתוח גרפים.

**2360267 מבנה מחשבים**

1-1 5 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** (02340118)

**מקצועות זהים:** 02370267

מדדי ביצועים והקשר בינם לבין ארכיטקטורות, שיטות למדידת ביצועים. תלויות בקרה וחיזוי קפיצות. עקרון זרם מידע (WOLFATAD), שבירת תלויות מדומות. מעבדים סופרסקלרים (WILV, REDRO-FO-TUO). מערכת הזיכרון ומערכת האחסון. טכנולוגיות זיכרון ומגבלותיהן, זיכרונות זיכרון, היררכיית מטמונים, קוהרנטיות מטמונים וקונסיסטנטיות זיכרון. זיכרון מדומה, תרגום מהיר של כתובות, (BLT) הרחבות למכונות וירטואליות. ריבו חוטייםבחומרה (UPGPG, TMS). מעבדים בעלי קונפיגורציה משתנה. (AGPF, ARGV) תוצאות למידה: בסיום הקורס, הסטודנט יהיה מסוגל להבין:

- את אבני הבניין של המחשב, את אופן העבודה של מעבדים מודרניים, ושיטות לתכנון.
- מדדים לביצועי מעבדים ומערכת המחשב.
- חשיבה ביקורתית בתכנון מעבדים ושיקולי תכנון מערכתיים.
- הקשרים וההשפעות ההדדיות בין רכיבי המעבד ומערכת המחשב.

**2360271 פיתוח מבוסס אנדרואיד**

2 - - - - חורף + אביב 2.0

**מקצועות קדם:** (02360703) או (02340311) או (02340312)

הקורס יילקח במקביל לקורס "פרויקט פיתוח מבוסס אנדרואיד" ובמסגרתו ילמדו הסטודנטים את עקרונות הפיתוח באנדרואיד, משלב תכנון ועיצוב היישומן (האפליקציה), אל שלב המימוש. בנוסף הקורס ילמד עקרונות פיתוח גמישים (AGILE SOFTWARE DEVELOPMENT)

הנחוצים לעבודת צוות על בסיס השיטות SCRUM:

- תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:
- לתכנן אפליקציית אנדרואיד לפי עקרונות MATERIAL DESIGN.
  - לממש אפליקציית אנדרואיד המשלבת גישה לרכיבי חומרה ותוכנה בטלפון ובענן.
  - להסביר את תהליך ניהול הפרויקט האגילי SCRUM.

**2360272 פרויקט פיתוח מבוסס אנדרואיד**

2-2-4 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** (02360703) או (02340312) או (02340311)

במסגרת הפרויקט יפתחו הסטודנטים יישומנים (אפליקציות) לטלפונים חכמים מבוססי מערכת ההפעלה אנדרואיד. כתיבת האפליקציה משלבת תכנות בספריות ייעודיות של מערכת ההפעלה, הכולל גישה לרכיבי חומרה, כגון GPS ומצלמה, וכן גישה לשירותי ענן, כגון שירותים לאחסון מידע ולמידה חישובית. העבודה תבצע בקבוצות של 3 סטודנטים תוך שימוש בשיטות פיתוח גמישות (AGILE SOFTWARE DEVELOPMENT). בסיום הסמסטר, הסטודנטים יעלו את האפליקציה לחנות האפליקציות של גוגל, יציגו ויתעדו אותה. נדרש ללמוד קורס זה יחד עם הקורס 236271. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: לתכנן ולממש אפליקציות עבור מערכת ההפעלה אנדרואיד המשלבות גישה לרכיבי חומרה ותוכנה בטלפון ובענן.

**2360319 שפות תכנות**

2-2-4 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** (02340122) או (02340124)

ניתוח השוואתי של מושגים יסודיים בתחום שפות התכנות בשלוש פרדיגמות תכנותיות: ציוויית, פונקציונלית ולוגית. הצהרתית. המושגים הנדונים כוללים קישור, סדר שיערוך, פקודות, ערכים, טיפוסים, פולימורפיזם, והכללות של מבנה הפונקציה, מחסנית, איסוף אשפה ועוד. שפות התכנות הנדונות כוללות את פסקל LM, פרולוג C, ו-AVAJ - והדגמה ממגוון של שפות אחרות. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל:

- ללמוד באורח יעיל, אפקטיבי ומהיר שפת תכנות לא מוכרת, כולל שימוש במבנים מתקדמים שבה.
- להעריך שפת תכנות, מבלי ללמוד לתכנת בה, מתוך האפיון שלה באמצעות מונחים נפוצים כגון פרדיגמה, טיפוסיות סטטית, קישור דינמי, סגור, וכד'.
- לתכנת במבנים מתקדמים בשפות פונקציונליות ולוגיות.

**2360327 עיבוד תמונות ואותות במחשב**

2-1-1 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** (01040013) או (01040032) או (01040281)

הקורס דן ברקע מתמטי ובטכניקות בסיסיות בעיבוד תמונות ובראית מחשב. הנושאים כוללים אפיון אותות ומערכות וניתוחן בתחום המקום והתדר. אלגוריתמים בסיסיים לשיפור תמונות, גילוי שפות, דחיסה, חלוקה לאזורים, ושיטות לתאור תמונות בינאריות.

**2360330 מבוא לאופטימיזציה**

2-1-1 חורף + אביב + קיץ 3.0

דוגמאות לבעיות אופטימיזציה בשטחי הנדסה, כלכלה ופיסיקה וכן: תכנות לינארי: עקרון האופטימליות, עקרון הדואליות, שיטת הסימפלקס, מבוא כלליעל אלגוריתם. משפט ההתכנסות הגלובלית, מינימיזציה חד-משתנית. שיטות התאמת עקומים: מינימיזציה רב-משתנית לא מאולצת. שיטות קלאסיות, שיטת הירידה התלולה ושיטת ניוטון. שיטות מתקדמות, כיוונים צמודים, מטריקה משתנה, מינימיזציה רב-משתנית מאולצת: הגרדיאנט המצומצם, שיטות קנס ועונש, כיוונים אפשריים, שיטות דואליות.

**2360332 האינטרנט של הדברים - טכנולוגיות ויישומים**

2-2-4 חורף + אביב + קיץ 2.0

רקע תאורטי של טכנולוגיית ה-IOT וכלים לפיתוח של פרויקט מעשי של מערכות TOI חכמות המשלבות שרותי אחסון ומחשוב עננים, טלפונים חכמים ומיקרו בקרים. הרקע התאורטי מכיל מבוא ל-IOT, מבוא ל-BIG DATA במערכות IOT פרקים נבחרים בתקשורת מחשבים, רשתות אלחוט ומחשוב עננים, וסקירה של בעיות בהגנת מערכות ממוחשבות עם דגש על IOT. בנוסף, הקורס מכיל מבוא לתכנות מיקרו בקרי IOT ומבוא לאלקטרוניקה בסיסית. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: להבין את הסביבה שבה פועלים מוצרי IOT, - להבין כיצד עובדת תקשורת נתונים אלחוטית במערכות IOT, - להבין את בעיות אבטחת התוכנה במערכות IOT, - לתכנן מעגל בסיסי באלקטרוניקה ואפליקציות חומרה ותוכנה עם בקרי ארדואינו, - לבנות יישומי IOT בבית חכם, ערים חכמות ועוד, המשתמשים במחשוב עננים ובטלפון חכם. נדרש ללמוד קורס זה יחד עם הקורס 2360333

**2360333 פרויקט באינטרנט של הדברים**

2 - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 02340122 ו- 02340262 ) או ( 02340252 ו- 02340124 ) או ( 02340124 ו- 00440252 )

במסגרת הפרויקט יפתחו הסטודנטים אב טיפוס למוצר IOT. מוצר זה משלב תכנות מבוסס שירותי ענן, טלפון חכם, מיקרו-בקרים וחומרות שונות. העבודה מתבצעת בקבוצות של 3 סטודנטים. בסיום הקורס מוצג מוצר ומוגש דו"ח כתוב.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים יהיו מסוגלים: לתכנן ולבנות יישומי IOT משולבי חומרה ותוכנה המבוססים על בקרים חכמים כמו ESP וארדואינו ומשתמשים במחשוב עננים ובטלפון חכם. נדרש ללמוד קורס זה יחד עם הקורס 2360332

**2360340 פרויקט בתקשורת מחשבים**

2 - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 02360334 )

מטרת הפרויקט להעמיק את הידע של הסטודנטים בפרוטוקולי תקשורת ולאפשר להם להתנסות במחקר ובפיתוח של פרוטוקולים אלה. הסטודנטים יבצעו פרויקט מקיף וחדשני בתחומים שהם בקדמת הטכנולוגיה של רשתות תקשורת מחשבים והאינטרנט. הפרויקט יבוצע בד"כ על פלטפורמת XUNIL תוך שימוש בכלים מתקדמים לסימולציה של רשתות. תוצאות למידה: בסיום הפרויקט הסטודנט יהיה מסוגל לבצע מטלות תכנותיות מורכבות הקשורות לפרוטוקולי תקשורת וטכנולוגיות רשת חדשניות.

**2360341 תקשורת באינטרנט**

2 - 1 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 02360334 ) או ( 00440334 )

מבוא לאינטרנט ול-PI.PCT. שכבת ה-PI. פרוטוקולי ניתוב פנימי וחיצוני. השוואה בין פרוטוקולים המבוססים על החלפת וקטורי מרחקים לבין פרוטוקולים המבוססים על הפצת מצב מקומי. פרוטוקולים להפצה. פרוטוקולים להזמנת משאבים. פרוטוקול PCT. שיפור הביצועים של PCT ה-WWW ופרוטוקולי PTTH דרכים להגדלת התעבורה של שרת BEW.

**2360343 תורת החישוביות**

2 - 1 6 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 02340247 או 01040291 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 02370343

מכונות טורינג, מודלי חישוב שונים ושקילותם למכונות טורינג. התזה של צ'רץ. מושג המכונה האוניברסלית. בעיות בלתי כריעות. סיבוכיות זמן וסיבוכיות מקום. מושג הרדוקציה והרדוקציה הפולינומית. חסמים לחישוב דטרמיניסטי ולא דטרמיניסטי והקשר ביניהם. משפט קוק.

**2360349 פרויקט באבטחת מידע**

2 - 3 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 02360350 )

במסגרת קורס זה הסטודנטים יתכננו, יממשו ויתעדו פרויקטים שונים בנושא אבטחת מידע. הסטודנטים יעבדו בהנחיה צמודה.

**2360350 הגנה ברשתות**

2 - 1 5 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 02340123 ) או ( 00460209 )

מבוא להגנה על מערכות מתוכנתות. הגנה על רשתות מחשבים. חולשות אבטחה. חומות אש. עקרונות תכן בסיסיים. יסודות: סודיות, פרטיות, שלמות, אימות מקור. רקע בקריפטוגרפיה. פרוטוקולי הזדהות ובקרת כניסה פרוטוקולי אבטחה ברשתות: CESPI ו-SLT.LSS. אבטחת תקשורת PEW וחולשותיה. וירוסים ותולעים. PGP

**2360363 מסדי נתונים**

2 - 1 2 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 02340293 ) או ( 02340292 )

הנושאים הבסיסיים בתאוריה וישום של ניהול מסדי נתונים: המודלים הרלציוני והלוגי. שפות שאילתה: LQS, אלגברה רלציונית (AR) ותחשיב רלציוני (DRC). תכנון מסדי נתונים: דיאגרמות ישויות וקשרים (DRE), תלויות בין נתונים וצורות נורמליות. מידע מובנה למחצה: שפת LMX כולל DTD ושפות השאילתה HTAPX ו-YREUQX.

**2360366 פרויקט במערכות הפעלה מ'**

2 - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

פרויקט מעשי בנושא מחקרי בתחומים שנוגעים למערכות הפעלה כגון ירטואליזציה, מערכות אחסון, מערכות תקשורת, אבטחת מערכות ומערכות ענן. תוצאות למידה: הסטודנטים יתנסו בעבודה מחקרית בנושא מתקדם במערכות הפעלה.

**2360371 פרויקט בתכנות מקבילי ומבוזר**

2 - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

במסגרת קורס זה הסטודנטים יתכננו, יממשו ויתעדו פרויקטים שונים בנושאים הקשורים לחישוב מקבילי ומבוזר. העבודה תהיה בקבוצות של 2-3 סטודנטים, בהנחיה צמודה של האסיסטנטים וחבר הסגל האחראי.

**2360377 אלגוריתמים מבוזרים בגרפים**

2 - 1 4 אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 02340247 ו- 00940412 )

מודלים של חישוב מבוזר בגרפים. אלגוריתמים וחסמים תחתונים לבעיות גלובליות, כגון בניית עץ חיפוש לרוחב ועץ פורש מינימום. אלגוריתמים וחסמים תחתונים לבעיות לוקליות, כגון צביעה ומציאת קבוצה בלתי תלויה מקסימלית. בניית SRENNAPS ושימושיהם. חישוב בגרפים דינמיים, חישוב עם עצה, חישובים מקורבים, ועוד נושאים נוספים קשורים.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט:

1. יכיר מודלים של חישוב מבוזר בגרפים ואת חשיבותם.
2. ידע לתכנן אלגוריתמים גלובליים תחת הגבלות רוחב-פס ולנתחם.
3. ידע לתכנן אלגוריתמים לוקליים ולנתחם.
4. יכיר שיטות להשגת חסמים תחתונים.

**2360388 פרויקט במערכות אחסון**

2 - 3 3 חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 02360322 )

פרויקט מעשי בנושא מחקרי בתחומים שנוגעים למערכות אחסון כגון ניהול זיכרון, מערכות קבצים, מערכות אחסון מבוזרות, דדופליקציה, קודים לתיקון מחיקות, והתקני אחסון פיזיים. תוצאות למידה: בסיום הפרויקט הסטודנט יהיה מסוגל לבצע מטלות תכנותיות מורכבות הקשורות לטכנולוגיות מתקדמות במערכות אחסון.

**2360496 הנדסה לאחור**

2 - 1 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 02340123 ) או ( 00460209 )

מבוא. הנדסה לאחור של תוכנה: ניתוח סטטי. ניתוח דינמי. פעולת הדיבגר, STNIOPKAERB. הוקינג. הזרקת קוד, TAI, GNIHCTAP TOH. מבנים שונים של יישומי הוקינג. חולשות ושימוש בהן. טיפול בחריגות. שפות מבוססות עצמים ושפות קודי ביניים, TIJ. טכניקות אנטי-רברסינג. הסוואות בנוזקה. התקפות ערוצי צד. הנדסה לאחור של חומרה. המבחן הסופי יערך בשני חלקים בני 3 שעות כ"א מול מחשב. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט: 1. יבין איך מבצעים הנדסה לאחור של תוכנה, ויוכל ליישם מגוון טכניקות להבנת פעולת התוכנה ולשינוי פעולתה. 2. ידע טכניקות למניעת ביצוע הנדסה לאחור לתוכנה, ולהפרעה להנדסה לאחור. 3. יכיר את רוחב התחום, כולל היישום לשפות השונות, התקפות ערוצי צד, והנדסה לאחור של חומרה.

**2360501 מבוא לבינה מלאכותית**

1 2 - - - חורף + אביב 3.0

שיטות יוריסטיות לחיפוש במרחבי מצבים. חיפוש בעצי משחק. שיטות ליצוג ידע באמצעות: לוגיקה, רשתות סמנטיות, מערכות מסגרת, רשתות הסתברותיות. נושאים נוספים לפי בחירת המרצה: מערכות לומדות, עיבוד שפות טבעיות, מערכות מומחה, תכנון.

**2360502 פרויקט בבינה מלאכותית**

2 - - 3 - חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם: ( 02360501 )**

קורס זה כולל פרויקט גדול בבינה מלאכותית. הסטודנטים יעבדו יחדים או בצוותים בהנחיה צמודה של אסיסטנט.

**2360503 פרויקט תכנות מתקדם במדעי המחשב 1**

1 2 - - - 7 - חורף + אביב + קיץ 3.0

פרויקט מחקר או קדם-מחקר הכולל סקר ספרות, מימוש באמצעות כתיבת תוכנה וכתובת דו"ח מסכם. הסטודנטים יעבדו בקבוצות קטנות, לעיתים בהנחיית אסיסטנט. נושא הפרויקט יקבע ע"י המנחה בתיאום עם הסטודנטים. סמסטר ב' תשע"ט: פרויקט בתוכנה.

**2360504 פרויקט המשך בתוכנה**

1 2 - - - 8 6 - חורף + אביב + קיץ 3.0

ביצוע פרויקט תוכנה, תוך הרחבת פרויקט שהתבצע באחד הפרויקטים האחרים בפקולטה.

**2360509 נושאים מתקדמים במבנה מחשבים**

1 2 - - - 1 - חורף + אביב 3.0

**מקצועות קדם: ( 02340123 )**

חישוב במקביל - רב מעבדים ומעבדים וקטוריים. אפיון המחשבים ( DMIS, DMIM ), השוואות ודוגמאות ( VI-CAILLI, MC ), חפיפה וחישוב בשיטת ENILEPIP. ניתוח ביצועים כללי ודוגמאות ( CSA 1-YARC, 59.063 ) ( SKROWTEN ) MBI רשתות לחיבור ברב מעבדים ( NOITCENNOCRETNI ROSSECORP - סקירה כללית והשוואתית. זכרונות אסוציאטיביים ושימושם במעבדים מקבילים כגון NARATS. עקרונות הפעולה של ארכיטקטורות חדשניות, כולל אמינות ועמידה בפני תקלות. תמיכה בשפות עיליות ובמערכות הפעלה.

**2360518 סיבוכיות תקשורת**

1 2 - - - 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם: ( 02360313 ו- 00940412 ) או ( 02360313 ו- 01040034 )**

סיבוכיות תקשורת עוסקת במדידת התקשורת הנחוצה לחישוב פונקציות ויחסים, אשר הקלטים שלהם מחולקים בין מספר מעבדים. הקורס עוסק בחסמים עליונים ותחתונים במספר מודלים: דטרמיניסטיים, אי-דטרמיניסטיים ואקראיים. התוצאות מוכחות תוך שימוש בשיטות קומבינטוריות, הסתברותיות ואלגבריות. מוצגים שימושים לחסמים בתורת הסיבוכיות וב- ISLV.

**2360520 קידוד במערכות אחסון-מידע**

1 2 - - - 5 - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם: ( 02340145 ו- 00940412 ) או ( 02340252 ו- 02340145 ) או ( 01040034 ו- 00940412 ) או ( 00440145 ו- 01040034 ) או ( 02340252 ו- 00440145 ) או ( 01040034 ו- 00940412 ) או ( 00440252 ו- 01040034 )**

הדיסק המגנטי והתקליטור כדוגמאות לערוצים מוגבלי-קלט. ייצוג ואנליזה של ערוצים מוגבלי-קלט. שיטות בניה של מקודדים לערוצים מוגבלי-קלט. חסמים על הסיבוכיות של מקודדי ערוץ כנ"ל. שיטות פענוח למקודדי ערוץ. שילוב של קידוד ערוצים מוגבלי-קלט עם קודים לתיקון שגיאות.

**2360526 פרויקט תכנות מתקדם במדעי המחשב 2**

1 2 - - - 7 - חורף + אביב 3.0

פרויקט מחקר או קדם-מחקר הכולל סקר ספרות, מימוש באמצעות כתיבת תוכנה, וכתובת דו"ח מסכם. הסטודנטים יעבדו בקבוצות קטנות, לעיתים בהנחיית אסיסטנט. נושא הפרויקט יקבע ע"י המנחה בתיאום עם הסטודנטים תוצאות למידה: בסיום הקורס, הסטודנט יהיה בעל מיומנות בהגדרת פרויקט, מעקב אחריו, ומימושו בלוח זמנים שנקבע.

**2360602 נושאים מתקדמים במדעי המחשב 2**

1 2 - - - 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

דרישות קדם: נקבע בהתאם לנושא הקורס. יוצגו תוצאות חדישות וכיווני מחקר נוכחיים בנושאים הנמצאים בחזית המחקר במדעי המחשב. סמסטר א' תשע"ז: הסתברות ואלגברה מודרנית. סמסטר ב' תשע"ז: חקירה אנליטית - נומרית של זרמי כובד - צפיפות סמסטר א' תשע"ח: מעבדת תיאוריה סמסטר ב' תשע"ח: חקירה אנליטית - נומרית של זרמי כובד - צפיפות. TNERRUC YTIVARG סמסטר א' תשע"ט: תורת המשחקים החישובית (בדגש על תכנון שווקים). סמסטר ב' תשע"ט: חקירה אנליטית - נומרית של זרמי כובד - צפיפות. סמסטר ב' תש"ף: בדיקת פונקציות בוליאניות.

**2360603 נושאים מתקדמים במדעי המחשב 3**

1 2 - - - 2 - - - חורף + אביב 2.0

דרישות קדם: נקבע בהתאם לנושא הקורס. יוצגו תוצאות חדישות וכיווני מחקר נוכחיים בנושאים הנמצאים בחזית המחקר במדעי המחשב. סמסטר א' תשע"ז: פיתוח אפליקציות לאנדרואיד ובניית יישומונים לטלפונים חכמים מבוססי מערכת ההפעלה אנדרואיד. סמסטר ב' תשע"ז: אלגוריתמים מבזורים בגרפים. סמסטר א' תשע"ח: פרויקט בתוכנה סמסטר א' תשע"ט: אלגוריתמים תת-לינאריים וסיבוכיות ב- P. סמסטר ב' תשע"ט: נושאים מתקדמים באימות של תוכנה ובטחה. סמסטר א' תש"ף: פרויקט בתוכנה.

**2360605 נושאים מתקדמים במדעי המחשב 5**

1 2 - - - 1 - חורף + אביב 3.0

יוצגו תוצאות חדישות וכיווני מחקר נוכחיים בנושאים הנמצאים בחזית המחקר במדעי המחשב. סמסטר א' תשע"ז: מדעי הנתונים למתקדמים. סמסטר א' תשע"ח: למידה עמוקה עבור עיבוד שפה טבעית. סמסטר א' תשע"ט: למידה עמוקה על מאיצים חישוביים. סמסטר ב' תשע"ט: למידה עמוקה על מאיצים חישוביים. סמסטר א' תש"פ: שיטות מטריות ואלגוריתמים.

**2360606 נושאים מתקדמים במדעי המחשב 6**

1 2 - - - 1 - חורף + אביב + קיץ 3.0

במסגרת הקורס יוצגו תוצאות חדישות וכיווני מחקר נוכחיים בנושאים הנמצאים בחזית המחקר במדעי המחשב. סמסטר ב' תשע"ח: למידה עמוקה. סמסטר א' תשע"ט: למידה עמוקה. סמסטר ב' תשע"ט: אלגוריתמים מבזורים בגרפים.

**2360624 נושאים מתקדמים בשיטות אימות פורמליות ה'**

1 2 - - - 3 - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם: ( 02340292 ו- 02360342 או 01060156 ו- 02360342 )**

יוצגו תוצאות חדישות וכיווני מחקר נוכחיים בשיטות אימות פורמליות.

**2360628 נושאים מתקדמים בגרפיקה ממוחשבת ה'**

1 2 - - - 3 - חורף + אביב 2.0

יוצגו תוצאות חדישות וכיווני מחקר נוכחיים בגרפיקה ממוחשבת.

**2360629 נושאים מתקדמים בגרפיקה ממוחשבת ה'+ת'**

1 2 - 1 4 - חורף + אביב 3.0

יוצגו תוצאות חדישות וכיווני מחקר נוכחיים בגרפיקה ממוחשבת.

**2360640 נושאים מתקדמים באינפורמציה קוונטית ה'**

2 - - - - חורף + אביב 2.0

יצגו תוצאות חדישות וכיווני מחקר נוכחיים בעיבוד אינפורמציה קוונטית.

**2360641 נושאים מתקדמים באינפורמציה קוונטית ה'ת'**

2 - 1 - 1 - 1 חורף + אביב 3.0

מושגי יסוד בתורת הקוונטים, ובחישוב רגיל והפיך. הכללת המונח "ביט" ל-"ביט-קוונטי" (QUANTUM BIT - QUBIT). ספרפוזיציה, התאבכות, משמעות המדידה, (וסביכות) שזירות) קוונטית. מודל של חישוב העקבי עם עקרונות תורת הקוונטים. שערים קוונטים, חישוב קוונטי ומחלקות סיבוכיות. האלגוריתמים הקוונטיים של דויטץ-ג'וזה ושל סימון. אלגוריתם החיפוש של גרובר. אלגוריתם הפיקטור של שור, לשבירת קודי הצפנה חזקים. אלגוריתמי ווריאציה קוונטיים. בעיות קשות (NP) כגון SAT ו-MAX-CUT, וההקשר לחישוב קוונטי.

בעיית ההמילטוניאן הלוקאלי ומחלקת הסיבוכיות QMA. הבסיס של תיקון שגיאות. תכנות אלגוריתם החיפוש של גרובר על מחשב קוונטי. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט 1. יכיר אלגוריתמים קוונטיים ויהיה מסוגל לנתח אותם ולהבין את משמעות השיפורים ושינויים בהם. 2. יבין את היתרונות והקשיים בהשוואה לאלגוריתמים קלאסיים.

**2360754 פרויקט במערכות נבונות**

2 - - 3 - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 02360861 ) או ( 02360927 ) או ( 02360873 ) או ( 02360860 ) או ( 02360716 ) או ( 02360373 ) או ( 02360327 ) או ( 02360501 )

קורס זה מיועד לביצוע פרויקט גדול בהקפו בנושאים של רובוטיקה, ראייה ממוחשבת, עיבוד תמונות ומערכות נבונות. הסטודנטים יעבדו בצוותים קטנים (2-3) בהנחה צמודה של האסיסטנטים ובפיקוח סגל בכיר.

**2360755 אלגוריתמים מבוזרים**

2 - 1 - 1 - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 02340247 )

תכנון אלגוריתמים למערכות מרובות-מעבדים, ניתוח הסיבוכיות והבעיות הבסיסיות במערכות אלה, חסמים תחתונים ותוצאות אי-אפשרות. מניעה הדדית והקצאת משאבים, בעיות הסכמה (בעיית הגנרלים הביזנטיים, הסכמה מקורבת), סנכרון שעונים ושעונים לוגיים, בעיות הפצה (, (TSACITLUM DNA TSACDAORB) סנכרון ללא מנעולים ומבני נתונים מבוזרים. תוצרי למידה: בסוף הקורס, הסטודנט יהיה מסוגל: 1. להבין את המודלים העיקריים עבור מערכות מבוזרות ולהכיר את עקרונות התכנון שלהן. 2. לתכנן אלגוריתמים מבוזרים ולהוכיח את נכונותם. 3. להוכיח חסמים תחתונים ותוצאות אי-אפשרות לפתרון בעיות מרכזיות בחישוב מבוזר.

**2360765 תכנון ולמידת חיזוק במערכות AI**

2 - 1 - 1 - 1 אביב 3.0

מקצועות זהים: 00970203

הקורס יוקדש להבנת ההיבטים החישוביים של קבלת החלטות סדרתית בסביבות בינה מלאכותית. המוקד יהיה בייעול התנהגותם של סוכנים עם משימות מורכבות תחת אי וודאות. בקורס נכיר שיטות AI מגוונות לקבלת החלטות כולל גישות לתכנון אוטומטי, למצבים בהם מודל הסיבה ידוע, ולמידת חיזוק, למצבים בהם המודל ידוע רק באופן חלקי. הקורס יכלול הן למידה של האספקטים התאורטיים של הגישות השונות והן בחינה מעשית של האלגוריתמים הנלמדים בסביבות שונות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

- להכיר מגוון גישות למידול של מערכות AI, תוך דגש על גישות לתכנון ולמידת חיזוק.
- להבין ההבטחות התיאורטיות והמגבלות של אלגוריתמי AI שונים.
- לרכוש נסיון פרקטי בעבודה עם כלי AI ויי שומם בסביבות AI שונות.

**2360766 מבוא ללמידת מכונה**

2 - 2 - 2 - חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 02340125 ו- 00940412 ) או ( 02340125 ו- 01040034 )

מקצועות זהים: 02360756

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00960411, 00460195

STATISTICAL METHODS FOR DATA CLASSIFICATION BY EXAMPLES! PAC LEARNING! VC DIMENSION! NEAREST NEIGHBORS ALGORITHM! DECISION TREES! ILLINEAR SEPARATORS! SVM ALGORITHM AND THE KERNEL METHOD! CONVEX OPTIMIZATION WITH GRADIENT DESCENT AND STOCHASTIC GRADIENT DESCENT! VALIDATION AND MODEL SELECTION! GENERATIVE MODELS AND NAIVE BAYES! ENSEMBLE METHODS! FEATURE GENERATION AND SELECTION! NEURAL NETS! UNSUPERVISED LEARNING: DIMENSIONALITY \_REDUCTION! CLUSTERING

- להכין נתונים לצורך לימוד מכונה.
- לממש אלגוריתמים בסיסיים של למידת מכונה.
- להשתמש באלגוריתמי למידה מונחית ולשערך את הצלחתם! תוך שימוש בספריות תוכנה סטנדרטיות והתנסות בנתונים.
- לנתח תכונות של אל גוריתמי למידה! כגון סיבוכיות מספר דוגמאות! סיבוכיות חישובית! התאמת-יתר והתאמת-חסר! למידת PAC ומימד VC! וכ להסביר את המגבלות של תיאוריות אלה.

**2360768 פרויקט ברובוטיקה**

--- 9 - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 02360501 )

הסטודנטים יתכננו! יממשו ויצגו פרויקטים שונים בנושאי רובוטיקה. הפרוייקטים יוצעו על בסיס מאמרים מן הספרות השוטפת! ויכללו סקר ספרותי קצר של בעיית תכנון רובוטית! אפיון פתרון ומימוש האלגוריתמים בסימולציות ועל רובוטים במעבדה דוגמת רובוטים קרקעיים! מניפולטורים או רחפנים. הסטודנטים יעבדו ביחידים או זוגות. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. לדרג אלגוריתמים וגישות לבעיות תכנון רובוטיות (לדוגמא! תכנון תנועה! תכנון משימה! סקירה אוטונומית! תכנון למערכות מרובות סוכנים). 2. לממש אלגוריתמים לבעיות תכנון רובוטיות הו בסימולציה והן על רובוטים. 3. לפרט ולהבדיל את הפערים בין התאוריה לפרקטיקה של אלגוריתמים ברובוטיקה. 4. לנתח סיבוכיות של אל גוריתמים ברובוטיקה. 5. לפתח אלגוריתמים לבעיות תכנון רובוטיות.

**2360801 סמינר במדעי המחשב 1**

2 - - - 4 חורף + אביב 2.0

דרישת קדם: נקבעת בהתאם לנושא הקורס. מטרת הסמינר היא לפתח יכולת קריאה, הבנה וביקורת של מאמרים מקצועיים בעלי רמה גבוהה ופיתוח נטיות מחקריות של התלמידים. נושא הסמינר מתפרסם בתחילת כל סמסטר. סמסטר א' תשע"ז: לוגיקה סטנדרטית: סמסטר ב' תשע"ח: סמינר ברשתות בייסיאניות: סמסטר א' תשע"ח: קידוד ברשתות סמסטר ב' תשע"ח: אוטומטים על עצמים אינסופיים (סמינר) סמסטר א' תשע"ט: אלגוריתמי קירוב סמסטר א' תש"פ: על גרפה ברזון וסדרותיו.

**2360802 סמינר במדעי המחשב 2**

2 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

דרישת קדם: נקבעת בהתאם לנושא הקורס. מטרת הסמינר היא לפתח יכולת קריאה, הבנה וביקורת של מאמרים מקצועיים בעלי רמה גבוהה ופיתוח נטיות מחקריות של התלמידים. נושא הסמינר מתפרסם בתחילת כל סמסטר. סמסטר ב' תשע"ז: סמינר על קידודים למחיקות במערכות אחסון מבוזר. סמסטר א' תשע"ח: אלגוריתמים הפועלים במידע מוגבל. סמסטר ב' תשע"ח: סמינר על קידודים למחיקות במערכות אחסון מבוזר. סמסטר א' תש"פ: סמינר באימות אוטומטי עבור תכונות אבטחה. סמסטר א' תש"פ: סמינר בלמידה עמוקה.

**2360803 סמינר במדעי המחשב 3**

2 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

דרישת קדם: בהתאם לנושא הקורס. מטרת הסמינר היא לפתח יכולת קריאה, הבנה וביקורת של מאמרים מקצועיים בעלי רמה גבוהה ופיתוח נטיות מחקריות של התלמידים. נושא הסמינר מתפרסם בתחילת כל סמסטר. סמסטר א' תשע"ח: סמינר במידע וידע. סמסטר ב' תשע"ט: סמינר מתקדם בתורת המשחקים החישובית בדגש על למידה. סמסטר א' תש"פ: נושאים בתכנות מקבילי מודרני.

**2360804 סמינר במדעי המחשב 4**

2 - - - 4 חורף + אביב 2.0

מטרת הסמינר היא לפתח יכולת קריאה, הבנה וביקורת של מאמרים מקצועיים בעלי רמה גבוהה ופיתוח נטיות מחקריות של התלמידים. נושא הסמינר מתפרסם בתחילת כל סמסטר. סמסטר ב' תשע"ז: ראייה תלת-ממדית וניתוח צורות. סמסטר א' תשע"ח: למידה-מכונה עבור תכנות סמסטר ב' תשע"ח: סמינר במידע וידע. סמסטר ב' תש"ף: סמינר על קידודים למחיקות במערכות אחסון מבוזר. סמסטר א' תש"פ: סמינר מתקדם במערכות לומדות והתנהגות אנושית. סמסטר ב' תש"פ: סמינר על קידודים למחיקות במערכות אחסון מבוזר.

**2360805 סמינר במדעי המחשב 5**

2 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

מטרת הסמינר היא לפתח יכולת קריאה, הבנה וביקורת של מאמרים מקצועיים בעלי רמה גבוהה ופיתוח נטיות מחקריות של התלמידים. נושא הסמינר מתפרסם בתחילת כל סמסטר. סמסטר ב' תשע"ז: מערכות מרובות סוכנים. סמסטר א' תשע"ח: מנגנוני אבסטרקציה בשפות תכנות: ממחקר ליישום. סמסטר ב' תש"ף: סמינר בלמידה עמוקה. סמסטר א' תש"פ: סמינר מתקדם בתורת המשחקים החישובית.

**2360806 סמינר במדעי המחשב 6**

2 - - - 4 חורף + אביב 2.0

מטרת הסמינר היא לפתח יכולת קריאה, הבנה וביקורת של מאמרים מקצועיים בעלי רמה גבוהה ופיתוח נטיות מחקריות של התלמידים. נושא הסמינר מתפרסם בתחילת כל סמסטר.

**2360807 סמינר במדעי מחשב 7**

2 - - - 4 חורף + אביב 2.0

מטרת הסמינר היא לפתח יכולת קריאה, הבנה וביקורת של מאמרים מקצועיים בעלי רמה גבוהה ופיתוח נטיות מחקריות של הסטודנטים. נושא הסמינר מתפרסם בתחילת כל סמסטר.

**2360808 סמינר במדעי מחשב 8**

2 - - - 4 חורף + אביב 2.0

מטרת הסמינר היא לפתח יכולת קריאה, הבנה וביקורת של מאמרים מקצועיים בעלי רמה גבוהה ופיתוח נטיות מחקריות של התלמידים. נושא הסמינר מתפרסם בתחילת כל סמסטר.

**2360813 סמינר באלגוריתמים**

2 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.0

פיתוח יכולת קריאה, הבנה וביקורת של מאמרים מקצועיים עדכניים, בעלי רמה גבוהה ופיתוח נטיות מחקריות של התלמידים.

**2360828 פרויקט במערכות מחשבים**

2 - - - 3 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: (02340123) או (00460209)

פרויקט מעשי בנושא מחקרי במערכות מחשבים, בתחומים כגון וירטואליזציה, מערכות אחסון, מערכות תקשורת, אבטחת מערכות, ומערכות חישוב ענן. תוצאות למידה: הסטודנטים יתנסו בעבודה מחקרית בנושא מתקדם במערכות מחשבים.

**2360832 סמינר בתכנות מקבילי**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מטרת הסמינר היא לפתח יכולת קריאה, הבנה וביקורת של מאמרים מקצועיים בעלי רמה גבוהה, ופיתוח יכולות מחקריות של הסטודנטים.

**2360839 סמינר במערכות לומדות וכשלוניותיהן**

2 - - - - אביב 2.0

מקצועות קדם: (00460195) או (02360756) או (00960411)

אחת מהנחות היסוד המרכזיות במערכות לומדות היא שהנתונים נדגמים באופן בלתי תלוי ומתוך הפתלגות יחידה הן בזמן האימון והן בזמן המבחן. אבל בפועל! בכל ישום מציאותי! אין זה סביר כי הנחה זו תתקיים. בסמינר זה יסקרו מאמרים הבוחנים מתי! איך! ולמה אלגוריתמי למידה (כגון ERM) יכולים להכשל כאשר הנחה מרכזית זו נשברת. בסמינר נדון בשלל דרכים בהן מערכות לומדות יכולות להכשל! הנובעות מהסיבות השונות העומדות מאחורי הסיבה שהנתונים בזמן האימון ובזמן המבחן הם בפועל שונים! כגון: שינוי טבעי בהתפלגות! שינוי בהתפלגות הנגרם מהמודל הנלמד עצמו! עיוות אדורסרילי של דוגמאות! והתנהגות אסטרטגית של סוכנים בעלי אינטרס.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לזהות גורמים שונים העלולים לגרום למערכת לומדות להכשל! בפרט בהיבט של DISTRIBUTION SHIFT
2. לנתח מערכות לומדות קיימות במטרה למצוא כשלים אפשריים.
3. לזהות הנחות מרכזיות בשיטות קיימות! הן מפורשות והן סמויות! ולעמוד על השלכותיהן מבחינת כשלים.
4. להציע פתרונות המתאימים לכשלים אלו! ולעמוד על חזקותיהם וחולשותיהם.
5. להציג באופן תמציתי וביקורתי מאמרים אקדמיים עכשוויים בתחום.

**2360873 ראייה ממוחשבת**

**1 2 - 1 6 חורף + אביב + קיץ 3.0**

**מקצועות קדם: ( 02360781 או 00460217 )**

תהליכי הדמיה, ייצוג ואנליזה של צורות דו-ממדיות, זיהוי קצוות, סגמנטציה, X-MORF-EPAHS, OERETS, זיהוי וניתוח תנועה, מבוא לתהליכי למידה, זיהוי עצמים.

**2360874 פרויקט בראיה ממוחשבת**

**1 - - 4 4 חורף + אביב 3.0**

**מקצועות קדם: ( 02360327 ) או ( 02360873 )**

הקורס כולל ביצוע פרויקט הבוחן נושא מראיה ממוחשבת. המשתתפים יתנסו בניתוח תמונות בעזרת מחשב ויבצעו פרויקט בנושא. בהרצאה ידון החומר התאורטי העדכני וינתן סיוע לביצוע הפרוייקטים.

**הפקולטה למדעי הנתונים וההחלטות**

**940139 נהול שרשראות אספקה ומע' לוגיסטיות**

3 1 - - - חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 00940313 - 00940411 ) או ( 00940313 - 00940412 ) או ( 00940412 - 00950295 ) או ( 00940312 - 00940411 ) או ( 00940412 - 00940312 ) או ( 00940412 - 00950296 )

מידול של מערכות מלאי למוצרים שונים, לאופק סופי ואינסופי, בתנאים דטרמיניסטיים או סטוכסטיים ובתוספת של אילוצים ותנאים מיוחדים. תכנון מערכות מלאי רב שכבתיות ושרשראות אספקה. מודלים לתפעול ובקרה של רשתות אספקה.

**940195 פרויקט תכן 1, ה. תעו"נ**

2 - - 7 חורף + אביב 3.5

**מקצועות קדם:** ( 00940189 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00940396, 00960700

סטודנטים יישמו את הידע והטכניקות הנילמדים בקורסים הפקולטיים על בסיס ההצעה שהוכנה בקורס קדם פרויקט (094189) לשם פתרון בעיה מעשית. הסטודנטים ישובצו לצוותים שיבצעו פרויקטים אינטגרטיביים שיכללו תכן של מערכת חדשה (או הצעה לשינוי מערכת קיימת) וניתוח כלכל של עלויות ותועלות של המערכת המוצעת. הציון ייקבע על פי איכות הפיתרון וצורת היישום של הידע והכלים כדי לפתור את הבעיה שהועלתה.

**940202 מבוא לניתוח נתונים**

3 - 2 - - חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 02340128 ) או ( 02340128 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00940700, 00960202

הקורס יקנה לסטודנטים ידע וכלים בסיסיים לניתוח מידע באמצעות שימוש בשפת פייתון. הקורס יכלול את הנושאים הבאים: איסוף וניקוי הנתונים הגולמיים, ייצוג הנתונים בצורה יעילה, ניתוח אקספלורטורי של נתונים, ניתוח אשכולות, שיטות בסיסיות לסיווג נתונים.

**940210 ארגון המחשב ומערכות הפעלה**

3 1 - - - חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 02340221 - 02340704 ) או ( 02340117 ) או ( 02340111 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 02340119, 02340120, 02360364  
הקורס עוסק בטכנולוגיות מחשב תוך מתן דגש על נקודת המבט של המתכנת. בחלקו הראשון הקורס עוסק ביסודות של מבנה המחשב כגון שערים לוגיים וחישובים בסיסיים בעזרתם, ייצוג מידע ותוכניות בבסיס בינארי, פקודות בסיסיות בשפת מכונה, אופטימיזציה של תוכניות תלויות מכונה ואופטימיזציות לא תלויות מכונה. היררכית הזיכרון וניצול נכון של זיכרונות מטמון. חלקו השני של הקורס עוסק בעקרונות של מערכות הפעלה, כולל תהליכים ותתי תהליכים (SDAERHT, SESSECORP), ניהול זיכרון מדומה (YROMEM LAUTRIV), סינכרון, זמנון (GNILUDEHCS) ותאום בין תהליכים המשתמשים במשאבים משותפים.

**940219 הנדסת תוכנה**

3 2 - - חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 02340221 ) או ( 02340117 ) או ( 02340111 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00940220, 02340121, 02340122, 00960609, 02340124

שיטות תכנות במערכות תוכנה גדולות, מבוא לתכנון ותכנות מונחה עצמים ולימוד שפת תכנות מונחית עצמים. בקורס נלמד שפת AVAJ.

**940224 מבני נתונים ואלגוריתמים**

3 2 - - - חורף + אביב + קיץ 4.0

**מקצועות קדם:** ( 00940219 - 00940345 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 02340218, 02340246, 02340247

הקורס עוסק במושגי יסוד בפיתוח וניתוח של אלגוריתמים ומבני נתונים. נושאים: אלגוריתמי מיון, מבני נתונים יסודיים: מחסנית, תור, עץ חיפושבינארי, עצים מאוזנים, ערימה, טבלאות גיבוב, שיטות הסתברותיות בתכנון מבני נתונים כולל פונקציות גיבוב אוניברסליות, אלגוריתמים בסיסיים בגרפים: סריקות, מסלולים קצרים ביותר, עץ פורש מינימום, תכנות דינמי.

**940241 ניהול מסדי נתונים**

2 1 1 1 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 02340221 - 00940347 ) או ( 00940345 )

**מקצועות קדם:** ( 00940700 ) או ( 02340221 - 00940345 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 02360363

בקורס נלמדים נושאים בסיסיים בניהול מסדי נתונים יחסיים, כולל תיכון באמצעות DRE ונירמול, שאלות בשפת LQS ומבוא לניהול תנועות. הסטודנט יתנסה בפיתוח ובניית מסד נתונים.

**940288 נושאים אתיים באחריות בנתונים**

2 - - - אביב 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00960224 - 00960411 )

בקורס נבחן סוגיות במערכות נתונים שמשלבות בין עולמות המשפט, האתיקה והטכנולוגיה. נשתמש בניתוחי אירוע בנושאים כגון אחריות, אפליה, פרטיות וניהול להטמיע את הצורך בדיאלוג בין עולמות אלו. ניתוחי האירוע מניחים את הבסיס ליצירת שפה משותפת בה הצדדים מסוגלים לזהות בשלב מוקדם נקודות המפגש הפוטנציאליות ביניהם.

**940295 מעבדה בניתוח והצגת נתונים**

2 - 4 - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 00940290 - 00970209 )

מתודולוגיה ופרקטיקה של בניית מערכות המבצעות אנליזה של מידע בנפחים גבוהים באמצעות כלים סטטיסטיים (לדוגמה רגרסיה) וכלי למידה (NOITACIFISSALC, GNIRETSULC). שימוש במתודולוגיית ECUDER PAM לניתוח נתונים, ואינטגרציה של כלים דוגמת מנועי חיפוש ובסיסי נתונים. יודגמו פרדיגמות תצוגה של מידע שהוא תוצר האנליזה.

**940312 מודלים דטרמיניסטים בחקר ביצועים**

3 2 - - - חורף + אביב 4.0

**מקצועות קדם:** ( 01040019 - 02340111 ) או ( 01040019 )

**מקצועות קדם:** ( 02340221 ) או ( 01040016 - 02340221 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 00950606, 00940390

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00940313, 00940380, 00960390, 00960609

מתודולוגיה של חקר ביצועים. תכנון לינארי. ניסוח בעיות שונות כבעיות בתכנון לינארי. אלגוריתמים לפתרון בעיות ת"ל, דואליות וניתוח פוסט-אופטימלי. תכנון בשלמים ושיטות סיעוף וחתכים. זרימה ברשתות, תורת המשחקים. תכנון דינמי.

**940314 מודלים סטוכסטיים בחקר בצועים**

1 3 - - 4 חורף + אביב 3.5

מקצועות קדם: ( 01040019 - 02340221 - 00940411 ) או ( 00940411 - 02340221 - 01040016 ) או ( 01040019 - 02340111 - 00940411 ) או ( 00940412 - 01040166 - 01040117 ) או ( 02340117 - 00940411 - 01040065 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00940390

קורס זה עוסק בבניית מודלים מתמטיים של מערכות סטוכסטיות וכולל את מושגי היסוד של תורת ההליכים הסטוכסטיים. הקורס מתרכז בנושאים הבאים: שרשרות מרקוב, תהליכי פואסון והכללותיהם ותהליכי קפיצה מרקוביים (תהליכי לידה ומוות, תהליכי תורים מרקובים וכו').

**940345 מתמטיקה דיסקרטית ת'**

2 3 - - - חורף + אביב 4.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02340144, 02340141, 01040286, 01040002, 02340292, 02340129, 00940346, 02340293

מושגי יסוד בלוגיקה ושיטות הוכחה מתמטיות. תורת הקבוצות: הגדרות בסיסיות, יחסים, יחס שקילות, יחס סדר, פונקציות עוצמת קבוצות ומספרים קרדינליים, שיטת הליכסון של קנטור. קומבינטוריקה: עקרונות ספירה בסיסיים, הבינום של ניוטון, עיקרון ההכלה והפרדה, משוואות נסיגה.

**940396 פרויקט תכן, הנדסת מ"מ**

2 2 - - 7 חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 00940395 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00960700

סטודנטים יישמו את הידע והיכולות הנלמדים בתואר לשם פתרון לבעיה מעשית במערכות מידע (במובן הרחב), על בסיס ההצעה שהוכנה בקורס הקודם ובאותם צוותים. הציון ייקבע על פי איכות הפתרון (כולל מקוריות, יעילות ונוחות). איכות ההצעה, הידע שנרכש והופגן וצורת היישום של הידע והכלים כדי לפתור את הבעיה שהועלתה.

**940411 הסתברות ת'**

3 3 - - 5 חורף + אביב 4.0

מקצועות קדם: ( 01040195 ) או ( 01040018 ) או ( 01040017 ) או ( 01040031 ) או ( 01040042 ) או ( 01040044 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00940412, 00940491, 00940492, 00940034, 01040222, 01040034

תורת ההסתברות כמודל מתמטי לתופעות מקריות, מרחבי הסתברות, הסתברות מותנית, אי תלות, משתנים מקריים ופונקציות התפלגות, התפלגויות נפוצות בשימושים: בינומית, גיאומטרית פואסונית, אחידה, אקספוננציאלית, גאמא, נורמלית ובאטא. תוחלת ומומנטים. התפלגויות רב ממדיות, קווריאנס, סטטיסטי הסדר, פונקציות של משתנים מקריים, ההתפלגות הנורמלית הרב מימדית, התמרות ושימושיהן בתורת ההסתברות, סכום של משתנים מקריים, חוק המספרים הגדולים, משפט הגבול המרכזי ושימושו לקרובים.

**940412 הסתברות מ**

3 3 - - 5 חורף + אביב 4.0

מקצועות קדם: ( 01040031 ) או ( 01040017 ) או ( 01040018 ) או ( 01040019 ) או ( 01040042 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00940491, 00940492, 01040034, 01040222

תורת ההסתברות כמודל מתמטי לתופעות מקריות, מרחבי הסתברות, הסתברות מותנית, אי תלות, משתנים מקריים ופונקציות התפלגות, התפלגויות נפוצות בשימושים: בינומית, גיאומטרית, פואסונית, אחידה, אקספוננציאלית, גאמא, נורמלית ובאטא. תוחלת ומומנטים. התפלגויות רב ממדיות, קווריאנס, סטטיסטי הסדר, פונקציות של משתנים מקריים, ההתפלגות הנורמלית הרב מימדית, התמרות ושימושיהן בתורת ההסתברות, סכום של משתנים מקריים, חוק המספרים הגדולים, משפט הגבול המרכזי ושימושו לקרובים.

**940423 מבוא לסטטיסטיקה**

1 3 - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 00940411 ) או ( 00940412 ) או ( 01040034 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00460010

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00940424, 00940490, 03340023

סטטיסטיקה תיאורית ושיטות גרפיות. יסודות דגימה. אמידה נקודתית, רווחי סמך ובדיקת השערות. בדיקת טיב התאמה ואי תלות. רגרסיה לינארית פשוטה ומרובה.

**940424 סטטיסטיקה 1**

1 3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 00940411 - 00940202 ) או ( 00940202 - 00940412 ) או ( 00940700 - 00940412 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00460010

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00940481

סטטיסטיקה תיאורית ושיטות גרפיות. אמידה נקודתית, רווחי סמך ובדיקת השערות. מבחן חי בקיבוע לבדיקת טיב התאמה ואי תלות. רגרסיה לינארית פשוטה. ניתוח סטטיסטי באמצעות R או פיתון.

**940481 מבוא להסתברות וסטטיסטיקה**

2 3 - - - חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות קדם: ( 01040004 ) או ( 01040013 ) או ( 01040022 ) או ( 01040044 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00940417, 00940411, 00940412, 00940423, 00460010, 03340023

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040222, 01040034

החלק הראשון של הקורס מציג מושגים בסיסיים מתורת ההסתברות: חוקי הסתברות בסיסיים, קומבינטוריקה, הסתברות מותנה, משתנים מקריים בדידים ורציפים והתפלגויותיהם, משפט הגבול המרכזי. חלקו השני של הקורס מתמקד בהסקה סטטיסטית וכולל סטטיסטיקה תיאורית, התפלגויות דגימה, אמידה נקודתית ורווחי סמך, בדיקת השערות, מבחני טיב התאמה ואי-תלות, רגרסיה לינארית פשוטה.

**940503 מיקרו כלכלה 1**

1 3 - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 00940591 ) או ( 00940594 )

התנהגות הצרכן ותורת הביקוש: העדפות הצרכן, מגבלת התקציב, מציאת סל אופטימלי, גזירת פונקציית הביקוש, השפעת התחלופה וההכנסה. מדדי כמויות ומחירים. היצע העבודה של צרכן. תצרוכת לאורך זמן. עודף הצרכן. תיבת אדגוורת.

**940591 מבוא לכלכלה**

1 3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 01040017 ) או ( 01040018 ) או ( 01040031 ) או ( 01040195 ) או ( 01040003 ) או ( 01040042 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00960501

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00940592, 00940593, 00940594

בקוש והצע: שווי המשקל בשוק, מדיניות הממשלה בתחום המיקרו והשפעתה על שווי המשקל. פונקציות העלויות וגזירת עקומת ההצע. התנהגות בתנאי שוק שונים: מונופול ותחרות בלתי משוכללת. המשק הלאומי: החשבונות הלאומיים. קביעת התוצר המקומי במשק. שער הריבית והשפעתו על ההשקעה. הבקוּשֶׁלֶסֶף. הבנקים המסחריים, הבנק המרכזי והצע הכסף. שווי משקל בשוק הכסף ושווי משקל כללי. מדיניות הממשלה בתחום המיקרו והשפעתה על התוצר, שער הריבית ושעור האינפלציה.

**940600 סמינר במדעי הקוגניציה**

2 - - חורף 1.0

סמינר במדעי הקוגניציה. בסמינר יציגו חברי סגל הרצאות מבוא למחקר קוגניטיבי בטכניון. בין נושאי המחקר שיוצגו: חקר השפה, תפיסה, קשב, זיכרון, קבלת החלטות, קוגניציה ומוח, ממשקי אדם מכונה ועוד. הערה: ההרשמה פתוחה רק לסטודנטים אשר רשומים למגמת מדעי הקוגניציה.

**940697 פרויקט מחקר במדעי הקוגניציה**

6 - - אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 00960411 ו- 00940424 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00940701, 00940702, 00940703

פרויקט מחקרי בתחום מדעי הקוגניציה בהנחיה של חבר סגל. נושא הפרויקט וכן היעדים והתוצרים הנדרשים בסיום הקורס ואשר על בסיסם יקבע הציון יוגדרו על ידי המנחה, ביחד עם הסטודנט/ית ובהתייעצות עם מרצה/ת הקורס. בסיום הקורס הסטודנטים יציגו את עבודתם. הערה: ההרשמה פתוחה רק לסטודנטים אשר רשומים למגמת מדעי הקוגניציה, השלימו 801 נקודות לתואר ודורשת אישור מוקדם של האחראי/ת על המקצוע.

**940700 מבוא להנדסת נתונים**

1 1 - - 2 אביב

מקצועות קדם: ( 02340117 ו- 01040166 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00940201

תכנות בפיתוח עם דגש על עיבוד נתונים, ניתוח והצגתו. מושגי יסוד בטכניטיקה (ממוצע, חציון, שונות, סטיית תקן, קורולציה), אלגוריתמי אשכול (שטוחים והיררכיים) חיפוש (אחזור אד הוקי) ודירוג (מודל המרחב הוקטורי ושערוך איכות החיפוש), אלגוריתמי סיווג (רוקוי והשכנים הקרובים ביותר), אלגוריתמי סינון מבוססי תוכן ומבוססי שיתוף.

**940701 פרויקט מחקרי 1**

6 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

הסטודנט יבצע פרויקט מחקרי בהנחיה של חבר סגל. המנחה יגדיר, ביחד עם הסטודנט ובהתייעצות עם מרצה הקורס, את נושא הפרויקט וכן את היעדים והתוצרים הנדרשים מהסטודנט בסיום הקורס ואשר על בסיסם יקבע ציונו. הרשמה פתוחה רק לסטודנטים בתוכנית המצטיינים ובאישור מרצה הקורס. בסיום הקורס הסטודנט יציג את עבודתו.

**940702 פרויקט מחקרי 2**

6 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00940701 )

הסטודנט יבצע פרויקט מחקרי בהנחיה של חבר סגל. המנחה יגדיר, ביחד עם הסטודנט ובהתייעצות עם מרצה הקורס, את נושא הפרויקט וכן את היעדים והתוצרים הנדרשים מהסטודנט בסיום הקורס ואשר על בסיסם יקבע ציונו. הרשמה פתוחה רק לסטודנטים בתוכנית המצטיינים ובאישור מרצה הקורס. בסיום הקורס הסטודנט יציג את עבודתו.

**940703 פרויקט מחקרי 3**

6 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

הסטודנט יבצע פרויקט מחקרי בהנחיה של חבר סגל. המנחה יגדיר, ביחד עם הסטודנט ובהתייעצות עם מרצה הקורס, את נושא הפרויקט וכן את היעדים והתוצרים הנדרשים מהסטודנט בסיום הקורס ואשר על בסיסם יקבע ציונו. הרשמה פתוחה רק לסטודנטים בתוכנית המצטיינים ובאישור מרצה הקורס. בסיום הקורס הסטודנט יציג את עבודתו.

**940820 מבוא לחשבונאות**

2 - - - - חורף + אביב 2.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 00940821

הדגש בקורס הוא על הבנת הליכי הדיווח הכספי ומשמעות המידע המוכל בדוחות הכספיים וכן העקרונות הבסיסיים של חשבונאות ניהולית (תמחיר), כולל כלים עיקריים. הקורס מעניק כלים לניתוח חברות עסקיות, באמצעות שימוש אינטגרטיבי במידע אודות החברה, ובדגש על הדוחות הכספיים.

**940825 בקרת עלויות**

1 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: ( 00940822 ו- 00940821 )

הקניית ידע מתקדם במטודולוגיות המודרניות של הבקרה הניהולית ובאופן יישומה בארגונים גדולים. יודגשו נושאי תקציב ובקרת רכש, ניתוח וטיפול בהוצאות עקיפות בשיטות המסורתיות ובשיטת GNITSOC DESAB, YTIVITCA מדידת עלויות איכות וניתוחי רווחיות, קיבולת הוצאות הייצור.

**950113 איכות פריין ותחזוקה**

1 3 - - - חורף + אביב 3.5

מקצועות קדם: ( 00940139 )

ניהול איכות כולל: סקירה היסטורית וגישות עדכניות, הגדרת פונקציות תפעוליות, שיטות מדידת איכות, 14 העקרונות של דמינג, אסטרטגיות מוכוונות-לקוח ובניה, אימון והפעלה של צוותי איכות. צוותי עבודה אוטונומיים. הארגון הלומד. ניהול איכות בלוגיסטיקה. תמחור האיכות. השוואות יחסיות. תקני OSI - 9000. פרסי איכות. שיטות לשינוף ברווחים. מודלים כמותיים לתכנון והפעלה של מערכי תחזוקה (תחזוקת שבר ותחזוקה מונעת).

**950120 סמינר במע. ייצור ושרות**

3 - - - 10 חורף + אביב 3.5

מקצועות קדם: ( 00950140 )

הסמינר יציג בפני הסטודנטים נושאי מחקר עדכניים בתחומים של מע' ייצור ושרות. הסטודנטים ינתחו את הנושאים השונים בעזרת כלי ניתוח שנלמדו בקורסים קודמים ויבחנו מודלים כמותיים ואיכותיים להתמודדות עם הבעיות שיועלו תוך שהם עומדים על מידת התאמתם לתנאי המציאות.

**950143 חשיבה מערכתית בתעשייה וניהול**

3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00950139 ו- 00950140 )

מבוא לחשיבה מערכתית. ניתוח צרכים ובעלי עניין: תרחישי שימוש! מפת השפעה ועניין! עץ צרכים. תכן מערכות ותהליכים: מיפוי מערכת! מאפייני מערכות. מודלים ותרחישים: יצירה ושיפור של פתרונות מערכתיים והערכת חלופות! פונקציות ערך! QFD! מפות דרכים! שיטת PUGH! טבלה מורפולוגית. אפיון מערכת: הנדסת דרישות! היבטי סביבה! תפעול! אחזקה! ניסויים ובחינה

**950219 כתיבת תוכנה ללמידת מכונה**

3 - - - - אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 00940219 ) או ( 02340122 ) או ( 00440101 )

בקורס נלמד שימוש מתקדם בשפת פיתוח וג'אווה! כתיבת בדיקות ותהליכי מציאת באגים. כלים לביצוע תכנות מקבילי ופתרון הקשיים שבכך. שימוש בכלים בסיסיים בליונקס ומערכות הדרושות כגון CONTAINERS ומערכות אינטגרציה רציפה לבניית מערכת ללמידת מכונה באיכות מוכנה לייצור.

**950280 פרויקט תכן בלמידה חישובית**

2 - - 5 - חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00960411 ) או ( 00970209 ) או ( 00970200 )

סקירה של מחקר בנושא נבחר בלמידה חישובית עם דגש על נושאים רלוונטיים למידע מובנה(למשל: למידה עם מבנה, מודלים גרפיים הסתברותיים, רשתותניורונים ובמיוחד רשתות קונוולוציה ורשתות נשנות). איתור בעית מחקר בהיקף שיכול להוליך למאמר קצר. רשתות קונוולוציה ורשתות נשנות. איתור בעית מחקר בהיקף שיכול להוליך פיתוח ומימוש אלגוריתמים לפתרון הבעיה. תכנון והרצת ניסויים עם דאטא אמיתי. ניתוח התוצאות וכתבת דו"ח מסכם.

**950605 מבוא לפסיכולוגיה**

2 - - 3 - חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00940424 ) או ( 00940423 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00990636

הערה: קביעת הציון עפ"י מעקב, תרגילי בית, בחינת אמצע סמסטר ובחינה סופית. המטרה המרכזית של הקורס היא לבדוק האם ייתכן לבנות מודל הנדסי המאפשר ניבוי של התנהגות אנושית בסביבות עבודה ובמסגרות למידה. לצורך זה הקורס סוקר את הדישות המחקריות הבסיסיות, הממצאים הניסויים הקלאסיים והגישות התיאורטיות המקובלות במדעי התנהגות והחברה. נסקור מודלים שמנבאים התנהגויות ברמת הקבוצה והפרט. נדון גם באפשרות של שינוי התנהגות אנושית באמצעות אימון ותמריצים הציון יקבע על בסיס מבחן סיום ופרייקט.

**950622 מבוא למדעי המוח הקוגניטיביים**

2 - - - - אביב 2.0

נדבר עיקרי בחקר מדעי הקוגניציה הינו השימוש בכלי מחקר מוחיים להבנת הקשר בין מנגנונים מוחיים לתהליכים קוגניטיביים. קורס זה ייתן מבוא לחקר מוח הקוגניטיבי בשיטות לא פולשניות, בדגש על EEG, MRI, וגרייה חשמלית. הקורס יעסוק בדרכים בהן שיטות אלו משמשות לחקור תופעות קוגניטיביות שונות, כגון תפיסה, שפה, זיכרון, יצירתיות ועוד.

**960122 סמינר באנליזה של רשתות בריאות**

2 - - - - אביב 2.0

הקורס יעסוק בנייתו מעמיק וקריאה ביקורתית של מאמרים מדעיים המפתחים מודלים מתמטיים ליישומים ברשתות בריאות. הקורס יתמקד בשימוש במודלים ובתוצאותיהם בתהליכי קבלת החלטות תוך שילוב היבטים רפואיים, תפעוליים וכלכליים. הקורס יעסוק בשאלות הקשורות בנייתו ואופטימיזציה של זרימת חולים, מודלים של רפואה מרוחק, קבלת החלטות בתנאי עומס ואי ודאות והקצאה של משאבים. הדגש יהיה על הבנת שאלת המחקר, בחירת המודל, השיקולים (TRADE-OFFS), הפתרון ויישומו. בכל שבוע יוצג ויונתח מאמר אחר על ידי זוג סטודנטים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לקרוא באופן ביקורתי מאמרים מדעיים בנושאי הקורס.
2. לנתח מודלים ותוצאות מתמטיות המוצגות במאמרים.
3. לנתח את ההנחות ה מוצגות במאמר, משמעותן וחשיבותן בהשגת התוצאות.
4. להציג מאמר בנושא הקורס בצורה ברורה ומובנת.
5. להסיק מסקנות מהמאמר ולהציג כיווני מחקר עתידיים.
6. לזהות את מגבלות המחקר.

**960135 ניהול מוצר בעולם הדיגיטלי**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 00940564 - 00940424 )

**960200 כלים מתמטיים למדעי הנתונים**

1 3 - - 4 - חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 00940345 - 01040032 - 01040166 ) או

( 01040022 - 01040016 - 00940347 ) או ( 00940345 - 0

01040016 - 01040022 ) או ( 00940347 - 01040065 - 0

01040022 )

תורת הקבוצות: קרדינליות של קבוצות. טופולוגיה: קבוצות פתוחות וסגורות. פנים ושפה של קבוצות, קמירות, קמור של קבוצה, קומפקטיות, טופולוגיה חלשה. מרחבים מטריים: קומפקטיות מטריית, סדרות קושי ושלמות. תורת המידה ואנליזה פונקציונלית: סיגמא אלגבראות, קבוצות בורל, מידת לבג ואינטגרל לבג, אי שוויון ינסן, נגזרת רדון ניקודים ותוחלת מותנה, סוגי התכנסות, מרחבי LP, מרחבי הילברט, טרנספורם פורייה ופונקציה אופיינית.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט:

1. יוכל להשתמש בכלים של תורת המידה לפתרון בעיות במדעי הנתונים כגון הסתברות וסטטיסטיקה רבת ממדים, אופטימיזציה קמורה ומטריצות אקראיות.
2. יוכל למדל התניה בנתונים מקריים.

**960208 בינה מלאכותית ומערכות אוטונומיות**

2 - - 1 6 - חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00960210 ) או ( 02360501 )

יסודות השיטות החישוביות לבעיות התכנון הממוכן. בעיות התכנון הקלסי עם ודאות מלאה: תכנון אופטימלי וסמי-אופטימלי, שיטות לחיפוש במרחב המצבים ובמרחב התכניות, הסקה אוטומטית של היוריסטיקות חיפוש, תכנון כבעיית סיפוק אילוצים רב-שלבית. הרחבות השיטות החישוביות לבעיות תכנון עם משאבים כמותיים ואי-וודאות איכותית וסטוכסטית. יישומי התכנון הממוכן במערכות תוכנה וחומרה אוטונומיות.

**960211 מודלים למסחר אלקטרוני**

1 3 - - 5 - חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 00940224 ) או ( 00940226 )

יישום טכנולוגיות מידע (במיוחד של האינטרנט) למודלים של מסחר אלקטרוני. המודלים כוללים שווי-משקל בייביאני, מכרזים קומבינטוריים, שיטות מסחר אחרות, מכרז כפול, משא ומתן עם סוכני-תכנה, חוזים בזמן אמת. ניתוח של חברות מסחר אלקטרוני. בניית אתר בשיטת מסחר מסוימת.

**960212 מודלים גרפים הסתברותיים**

2 - - - 5 - חורף + אביב 2.0

**מקצועות קדם:** ( 00940224 - 00960411 )

בקורס נחקר מודלים גרפים הסתברותיים שמשלבים בין תורת הגרפים להסתברות ויוצרים תשתית גמישה למידול התפלגויות מרובות משתנים שביניהם קשרים מורכבים. מודלים גרפים הסתברותיים הפכו לכלי מרכזי בתחומים רבים שכוללים עיבוד שפה טבעית, ראייה ממוחשבת, ביולוגיה חישובית, ועוד. בקורס נלמד איך להשתמש במודלים גרפים הסתברותיים על מנת לייצג מערכות מורכבות באופן יעיל ולהפעיל עליהם מנגנוני הסקה. הקורס יכסה את העקרונות המרכזיים של מודלים גרפיים הסתברותיים שכוללים ייצוג, תשאול ולמידה של הפרמטרים והמבנה של המודל הגרפי מתוך מידע קיים.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים יוכלו:

1. לייצג התפלגות מרובת משתנים באמצעות מודל גרפי הסתברותי.
2. לתשאל את המודל ולקבוע את הסיבוכיות הכרוכה.
3. ללמוד את הפרמטרים של המודל מתוך מידע קיים.

**960222 שפה חישוביות וקוגניציה**

1-1 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

הקורס יסקור תחומי מחקר ושאלות מרכזיות בפסיכולוגיה חישובית, תחום המשלב את חקר עיבוד השפה בבני אדם עם בלשנות חישובית. הקורס יציג מחקר בעיבוד ורכישת שפה בבני אדם ומכונות, תוך שילוב גישות סימבוליות והסתברותיות. הקורס יעסוק בנושאים כגון דיקדוקים פורמאליים של שפות טבעיות, מודלי שפה, שיטות מחקר אמפירי, תיאוריה קוגניטיבית של עיבוד שפה, ושפה ומח.

תוצאות למידה: בתום הקורס הסטודנטים והסטודנטיות יוכלו:

- להסביר את השאלות, התיאוריות, ושיטות המחקר העיקריות בתחומי עיבוד השפה והקוגניציה.

- לפרט על ממצאים אמפיריים מרכזיים בחקר עיבוד השפה אצל בני אדם והאופן בו ניתן למדל אותם חישובית.

- לנסח דיקדוקים לשפה טבעית ולהשתמש בכלים חישוביים כדוגמת מודלי שפה ויצוגים סמנטיים

**960224 ניהול מידע מבוזר**

1-1 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: (02360363) או (00940241)

נושאים בניהול מידע מבוזר (כגון, תכן ביזריות, עיבוד ואופטימיזציה שאילתות מבוזרות וניהול תנועות מבוזרות). סוגיות אמיונות מידע מבוזר ושילוב נתונים. פיתוח כלים למחקר שילוב נתונים. נושאים מחזית הטכנולוגיה במיחשוב ענן. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט ידע 1. לתכנן מסד נתונים 2. להציע תוכנית שאליתל בסביבה מבוזרת. 3. לתכנן פרוטוקול התאוששות מתקלות בניהול טרנזקציות מבוזרות 4. לממש אלגוריתמי שילוב נתונים. 5. לתכנן ולבצע ניסויים בסביבת שילוב נתונים. שילוב נתונים.

**960232 אתיקה של נתונים**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: (00960411)

עולם הביג דאטה טומן בתוכו הזדמנויות רבות, אך גם סכנות מהותיות כגון חדירה לפרטיות, פגיעה באבטחת מידע, אפליה ותלות יתר באלגוריתמים. הקורס יעסוק ביחסי הגומלין בין המשפט והטכנולוגיה, ידון בהיבטים האתיים של עולם הביג דאטה והכלים האנליטיים הקיימים, ינתח את האחריות הפרטית והציבורית בסוגיות השונות, ויבחן את הדרכים השונות להתמודדות עם ההתפתחויות בתחום. תוצאות למידה: 1. הסטודנט יכיר סוגיות אתיות ומשפטיות בתחום ה- ECNEICS ATAD 2. הסטודנט ינתח את האחריות הפרטית של TSITNEICS ATAD\_ והאחריות הציבורית של הרגולטור בתחום הביג דאטה.

**960236 למידה יוצרת ומודלי דיפוזיה**

1-1 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: (00970209)

הקורס יעסוק בחקירת התפקיד של מודלי למידה ודיפוזיה גנרטיביים בטכנולוגיה המתקדמת של הבינה המלאכותית (AI). מטרת הקורס העמקה ביסודות התיאורטיים לצד התמקדות ביישומים מעשיים. הכללת מטלות בית מעשיות בקורס וכן בחינה סופית הבוחנת ידע תאורטי יסייעו בהעמקת הידע ובפיתוח מיומנויות פרקטיות שיאפשרו לסטודנטים להיעזר בטכנולוגיות מתקדמות אלו.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להכיר את ההתנסויות של מודלים גנרטיביים ומודלי דיפוזיה וקצב ההתנסויות שלהם.
2. לתכנת מודלים גנרטיביים וליישם אותם על מערכי נתונים רלוונטיים.
3. לממש ולהפעיל אלגוריתמים סטנדרטיים לבעיות מעולם תוכן זה.
4. ליישם עקרונות ייסודיים במודל גנרטיביים! בינהם קצבי התנסויות! דג ימה אקראית! ועוד.

**960237 מערכות סוכני בינה מלאכותית**

1-2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: (00970209)

הקורס מספק היכרות מעמיקה ויישומית עם בינה מלאכותית גנרטיבית, תוך התמקדות בפיתוח והטמעה של סוכני בינה מלאכותית אוטונומיים.

הסטודנטים ילמדו את עקרונות העבודה עם מודלי יסוד (Foundation Models), את ההבדלים מול מודלים מכווננים, ואת שיטות הכיוון

המתקדמות (כגון LoRA וכיוון הוראות). בנוסף, הקורס ידגיש את הצורך ב-RAG למציאת נתונים ולהפחתת הזיות, לצד עבודת פרומפטנינג מתקדמת.

הקורס מציג את סוגי סוכני ה-AI המרכזיים, סוכנים ריאקטיביים, סוכני תכנון, סוכנים המשתמשים בכלים, ומערכות רב-סוכנים. הסטודנטים יעמיקו בעבודה עם MCP (Model, ReAct, LangChain, LangGraph), ו-MCP (Context Protocol), המאפשר שיתוף הקשר דינמי ותיאום בין סוכנים. דגש מרכזי יינתן ליכולת של מספר סוכנים לת קשר, לשתף פעולה, לחלק משימות ולבצע תהליכים מורכבים במקביל. במהלך הקורס הסטודנטים ילמדו לעבוד עם OpenAI API, לבנות Embeddings, להשתמש ב-Tools, ליצור כלי פעולה מותאמים, ולפתח סוכנים המסוגלים לתכנן, לאסוף מידע, ולפעול בעולם האמיתי. מקרי בוחן עדכניים כמו Lilli ו-Harvey ישמשו כדי להראות כיצד מערכות AI פועלות בתעשייה. בסיום הקורס, כל צוות יפתח סוכן אוטונומי מלא לפתרון בעיה אמיתית.

תוצאות למידה: בסיום הקורס, הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להסביר את היסודות של בינה גנרטיבית ומודלים בסיסיים כגון GPT, BERT ו-DALL-E.
2. ליישם טכניקות כמו Fine-Tuning ו-RAG לצורך שיפור ביצועים והפחתת הזיות.
3. לפתח סוכני בינה אוטונומיים מבוססי LangChain ו-OpenAI API.
4. לי יישם טכניקות של N-shot learning והנדסת פרומפטים (Prompt Engineering) להתאמת מודלים למשימות ספציפיות.
5. להציג פרויקט מסכם המדגים יישום של סוכן בינה לפתרון בעיה מהעולם האמיתי.

**960262 אחזור מידע**

1-3 - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: (00940219 ו-00940411 ו-01040065) או

(00940219 ו-00940411 ו-01040016) או (00940219 ו-

00940412 ו-01040166)

ארכיטקטורה של מנועי חיפוש, הערכת ביצועים של מנועי חיפוש, מודלים לחיפוש מידע רלבנטי במנועי חיפוש (בוליאני, וקטורי, הסתברותי, מודלי

שפה סטטיסטיים), מידול היזון חוזר ממשתמשים, אחזור ברשת האינטרנט, סיווג מידע לקטגוריות מובנות מראש באמצעות למידה, איגוד בלתי מונחה של מידע.

**960266 חווית משתמש במערכות אינטראקטיביות**

1-3 - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: (00960275) או (00950605)

ארבע פעילויות בסיסיות בתיכון ובעיצוב חוויית משתמש. ניתוח צרכים, דרישות משתמש והקשר שימוש, ארכיטקטורת מידע ותיכון קונספטואלי, תיכון מפורט ואב-טיפוס. היבטי התנהגות של יחידים וקבוצות, וחוויה רב-ערוצית. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יכיר 1. מושגי יסוד של חווית המשתמש 2. יבין את תהליך תכן חוויית המשתמש וקבלת הבעיה. 3. ידע לנתח את צרכי המשתמשים מעבר למספר ערוצי אינטראקציה.

**960267 מבוא לתכנות מאובטח**

3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: (02340117 ו-00940210) או (00940210 ו-

00940704)

**960291 מסחר אלגוריתמי בתדירות גבוהה**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00940314 ) או ( 01060429 ) או ( 00460868 ) או ( 00970510 )

מרבית המסחר בשוק ההון כיום מתבצע באמצעות אלגוריתמים ממוחשבים, המבצעים פעולות בתדירות גבוהה. הקורס מלמד חלק מכריע מהכלים לתכנון אלגוריתמי. חלק עיקרי מכלים אלה מגיע מתחום הבקרה הסטוכסטית וכולל בתוכו שיטות תכנות דינמי ושיטות וריאציוניות. כלים אלה יישמו בין השאר בכדי לפתור מודלים של מכירת תיק השקעות ומודלים של עשיית שוק. תוצאות למידה סטודנטים בקורס יהיו מסוגלים: 1. ליישם שיטות תכנות דינמי ושיטות וריאציוניות כדי לפתור בעיות בקרה סטוכסטית הקשורות למסחר אלגוריתמי. 2. ליישם שיטות בקרה סטוכסטית לניתוח וקבלת החלטות עבור המודלים הנלמדים בקורס, כגון מודלים של מכירת תיק השקעות ומודלים של עשיית שוק.

**960324 הנדסת מערכות שירות**

3 - - - 1 5 חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 00940314 ) או ( 00980413 )  
מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00980805

הקורס עוסק במערכות שירות עתירות תורים. דוגמאות למערכות כאלה כוללות: משרדי ממשלה ורשויות מקומיות, בתי חולים, בנקים, תחבורה ואינפורמציה. דוגמאות לתורים כוללות: תורי אנשים, שיחות טלפון, טפסים, מכתבים. בקורס ילמדו מודלים של תורים (בעיקר אנליטיים ואמפיריים) שנמצאו שימושיים לצורך תכנון, ניתוח, בקרה ותפעול של מערכות שירות. בנוסף לתיאוריה, יסקרו מאמרים המיישמים אותה וארועים המאשרים את תקפותה.

**960327 מודלים לא לינאריים בחקר ביצועים**

3 - - - 1 3 חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: 00950295 או 00950296 או 02340125 או 00940313 ( 01040022 - ) או ( 01040044 - ) או ( 01040168 - ) או ( 01040281 - ) או ( 01040035 - ) או ( 01040035 - ) או ( 01040022 - ) או ( 01040013 - ) או ( 01040044 - )

נושאים: תורת האופטימיזציה הלא לינארית הדנה בבעיות מינימיזציה. מקסימיזציה של פונקציה מטרה תחת אילוצי שוויון או אי שוויון עם דגש של יישומיים הנדסיים. קבוצות ופונקציות קמורות, תנאי TKK, אופטימיזציה קמורה ולא קמורה ודואליות. אלגוריתמים איטרטיביים בסיסיים. יישומים בכלכלה, למידה, עיבוד אותות ותמונה, תקשורת ועוד. לימוד שפת BALTAM ותוכנת XVC. יישום אלגוריתמים ב-BALTAM.

**960336 שיטות אופטימיזציה בלמידת מכונה**

2 - - - 4 חורף + אביב 2.0

מקצועות קדם: ( 00940411 ) או ( 01040222 ) או ( 01040034 ) או ( 00940412 )

תאוריה של אלגוריתמי אופטימיזציה יעילים לבעיות באופטימיזציה רציפה העולות בתחום למידת המכונה וניתוח מידע גדול. נושאי הלימוד יכללו: שיטות סדר ראשון לאופטימיזציה קמורה ולא קמורה, שיטות לאופטימיזציה סטוכסטית קמורה ולא קמורה, אלגוריתמים ללמידה מקוונת. הדגש יהיה על פיתוח אלגוריתמים יעילים והוכחות ריגורוזיות של יעילותם החישובית. כמו כן, הוכחות של חסמים תחתונים משלימים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. להבין לעומק את עקרונות הפעולה, וכן ליישם מספר גדול של אלגוריתמי אופטימיזציה מרכזיים וחשובים בתחום למידת המכונה. 2. לקרוא ולהבין באופן עצמאי ספרות עדכנית בתחום אלגוריתמי האופטימיזציה ללמידת מכונה. 3. להתחיל לבצע מחקר אקדמי (תאורטי ומעשי) בתחום.

**960411 למידה חישובית 1**

1 3 - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 00940423 - ) או ( 02340117 ) או ( 02340221 - ) או ( 00940423 ) או ( 02340117 - ) או ( 02340221 - ) ( 00940424 )

שיטות מתקדמות לניתוח נתונים ושילוב כלים סטטיסטיים וכלים של למידת מכונה לצורך ניתוח נתונים, הצגתם באופן ויזואלי ובניית מערכות סיווג וחיזוי. בין הנושאים בקורס יילמדו: חיזוי ורגרסיה לינארית, מערכות סיווג, למידת ENIHCAM, GNILPMASER, CAP, ROTCEV TROPPIUS, בחירת מודלים ורגולריזציה, עצי החלטה ורגרסיה, ניתוח אשכולות. תוצאות למידה: הבנה תיאורטית של השיטות השונות ויכולת יישום על נתונים אמיתיים.

**960412 ניהול וכריית תהליכים עסקיים**

2 1 - 4 3 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 02340293 ) או ( 00940344 )

תהליכים עסקיים נפוצים בחיינו ובפרט בבנקים, חברות סולר ובתי חולים. ניהול תהליכים עסקיים (PBM) הינו תחום המתמקד בשיפור תהליכים. בקורס נלמד את המרכיבים של ניהול תהליכים עסקיים (מידול וניתוחי כמותי של מודלים). בעיקר נתמקד בניהול תהליכים מבוסס GnINIM SSECORP תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל 1. למדל תהליכים עסקיים בשפות קונספטואליות, כולל שימוש בתוכנות עדכניות לצורך מידול (OIVANGIS 2). למדל תהליכים עסקיים לצורך ניתוח ביצועים וניתוח פורמאלי, בפרט בעזרת רשתות פטרי ומודלי תורים. 3. לפתור בעיות בנתוני התהליך, ניתוח השפעתן על כריית תהליכים עסקיים ופתרונות לבעיות לעיל. 4. לכתוב תהליכים עסקיים, בפרט: גילוי תהליכים, בדיקת תאימות בין מודל לנתונים והעשרת מודלים לצורך ניתוח ביצועים בתהליך.

**960415 נושאים ברגרסיה**

3 - - - 1 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00940423 ) או ( 00940424 )

לקורס יהיו שני חלקים. בחלק הראשון נעסוק ברגרסיה לינארית כאשר הנתונים הם לא לינאריים ובחלק השני נעסוק ברגרסיה מממד גבוה. רשימת נושאים מפורטת: האומד הלינארי הטוב ביותר, אומד ריבועים פחותים, משפט גאוס-מרקוב, התפלגות גבולית, בחירת מודלים בממד נמוך וגבוה, אומד EGDİR, משפט הקיום, אומד OSSAL, חסמי טעות של אומד OSSAL. בסוף הקורס הסטודנט אמור: 1. להכיר את התיאוריה הבסיסית של אומדי ריבועים פחותים במציאות לינארית ולא לינארית. 2. להשתמש בתוכנות מחשב סטנדרטיות על מנת לחשב אומדי ריבועים פחותים, רווחי סמך ובדיקת השערות. 3. לתכנת באופן בסיסי אומדים סטטיסטיים שונים ולהשוות ביניהם באמצעות סימולציות. 4. להכיר את התיאוריה הבסיסית של בחירת מודלים ברגרסיה, של אומדי EGDİR ו-OSSAL. 5. להשתמש בתוכנות מחשב סטנדרטיות על מנת לחשב אומדי אומדי EGDİR ו-OSSAL

**960426 ניתוח הישרדות בשיטות למידת מכונה**

1 2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00970411 ו- 00960411 )

ניתוח הישרדות מתמקד בניית הזמן עד לאירוע מסוים, כגון מוות של אורגניזם או כשל של מערכת. האתגר העיקרי בניית הישרדות הוא התמודדות עם נתונים מצונזרים, שבהם זמני אירועים מדויקים אינם נצפים במלואם, דבר שעלול להוביל להטיה אם מטפלים בהם בשיטות סטנדרטיות. הקורס יכסה מושגי הישרדות בסיסיים ומודלים סטטיסטיים קלאסיים, כולל פונקציות הישרדות וסיכון, מודלי גרסיה וטכניקות לטיפול בנתונים מצונזרים. בהתבסס עלבסיס זה, נחקור גם גישות מודרניות של למידת מכונה, כגון שיטות אנסמבל, מודלי גרסיה עם רגולריזציה ולמידה עמוקה, שנועדו לשפר את דיוק החיזוי ולטפל במבני נתונים מורכבים. הסטודנטים יהיו מצוידים הן בהבנה מתודולוגית והן במיומנויות מעשיות ליישם טכניקות ניתוח הישרדות מסורתיות ומתקדמות על מערכי נתונים מהעולם האמיתי. רשימת הנושאים שילמדו כוללת בסוף הקורס:

- צנזור וקטימה: צנזור מימין, צנזור משמאל, צנזור באינטרוול, קטימה, פונקציית הנראות עבור נתונים מצונזרים ו/או קטומים
- כמויות בסיסיות ומודלים: פונק' ההישרדות, פונק' הסיכון, זמני הישרדות ממוצעים (מותנים או קטומים), מודלים פרמטריים ומודלי גרסיה
- אמידה: אמדים לא-פרמטריים כגון קפלן-מיייר ונלסון-אלן, ושיטות נראות מירבית למודלים פרמטריים
- מודלים סמי-פרמטריים: מודל קוקס (סיכונים פרופורציונליים) ומודלי זמן-כשל מואץ
- סיכונים מתחרים
- מודלי גרסיה עם רגולריזציה לניתוח נתוני הישרדות
- מדדי הערכת ביצועים
- שיטות אנסמבל לניתוח הישרדות
- למידה עמוקה לניתוח הישרדות
- פסאודו-תצפיות
- ניתוח נתוני הישרדות דו-מימדיים
- תוצאות למידה: בסוף הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:
- להתמודד עם מבני נתונים מצונזרים וקטומים הנפוצים בניית הישרדות.
- לאמוד ולפרש פונקציות הישרדות וסיכון, הן באופן לא פרמטרי והן באמצעות מודל גרסיה.
- ליישם ולהעריך שיטות למידת מכונה קלאסיות ומודרניות על נתוני הישרדות, כולל רגולריזציה, אנסמבלים ולמידה עמוקה.
- ליישם טכניקות ניתוח הישרדות בתוכנה ולפרש באופן ביקורתי תוצאות בהקשרים יישומיים.

**960501 כלכלה למהנדסי מערכות**

3 - - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** (מוכללים): 00980751, 00980750

ביקוש והיצע: שיווי המשקל בשוק, מדיניות הממשלה בתחום המיקרו והשפעתה על שיווי המשקל. פונקציות ההוצאות וגזירת עקומת ההיצע. התנהגות בתנאי שוק שונים: מונופול ותחרות בלתי משוכללת. המשק הלאומי: החשבונות הלאומיים. קביעת התוצר הלאומי במשק. שער הריבית והשפעתו על ההשקעה. הביקוש לכסף. הבנקים המסחריים, הבנק המרכזי והיצע הכסף. שיווי משקל בשוק הכסף ושיווי משקל כללי. מדיניות הממשלה בתחום המאקרו והשפעתה על התוצר, שער הריבית ושיעור האינפלציה. מושגים בסיסיים בניהול פיננסי.

**960555 כלכלת סקטור ציבורי**

1 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00940504 )

יעדים ואמצעים. פארטו אופטימום. התערבות ממשלתית בשל כשלון השוק. מוצרים צבוריים. השפעות חיצוניות בייצור ובצריכה. עודף צרכן ועודף יצרן/קריטריון לרווחה חברתית. ניתוח עלות תועלת. מערכת מיסים אופטימלית - חלוקת הכנסות. תחולת המס.

**960556 שוקי אופציות**

1 2 - - - חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00940564 )

**מקצועות קדם:** (מוכללים): 00980778

הקורס עוסק בשוקי אופציות, במודלים לתמחור אופציות וישומיהם באסטרטגיות דינמיות לניטרול סיכונים וארביטרג'.

**960567 כלכלת מיקום**

1 2 - - - חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00940503 )

מיקום מפעלים תעשייתיים - ריכוז לעומת פיזור, השפעות חיצוניות, מיקום מתקנים ציבוריים, מיקום מרכזי קניות לעומת חנויות. ניתוח תשומה-תפוקה ככלי לביצוע תחזיות אזוריות.

**960570 תורת המשחקים והתנהגות כלכלית**

3 - - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 00940412 ) או ( 00940411 )

הנושאים: משחקים חד-שלביים: איסטרטגיות נשלטות, רמות בטחון ושיווי משקל. משחקים עם מידע לא מלא ותכנון מנגנונים. תורת תוחלת התועלת והיחס לסיכון ולשיווי משקל באיסטרטגיות מעורבות. משחקים רב-שלביים: משחקים עם מידע מלא, משחקים עם מידע כמעט מלא ומשחקים חוזרים.

**960573 תורת המכרזים**

1 2 - - - 5 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00940347 ו- 00940411 ו- 01040016 ) או ( 00940347 ו- 00940411 ו- 01040065 ) או ( 01040345 ו- 00940411 ו- 00940411 ו- 00104016 ) או ( 00940345 ו- 00940411 ו- 01040065 ) או ( 00940346 ו- 00940411 ו- 01040019 ) או ( 01040345 ו- 00940412 ו- 01040166 ) או ( 01040166 ו- 00940346 ו- 00940412 ו- 01040166 ) או ( 01040166 ו- 00940412 ו- 01040166 ) או ( 02340141 ו- 01040166 ו- 01040222 ו- 01040286 ) או ( 00440114 ו- 01040034 ו- 01040065 )

תחום תורת המכרזים מצוי על הגבול בין מיקרו-כלכלה ותורת המשחקים העוסק במכירות פומביות באופן מתמטי. תורת המכרזים משמשת ככלי גם בתחומי מחקר הנדסיים, כגון הנדסת חשמל ומדעי המחשב, למשל עבור הקצאת משאבים בסביבה מרובת סוכנים (כגון רשת תקשורת). נושאי הלימוד: מודלים בסיסיים למכרזים של מוצר יחיד, הרחבות וסקירת תוצאות מחקרים מהשנים האחרונות, גם אלה הקשורים להנדסה ולמדעי המחשב.

**960475 תכנון ניסויים וניתוחם**

1 2 - - - חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00940424 ) או ( 00940423 ) או ( 00940481 ) או ( 00460010 )

במקצוע זה יוצגו ניסויים מתוכננים נוספים לאלה שידונו במקצוע הקדם, סטטיסטיקה תעשייתית (096414). הנושאים יכללו: הסדרה N3 וניסויים חלקיים בסדרה זו, טיפול בגורמים אקראיים בנוסף לגורמים קבועים, מדידות חוזרות (SERUSAEM DETAEPER), ניתוח שונות רב משתני (AVONAM וניתוחם משתני לוואי).

**960576 למידה וסיבוכיות בתורת המשחקים**

2 - - - - חורף + אביב 2.0

**מקצועות קדם:** (00960570) או (00960575) או (00940411) ו- (01060173) או (01060173) או (00940412) או (01060173) ו- (01040034)

הקורס מתמקד בשאלה: כמה מהר שחקנים יכולים ללמוד שיווי משקל (ש"מ) נתמקד בשני מושגי פתרון: ש"מ נאש וש"מ מתואם. בפרט נדון בנושאים: למידה בעזרת חרטה וקצב ההתכנסות שלה לשיווי משקל, מודל סיבוכיות התקשורת והקשר שלו לקצב התכנסות של למידה, סיבוכיות חישוב של ש"מ (נאש ומתואם) במודלי סיבוכיות שונים: חישוב, תקשורת ושאליות. תוצאות למידה: בסיום הקורס הידע של הסטודנט יכול: 1. מספר תוצאות בסיסיות הקשורות ללמידה וחישוב של שיווי משקל. 2. משפט ההשגה של בלאקוול. 3. הלמה של בורל קאנטלי. 4. מושג המרטינגאל ואי-שוויון אזומה. 5. מודל סיבוכיות תקשורת. לכלים הללו שימושים רבים גם מחוץ לתחום תורת המשחקים.

**960589 אקונומטריקה למתקדמים**

3 - - 1 4 חורף + אביב 3.5

**מקצועות זהים:** 00980581

הקורס עוסק במדול אקונומטרי, אמידה והסקה סטטיסטית. המתודולוגיה המכוסה מתאימה לנתונים טיפוסיים מתחומי המיקרו, מקרו והמימון. מרכז הכבד של הקורס הוא באמידה בשיטות MMG ו- ELM ותאוריה אסימפטוטית. הקורס יקנה לסטודנט נסיון ביישומים אמפיריים של התאוריה לנתונים כלכליים אמיתיים.

**960617 חשיבה וקבלת החלטות**

2 - - - 1 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** (00940412) או (00940411) או (00940481) או (01040222) או (01040034)

הקורס יעסוק באופן שבו אנשים מקבלים החלטות ופותרים בעיות. תורת החלטות הנורמטיבית תיסקר והבסיס הקוגניטיבי של תהליכי קבלת החלטות יבחן לאור ממצאים ניסויים. הדגש יושם על התנאים שבהם החלטות אנוש מביאות לתוצאות לא רצויות מנקודת ראותו של הפרט ( הפרות של המודל הנורמטיבי ), או מנקודת ראות חברתית ( דילמות חברתיות ).

**960620 קוגניציה אנושית ויישומיה**

3 - - 1 5 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** (00950605) ו- (00940424) או (00950605) ו- (00940423)

נושאים: ניתוח צרכי המשתמשים במוצרים טכנולוגיים קיימים ותכנון מוצרים חדשים. שיקולים הנגזרים מיכולת עיבוד המידע, הלמידה והתגובה של המפעיל האנושי וטעויות אנוש נפוצות. שיקולים בתהליך התכנון לשימוש יעיל במוצרים ידידותיים ובטוחים.

**960625 הצגת מידע חזותי וקוגניציה**

2 1 1 2 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** (00960275) או (00950605)

הצגת מידע היא ההצגה החזותית של נתונים כדי להעביר מידע. הצגת מידע אפקטיבית עושה שימוש בתפיסה חזותית וקוגניציה. הקורס סוקר יסודות של תפיסה חזותית ותהליכים בסיסיים בקשב ועיבוד קוגניטיבי לצורך הבנת מידע חזותי. סקירה זו תימש לבניית ההגה אפקטיבית של נתונים מרובים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לפרט עקרונות בסיסיים בתפיסה חזותית. 2. לפרט עקרונות בסיסיים בתהליכים קוגניטיביים הקשורים למידע חזותי. 3. לנתח ולברר דוגמאות הצגת מידע כפונקציה של תהליכי תפיסה וקוגניציה. 4. לפתח ולבחון אפקטיביות הצגת מידע על בסיס נתונים מרובים.

**960644 סמינר מחקרי בפסיכולוגיה סביבתית**

2 - - - - אביב 2.0

**מקצועות קדם:** (00950605) או (00960275)

הקורס יקנה ידע בתיאוריות! שאלות המחקר! ושיטות המחקר הרווחות בתחום הפסיכולוגיה הסביבתית ויתמקד בשלושה נושאים הנוגעים לאדם ולסביבה הטבעית: 1) השפעות סביבתיות על התנהגות האדם ורווחתו! 2) גורמים המשפיעים על התנהגות סביבתית ו-3) עידוד התנהגות המטיבה עם הסביבה. הקורס ילווה סטודנטים וסטודנטים בקריאה ביקורתית של מאמרים מדעיים בתחום הפסיכולוגיה הסביבתית. הסטודנטים והסטודנטים יציגו מחקרים אקדמיים במהלך הקורס ויגישו הצעת מחקר כפרויקט הגמר בקורס. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים והסטודנטים יהיו מסוגלים: - לנתח את הדרכים שבהן הסביבה הטבעית משפיעה על רגשות והתנהגות. - לתאר את הדרכים שבהן ערכים! נורמות והרגלים משפיעים על התנהגות סביבתית - להפעיל חשיבה ביקר ותית ולהעריך שיטות מחקר שונות בפסיכולוגיה סביבתית. - לנסח שאלות מחקר אמפיריות בפסיכולוגיה סביבתית. - לעצב ניסוי בפסיכולוגיה סביבתית.

**960690 כלכלה התנהגותית: למידה וארגונים**

2 - - - 1 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** (00960275) או (00950605)

הקורס מתמקד בהשפעה של משתנים כלכליים על התנהגות אנושית. הוא סוקר מחקר בסיסי בתורת המשחקים ובכלכלה התנהגותית, ואת ההשלכות היישומיות של מחקר זה. התלמידים ילמדו לתכנן ניסויים ולהשתמש במודלים המאפשרים ניבוי של ההשפעה של התנסות על התנהגות, ובחינה של פתרונות שונים לבעיות ארגוניות. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט ידע: 1. את ההשלכות של התופעות הקלאסיות בכלכלה התנהגותית. 2. לגזור את הניבויים של המודלים המובילים בכלכלה התנהגותית. 3. להשתמש בשיטות ניסויים לבניית מודלים תיאוריים. 4. להשתמש בסימולציות מחשב להשוואת מודלים התנהגותיים. 5. לתכנן סביבות ארגוניות למזעור קונפליקטים חברתיים.

**960693 רשתות פסיכולוגיות וקוגניטיביות**

2 - 1 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** (00960275) או (00950605) ו- (00940424) או (00950605) ו- (00940423)

תורת הרשתות מציעה שיטות חישוביות לחקור מערכות מורכבות כרשתות. בפסיכולוגיה ומדעי הקוגניציה, השימוש בכלים אלו לחקור ולהבין התנהגות אנושית מורכבת הולך וגובר. קורס זה יציג את המושגים, תיאוריה ומתודולוגיה המהווים את ליבת היישום של כלי מחקר מסוג זה בכדי לחקור את מורכבות המחשבה. תוצאות למידה: בסיום הקורס, הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לראות רשתות בכל מקום. 2. להבין את תחום מדעי הרשתות וכיצד שיטות ממדעי הרשתות מיושמות כעת בפסיכולוגיה ובמדעים הקוגניטיביים. 3. לקרוא באופן ביקורתי מאמרי רשתות בתחום של בפסיכולוגיה ובמדעים הקוגניטיביים. 4. ליישם כלים מתורת הרשתות לטובת ניתוח נתונים.

**960694 מטה קוגניציה**

2 - - 1 5 חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם:** (00960275) או (00960620)

**מקצועות זהים:** 00980694

הקורס עוסק באופן בו אנשים מעריכים את רמת הידיעות שלהם כאשר הם עוסקים בלמידה, פתרון בעיות ומענה על שאלות וכיצד לאור הערכה זו הם משקיעים זמן חשיבה, נמנעים מהשקעת זמן כאשר לא צפויה תועלת מכך, פונים לעזרה וכדומה. בנוסף לכך, ידונו השלכות מעשיות ויישומים הנובעים מהמחקר התיאורטי בתחום.

**960820 מערכות ניהול קשרי לקוחות**

3 - 5 1 3 חורף + אביב 3.5

**מקצועות קדם:** ( 00970800 )

מערכות ניהול קשרי לקוחות באות לנהל את הקשר עם מיוגון רחב של לקוחות, זאת תוך התאמת התמהיל השיווקי המוצע לרמת הלקוח הבודד (עיסקי כמו לקוח פרטי) הכולל שירות, המחרה וקידום מכירות. הקורס עוסק בהקמה, תחזוקה ושימוש של מערכות ניהול הלקוחות בהיבטים שיווקיים וטכנולוגיים. יושם דגש על ניהול יעיל של איסוף הנתונים וניתוחם.

**970140 שיטות מתקדמות בניהול פרויקטים**

3 - 1 1 4 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 00950139 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 00990114

טכניקות חדשניות בניהול פרויקטים המבוססות תהליכים. תהליכים לקביעת התכולה, לתזמון, לטיפול במשאבים ובעלויות, לניהול סיכונים, רכש, תקשורת וברקת פרויקטים. תהליכים המתאימים לסביבת טכנולוגית המידע המודרנית.

**970202 ראייה ממוחשבת מודרנית**

3 - 1 1 2 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 00940412 - 01040166 - 00960411 )

מבוא לראייה ממוחשבת ויסודות התמונה (מודל המצלמה, היסטוגרמות); למידה חישובית ואופטימיזציה (רגרסיה, SGD); רשתות נוירונים ופעופע לאחור (Backpropagation); קונבולוציות (חד ודו-ממדיות) והתמרת פורייה; רשתות קונבולוציה (CNNs); ארכיטקטורות מודרניות (AlexNet, ResNet, ViT) ופרקטיקות אימון; סגמנטציה קלאסית וזרימה אופטית (Optical Flow); גילוי אובייקטים וסגמנטציה בלימדה עמוקה (Flow, R-CNN, YOLO, SAM); מודלים גנרטיביים (GANs); מודלי דיפוזיה (Diffusion Models); למידה בפיקוח עצמי (Self-Supervised Learning) ופרשנות (Interpretability); מודלי שפה-ראייה (VLMs); שיפור תמונה ובעיות הפכיות (Denosing, Super-resolution) תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

- לנתח ולהסביר את העקרונות המתמטיים והאינטואיטיביים המרכזיים של למידה עמוקה עבור ראייה ממוחשבת.
- לפתח הבנה הוליסטית של האופן שבו עקרונות ראייה ממוחשבת קלאסית משמשים כבסיס וכגורם מאפשר לפתרונות מודרניים מבוססי למידה עמוקה.
- לממש מנגנוני מפתח מאפס, כגון אלגוריתם עדכון המשקולות (backpropagation) ברשת נוירונים ואת רכיבי הליבה של רשת קונבולוציה (CNN), כדי לבנות הבנה עמוקה של אופן פעולתם.
- לממש ולאמן ארכיטקטורות למידה עמוקה מורכבות (כגון רשתות CNN מודרניות וטרנספורמרים) למשימות ראייה, תוך שימוש בספרייה מודרנית (PyTorch) ויישום שיטות עבודה מתקדמות.
- לנסח ולהתאים פתרונות למידה עמוקה למשימות ראייה מורכבות, כולל איתור (detection), סגמנטציה ומודלים גנרטיביים.

**970209 למידה חישובית 2**

3 - 1 3 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 00960411 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 02360781

מושגים בסיסיים בלימדה חישובית, חסמי הכללה, אופטימיזציה בבעיות למידה, מודל המומחים, שיטת המשקלות הכפליים, בעיית הסיווג (קלסיפיקציה), אלגוריתם הפרספטרון, אופטימיזציה קמורה מקוונת ומזעור חרטה במשחקים.

**970215 עיבוד שפה טבעית**

2 - 1 1 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 02360756 ) או ( 00960411 ) או ( 00460203 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 02360299, 00970216

הקורס יססה מגוון מודלים חישוביים ואלגוריתמים, בעיקר מתחום הלימדה החישובית, להבנת טקסטים הכתובים בשפה אנושית. בפרט יכוסו נושאים כמו: זיהוי חלקי דיבר, זיהוי ישויות, ניתוח תחבירי וסמנטיקה. הקורס יתמקד הן במשימות עיבוד השפה והן באלגוריתמי למידה חישובית רלוונטיים בפרטבתחום של למידת מבנה ומודלים גרפיים הסתברותיים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לנסח את המשימות השונות שעל אלגוריתם לפתור בכדי להבין טקסט. 2. לתכנן ולממש בתוכנה אלגוריתמים ללמידת מודלי שפה מרקוביים. 3. לתכנן ולממש בתוכנה אלגוריתמים למשימות תיוג סדרתי כמו זיהוי חלקי דיבר וזיהוי ישויות. 4. לתכנן ולממש בתוכנה אלגוריתמים למשימות למידת מבנה מורכב (למשל עץ) לשם פתרון בעיות כמו ניתוח תחבירי סטטיסטי (ניתוח תלויות וניתוח ביטויים) 5. לתכנן ולממש אלגוריתמים ללמידת משמעות של מילים, ביטויים ומשפטים בשיטות וקטוריות. 6. לתכנן ולממש אלגוריתמי תכנון דינאמי, אלגוריתמי הסקה במודלים גרפיים ואלגוריתמי שערך פרמטרים לשם פתרון בעיות של למידת מבנה של משפטים ומסמכים.

**970222 ראייה ממוחשבת ויישומיה בחדר ניתוח**

2 - 1 1 2 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00970209 ) או ( 00970200 ) או ( 02360781 ) או ( 00460211 )

הקורס ידון בדרכים לניתוח נתונים מתחום הכירורגיה, עם דגש על נתונים מחדר הניתוח. הנתונים יכללו וידאו, אודיו, נתונים של המוניטור של החולה וחישנים נוספים. נלמד אלגוריתמים מרכזיים בראייה ממוחשבת וסגמנטציה של וידאו: זיהוי אובייקטים (YOLO, AGNET), סגמנטציה זמנית של וידאו (זיהוי פעולות) (LSTM, MS-TCN++, ASFORMER), ומיפוי אוטומטי של תהליכים. נלמד ליישם את האלגוריתמים האלה בתחום הכירורגיה, לדוגמא: זיהויכלים כירורגיים, זיהוי ידי המנתח ומעקב תנועה, זיהוי אוטומטי של פעולות כירורגיות, מיפוי אוטומטי של השלבים במהלך הניתוח. תוצאות למידה:

בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: \_\_\_\_\_

- 1) לזהות גישות כירורגיות שונות ואת הנתונים שלהם.
- 2) לפתור בעיות של סיווג זיזי היו אובייקטים בעזרת למידה עמוקה.::
- 3) לתכנת רשתות זמניות לצורך אנליזה של רצף העבודה הכירורגי.
- 4) לפתור בעיות של זיהוי אוטומטי של מחוות.
- 5) שילוב נתוני תנועה ווידאו.

**970203 למידה על ידי חיזוקים**

2 - 1 1 4 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות זהים:** 02360765

הקורס יקנה לסטודנטיות ולסטודנטים ידע על מודלים ואלגוריתמים בסיסיים בנושא למידה על ידי חיזוקים. נושאי הקורס כוללים תהליכי מרקוב ותהליכי החלטה מרקוביים; יעדים שונים בלימדה על ידי חיזוקים (אופק סופי, המסלול הקצר ביותר, החזרים מהוונים וכו'); מדיניות אופטימלית במודל סופי; אופרטור בלמן ותכונותיו; איטרציות ערך ומדיניות; אלגוריתמי למידה מבוססי נטולי מודל (למידת Q, שיטת הפרשים הזמניים ועוד); התכנסותאלגוריתמים; מבוא לבעיות בנדיטים; שיטות גרדיאנט. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. למדל בעיות החלטה סדרתית באמצעות כלים מלימדה על ידי חיזוקים
2. להפעיל אלגוריתמים ללימדה על ידי חיזוקים על בעיות פשוטות
3. להוכיח התכנסות של אלגוריתמי למ

**970246 מודלי חישוב חברתי**

2 - - 4 חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00940411 - 00940224 ) או ( 00940224 - 00940224 ) או ( 00940412 - 00940226 ) או ( 00940412 - 00940226 )

הקורס יציג את העקרונות של מודלי אינטרקציה חדשניים בסביבות חברתיות מקוונות, תוך הדגש על היבטים אלגוריתמיים. בפרט, הקורס ידון בכלכלת שיתוף, מערכות אמון, מערכות המלצה מבוססות אמון, היבטים אסטרטגיים בבחירת משפיעים והשפעה ברשתות, אלגוריתמים בסביבות חברתיות ללא אפשרות שלום, אסטרטגיות בחוכמת המונים, והיבטים אסטרטגיים במערכות מבוססות מטבעות דיגיטליים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט ידע:

1. ליישם מנגנונים אלגוריתמיים בסיסיים לאינטראקציה רבת משתתפים המתהווה באינטרנט.
2. להשתמש במנגנונים אלגוריתמיים בסיסיים לשיתוף פעולה מקוון.
3. ליישם נקודת מבט אסטרטגית ואקסיומטית על מדעי הנתונים בהקשר של מערכות רבות משתתפים.

**970251 אספקטים אסטרטגיים בלמידת מכונה**

2 - - 1 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00960570 - 00960411 )

לפיתוח אלגוריתמי למידת מכונה המודעים להתנהגות אסטרטגית ושיקולים חברתיים. הנושאים שילמדו כוללים תמריצים כלכליים! הוגנות! ולקחת אחריות בסביבות מבוססות נתונים. הקורס יסקור שיטות חדשניות לטיפול באספקטים אלו! ויחשוף את הסטודנטים לנעשה בחזית המדע בתחומים הללו. הסטודנטים יפתחו כלים לפיתוח מערכות למידה המודעות לאלמנטים אסטרטגיים וחברתיים באמצעות התנסות! דינוים! קריאה ופרויקט סוף קורס מעשי או תיאורטי.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לזהות חולשות פוטנציאליות באלגוריתמי למידה הנוגעות לתמריצים כלכליים! הוגנות! פרטיות ועוד.
2. לפתח פתרונות מתאימים לאתגרים הנובעים משיקולים אלו.
3. להכיר את הנעשה בתחום בחזית הספרות המדעית.
4. לקרוא וביקורתיות ולנתח מאמרים מדעיים בתחום! וכן לזהות הנחות מגבילות ולנסח מחקר המשך.

**970400 מבוא להסקה סיבתית**

2 - - 1 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00970209 )

נסקור נושאים בסיסיים ומתקדמים בהסקה סיבתית: אילו בעיות דורשות הסקה סיבתית, למה הסקה סיבתית קשה מחיזוי רגיל של GNINRAEL DESIVREPUS, כיצד ניתן ללמוד קשרים סיבתיים מנתונים, נלמד את הבסיס הרעיוני של התחום לפי LRAEP ו-NIBUR, כולל SHPARG LASUAC נביא דוגמאות מרפואה, כלכלה ומדיניות ציבורית, מדיה חברתית, שיווק ומכירות, ובריאות הציבור. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. לזהות בעיות שדורשות שימוש בכלים של הסקה סיבתית 2. להסביר למה ובאילו תנאים כלים של למידת מכונה אינם מספיקים עבור הסקה סיבתית 3. לזהות את ההבדל בין ניסוי אקראי מבוקר, מחקר תצפיתי ללא משתנים מתערבים חבויים, ומחקר תצפיתי עם משתנים מתערבים חבויים 4. להגדיר תנאים מספיקים לביצוע של הסקה סיבתית תקפה הן בשפה של SEMOCTUO LAITNETOP והן בשפה של גרפים סיבתיים 5. להשתמש בשיטות של GNIHCTAM, TNEMTSUJDA ETAIRAVOC ו- EROCS YTISNEPORP על מנת לשערך אפקטים סיבתיים מנתונים 6. לשרטט גרף סיבתי שמתאים ל-SSECORP GNITARENEG ATAD נתון 7. לזהות תנאים בהם מתקיים ניסוי טבעי, בפרט מצבים בהם קיים LATNEMURTSNI ELBAIRAV

**970402 נושאים נבחרים באופטימיזציה: שיטות אופטימיזציה**

2 - - 4 אביב 2.0

**מקצועות קדם:** ( 00960327 ) או ( 02340125 )

הקורס יעסוק בשיטות מתקדמות באופטימיזציה וביישומן בבעיות דלילות וגדולות-ממדים. במהלך הקורס ילמדו את עקרונות האלגוריתמים מסוג Frank-Wolfe ווריאציות שונות שלהם. כמו כן, יידונו גרסאות סטוכסטיות של השיטה ויישומים לבעיות לא קמורות.

הקורס ישלב לימוד תאורטי ויישומי של השיטות, תוך הצגת דוגמאות מתחומים כגון אופטימיזציה תיקים פיננסיים, רגרסיית LASSO, השלמת מטריצות מדרגה נמוכה ורשתות נוירונים מלאכותיות.

תוצאות למידה: בסיום הקורס, הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לפתח וליישם אלגוריתמי אופטימיזציה ממשפחת Frank-Wolfe ואלגוריתמים קרובים, לצורך פתרון בעיות בתחומי למידת מכונה, סטטיסטיקה ואופטימיזציה קומבינטורית, תוך הבנה של יתרונותיהם וחסרונותיהם בהקשרים שונים.
2. לנתח ולהוכיח תכונות של אלגוריתמי אופטימיזציה, לרבות קצב התכנסות ועמידות לשגיאות, תוך שימוש בטכניקות בסיסיות ומתקדמות של ניתוח תאורטי.
3. לזהות ולגבש מודלים של בעיות אופטימיזציה ממגוון תחומים ולבחור עבורן את שיטות הפתרון המתאימות, בהתבסס על מאפייני הבעיה והנחות היסוד שלה.
4. להעריך ולבקר תוצאות אופטימיזציה באמצעות ניתוח ניסויים, סימולציות ויישומים מעשיים, ולהסיק מסקנות מבוססות לגבי יעילות וביצועים של שיטות שונות.

**970403 נושאים נבחרים בלמידת מכונה: למידת מכונה לחיזוי**

2 - - 1 חורף + אביב + קיץ 2.5

הקורס עוסק בחיזוי ביקושים כבסיס לתכנון בתחומים שונים, כגון פיננסיים, תקשורת, קמעונאות ותעשייה. הלימוד מציג שיטות מתקדמות בלמידת מכונה לחיזוי ולתכנון, המסוגלות להתמודד עם יישומים שאינם עומדים בהנחות המסורתיות כמו עונתיות ורציפות. הקורס יעמיק בשיטות אנליטיות ובלמידת מכונה לחיזוי ביקושים — החל מאלגוריתמי החלקה אקספוננציאלית בסיסיים ועד למודלים מתקדמים בני זמננו כגון טרנספורמרים ל "Zero Shot Inference" תוך ניתוח החוזקות והחולשות של כל שיטה בהקשר לרעש, מידול אירועים והטיות. הסטודנטים יחשפו לכלים מעשיים ליישום, להערכת השיטות ולבחירת הגישה המתאימה לכל תרחיש.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

- לנתח נתונים ולהפיק מהם תובנות לחיזוי יקוש.
- להציע ולהקים מערך חיזוי המבוסס על שיטות אנליטיות או שיטות לימוד מכונה.
- לבנות פונקציית הפסד המתאימה למטרת החיזוי.
- להתאימת שיטות חיזוי למטרות שונות ולמאפייני הבעיה.
- להעריך את איכות התוצאות באמצעות מדדי ביצוע מתאימים.

**970404 נושאים נבחרים בסטטיסטיקה : מתודולוגיה של סקרים**

2 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00970414 )

הקורס מציג את העקרונות המרכזיים של מתודולוגיית סקרים מודרנית, משלב היסודות של דגימה הסתברותית ועד לשיטות מתקדמות בסקרים מקוונים, פאנלים לא-הסתברותיים וניסויי רשת. הקורס משלב תיאוריה עם יישומים מתוך סקרים רשמיים (לאומיים) וממחקר התנהגותי מקוון. בנוסף, נלמדות שיטות כתיבה, הפעלה וניתוח של סקרים, כולל משקלות, שונות בסקרים מורכבים וכלים נלווים. הקורס בנוי לארבעה חלקים מרכזיים: יסודות הדגימה (שבועות 1-4),

שיטות סקר ומודלים מודרניים (שבועות 5-7), פאנלים מקוונים וניסויים ברשת (שבועות 8-10) וכתובת סקרים וניתוח נתונים (שבועות 11-13).

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

- לתאר את העקרונות המרכזיים של דגימה הסתברותית ויעילות דגימה.
- לתכנס סקר הכולל מסגרת דגימה, שיטת דגימה ומשקולות.
- לזהות הטיות כיוונית ואי-השבה ולהציע דרכי תיקון.
- להעריך את איכותם של סקרים מקוונים ושל פאנלים לא-הסתברותיים.
- לנסח שאלון ולבצע בדיקה מוקדמת (פילוט).
- לבצע ניתוח נתוני סקר מורכב ולהציג תוצאות בצורה נכונה.

**970405 נושאים נבחרים במדעי הנתונים: מדעי המוח ונתונים**

2 - - 1 4 חורף + אביב + קיץ 2.5

הקורס עוסק בשיטות ניתוח נתונים במדעי המוח ומטרתו להראות כיצד ניתן לחקור ולהבין את תפקוד המוח באופן כמותי מתוך רישומי פעילות עצבית ונתונים התנהגותיים. במסגרת הקורס נלמד כיצד לתרגם שאלות ביולוגיות על מעגלים עצביים ורשתות מוחיות למודלים מתמטיים וחישוביים שניתנים לבדיקה אמפירית. הסטודנטים יחשפו לכלים עדכניים מלמידת מכונה, תורת הגרפים ושיטות למידה על יריעות לניתוח דינמיקה של רשתות מוח ותבניות פעילות ברמת האוכלוסייה. זהו קורס מעשי המושתת על עבודה עם נתונים אמיתיים, ובמהלכה הסטודנטים יתכננו ויממשו אנליזה מלאה עבור מערך נתונים עצבי-התנהגותי, תוך שימוש בכלים חישוביים מודרניים.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים והסטודנטיות יהיו מסוגלים:

- להסביר מושגי יסודיים העצב החישוביים
- לתרגם השערות ביולוגיות הקשורות בין דינמיקה של רשתות במוח לניסוח מתמטי הניתן לבחינה אמפירית בעזרת נתונים
- לנתח דינמיקה של רשתות באמצעות כלי אנליזה מודרניים כגון למידת מכונה, תורת הגרפים ושיטות למידה של יריעות
- לתכנן ולממש מערכת אנליזה למסדנתונים אמיתי

**970406 נושאים נבחרים בהסתברות: סמינר בבעיות מחקר**

2 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

קורס זה יעסוק בבעיות מחקר עדכניות בתורת ההסתברות, תוך דגש על קריאה מודרכת ומשותפת של מאמרים עדכניים וניתוחם. במהלך הקורס יתבצע תהליך מחקרי מלא: קריאת מאמרים, ניתוח התוצאות, השוואתן לספרות קיימת, והערכת כיווני מחקר עתידיים המבוססים על מאמרים אלו. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

- לקרוא ולהבין מאמרים עדכניים בתורת ההסתברות באופן עצמאי וביקורתי.
- לנתח תוצאות מחקריות ולהבין בהקשר של הספרות הקיימת.
- להעריך את תרומתו של מאמר למחקר בתחום ולזהות את חדשנותו.
- להציג את ממצאי הניתוח בפני עמיתים באופן ברור ומבוסס.
- להציע כיווני מחקר חדשים הנגזרים מן המאמרים שנלמדו.
- לפתח מיומנויות עבודה שיתופית בקריאה ודיון מדעי.

**970407 נושאים נבחרים בהסתברות: השדה הגאוסיאני**

2 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00940412 )

כבידה קוונטית של ליוביל, הידועה גם כתורת השדות הקונפורמלית של ליוביל, מספקת מסגרת מתמטית לחקר מבנים גאומטריים אקראיים המופיעים בתורת השדות הקוונטית הדו-ממדית. בלב התיאוריה עומד הניתוח של משטחים אקראיים ותכונותיהם ההסתברותיות והגאומטריות. בעשור וחצי האחרונים התגבשה לתיאוריה זו פורמליזציה מתמטית מדויקת, תוך התקדמות משמעותית בהבנת המבנה שלה ובאימות תחזיות מרכזיות שמקורן בפיזיקה. התחום נשען על שילוב עמוק של רעיונות מהסתברות, גאומטריה ופיזיקה מתמטית. הקורס מציג את הרעיונות והכלים המרכזיים העומדים בבסיס התפתחויות אלו, תוך הנחת ידע מוקדם מצומצם ככל האפשר.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

- להגדיר ולנתח את השדה החופשי הגאוסיאני במודליים בדידים ורציפים, לרבות מבנה הקווריאציה וגבולות סקילינג.
- לנסח את ה-GFF כאובייקט הסתברותי במרחבי התפלגויות, ולהפעיל כליים מאנליזה הפונקציונלית ומהסתברות לחקר.
- ליישם תכונות מבניות מרכזיות של ה-GFF, ובהן תכונת מרקוב לפי תחום, אינווריאנטיות קונפורמלית ותורת קמרון-מרטין.
- לבנות ולנתח מדידות ליוביל קוונטי וכאוס כפל גאוסיאני, תוך הבנת תנאי התכנסות ומעברי פאזה.
- ליישם את נוסחת KPZ לקישור בין אקספוננטים גאומטריים אוקלידיים וקוונטיים.
- להכיר את הקשרים בין ליוביל קוונטי, מפות מישוריות אקראיות, תורת השדה הקונפורמלית של ליוביל וצמודים עם SLE.

**970408 נושאים נבחרים במדעי הנתונים: סיבתיות ולמידה**

2 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 00970400 ו- 00960411 )

הקורס עוסק במפגש שבין הסקה סיבתית ולמידת מכונה. הוא מציג עקרונות יסודיים לחזרה מבנה סיבתי מנתונים תצפיתיים, ומקשר רעיונות אלו ליישומים בלמידת מכונה, תוך התמקדות בחוסן בפני שינויים בהתפלגות הנתונים. הקורס דן בנושאים אלה גם מנקודת מבט מודרנית, ומדגיש את הרלוונטיות שלהם להתפתחויות עכשוויות כגון מודלי שפה גדולים. הקורס מחולק לשלושה מודולים מרכזיים:

- 1) שיטות לגילוי סיבתי
  - 2) חוסן לשינויים בהתפלגות בלמידת מכונה והקשרים לסיבתיות
  - 3) כלים להסקה סיבתית במודלי שפה גדולים
- תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:
- ליישם ולהשוות אלגוריתמים לגילוי סיבתי המבוססים על אילוצים (PC, FCI) ואלגוריתמים המבוססים על אסימטריה (LiNGAM, ANM) על נתונים תצפיתיים.
  - ליישם ולהבין את התאוריה של שיטות הסקה סיבתית המבוססות על הטרוגניות בנתונים (בקרות סינתטיות, ניבוי סיבתי אינבריאנטי).
  - לתכנן מודלים חיזויים המנצלים מבנה סיבתי לצורך השגת חוסן תחת שינויים בהתפלגות הנתונים.
  - לממש פונקציות מטרה לאימון המבוססות על אינבריאנטיות (IRM, V-REx) ולהבין את המגבלות התאורטיות והפשרות המעשיות שלהן.
  - לאבחן ולצמצם תופעות של למידת קיצורי דרך וקורלציות מזויפות ברשתות נירונים עמוקות.
  - ליישם שיטות לפרשנות מכניסטית ומעקב סיבתי (causal tracing) לצורך הבנת הייצוגים הפנימיים במודלי שפה גדולים.

**970414 סטטיסטיקה 2**

1 - 1 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 00940423 או 00940700 ) - ( 00940423 או 00940424 )

הקורס יעסוק במגוון נושאים של תאוריה סטטיסטית בשילוב עם ניתוח נתונים. נושאי הקורס כוללים רגרסיה מרובת משתנים, רגרסיה מוכללת, סטטיסטיקה לא פרמטרית ושיטות דגימה מחדש, תורת ההחלטות, סטטיסטיקה בייסיאנית ושיטות לטיפול בנתונים חסרים.

תוצאות למידה: בסיום הקורס התלמידים ידעו: 1. להפעיל שיטות רגרסיה שונות. 2. לבצע הסקה סטטיסטית על מאגרי נתונים מסוגים שונים כולל טיפול בנתונים חסרים.

**970447 מבוא לחישוביות וסיבוכיות**

1 2 - 2 חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 02340247 ) או ( 00940224 )

מקצועות זהים: 02370343

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02360343

הקורס מספק מבוא לתורת החישוביות והסיבוכיות. הנושאים שילמדו כוללים: אוטומט סופי דטרמיניסטי ושפות רגולריות, אוטומט לא דטרמיניסטי, שפות נטולות הקשר ואוטומט מחסנית, אלגוריתמים על אוטומטים, מכונות טיורינג, מושג הכרעות. במסגרת סיבוכיות ילמדו המחלקות, DRAM-, ECAPSP, ETELP, MOC-.

PN תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים: 1. יכירו מושגי יסוד בחישוביות, כולל תורת האוטומטים, מכונות טיורינג, שפות רגולריות וכרעות. 2. יכירו מושגי יסוד בתורת הסיבוכיות, כולל המחלקות המרכזיות, ECAPSP, C-PN 3. ידעו להוכיח חברות של בעיה במחלקת סיבוכיות, וידעו להוכיח כר יעות או אי כרעות של בעיה. 4. יכירו את המשפט המראה שמספר הבעיות הכרעות הוא בר מניה, בעוד שמספר הבעיות הבלתי כרעות הוא לא בר מניה.

**970449 סטטיסטיקה אי פרמטרית**

1 2 - - חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 00940424 ) או ( 00940423 )

נתונים קטגוריים: (לוחות סמיכות) השוואת מדגמים ב"ת, מדדי קשר, השוואת מדגמים תלויים. נתוני דרגות: השוואת מדגמים ב"ת, מדדי קשר. מבחני טיב התאמה. רגרסיה אי-פרמטרית.

**970644 פסיכולוגיה תרבותית**

2 - - - - אביב 2.0

מקצועות קדם: ( 00960275 ) או ( 00950605 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 00980763

קורס יסקור נקודות מחלוקת מרכזיות בספרות על המקורות וההשלכות של הבדלים בין-תרבותיים. הנושאים שייסקרו במהלך הקורס כוללים את הגורמים המייצרים הבדלים תרבותיים! וההשלכות של הבדלים אלו על קוגניציה! רגש! מוטיבציה! נורמות חברתיות והבדלים בין המינים. התלמידים יסקרו באופן ביקורתי וידונו במחקר עכשווי בנושא! ויגישו עבודה סמינריונית.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. לנתח מגמות מחקר עכשוויות ולהשוות בין נקודות הנתונות למחלוקת בפסיכולוגיה בין-תרבותית. 2. לנתח באופן ביקורתי מאמרים בתחום הפסיכולוגיה הבין-תרבותית. 3. לזהות רעיונות מרכזיים במאמרים בתחום הפסיכולוגיה הבין-תרבותית ולתקשר אותם בצורה ברורה ואפקטיבית. 4. לזהות ולנתח אתגרים במחקר הבין-תרבותי! החל מניסוח שאלת מחקר ועד תרגומו למתודולוגיה קונקרטיית.

**970800 עקרונות השיווק**

1 3 - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 00940594 או 00940423 ) או ( 00940423 או 00940591 )

הקורס מקנה חשיפה לתיאוריות, מודלים ומושגי יסוד מגוונים מעולם השיווק. בין נושאי הלימוד בקורס: הכרת הגישה השיווקית, תכנון אסטרטגי שיווקי, ניתוח הסביבה השיווקית, איסוף מידע שיווקי, התנהגות צרכנים, פילוח שוק, בחירת שוק מטרה, מיצוב, תמהיל השיווק, שיווק בסביבה גלובאלית, שיקולים אתיים בניהול השיווק, שיווק שירותים, ושיווק ללקוחות עסקיים. החומר התיאורטי ישולב בניתוח דוגמאות מהמציאות השיווקית בישראל ובעולם. תוצאות למידה: בסיום הקורס, הסטודנט יהיה מסוגל: 1. להכיר את מושגי היסוד ואת המודלים הבסיסיים בשיווק. 2. להבין את תפקידו האסטרטגי של תחום השיווק בניהול הפירמה. 3. להבין את מרכיבי תמהיל השיווק ואת האינטראקציה ביניהם. 4. לזהות ולנתח החלטות מפתח שניצבות בפני מנהל י שיווק. 5. להתנסות בתהליך של ניתוח תמונת מצב שיווקית, 6. לנסח אסטרטגיה שיווקית. 7. לכתוב תוכנית שיווק מתאימה.

**970920 נושאים בעיבוד שפה טבעית ממחקר**

1 2 - - - אביב 2.5

הקורס יעסוק בניתוח שיטות עיבוד שפה טבעית כדי לפתור משימות טקסט כנתונים. הקורס יסבה את מעגל המחקר בתחום: הגדרת בעית המחקר, איסוף נתונים, עיצוב ומימוש מודל, תכנון וביצוע ניסויים, ניתוח תוצאות הצגה בכתב ובעל פה.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. לעצב בעית מחקר חדשה בעיבוד שפה טבעית. 2. לאסוף נתונים שיתמכו במחקר על הבעיה. 3. לעצב ולממש שיטות עיבוד שפה טבעית מתקדמות כדי לפתור את בעית המחקר. 4. לעצב ולממש מערך ניסויים כדי להעריך את איכות האלגוריתמים לפתרון הבעיה. 5. לנתח את תוצאות הניסויים ולהציג את מסקנותיהם בכתב ובעל פה.

**970980 נושאים בפרטיות ואתיקה של מידע**

2 - - - 2 אביב 2.0

מקצועות קדם: ( 00960226 ) או ( 00960570 ) או ( 00960570 )

הקורס הינו קורס באתיקה העוסק בתחום בעיקר דרך הפרספקטיבה של שאלת הפרטיות. מטרת הקורס הינה ללמד את הסטודנטים לנתח מושגים חברתיים כגון פרטיות, אפליה ודיסאינפורמציה בדרך שמאפשרת דיון והתמודדות שיטתית. מוקד הקורס הוא בהבניית מודלים יסודיים של פרטיות המתבססים על התאוריה של הייצוגים החברתיים ועל תורת המשחקים. עם זאת, יוצגו גם החוק הישראלי והבינלאומי ופסיקות מפתח. פרק נכבד יוקדש ללימוד טכנולוגיות שפותחו להגנת פרטיות הממשק בין לבין המטרות החברתיות אותן הן אמורות לשרת. תוצאות למידה:

בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: - לתאר מקרה בנוגע לפרטיות ולנסח אותו בצורה חד משמעית המתייחסת לנורמות חברתיות ברורות.

- לנסח קונפליקט חברתי הנוגע למידע אישי כמש חק ולשפוט האם מנגנון הפרטיות מתמודד עם הקונפליקט.

- לזהות הפרות לכאורה של חוק הגנת הפרטיות בישראל ומקביליו בעולם.

**980123 ניהול פרויקטים להנדסת מערכות**

3 - - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

הנושא נדון מהשלב ההתחלתי של ההחלטה הניהולית ועד לשלבי הסיום הממשי של הפרוייקט. הקורס מטפל בניהול פרויקט בעסקים, עם הדגשה מיוחדת של שימושים בתעשייה. הקורס מחולק לשלושה חלקים: טבעו וארגונו של ניהול פרויקט, תכנון ופיקוח על פרויקט, ביצוע פרויקט.

**980291 פרקטיקום (התנסות מעשית) בארגונים**

----- חורף + אביב 2.0

**מקצועות קדם:** ( 00960600 ) או ( 00960620 )

הקורס דורש ביצוע פרויקט ארגוני, כפרקטיקום בפסיכולוגיה. הפרויקט מקנה התנסות באיתור ופתרון בעיות של תהליכים ארגוניים וניהול המשאב האנושי הפרויקט ילווה במנחה מהארגון ומנחה אקדמי. בסיום הפרקטיקום הסטודנט יכיר תהליכי ארגוניים ושיטות לטיפול במשאב האנושי, יכתוב דו"ח מסכם של הבעיה, הפתרון ותהליך הלמידה לאור תיאוריות, שיטות וכלים מחקרניים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל:

1. להכיר תהליכים ארגוניים דרך עבודה מעשית בארגון.
2. לדעת לנתח תהליכים ניהוליים המשפיעים על המשאב האנושי לאור תאוריות ומתודות בארגונים.
3. לדעת לנתח קשרים בין מבנה ארגוני, תרבות ארגונית, פרקטיקות ניהוליות והתנהגות עובדים, תוך שימוש בכלים סטטיסטיים.
4. להבין את המורכבות הארגונית שמשפיעה על התנהגות מנהלים ועובדים והקשר להצלחת הארגון.

**980322 סמינר במתודולוגיות באופטימיזציה**

2 ---- חורף 2.0

**מקצועות קדם:** ( 00980311 ) או ( 00960327 )

קורס זה יעסוק בנושאים נבחרים באופטימיזציה מתמטית ולמידת מכונה. הקורס יתמקד בשלושה או ארבעה תתי-נושאים שונים אשר יחקרו באמצעות ניתוחוהשוואה של תוצאות ומתודולוגיות ממאמרים בולטים. בקורס יבוצע תהליך מחקר: קריאת מאמרים וסקר ספרות, ניתוח תוצאות קיימות והשוואתם, לעיתים ניסויים נומריים, והערכת מחקר עתידי אפשרי בתת-הנושא.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים לבצע את המשימות הבאות:

1. קריאה ביקורתית של מאמרים בתחום האופטימיזציה הרציפה.
2. ניתוח והערכת של מתודולוגיות מחקר ותוצאות באופטימיזציה רציפה, מבחינה תיאורטית ומבחינה מעשית.
3. שימוש בכלים מחקרניים, מאגרי מידע וספרות בתחום האופטימיזציה הרציפה.

**980414 תיאוריה סטטיסטית**

3 ---- חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01080324 -ו- 00940423 ) או ( 00940424 -ו-

01080324 ) או ( 01080324 -ו- 00940481 )

משפחות פרמטריות ואי-פרמטריות של התפלגויות. פונקציות הנראות והכלולתיה. מספיקות. אמידה: נראות מירבית, ריבועים פחותים, גישה בייסיאנית ולפי תורת ההחלטות. בדיקת השערות ויישומיה. תיאוריה אסימפטוטית.

**980423 מבוא לתהליכים סטוכסטיים**

2 ---- חורף + אביב 2.0

**מקצועות קדם:** ( 00980413 )

בעית העצירה האופטימלית בשרשרות מרקוב. תהליכי מרקוב פשוטים בזמן רציף. תהליכי חידוש, מרטינגלים בזמן בדיד, תהליכי חידוש מרקוביים, תהליכים סמי מרקוביים ותהליכים רגנרטיביים. יישומים ילקחו מתורת ההימנות, המלאי ומודלי התבלות.

**980460 יישומי ניתוח רב-משטני**

3 ---- חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 00980459 )

שיטות קלסיות ועדכניות לעיבוד נתונים רב-ממדיים, רגרסיה לוגיסטית, מודלים מעורבים ( DEXIM ) הכוללים מודלים לניתוח נתונים בעלי מבנה היררכי ונתונים עם תצפיות חוזרות, משוואות מבניות, ניתוח גורמים בוחר מאשרר.

**980611 שיטות מדעי הנתונים למדעי ההתנהגות**

1 2 ---- חורף + אביב + קיץ 2.5

הקורס יקנה לסטודנטים ידע בניתוח נתונים ובכלים בסיסיים של מדעי הנתונים, בשפת R. הקורס יכלול את הנושאים הבאים: ניקוי ארגון והתאמה של הנתונים הגולמיים לצורך ניתוח אפקטיבי, ניתוח אקספלורטורי של נתונים, ייצוג אפקטיבי ואמין של נתונים, שימוש בסימולציות לצורך אנליזה של נתונים הטיית נתונים, שיטות בסיסיות בלמידת מכונה מונחית ולא מונחית. הקורס מיועד לסטודנטים לתארים מתקדמים במסלולים התנהגותיים (מדעי ההתנהגות, כלכלה התנהגותית וכדומה). תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לעבד ולארגן נתונים גולמיים
2. לבצע ניתוח נתונים אקספלורטורי וויזואליזציה (החזיה) אפקטיבית ואמינה של הנתונים
3. להשתמש בכלים בסיסיים בלמידת מכונה ובסימולציות
4. להבין את האתגרים

**980960 ביצועים ומיטביות סוביק. של עובדים**

2 - - 4 אביב 2.5

**מקצועות קדם:** ( 00960600 )

מודלים מתקדמים בניהול רווחה וביצועים של עובדים בארגונים. הנושאים יכסו מחקר משתנה בזמן/יציב, אינדיבידואלי/רב רמות, חזוי/תיאורי, התנהגותי/גישה ומחקר תיאורטי/אמפירי לגבי רווחתם וביצוע המשימות של עובדים בארגונים. הקורס מסתמך על כלים כמותיים, עבודות מחקר ודין בכיתה. הסטודנטים יכתבו עבודת מחקר המבוססת על הרעיונות שלהם במסגרת קורס זה.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: - לזהות ולפתח שאלות מחקר ותיאוריות מתקדמות למענה על שאלות מחקר הנוגעות לרווחה וביצועי עובדים בארגונים.

2. לפתח שיטות אמפיריות מתאימות למענה על שאלות מחקר בתחומי הביצוע והרווחה.
3. לתת משוב לעמיתיהם לגבי תיאוריות ושיטות מחקר הבודקות שאלות של ביצועים ורווחה בארגונים.

**990400 סדנה בסטטיסטיקה לדוקטורנטים**

3 - - 3 חורף + אביב 3.5

נושאים שונים אשר משתנים משנה לשנה. הם נקבעים בכל שנת לימודים על ידי מורה הקורס על בסיס תחומי העניין של המשתתפים בקורס. הסטודנטים יוכלו להבין מאמרים שבהם נעשה שימוש בשיטות הנלמדות ולהבין את עקרונות השיטות ולבצע ניתוחים סטטיסטיים בסיסיים. כלי ניתוח הנתונים שבהם משמשים בקורס הם SPSS ו-R.

**990624 סמינר מחקר אישי**

3 - - 3 חורף + אביב 2.0

**מקצועות קדם:** ( 00960676 )

צבירת 8 נקודות מוסמכים לפחות. התלמיד יבצע עבודת מחקר אינדיבידואלית על נושא לפי בחירתו, באישור ובהנחית אחד ממורי המגמה. העבודה יכולה להתייחס לניתוח נתונים קיימים, לעבודה ביביליוגרפית, לפיתוח מתודולוגיה חדשה וכיו"ב.

**990635 סמינר שטח במדעי ההתנהגות בניהול**

1 - - 1 חורף + אביב + קיץ 0.5

עבודות מחקר של סטודנטים לתארים מתקדמים בשטח מדעי ההתנהגות בשילוב הרצאות של אורחים מישראל ומחו"ל למחקר עדכני בתחום ודין בתחומי המחקר השונים בפסיכולוגיה קוגניטיבית והנדסת גורמי אנוש, פסיכולוגיה ארגונית, שיווק, אבטחת איכות ואסטרטגיה ארגונית. תוצאות למידה: הרחבת הידע בתחומי המחקר, הכרות עם שיטות מחקר מגוונות, פיתוח חשיבה ביקורתית של מחקרים והכרות עם חוקרים בתחומים אלה.

**הפקולטה למתמטיקה**

**1030015 השלמות מתמטיקה**

----- חורף + אביב + קיץ 0.0

חשבון בסיסי וטכניקה אלגברית. סדרות חשבוניות וגיאומטריות, אינדוקציה מתמטית. משוואות ואי שוויוניות. פונקציות וגרפים. משוואות ריבועיות והפונקציה הריבועית. פולינומים, שורשים ופונקציות רציונליות. פונקציות מעריכיות ולוגריתמיות. טריגונומטריה. וקטורים. גיאומטריה אנליטית במישור ובמרחב. מספרים מרוכבים. גבולות ונגזרות. חקירת פונקציות. אינטגרלים.

**1040002 מושגי יסוד במתמטיקה**

1 2 --- חורף + אביב 2.5

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 02340293, 02340129, 01040290

קדם: בגרות במתמטיקה 5 יח"ל עם ציון 70 ומעלה או ציון עובר בבחינת סיווג במתמטיקה. הקדם יופעל עבור סטודנטים הלומדים במסגרת אפיק המעבר המקוצר מלימודי חוץ בשנה הנוכחית. לוחות אמת, טאוטולוגיות, קבוצות, פעולות בין קבוצות, הקשר לפעולות הלוגיות, קבוצת החזקה, יחסים, פונקציות - תכונות, הרכב, פונקציות הפוכות, תמורות - זוגיות ואיזוגיות, יחסי שקילות, יחסי סדר סופיים ואינסופיים, קבוצות ניתנות להימנות, משפט קנטור, מספרים רציונליים ואי רציונליים, פיתוח עשרוני אינסופי כדוגמה לגבול, אינדוקציה, משפט הול, עקרון שובר היונים.

**1040004 חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2**

2 4 --- 7 חורף + אביב + קיץ 5.0

**מקצועות קדם:** (01040003) או (01040018)

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 01040091, 01040282, 01040281, 01040094, 01040093, 01040092, 01040020, 01040032, 01040090, 01040295, 01040090

וקטורים, מכפלה סקלרית ווקטורית. גיאומטריה במרחב. תכונות יסודיות של פונקציות ממשיות של כמה משתנים. חקירת פונקציות של כמה משתנים. פונקציות סתומות. אינטגרלים מרובים ותכונות יסודיות. שיטות אינטגרציה ונוסחת החלפת המשתנים באינטגרלים מרובים. אנליזה וקטורית. אינטגרלים קווים ואינטגרלים משטחיים מסוגים שונים. נוסחאות גרין, סטוקס והדיברגנס. שימושים בגיאומטריה ובפיסיקה.

**1040012 חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 1ת'**

3 4 --- חורף + אביב + קיץ 5.5

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 01040093, 01040087, 01040195, 01040090, 01040018, 01040017, 01040031, 01040042, 01040036

המספרים הממשיים סדרות אינסופיות של מספרים ממשיים. פונקציה ממשית של משתנה יחיד: גבולות ורציפות, רציפות על קטע סגור פונקציות מונוטוניות ופונקציות הפוכות. גזירות והמשפטים היסודיים של החשבון הדיפרנציאלי. כלל לופיטל, משפט טיילור. נקודות קיצון, קמירות, חקירת פונקציה, פונקציה קדומה ושיטות אינטגרציה - אינטגרל מסויים ותכונותיו, פונקציות אינטגרליות, משפטים יסודיים של החשבון האינטגרלי, הגדרת פונקציה בצורת אינטגרל. אינטגרל מוכלל. מבוא לטורים של מספרים חיוביים בלבד.

**1040013 חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2ת'**

3 4 --- חורף + אביב + קיץ 5.5

**מקצועות קדם:** (01040016 או 01040031) או (01040016 או 01040041) או (01040016 או 01040036) או (01040016 או 01040012) או (01040016 או 01040042) או (01040016 או 01040012) או (01040016 או 01040012)

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 01040014, 01040092, 01040281, 01040032, 01040295, 01040282

וקטורים וגיאומטריה מרחבית. תכונות יסודיות של פונקציות ממשיות של כמה משתנים. הגרדיאנט, דיפרנציאביליות וכלל השרשרת. פונקציות סתומות. הפולינום של טיילור ונקודות קיצון. נקודות קיצון תחת אילוץ. אינטגרלים מרובים. אנליזה וקטורית, אינטגרלים קווים ומשטחיים, משפטי גרין גאוס וסטוקס. יתכן שבפועל הנושאים הנ"ל ילמדו בסדר אחר.

**1040016 אלגברה 1/מורחב**

2 4 --- חורף + אביב + קיץ 5.0

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01040166

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 01040065, 01040064

שדות, מספרים מרוכבים. וקטורים ב-R3 מערכות משוואות לינאריות ומטריצות, שיטת החילוך, מטריצה הפיכה, דטרמיננטים. מרחבים לינאריים, בסיס וממד. טרנספורמציות לינאריות, ייצוג ע"י מטריצות, דמיון. ערכים עצמיים, לכסון, משפט קיילי-המילטון.

**1040018 חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 1מ'**

2 4 --- חורף + אביב + קיץ 5.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 01040195, 01040087, 01040090, 01040042, 01040041, 01040036, 01040031, 01040093

המספרים הממשיים. סדרות אינסופיות של מספרים ממשיים. פונקציה ממשית של משתנה יחיד: גבולות ורציפות, רציפות על קטע סגור פונקציות מונוטוניות ופונקציות הפוכות. גזירות והמשפטים היסודיים של החשבון הדיפרנציאלי. כלל לופיטל, משפט טיילור, חקירת פונקציה. פונקציה קדומה ושיטות אינטגרציה - אינטגרל מסויים ותכונותיו, פונקציות אינטגרליות, משפטים יסודיים של החשבון האינטגרלי, אינטגרל מוכלל. הגדרת פונקציה בצורת אינטגרל. טורים מספריים. סדרות פונקציות, טורי פונקציות וטורי חזקות. הערה: הקורס נבדל מהקורס 1040003 בהעמקה נוספת תיאורטית ויישומית כאחד.

**1040019 אלגברה לינארית מ'**

2 4 --- חורף + אביב + קיץ 4.5

קדם: בגרות במתמטיקה 5 יח"ל עם ציון 70 מעלה או ציון עובר בבחינת סיווג במתמטיקה. הקדם לא יופעל עבור סטודנטים הלומדים במסגרת אפיק המעבר המקוצר מלימודי חוץ בשנת הלימודים הנוכחית. הערה: סך כל שעות הרצאה בשבוע - 3.5 שעות.

שדות. מספרים מרוכבים. פולינומים ושוויוניהם. מערכות משוואות לינאריות ומטריצות. שיטת החילוך שלגאוס. דטרמיננטים. מרחבים וקטוריים. תת-מרחבים. פרישה, תלות לינארית. בסיס ומימד של מרחב וקטורי. דרגה של מטריצה. מטריצה הפיכה. טרנספורמציות לינאריות. גרעין ותמונה. ייצוג אופרטורים לינאריים ע"י מטריצות. דמיון מטריצות. ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים. מטריצות הניתנות ללכסון.

**1040022 חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2מ'**

2 4 - - - חורף 5.0

מקצועות קדם: ( 01040042 ) או ( 01040036 ) או ( 01040041 ) או ( 01040018 ) או ( 01040012 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040092, 01040281, 01040032, 01040282, 01040044, 01040043, 01040295

הערה: מקצועות מכילים: 1040282 + 1040281. וקטורים וגיאומטריה מרחבית. תכונות יסודיות של פונקציות ממשיות של כמה משתנים. חקירת פונקציות של כמה משתנים. פונקציות סתומות. אינטגרלים מרובים. אנליזה וקטורית. אינטגרלים קווים ומשטחיים. הקורס נבדל מהקורס 1040004 בהעמקה נוספת תיאורטית ויישומית כאחד.

**1040030 מבוא למשוואות דיפרנציאליות חלקיות**

1 3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 01040285 ) או ( 01040295 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040223

משוואות לינאריות וקוואזי-לינאריות מסדר ראשון - פתרון בעית התחלה באמצעות שיטת הקווים האופייניים. משוואת הגלים במקדמים קבועים, המשוואה הלא-הומוגנית, הבעיה המעורבת, פתרון בעזרת טורי פוריה, קרקטריסטיקות עבור משוואות קוואזי-לינאריות בשני משתנים, מיון משוואות מסדר שני וצורות קנוניות, מוצגות היטב, משפט קושי-קובלבסקי (ללא הוכחה), הדוגמה של האנס לוי (ללא הוכחה), פונקציות הרמוניות: תכונת הממוצע ועיקרון המכסימום, פונקציית גרין, גרעין פואסון, פתרון בעית דיריכלה באמצעות שיטת NORREP הפתרון היסודי של משוואת החום, בעית התחלה במרחב כולו, עיקרון המכסימום החלש, יחידות הפתרון החסום לבעית התחלה במרחב כולו, הבעיה המעורבת בפס אינסופי, משוואת הגלים במימד N: שיטת הממוצעים הספיריים, הפתרון במימד 3, הפתרון במימד 2.

**1040031 חשבון אינפיניטסימלי 1מ'**

3 4 - - - חורף + אביב + קיץ 5.5

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040087, 01040195, 01040090, 01040042, 01040041, 01040036, 01040093

מקצועות קדם: בגרות במתמטיקה 5 יח"ל עם ציון 70 ומעלה או ציון עובר בבחינת סיווג במתמטיקה. הקדם לא יופעל עבור סטודנטים הלומדים במסגרת אפיק המעבר המקוצר בלימודי חוץ בשנת הלימודים הנוכחית. שדה המספרים הממשיים. גבולות של סדרות ושל פונקציות ממשיות של משתנה יחיד. רציפות ורציפות במידה שווה של פונקציות של משתנה יחיד. הנגזרת, המשפטים היסודיים על נגזרות. נוסחת טיילור ושימושיה. חקירת פונקציות.

**1040032 חשבון אינפיניטסימלי 2מ'**

2 4 - - - חורף + אביב 5.0

מקצועות קדם: ( 01040195 ) או ( 01040031 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040092, 01040091, 01040035, 01040281, 01040094, 01040093

האינטגרל הלא מסוים: פונקציות קדומות ושיטות אינטגרציה. האינטגרל המסוים של רימן כולל אינטגרל מוכלל: תכונות ושימושים. טורים מספריים אינסופיים: סדרות וטורי פונקציות, התכנסות במידה שווה. פונקציות בכמה משתנים, רציפות, נגזרות חלקיות, גזירות. גזירה תחת סימן האינטגרל. אינטגרל כפול כולל אינטגרל כפול מוכלל, שטח במישור.

**1040033 אנליזה וקטורית**

1 2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: ( 01040016 ) או ( 01040281 ) או ( 01040281 ) או ( 01040166 ) או ( 01040032 ) או ( 01040016 ) או ( 01040032 ) או ( 01040166 ) או ( 01040065 ) או ( 01040281 ) או ( 01040064 ) או ( 01040281 ) או ( 01040065 ) או ( 01040032 ) או ( 01040064 ) או ( 01040032 ) או ( 01040065 ) או ( 01040032 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040295**

וקטורים, מישורים, ישרים, משטחים ועקומים במרחב. אינטגרלים משולשים, אינטגרלים קווים ומשפט גרין. שדות משמרים דו ממדיים, לרבות שדות סינגולריים. אינטגרלים משטחיים, משפט גאוס. משפטי מינימום-מקסימום בכמה משתנים עם ובלי אילוצים.

**1040034 מבוא להסתברות ח'**

1 3 - - - חורף + אביב 3.5

מקצועות קדם: ( 01040022 ) או ( 01040044 ) או ( 01040043 ) או ( 01040032 ) או ( 01040281 ) או ( 01040013 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040222

מרחבי הסתברות, אקסיומות, הסתברות מותנית. מאורעות בלתי תלויים. ניסוי ברנולי. משתנים מקריים בדידים, רציפים ומעורבים. פונקציות התפלגות, צפיפות והסתברות. התפלגויות חשובות. תוחלת ומומנטים. טרנספורמציות. האי שוויון של נסן. וקטורים אקראיים. התפלגויות משותפות ומותנות. קורלציה, וקטורים, גאוסים. פונקציה אופיינית. האי שוויון של צ'בישב. חוק המספרים הגדולים. משפט הגבול המרכזי.

**1040038 אלגברה 2מ'**

1 2 - - - חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 01040036 ) או ( 01040064 ) או ( 01040036 ) או ( 01040065 ) או ( 01040064 ) או ( 01040031 ) או ( 01040065 ) או ( 01040031 ) או ( 01040018 ) או ( 01040064 ) או ( 01040018 ) או ( 01040065 ) או ( 01040041 ) או ( 01040064 ) או ( 01040041 ) או ( 01040065 ) או ( 01040042 ) או ( 01040064 ) או ( 01040042 ) או ( 01040065 ) או ( 01040012 ) או ( 01040064 ) או ( 01040012 ) או ( 01040065 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040168, 01040174, 02340125

שיטות לפתרון מערכות משוואות לינאריות: פירוק LU, נורמות של וקטורים ומטריצות, שיטות איטרטיביות. מרחבי מכלפה פנימית: אי שוויון קושי שוורץ, המשלים הניצב ותהליך גרם-שמידט, הטלות אורתוגונליות, בסיסים אורתונורמליים, אי שוויון בסל, פירוק QR. אופרטורים במרחבי מכלפה פנימית: פונקציונלים לינאריים, משפט ריס והאופרטור הצמוד, אופרטורים נורמליים, צמודים לעצמם, אוניטריים, חיוביים. משפט הפירוק הספקטרלי, לכסון אורתוגונלי, צורת ג'ורדן, משפט הפירוק הפולרי, פירוק SVD ופירוק CHOLESKY. משפט המיני-מקס ומנת ריילי. תבניות בילינאריות וריבועיות, זהות הפולררציה, מיון תבניות ריבועיות מעל הממשיים: חפיפת מטריצות, משפט ההתמדה של סילבסטר. אלגברה וחשבון של טנזורים

**1040041 חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 1מ'**

2 4 - - - חורף 5.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040042, 01040195, 01040087, 01040093, 01040090

קדם: בגרות במתמטיקה 5 יח"ל עם ציון 07 ומעלה או ציון עובר בבחינת סיווג במתמטיקה. הקדם לא יופעל עבור סטודנטים הלומדים במסגרת אפיק המעבר המקוצר מלימודי חוץ בשנת הלימודים הנוכחית. המספרים הממשיים. סדרות אינסופיות של מספרים ממשיים. פונקציה ממשית של משתנה יחיד: גבולות ורציפות, רציפות על קטע סגור פונקציות מונוטוניות ופונקציות הפוכות. גזירות והמשפטים היסודיים של החשבון הדיפרנציאלי. כלל לופיטל, משפט טיילור, חקירת פונקציה. פונקציה קדומה ושיטות אינטגרציה - אינטגרל מסוים ותכונותיו, פונקציות אינטגרליות, משפטים יסודיים של החשבון האינטגרלי, אינטגרל מוכלל. הגדרת פונקציה בצורת אינטגרל. טורים מספריים. סדרות פונקציות, טורי פונקציות וטורי חזקות. הערה: הקורס נבדל מהקורס

**1040043 חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2מ**

2 - - - חורף + אביב + קיץ 5.0

מקצועות קדם: ( 01040018 ) או ( 01040042 ) או ( 01040041 )  
מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040091, 01040092, 01040281, 01040282, 01040295, 01040282

הערה: מקצועות מכילים: 1040282 + 1040281. וקטורים וגיאומטריה מרחבית. תכונות יסודיות של פונקציות ממשיות של כמה משתנים. חקירת פונקציות של כמה משתנים. פונקציות סתומות. אינטגרלים מרובים. אנליזה וקטורית. אינטגרלים קווים ומשטחיים. הקורס נבדל מהקורס 1040004 בהעמקה נוספת תיאורטית ויישומית כאחד.  
מקצועות צמודים: 1040016, 1040019, 1040064, 1040065, 1040166

**1040044 חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2מ**

2 - - - חורף + אביב 5.0

מקצועות קדם: ( 01040042 ) או ( 01040041 ) או ( 01040018 )  
מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040091, 01040092, 01040281, 01040282, 01040295, 01040282

הערה: מקצועות מכילים: 1040282 + 1040281. וקטורים וגיאומטריה מרחבית. תכונות יסודיות של פונקציות ממשיות של כמה משתנים. חקירת פונקציות של כמה משתנים. פונקציות סתומות. אינטגרלים מרובים. אנליזה וקטורית. אינטגרלים קווים ומשטחיים. הקורס נבדל מהקורס 1040004 בהעמקה נוספת תיאורטית ויישומית כאחד.

**1040066 אלגברה א'**

3 - - - חורף + אביב 5.5

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040167

קדם: בגרות במתמטיקה 5 יח"ל עם ציון 70 מעלה או ציון עובר בבחינת סיווג במתמטיקה. הקדם לא יופעל עבור סטודנטים הלומדים במסגרת אפיק המעברה המקצור מלימודי חוץ בשנת הלימודים הנוכחית.  
הגדרת המושג שדה ודוגמאות לשדות, בפרט שדות סופיים (מודולו פ). מספרים מרוכבים ופולינומים במספרים מרוכבים. מטריצות ופעולות חשבון בין מטריצות. פעולות אלמנטריות על שורות מטריצה ומטריצות אלמנטריות, דרוג מטריצות. מערכת משוואות לינאריות. מרחבים ווקטוריים ותתי מרחבים. תת המרחב הנפרש ע' קבוצת וקטורים ואי תלות בין וקטורים. בסיס ומימד של מרחב וקטורי. מטריצות הפיכות. שינוי בסיס ומטריצת מעבר בין בסיסים. העתקות לינאריות. מטריצה מייצגת של אופרטור לינארי ודמיון מטריצות. דטרמיננטות. ערכים עצמיים

**1040112 גיאומטריה וסימטריה**

3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 01040172 ) או ( 01040281 ) או ( 01040172 ) או ( 01040032 ) או ( 01040172 ) או ( 01040172 ) או ( 01040134 ) או ( 01040281 ) או ( 01040134 ) או ( 01040032 ) או ( 01040158 ) או ( 01040281 ) או ( 01040158 ) או ( 01040032 ) או ( 01040013 ) או ( 01040158 )

שיקופים וסיבובים במישור ובמרחב, חבורת התנועות הצפידות במישור ובמרחב (חבורת האיזומטריות האוקלידיות). מבנה החבורה האורתוגונלית (O(3) והחבורה האוניטרית U(2)). שדות וקטוריים על הספירה, יוצרים אינפיניטיסימליים, אופרטורי תקיפת הסיבוב, אלגברת לי, הלפלסיאן. פעולות של חבורות. חבורות איזומטריה. מבוא לגיאומטריה ספרית, מבוא לגיאומטריה היפרבולית, נושאים נוספים עפ"י בחירת המרצה.

**1040114 יסודות הגאומטריה**

1 3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 01040019 ) או ( 01040016 ) או ( 01040166 ) או ( 01040066 )

אכסיומטות המקבילות ומבוא קצר לגיאומטריות הספרית וההיפרבולית. גיאומטריה פרויקטיבית במישור. אכסיומות, דואליות. משפטי דזרג ופפוס. בעיותבניה בעזרת סרגל בלבד. העתקה פרויקטיבית בין מישורים. יחס כפול. איזומטריות, חבורות סימטריה, העתקות דמיון. הטלה סטראוגרפית. אינוורסיהומעגלים.

**1040122 תורת הפונקציות 1**

1 3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 01040013 ) או ( 01040281 ) או ( 01040044 ) או ( 01040022 ) או ( 01040043 ) או ( 01040032 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040221

שדה המספרים המרוכבים. המישור המרוכב המורחב (כדור רימן). סדרות וטורים של מספרים מרוכבים. פונקציות אנליטיות. משוואות קושי-רימן. פונקציות הרמוניות. הפונקציות האנליטיות האלמנטריות. ענפים של פונקציות רב-ערכיות. אינטגרלים קווים של פונקציות מרוכבות. משפט קושי. נוסחת קושי. משפט ליוביל. עקרון המקסימום. טורי טילור וטורי לורן. אפסים ונקודות סינגולריות של פונקציות אנליטיות. משפט השארית ושימושו. עקרון הארגומנט, העתקות קונפורמיות (כולל משפט רימן ללא הוכחה).

**1040131 משוואות דיפרנציאליות רגילות/ח**

1 2 - - - חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 01040018 ) או ( 01040064 ) או ( 01040018 ) או ( 01040065 ) או ( 01040041 ) או ( 01040064 ) או ( 01040041 ) או ( 01040065 ) או ( 01040042 ) או ( 01040064 ) או ( 01040042 ) או ( 01040065 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040213

מקצועות קדם: אחד מהמקצועות (1040018, 1040003) ואחד מהמקצועות (1040065, 1040064, 1040016, 1040019, 1040166). מבוא. דוגמאות ושימושים למשוואות דיפרנציאליות. משוואות מסדר ראשון: משוואות ניתנות להפרדה, משוואות לינאריות, שיטות אד-הוק. משפט קיום ויחידות לבעיות התחלה. משוואות לינאריות מסדר שנימעלה: בסיס, ורונסקיאן, משוואות עם מקדמים קבועים, משוואות אי-הומוגניות, השוואות מקדמים, וריאציה של פרמטרים. פתרון בעזרת טורי חזקות, מערכות של משוואות, מושגי היציבות, מערכות אי-הומוגניות. התמרת לפלס, קיום ושימושים.

**1040134 אלגברה מודרנית ח**

1 2 - - - חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 01040016 ) או ( 01040166 ) או ( 01040066 ) או ( 01040065 ) או ( 01040064 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040158, 01040279, 01040172

המספרים השלמים ותכונותיהם. יחסי שקילות. מבוא לתורת החבורות. תתי חבורות: משפט לגרנז' ושימושו. תת חבורות נורמליות וחבורות מנה. משפט ההומומורפיזם ושימושו. מבוא לתורת החוגים. חוג השאריות מודולו N ושימושו להצפנה ציבורית. אידאלים, חוגי מנה והומומורפיזם של חוגים. חוג הפולינומים במשתנה יחיד מעל שדה ושימושו לבניית שדות הרחבה. שדות סופיים: קיום, בניית מפורשות והיבטים חישוביים.



**1040177 גיאומטריה דיפרנציאלית**

3 5 - - חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 01040168 ו- 01040142 ו- 01040295 ) או ( 01040295 ו- 01040174 ו- 01040142 ) או ( 01040168 ו- 01040142 ו- 01040282 ) או ( 01040282 ו- 01040142 ו- 01040174 )

איזומטריות של NR האקלידי. עקומים ב- R2 ו- R3. נוסחאות פרנה. משטחים ב- R3, תבניות יסודיות, משפט אוילר, איזומטריות של משטחים, עקמימותגאוס, המשפט הנפלא של גאוס. גאודטים, קואורדינטות גאודזיות, למת גאוס. עקמימיות גאודזית, משפט גאוס-בונה.

**1040181 סמינר באנליזה להסמכה**

2 - - - חורף + אביב 2.0

מקצועות קדם: ( 01040142 ו- 01040282 ו- 01040285 ) או ( 01040285 ו- 01040295 ו- 01040142 )

לימוד פרקים נבחרים באנליזה.

**1040183 סמינר באלגברה להסמכה**

2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 01040158 ) או ( 01040172 )

לימוד פרקים נבחרים באלגברה.

**1040184 סמינר באלגברה להסמכה**

2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 01040279 )

לימוד פרקים נבחרים באלגברה.

**1040192 מבוא למתמטיקה שמושית**

3 - - - חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 01040282 ו- 01040285 ) או ( 01040285 ו- 01040013 ) או ( 01040013 ו- 01040285 ) או ( 01040033 ו- 01040282 ) או ( 01040135 ו- 01040135 ) או ( 01040295 ו- 01040285 ) או ( 01040035 ו- 01040282 ) או ( 01040035 ו- 01040013 ) או ( 01040295 ו- 01040135 )

בנית המודלים. אנליזת מימדים. שיטות דמיות. מבוא לתורת ההפרעות. מבוא לתורה האיכותית של משוואות דיפרנציאליות רגילות. יציבות של מערכות לינאריות. מערכות לא לינאריות מסדר שני. מישור פאזה. יציבות של שיווי משקל. פתרונות מחזוריים. (הסתעפויות). מבוא לטורי פורייה. טורי פורייה בדידים. התמרת פורייה מהירה. (מבוא לשיטות ספקטרליות בעיבוד אותות). הערה: קדמים נוספים אפשריים: 104285 ו- 104135 ו- 104022 ו- 104035 ו- 104022, 104035 ו- 104013 ו- 104131 ו- 104022, 104033, 104131 ו- 104013 ו- 104285 ו- 104014 ו- 104011 ו- 104013 ו- 104011 ו- 104014 ו- 104035 ו- 104014 ו- 104011 ו- 104131 ו- 104011 ו- 104014 ו- 104011 ו- 104131 ו- 104011.

**1040193 תורת האופטימיזציה**

3 6 - - חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 01040281 ו- 01040066 ) או ( 01040016 ו- 01040013 ) או ( 01040166 ו- 01040013 ) או ( 01040066 )

אופטימיזציה בלי אילוצים. קבוצות קמורות ופונקציות קמורות. שיטות איטרטיביות עבור אופטימיזציה בלי אילוצים. אופטימיזציה קמורה עם נתאי קרוש-קון-טקר. שיטות קנס. אופטימיזציה עם אילוצי שיון. תת-דיפרנציאלים של פונקציות קמורות.

**1040195 חשבון אינפיניטסימלי 1**

3 4 - - - חורף + אביב 5.5

קדם: בגרות במתמטיקה 5 יח"ל עם ציון 70 מעלה או ציון עובר בבחינת סיווג במתמטיקה. הקדם לא יופעל עבור סטודנטים הלומדים במסגרת אפיק המעבר המקצור מלימודי חוץ בשנת הלימודים הנוכחית. שדה המספרים הממשיים. גבולות של סדרות ושל פונקציות ממשיות של משתנה יחיד. רציפות ורציפות במידה שווה של פונקציות של משתנה יחיד. הנגזרת, המשפטים היסודיים על נגזרות. נוסחת טיילור ושימושיה. חקירת פונקציות.

**1040214 טורי פורייה והתמרות אינטגרליות**

2 1 - - - חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 01040219 , 02340299 , 01040221 , 01040223 )

מרחבי מכפלה פנימית. מערכות אורתוגונליות. התכנסות בנורמה של טורי פורייה ונגזרותיהם, התכנסות נקודתית ובמידה שווה. התמרת פורייה ותכונותיה. קונבולוציה. שימושים למשוואות דיפרנציאליות חלקיות. התמרת לפלס ותכונותיה. שימושים למשוואות דיפרנציאליות רגילות ומשוואות אינטגרליות.

**1040215 פונקציות מרוכבות א'**

2 1 - - - חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 01040004 ) או ( 01040013 ) או ( 01040044 ) או ( 01040043 ) או ( 01040022 ) או ( 01040032 ) או ( 01040281 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): ( 01040221 , 01040122 )

מספרים מרוכבים. פונקציות מרוכבות, גזירות ואנליטיות, משוואות קושי-רימן. פונקציות הרמוניות. המישור הקומפלקסי המורחב, מושג הקונפורמיות. אינטגרל על מסילה של פונקציה קומפלקסית, משפט קושי. משפט ליוביל והמשפט היסודי של האלגברה. נוסחת קושי לפונקציה ונגזרותיה, טורי חזקות, רדיוס התכנסות, טורי לורן. אפסים, נקודות סינגולאריות ומיון. משפט השארית וחישוב שאריות. שימוש לחישוב אינטגרלים ממשיים. עקרון הארגומנט ומשפט רושה.

**1040220 משוואות דיפרנציאליות חלקיות ת'**

2 4 - - חורף + אביב + קיץ 2.5

מקצועות קדם: ( 01040013 ו- 01040136 ) או ( 01040013 ו- 01040035 ) או ( 01040135 ו- 01040013 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): ( 01040223 , 01040030 )

דיון כללי על משוואות דיפרנציאליות חלקיות ותנאים מצורפים. התרת משוואות מסדר ראשון, בעיית קושי ועקומים אופייניים. מיון משוואות דיפרנציאליות חלקיות מסדר שני והבאתם לצורה קנונית. בעיה מוצגת היטב. משוואת הגלים החד-ממדית, שיטת ד'למבר. שיטת הפרדת משתנים ובעיית שטורם-ליוביל. משוואת החום והגלים בקטע סופי. משוואות לפלס ופואסון. עקרון המקסימום והמינימום ותכונות פונקציות הרמוניות. מושג בסיסי על שיטות נומריות.

**1040222 תורת ההסתברות**

3 8 - - חורף + אביב 3.5

מקצועות קדם: ( 01040281 ) או ( 01040032 )

מרחבי הסתברות, מאורעות, אקסיומות ההסתברות. קומבינטוריקה, מאורעות תלויים ובלתי תלויים. הסתברות מותנית, משפט ביס. משתנה מקרי - המקרה הבדיד והמקרה הרציף. פונקציית התפלגות וצפיפות. תוחלת, שונות ומומנטים יותר גבוהים. ההתפלגויות הקלסיות, אי-שיויונות צ'בישב וינסן. סכומים של משתנים מקריים בלתי תלויים, החוק החלש של המספרים הגדולים ויישום למשפט קירוב של ווירטרס, ווקטורים אקראיים, תוחלת מותנית וקו התסוגה, פונקציות יצרות. משפט הגבול המרכזי, הילוכים מקריים.

**1040228 משוואות דיפרנציאליות חלקיות מ'**

2 2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 01040131 - 01040004 - 01040004 ) או ( 01040004 - 01040131 ) או ( 01040044 - 01040131 ) או ( 01040043 - 01040131 - 01040044 ) או ( 01040131 - 01040022 ) או ( 01040004 - 01040285 ) או ( 01040131 - 01040013 ) או ( 01040135 - 01040013 ) או ( 01040285 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 01040220, 01040223, 01040030**

הערה: דרוש קורס קדם נוסף של תכנות (למשל: 2340128 או 2340112 או 2340127) אפשר גם ללמוד את קורס התכנות במקביל למקצוע זה. דיון כללי על משוואות דיפרנציאליות חלקיות ותנאים מצורפים. התרת משוואות מסדר ראשון, בעיית קושי ועקומים אופייניים. מיון משוואות דיפרנציאליות חלקיות מסדר שני והבאתם לצורה קנונית. בעיה מוצגת היטב. משוואת הגלים החד-ממדית, שיטת דלמבר. טורי פורייה טריגונומטריים, שיטת הפרדת המשתנים ובעיית שטורם-ליוביל. משוואת החום והגלים בקטע סופי, משוואות לפלס ופאסון. עקרון המקסימום והמינימום ותכונות פונקציות הרמוניות. התמרת פורייה ושימושים למד"ר ומד"ח.

**1040253 חידות ומתמטיקה 2**

2 1 - - - 10 אביב 3.0

הערות: הקורס מיועד לסטודנטים וסטודנטיות מצטיינים מסמסטר שלישי ומעלה הלומדים במסלול לימודים שכולל מתמטיקה. לימוד של לכל היותר שלושה מבין הקורסים 252401, 352401, 452401, 552401 יוכר עבור התואר. הקורס יקנה לסטודנטים ולסטודנטיות דרכי חשיבה ואסטרטגיות לפתרון בעיות וחיידות במגוון נושאים מתמטיים: קומבינטוריקה, תורת המספרים, גיאומטריה, אלגברה, מספרים מרוכבים, פונקציות ממשיים, אי-שוויונים, משחקים מתמטיים. זאת בנוסף לנושאים ממוקדים כמו שברים משולבים, פתרונות פסיקאליים, בעיות בשריג השלמים, פולינומי צ'בישב, משוואות פונקציונליות ועוד.

**1040273 מבוא לאנליזה פונק. ואנליזת פורייה**

2 4 - - - אביב 5.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040223, 01040221**

משפט סטון-ויירשטראס. מרחבי הילברט, קבוצות קמורות והטלות, מערכות אורתונורמליות, משפט ריס ושימושיו. טורי פורייה: התכנסות בנורמה, התכנסות במידה שווה, משפט פזר ומשפט דיריכלה. מרחבים נורמיים, מרחבי בנך, מרחב האופרטורים החסומים, המרחב הצמוד, אופרטורים קומפקטיים, אלטרנטיבת פרדהולם. המשפט הספקטרלי לאופרטורים קומפקטיים צמודים על מרחב הילברט ושימושיו. משפט מינימום-מקסימום, החשבון הפונקציונלי עבור אופרטורים קומפקטיים נורמליים. התמרות פורייה: התמרת פורייה ב L1, התמרת פורייה ב L2, שימושים של התמרת פורייה. התמרת לפלס, שימושים שלהתמרת לפלס.

**1040274 תורת השדות**

3 4 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם: ( 01040279 )**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01040278**

בניות בעזרת סרגל ומחוגה, הרחבות אלגבריות וטרנסצנדנטיות. שדות סגורים אלגברית, שדה פיצול של פולינום. נורמה ועקבה. הרחבות של שיוכים. יחידות שדה שורש ושדה פיצול של פולינום. יחידות של שדות סופיים. הרחבות נורמליות. הרחבות ספרביליות. ספירת שיוכים. ספרביליות ותבנית העקבה. הרחבות גלואה ורחבות גלואה. משפט האיבר הפרימיטיבי. המשפט היסודי של תורת גלואה. המשפט היסודי של פולינומים סימטריים. חבורות פתירות פתירות ע"י רדיקלים. הרחבות ציקלוטומיות, מימוש חבורות אבליות כחבורות גלואה מעל שדה הרציונליים.

**1040279 מבוא לחוגים ושדות**

2 1 - - - חורף + אביב 2.5

**מקצועות קדם: ( 01040158 ) או ( 01040172 )**

חוגים. מחלקי אפס. תחום שלמות. אידיאלים. אידיאלים ראשיים ומקסימליים חוג מנה. משפטי ההומומורפיזם. חוג פולינומים מעל שדה. פריקות ושורשים של פולינום. תחומים ראשיים. שדות. שדות ראשוניים. הרחבות אלגבריות וסופיות של שדות. שדות סופיים.

**1040280 מודולים, חוגים וחבורות**

3 3 - - - חורף 3.0

**מקצועות קדם: ( 01040279 )**

חוגי שברים, חוגים אוקלידיים. מודולים מעל חוגים, תת-מודולים, מודול מנה. משפט המבנה של מודול סופית מעל חוג אוקלידי. צורת ג'ורדן וצורה קנונית רציונלית של מטריצות. פרוק לתת-מרכיבים ציקליים אינווריאנטיים. משפט הבסיס של חבורות אבליות נוצרות סופית. פעולת חבורה על קבוצה. משפט סילו. סדרות הרכב.

**1040281 חשבון אינפי 2**

2 4 - - - חורף + אביב 5.0

**מקצועות קדם: ( 01040195 ) או ( 01040031 )**

האינטגרל הלא מסוים: פונקציות קדומות ושיטות אינטגרציה. האינטגרל המסוים של רימן כולל אינטגרל מוכלל: תכונות ושימושים. טורים מספריים אינסופיים-סדרות וטורי פונקציות, כולל התכנסות במדה שווה. פונקציות בכמה משתנים, רציפות, נגזרות חלקיות, גזירות. גזירה תחת סימן האינטגרל, אינטגרל כפול כולל אינטגרל כפול מוכלל, שטח במישור.

**1040285 משוואות דיפרנציאליות רגילות א'**

3 1 - - - חורף + אביב 3.5

**מקצועות קדם: ( 01040066 - 01040281 ) או ( 01040032 ) או ( 01040166 )**

משוואות סקלריות מהסדר הראשון - שיטות לפתרון סוגים שונים של משוואות. משפטי קיום ויחידות למשוואות ולמערכות. מערכות ליניאריות N-ממדיות ומשוואות ליניאריות מסדר N. מערכות ומשוואות במקדמים קבועים. משפטי ההפרדה והשוואה של שטורם, פתרון משוואות בעזרת טורים. בעית שטורם ליוביל למשוואות מסדר שני - קיום ערכים עצמיים ומשפט הפתוח בעזרת פונקציות עצמיות.

**1040286 קומבינטוריקה**

2 1 - - - חורף + אביב 2.5

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02340141, 02340144**

מנייה בסיסית: המקדמים הבינומיים והמולטנומיים ושימושיהם. עקרון ההכלה וההדחה. נוסחאות נסיגה ופונקציות יוצרות. מבוא לתורת הגרפים: עצים וענפים, נוסחת YLYAC, גרפים אוילריאנים, זיווגים בגרפים: משפט GINOK ו-LLAH. זיווגים יציבים ומשפט YELPAHS-ELAG. עקרון שובך היונים ומשפט YESMAR. משפט NARUT. גרפים מישוריים: נוסחת אוילר ומבחר משימושיה.

**1040291 אלגוריתמים קומבינטוריים**

3 1 - - - חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם: ( 01040286 )**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02340246, 02340247**

אלגוריתמים לבעיות מיון, מזוג ובחירה במודל עץ ההשוואות. עצים פורשים מינימליים והאלגוריתם החמדין. קדוד חסר רעש ואלגוריתם הפומן. אלגוריתמי חפוש בגרפים. תכנון דינמי ומציאת מרחקים מינימליים בגרף ממושקל. זרימה ברשתות: משפט הזרימה המקסימלית והחתך המינימלי ואלגוריתמי זרימה יעילים. שמושים למשפטי זיווג בגרפים. אלגוריתמים אריתמטיים ושימושים להצפנה ציבורית. מבוא לסיבוכיות חישובים: המחלקות P ו-PN. רדוקציה פולינומיאלית, המחלקה CPN ומשפט KOOC.

**1040293 תורת הקבוצות**

1 2 - - - חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 01040002 )

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 01040290

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02340293

חזרה על פעולות בין קבוצות, סופרמום של קבוצת קבוצות, עוצמות והסדר ביניהן, משפט קנטור ברנשטיין, משפט קנטור על קבוצת החזקה, משפט קניג (הכללת קנטור), חשבון עוצמות, סדר טוב, סודרים, אינדוקציה טרנספיניטית, אקסיומת הבחירה, משפט הסדר הטוב, למת צורן ושימושים.

**1040823 מערכות הפעלה**

2 2 3 - חורף + אביב 4.5

מקצועות קדם: ( 02340218 ) או ( 01040918 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02340123

הקורס מציג את הנושאים המרכזיים של מערכות הפעלה מודרניות, ובפרט: תהליכים וחוסים: זימון והחלפת הקשר, תיאום: בעיית הקטע הקריטי, סמפורים ומשתני תנאי, פסיקות, ניהול זיכרון: דפדוף, זיכרון וירטואלי, מערכת הקבצים. במסגרת התרגול, הסטודנטים יכנסו לעומקה של מערכת הפעלה מתקדמת.

**1040294 מבוא לאנליזה נומרית**

2 4 - - - חורף 5.0

מקצועות קדם: ( 01040281 ) או ( 01040032 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02340107, 02340125

1. אלגברה ליניארית נומרית: פירוק ערכים סינגולריים, קירוב ריבועים מינימליים, פירוק QR, בעיות ערכים-עצמיים ואלגוריתם QR. התמרת פורייה דיסקרטית והתמרת פורייה מהירה שיטות ספקטרליות. 3. שיטות למציאת שורשים של משוואות לא ליניאריות. 4. קירוב הפרשים סופיים ושיטות אינטגרציה נומרית. 5. קירוב ריבועים מינימליים.

**1040824 מבוא לתכנות מערכות**

2 2 2 - - חורף + אביב 4.0

מקצועות קדם: ( 01040814 ) או ( 02340114 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02340124

השלמות שפת C: מצביעים, רשומות, ניהול זיכרון דינמי, רשימות מקושרות, עצים. ניהול גרסאות. הידור, קישור, ושימוש בספריות. פקודות LLEHS בסיסיות. פיתוח כשפת "דבק" של המערכת. ניפוי שגיאות, בדיקת תוכנה, בדיקה אוטומטית. מבוא ל- C: ++ תכנות מונחה עצמים, טיפוס נתונים מופשטים, פולימורפיזם דינמי וסטטי.

**1040295 חשבון אינפיניטסימלי 3**

2 4 - - - חורף + אביב 5.0

מקצועות קדם: ( 01040281 ) או ( 01040168 ) או ( 01040173 )

או ( 01040281 ) או ( 01040168 ) או ( 01040032 )

או ( 01040173 ) או ( 01040281 ) או ( 01040174 ) או ( 01040032 )

המרחב האוקלידי ה-N ממדי. מושגים מטופולוגיה קבוצתית, קומפקטיות, קשירות, וקשירות מסילתית. העתקות בין מרחבים אוקלידיים, רציפות וגזירות. נוסחת טיילור ומיון נקודות קיצון. משפט הפונקציה הסתומה ומשפט ההעתקה ההפוכה. אקסטרמום עם אילוצים וכופלי לגרנז'. יריעות גזירות ברציפות משוכנות. עקומים, אורך עקום, אינטגרלים קוויים. אינטגרל רימן מרובה, נוסחת החלפת המשתנים, אינטגרל מוכלל. שטח פנים ואינטגרל משטחי. אינטגרל השטף. דיברנג'ן ורוטור. משפט גרין, סטוקס וגאוס. שדות משמרים.

**1040918 מבני נתונים 1**

2 1 1 - - חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 01040824 ) או ( 01040286 ) או ( 01040286 )

( 02340124 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02340218

הקורס יקנה ידע במבני נתונים בסיסיים, באנליזה, ביישומים ובשימושים שונים שלהם. יושם דגש על התאמת מבני הנתונים לצרכי הבעיה הנתונה. סוגי מבנים: חזרה על המבנים הפשוטים (מערכים, רשימות, מחסנית ותורים), רשימות דילוגים, תורי עדיפות, ערמות, עצים דיגיטלים. (SEIRT) מיון וחיפוש. עצים וגרפים וייצוגיהם. הקצאת זכרון, ערבול, איסוף אשפה.

**1040952 מערכות ספרתיות ומבנה המחשב**

2 4 - - - חורף + אביב 5.0

מקצועות קדם: ( 02340114 ) או ( 01040814 )

אלגברה בוליאנית, המודל הספרתי. פונקציות מיתוג. שערים לוגיים ומערכת שלמה. הטרנזיסטור כמתג. מעגלים צירופיים וסדרתיים. המתודולוגיה הסינכרונית. מכונות מצבים. נקודה צפה. קודים לתיקון שגיאות. שפה לתיאור חומרה. מכונת פון נוימן, סט הפקודות, אופני מיעון, קפיצות. מחסנית וקישור שגרות. פסיקות. מעבד מצוגר. זמן פעולה מול תפוקה. תלויות בקרה ותלויות מידע.

**1040814 מבוא למדעי המחשב מ'**

2 2 2 - - חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02340114

מבנה המחשב. גישה אלגוריתמית לפתרון בעיות. מושגי יסוד ותכנות בשפת C. פיתוח תכניות מלמעלה למטה. תכנות מבני. כתיבה ובדיקה מלמטה למעלה. ניפוי שגיאות. תכנון הדפסות ביקורת. הוכחת נכונות חלקית ושלמה של תכניות. מדדים ליעילות האלגוריתם: סיבוכיות זמן וזכרון. סיבוכיות פולינומיאלית ואקספוננציאלית. דוגמאות לאלגוריתמים אקראיים. בעיות שלא ניתנות להכרעה. מחסנית. תור. יצוגים של ביטויים אריתמטיים ומימוש חישובם באמצעות מחסנית. רקורסיה ומימושה. חיפוש לעומק. מיון יעיל.

**1060011 פרויקטים מחקריים 1**

--- 6 - חורף + אביב 3.0

התנסות מחקרית בהנחייתו של חבר סגל. המנחה יגדיר, יחד עם הסטודנט את נושא הפרויקט ואת היעדים הנדרשים, על בסיסם ייקבע הציון. במהלך הסמסטר יתקיימו פגישות הנחייה ומספר פגישות קבוצתיות. בסוף הסמסטר הסטודנט יגיש ויציג את עבודתו. הקורס מיועד לסטודנטים מהסמסטר החמישי בעלימוצע 80 ומעלה ולסטודנטים בתחילת התואר השני טרם הגשת הצעת המחקר. תוצאות למידה: הסטודנטים יתנסו במחקר מתמטי, כתיבה מדעית ופרזנטציה. כמו כן, בחיפוש ובחירת מנחה ותחום מחקר.

**1040818 ארגון ותכנות המחשב**

2 1 1 - - חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 01040952 ) או ( 01040824 ) או ( 00440252 )

( 02340124 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02340118

תכנות מערכות מתקדם: המחשב מרמת האסמבלי ועד רמת סביבת תכנות מתקדמת. מבנה המחשב: זיכרון ערימה, מחסנית. מבוא לשפת אסמבלי. הידור ובניה של פרויקט מרובה קבצים, קישור וטעינה. ניהול זכרון דינמי מתקדם: מצביעים חכמים, מערכות הקצאת זכרון. מבנה אובייקטים בזכרון, סדר הקצאה ושחרור. ניהול משאבים. עבודה סינכרונית ואסינכרונית. הצגה של עמוד בדפדפן.

**1060017 נושאים ברגולריות ושימושים**

2 --- 5 חורף + אביב + קיץ 2.0

**1060061 יסודות מתמטיים של למידת מכונה**

3 - - - 3 חורף 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01040222 ו- 01040281 ו- 01040066 ) או ( 01040032 ו- 01040166 ו- 00940412 ) או ( 01040034 ו- 01040016 ו- 01040013 )

מודל למידת און-ליין: הגדרה, דוגמאות בסיסיות, פרספטורן, ותיאור באמצעות מימד ליטלסטון. מודל למידת PAC: הגדרה, פונקציות הפסד, עקרון ה-ERM, תיאור באמצעות מימד VC ובוסטינג. תכונות מטריות של מחלקות VC. התנסות במידה אחידה של מחלקת פונקציות. סימיות דחיסה, דוגמאות, ושקילות ללמידת PAC. למידה אוניברסלית.

בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להכיר את הרעיונות הבסיסיים בלמידה סטטיסטית.
2. להבין את חשיבות ההגדרות ולשנותן בהתאם לשימושים.
3. להכיר את עקרונות אלגוריתמיים מנחים, כגון דחיסה ובוסטינג.
4. להכיר את הקשרים בין תורת הלמידה לתחומים אחרים במתמטיקה, כגון מרחבים מטריים ותורת ההסתברות.

**1060101 מבוא למכניקת זורמים**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות זהים:** 01960101

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 00580127

תכונות פיזיקליות של זורמים: מאמץ, תופעות מעבר, מתח פנים, קינמטיקה, פונקציות זרם, הצגה של שדה המהירות, סינגולריות, דינמיקה, מאמץ ניוטוני, משוואות נוויה סטוקס, זרימה בלתי דחיסה, זרימת חד כווניות, דמיות דינמית, זרימות סיכה: קרוב שכבה דקה, זרימות סטוקס: סימטריה, הפיכות, אינווריאנטים, פונקצית גרין, פרדוקסים, סימטריה טנסורית, הצגה אינטגרלית.

**1060156 לוגיקה מתמטית**

3 - - - 7 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01040290 ) או ( 01040293 ו- 01040002 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 02340292, 02340293

הלוגיקה כתיאור של דרך החשיבה המתמטית וההוכחה המתמטית. תחשיב הפסוקים: הגדרת הקשרים, האינפטרפרציה שלהם בלוחות אמת. נוסחאות בנויות היטב. מערכת הוכחה. השלמות של המערכת הזאת. תחשיב היחסים נוסחאות בנויות היטב. מבנים, השמות, מודלים. מערכת הוכחה. שלמות. משפט השלמות של גדל. אלף-0 ואלף-1 קטגוריות. תורת המספרים: מערכת אקסיומות לתורת המספרים (מערכת פאנו או מערכת אחרת). מודלים לא סטנדרטיים לתורת המספרים. משפט אי השלמות של גדל. כריעות, רקורסיביות, התיזה של צ'רץ'.

**1060306 אלגבראות לי**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01040279 ו- 01040173 ו- 01040172 ) או ( 01040134 ו- 01040279 ו- 01040016 )

הגדרות ודוגמאות. אידיאלים והומומורפיזמים. אלגבראות פתירות ונילפוטנטיות. המשפט של אנגל. המשפטים של לי וקרטרן. התבנית של קילינג. אלגבראות פשוטות למחצה. פרוק למרחבי שרשים. מערכות שרשים. מיון אלגבראות פשוטות מעל C.

**1060310 נושאים נבחרים בחבורות לי ממשיות וייצוגיהן**

3 - - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01040031 ו- 01040032 ו- 01040019 ו- 01040195 ו- 01040281 ו- 01040066 ו- 01040177 )

מושגים כלליים בחבורות לי. שדות וקטוריים שמורים. אלגברת לי. מידת האר. העתקות אקספוננציאליות. החבורות הקלאסיות.

מבנה של חבורות בעלות עניין.

קומפלקסיפיקציה. תת-אלגבראות קרטן ובורל. פירוק לפי שורשים. אלגברת המעטפת האוניברסלית ומרכז. משפט PBW. הצגות סוף מימדיות של אלגבראות לי.

מרחבים הומוגניים. הספירה ומרחב לובצ'בסקי. מרחבים סימטריים. תכונות בסיסיות ודוגמאות. מקדמי מטריצה ופונקציות מיוחדות. תורת המבנה של חבורה רדוקטיבית ממשית. בסיס גלפנד-צטלין, הצגות גלפנד-צטלין ופונקציית וויטקר.

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לעבוד עם קבוצות לי ממשיות.
2. לעבוד עם ייצוגים שונים של קבוצות לי ממשיות.
3. להשתמש במרחבים הומוגניים ובאנליזה הרמ ונית עליהם.

**1060381 אלגברה מודרנית 2**

3 - - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01040280 ו- 01040279 ו- 01040158 )

קטגוריות ופונקטורים, מכפלות וקו-מכפלות. עצמים אוניברסליים. מכפלות וקו-מכפלות סיביות. חבורות חופשיות. קו-מכפלות בקטגורית החבורות ובקטגורית החבורות האבוליות. מכפלות טנסוריות. אלגברה ליניארית מעל חוגים פשוטים ופרימיטיביים: הלמה של שור, משפט הצפיפות של ג'קובסון, משפט דרבורן-ארטין, רדיקל ג'קובסון, חוגי ארטין פשוטים למחצה אלגבראות מעל שדות: אלגבראות פשוטות מרכזיות ואלגבראות חילוק מממד סופי. מכפלות טנסוריות של אלגבראות. משפטי פרוביניוס, שקולם-נטר, ודרבורן. משפט המרכז הכפול. שדות פיצול. מכפלות משולבות ואלגבראות ציקליות. אלגבראות סימבוליות. חבורת בראוור של שדה.

**1060383 טופולוגיה אלגברית**

3 - - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01040158 ו- 01040142 )

סימפלכסים וקומפלכסים סימפליציאליים. קרוב סימפליציאלי. הומוטופיה. חבורות הומוולוגיה וקוהומוולוגיה סימפליציאליות. שימושים: משפטי בראור, ליפשיץ, הופך ואחרים. חבורות הומוולוגיה וקוהומוולוגיה של צ'ך, הומוולוגיה וקוהומוולוגיה סינגולריות.

**1060395 תורת הפונקציות 2**

3 - - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01040122 )

פיתוח פונקציות לטור ולמכפלה. פונקציות שלמות. המשכה אנליטית. משפחות נורמליות. המשפט של ויירשטרס. משפט העתקה של רימן. נוסחת שוארץ-כריסטופל. פונקציות הרמוניות. בעית דיריכלה. המידה ההרמונית. פונקציות אליפטיות. משפט המונודרומיה. משפט פיקר.

**1060404 סמינר באלגברה 1**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

מסטר א' תשפ"א: שיטות אלגבריות וגיאומטריות בקומבינטוריקה.

**1060413 משוואות דיפרנציאליות חלקיות**

3 - - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01040030 ו- 01040165 )

משוואות אליפטיות: משוואות מסדר שני, עקרון המכסימום, משפטי קיום ויחידות, משוואות מסדר גבוה יותר, קיום פתרונות חלשים ומשפטי רגולריות. משוואות היפרבוליות: בעיות מוצגות היטב, אינטגרל האנגריה, משפטי קיום ויחידות.

**1060429 תהליכים סטוכסטיים**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01040165 ו- 01040222 )

דרישת קדם: ידיעה של הסתברות בסיסית ושל תורת המידה. 1. מרטינגלים בזמן בדיד ורציף. 2. תנועת בראון ותכונותיה, רציפות, אי-גזירות, התפלגות האפסים, חוק הלוגריתם האיטרטיבי, עקרון השיקוף. 3. תהליכים מקוביים ויוצרים. ייצוג הסתברותי לפתרונות של משוואות דיפרנציאליות חלקיות. 4. אינטגרלים סטוכסטיים ומשוואות דיפרנציאליות סטוכסטיות.

**1060433 נושאים באנליזה פונקציונלית**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01040276 )

פרקים נבחרים באנליזה פונקציונלית ובשימושיה. סמסטר ב' תשע"ז: אלגבראות וון נוימן. סמסטר ב' תשע"ח: אנליזה גיאומטרית קמורה במימד גבוה. סמסטר ב' תשע"ט: אנליזה פונקציונלית.

**1060702 פרקים נבחרים באלגברה**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

1. חבורות אלגבריות אפיניות, אלגבראות-לי המצורפות, מרחבים הומוגניים, תת-חבורות פתירות, תת-חבורות בורל, רכזים של טוריסיים, מבנה חבורה רדוקטיבית. 2. ההצגות האי פריקות של חבורות פשוטות למחצה מעל שדה עם מציין 0, תבניות בילינאריות המצורפות. 3. מבוא להצגות מודולריות. סמסטר ב' תשע"ח: הצגות של חבורות סופיות. סמסטר א' תש"פ: חבורות לינאריות.

**1060705 גאומטריה ללא חיבור**

3 - - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01060330 )

הקורס עוסק בנושאים מרכזיים ומתקדמים בגאומטריה אלגברית מודרנית, בדגש על מבנים של סכמות ויריעות אלגבריות מוכללות. הקורס מיועד לסטודנטים בעלי רקע קודם משמעותי באלגברה קומוטטיבית וגאומטריה אלגברית, ומשלב חזרה שיטתית על מושגי יסוד עם העמקה בכלים מתקדמים המשמשים במחקר עכשווי. מטרת הקורס היא לחזק שליטה מושגית וטכנית, להציג נקודות מבט מודרניות, ולהכין את הסטודנטים לקריאה של ספרות מחקרית מתקדמת. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. להבין שפות חדשות בגיאומטריה, השימושיות גם בכדי להפוך את תורת המספרים לגיאומטריה, וגם בכדי ליצור מודלים חדשים לפיזיקה. 2. להבין לעומק מושגי יסוד מתקדמים בגאומטריה אלגברית. 3. לעבוד עם ספקטרום של חוגים, בי ואופרדים וסכמות מוכללות. 4. להשתמש בכלים של דיפרנציאלים, נגזרות ותורת  $\square$ . 5. להכיר את חוג ויט הרציונלי והקשרים שלו למבנים אלגבריים וגאומטריים. 6. לקרוא ולהבין מאמרים וטקסטים מתקדמים בתחום

**1060716 פרקים נבחרים בקומבינטוריקה**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**1060723 יריעות דיפרנציאליות**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01040168 ו- 01040142 ו- 01040295 ו- 01040285 )

יריעות דיפרנציאליות, דרגה אמרסיות, פונקציות והעתקות דיפרנציאליות. תת יריעות, שדות ווקטוריים על יריעות, קו ווקטורים משיקים, שדות נזריים, אלגבראות חיצוניות. חלוקת יחידה ושימושים, גזירה חיצונית.

**1060800 נושאים בתורה הארגודית**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

נושאים נבחרים בתורה ארגודית ושימושיה. סמסטר א' תשע"ח: תורת ארגודית. סמסטר א' תש"פ: מבוא לתורה ארגודית.

**1060802 נושאים בתורת ההצגות**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

נושאים נבחרים בתורת ההצגות ושימושיה. סמסטר ב' תש"ף: תורת ההצגות הגאומטריות מנקודת מבט של החבורה הסימטרית.

**1060929 נושאים נבחרים באנליזה 2**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

נושאים מתקדמים באנליזה אשר יקבעו מחדש בכל פעם שהקורס יוצע. סמסטר ב' תש"ף: SERUTCURTS CIRTEMOEG FO SEIRTEMMYS

**1060941 סמינר באנליזה**

2 - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

נושאים באנליזה אשר יקבעו מחדש בכל פעם שהקורס יוצע. סמסטר א' תשע"ז: שימושים של אנליזה הרמונית בתורה ארגודית. סמסטר ב' תשע"ט: REBMUNGNIDNIW EHT.

**1060942 אנליזה פונקציונלית**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01040276 )

מרחבי בנך, המרחב הצמוד, משפט ERIAB ומשפט ההעתקה הפתוחה, משפט אוורבך הלמה של ריס, משפט האן-בנך, רפלקסיביות, התכנסות חלשה, משפט הגרףסגור. אפיון  $C(K)$ , משפט אלאוגלו, קריין-מילמן. מטריזביליות של טורולוגיות חלשות, אלגבראות בנך, ספקטרום, אידיאלים, חשבון הולומורפי, אלגברה  $C(X)$  אלגבראות בנך אבליות, העתקת גלפנד.

**1060944 מתמטיקה קוונטית: היסודות והמידע**

3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01040064 ) או ( 01040016 )

קורס מהווה סקירה מעמיקה של המבנים המתמטיים שמהווים את הבסיס לתורה הקוונטית ושימושיה לאינפורמציה קוונטית. הקורס מיועד לגשר בין המושגים האבסטרקטיים המתמטיים לשימושים מעשיים בתורת האינפורמציה הקוונטית. הסטודנטים יתמודדו עם הניתוח המדויק של מערכות קוונטיות וירכשו את הידע ההכרחי להבנה ולניצול העקרונות הקוונטיים במסגרות חישוביות. הנושאים כוללים: בין השאר! מצבים קוונטיים! ערוצים קוונטיים! מדידות קוונטיות! טלפורציה קוונטית! קידוד סופר-צפוף! מפות חיוביות לחלוטין! משפט נוימרק! משפט הרחבת סטינספרינג! איזומורפיזם של צ'ו-ג'מילוקובסקי! תורת העיקריות! קריטריון פרס-הורודצקי להעדר שזירות קוונטית! משפט ליב ותת-ההוספה החזקה של אנטרופיות וון נוימן. לסיים! הקורס מציג לסט ודנטים את המבנים המתמטיים התומכים באלגוריתמים קוונטיים! ומספק הבנה בסיסית של חישוב קוונטי. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להבין לעומק את העקרונות היסודיים והפורמליזם המתמקד שבמכניקה הקוונטית! ואיך הם משמשים כבסיס לתחום מדעי המידע הקוונטי.
2. לשלוט בתיאוריית השזירות הקוונטית! בייצוג המתמטי שלה! ובחשיבותה במדעי האינפורמציה הקוונטי.
3. להבין את השאלות המתמקדות בתיאוריות מתקדמות ויצברו ידע מתמטי מתקדם בכלי ובפרטים מתמטיים בסיסיים המשמשים בתחום מדעי המידע הקוונטי.
4. להבין את תחום מדעי המידע הקוונטי ויקשרו אותו לתחומים אחרים בפיזיקה! מתמטיקה! ומדעי המחשב.
5. לעסוק במחקר בתחום המידע הקוונטי ולהשתמש בידע שהם רוכשים בפרק טיקה לפתור בעיות ממשיות במדע ותקשורת קוונטית.

**1960012 שיטות אנליטיות במיש. דיפ.**

4 - - - - חורף + אביב + קיץ 4.0

**מקצועות קדם:** ( 01040013 - 01040035 ) או ( 01040013 - 01040022 )

או ( 01040136 ) או ( 01040135 - 01040013 ) או ( 01040022 - 01040013 )

או ( 01040131 ) או ( 01040043 - 01040131 ) או ( 01040044 - 01040131 )

או ( 01040131 ) או ( 01040285 - 01040295 )

טורי פורייה מוכללים ובעיית שטורם-ליוביל. בעיות צמודות ולא צמודות לעצמן. מש' האלטרנטיבה של פרדהולם. פונקציות גרין ושימושיים. משוואות בסל ול'נדר. פתרונות של משוואות דיפרנציאליות חלקיות בעזרת שיטות התמרה (פורייה ולפלס). תוצאות למידה בעברית: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לקבל תנאי פתירות למשוואה רגילה אי-הומוגנית עם תנאי שפה. 2. לקבל ולהשתמש בפונקציות גרין למשוואות רגילות וחלקיות. 3. לקבל פתרונות למשוואות חלקיות בעזרת טורי פורייה מוכללים תוך שימוש בפונקציות מיוחדות והכרת תכונותיהן. 4. לקבל פתרונות למשוואות רגילות וחלקיות בעזרת התמרות אינטגרליות, תוך שימוש בפונקציות מיוחדות.

**1960014 למידה עמוקה ותורת הקירובים**

3 - - - - אביב 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01040222 - 01040295 ) או ( 01040032 - 01040022 )

או ( 00940412 ) או ( 01040034 - 01040013 ) או ( 01040022 - 01040011 )

**מקצועות זהים:** 02360763

החלק הראשון של הקורס יסקור בקצרה את התיאוריה הקלאסית של למידה והאתגרים שמציבה לה מהפכת הלמידה העמוקה שתפסה תאוצה בעשור האחרון. החלק השני והעיקרי של הקורס יתמקד בכח הקירוב של רשתות עמוקות. נושאים אפשריים כוללים אוניברסליות של רשתות עם קישוריות מלאה, אוניברסליות של רשתות קונבולוציה ורשתות אינווריאנטיות כלליות, קצב הקירוב לפונקציות חלקות, קירוב באמצעות בסיסי פונקציות סטנדרטים ( FINITE ELEMENTS SPLINES, WAVELETS ) על ידי רשתות ומשפחות של פונקציות שקירובן על ידי רשתות עמוקות בהרבה מהקירוב המתקבל על ידי מודלים אחרים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים:

1. יכירו את המושגים הבסיסיים של למידה ממוחשבת והדין התאורטי סביבה. 2. יהיו מיומנים בקריאתמחקר עדכני על כוח הקירוב של רשתות נירונים ויכול להתחיל לנהל מחקר עצמאי בנושא.

**1960017 נושאים בלמידה עמוקה על גרפים**

3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01040022 - 00940411 או 01040222 - 01040295 )

או ( 01040034 - 01040013 או 01040032 - 00940412 )

מבוא כללי ללמידה עמוקה: למידה מונחית, stochastic gradient descent, דוגמאות לארכיטקטורות, פירוק השגיאה. רשתות נירונים על גרפים: בניית עיבוד אותות על גרפים ורשתות ספקטרליות מתוך משפט הקונבולוציה, רשתות העברת מסרים, טרנספורמרים. למידה מונחית וסמי מונחית על גרפים, אוטואנקודרים ושימושים. Oversmoothing, oversquashing, אקספרסיביות רשתות על גרפים מתוך מבחן WL-1. רשתות נירונים על גרפים גדולים: תורת גבולות גרפים, גרפונים, גרפונים, רשתות חילופיות ומשפט Aldous-Hoover, מודלי גרפים גנרטיביים, למת הרגולריות החלשה.

- משפטי הכללה ומשפטי קירוב אוניברסליים של רשתות נירונים על גרפים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:
1. להכיר ארכיטקטורות סטנדרטיות של למידה עמוקה על גרפים, ומסגרות סטנדרטיות של למידה על גרפים.
  2. לנתח מתמטית אספקטים שונים של רשתות נירונים על גרפים, כגון חלקות יתר, אקספרסיביות, משפטי הכללה ואוניברסליות.
  3. לנתח רשתות נירונים של גרפים גדולים.

**1980000 - שיטות אסימפטוטיות**

4 - - - - חורף + אביב 4.0

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 01980001, 01980002

פיתוחים אסימפטוטיים, תופעת סטוקס, תורת הפרות, מאזן דומיננטי, פתרונות מקומיים של משוואות דיפרנציאליות רגילות, פיתוחים של אינטגרלים: הלמה של ווטסון, שיטת לפלס, אינטגרל פורייה, שיטת הפאזה הסטציונרית, שיטת המורד התלול, תרומות לא לוקליות, פתוחים אסימפטוטיים מתואמים: שכבות גבול, הסעה חלשה, סקלות מרובות: שיטת ליוביל-גרין, שיטת פואנקרה-לייטהיל, תהודה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל לקבלקירובים באופן שיטתי.

**הפקולטה לפיזיקה**

**1140030 מעבדה לפיזיקה 2 מח'**  
 - - 3 - 2 חורף + אביב + קיץ 1.0  
**מקצועות קדם:** ( 01140020 ו- 00440102 ו- 01140076 )  
**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01140021, 01140019, 01140034, 01140082

נסויים בשטח הבליסטיקה של אלקטרונים בשדות אלקטרומגנטיים. מעגלים חשמליים בזרם חלופין (תנודות מרוסנות, זמן תהודה, אפנון והתנהגות לא ליניארית). הקף המעבדה 2.3 מהחומר הנדרש במעבדה לפיזיקה 2מ'.

**1140032 מעבדה לפיזיקה 1ח'**

- - 3 - 1 חורף + אביב + קיץ 1.0  
**מקצועות ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01140018, 01140081  
 הערכת דיוק מדידה וחישוב שגיאות, תנועה קווית, תנועה מחזורית, כח ואנרגיה פוטנציאלית, תנע זוויתי ומומנטי התמד.

**1140034 מעבדה לפיזיקה 2מפ'**

- - 3 3 - חורף + אביב + קיץ 3.0  
**מקצועות קדם:** ( 01140075 ו- 01140020 ו- 00440102 ) או ( 01140020 ו- 00440102 )

הערה: מיועד לסטודנטים מפיזיקה בלבד. ניסויים עם שפופרת קרן קתודה בתנועת אלקטרונים בשדות אלקטרומגנטיים, עקרון עבודה של אוסצילוסקופ מעגלים חשמליים פשוטים בזרם ישר ובזרם חלופין, מתח צף, שנאי, מסנני תדירות, צורת ליסז'ו, עכבה חשמלית, תנודות חשמליות מרוסנות, תהודה במערכת חשמלית. פרויקט.

**1140035 מעבדה לפיזיקה 3 - גלים**

- - 3 - - חורף + אביב + קיץ 1.5  
**מקצועות קדם:** ( 00440102 ) ו- ( 01140021 ו- 01140030 ) או ( 01140034 ) ו- ( 01140075 ו- 01140076 ) ו- ( 01140086 ) או ( 00440148 )  
 ניסויים בגלים (גלי קול, אור ומיקרו), שימוש בתופעות התאבכות, עקיפה, וקיטוב למדידות ערכים פיזיקליים שונים. אינטרפרומטר מייכלסון, מאך-זנדר, ניסוי שני סדקים, גל-בו, ספקטרוסקופיה אטומית, פיזור בראג.

**1140036 פיזיקה סטטיסטית ותרמית**

- - 2 4 - - חורף + אביב + קיץ 5.0  
**מקצועות קדם:** ( 01040034 )  
**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 01150211  
 העקרונות של מכניקה סטטיסטית. משתנים אקראיים. צברים (מיקרוקנוני, קנוני וגרנד קנוני). חוקי התרמודינמיקה. מכניקה סטטיסטית קלאסית (גז אידיאלי). מכניקה סטטיסטית קוונטית (גזים אידיאליים של פרמיונים ובוזונים, קרינת גוף שחור, עיבוי בוז-איינשטיין). תורת השדה הממוצע ומעברי פזה. הפוטנציאלים התרמודינמיים והשימוש בהם (כולל יחסי מקסוול ופונקציות תגובה). משוואות מצב, מעברי פזה, דיאגרמות פזה ושיווי משקל בין פזות. מחזוריים תרמודינמיים (מחזור קרנו, נצילות).

**1140037 מעבדה לפיזיקה 4מח'**

- - 3 - - חורף + אביב + קיץ 1.5  
**מקצועות קדם:** ( 01140035 ו- 01150203 ) או ( 01150203 )  
 ניסויים בפיזיקה מודרנית, (אפקט פוטו-אלקטרי, ניסוי פרנק-הרץ, תהודה מגנטית גרעינית, תהודה ספין אלקטרוני), ניסויים בפיזיקה של מצב מוצק(הולכה, אפקט הול, פוטו-וולטאי), ניסויים בפיזיקה גרעינית.

**1140010 תגליות מדעיות 1**

- - - 2 - - - חורף + אביב + קיץ 1.0  
**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 03240356  
 מקצוע זה מוצע כמקצוע בחירה חופשית לכל הסטודנטים בטכניון. מטרת ההרצאות אשר תנתנה ע"י מרצים שונים - לפרוס בצורה פשוטה את התגליות המרכזיות של המאה בתחום המדעי, את שימושיהן ואת השפעתן על עיצוב פני המאה ועל גורל המין האנושי בעתיד. הערה: אי-אפשר ללמוד 114010 ו-114011 במקביל באותו סמסטר.

**1140011 תגליות מדעיות 2**

- - - 2 - - - חורף + אביב + קיץ 1.0  
**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 03240378  
 מקצוע זה מוצע כמקצוע בחירה חופשית לכל הסטודנטים בטכניון. מטרת ההרצאות אשר תנתנה ע"י מרצים שונים - לפרוס בצורה פשוטה את התגליות המרכזיות של המאה בתחום המדעי, את שימושיהן ואת השפעתן על עיצוב פני המאה ועל גורל המין האנושי בעתיד. הערה: אי-אפשר ללמוד 114010 ו-114011 במקביל באותו סמסטר.

**1140014 מכניקה וגלים**

- - - 3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0  
**מקצועות קדם:** ( 02050574 )  
**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 01140248, 01140249, 01150248, 01150249  
 מכניקה: וקטורים: חיבור, חיסור מכפלה סקלרית ווקטורית. קינמטיקה: וקטור מקום, מהירות ותאוצה, תנועה בהשפעת כוח הכובד, תנועה מעגלית. סטטיקה: כוחות ומומנטים בשווי משקל. דינמיקה: חוקי התנועה של ניוטון לגופים נקודתיים, עבודה אנרגיה והספק, מתקף ותנע קווי. מערכות יחוס: אינרציאליות, מאיצות ומסתובבות, כוחות מדומים. תנועה הרמונית: תנועה הרמונית במטוטלת מתמטית ובקפיץ, אלסטיות, תנודות מרוסנות ומאולצות. דינמיקה של גוף קשיח: מרכז מסה, משוואת התנועה לגוף קשיח, מומנט אינרציה, תנע זוויתי. גלים: סוגים ומאפיינים: גלי אורך וגלי רוחב, אורך גל, תדירות, עוצמה. תופעות: מעבר מתוך לתוך - שבירה והחזרה, התאבכות ועקיפה, גל עומד במיתר. גלי קול: התקדמות בחומרים שונים, תכונות אקוסטיות מיועד לסטודנטים בארכיטקטורה בלבד.

**1140020 מעבדה לפיזיקה 1מ'**

- - 3 - 1 חורף + אביב 1.5  
**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01140018  
 נסויים בשטח של מכניקה קלאסית-תנועה בקו ישר, תנועה סבובית ומחזורית, חוקי שימור, תהודה, תנודות מרוסנות ומאולצות.

**1140021 מעבדה לפיזיקה 2מ'**

- - 3 - 1 חורף + אביב + קיץ 1.5  
**מקצועות קדם:** ( 01140020 ו- 00440102 )  
**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01140019, 01140034  
 נסויים בשטח של בליסטיקה של אלקטרונים בשדות אלקטרומגנטיים, מעגלים חשמליים בזרם חלופין (תנודות מרוסנות, זמן ריסון, תהודה, איפנון, התנהגות לא-ליניארית).

**1140038 מעבדה לפיזיקה - גלים - 3 מפ'**

- - 3 3 - חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01140021 ו- 01140086 )

ניסויים בגלים (גלי קול, אור ומיקרו), שימוש בתופעות התאבכות, עקיפה, וקיטוב למדידות ערכים פיזיקליים שונים. אינטרפרומטר מייכלסון, פיז'ו, גזיזה, ניסוי שני סדקים, גל-בו, ספקטרוסקופיה אטומית, אפקט אקוסטי-אופטי. פרויקט.

**1140051 פיסיקה 1**

1 2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.5

**מקצועות קדם:** ( 01130013 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01140071, 01140074

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 01140077, 01140248, 01150248

**1140052 פיסיקה 2**

1 3 - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 01140051 ו- 01130014 ) או ( 01130014 )

( 01140077 ו- 01130014 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01140072, 01140075, 01140076

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 01140078, 01140249, 01150249

\*\*\*מקצועות קדם: בחינת סוג בפיסיקה חלק ב' - חשמל או פטור ממנה.\*\*\*  
 חשמל ומגנטיות: אלקטרוסטטיקה, שדה חשמלי, חוק גאוס, פוטנציאל, קבלים וחומרים דיאלקטריים. חוק אום, מעגלי RC, שדה מגנטי, חוק אמפר, חוק פרדי, השראות, תכונות מגנטיות של חומר, משוואות מקסוול. גלים: גלים מכניים, שרשרת אוסצילטורים, גלי רוחב במיתר, גלים אקוסטיים בנוזל או בגז, תנאי שפה, גלים עומדים: ספקטרום תדרים. גלים מתקדמים: מהירות פאזה ומהירות חבורה, שבירה והחזרה, החזרה מלאה. עקרון הויגנס: עקיפה והתאבכות, פיזור בראג. גלים אלקטרומגנטיים בריק, קיטוב.

**1140054 פיסיקה 3**

1 3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 01140075 ) או ( 01140052 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01140073

רקע ויסודות המכניקה הקונטית - תכונות חלקיקיות של אור, תכונות גליות של חומר, קונטיזציה של קרינה ואנרגיה. מודל האטום של בוהר, גילוי הגרעין ע"י רתרפורד, פונקציית גל ומשוואת שרדינגר - הגישה ההסתברותית, פתרון משוואת שרדינגר לחלקיק חופשי ובנוכחות פוטנציאלים שונים. תאור קונטי של אטום המימן, אטומים רבי אלקטרונים והטבלה המחזורית. מצב מוצק - מבנה המוצק, מודל אלקטרונים חפשיים, מבנה פסים, מוליכים, מבודדים, ומוליכים למחצה. גרעין - מבנה הגרעין, כוחות גרעיניים ואנרגיית קשר, רדיואקטיביות, ראקציות גרעיניות, ביקוע, מיזוג ואנרגיה גרעינית. חלקיקים יסודיים - חלקיקים ואנטי חלקיקים, חוקי שימור, מיון חלקיקים, הכוחות הבסיסיים בטבע. אסטרופיסיקה וקוסמולוגיה - התפתחות כוכבים ובריאת היקום.

**1140071 פיסיקה 1**

1 3 - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 01130013 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 01140074, 01140248, 01150248

\*\*\*מקצועות קדם: בחינת סוג בפיסיקה חלק א' - מכניקה או פטור ממנה.\*\*\*  
 מכניקה קלאסית- חוקי ניוטון. דינמיקה של חלקיק. טרנספורמציות גליליי. תאור תנועה במערכות לא-אינרציאליות. חוקי השימור של האנרגיה, התנע הקו והתנע הזוויתי. מערכות רבות חלקיקים. דינמיקה של גוף צפיד. אוסצילטור הרמוני. גרביטציה. מכניקה יחסותית - טרנספורמציות לורנץ לוקטורים של מקום-זמן ותנע-אנרגיה טרנספורמציה של וקטור המהירות. דינמיקה יחסותית. חלקיקים עם מסת מנוחה השווה לאפס.

**1140073 פיזיקה קוונטית להנדסה**

1 3 - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 01140075 ו- 01040131 ) או ( 01140076 ו- 01040131 )

( 01040135 ) או ( 01140075 ו- 01040135 ) או ( 01040035 ו- 01140076 )

( 01140076 ) או ( 01140075 ו- 01040136 ) או ( 01040136 ו- 01140076 )

( 01140076 ) או ( 01140075 ו- 01040285 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01150203

דואליות גל-חלקיק: אפקט פוטואלקטרי, קרינת X, פיזור בראג, גלי דה-ברולי עיקרון אי-הוודאות של הייזנברג. מבנה האטום: פיזור רתרפורד, ספקטרום אטומי, מודל האטום לפי בוהר. יסודות תורת הקוונטים: משוואת שרדינגר, בור פוטנציאל חד-מימדי, אוסצילטור הרמוני, בעיות פיזור, מינהור, חלקיק בתיבה, ניוון, הנחות יסוד של תורת הקוונטים, אופרטורים, יחסי חילוף, סימן דיראק, תורת הפרעות. פיזיקה אטומית: אטום המימן לפי שרדינגר, ספין ונסוי שטרן-גרלך, אפקט זימן, עקרון האיסור של פאולי, אטומים מרובי אלקטרונים והטבלה המחזורית.

**1140075 פיסיקה 2**

1 2 - - 6 חורף + אביב + קיץ 5.0

**מקצועות קדם:** ( 01130014 ו- 01140071 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 01140076, 01140249, 01150249

\*\*\* מקצועות קדם: בחינת סוג בפיסיקה חלק ב' - חשמל או פטור ממנה.\*\*\*  
 מקצועות צמודים: (1040013 ו- 1040035) או 1040032. אלקטרוסטטיקה, שדה ופוטנציאל חשמליים, הזרם החשמלי, השדות המלווים מטען נע, שדה מגנטי, השראות, משוואות מקסוול ופתרונם, מעגלי זרם חילופין. מבוא לגלים, נפיצה, שבירה, מהירות פזה וחבורה, תנע ואנרגיה של גל אלקטרומגנטי, קיטוב, התאבכות ועקיפה.

**1140076 פיסיקה 2**

1 2 - - - חורף + אביב + קיץ 5.0

**מקצועות קדם:** ( 01140071 ו- 01130014 ) או ( 01130014 )

( 01140074 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 01140249, 01150249

**1140078 פיסיקה 2**

1 2 5 - - 8 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 01140071 ) או ( 01140077 ) או ( 01140051 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01140076, 01140075

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 01140249, 01150249

אלקטרוסטטיקה, שדה חשמלי, חוק גאוס, פוטנציאל, קבלים וחומרים דיאלקטריים, חוקי אום וקירכהוף, מעגלי RC, שדה מגנטי, חוקי אמפר ופרדי, השראות, תכונות מגנטיות של חומר, משוואות מקסוול. אופטיקה גאומטרית. גלי רוחב במיתר, גלים אקוסטיים. גלים עומדים. גלים מתקדמים: מהירות פאזה וחבורה, שבירה והחזרה, עקיפה והתאבכות, פיזור בראג. גלים אלקטרומגנטיים בריק ובחומר. קיטוב ואנרגיה של גלים.

**1140081 מעבדה לפיסיקה 1**

1 3 - - 1 חורף + אביב + קיץ 1.5

**מקצועות קדם:** ( 01140051 ) או ( 01140071 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 01140018

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 01240611

הערכת דיוק מדידה וחישוב שגיאות, תנועה קונית, תנועה מחזורית, כוח ואנרגיה פוטנציאלית, תנע זוויתי ומומנטי התמד, תהודה מכנית, פעימות.

**1140102 מרחבי זמן וחורים שחורים**

2 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם: ( 01140101 )**

עקרון היחסות. מטריקת מינקובסקי. ארבע-וקטורים. דינמיקה ביחסות פרטית. כבידה כגאומטריה: עקרון השקילות. מכניקה ניוטונית במונחי מרחב-זמן. מרחב-זמן עקום: מערכות אינרציאליות מקומיות. וקטורים במרחב-זמן עקום. המשוואה הגיאודזית. סימטריות וחוקי שימור. גיאומטריית שווארצשילד. הסחה לאדום גרביטציונית. עידוש כבידתי. קריסה כבידתית וחורים שחורים. קוסמולוגיה: מודלים. מטריקת רוברטסון-ווקר. הסחה לאדום קוסמולוגית. המפץ הגדול.

**1140229 פרויקט**

10 10 - - - חורף + אביב + קיץ 4.5

הערה: לאחר הרישום יש לתאם עם המורה האחראי למקצוע. המטרה: לאפשר לסטודנט להשתתף במחקר באחד משטחי המחקר הפעילים בפקולטה. לשם לימוד הקורס על הסטודנט לצבור 90 נקודות.

**1140246 אלקטרומגנטיות ואלקטרודינמיקה**

2 4 - - - 12 חורף + אביב + קיץ 5.0

**מקצועות קדם: ( 01140101 - 01140076 ) או ( 01140101 - 01140075 )**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01180120**

פתרון בעיות תנאי שפה באמצעות פונקציות גרין ובאמצעות פונקציות עצמיות. פיתוח למולטיפולים. אלקטרוסטטיקה בחומר. מגנטוסטטיקה, מומנט מגנטי, מגנטוסטטיקה בחומר, השראות, משוואות מקסוול, פוטנציאלים סקלריים ווקטוריים, אנליזה טנזורית, משוואות מקסוול בכתיב יחסותי, טנזור תנע אנרגיה וחוקי שימור, פונקציות גרין למשוואות הגלים, קרינה א"מ, פוטנציאל לינדר-ווקרט, קרוב דיפול, תגובה קרינתית, הפעולה של השדה הא"מ.

**1140249 פיסיקה 2 ר**

3 1 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם: ( 01130014 - 01140248 )**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01150249**

מיועד לתלמידי רפואה בלבד. מקצועות קדם: בחינת סווג בפיסיקה חלק ב'- חשמל או פטור ממנה. גלים: תנודות, גלים מכניים, גלי קול. חשמל ומגנטיות: אלקטרוסטטיקה, מעגלי זרם ישר, מגנטיות, השראה אלקטרומגנטית, משוואות מקסוול, גלים אלקטרומגנטיים. פיסיקה מודרנית: עקרונות תורת הקוונטים, פיסיקה גרעינית, רדיואקטיביות, קרינה מייננת.

**1140250 מעבדה לפיסיקה 5ת**

6 - - - 8 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם: ( 01150203 - 01140036 - 01140035 ) או ( 01140038 - 01140036 - 01150203 )**

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 01140027, 01140026**

,, השתתפות בהרצאת בטיחות בלייזר - תנאי הכרחי להשתתפות במעבדה,, ביצוע 2 ניסויים מתוך השטחים של פיסיקה גרעינית, אופטיקה ומצב מוצק.

**1140251 מעבדה לפיסיקה 6ת**

6 - - - 8 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם: ( 01140250 )**

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 01140029, 01140028**

,, השתתפות בהרצאת בטיחות בלייזר - תנאי הכרחי להשתתפות במעבדה,, ביצוע 2 ניסויים מתוך השטחים של פיסיקה גרעינית, אופטיקה ומצב מוצק שלאבוצעו במסגרת מעבדה לפיסיקה 5ת.

**1140252 פרויקט ת**

3.0 - - - 8 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 01140228, 01140229**

הערה: לאחר הרישום יש לתאם עם המורה האחראי למקצוע. המטרה: לאפשר לסטודנטים להשתתף במחקר באחד משטחי המחקר הפעילים בפקולטה. לשם לימוד הקורס על הסטודנט לצבור 90 נקודות.

**1150203 פיסיקה קוונטית 1**

2 4 - - - 8 חורף + אביב + קיץ 5.0

**מקצועות קדם: ( 01140101 - 01040038 ) או ( 01040118 - 01140101 )**

מומלץ מאוד ללמוד את 114086 כמקצוע קדם. הרקע הניסויני למכניקת הקוונטים (אפקט פוטואלקטרי, פיזור ברג, פיזור קומפטון, ניסוי דוידסון-גרמר, קווים ספקטרליים, ניסוי שני הסדקים, ניסוי רתרפורד), אי-וודאות בגלים. משוואת שרדינגר במרחב (X,P) (מושגים קשורים: חבילת גל, זרם הסתברות, עקרון אי הוודאות, מהירות חבורה). דוגמאות חד ממדיות (בור פוטנציאל, אוסילטור הרמוני, מחסום פוטנציאל ומנהור, שני מחסומים ושני בורות, פוטנציאל מחזורי). בעיות בשלושה מימדים (פוטנציאל מרכזי, בור כדורי, אוסילטור תלת ממדי, אטום מימן). הפורמליזם של דירק, התפתחות מצבים לפי שרדינגר. מושג הספין, ניסוי שטרן-גרלך, חלקיקים זהים. תורת ההפרעות הבלתי תלויה בזמן.

**1160004 פיסיקה של גרעינים וחלקיקים יסודיים**

3 1 - - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם: ( 01150204 )**

סקירה קצרה של מאיצים ומונים. תכונות של גרעין. רדיואקטיביות. ריאקציות גרעיניות, מודלים גרעיניים. תכונות בסיסיות של קוורקים ולפטונים. סימטריות מרחב-זמן ופנימיות וחוקי שימור. פיזור לפטונים וקוורקים. קוורקים בהדרונים. כרומודינמיקה קוונטית. אינטראקציות חלשות והמודל הסטנדרטי. פיסיקת חלקיקים וקוסמולוגיה.

**1160027 תורת הרצף**

3 1 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם: ( 01140036 )**

מבוא כללי למכניקת הרצף: משוואות תנועה, חוקי שימור. זורמים: זורם אידיאלי וזורם צמיגי, מספר ריינולדס ודמיות, שכבות גבול, אי-יציביות בזרימה. מוצקים: אלסטיות וויסקו-אלסטיות לינארית, משוואות שיווי משקל, דינמיקה וגלים. תוצאות הלמידה: הקורס יציג מושגים חיוניים בפיזיקת הרצף, מסגרת מתמטית רבת עוצמה המתארת חומרים בקנה מידה גדול בהרבה מהקנה מידה המיקרוסקופי. בקורס נכסה נוזלים, מוצקים וכל מה שביניהם. בכך הקורס יספק מסגרת מאוחדת לתיאור התנועה והמעוות של חומרים. הדוגמאות יכסו מגוון רחב של תופעות – מטיפות מים ועד רעידות אדמה – ויבנו אינטואיציה פיזיקלית

**1160029 מבוא לביופיסיקה**

3 1 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם: ( 01140036 )**

הפיסיקה העומדת בבסיס תאים ביולוגיים, כוחות הבין-מולקולריים והביופיסיקה של אבני הבנין: חלבונים וקרומים. תופעות מעבר במערכות ביולוגיות, קינטיקה של אנזימים ויצירת תבניות מסודרות מאי הסדר המולקולרי. תהליכים חשמליים: מתעלות יונים לתאי עצב ורשתות עצביות.

**1160106 דינמיקה לא-ליניארית וכאוס**

3 - - - 1 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 01140036 ו- 01040214 ו- 01040220 ו- 00140101 )

הקורס יעסוק בפיסיקה של מערכות דינמיות לא-ליניאריות. נדון בנושאים (ככל שהזמן יאפשר):

מערכות דינמיות: ביפוקרציות, יציבות מבנית וקטסטרופות, זרימה במרחב פאזה דו מימדי, אוסילציות ומודלים של אוכלוסיות (דוגמת לוטקה וולטרה). מתנדים לא לינאריים. סינכרוניזציה של מתנדים מצומדים, מודל קורמוטו מפות והמעבר לכאוס במערכות בדידות. אטרקטורים מוזרים, אוקף כאוטי, והמעבר לכאוס במערכות רציפות. התקדמות של חזיתות ומערכות אקסטיבליות. יצירת תבניות: יציבות לינארית, משוואות אמפליטודה ופאזה מערכותריאקציה דיפוזיה - יצירת תבניות בזורמים, אופטיקה וביולוגיה, מודל טורינג. סוליטונים

תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לנתח ולזהות את יציבותם של מצבים במערכות דינמיות
2. לחזות את סוגי המצבים האפשריים במערכת דינמית דו מימדית
3. לנתח ולזהות את סוג המעבר לכאוס המתרחש במערכת דינמית נתונה
4. לנתח את התנהגותם של מתנדים לא לינאריים ואת דרכי הסינכרוניזציה שלהם
5. לחזות איזה סוגים של תבניות יכולות להיווצר במערכת דינמית נתונה

**1160210 אופטיקה**

3 - - - 1 חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 01140086 ) או ( 00440148 )

**1170002 אי לינאריות וכאוס**

3 - - - 4 חורף + אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 01140101 ו- 01140036 )

סוגי דינמיקה כאוטית: טורבלנטיות, אטרקטורים מוזרים (פרקטלים ומולטי פרקטלים), מעבר בין צורות התנהגות שונות (לדוגמה: תורת הביפוקרציות). תופעות רגולריות האופייניות למערכת לא לינאריות (כגון: סוליטונים וסינכרוניזציה).

**1170004 שיטות ניסיוניות באלקטרוניקה מתואמים**

2 - - - - אביב 2.0

מקצועות קדם: ( 01160217 )

שיטות מדידה מגנטיות: מדידת מיגנט, רזוננס גרעיני או אלקטרוני ופיזור נויטרונים. הקשר בין הגדלים הנמדדים במעבדה לפונקציות קורלציה הניתנות לחישוב תאורטי. הקשר בין שיטות מדידה חשמליות לפונקציות הקורלציה הרלוונטיות.

**1170090 אסטרופיסיקה תצפיתית**

2 - - 1 חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 01160354 )

קוארדינטות שמימיות, ניסויים מהקררקע, מבלונים ומהחלל. טלסקופים, מיכשור, גלאים, פוטומטריה, ספקטרוסקופיה, קיטוב. אסטרופיסיקה בקרני X, התאמות גלובליות, שיטות סטטיסטיות, ספקטרוסקופיה אטומית ברזולוציה גבוהה בפלסמה. אסטרופיסיקה ברדיו ובגלים מילימטריים, בולומטרים, מקלטים, קיטוב בגלים מילימטריים, רעש, יחס אות לרעש, ניסויים בקרינת רקע קוסמית. אופטיקה מתקדמת, אינטרפרומטריה, מערבולות באטמוספירה, אופטיקה מסתגלת, עיבוד תמונה באסטרונומיה.

**1160031 תורת האינפורמציה הקוונטית**

3 - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 01150203 ) או ( 01140073 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 01270446, 02360990

קיוביטים, שערים קוונטים, טלפורטציה, אלגוריתם דויטש, פרוק שמידט, מצבים מעורבים, פעולות קוונטיות, מצבים שזורים, אלגוריתם גרובר, אלגוריתם שור, מפתח קוונטי, אינפורמציה ואנטרופיה, ערוץ קוונטי, תיקוני שגיאות.

**1160035 תורת הקוונטים של החומר 1**

3 - - - 1 חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 01160217 )

תכונות תובלה במוצקים קוונטים סקירה של הקשר החזק, פונקציות ווינר, דינמיקה קלאסית למחצה של אלקטרונים, תנודות קוונטיות, משוואת בולצמן, תאוריה של תגובה לינארית, יחסי אונסגר, נוסחת לנדאור, לוקליזציה של אנדרסון, אפקט הול השלם, טופולוגיה של מבני פסים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לקרוא באופן ביקורתי ספרות עדכנית בנושא. 2. לחשב תכונות טרנספורט בסיסיות של חומרים קוונטיים מעובים.

**1160083 טכנולוגיות קוונטיות**

2 - - - - חורף 2.0

מקצועות קדם: ( 01150204 )

מבוא לאינפורמציה קוונטית ואינטראקציה של אור וחומר. שימושים של תורת הקוונטים במחשוב, סימולציות, תקשורת והצפנה, ומדידות מדויקות. מימושים פיסיקליים מובילים: מעגלי מוליכות-על, יונים ואטומים קרים, מרכזי צבע, נקודות ובורות קוונטים, פוטונים ומערכות מכאניות. בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לקרוא באופן ביקורתי ספרות עדכנית בנושא. 2. לתכנן ניסויים פשוטים בקיוביטים קוונטיים אופטיים, של על מוליכים, שליונים ואטומים. 3. לחשב תכונות פיזיקליות בסיסיות של קיוביטים פיזיקליים מסוגים שונים.

**1160105 שיטות סטטיסטיות ונומריה בפיסיקה**

2 - - - 1 חורף + אביב 2.5

מקצועות קדם: ( 01140075 ) או ( 01140076 )

תורת ההסתברות: קומבינטוריקה, הסתברות מותנית, משפט SEYAB, משתנים אקראיים בדידים ורציפים, חוק המספרים הגדולים. התפלגויות בסיסיות: בינום, פואסון, גאוס, ברייט-ויגנר, חי ושימושיהם בפיסיקה. שגיאות: סטטיסטיות וסיסטמיות, משפט הגבול המרכזי. תורת הדגימה: מעריכים, חי בריבוע, נראות מקסימלית. הפרדת אות מרקע בניסוי פיסיקלי. שיטות סימולציה (מונטה קרלו) מתקדמות. רשתות נוירונים מלאכותיות בבעיות פיסיקליות. אופטימיזציה של אות ורעש. אינטגרציה נומרית. בחינת השערות והסקת חוקים פיסיקליים מתוך נתונים.

**1180076 מעבדה מתקדמת**

8 - - חורף + אביב 4.0

**מקצועות קדם:** ( 01140251 ) או ( 01140250 ) או ( 01140252 ) או ( 01140229 )

מעבדה זו חופפת מעבדה פיסיקלית 7. ביצוע של שני ניסויים, תוך הרחבה ופיתוח מתוך הרשימה המצורפת, בתנאי שהניסוי לא בוצע במסגרת מעבדה פיסיקלית 6: אפקט מוסבאו. זמן מחצית חיים של רמה גרעינית מעוררת. קורלציות זוויתיות בקרינה גרעינית. מדידת פרמטרים של לייזר OC2. ניסויים בהולוגרפיה ואופטיקה מתקדמת. אקטיביזציה בנויטרונים. תכונות של גבישי PDK. הכרת המאיץ. עקיפת קרני רנטגן. תכונות גאזים ( TVP ) ספקטרומטרופוריה. נקודה קריטית בנוזלים. הליום 4. ספקטרוסקופיה מולקולרית.

השתתפות בהרצאת בטיחות בלייזר - תנאי הכרחי להשתתפות במעבדה.

**1180116 תהליכים פיסיקליים בתווך הבינוככי**

2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 01160354 ו- 01150203 )

מבנה התווך הבינוככי. תהליכי ינון. תהליכי חימום וקירור, אבחון ע"י קווי פליטה וקרינת רצף. קווי בליעה. אבק בינוככי. דינמיקת גז. עננים מולקולריים ויצירת כוכבים.

**1180117 אופטיקה וחומרים לא-ליניאריים**

3 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01140246 ) או ( 01160003 ) או ( 00440339 )

רגישות חשמלית, קיטוביות אטומית ויונית, יחסי קרמרס-קרונג, גלים אל"מ בגבישים לא איזוטרופיים, אליפסואיד האינדקס, הקדמה לאופטיקה לא-ליניארית, אי-ליניאריות מסדר שני, התפשטות גלים בתווך לא-ליניארי, יצירת הרמוניה שניה, תיאום מופע, הגבר פרמטרי ותנודה פרמטרית, האפקט האלקטרו-אופטי, אי-ליניאריות מסדר שלישי, אפקט RREK האופטי, עירוב 4 גלים, תהליכים מאלצים, צימוד מופע, סוליטונים מרחביים זמניים, סוליטונים וקטוריים וסוליטונים מורכבים, אופטיקה לא-ליניארית בתווך פוטורפרקטיבי, מאגר מידע הולוגרפי.

**1180122 תורת הקוונטים 3**

1 3 - - 6 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 01140246 ו- 01150204 )

משוואת דירק, משוואת קליין-גורדון, חלקיק באנטראקציה עם שדה אלקטרומגנטי ספין, פיזור, תורת ההפרעות ודיאגרמות פיינמן, קוונטיזציה שניה, קוונטיזציה של שדה אלקטרומגנטי, שדה דירק ושדה קליין-גורדון.

**1180123 מבוא לפיסיקת החלקיקים**

1 3 - - 6 אביב 3.5

**מקצועות קדם:** ( 01180122 )

האנטראקציות היסודיות ושיטות נסיינות בחלקיקים, סימטריות PC, C, T, סימטריות ( US ) N , מודל הקוורקים, ספקטרוסקופיה של הדורונים, יחסי התפרקות, המודל הסטנדרטי של הכ האלקטרו-חלש, הכח החזק - DCQ, בעיות איחוד הכוחות.

**1180132 תורת השדות הקוונטית 1**

1 3 - - 5 חורף + אביב + קיץ 3.5

**מקצועות קדם:** ( 01180129 ו- 01180122 )

תוצאות מרכזיות בתורת השדות הקוונטית מעבר לסדר העץ: אינטגרלי פיינמן מסלוליים, התבדרויות אולטרא סגולות ואינפרא אדומות ב- DEQ, רנומליזציה ושברת סימטריה ספונטנית.

**1180142 חורים שחורים וקריסה כבידתית**

2 - - - 2 חורף + אביב 2.0

**מקצועות קדם:** ( 01180130 )

קריסה כבידתית, קריסת אבק כדורי, מודל אופנהיימר סנידר, השערת הצנזורה הקוסמית. חור שחור טעון: האופק הפנימי, ההסטה האינסופית לכחול, אי-יציבות אופק קושי. חור שחור מסתובב: פיתרון קר, הארגוספירה, תהליך פנרוז, סינגולריות הטבעת. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. להבין את התהליך של יצירת חור שחור בקריסה כבידתית. 2. להבין את השערת הצנזורה הקוסמית. 3. להבין את המבנה והתכונות של חורים שחורים כדוריים טעונים. 4. להבין את המבנה והתכונות של חורים שחורים מסתובבים. 5. להבין את האופי של הסינגולריות דמויית האור באופק הפנימי.

**1180148 ננו-פוטוניקה קוונטית**

3 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 01180122 ו- 01140210 )

משוואות מקסוול ומאפיינים אופטיים של חומרים, פלזמונים משטחיים בממשקים מישוריים ובננו-חלקיקים, יישומים של פלזמונים משטחיים, מיקרוסקופשדה-קרוב, שיטות תיאורטיות ונומריות בננו-אופטיקה, פונקציות גרין באלקטרודינמיקה, מערכות קוונטיות בשדות ננו-אופטיים, אינטראקציה של קרני אלקטרונים וחלקיקים פלזמוניים, מבוא לאלקטרודינמיקה קוונטית מיקרוסקופית ומקרוסקופית, תיקון לאם וכוחות קזימיר, אי-מקומיות בננו-אופטיקה, ננו-אופטיקה לא ליניארית ואינטראקציות בשדות חזקים. תוצאות למידה:

- בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:
- להבין לעומק את העקרונות של ננו-אופטיקה מנקודת מבט קלאסית וקוואנטית.
- להכיר את השיטות הניסיוניות והתיאורטיות של ננו-אופטיקה.
- להכיר יישומים מודרניים של ננו-אופטיקה בפיזיקה קוונטית.
- להבין מאמרים בנושא מתפתח זה.

**הפקולטה לרפואה**

**2740251 אבולוציה**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 02740165 - 02740243 ) או ( 02740243 - 01340020 )

מבוא לביולוגיה של אוכלוסיות. הכוחות האבולוציוניים המרכזיים: מוטציה, ברירה טבעית, סחף גנטי ותהליכים אקראיים אחרים. הקוד הגנטי ושימושוטה בקודונים. פילוגנטיקה. אבולוציה של בקרת ביטוי גנים. אבולוציה של הגנום. אבולוציה "רפואית" - אבולוציה של סרטן, אבולוציה של מחלות גנטיות, אבולוציה של עמידות חיידקים לאנטיביוטיקה, אבולוציה של מחוללי מחלות.

**2740252 פתוגנים אוקריוטים**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 01340020 - 02740241 - 02740261 - 01340128 ) או ( 02740261 - 02740241 - 02740167 - 02740165 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02740350

הקורס יקנה היכרות עם התכונות הביולוגיות הבסיסיות, הגנטיקה והפתוגנזה של טפילים (תולעים וחד-תאיים) ופטטריות פתוגניות (שמרים ועובשים). עבור כל פתוגן או קבוצה יתוארו מחזורי החיים, מנגנוני האלימות, דרכי העברה, אבחון וטיפול.

**2740253 פיזיולוגיה תאית**

2 3 - - - - חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות קדם: ( 02740167 - 02740240 - 01140248 - 01140249 ) או ( 01240503 - 02740167 - 02740260 - 01240503 )

02740259 - 01140249 - 01140248 )

לחצים ושטפים בקרומים ביולוגיים, ביופוטנציאלים פוטנציאל אלקטרוכימי, נשאים, תעלות יונים, קינטיקה מיקרוסקופית ומאקרוסקופית, פוטנציאל פעולה, תקשורת בין תאים, מנועים מולקולריים, תנועת ומגוון כיוון שריר.

**2740261 אימונולוגיה בסיסית וקלינית**

4 - - - - חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות קדם: ( 02740241 - 02740167 - 02740242 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02760413, 02740362

מבוא למערכת החיסון, נוגדנים מבנה ותפקיד, קבוצות, גנטיקה של רב גוניות, משלים, התפתחות תאי B, מערכת החיסון המולדת, תאום הרקמות והצגת אנטיגנים לתאי T, מבנה בלוטת הלימפה, ציטוקינים וכמוקינים, מערכת העברת סיגלים, תתי סוגים של ROTCEFFE SLLEC T, יחסי גומלין בין תאים, סבילות חיסונית ומחלות אוטואימוניות. היבטים קליניים של מערכת החיסון במצבים נבחרים כמו אלרגיה, חסר חיסוני השתלות ותגובות לזיהומים.

**2740262 אמבריולוגיה בסיסית ורפואית**

1 3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 02740240 - 02740260 ) או ( 02740259 - 02740260 )

החלק הראשון של הקורס עוסק בעקרונות מרכזיים בביולוגיה התפתחותית כגון התמיינות תאים, מורפוגינזה, ייסוד תכנית בניית הגוף ורגנרציה. בחלקו השני עוסק הקורס בהתפתחות עובר האדם מאז ההפריה ועד התפתחות האיברים.

**2740143 שלישי קליני - להיות רופא 2**

6 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 02740142 ) או ( 02740140 )

הקורס נועד לחשוף את הסטודנטים להיבטים האנושיים והקליניים הקשורים במקצוענות הרפואית, הכרות וליווי אנשי הצוות הרפואי, הבנת חוויית החולי הכרוני והאקוטי מצד המטופל, ורכישת מיומנויות תקשורת בין אישית הממוקדת במטופל. בנוסף יתנסו בבירור תסמינים והתנסות בבדיקה גופנית בסיסית. הקורס מועבר לסירוגין בקבוצות חניכה של עד 10 סטודנטים שיחשפו לעבודה בבית החולים על מחלקותיה, ובהתנסות קלינית אישית בצמוד ובליוי חונכות אישית של רופא בבית החולים ובמרפאות בקהילה.

**2740165 גנטיקה כללית לרפואנים**

1 3 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.5

מקצועות קדם: ( 01240120 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02740223

על חשיבותה של הגנטיקה כיום, חוקי מנדל, היחס בין גנוטיפ לפנוטיפ, אללים דומיננטיים ורצסיביים, שושלות, גנטיקה מנדלית בבני אדם, חוקי הרדי ווינברג, מיזוג מיטוזה, התאוריה הכרומוזומלית של התורשה, תאחיזה למין, חריגות מתורשה מנדלית, אינטראקציות בין גנים, צורות תורשה לא קלאסיות, קביעת מין, תאחיזה ומיפוי גנטי, מיפוי גנטי בחיידקים, שינויים במבנה כרומוזומים, מוטציות, מסלולים מטבוליים ותיאורית גן אחד אנזימאחד.

**2740166 שיטות כמותיות במדעי הרפואה ב'**

2 2 - - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 02740138 )

מערכות דינמיות: ניסוח משוואה דיפרנציאלית, פתרון גרפי במימד אחר, לינאררציה בשני מימדים, עקומי אפס, ערכים עצמיים. אנליזה רב מימדית: אנליזות מונחות ולא מונחות. אלגוריתם SNAEM K, ACP

**2740235 להיות רופא-חשיפה למקצוע הרפואה 4**

2 - - - - חורף + אביב 1.0

מקצועות קדם: ( 02740234 ) או ( 02740255 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02740256

מטרת הקורס היא חשיפת הסטודנט לעבודת הרופא המתבצע במקומות שגרתיים פחות. הסטודנט ייחשף לפעילות הרפואית המתבצעת בבתי כלא, מעונות לנשים מוכות, מכונים לילדים חריגים, תחנות חלוקת סמים ועוד. תוך ביקורים אלה יגלה הסטודנט את הקשת הרחבה של צרכים בחברה עליהם הרופא מופקד וחיוב לתת מענה. יערכו ראיונות עם מטופלים ודיונים ומשוב עם מדריכים מקומיים ועם המדריכים המקוריים.

**2740246 הבסיס המולקולרי של מחלת הסרטן**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 02740165 - 02740167 - 02740243 - 02740241 ) או ( 02740243 - 02740241 - 02740165 - 01340128 ) או ( 01340128 - 02740241 - 02740243 - 01340020 )

הבסיס הביולוגי של מחלת סרטן הן ברמת המנגנונים המולקולרים ברמת התא הריקמה והאורגניזם. בין הנושאים: המאפיינים הביולוגיים של גידולים, אונקוגנים תאיים, ודכאני התמרה. פקטורי גידול, הולכת אותות תוך תאית בסרטן. מוות תאי מתוכנן. גנומיקה ויצבות גנטית. יצירת כלי דם, פולשנות, גרורות. טיפול תרופתי בסרטן.

**2740265 התנסות במחקר בסיסי וקליני**

1 - 3 - - אביב 1.0

**מקצועות קדם:** ( 02740243 ו- 02740182 )

הקורס יורכב משני חלקים. היכרות עם מחקר בסיסי: הסטודנטים יתנסו בשיטות מולקולריות בעבודת מעבדה ביולוגית ויכירו כלים של חשיבה מחקרית ותכנון ניסויים במחקר בסיסי. מחקר קליני: הסטודנטים יבצעו תכנון ראשוני של שאלת מחקר קלינית, ינסחו את השאלה, יחפשו במאגרי מידע ויבחרו בשיטת המחקר המתאימה. הסטודנטים יחשפו למחקרים המתבצעים בפקולטה לרפואה.

**2740266 אנטומיה ב'**

5 - 3 - - אביב 6.0

**מקצועות קדם:** ( 02740257 ) או ( 02740259 )

מטרת הקורס לתת תיאור מקיף של מבנה בית החזה, הבטן, האגן והגף התחתון אדם: המבנה הגרמי, איברים פנימיים, עצבוב, אספקה דמית וניקוז ורידי ולימפטי. בנוסף תילמד באופן שיטתי האנטומיה הרדיולוגית וכן יילמד הבסיס האנטומי של הבדיקה הפיזיקלית של איזורים אלה.

**2740267 פתולוגיה כללית**

3 - 1 - - חורף 3.5

**מקצועות קדם:** ( 02740259 ו- 02740260 ו- 02740263 ) או ( 02740266 )

**מקצועות קדם:** ( 02740257 ו- 02740260 )

**מקצועות קדם:** ( 02740257 ו- 02740260 )

נושאים בפתולוגיה כללית: מנגנוני נזק תאי! דלקת ותיקון! הפרעות המודינמיות! נאופלזיה! מחלות מערכת החיסון! זיהומיות! גנטיות וסביבתיות.

**2740268 ביוכימיה קלינית**

4 - 2 - - חורף 5.0

**מקצועות קדם:** ( 02740241 )

**מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים):** 02740237

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 02760310

נושאי הקורס: בקרה הורמונלית של המטבוליזם! מחלת הסכרת! מחלות תורשתיות נבחרות כגון מחלות אגירת גליקוגן. ליפופרוטאינים של הפלסמה! הפרעות בתיפקודי הכבד! מטבוליזם ח' אמינו ואמוניה! תפקידי הכבד במטבוליזם. אנזימולוגיה אבחנתית וחלבוני הדם! ויטמינים! הבסיס המולקולרי למחלות תורשתיות הפוגעות בהמגולובין ומטבוליזם של ספינגוליפידים.

**2740318 אפידמיולוגיה**

2 - 2 - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 02740182 ) או ( 02740219 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 02780420, 02740344

הגדרת האפידמיולוגיה ומהותה. הסטוריה ונושאים בהם עוסקת האפידמיולוגיה מהות המתודולוגיה האפידמיולוגית - החיפוש אחרי גורם סיבתי. מדדי תחלואה בסיסיים והשפעת חשיפה. מושגים ועקרונות באפידמיולוגיה של מחלות מדבקות. אפידמיולוגיה של מחלות כרוניות. אפידמיולוגיה של אלימות. אפידמיולוגיה של הריון ויילוד. אפידמיולוגיה של שרותי בריאות.

**2740319 וירולוגיה**

2 - - - - חורף 2.0

**מקצועות קדם:** ( 02740241 ו- 02740167 ו- 02740261 ו- 02740165 )

הלומדים ידעו לפרט את מנגנוני הרפליקציה השונים של וירוס DNA ו-RNA, ידעו לזהות מנגנוני אינטראקציה של הוירוס עם התא המאכסן, וכן את מנגנוני ההתמרה הסרטנית ע-י וירוסים ואספקטים שונים של פתוגנה של הדבקות וירליות ותגובת האורגניזם. הלומדים יכירו נגיפים הקשורים במחלותהומניות- כולל היבטים קליניים ואפידמיולוגיים במחלות וירליות. הלומדים ידעו גם לפרט תרופות אנטי-וירליות.

**2740320 אתיקה ומשפט רפואי**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** 02780957

במסגרת הקורס יבחנו היבטים מוסריים ומשפטיים של מקצוע הרפואה ועקרונות מוסריים לעבודת הרופא בימינו. בין הנושאים שיבחנו: מהי אתיקה, אוטונומיה ופרנליזם, הסכמה מודעת, סודיות רפואית והמתת חסד.

**2740327 להיות רופא-סוגיות תרבותיות ואתיות ברפואה (6)**

2 - - 2 חורף + אביב 1.0

**מקצועות קדם:** ( 02740326 ) או ( 02740370 )

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 02740329, 02740366, 02740371

מטרת הקורס היא להכיר ולהבין את ההשפעה שיש לחברה ותרבות על בריאות, חולי, הרופא והרפואה. הסטודנט יבחן את הטייתו החברתיות והתרבותיות וכיצד הן משפיעות על תפישתו את תפקידו ועבודתו העתידית. הסטודנט יפתח מודעות להשפעת חברה ותרבות על חולי ומחלה וכן הקשר הטיפולי עם הרופא, תנאי ואופן עבודתו. יחשף ויבחן דילמות אתיות אישיות ומקצועיות בהקשרם החברתי תרבותי. יזהה השפעות תרבותיות וחברתיות על גישה ותפישות בעבודת הרופא ובעולם הרפואה. יכיר סקטורים שונים של טיפול ומשמעותם בעבודת הרופא. השיטות והאמצעים להנחלת המטרות הינם מפגשים עם רופאים, מטפלים וחולים, מפגש במרפאת איידס, הכרת רפואה אלטרנטיבית, ביקור במוזיאון לוחמי הגיטאות (שואה ורפואה), סוגיות במסירת בשורה קשה ובהשתלת איברים, הכרת רפואה פליאטיבית וסוגיות אתיות בסוף החיים ועוד. בנוסף לחובת ההשתתפות בקורס, על כל סטודנט להגיש מצגת או עבודה באחד מהנושאים שנדונו בקורס.

**2740328 אנדוקרינולוגיה פיסיולוגיה ופתופיזיולוגיה**

3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0

**מקצועות קדם:** ( 02760413 ו- 02760200 ו- 02760310 ו- 02740348 )

**מקצועות קדם:** ( 02740253 ו- 02740323 ) או ( 02740253 ו- 02740323 )

**מקצועות קדם:** ( 02740249 ו- 02760310 ו- 02740348 ) או ( 02740348 )

**מקצועות קדם:** ( 02740259 ו- 02740253 ו- 02740260 ) או ( 02740323 )

**מקצועות קדם:** ( 02740261 ו- 02740260 ו- 02740257 ו- 02740253 )

**מקצועות קדם:** ( 02740348 )

**מקצועות קדם:** 02760450

**מקצועות ללא זיכוי נוסף:** 02740363

עקרונות המערכת האנדוקרינית. רצפטורים, חלבוני G, שליחים משניים, פרוטאין קינזות, רגולציה הגנום. מנגנוני משוב, דסנסטיזציה. האפקטים ורגולציה הייצור של: הורמונים היפותלמיים והורמוני ההיפופיזה הקדמית והאחורית. הורמוני האדרנל ( קורטקס ומדולה ), התיוראיד והלבלב. הורמונים מווסתי משק הסיידן. הפרוסטנואידים. אנדוקרינולוגיה של הרבייה בזכר ובנקבה. דוגמאות להפרעות אנדוקריניות.

**2740352 מבוא לתזונה קלינית**

2 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.0

**מקצועות קדם:** ( 02760310 ו- 02740348 ו- 02740323 ו- 01340128 )

**מקצועות קדם:** ( 02740323 ו- 02740167 ו- 02760310 ו- 02740348 ) או ( 02760310 )

**מקצועות קדם:** ( 02740364 ו- 02740167 ) או ( 02740364 )

**מקצועות קדם:** ( 02760310 ו- 01340128 )

מטרת הקורס היא הקניית ידע בסיסי בתזונה קלינית, הכרת חשיבות התזונה בבריאות האדם וחשיבות ההתייחסות לתזונה בטיפול בחולה ובבריאות. בין הנושאים שיידונו: מטבוליזם ורכיבי תזונה, הערכה תזונתית, תזונת התינוק, תת-תזונה, השמנה וסיבוכי השמנה, טרשת עורקים ותמיכה תזונתית על סוגיה השונים.

**2740367 פרמקולוגיה בסיסית**

3 - 2 - 1 חורף + אביב + קיץ 4.0

מקצועות קדם: ( 02740237 - 02740336 - 02760310 - 02740364 - 02740338 ) או ( 02740348 - 02760310 - 02740338 - 02740336 - 02740323 ) או ( 02740237 ) או ( 02740348 - 02760310 - 02740361 )

מטרת הקורס ללמד את יסודות הפרמקולוגיה. הקורס יכלול את הנושאים הבאים: פרמקודינמיקה, פרמקוקינטיקה, תרופות שמשפיעות על מערכת העצבים האוטונומית וסומטית וגם על מערכת העצבים המרכזית. תרופות אשר משפיעות על המערכת הקרדיווסקולרית, תרופות נגד כאבים ודלקת, ותרופות להרדמה כללית והרדמה מקומית.

**2740369 המטולוגיה, ממדע בסיסי למיטת החולה**

3 - 6 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 02740348 - 02740362 - 02740323 - 02740249 - 02740246 ) או ( 02740323 - 02740246 - 02740362 - 02740348 - 02760413 ) או ( 02740348 - 02740323 - 02740261 - 02740246 )

השורה האדומה הבשלתה, חסרים והפרעות בסינטזת המוגלובין, דלקת כרונית ואנמיה, כשל מח עצם מולד, הפרעות קלונוליות נרכשות, תאי אב המטופואטיים, התפתחות סרטן בשורה המילואידית והלימפואידית. בקרה על טסיות ומחלותיהם, עירווי דם וטסיות, תגובת הגוף לעירוי זר, סכנות וסיבוכים, מנגנוני קרישת הדם, הפרעות מולדות ונרכשות, מעכבי קרישת הדם.

**2740376 פתולוגיה מערכתית 2**

2 - - - - חורף 2.0

נושאים בפתולוגיה מערכתית: מערכת קרדיווסקולרית, מערכת הנשימה, מערכת העיכול, כבד, המטולוגיה, ראומטולוגיה, פתולוגיה של כליה, אנדוקרינולוגיה

**2750110 רוח חדשה לחסרי מעמד 2**

3 - - - אביב 1.0

במסגרת הקורס, הסטודנטים יקחו חלק בפעילויות מרכז הבריאות ~רוח חדשה~ שבו מתקיימת מפאיה המבוססת על טיפול (בהתנדבות) הניתן ע"י רופאים בכירים, שבו מתקיים שילוב שלתהליך חינוך רפואי במקביל למתן טיפול לאוכלוסיות חסרות מעמד.

**2750112 אבולוציה של האדם**

2 - - - - אביב 2.0

מטרת הקורס להכיר ללומדים את הרעיונות המרכזיים באבולוציה של האדם, לאורך 6 מיליון השנים מאז היות האב הקדום המשותף האחרון לאדם ולקופי העל. נתייחס למאובנים אנושיים כעדות לתהליך האבולוציוני, ונסקור מינים על ענף ההתפתחות המוביל לאדם המודרני כמו גם על ענפים צדדיים, מנקודת מבט אנטומית, תפקודית, גנטית, וארכיאולוגית. קורס מ"ג

**2750113 עולם התלת ממד בתחום הרפואה**

1 1 - - חורף + אביב + קיץ 2.0

הקורס יקנה ידע בסיסי! יכולת יישומית ומיומנויות בתחום התכנון וההדפסה התלת ממדיים ברפואה. בקורס חלק תאורטי וחלק מעשי. התאורטי יעסוק בהכרת עולם התכנון התלת ממדי! טכנולוגיות הדפסה ורצף העבודה בתכנון והדפסה של מודלים רפואיים! מכשור רפואי וטיפול מותאם אישית. החלק המעשי יכלול תכנון תלת ממדי והדפסתו במדפסות תלת ממד.

**2750202 רפואה והלכה**

2 - - - - חורף + אביב 2.0

גילוי מידע והעמדת חולה על מצבו, השתלת איברים, הנדסה גנטית, הזרעות מלאכותיות והפריות חוץ גופיות. החולה הסופני וניתוק מכשור רפואי, מחוייבות הרופא ומשאבים מוגבלים. מיניות והלכה.

**2750216 יסודות המחקר והכתיבה המדעית**

2 - - - - אביב 2.0

- הדרכה בנושא עבודות גמר - ניהול זמן - שימוש במנועי חיפוש - סוגי מחקרים - כללי סדר המחקרים! ניהול פרנסים - יסודות המחקר הבסיסי - תכנון המחקר - סטטיסטיקה תיאורית + תרגול - סטטיסטיקה היסקית - כתיבה מדעית - הגשה לעיתון! IMPACT FACTORS - קריאה ביקורתית - אמנות הפרזנטציה

**2750217 פרויקט מחקר בסיסי: בדרך לרופא-חוקר**

12 - - - אביב 4.0

מקצועות קדם: ( 02740242 - 02740241 - 02740167 )

סטודנטים לרפואה ייקחו חלק פעיל בפרויקט מחקר תחת הנחיית חבר סגל בפקולטה לרפואה. הסטודנטים יגדירו שאלת מחקר מדעית ויבצעו מחקר! לרוב בצמוד לאיש צוות מהמעבדה ובסיום העבודה יכתבו חיבור מסכם במבנה מאמר מדעי. ההרשמה לקורס מותנית בהסכמת חבר סגל בכיר המאושר להנחיה במסגרת זו.

**2750218 רפואת צמחים ממחקר לקליניקה**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

הקורס הנו היברידי וכולל 3 סדנאות פנים אל פנים ו-9 יחידות הוראה א-סינכרוניות. תכני ההוראה ממוקדים בטיפול תומך ברפואת צמחים מסורתית. הקורס יקנה ללומדים ידע וגישה מבוססת מחקר שתקדם חשיבה ביקורתית בתחום רפואת צמחים, מודעות להיבטי בטיחות/סיכונים ויעילות לצד העשרת השיח עם מטופלים עם זיקה לרפואת צמחים בהיבטים בין-תרבותיים.

**2750219 מבוא לחשיבה קלינית**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

הסילבוס של מבוא לחשיבה קלינית כולל את הכרת השיטה המדעית ושיטת החשיבה הקלינית. השיטות השונות של החשיבה הקלינית והכלים בהם נעשה שימוש ילמדו ויתורגלו עם דגש על יצירת היפותזה וקבלת החלטות תוך הסתמכות על מידע אמין. הסילבוס יכלול הכרות עם מערכות מומחה, AI, קווים מנחים ושימוש מושכל במשאבים.

**2750220 בינה מלאכותית ככלי קליני ומחקרי**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

**2750325 אתיקה במעגל חיים**

2 - - - - אביב 2.0

מערכת הבריאות מתאפיינת בריבוי טכנולוגיות ובמתן מעמד מרכזי לאוטונומיה של המטופל. אפיונים אלה, יחד עם השינויים החברתיים והכלכליים המהירים, מעלים שאלות אתיות מגוונות. הקורס יכלול פגישות עם רופאים שבהם יזונו וידונו בסוגיות האתיות הרווחות במעגל חיי-האדם בשדה הקליני. הסטודנטים ילמדו לנהל דיון, לבחון ולהעריך דרכי ההתמודדות וקבלת החלטות אתיות מנומקות.

**2760201 חוג הסרטן - מגנום לתרופה**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 02740167 )

הסטודנטים יחשפו לעקרונות הסרטן מנקודת מבט קלינית-מעשית. בכל שיעור יוצג חולה סרטן, ומהטיפול בו נלך אחורה לעקרונות הביולוגיה של סרטן המתבטאים בטיפול, כולל כיצד התפתח הטיפול בעקרון זה. המטרה היא שסטודנטים בשנים הפרה קליניות יחשפו לסיפורי מקרה קליניים ופרספקטיבה קלינית, ויראו שהעקרונות הנלמדים בשנים הפרה קליניים רלוונטיים ולא רק תאורטיים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. לדעת למנות את העקרונות המרכזיים של הביולוגיה של הסרטן ולהסביר כל עקרון. 2. לדעת לתאר כיצד כל עקרון של ביולוגיה של הסרטן בא לידי ביטוי בטיפול בחולה סרטן, 3. להסביר איזה מנגנון סרטני התרופה תוקפת ולמה תקיפת מנגנון זה מקטינה את מימדי המחלה. 4. לדעת למנות ביומרקרים של תגובה לטיפול אנטי סרטני, ולהסביר מדוע הם יכולים לשמש כביומרקרים לתגובה.

**2760413 אימונולוגיה בסיסית**

3 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 01340020 - 01340019 - 01340058 ) או ( 01340058 - 01340019 - 00640507 - 00640523 )

מבוא לחיסנות טבעית ונרכשת. נוגדנים: קבוצות ותת קבוצות - מבנה ותפקיד. גנטיקה וביוינסטזה של נוגדנים. אידיטיפ, אלטיפ, אזטיפ של הנוגדן. היברידומות. משלים בחיסנות הומורלית ובדלקת. תבחינים אימוניים. גנטיקה ותפקוד האתר העיקרי לסווג רקמות. מהות האנטיגנים. מערכת הלימפטית: איברים, רקמות, תאים. הקולטן של תאי T. תאים ותפקידים ביולוגיים בתגובות חיסון. תאי עזר, ציטוקינים, לימפוקינים, דלקת, מולקולות הדבקה. נדידת תאים ויחסי גומלין בין תאים. סבילות טבעית ונרכשת. אוטואימוניות. ביולוגיה של השתלות. אלרגיות ורגישויות יתר. תסמונת הכשל החיסוני (SDIA) תגודת לזיהומים. חיסנות של מערכת הריריות. חיסנות בילוד. הבסיס המולקולרי של חסרים חיסוניים ראשוניים. תוצאות למידה: 1. הכרת מושגי יסוד באימונולוגיה. 2. הבנה של תהליכי יצירה התמיינות והפעלה של תאים חיסוניים. 3. הבנת תפקידה של מערכת החיסון אופן פעולה ויחסי הגומלין עם מערכות פיזיולוגיות אחרות. 4. יכולת לקשר בין תהליכים חיסוניים ומצבים קליניים.

**2770300 נירואנטומיה פונקציונאלית**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

הקורס יעסוק באבולוציה של מערכת העצבים המרכזית והקשר האנטומי של מחלות נירולוגיות וניורוכירורגיות לאזורים פונקציונליים במוח. בקורס ידונו הנושאים הבאים: אבולוציה, אמבריולוגיה, הארגון וההבדל המגדרי של מערכת העצבים המרכזית והפרפרית, הקשר האנטומי של מחלות נירולוגיות וניורוכירורגיות. כירורגיות והביטוי הקליני שלהם. הקורס יחשוף את הלומדים לפיתוח אמצעים למיפוי פונקציונאלי של המוח וינתן דוגמאות של מיפוי תפקודי תוך ניתוחי וחוזי- ניתוחי, תוך דגש על המימשק שבין המוח למכונה. הקורס יפתח צוהר לסטודנטים למחקר של היכולת לאתר אזורים פונקציונאליים במוח, לשמר אזורים אלה, ולשחזר את תפקודם באמצעים טכנולוגיים. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לתאר באופן בסיסי את האבולוציה והטופוגרפיה על אזורים תפקודיים במוח. 2. לפרט את הרשתות התפקודיות החיוניות במוח. 3. להכיר ולדעת את התפקודים העילאיים של המוח האנושי כגון דיבור ורגשות. 4. להכיר את הטכניקות החדשניות למיפוי פונקציונאלי של המוח.

**2780005 פרקים באימונולוגיה מודרנית**

2 - - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 02760413 ) או ( 02760308 )

הנושאים יבחרו לפי הספרות השוטפת.

**2780301 עבודה סמינריונית בפיסיולוגיה**

2 - - - 3 חורף + אביב 2.0

מקצועות קדם: ( 02770003 ) או ( 02740364 ) או ( 02770004 ) או ( 02740348 - 02740323 )

הקורס מאפשר למשתלמים ללמוד באופן יסודי נושא ספציפי בתחום הבעיות השייכות לפיסיולוגיה של מערכות קרדיווסקולריות ומערכות ויסות, לרכז אתהמידע הקיים בקשר לאותו נושא ולהגיש את החומר בצורה מסודרת כדו"ח בכתב ובדרך כלל גם על" הרצאה סמינריונית.

**2780306 עקרונות בניסויים הומניים בבעלי חיים**

2 - - - - חורף + אביב + קיץ 2.0

השקפות רווחות בחברה כלפי ניסויים בבעלי חיים, תרומה של ניסויים בבעלי חיים לידע ורווחה אנושיים, ביולוגיה של חיות מעבדה, ביולוגיה של חיות מהונדסות גנטית, מבוא לסטטיסטיקה ותיכנון של ניסויים בבעלי חיים, רווחה ומצוקה של חיות מעבדה, פיזיולוגיה ופרמקולוגיה של כאב, עקרונות של עבודת מעבדה נכונה, מעקב ניסויים בבעלי חיים, בטיחות בניסויים בבעלי חיים

**2780401 רצפטורים לניורטרנסמיטרים במוח**

1 - 2 - - - אביב 2.0

תאוריות של תגובה בין רצפטור ותרופה. אנליזת האינטראקציה בין ליגנד ורצפטור. מחקרים חדשים על הרצפטורים הבאים: רצפטורים לגאבא במודיאזפינים, דופמין, אופיאטים ומוסקרינים.

**2780416 סמינר באימונולוגיה 2**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 1.0

מקצועות קדם: ( 02760413 ) או ( 02760308 )

נושאים מובחרים מהספרות השוטפת על התקדמות באימונולוגיה. הנושאים יהיו בשטחים: אימונוכומיה, אימונולוגיה תאית, פרמקו אימונולוגיה, הכרה עצמית וסבילות, גנטיקה של התגובה החיסונית ופתו-אימונולוגיה, אימונולוגיה התפתחותית.

**2780420 אפידמיולוגיה**

2 - - - - 2 חורף 2.0

הגדרת האפידמיולוגיה ומהותה. הסטוריה ונושאים בהם עוסקת האפידמיולוגיה. מהות המתודולוגיה האפידמיולוגית - החיפוש אחרי גורם סיבתי. מדדי תחלואה בסיסיים והשפעת חשיפה. מושגים ועקרונות באפידמיולוגיה של מחלות מדבקות. אפידמיולוגיה של מחלות כרוניות. אפידמיולוגיה של אלימות. אפידמיולוגיה של הריון ויילוד. אפידמיולוגיה של שרותי בריאות. אפידמיולוגיה קלינית.

**2780464 סמינר- נושאים נבחרים בגנטיקה רפואית**

2 - - - - חורף + אביב 2.0

נושאים: מחלות עור, מחלות סחוס ושלד, חרשות, פיגור שכלי, מחלות מטבוליות, בדיקות סקר באוכלוסיות, ליקוי מנגנון תיקון ד.נ.א., חוק גנטיקה ועקרונות אתיים, מחלות נירולוגיות עם הרחבת רצפים, חסר כרומוסומי זעיר, מחלות אינפלמטוריות ו- FMF

**2780465 ייעוץ גנטי לממצאים חריגים בבדיקות עלשמע של**

2 - - - - חורף + אביב 2.0

ייעוץ גנטי בנוגע לממצאים שכיחים בבדיקות אולטראסאונד כולל יתרונות ומגבלות הבדיקה, הפרעות בגדילת עובר, נפח מי שפיר, ממצאים חריגים בבדיקת הלב, הכיליה, המוח והשלד, הריון מרובה עוברים, מחלות אימהיות, זיהומים תוך רחמיים, בדיקות פולשניות בהריון, התערבות בהריון או הפסקתההריון.

**2780953 נושאים עדכניים במדעי הרפואה**

2 - - - 1 חורף + אביב + קיץ 2.0

קורס סמינרים בו בכל שבוע מרצה אחר/ת יעבירו סמינר, הסטודנטים יהיו פעילים במהלך הסמינר וגם ישארו עם המרצה לדיון לאחר ההרצאה. בתום הקורס הסטודנטים יגישו עבודה כתובה בהתאם לשאלות מנחות. הקורס ילמד את הסטודנטים הבנה בסיסית של עבודות מחקר וביקורתיות על מחקרים אקדמיים. בנוסף, הקורס יקנה לסטודנטים מיומנויות תקשורת עם מדענים.

תוצאות למידה:

1. הבנה בסיסית של מחקר מדעי.
2. דרכי תקשורת עם מדענים, שאלת שאלות ודיון פתוח.
3. חשיבה ביקורתית על עבודות מדעיות. \_

**2780961 מבוא לניורוביולוגיה**

3 - - - 1 חורף + אביב + קיץ 3.5

**2780963 שיטות אנליזה מתקדמות למידע ביו-רפואי**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 02780507 )

נושאים נבחרים באנליזה של מידע ביו רפואי. עקרונות בסיסיים בכתיבת קוד לאנליזה, החל מעיבוד מקדים של קבצי נתונים ביו-רפואיים ועד מודלים מונחי דגימות למידע רב מי מדי. דיאגנוסטיקה של התאמת יתר ואסטרטגיות התמודדות. אנליזה מונטה-קרלו לבחינת נכ ונות המודל. עקרונות ושיטות להורדת מימד. שיטות ויזואליזציה מתקדמות נתונים ותוצאות אנליזה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים: 1. ליישם כלים לעיבוד מקדים של מידע רפואי (טבלאות, תמונות, סדרות עיתיות) לאמן מודלים מתקדמים ולבחון את ביצועיהם. 2. להפעיל שיטות מתקדמות באנליזה רבת מימדים – הורדת מימד, התאמת מודל ודיאגנוסטיקה של התאמת יתר וכן כלים למנוע אותה. 3. ללמוד אנליזה מסוג מונטה-קרלו המיועדים לבחינת היפותזות וביצועי מודל

**2780472 קרישת הדם- מנגנונים והשפעה מורחבת על תחומים**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות קדם: ( 02740167 ו- 01250001 )

הבנת מערכת קרישת הדם כיום הולכת ומתרחבת הן מבחינת מספר גורמי הקרישה המשתתפים והן מבחינת השפעתה על תהליכים חשובים המתרחשים בגוף. הקורס יכיל סקירה של מגוון נושאים כגון: גורמי קרישה, טסיות, המוסטזיס ראשוני, ROTCAF EUSSIT, נוגדי קרישה טבעיים, ביולוגיה ואסקולרית, מודלים של קרישה בחיה, טרומבוזיס, קרישה והריון, קרישה וסרטן, קרישה ודלקת.

**2780482 טיפולים מכוונים בסרטן ובמערכת החיסון**

2 - - - 2 חורף + אביב 2.0

מקצועות קדם: ( 02740137 ו- 02740238 )

מנגנוני העברת אותות וחשיבותם בסרטן ובמחלות של מערכת החיסון תוך התמקדות בקינאזות, חלבוני G קטנים, סידן ומתווכים שומניים. תרופות ממוקדות מולקולארית, כולל שלבי פיתוח, מנגנוני פעולתן ויעילותן, תוך התמקדות במעכבי קינאזות, נוגדנים מונוקלונליים, מעכבי מסלול ה-SAR, מדכאי מערכת החיסון ומודו טורים של מערכת החיסון.

**2780484 התנהגות, למידה וזיכרון בחיות מודל ובאדם**

3 - - - 4 אביב 3.0

מקצועות קדם: ( 02760203 )

התנהגות בע"ח- מהתנייה פשוטה ללמידה מורכבת. מנגנונים מולקולריים של למידה וזיכרון, למידה פרוצדורלית (קורטיקלית), זיכרון עבודה והקורטקסה הפרה- פרונטלי, למידה מרחבית וההיפוקמפוס, זיכרון סמנטי ואפיזודי, למידה רגשית והמערכת הלימבית, למידת פרס ותהליכי קבלת החלטות (הגרעינים הבזליים אקומבנס וקורטקס פרה- פרונטלי).

**2780498 תאי גזע, רגנרציה ויצירת איברים**

2 - - - 2 אביב 2.0

מקצועות קדם: ( 02740244 ) או ( 02740165 ) או ( 01340058 )

עקרונות תאי גזע ויצירת איברים, יצירה שושלות תאים ואיברים במהלך התפתחות עוברית ובקרה על גורל תאי. בסיום הקורס הסטודנטים יכירו את העקרונות הבסיסיים בחזית המחקר בנושאים הבאים: 1. אופן יצירת איברים במהלך התפתחות. 2. תאי גזע פלורופונטיים ותאי גזע בבוגר. 3. שיטות המתחקות אחר יצירת איברים בצלחת ושימוש האפשרי ברפואה רגנרטיבית כמודלים לחקר ההתפתחות וחקר מחלות.

**2780507 ביוסטיסטיקה וניתוח נתונים**

2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 3.0

הסתברות והתפלגויות, סטיסטיקה תיאורית, מבחי השערות פרמטריים ואפרמטריים, ניתוח שונות, רגרסיה, סיווג, הורדת מימד, אישכול. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יוכל:

1. להציג נתוני מחקר באמצעות מדדים כמותיים וכלים גרפיים מתאימים.
2. לבחור וליישם את שיטת הניתוח הסטיסטי המתאימה לנתונים.
3. להשתמש בתוכנת OIDUTSR לביצוע המבחנים הסטיסטיים.
4. להבין את תוצאות הניתוחים הסטיסטיים המוצגים בספרות המחקרית.

**2780950 מיקרוסקופ אלקטרוני במחקר ביולוגי**

2 - - - 1 אביב 2.0

מבוא למיקרוסקופיית אלקטרוני של דגמים ביולוגיים. הנושאים הנלמדים: חקר מבנים תוך תאיים, לוקליזציה תוך תאית של חלבונים, קורלציה בין מיקרוסקופ אור למיקרוסקופ אלקטרוני, דימות תלת מימדי במיקרוסקופיית אלקטרוני ואנליזה של חלקיקים בודדים. הקורס יסקור יישומים במיקרוסקופ. 1. להבין את מגוון היישומים בדוגמאות ביולוגיות בעזרת מיקרוסקופ אלקטרוני. 2. לבחור את השיטה המתאימה לדוגמה ולשאלת המחקר. 3. לקרוא בצורה ביקורתית ולהבין מאמרים ביולוגיים המשתמשים ביישומים של מיקרוסקופ אלקטרוני.

**חינוך למדע וטכנולוגיה****2140114 חוק וערכים בחינוך****2 - - - 2 חורף + אביב 2.0**

חלקו הראשון של הקורס (7 הרצאות) יעסוק בדיני חינוך וידון בדילמות פדגוגיות בביה"ס מנקודת מבט משפטית, תוך שימת דגש על זכויות וחובות המורים, התלמידים, המדינה והרשויות המקומיות בתחום החינוך. חלקו השני של הקורס (6 הרצאות) יעסוק בחינוך לערכים בהוראת המדעים. בחלק זה יגבשו המשתתפים תפיסת עולם בנוגע למקומו של בית הספר. הוראת המדעים ותפקידם האישי בהבניית ערכים. יוצגו מחקרים בתחום ודוגמאות ליישום חינוך לערכים בהוראת המדעים. יוקנו כלים לשילוב ערכים בפיתוח יחידות הוראה.

**2140120 יסודות למידה והוראה****2 1 - - - חורף + אביב + קיץ 2.0**

הקורס נועד להקנות לסטודנטים בלימודי הסמכה ידע תאורטי ומעשי בסיסי אודות תורות למידה ושיטות הוראה. בחלקו הראשון, הקורס דן בהיבטים קוגניטיביים, רגשיים וחברתיים של למידה, וסוקר תורות למידה מובילות. חלקו השני של הקורס מוקדש להוראה (מטרות, דרכים והערכה). במסגרת הקורס, הסטודנטים מכינים שיעור בתחום מדעי או טכנולוגי לרמה תיכונית ומלמדים את עמיתיהם. קורס מ"ג

**2140137 דרכי הוראת מתמ' לחט"ע****2 2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0**

דרכים להוראה מעמיקה וחוויתית של נושאי לימוד מרכזיים בשאלונים ברמה של 5 יחידות. לימוד דרך פיתוח יחידת הוראה, רפלקציה על התנסות בהוראה פעילה, היכרות והתמודדות עם קשיים של תלמידים, ופיתוח מיומנויות לפתרון בעיות. בפרט מושם דגש על כלים וסביבות למידה להוראה מקוונת ושימוש בכלי הערכה מגוונים.

**2140302 דרכי הוראת הפיזיקה 2****2 2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0****מקצועות קדם: (01140071)**

דרכים להוראה מעמיקה וחוויתית של נושאים בחשמל, מגנטיות, קרינה וחומר בביה"ס התיכון דרך עיצוב, הפעלה ודיון על שיעורי דוגמה. הצגת נושא, ניהול דיון, הכרות והתמודדות עם קשיים של תלמידים, טיפוח מיומנויות לפתרון בעיות, תכנון וביצוע של ניסויים והדגמות, חקר בכיתה, שימוש באינטרנט, סימולציות וצעצועים בהוראה, שיעורי בית ודרכי הערכה מגוונות.

**2140402 דרכי הוראת כימיה 2****2 2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0**

דיון שיטתי בתכניות הלימודים של החטיבה העליונה בכימיה בנושאי הלימוד: היבטים כמותיים בכימיה, חימצון-חיזור, חומצות ובסיסים ונושאים בכימיה של מזון. ניתוח מדעי ועיבוד דידקטי של נושאים ומושגים חשובים בהוראת הכימיה, כולל דרכים לטיפול מיומנויות חשיבה ברמה גבוהה. הקניית מיומנויות בביצוע ניסויי חקר וניסויי חקר ממוחשבים וכן שימוש בהדמיות מולקולאריות. התנסות בבחינת הבגרות בכימיה ברמה של שלוש יחידות לימוד. קביעת הציון עפ"י נוכחות והשתתפות בשיעורים, הגשת דו"ח, מטלות סיכום ובחינה.

**2140502 דרכי הוראת ביולוגיה 2****2 2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 3.0****מקצועות קדם: (01340153 ו-01340111 ו-01340058) או (01340133 ו-01340128 ו-01340117)**

תכנית הלימודים בביולוגיה לחטיבה העליונה (המשך), ארגון המעבדה-שילוב הלמידה בכיתה ובמעבדה, ביצוע מעבדות חקר ו"ביו-סיר", שימוש מחשב, והוראה מתוקשבת, מפות מושגים, הערכת הישגים: מבחנים, הערכה אוטנטית, וכתובת מחוונים.

**2130001 בחינה בפיזיקה לפרחי הוראה****0.0 אביב - - - -**

הבחינה כוללת את פרקי הלימוד בתכנית הלימודים בפיזיקה 5 יח"ל בביה"ס התיכון: מכניקה, חשמל ומגנטיות, אופטיקה גיאומטרית, גלים, קרינה וחומר.

**2130002 בחינה בכימיה לפרחי הוראה****0.0 אביב - - - -**

הבחינה כוללת את פרקי הלימוד בתכנית הלימודים בכימיה 5 יח"ל בביה"ס התיכון: מושגים, מערכה מחזורית, מבנה וקישור, סטוכיומטריה, תגובות חימצון-חיזור, תגובות חומצה-בסיס, כימיה של מזון, אנרגיה כימית.

**2130003 בחינה במתמטיקה לפרחי הוראה****0.0 אביב - - - -**

הבחינה כוללת פרקים נבחרים מתוך שאלוני הבגרות ברמה של 5 יחידות בהתאם לתוכנית הלימודים במתמטיקה 5 יח"ל בביה"ס התיכון: אלגברה, גיאומטריה אנליטית, ווקטורים, מספרים מרוכבים, גיאומטריה וטריגונומטריה במישור, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי.

**2130004 בחינה בביולוגיה לפרחי הוראה****0.0 אביב - - - -**

הבחינה כוללת את פרקי הלימוד בתכנית הלימודים בביולוגיה 5 יח"ל בביה"ס התיכון: גוף האדם, ביולוגיה של התא, אקולוגיה, גנטיקה, מיקרוביולוגיה, ופיזיולוגיה השוואתית.

**2130005 "בחינה במתמטיקה להוראת חט"ב"****0.0 חורף + אביב + קיץ 3.0**

מעבר הקורס מותנה בביצוע בחינה הכוללת פרקים נבחרים מתוך תכנית הלימודים במתמטיקה של חטה"ב והתיכון, כולל נושאים מתקדמים עד רמת 5 יח"ל. הבחינה תכלול נושאים כגון: אלגברה, פונקציות וגרפים (כולל פונקציות רציונליות, מעריכיות ולוגריתמיות), גיאומטריה, גיאומטריה אנליטית, טריגונומטריה, סדרות, קומבינטוריקה והסתברות, וקטורים, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי, ומספרים מרוכבים.

**2140012 מבוא לחינוך למדע וטכנולוגיה 2****3 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 3.0****מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכלים): 02140118**

הקורס מספק כלים ובסיס תיאורטי לניתוח אירועי למידה ועיצוב מהלכי הוראה המתבססים על הבנה של היבטים מוחיים בתהליך הלמידה, התפתחות בסיסהשפה והקוגניציה והגדרות ואבחון של למידה תקינה ולקויה מחד, ועל הכרות עם תיאוריות למידה קוגניטיביות וסוציו-תרבותיות וגישות להוראה קונסטרוקטיביסטית מבוססות ראיות מאידך.

**2140093 התנסות קלינית בהוראה ב'****2 6 - 1 - חורף + אביב + קיץ 5.0**

תהליך מודרך ומבוקר של התנסות קלינית של סטודנטים בביה"ס: התנסות בהוראה, הערכה ותכנון לימודים בתחום הדעת שבהוראתו מתמחה הסטודנט, והתנסות בהיבטים חינוכיים חוצי תחומי דעת כגון ניהול למידה וניהול כיתה, התייחסות פרטנית לתלמידים עם צרכים מיוחדים, השתלבות בצוות חינוכי, היבטים חברתיים-רגשיים, מפגשי הורים וקהילה, וניתוח רפלקטיבי של הוראה ולמידה.

**2140607 דרכי הוראת מדע-טכנולוגיה בחט"ב (ז-ט)**

**2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0**

הקורס דן במטרות תוכנית הלימודים מדע וטכנולוגיה בחט"ב, בחשיבות הגישה האינטגרטיבית המאפיינת את המקצוע, באפיון דרכי הוראה ולמידה, באפיון קשרים הדדיים מדע-טכנולוגיה-חברה, בהקניית מיומנויות, כגון: למידה מבוססת חקר, שאלת שאלות, הערכת עמיתים ועוד, תוך שילוב טכנולוגיות מתקדמות בחינוך. הקורס עוסק בנושאים מתוכנית הלימודים: חומרים, אנרגיה, כוחות ותנועה, יצורים חיים, טכנולוגיה וסביבה. קביעת הציון עפ"י מעקב במשך הסמסטר, הגשת עבודת גמר ובחינה סופית.

**2140902 דרכי הוראת מדעי המחשב 2**

**2 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0**

הקורס מתמקד בלמידה סביב פרויקטים: פיתוח, יישום, הנחייה והערכה, בהקשר לתכנית הלימודים במדעי המחשב והנדסת תוכנה בבית הספר העל-יסודי. התכנים יתייחסו ליחידות ההתנסות במעבדה (סביבות אסמבלר, תכנות בסביבת אינטרנט, מערכות מידע וגרפיקה ממוחשבת) ולפרויקטים: הגמר בהתמחויות בהנדסת תוכנה (תכנון ותכנות מערכות וסייבר).

**2160001 בינה מלאכותית בהקשר חברתי-תרבותי**

**2 - - - 1 חורף + אביב + קיץ 2.0**

הקורס יעסוק בגישות שונות לאוריינות בינה מלאכותית בחינוך, ויספק מבט היסטורי-חברתי-תרבותי על למידה עם מכונות. במהלך הקורס ילמדו הסטודנטיות והסטודנטים: להגדיר אוריינות של בינה מלאכותית מפרספקטיבות שונות (טכניות, חברתיות-תרבותיות וביקורתיות); למפות ממדים חברתיים ותרבותיים בתכני בינה מלאכותית (כגון הטיות, התאמות להקשר חברתי-תרבותי ואיכות המידע); ולפתח דרכים לעבודה שיתופית עם מערכות בינה מלאכותית תוך התבססות על תיאוריות למידה ופדגוגיה ביקורתית.

במהלך הקורס נתייחס להתפתחות ההיסטורית של טכנולוגיות חינוך ולתיאוריות למידה שעיצבו אותן; ננתח תופעות חברתיות-תרבותיות הנלוות להתפתחות טכנולוגיות והשלכותיהן על חינוך ולמידה (למשל שימוש בכלי בינה מלאכותית להערכה, סוגיות של דיסאינפורמציה, או פנייה לעזרה רגשית ממערכות AI); ונבחן דרכים לפיתוח שימוש אחראי, ביקורתי ואתי בכלי בינה מלאכותית לצורכי הוראה ומחקר בחינוך. הדגש יהיה על הבנת החוויות והצרכים של אוכלוסיות מגוונות באינטראקציה עם מערכות מבוססות AI בהקשרים תרבותיים שונים (כגון שפה, הבעות פנים וגוף, תקשורת ורגש), לצד דיון בהשלכות האתיות שלהם בהקשר חינוכי. תוצאות למידה:

1. בסיום הקורס, הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:
  1. להכיר גישות שונות להגדרת אוריינות בינה מלאכותית.
  2. לזהות תופעות חברתיות-תרבותיות הקשורות לאינטראקציה בין אדם למכונה.
  3. לבחון היבטים היסטוריים ואתיים של התפתחות טכנולוגיות חינוך, לרבות עקרונות של התאמה אישית ולמידה שיתופית עם כלי בינה מלאכותית.
  4. לרכוש כלים לעבודה חינוכית עם כלי בינה מלאכותית באופן שיתופי ואחראי, בהשראת עקרונות של עיצוב למידה והוגנות בחינוך מדעי והנדסי.
  5. לנתח דוגמאות של תהליכי עיצוב או מיזמים חינוכיים בשיתוף קהילות, ולהפיק מהן עקרונות לעיצוב למידה עם בינה מלאכותית.

**2160007 פרויקט מעבדה בחקר המוח**

**2 - - - 8 - חורף + אביב 5.0**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02180131, 02180132, 02180133, 02180134, 02180135, 02180136, 02180137, 02180139, 02180148**

בקורס פרויקט זה הסטודנטים יעבדו על פרויקט מדעי נבחר במעבדה ויצוותו לאחד מאנשי הצוות במעבדה לדימוות מוחי לילדים בפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה. הסטודנטים ילמדו כיצד לנסח שאלה מדעית, לאסוף נתונים בכלי ה-GEE, או IRM או מכשירי תנועות עיניים (או לנתח נתונים קיימים), לנתח נתונים ולסכם באופן מדעי. הסטודנטים ילמדו את הקשר בין מדדים פיזיולוגיים (מבנה המוח) ותפקודו מהנתונים המתקבלים בהקשר של למידה ויכולות קוגניטיביות במוח המתפתח. כמו כן הסטודנטים יתרגלו מתן הרצאה מדעית: במהלך הסמסטר הסטודנט יתבקש להעביר "מצגת אמצע" בה יתאר את התקדמותו ואת התוצאות הראשוניות של המחקר. בסיום הקורס הסטודנט יעביר מצגת לאנשי המעבדה ויגיש עבודה מסכמת בה יתאר את הנושא אותו חקר, שיטות בהן השתמש וממצאים.

1. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט:
  1. יתאר את מהלכי המחקר בתחום חקר המוח במעבדה.
  2. יכיר את כלי המחקר בחקר המוח ואת השימוש בהם.
  3. ינתסה בעצמו ויבין את הליך איסוף וניתוח נתונים, עיבוד תמונה, הפרדת אות-רעש, שימוש בכלים סטטיסטיים מתקדמים וסיכום תוצאות.
  4. יתרגל כתיבת עבודה מדעית.

**2160014 קשיי למידה במתמטיקה ומדעים**

**2 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.0**

הקורס עוסק בגישות התיאורטיות העיקריות לקשיי למידה בבית הספר בכלל ובמקצועות המתמטיקה והמדעים בפרט, בכללן הגישה הפסיכולוגית, הגישה החברתית-פוליטית והגישה הביקורתית. הקורס יתייחס לקשיים מסוגים שונים, כולל לקויות למידה, נכויות ומגבלות פיסיות ונפשיות. דגש יושם על מחקרים מתחום הדיסציפלינה הצומחת של SEIDUTS YTILIBASID תוך התמקדות בנושאים של הדרה ושילוב במערכת החינוך. בסיום הקורס הסטודנטים יהיו מסוגלים:
 

1. לתאר את התיאוריות המרכזיות בתחום קשיי הלמידה.
2. לקשר בין תיאוריות מתחום ה-SEIDUTS YTILIBASID ופרקטיקות הנהוגות בבתי הספר בתחום שילוב התלמידים עם צרכים מיוחדים.
3. לגבש את עמדותיהם כלפי שילוב תלמידים עם צרכים מיוחדים ולבסס על סמך התיאוריות הנלמדות בקורס.

**2160020 דימות מוח - תיאוריה ופרקטיקה**

**2 - - 4 חורף + אביב + קיץ 2.5**

**מקצועות זהים: 02180004**

מן הנירון למוח, יכולות קוגניטיביות ומיפוי במוח האדם. שיטות לבדיקת פעילות מוחית (MRI, EEG, MRI FUNCTIONAL, MEG) ויכולות קוגניטיביות. בניית מטלות לבדיקת יכולות קוגניטיביות על ידי כלים מתחום חקר המוח, שיטות ניתוח לבדיקת קישוריות עצבית, התנסות ותרגול בנייתו נתוני MRI ו-GNICKART EYE תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל:
 

1. להבין את הבסיס הפיזיולוגי של למידה.
2. לנסח שאלה על יכולות קוגניטיביות ולהתאים את כלי חקר המוח לשאלות המתאימות.
3. להבין את השלבים בנייתו נתונים מכלים המתקבלים מתחום חקר המוח.
4. לנתח נתונים IRM ו-GEE.
5. לסכם את תוצאות ניתוח הנתונים והתחלת מתן אינטרפרטציות על יכולות קוגניטיביות שונות.

**2160022 יזמות טכנולוגית בחינוך**

**2 - - - 1 חורף + אביב + קיץ 2.0**

**מקצועות ללא זיכוי נוסף: 51080011**

בקורס זה יבחנו תאוריות למידה ומודלים (לדוג' ביהביורזים, תיאוריות קוגניטיביות קונסטרוקטיביזם) העומדים מאחורי טכנולוגיות חינוכיות בקונטקסט של מקרים שונים של חברות HCETDE מהארץ ומהעולם (HCETDE, YFILPMA, GNINRAEL HCTARCS ועוד). בפרט יבחנו מודלים קיימים לחדשנות טכנולוגית בחינוך ודרכים לפיתוח, בחינה ומימוש אפקטיבי של טכנולוגיה חינוכית בכיתה ומחוץ לה. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטים יכירו את תאוריות הלמידה והמודלים העומדים בבסיס טכנולוגיות חינוכיות שונות. יכירו מגוון רחב של טכנולוגיות HCETDE מצליחות בבית הספר ומחוץ להם, וכן יכירו חברות שלא הצליחו לפרוץ ויבחנו את הסיבות לכך. יכירו את המשולים בהכנסת טכנולוגיות חדשות למערכת החינוך, יכירו את תהליך הפיתוח, הערכה, ומימוש של טכנולוגיות HCETDE חדשה תוך התייחסות לתכני הקורס.

**2160025 חקר תהליכי חשיבה של לומדים**

**2 - - - 2 אביב 2.0**

הקורס יעסוק בהמשגות תיאורטיות ובגישות איכותניות למידול ומעקב אמפירי אחרי התפתחות של הבה וניכוס בתהליכי למידה מכוונים במתמטיקה, מדעים והנדסה. בסיום הקורס הסטודנטים יהיו מסוגלים: לבחור באופן מושכל מסגרת תיאורטית לניתוח תהליך למידה ספציפי ולהגן על בחירה זו. לתכנן ולהפעיל ניסוי הוראה מצומצם. לנתח תהליך למידה דרך משקפיים תיאורטיים מגוונים.

**2160030 כריית נתונים בלמידה**

**2 - - - 1 חורף + אביב + קיץ 2.5**

**מקצועות קדם: (02160009)**

הקורס עוסק בהיבטים תיאורטיים ומעשיים של כריית נתונים במערכות למידה ומתמקד במטרות ושימושים, גישות ניתוח וכלים נפוצים (כגון חיזוי, מערכות בקרה וניתוח רשתות חברתיות) ייצוג ידע וסוגיות באתיקה והטמעה. הקורס ילווה בפרויקט מעשי בו סטודנטים יעלו שאלות וינתחו בסיס-נתונים מלבחירתם או תוך שימוש בנתונים זמינים. בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לנתח בצורה ביקורתית מאמרים ועבודות בתחום כריית נתונים בלמידה. 2. להגדיר שאלות מחקר ומשתנים רלוונטים על מנת להשתמש בטכניקות כריית נתונים. 3. להכיר נושאים וגישות עיקריות בתחום של כריית נתונים בלמידה. 4. לנתח בסיס נתונים פשוט על מנת לזהות תהליכי-ותוצאות-למידה. 5. להבין לעומק דילמות בנושאי מדיניות, אתיות ואימוץ כלים לכריית נתונים בלמידה. 6. לדעת להשתמש בטכניקות וכלים של כריית נתונים על מנת לשפר עיצוב הוראה ולמידה.

**2160031 סוגיות מתקדמות בחינוך הנדסי**

**2 - - - - חורף + אביב 2.0**

הקורס מתמקד בסוגיות מתקדמות בחינוך הנדסי ברמה התיכונית ובהשכלה הגבוהה. הקורס עוסק בהיבטים הכרתיים, רגשיים וחברתיים בחינוך הנדסי, כמו למשל, חשיבה מערכתית, חשיבה מופשטת, מולטימדיה, מוטיבציה וכישורים רכים. בסיום הקורס: הסטודנט יכיר היבטים הכרתיים, רגשיים וחברתיים בחינוך הנדסי. הנושא וסילבוס הקורס עשוי להשתנות בכל סמסטר, הוא יאשר בוועדות הסמכה ומוסמכים של הפקולטה לפני תחילת הסמסטר בו ינתן הקורס ויפורסם בקטלוג.

**2160036 חינוך לקיימות**

**2 - - - 1 חורף 2.5**

חינוך לקיימות הוא בינתחומי, ועוסק בהיבטים החינוכיים של תנועת הקיימות. הקורס יעסוק בהתפתחות התנועה הסביבתית, והמעבר מחינוך סביבתי שלשנות ה-07-08 לחינוך לקיימות המשלב היבטים כלכליים וחברתיים, ובפדגוגיות מומלצות בחינוך לקיימות כמו למידה באמצעות ופעילות (AGENCY). יושם דגש והתנסות בלמידה פעילה המשלבת יד, לב, ראש (HANDS-HEADS-HEARTS) שפותחה בחינוך הגבוה לקיימות והשפיעה על כל שדירות החינוך. הקורס ידון גם בלמידה מבוססת-מקום ובהיבטים ביקורתיים הבוחנים את גישת הקיימות במשקפיים של צדק חברתי. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לתאר ולהסביר את הבעיות המרכזיות בקיימות בישראל ובעולם כ מו שינויי אקלים, משבר המגוון הביולוגי, אנרגיה מקיימת, נחלת הכלל, הוגנות בחלוקת משאבים.
2. לנתח מקרי לימוד שבמרכזם סוגיות שונות בקיימות.
3. לשלוט במיומנויות נדרשות בחינוך לקיימות: טיעון והנמקה, פתרון בעיות, חשיבה ביקורתית פעילות קהילתית - אקטיביסטית. 4. להנחות למידה במרחבי למידה מגוונים - בכיתה, ברשת, בתעשייה ובספורט לימודיים.

**2160127 שיטות הוראה במוזיאוני מדע**

**1 - - - 2 חורף + אביב 2.0**

נושאים: עקרונות פיתוח תערוכות ומוצגים מוזיאליים בנושאי טכנולוגיה ומדע דרכים ליישום תוכניות הוראה לאוכלוסיות מגוונות של תלמידים ומבקרים. טכנולוגיות מידע לפיתוח מצגות וסימולציות ממוחשבות. התנסות בפיתוח מערכי למידה, מוצגים, תכניות חינוכיות, הדגמות וסימולציות ממוחשבות יחד עם צוות מדעתק, המוזיאון הלאומי למדע.

**2160136 למידה באמצעות חקר מדעי**

**1 - - - 3 אביב 2.5**

הקורס יתמקד בלמידת חקר בחינוך מדעי-טכנולוגי, הכוללת גם היבטים חברתיים. יידונו שינויים שחלו בתפיסת למידת החקר ויצוג סוגות שונות שלחקר: ניסוי, תיאור, היקשי וכיצד סוגי החקר הללו באים לידי ביטוי במדעי הטבע ובתחומי דעת נוספים. תוצאות למידה: הסטודנטים ינתנו בלפחות שתי סוגות חקר שונות: יציגו שאלות מחקר, מתודולוגיה, ממצאים ומסקנות. הסטודנטים יכתבו דוח עבודת חקר מצומצם. הסטודנטים יציעו מערך למידת חקר בכיתה, בחטיבת הביניים או תיכון.

**2160137 למידה מבוססת פרויקטים**

**1 - - - 3 חורף + אביב + קיץ 2.5**

**2160150 פרויקט אישי במחקר חינוכי**

**4 - - - 4 חורף + אביב 2.0**

הפרויקט האישי במחקר חינוכי מעניק לסטודנטים בלימודי הסמכה ומוסמכים אפשרות לבצע מחקר זוטא בהנחיית חבר סגל. הסטודנטים ירחיבו את הידע בתחומי מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה, יעמיקו את ההבנה בישטות מחקר מתקדמות וירכשו ניסיון במחקר מעשי ותיאורטי. נדרש להגיש דו"ח מחקר לשם הערכה. תוצאות למידה: עם סיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל: 1. לתכנן מחקר תוך מתן דגש לשימוש בשיטות אמפיריות. 2. לבצע סקירת ספרות עדכנית. 3. לאסוף נתונים בעזרת כלים מגוונים. 4. לנתח נתונים בעזרת שימוש במתודולוגיות מקובלות ויצגו פרשנויות שונות לממצאים. 5. להציג את הממצאים בצורה מגוונת ולכתוב דו"ח מחקר.

**2180134 פרויקט בחינוך במדע וטכנולוגיה או ברפואה**

--- 3 6 חורף + אביב + קיץ 3.0

מקצועות קדם: ( 02180120 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02180148, 02180135, 02180137, 02180139

הקורס מאפשר התנסות במחקר ו.או בפיתוח של חומרי לימוד המבוססים על תיאוריות חינוכיות חדשניות. הסטודנטים יקחו חלק באחד מהפרויקטים המתנהלים בפקולטה בתחומים: מדעים, טכנולוגיה, הנדסה, מתמטיקה, רפואה ( MMETS ) ויבצעו את הפרויקט בתיאום ובהדרכה של חברת סגל בתחום התמחותם. תוצאות למידה: עם השלמת הקורס, הסטודנטים יהיו מסוגלים ליישם אחת או יותר מהפעולות הבאות: לתכנן ולכתוב יחידת לימוד קצרה, לבצע הערכה של יחידת לימוד, לפתח ולהפעיל יישומן לימודי ממוחשב. לכתוב ערך בוויקיפדיה, לאסוף ולנתח נתונים, לכתוב סקירת ספרות.

**2160155 בינה מלאכותית בחינוך למדע והנדסה**

1 2 --- אביב 2.5

הקורס יתמקד בשילוב כלי בינה מלאכותית בכלל ובינה מלאכותית יוצרת בפרט בשלבים שונים של החינוך למדע והנדסה, מבית הספר ועד לתואר מחקר. בפרט, ילמדו מושגי יסוד בבינה מלאכותית, ימופו כלי בינה מלאכותית לשימוש במחקר וחינוך במדע והנדסה, וינתחו כישורים הנדרשים לשילוב בינה מלאכותית בחינוך למדע והנדסה, הן מצד מורים, חוקרים ולומדים. תשומת לב מיוחדת תוקדש לשיקולים אתיים בעת שילוב בינה מלאכותית יוצרת במחקר וחינוך בכלל ובהקשר לחינוך למדע והנדסה בפרט. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. להסביר מושגי יסוד בבינה מלאכותית בהתאם לרקע הלומדים.
2. למפות שימושים שונים של כלי בינה מלאכותית בחינוך למדע והנדסה.
3. להעריך את איכות תוצריהם של כלי בינה מלאכותית יוצרת.
4. לשלב באופן מושכל כלי בינה מלאכותית בתהליכי חינוך למדע והנדסה.
5. לתכנן מערכי הוראה בשילוב בינה מלאכותית.
6. ליישם שיקולים אתיים בהקשר לשימוש בבינה מלאכותית בחינוך למדע והנדסה.
7. לשלב כלי בינה מלאכותית יוצרת במחקר בחינוך למדע והנדסה.

**2180103 יסודות המחקר החינוכי**

2 --- 2 חורף + אביב + קיץ 2.0

גישה מדעית למחקר חינוכי. הצגת בעיה וסיווג משתנים. שונות, מקורותיה, מדידתה ובקרתה. מערכי מחקר כמותי ואיכותני. תוקף פנימי וחיצוני ואמינות של מחקרים. דגימה ודרכי איסוף נתונים.

**2180123 סמינר במחקר חינוכי 2- שלב ב'**

2 --- 8 חורף + אביב + קיץ 2.0

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02180152

דיון בסוגיות תאורטיות ומתודולוגיות של תהליך המחקר החינוכי באמצעות ניתוח של דו"חות מחקר ומאמרים. עבודת הסטודנטים מתמקדת בדו"ח על ביצוע מחקר לדוגמה והצגתו לדיון וביקורת של יתר המשתתפים. אפשר להשתתף בסמינר זה לראשונה רק עם תום סמסטר ראשון ללימודים.

**2180131 פרויקט פיתוח תוכניות לימוד במדע וטכנולוגיה**

--- 10 5 חורף + אביב + קיץ 5.0

מקצועות קדם: ( 02180120 )

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 02180139, 02180148, 02180132, 02180133, 02180134, 02180135, 02180136, 02180137

הקורס מאפשר התנסות בפיתוח או בהערכה של חומרי לימוד המבוססים על תיאוריות חינוכיות חדשניות. הסטודנטים ישתתפו בפיתוח חומרי לימוד לאחר הקורסים הנלמדים בפקולטה במדעי המחשב או לאחת מיחידות הלימוד הנלמדות בתיכון ויבצעו את הפרויקט בהדרכת חברת סגל בהוראת מדעי המחשב. תוצאות למידה: עם השלמת הקורס בהצלחה, הסטודנטים יהיו מסוגלים ליישם אחת או יותר מהפעולות הבאות: לתכנן ולכתוב יחידת לימוד קצרה, לבצע הערכה של יחידת לימוד, לפתח ולהפעיל יישומן לימודי ממוחשב.

**3210009 שיטות חלוציות בגואנגדונג**

**2 - - - חורף + אביב + קיץ 2.5**

קורס זה משלב הדרכה בכיתה עם למידה מעשית כדי להעניק לסטודנטים הסבר מעמיק על נאומיו והנחיותיו החשובים של הנשיא שי ג'ינפינג בנוגע למחוז גואנגדונג. הסטודנטים יעודדו לעקוב אחר מסלול ביקורי הפיקוח של הנשיא שי במחוז, להיעזר במשאבים העשירים והמבוססים על מקומיות המובנים בקורס, ולרכוש הערכה עמוקה לרעיונות רבי העוצמה הכלולים בנאומים ובהנחיות אלה.

**מערכות אוטונומיות ורובוטיקה**

**7380001 פרויקט במערכות אוטונומיות**

**--- 10 - חורף + אביב + קיץ 5.0**

הפרויקט יהיה בעל אופי אנליטי עיוני או ניסוי. על הסטודנט למצוא מנחה לפרויקט ולתאם עמו נושא. המנחה יהיה מבין חברי הסגל הבכירים בטכניון, הרשומים כחברים בתכנית הטכניונית למערכות אוטונומיות ורובוטיקה.

**ננו-מדעים וננו-טכנולוגיה**

**6480011 יסודות הביוננטכנולוגיה**

**3 - 1 - 3 חורף + אביב + קיץ 3.5**

**מקצועות קדם: ( 01140052 ) או ( 01340128 ) או ( 01340058 ) או ( 01250801 )**

מבוא לביוננטכנולוגיה וסקירה של ננוביוחומרים: ביומולקולות, מבנה ופעולה של התא, השפעת גודל ננומטרי על תכונות והתארגנות עצמית. שיטות הכנה ואיפיון של ביוננומבנים: עיצוב ופונקציונליזציה של משטחים, ליתוגרפיה רכה. עקרונות ויישומים של ביוננטכנולוגיה: ננרפואה- איבחון ודימות, הנדסת מערכות ננומטריות מולטיפונקציונליות להובלת תרופות, רעילות של ננו חומרים, עקרונות ביוננואלקטרוניקה, ביוננוחיישנים, מעבדה על שבב, ביו תיבנות, מכשירים אנאורגאניים תואמים ביולוגית, ננומבנים חלבוניים: ננומונעים ביונקים ובחידקים, ננו הדפסה של AND, ANR וחלבונים, ננוטכנולוגיה בהנדסת רקמות.

## תוכנית האנרגיה ע"ש גרנד

### 51060005 מבוא לאנרגיה נקיה 2: התקני אנרגיה

3 - - - חורף + אביב + קיץ 3.0

### 51080003 כלכלה וניהול של מערכות אנרגיה

2 - - - 3 חורף + אביב 2.0

ניתוח כדאיות לעומת עלות תועלת. שווקים תחרותיים ולא תחרותיים. יעילות דינמית ופיתוח בר-קיימא. אנרגיה, המעבר ממקורות מתכלים למקורות מתחדשים. תועלות ועלויות בתקופות שונות. ערך נוכחי וערך עתידי, ערך שיעור התשואה. זיהום אויר מקומי וגלובלי, שיטות לקביעת רמת זיהום אויר אופטימלית, צווים ממשלתיים, מסים, סובסידיות, מסחר בהפחתת זיהום אויר, מתן ערך כספי לזיהום אויר והשימוש בסקרים, MVC, מחירים הדוניים - MPH, פונקצית ייצור בריאות, ערך חיי אדם, ערך מחלה. תועלות של דורות עתידיים. תועלות ועלויות של קבוצות שונות. עלויות של מסחר באנרגיה. חיזוי מחירי אנרגיה, תחזיות לפדיון צפוי, כדאיות השקעה במתקנים שונים, תעריפי חשמל, אי ודאות.

### 51080011 יזמות באנרגיה

1 - - - 2 חורף + אביב + קיץ 2.5

מתודולוגיות בניהול פרויקט יזמי בתחומי האנרגיה המסורתית והמתחדשת. שלושה מודלים מרכזיים: Agile ו- Design Thinking, Lean Startup, ויישומם במקרי-מבחן בתחומי האנרגיה, כולל ריאקטורים גרעיניים מודלריים, דלקים ברי-קיימא לתעופה, סוללות, גז טבעי ואנרגיה גיאותרמית. כלים להערכת חדשנות והערכת טכנולוגיות: בשלות טכנולוגית, כדאיות כלכלית, פוטנציאל שיבוש, רגולציה בתחום האנרגיה. בניית מודל: אבטיפוס, בדיקות שטח, שילוב משוב לקוחות ותהליך שיפור מתמיד. תוכנית עסקית: פיתוח מודל עסקי, למידה ממקרי מבחן ודוגמאות מעשיות להוכחת ערך. מציאת מקום בשרשרת הערך המלאה של הפקת אנרגיה, בדגש על ישראל. תוצאות למידה: בסיום הקורס הסטודנטיות והסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לזהות ולהעריך הזדמנויות עסקיות בתחום האנרגיה באמצעות חשיפה ל- case studies בתחום האנרגיה המסורתית והמתחדשת.
2. ללמוד לפתח מודל עסקי למיזם חדש, על פי בעיות בתחום האנרגיה שיוצגו ע"י הרצאות מנהלים בתעשיית האנרגיה.
3. להתנסות במודלים ובשיטות לחשיבה עיצובית מקיימת תוך השלכה על תחום האנרגיה.
4. להציג מצגת עסקית משכנעת לקדם את הרעיון העסקי שיבנה יחד עם מנטורים מתעשיית האנרגיה.
5. לאתר ולמנף משאבים זמינים לתמיכה במאמצי היזמות בתחומי האנרגיה המסורתית והמתחדשת.