

# הפקולטה להנדסת חשמל ומחשבים

## תאור היחידה

הפקולטה להנדסת חשמל ומחשבים מקיימת תכניות לימודים לתואר ראשון (מהנדס) בהנדסת חשמל, בהנדסת מחשבים ותכנה, בהנדסת חשמל-פיזיקה (תכנית לימודים משולבת עם הפקולטה לפיזיקה) ובהנדסת מחשבים (תכנית לימודים משולבת עם הפקולטה למדעי המחשב) וכן תכניות לימודי תארים מתקדמים לקראת תואר מגיסטר ודוקטור. הפקולטה ידועה כאחת הפקולטות המובילות בעולם בתחומה.

בפקולטה מתקיימת פעילות מחקרית ענפה במגוון רחב של תחומים. שטחי הפעילות כוללים:

תקשורת ותורת האינפורמציה, עיבוד אותות דיבור ותמונות, מחשבים ורשתות מחשבים, רשתות תקשורת נתונים ומערכות מולטימדיה, הנדסת תכנה ותכנון בעזרת מחשב, אלקטרואופטיקה (אופטואלקטרוניקה) ותקשורת אופטית, שדות וגלים אלקטרומגנטיים, מיקרואלקטרוניקה והתקנים אלקטרוניים, מעגלים אלקטרוניים משולבים רבי הקף (VLSI), אלקטרוניקת מצב מוצק, ננוטכנולוגיה, בקרה ורובוטיקה, מערכות ביולוגיות, אלקטרוניקה רפואית ועיבוד מבוא לאותות ומערכות, ראייה ומדעי התמונה, רשתות, מעגלים, למידת מכונה ומערכות נבונות, אנרגיה ומערכות הספק וטכנולוגיות קוונטיות.

כל תחומי הנדסת החשמל והמחשבים משתנים, לובשים ופושטים צורה בקצב מהיר. על מנת לאפשר יכולת שילוב ועמידה בקצב השינויים הצפויים, מקנה הפקולטה לבוגריה רקע מדעי נרחב ויסודי, מקפידה בבחירת המועמדים ועל רמה גבוהה במשך תקופת הלימודים, כדי לאפשר לבוגרים לא רק להתמודד בבעיות הנדסיות עכשוויות אלא להיענות לאתגרים עתידיים.

לבוגרי תואר ראשון בהצטיינות מוצע להמשיך בלימודיהם לתואר מגיסטר ודוקטור המאפשרים העמקת והשלמת ידיעות עיוניות ויישומיות, וביצוע מחקר. בכך מכשירה הפקולטה את המצטיינים שבין בוגריה לתפקידי מנהיגות טכנולוגית ואקדמית.

## לימודי הסמכה

### המסלול בהנדסת חשמל

מסלול הלימודים העיקרי הוא המסלול בהנדסת חשמל. מסלול זה הוא הרחב ביותר ומאפשר התמחות בכל תחומי הלימוד של הפקולטה. תכניות הלימודים לתואר ראשון בהנדסת חשמל, מתוכננות לארבע שנות לימוד בעומס ממוצע, ובנויות בשלושה רבדים. הרובד הראשון מקנה ידע מעמיק במדעי היסוד: מתמטיקה ופיזיקה. בשנתיים הראשונות ללימודי מקדיש הסטודנט את עיקר זמנו ללימוד מקצועות מדעיים ותוכנה. הרובד השני כולל מקצועות חובה פקולטיים, שלהם נחשף הסטודנט בדרך כלל בסוף שנת הלימודים השנייה ובשנת הלימודים השלישית. במקצועות אלה מקבל הסטודנט מבוא לכל אחד משטחי העיסוק של הנדסת החשמל ומחשבים. בדרך זאת מובטח שידיעותיו של הבוגר תהיינה רחבות ולא מוגבלות לתחום צר. מקצועות החובה הפקולטיים מקנים ידע בסיסי בהתקנים ומעגלים אלקטרוניים, אותות ומערכות אנלוגיים וספרתיים ושדות אלקטרומגנטיים. כמו-כן רוכש הסטודנט נסיון מעשי על ידי ביצוע ניסויים ופרויקטים מעבדתיים במגוון נושאים. ברובד העליון של תכנית הלימודים נמצאים מקצועות הבחירה הפקולטיים אשר מאורגנים בקבוצות התמחות. בכל קבוצה מתמחה הסטודנט בענף מוגדר של הנדסת חשמל ומחשבים.

בנוסף למסלול בהנדסת חשמל, מציעה הפקולטה את שלושת המסלולים הבאים:

### חברי הסגל האקדמי

<b>דיקנית הפקולטה</b> קידר עדית	<b>פרופסורים בהשתייכות משנית</b> אלעד מיכאל מרום שמעון קימל רון
<b>פרופסורים מחקר</b> שגב מרדכי (מוטי) שמאי (שיף) שלמה	<b>פרופ' חבר בהשתייכות משנית</b> יעקבי איתן צפריר דן
<b>פרופסורים</b> אורדע אריאל אתר רמי ברטל גיא הורוביץ משה טל אילת טסלר ניר כהן ישראל לוי ענת מאיר רון מוזס יורם מנור שי מרחב נרי צלניק-מנור ליהי קסלסי יצחק שטינברג יוסי שימקין נחום שכטר לוי שכנר יואב ששון יגאל	<b>פרופסורים מיוחדים</b> Forrest Stephen (Steve) Friend Richard Viterbi Andrew J. Yablonovitch Eli
<b>פרופסורים חברים</b> איל איתי אפשטיין אריאל בוברובסקי עומר בוקס איל גלבוע גיא זילברשטיין מרק חייט אלכס טל עדו טלמון רונן ילון עילם כהן עמנואל לברון יואש מיכאלי תומר סודרי דניאל עציון יואב פורת משה קוטינסקי שחר קורנבלום ליאור קמינר עדו קסוטו יובל קשת יוסי רוזנטל אמיר תמר אביב	<b>פרופסורים אורחים</b> Benesty Jacob Chekhova Maria Fainman Yeshaiahu (Shaya) Friedman Eby Ivanov Mikhail (Misha) רוזין יעקב
<b>פרופסורים חברים</b> איל איתי אפשטיין אריאל בוברובסקי עומר בוקס איל גלבוע גיא זילברשטיין מרק חייט אלכס טל עדו טלמון רונן ילון עילם כהן עמנואל לברון יואש מיכאלי תומר סודרי דניאל עציון יואב פורת משה קוטינסקי שחר קורנבלום ליאור קמינר עדו קסוטו יובל קשת יוסי רוזנטל אמיר תמר אביב	<b>מדענים/עמיתים אורחים</b> ברגר ישראל גופר איל ישראל יהונתן Wang Kangpeng
<b>פרופסורים חברים</b> איל איתי אפשטיין אריאל בוברובסקי עומר בוקס איל גלבוע גיא זילברשטיין מרק חייט אלכס טל עדו טלמון רונן ילון עילם כהן עמנואל לברון יואש מיכאלי תומר סודרי דניאל עציון יואב פורת משה קוטינסקי שחר קורנבלום ליאור קמינר עדו קסוטו יובל קשת יוסי רוזנטל אמיר תמר אביב	<b>עמיתי מחקר</b> בירק יצחק גבאי פרדי גויכמן איליה וינשטיין ניקולס כהן עשהאל לנגה דני נמירובסקי יונתן פישמן טל קציר לירן
<b>פרופסורים חברים</b> איל איתי אפשטיין אריאל בוברובסקי עומר בוקס איל גלבוע גיא זילברשטיין מרק חייט אלכס טל עדו טלמון רונן ילון עילם כהן עמנואל לברון יואש מיכאלי תומר סודרי דניאל עציון יואב פורת משה קוטינסקי שחר קורנבלום ליאור קמינר עדו קסוטו יובל קשת יוסי רוזנטל אמיר תמר אביב	<b>פרופסורים אמריטי</b> אדלר רוברט אורנשטיין מאיר איוזשטיין גד אלכסנדרוביץ אברהם בהיר גד בר-דוד ישראל גינזור רן ויזר אורי זאב עזרא זאבי יהושע זלצמן יוסף כצנלסון יעקב לויטן יהודה מלאך דוד נמירובסקי יעל נצרתי משה סגל אדריאן סידי משה פויאר אריה פינקמן אליעזר פישר ברוך צידון ישראל קולודני אבינעם רום רפאל רז שלום ריטר דן שוץ אדם שמיר יוסף
<b>פרופסורים חברים</b> איל איתי אפשטיין אריאל בוברובסקי עומר בוקס איל גלבוע גיא זילברשטיין מרק חייט אלכס טל עדו טלמון רונן ילון עילם כהן עמנואל לברון יואש מיכאלי תומר סודרי דניאל עציון יואב פורת משה קוטינסקי שחר קורנבלום ליאור קמינר עדו קסוטו יובל קשת יוסי רוזנטל אמיר תמר אביב	<b>מרצים בכירים</b> בן-דוד נעמה דרקסלר כהן דנה וינברגר ניר יעיש יובל כהן אלחנדרו לוי כפיר יהודה מרון חגי סולוביי קיריל סידורנקו פבל פרג עוזי רוטנשטרייך אורי רומנו יניב שמרון אפרת

**המסלול בהנדסת מחשבים ותוכנה**

מטרת המסלול להנדסת מחשבים ותוכנה היא להכשיר מהנדסים מחשבים שהתמחו בתכנון מערכות ממוחשבות ובנייתן, בצד ידע בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה. דגש מיוחד יושם על גישה מערכתית המשלבת חומרה ותוכנה. בתום לימודיהם יקבלו בוגרי המסלול תואר "מוסמך למדעים (B.Sc.) בהנדסת מחשבים ותוכנה".

**המסלול המשולב בהנדסת חשמל ופיסיקה (בכללו תכנית "פסגות" לעתודאים מצטיינים)**

מסלול לימודים המשותף לפקולטה להנדסת חשמל והפקולטה לפיסיקה. המסלול מכשיר מהנדסים בעלי ידע מעמיק במיוחד בפיסיקה, אשר מצטרף ומרחיב את הידע המדעי-טכנולוגי הנרכש במסגרת הלימודים בפקולטה להנדסת חשמל. תכנית הלימודים היא 4 שנתית בקצב לימוד מוגבר, ומיועדת לסטודנטים מצטיינים. התכנית מיועדת גם לעתודאים מצטיינים במסגרת תכנית "פסגות". מסלול זה הינו מסלול קבלה נפרד.

**המסלול בהנדסת מחשבים**

מסלול ארבע שנתי לתואר מוסמך (תואר מהנדס) המנוהל בשיתוף עם הפקולטה למדעי המחשב. מטרת המסלול בהנדסת מחשבים היא להכשיר מהנדסים ששטח התמחותם הוא תכנון ובניית מערכות מחשב, ולחנך מהנדסי מחשבים בעלי ידע רחב בתוכנה ובחומרה.

**תכניות מיוחדות****תכנית למצטיינים בדגש מחקר**

תכנית המצויינים של הפקולטה המיועדת לסטודנטים מצטיינים המתעניינים במחקר. מטרת התכנית הינן טיפוח המצויינות האקדמית, והקניית כלים וגישה מחקרית לקראת לימודי תארים מתקדמים.

התכנית מקנה לבוגריה, בנוסף לתואר הראשון באחד ממסלולי הלימוד בפקולטה, גם תעודת "בוגר התכנית לסטודנטים מצטיינים בדגש מחקר" וקבלה אוטומטית ללימודי תארים מתקדמים בפקולטה להנדסת חשמל ומחשבים. הסטודנטים בתכנית יבצעו פרויקטים מחקריים בהנחיה אישית של חברי הסגל בפקולטה, וייקחו קורסי תארים מתקדמים עוד במסגרת התואר הראשון. הקבלה לתכנית על סמך הישגים וראיון אישי (ראה פרוט לאחר תיאור תכניות הלימודים של הפקולטה).

**העשרה במתמטיקה**

סטודנטים מצטיינים (בעלי ממוצע מצטבר של 87 ומעלה) במסלול הנדסת חשמל ובמסלול הנדסת מחשבים ותוכנה יכולים להעמיק את הכשרתם במקצועות המתמטיים במסגרת קבוצות ההתמחות לסטודנטים מצטיינים. הקורסים בקבוצת ההתמחות אינם מכוסים במסגרת קורסי החובה, והינם בעלי חשיבות במגוון רחב של תחומים בהנדסת חשמל ומחשבים.

**תארים נוספים**

קיימת אפשרות לתואר נוסף (כגון במתמטיקה, פיזיקה, כלכלה). ראה פרוט בתקנה 3.2.2 בתקנון לימודי הסמכה.

**לימודים לקראת תואר ראשון נוסף הכולל תעודת הוראה**

במקביל ללימודים לקראת תואר ראשון בפקולטה, קיימת אפשרות ללימודי תואר ראשון נוסף (הכולל תעודת הוראה) בפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה. לימודי התואר הראשון הנוסף הם באחת משמונה מגמות ההתמחות הבאות: הוראת מתמטיקה, הוראת פיזיקה, הוראת כימיה, הוראת ביולוגיה, הוראת מדעי המחשב, הוראת מדעי הסביבה, הוראת טכנולוגיה-מכונות, הוראת אלקטרוניקה-חשמל.

משרד החינוך מעניק למקבלי תואר זה רשיון הוראה בבתי ספר על יסודיים בתחום ההתמחות. הלימודים בהיקף של לפחות 36 נק'. על לימודים אלה חלות כל התקנות הטכניוניות לגבי תואר ראשון נוסף. פרטים בפרק "הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה".

**סטודנטים מצטיינים**

סטודנט מצטיין פקולטי הוא סטודנט בעל ממוצע מצטבר של 86 לפחות, אשר צבר מעל 80 נקודות.

**באישור היועץ לסטודנטים מצטיינים**, סטודנט כזה רשאי:

א. ללמוד מקצוע פקולטי בלימוד עצמי (מקצוע אחד לשנה) - כלומר לגשת רק למבחן הסופי, וזאת **באישור מורה המקצוע**. על הסטודנט להירשם למקצוע כזה כמו לכל מקצוע אחר.

ב. ללמוד קורס "נושאים מתקדמים למצטיינים" (044184).

ג. ללמוד עד 3 מקצועות מלימודי מוסמכים (כחלק מדרישות הסמכה) **באישור מורה המקצוע**. ניתן להכיר לסטודנטים בעלי ממוצע 90 ומעלה בקורס אחד או שניים מתארים מתקדמים (באישור יועץ) כתחליף לקורסים בקבוצות ההתמחות. קורסים אלה לא יחליפו קורסים מחייבים בקבוצות ההתמחות, ובקבוצות התמחות שאינן כפולות לא יוכר יותר מקורס אחד באותה קבוצה.

ד. סטודנטים מצטיינים יכולים לקחת את קבוצת ההתמחות למצטיינים באחת משתי החלופות הבאות:

1. סטודנטים אשר הממוצע המצטבר שלהם הוא לפחות 91 וצברו למעלה מ-100 נק' יכולים לקחת את קבוצת ההתמחות המחקרית למצטיינים באישור חבר סגל שיסכים להנחותם. בנוסף, על הסטודנטים להשלים שתי קבוצות התמחות רגילות, אך לא קבוצת התמחות כפולה. במסלול הנדסת חשמל זו תהיה קבוצת התמחות אחת מתוך שלוש ובשאר המסלולים זו תהיה קבוצת התמחות נוספת (אופציונלית).

2. סטודנטים במסלולים להנדסת חשמל והנדסת מחשבים ותוכנה אשר הממוצע המצטבר שלהם הוא לפחות 87 יכולים לקחת את קבוצת ההתמחות המתמטית למצטיינים של המסלול, ומוזמנים להתייעץ בנושא עם היועץ הפקולטי לקבוצת ההתמחות המתמטית.

**פטורים להנדסאי חשמל, הנדסאי אלקטרוניקה, הנדסאי מחשבים והנדסאי מכשור ובקרה:**

הנדסאים ממגמות חשמל, אלקטרוניקה, מחשבים, מכשור ובקרה, שסיימו בהצטיינות או בהצטיינות יתרה זכאים לפטורים כמפורט להלן:

פטור מותנה ע"ש השגים בלימודי הנדסאים*:	נק'
מעב. בהנדסת חשמל 1א	2.0
פרייקט מיוחד	4.0
בחירה פקולטית	6.0
בחירה חופשית	4.0
סה"כ	16.0

**מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים**

ה' - הרצאה, ת' - תרגיל, מ' - מעבדה, נק' - נקודות

נק'	מ'	ת'	ה'	סמסטר 1
-	-	-	4***	בטיחות במעבדות חשמל 044102
5.5	-	3	4	חדו"א 1ת' 104012
5.0	-	2	4	אלגברה 1מ1 או 104064
5.0	-	2	4	אלגברה 1מ' 104016
3.5	-	1	3	פיזיקה 1מ' 114071
1.0	3	-	-	מעבדה לפיזיקה ח1**** 114032
4.0	2	2	2	מבוא למדעי המחשב ח' 234117
3.0	-	-	4	אנגלית טכנית-מתקדמים ב' 324033
22.0	5	8	17	

**הערות:**

\* מומלץ לסטודנט שחייב ב"השלמות פיזיקה" לא לקחת יותר מ- 11 נקודות בסמסטר זה.

\*\* סטודנט הרוצה בכך, יוכל לקחת את המקצוע "מעבדה פיסיקלית 1" (114081) בהיקף 1.5 נק'. חצי הנקודה הנוספת תזקף לבחירה כלל טכניונית.

\*\*\* חד פעמי במהלך הסמסטר, בהתאם להנחיות שיפורסמו בנפרד.

\*\*\*\* מומלץ לקחת את מע' לפיסיקה ח1 בסמסטר הראשון או השני ללימודים (בסמסטר חורף, הרישום למע' לפיסיקה ח1 מוגבל למספר מצומצם של נרשמים. לכן רוב הסטודנטים המתחילים לימודיהם בסמסטר חורף יקחו את המע' בסמסטר השני ללימודיהם).

+ מקצועות בחירה פקולטיים **מומלצים**: "פרויקט מבוא בהנדסת חשמל ומחשבים" (045001) ו"מבט-על להנדסת חשמל ומחשבים" (045002).

נק'	מ'	ת'	ה'	סמסטר 2
5.0	-	2	4	מערכות ספרתיות ומבנה המחשב 044252
5.5	-	3	4	חדו"א 2ת' 104013
2.5	-	1	2	אלגברה 2מ' 104038
4.0	-	2	3	מד"ר מ' 104136
5.0	-	2	4	פיזיקה 2ממ' 114075
22.0	-	10	17	

+ מקצועות בחירה פקולטיים **מומלצים**: "פרויקט מבוא בהנדסת חשמל ומחשבים" (045001) ו"מבט-על להנדסת חשמל ומחשבים" (045002).

נק'	פ'	מ'	ת'	ה'	סמסטר 3
4.0	-	-	2	3	תורת המעגלים החשמליים 044105
3.0	-	-	1	2	מבוא למבני נתונים ואלגוריתמים 044268
2.0	3	3	-	-	מעב. בהנדסת חשמל א1 044157
2.5	-	-	1	2	טורי פוריה והתמרות אינטגרליות 104214
2.5	-	-	1	2	פונקציות מרוכבות א' 104215
2.5	-	-	1	2	משוואות דיפ. חלקיות ת' 104220
3.5	-	-	1	3	מבוא לפיזיקה קוונטית להנדסה 114073
1.0	-	-	2	-	חינוך גופני* 394901
21.0	3	3	9	14	

\* מקצוע חובה שנלקח במסגרת 12 הנקודות של מקצועות בחירה כלל טכניונית.

נק'	מ'	ת'	ה'	סמסטר 4
3.5	-	1	3	יסודות התקני מוליכים למחצה 044127
5.0	-	2	4	אותות ומערכות 044131
3.5	-	2	2	שדות אלקטרומגנטיים 044140
3.5	-	1	3	מבוא להסתברות ח' 104034
1.0	-	2	-	חינוך גופני* 394901
16.5	-	8	12	

\* מקצוע חובה שנלקח במסגרת 12 הנקודות של מקצועות בחירה כלל טכניונית.

**תכנית הלימודים לתואר ראשון בהנדסת חשמל**

מטרת תכנית הלימודים במסלול להנדסת חשמל היא הכשרת מהנדסים במגוון רחב של תחומים, ובכללם כלל תחומי הנדסת חשמל והנדסת מחשבים, הבאים לידי ביטוי בקבוצות ההתמחות הבאות:

- רשתות מחשבים
- בקרה ורובוטיקה
- תקשורת\*
- מיקרואלקטרוניקה וננואלקטרוניקה\*
- מעגלים אלקטרוניים ומערכות VLSI
- אלקטרומגנטיות ופוטוניקה\*
- מחשבים\*
- אותות ומערכות ביולוגיים
- עיבוד אותות ותמונות
- למידת מכונה ומערכות נבונות
- אנרגיה ומערכות הספק
- טכנולוגיות קוונטיות
- קבוצת התמחות לסטודנטים מצטיינים

\* קבוצה בודדת או כפולה

**על מנת למלא את הדרישות לקבלת התואר, על הסטודנט לצבור לפחות 157.5 נקודות מתוך 3 קבוצות המקצועות הבאים:**

**מקצועות בחירה פקולטיים**

**מקצועות בחירה כלל טכניונית (מתוכם 6 נק' העשרה)**

את דרישות תכנית הלימודים בת 157.5 נקודות על הסטודנט למלא באופן הבא:

1. ילמד את כל **מקצועות החובה** לפי הסדר בתכנית המומלצת להלן, (סה"כ 104.0 נקודות).
2. ילמד מספר מקצועות לפי בחירתו מתוך רשימת מקצועות הבחירה הפקולטיים, כך שישלים לפחות שלוש קבוצות התמחות (ראה להלן). סך כל הנקודות שעליו לצבור **במקצועות החובה ומקצועות הבחירה הפקולטיים**, יהיה לפחות 145.5.
3. יצבור 12 נקודות של מקצועות בחירה כלל טכניונית, מתוכם 6 נקודות במקצועות המוגדרים כלימודי העשרה שקיבלו את אישור המל"ג לצורך כך, 2 נקודות במקצועות חינוך גופני ומקצועות בחירה חופשית מתוך כלל המקצועות הניתנים בטכניון בכפוף לכללי הרישום למקצוע.

מקצועות הבחירה הפקולטיים כוללים את כל המקצועות הניתנים ע"י הפקולטה (קידומת 044, 046) וכן את כל המקצועות המופיעים בקבוצות התמחות. כמו כן, יוכל הסטודנט לבחור במסגרת מקצועות הבחירה הפקולטיים עד תשע נקודות מרשימת המקצועות מפקולטות אחרות, המתפרסמת בפקולטה, או עד שני מקצועות מלימודי מוסמכים של הפקולטה (קידומת 048), בשה"כ שלושה מקצועות. למקצועות מלימודי מוסמכים של הפקולטה להנדסת חשמל ומחשבים ולמקצועות שאינם ניתנים על ידי הפקולטה (להוציא מקצועות השייכים לקבוצות התמחות) יש לקבל אישור ממוזכירות לימודי הסמכה של הפקולטה.

רוב מקצועות הבחירה הפקולטיים מוגנו לפי נושאים ל-13 קבוצות התמחות - מהן 4 קבוצות כפולות וקבוצת התמחות המיועדת לסטודנטים מצטיינים. סטודנט חייב להשלים לפחות 3 קבוצות כאחד התנאים לקבלת התואר "מוסמך למדעים בהנדסת חשמל". סטודנט מצטיין ישלים 2 קבוצות שונות בנוסף לקבוצת התמחות למצטיינים. בכל קבוצת התמחות מפורטים המקצועות המחייבים ומספר המקצועות הנדרשים להשלמת הקבוצה.

**הערות:**

- א. סטודנט ראשי להרשם למקצוע שמכיל מקצוע חובה. אם מקצוע כזה מקנה מספר נקודות מעל לנדרש, הנקודות העודפות תזכנה לבחירה כלל טכניונית.
- ב. סטודנט המעוניין בתעודת הוראה בבתי ספר על יסודיים יפנה למזכירות הסמכה במחלקה להוראת המדעים, לקבלת פרטים.

סמסטר 5	ה	ת	מ	פ	נק'	אופטואלקטרוניקה קוונטית	046052
044137	מעגלים אלקטרוניים	4	2	-	5.0	3.0	- - 1 2
044148	גלים ומערכות מפולות	2	1	-	3.0	3.0	- - 1 2
044202	אותות אקראיים	2	1	-	3.0	3.0	- - 1 2
044158	מעבדה בהנדסת חשמל ב1	-	-	2.5	1.5	3.0	- - 1 2
044124	אלקטרוניקה פיסיקלית	2	2	-	3.0	3.0	- - 1 2
<b>ניתן להוסיף מקצועות בחירה פקולטיים לפי בחירת הסטודנט.</b>							
סמסטר 6	ה	ת	מ	פ	נק'	מקצועות מעבדה מתוך רשימה*	044167
044167	פריקט א'	2	-	-	4.0	12.0	3.0 - - 1 2
<b>סמסטר 7</b>							
ה	ת	מ	פ	נק'	מקצועות מעבדה מתוך רשימה*	044169	
044169	פריקט ב'	-	-	-	4.0	14.0	3.0 - - 1 2
<b>סמסטר 8</b>							
<b>מקצועות בחירה הניתנים על ידי הפקולטה</b>							
כולל סטודנט ילמד מספר מקצועות בחירה מתוך רשימת קבוצות ההתמחות ורשימת מקצועות הבחירה הפקולטיים כך שבתום לימודיו ישלים לפחות 3 קבוצות ההתמחות.							
ה	ת	מ	פ	נק'	044000	פריקט מחקרי למצטיינים 1	
-	-	4	-	4.0	044001	פריקט מחקרי למצטיינים 2	
-	-	4	-	4.0	044003	קורס בנושא מיוחד	
1	-	-	-	1.0	044004	קורס בנושא מיוחד 2	
2	-	-	-	2.0	044005	קורס בנושא מיוחד 3	
2	1	-	-	3.0	044101	מבוא למערכות תכנה	
2	1	-	-	3.0	044114	מתמטיקה דיסקרטית ח'	
2	1	-	-	3.0	044139	ממירי מתח ממותגים	
-	-	-	14	4.0	044170	פריקט מיוחד	
-	-	16	-	8.0	044173	פריקט בתעשייה	
-	-	3	-	1.0	044175	פרסום מאמר מדעי	
-	-	-	-	4.0	044180	נושא אישי למצטיינים	
-	-	-	-	2.0	044184	נושאים מתקדמים למצטיינים	
-	-	2	-	1.0	044185	נושא מיוחד למצטיינים	
3	1	-	-	4.0	044191	מערכות בקרה 1	
2	1	-	-	3.0	044198	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות	
2	1	-	-	3.0	044214	טכניקות קליטה ושידור	
2	1	2	-	4.0	044231	התקנים אלקטרוניים 1 (MOS)	
2	4	-	-	3.5	044239	תהליכים במיקרואלקטרוניקה	
3	-	-	-	3.0	044294	מיכשור אלקטרוני	
2	1	-	-	3.0	044334	רשתות מחשבים ואינטרנט 1	
2	-	-	-	2.0	045000	יזמות בהיי-טק	
-	-	2	-	1.0	045001	פריקט מבוא בהנדסת חשמל ומחשבים	
1	-	-	-	1.0	045002	מבט-על להנדסת חשמל ומחשבים	
1	-	-	-	1.0	045003	קורס בנושא מיוחד 4	
2	-	-	-	2.0	045004	קורס בנושא מיוחד 5	
2	1	-	-	3.0	045005	קורס בנושא מיוחד 6	
2	1	-	-	3.0	046002	תכן וניתוח אלגוריתמים	
1	-	-	-	1.0	046003	קורס מתקדם בנושא מיוחד	
2	-	-	-	2.0	046004	קורס מתקדם בנושא מיוחד 2	
2	1	-	-	3.0	046005	רשתות מחשבים ואינטרנט 2	
2	1	-	-	3.0	046006	קורס מתקדם בנושא מיוחד 3	
2	1	-	-	3.0	046010	הסקה סטטיסטית	
2	1	-	-	3.0	046012	מבוא לאלקטרוניקה גמישה אורגנית	
2	1	-	-	3.0	046041	רשתות עצביות ביולוגיות	
3	1	-	-	3.5	046042	מבוא למערכות הספק ורשת חכמה	
2	1	-	-	3.0	046044	מערכות אנרגיה מתחדשת	
2	1	-	-	3.0	046045	תכן ממירים ממותגים	

קוד	תיאור	1	2	3	4
046851	לייזרים של מוליכים למחצה והתקנים פוטוניים משולבים	-	-	1	2
046853	ארכיטקטורות מחשבים מתקדמות	-	-	1	2
046864	תכן מערכות ספרתיות מהירות	-	-	1	2
046868	יסודות תהליכים אקראיים	-	-	1	2
046880	תכן לוגי ממוחשב של שבבים	-	-	1	2
046881	אימות פורמלי לחומרה	-	-	1	2
046887	מבוא למחקר בפקולטה	-	-	-	1
046903	מעגלים משולבים ב CMOS בתדר רדיו (RF)	-	-	1	2
046918	תכן פיסי ממוחשב של שבבים	-	-	1	2
046968	מיקרועיבוד ומיקרומערכות אלקטרומכניות	-	-	1	2
047003	קורס מתקדם בנושא מיוחד 4	-	-	-	1
047004	קורס מתקדם בנושא מיוחד 5	-	-	-	2
047006	קורס מתקדם בנושא מיוחד 6	-	-	1	2

\* להלן רשימת מקצועות המעבדה (ניתן לקחת עד 4 נקודות מעבדה), במסלול הנדסת חשמל/הנדסת חשמל-פיסיקה ניתן לקחת 3 נקודות כחובה ונקודה אחת נוספת כבחירה פקולטית, במסלול הנדסת מחשבים ותוכנה והנדסת מחשבים ניתן לקחת עד 4 נקודות כבחירה פקולטית:

\* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים: "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה (236330) המקצועות המחייבים הם: 044191 ואחד מ: 046192, 046212. נדרשים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.

קוד	תיאור	1	2	3	4
045100	מעבדה לא"מ בתקשורת	-	-	2	1.0
045101	מעבדה בתקשורת ספרתית	-	-	2	1.0
045102	מעבדה בבקרה לינארית	-	-	2	1.0
045103	מעבדה בפטוניקה	-	-	2	1.0
045104	מעבדה במערכות ספרתיות	-	-	2	1.0
045105	מעבדה ברשתות מחשבים	-	-	2	1.0
045106	מעבדה באנרגיה ומערכות הספק	-	-	2	1.0
045107	מעבדה בלמידה עמוקה	-	-	2	1.0
045108	מעבדה בעיבוד תמונות	-	-	2	1.0
045109	מעבדה בעיבוד אותות	-	-	2	1.0
045110	מעבדה ב-VLSI אנלוגי	-	-	2	1.0
045111	מעבדה ב-VLSI ספרתי	-	-	2	1.0
045112	מעבדה באבטחת סייבר	-	-	2	1.0
045113	מעבדה בסיסית בתכנה	-	-	2	1.0
045114	מעבדה מתקדמת בתכנה	-	-	2	1.0
045115	מעבדה בראייה ממוחשבת	-	-	2	1.0
045116	מעבדה בארכיטקט' מחשבים	-	-	2	1.0
045117	מעבדה במעבדי מחשבים	-	-	2	1.0
045118	מעבדה להתקני ננו-אלקטרוניקה	-	-	2	1.0

קבוצה זו תחשב כקבוצה בודדת או כקבוצה כפולה.

המקצועות המחייבים לקבוצה אחת הם: 046206 ואחד מהמקצועות: 046205, 236309, 046204, 046733, 046208.

המקצועות המחייבים לקבוצה כפולה הם: 046206 ושניים מהמקצועות: 046205, 236309, 046204, 046733, 046208.

קבוצה בודדת תמנה 3 מקצועות; קבוצה כפולה תמנה 6 מקצועות.

**4. מיקרואלקטרוניקה וננואלקטרוניקה (קבוצה בודדת או כפולה)**

046225	עקרונות פיסיקליים של התקני מוליכים למחצה
044231	התקנים אלקטרוניים 1 (MOS)
046237	מעגלים משולבים – מבוא ל-VLSI
046052	אופטואלקטרוניקה קוונטית
046129	פיזיקה של מצב מוצק ח'
046241	מכניקה קוונטית או
124408	תורת הקוונטים ויישומיה בכימיה
044239	תהליכים במיקרואלקטרוניקה
046012	מבוא לאלקטרוניקה גמישה אורגנית
046230	התקנים אלקט. מתקדמים
046232	פרקים בננואלקטרוניקה
046239	מעבדה בננו-אלקטרוניקה
046240	התקנים קוואנטים על מוליכים
046242	פיזיקה סטטיסטית להנדסת חשמל
046243	טכנולוגיות קוונטיות

**קבוצות התמחות**

**1. רשתות מחשבים**

044334	רשתות מחשבים ואינטרנט 1
046005	רשתות מחשבים ואינטרנט 2
046001	הנדסת מערכות תוכנה מבוזרות
046002	תכן וניתוח אלגוריתמים
046203	תכנון ולמידה מחיזוקים
*046197	שיטות חישוביות באופטימיזציה
046195	מערכות לומדות
046205	מבוא לתורת הקידוד בתקשורת
046209	מבנה מערכות הפעלה
046272	מערכות מבוזרות: עקרונות
046273	תכנות פונקציונלי מבוזר
046280	עקרונות וכלים באבטחת מחשבים
236350	הגנה ברשתות
046733	תורת האינפורמציה
046881	אימות פורמלי לחומרה
236309	מבוא לתורת הצפינה

\* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים: "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה" (236330) המקצועות המחייבים: 044334 ו-046005 נדרשים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.

**7. אותות ומערכות ביולוגיים**

מבוא לאותות ומערכות ביולוגיים	046326
מערכות ראייה ושמיעה	046332
מערכות בקרה 1	044191
או	
מבוא לבקרה במערכות ביו-רפואיות	336522
הסקה סטטיסטית	046010
רשתות עצביות ביולוגיות	046041
עיבוד אותות מרחבי	046743
מבוא לדימות רפואי	046831
ביולוגיה 1	134058
מבוא לביו-פיזיקה	116029
שיטות באנליזה של אותות ביולוגיים	336208

המקצועות המחייבים הם: 046326 ואחד מ: 044191, 046332, 336522  
נדרשים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.

**8. עיבוד אותות ותמונות**

מבוא לעיבוד ספרתי של אותות	044198
עיבוד וניתוח תמונות	046200
הסקה סטטיסטית	046010
עיבוד ספרתי של אותות	046745
מערכות לומדות	046195
שיטות חישוביות באופטימיזציה	*046197
עיבוד אותות אקראיים	046201
מערכות אלקטרואופטיות	046249
מערכות ראייה ושמיעה	046332
גרפיקה ממוחשבת	046345
תורת האינפורמציה	046733
עיבוד אותות מרחבי	046743
אלגוריתמים ויישומים בראייה ממוחשבת	046746
למידה עמוקה לאותות דיבור	046747
מבוא לדימות רפואי	046831
יסודות תהליכים אקראיים	046868

\* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים: "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה (236330)  
המקצוע המחייב הוא אחד מ: 046200, 044198  
נדרשים 4 מקצועות להשלמת הקבוצה.

**9. מעגלים אלקטרוניים ומערכות VLSI**

מעגלים משולבים – מבוא ל-VLSI	046237
תכן מעגלים אנלוגיים	046187
מעגלים אלקטרוניים לאותות מעורבים	046188
מעגלים משולבים ב-CMOS בתדר רדיו (RF)	046903
ממירי מתח ממותגים	044139
מיכשור אלקטרוני	044294
תכן מסננים אנלוגיים	046189
ארכיטקטורות ומעגלים בשילוב ממריסטורים	046265
תכן לוגי ממוחשב של שבבים	046880
טכניקות קליטה ושידור	044214
תכן מערכות ספרתיות מהירות	046864
אימות פורמלי לחומרה	046881
תכן פיסי ממוחשב של שבבים	046918

המקצוע המחייב: 046237  
נדרשים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.

ארכיטקטורות מתקדמות ומעגלים בשילוב ממריסטורים	046265
התקני מוליכים למחצה אלקטרו-אופטיים לגילוי	046773
לייזרים של מוליכים למחצה והתקנים פוטוניים משולבים	046851
מיקרו-עיבוד ומיקרו-מערכות אלקטרומכניות	046968

קבוצה זו תחשב כקבוצה בודדת או כקבוצה כפולה.  
המקצועות המחייבים לקבוצה אחת הם: 046225, 044231  
המקצועות המחייבים לקבוצה כפולה הם: 046225, 044231.  
קבוצה בודדת תמנה 3 מקצועות; קבוצה כפולה תמנה 6 מקצועות.

**5. אלקטרומגנטיות ופוטוניקה (קבוצה בודדת או כפולה)**

פוטוניקה ולייזרים	046248
אנטנות וקרינה	046256
אופטואלקטרוניקה קוונטית	046052
ננו-פוטוניקה	046055
מיקרוגלים	046216
מכניקה קוונטית	046241
פיזיקה סטטיסטית להנדסת חשמל	046242
טכנולוגיות קוונטיות	046243
תופעות גלים	046244
מערכות אלקטרואופטיות	046249
אי לינאריות ומבנים מחזוריים בפוטוניקה	046250
מבוא לתקשורת בסיבים אופטיים	046342
התקני מוליכים למחצה אלקטרו-אופטיים לגילוי	046773
לייזרים של מוליכים למחצה והתקנים פוטוניים משולבים	046851
אופטיקה	114210
פיזיקה של לייזרים ואופטיקה קוונטית	116041

קבוצה זו תחשב כקבוצה בודדת או כקבוצה כפולה.  
המקצוע המחייב לקבוצה אחת הוא: 046248 או 046256  
המקצועות המחייבים לקבוצה כפולה הם: 046248, 046256.  
קבוצה בודדת תמנה 3 מקצועות; קבוצה כפולה תמנה 6 מקצועות.

**6. מחשבים (קבוצה בודדת או כפולה)**

מבנה מערכות הפעלה	046209
מבנה מחשבים	046267
תכן וניתוח אלגוריתמים	046002
רשתות מחשבים ואינטרנט 1	044334
רשתות מחשבים ואינטרנט 2	046005
מערכות לומדות	046195
שיטות חישוביות באופטימיזציה	*046197
מעגלים משולבים מבוא ל-VLSI	046237
ארכיטקטורות מתקדמות ומעגלים בשילוב ממריסטורים	046265
שיטות הידור	046266
הנדסת מעבדי מחשב	046268
תכנות ותכן מונחה עצמים	046271
מערכות מבזרות: עקרונות	046272
תכנות פונקציונלי מבזור	046273
תרגום ואופטימיזציה של קוד בינארי	046275
הבטחת נכונות של תוכנה	046277
מאיצים חישוביים ומערכות מואצות	046278
חישוב מקבילי מואץ	046279
עקרונות וכלים באבטחת מחשבים	046280
הגנה ברשתות	236350
גרפיקה ממוחשבת	046345
ארכיטקטורות מחשבים מתקדמות	046853
תכן מערכות ספרתיות מהירות	046864
תכן לוגי ממוחשב של שבבים	046880
תכן פיסי ממוחשב של שבבים	046918
תכנות מקבילי ומבזור	236370
מבוא לעיבוד אינפורמציה קוונטית	236990

\* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים: "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה (236330)  
קבוצה זו תחשב כקבוצה בודדת או כקבוצה כפולה.  
המקצועות המחייבים לקבוצה אחת הם: 046209 ו-046267 או 046002  
המקצועות המחייבים לקבוצה כפולה הם: 046209 ו-046267 ו-046002  
קבוצה בודדת תמנה 4 מקצועות; קבוצה כפולה תמנה 7 מקצועות.

046232 פרקים בנוגד אלקטרוניקה  
 046734 תורת האינפורמציה לתקשורת קוונטית  
 116037 מיחשוב קוונטי רועש

המקצועות המחייבים הם: 046243 ואחד מ- 236990, 116031  
 נדרשים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.

**10. קבוצת התמחות לסטודנטים מצטיינים**

**קבוצת התמחות מחקרית למצטיינים**

044180 נושא אישי למצטיינים  
 שלושה מקצועות מעמיקים נוספים ייקבעו על ידי מנחה הנושא האישי.

**או**

**קבוצת התמחות מתמטית למצטיינים**

104142 מבוא למרחבים מטריים וטופולוגיים  
 104158 מבוא לחבורות  
 104165 פונקציות ממשיות  
 104286 קומבינטוריקה  
 104144 טופולוגיה  
 104177 גאומטריה דיפרנציאלית  
 104279 מבוא לחוגים ושידות  
 104280 מודולים, חוגים וחבורות  
 104293 תורת הקבוצות  
 106349 הסתברות מתקדמת

המקצועות המחייבים הם: 104142 ואחד מהמקצועות: 104158, 104165, 104286.

**11. למידת מכונה ומערכות נבונות**

046195 מערכות לומדות  
 046202 עיבוד וניתוח מידע  
 046203 תכנון ולמידה מחיזוקים  
 046211 למידה עמוקה  
 046010 הסקה סטטיסטית  
 044191 מערכות בקרה 1  
 046197 שיטות חישוביות באופטימיזציה  
 046201 עיבוד אותות אקראיים  
 046212 מבוא לרובוטיקה ח'  
 046733 תורת האינפורמציה  
 046041 רשתות עצביות ביולוגיות  
 046200 עיבוד וניתוח תמונות  
 046213 רובוטים ניידים  
 046746 אלגוריתמים ויישומים בראיה ממוחשבת  
 046747 למידה עמוקה לאותות דיבור  
 046853 ארכיטקטורות מחשבים מתקדמות

\* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים: "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה (236330)  
 המקצועות המחייבים הם: 046195 ואחד מ: 046202, 046203, 046211  
 נדרשים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.

**12. אנרגיה ומערכות הספק**

046042 מבוא למערכות הספק ורשת חכמה  
 044139 ממירי מתח ממותגים  
 034034 הנע חשמלי  
 044191 מערכות בקרה 1  
 044198 מבוא לעיבוד ספרתי של אותות  
 046044 מערכות אנרגיה מתחדשת  
 046045 תכן ממירים ממותגים  
 046197 שיטות חישוביות באופטימיזציה  
 034035 תרמודינמיקה 1

\* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים: "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה (236330)  
 המקצועות המחייבים הם: 046042 ואחד מ: 044139, 034034  
 נדרשים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.

**13. טכנולוגיות קוונטיות**

046243 טכנולוגיות קוונטיות  
 126604 מעבדה בטכנולוגיות קוונטיות א  
 או  
 126605 מעבדה בטכנולוגיות קוונטיות מתקדמת  
 236990 מבוא לעיבוד אינפורמציה קוונטית  
 או  
 116031 מבוא לאינפורמציה וחישוב קוואנטים  
 046240 התקנים קוואנטים על מוליכים  
 046241 מכניקה קוונטית  
 046052 אופטואלקטרוניקה קוונטית

## תכנית הלימודים לתואר ראשון במסלול להנדסת מחשבים ותוכנה

104214	טורי פוריה והתמרות אינטגרליות	2	1	-	2.5
104215	פונקציות מרוכבות א'	2	1	-	2.5
104220	משוואות דיפ. חלקיות ת'	2	1	-	2.5
394901	חינוך גופני*	-	2	-	1.0
<hr/>					
		15	10	-	21.0

\*מקצוע חובה שנלקח במסגרת 12 הנקודות של מקצועות בחירה כלל טכניונית.

סמסטר 4					
ה'	ת'	מ'	נק'		
2	1	-	3.0	044101	מבוא למערכות תכנה
3	1	-	3.5	044127	יסודות התקני מוליכים למחצה
4	2	-	5.0	044131	אותות ומערכות
-	-	3	2.0	044157	מעב. בהנדסת חשמל 1א
2	1	-	3.0	046002	תכן וניתוח אלגוריתמים
3	1	-	3.5	104034	מבוא להסתברות ח'
-	2	-	1.0	394901	חינוך גופני*
<hr/>					
		14	8	3	21.0

\* מקצוע חובה שנלקח במסגרת 12 הנקודות של מקצועות בחירה כלל טכניונית.

סמסטר 5					
ה'	ת'	מ'	נק'		
4	2	-	5.0	044137	מעגלים אלקטרוניים
2	2	-	3.5	046209	מבנה מערכות הפעלה
-	-	3	1.0	046210	מעבדה במערכות הפעלה
2	1	-	3.0	044334	רשתות מחשבים ואינטרנט 1
2	1	-	3.0	046267	מבנה מחשבים
<hr/>					
		10	6	3	15.5

סמסטר 6					
ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	
2	-	-	12	4.0	044167 פרויקט א'

סמסטר 7					
ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	
-	-	-	14	4.0	044169 פרויקט ב'

### מקצועות ליבה

לבחירה 4 מתוך 7 מקצועות:

044140	שדות אלקטרומגנטיים	2	2	-	3.5
044191	מערכות בקרה 1	3	1	-	4.0
044198	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות	2	1	-	3.0
044202	אותות אקראיים	2	1	-	3.0
046195	מערכות לומדות	2	2	-	3.5
046237	מעגלים משולבים – מבוא ל-VLSI	2	1	-	3.0
046266	שיטות הידור (קומפילציה)	2	1	-	3.0

### מקצועות בחירה

מקצועות בחירה מומלצים מוינו ל-9 קבוצות התמחות. כל סטודנט חייב להשלים לפחות שתי קבוצות התמחות. השלמת קבוצה פירושה לימוד המקצועות המהימנים בקבוצה ומקצועות נוספים מתוך הרשימה עד להשלמת שלושה מקצועות בקבוצה וסה"כ 6 מקצועות שונים של שתי הקבוצות שנבחרו.

### קבוצות התמחות

- רשתות מחשבים, מערכות מבוזרות ומבנה מחשבים
  - 046005 רשתות מחשבים ואינטרנט 2
  - 046237 מעגלים משולבים - מבוא ל-VLSI
  - 046203 תכנון ולמידה מחיזוקים
  - 046195 מערכות לומדות
  - 046205 מבוא לתורת הקידוד בתקשורת
  - 046265 ארכי ומעגלים בשילוב ממריסטורים
  - 046268 הנדסת מעבדי מחשב
  - 046272 מערכות מבוזרות : עקרונות
  - 046273 תכנות פונקציונלי מבוזר
  - 046275 תרגום ואופטימיזציה של קוד בינארי
  - 046278 מאיצים חישוביים ומערכות מואצות
  - 046279 חישוב מקבילי מואץ
  - 046733 תורת האינפורמציה

מטרת המסלול להנדסת מחשבים ותוכנה היא להכשיר בוגרים ששטח התמחותם הוא תכנון ובניית מערכות ממוחשבות, ולחנך מהנדסי מחשבים ותוכנה בעלי ידע רחב. דגש מיוחד יושם על גישה מערכתית המשלבת חומרה ותוכנה.

בתום לימודיהם יקבלו בוגרי מסלול זה תואר "מוסמך למדעים" (B.Sc.) בהנדסת מחשבים ותוכנה.

**על מנת למלא את הדרישות לקבלת התואר, על הסטודנט לצבור לפחות 159.5 נקודות מתוך שלוש קבוצות המקצועות הבאות:**

**מקצועות חובה**

**מקצועות בחירה פקולטיים וליבה**

**מקצועות בחירה כלל טכניונית (מתוכם 6 נק' העשרה)**

ולמלא את התנאים הבאים:

1. השלמת **מקצועות החובה** המפורטים בתכנית המומלצת להלן, המקיפה **106.5** נקודות.

2. לימוד של לפחות ארבעה מקצועות לפי בחירה מתוך רשימת **מקצועות הליבה**: 12-14 נקודות.

3. לימוד מקצועות לפי בחירה מתוך רשימת מקצועות הבחירה של הפקולטה להנדסת חשמל כך שישלים את קבוצת הליבה ולפחות שתי קבוצות. **במידה ונלמד מקצוע המופיע ברשימת מקצועות הליבה וגם כחובה בקבוצת התמחות, הוא יכול להיחשב במסגרת קבוצת התמחות (ואז לא ייחשב בקבוצת התמחות ויש לבחור מקצוע אחר במקומו).**

**סך כל הנקודות שיצבור במקצועות החובה, ליבה ובחירה פקולטית יהיה 147.5 לפחות.**

4. צבירת 12 נקודות של מקצועות בחירה כלל טכניונית, מתוכם 6 נקודות במקצועות המוגדרים כלימודי העשרה שקיבלו את אישור המליג' לצורך כך, 2 נקודות במקצועות חינוך גופני ומקצועות בחירה חופשית מתוך כלל המקצועות הניתנים בטכניון בכפוף לכללי הרישום למקצוע.

### מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'-הרצאה, ת'-תרגיל, מ'-מעבדה, נק'-נקודות

סמסטר 1					
ה'	ת'	מ'	נק'		
4*	-	-	-	044102	בטיחות במעבדות חשמל
4	3	-	5.5	104012	חדו"א ת1
4	2	-	5.0	104064	אלגברה 1מ1 או
4	2	-	5.0	104016	אלגברה 1 מורחב
3	1	-	3.5	114071	פיזיקה 1 מ'
2	2	2	4.0	234117	מבוא למדעי המחשב ח'
4	-	-	3.0	324033	אנגלית טכנית-מתקדמים ב'
<hr/>					
		17	8	2	21.0

הערות:

\*חד פעמי במהלך הסמסטר בהתאם להנחיות שיפורסמו בנפרד

\*\*\*מקצועות בחירה פקולטיים **מומלצים**: "פרויקט מבוא בהנדסת חשמל ומחשבים" (045001) ו"מבט-על להנדסת חשמל ומחשבים" (045002).

סמסטר 2					
ה'	ת'	מ'	נק'		
4	2	-	5.0	044252	מערכות ספרתיות ומבנה המחשב
4	3	-	5.5	104013	חדו"א ת2
2	1	-	2.5	104038	אלגברה מ2
3	2	-	4.0	104136	מד"ר מ'
4	2	-	5.0	114075	פיזיקה מ2מ'
<hr/>					
		17	10	-	22.0

\*מקצועות בחירה פקולטיים **מומלצים**: "פרויקט מבוא בהנדסת חשמל ומחשבים" (045001) ו"מבט-על להנדסת חשמל ומחשבים" (045002).

סמסטר 3					
ה'	ת'	מ'	נק'		
3	2	-	4.0	044105	תורת המעגלים החשמליים
2	1	-	3.0	044114	מתמטיקה דיסקרטית ח'
2	1	-	3.0	044268	מבוא למבני נתונים ואלגוריתמים
2	1	-	2.5	104134	אלגברה מודרנית ח'



046903 מעגלים משולבים CMOS בתדר רדיו  
המקצוע המחייב הוא : 046237

**5. בקרה ורובוטיקה**

044191 מערכות בקרה 1  
046192 מערכות בקרה 2  
044139 ממירי מתח ממותגים  
046042 מבוא למערכות הספק ורשת חכמה  
044198 מבוא לעיבוד ספרתי של אותות  
046195 מערכות לומדות  
044202 אותות אקראיים  
046203 תכנון ולמידה מחיזוקים  
046189 תכן מסננים אנלוגיים  
046196 בקרה לא לינארית  
046197\* שיטות חישוביות באופטימיזציה  
046212 מבוא לרובוטיקה ח'  
046213 רובוטים ניידים  
046868 יסודות תהליכים אקראיים

\* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים : "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה (236330) המקצועות המחייבים הם : 044191 ואחד מ : 046192, 046212.

**6. אלגוריתמים ויסודות החישוב**

046195 מערכות לומדות  
046197\* שיטות חישוביות באופטימיזציה  
046205 מבוא לתורת הקידוד בתקשורת  
046272 מערכות מבוזרות : עקרונות  
046280 עקרונות וכלים באבטחת מחשבים  
046345 גרפיקה ממוחשבת  
046880 תכן לוגי ממוחשב של שבבים  
236990 מבוא לעיבוד אינפורמציה קוונטית  
נדרשים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.  
\* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים : "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה (236330)

**7. מערכות תוכנה, תכנות מתקדם ושפות תכנות**

046005 רשתות מחשבים ואינטרנט 2  
046266 שיטות הידור (קומפילציה)  
046271 תכנות ותכן מונחה עצמים  
046272 מערכות מבוזרות : עקרונות  
046273 תכנות פונקציונלי מבוזר  
046275 תרגום ואופטימיזציה של קוד בינארי  
046277 הבטחת נכונות של תוכנה  
046278 מאיצים חישוביים ומערכות מואצות  
046279 חישוב מקבילי מואץ  
046280 עקרונות וכלים באבטחת מחשבים  
236350 הגנה ברשתות  
236370 תכנות מקבילי ומבוזר  
236496 הנדסה לאחור

**8. למידת מכונה ומערכות נבונות**

046195 מערכות לומדות  
046202 עיבוד וניתוח מידע  
046203 תכנון ולמידה מחיזוקים  
046211 למידה עמוקה  
046010 הסקה סטטיסטית  
044191 מערכות בקרה 1  
046197\* שיטות חישוביות באופטימיזציה  
046201 עיבוד אותות אקראיים  
046733 תורת האינפורמציה  
046041 רשתות עצביות ביולוגיות  
046200 עיבוד וניתוח תמונות  
046212 מבוא לרובוטיקה ח'  
046213 רובוטים ניידים  
046746 אלגוריתמים ויישומים בראיה ממוחשבת  
046747 למידה עמוקה לאותות דיבור  
046853 ארכיטקטורות מחשבים מתקדמות

046853 ארכיטקטורות מחשבים מתקדמות  
236309 מבוא לתורת הצפינה  
236496 הנדסה לאחור  
046280 עקרונות וכלים באבטחת מחשבים  
046881 אימות פורמלי לחומרה  
236350 הגנה ברשתות

המקצועות המחייבים הם : 046005 או 046237.

**2. תורת התקשורת**

044202 אותות אקראיים  
046204 תקשורת אנלוגית  
046206 מבוא לתקשורת ספרתית  
044148 גלים ומערכות מפולגות  
044198 מבוא לעיבוד ספרתי של אותות  
044214 טכניקות קליטה ושידור  
046201 עיבוד אותות אקראיים  
046205 מבוא לתורת הקידוד בתקשורת  
046208 טכניקות תקשורת מודרניות  
046005 רשתות מחשבים ואינטרנט 2  
046733 תורת האינפורמציה  
046734 תורת האינפורמציה לתקשורת קוונטית  
046743 עיבוד אותות מרחבי  
046868 יסודות תהליכים אקראיים  
236309 מבוא לתורת הצפינה

המקצועות המחייבים הם : 044202 ואחד מבין 046206 או 046204.

**3. עיבוד אותות ותמונות**

044198 מבוא לעיבוד ספרתי של אותות  
044202 אותות אקראיים  
046200 עיבוד וניתוח תמונות  
046010 הסקה סטטיסטית  
046195 מערכות לומדות  
046345 גרפיקה ממוחשבת  
046197\* שיטות חישוביות באופטימיזציה  
046201 עיבוד אותות אקראיים  
046332 מערכות ראייה ושמיעה  
046733 תורת האינפורמציה  
046743 עיבוד אותות מרחבי  
046745 עיבוד ספרתי של אותות  
046746 אלגוריתמים ויישומים בראיה ממוחשבת או  
236873 ראייה ממוחשבת  
046747 למידה עמוקה לאותות דיבור  
046831 דימות רפואי  
046868 יסודות תהליכים אקראיים

\* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים : "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה (236330) המקצועות המחייבים הם : 044198 ואחד מבין : 044202 או 046200

נדרשים 4 מקצועות להשלמת הקבוצה.

**4. מעגלים אלקטרוניים משולבים**

046237 מעגלים משולבים – מבוא ל- VLSI  
044139 ממירי מתח ממותגים  
044231 התקנים אלקטרוניים 1 (MOS)  
046129 פיזיקה של מצב מוצק ח'  
044140 שדות אלקטרומגנטיים  
044148 גלים ומערכות מפולגות  
046187 תכן מעגלים אנלוגיים  
046188 מעגלים אלקטרוניים לאותות מעורבים  
046189 תכן מסננים אנלוגיים  
046265 ארכיטקטורות ומעגלים בשילוב ממריסטורים  
046773 התקני מוליכים למחצה אלקטרואופטיים לגילוי  
046851 לייזרים של מוליכים למחצה והתקנים פוטוניים משולבים  
046864 תכן מערכות ספרתיות מהירות  
046880 תכן לוגי ממוחשב של שבבים  
046881 אימות פורמלי לחומרה

# תכנית לימודים משולבת לתואר מוסמך למדעים בהנדסת חשמל ופיזיקה

\* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים: "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה (236330) המקצועות המחייבים הם: 046195 ואחד מ: 046203, 046211, 046211 נדרשים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 178 נקודות לפי הפרוט הבא:  
 מקצועות חובה: 132-133.5 נק'  
 מקצועות בחירה: 5-8 בפיזיקה + לפחות 32.5 נק'  
 24.5-25.5 בהנדסת חשמל  
 מקצועות בחירה כלל-טכניונית: 4 נק'  
 מקצועות בחירה חופשית: 6 נק'  
 מקצועות העשרה: 2 נק'  
 חינוך גופני: 2 נק'

יש לצבור 12 נקודות של מקצועות בחירה כלל טכניונית, מתוכם 6 נקודות במקצועות המוגדרים כלימודי העשרה שקיבלו את אישור המלי"ג לצורך כך, 2 נקודות במקצועות חינוך גופני ומקצועות בחירה חופשית מתוך כלל המקצועות הניתנים בטכניון בכפוף לכללי הרישום למקצוע.

## מקצועות חובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 1
4	3	-	5.5	ביחוח במעבדות חשמל 044102
4	2	-	5.0	חדו"א 1' 104012
4	2	-	5.0	אלגברה 1מ1 104064
4	2	-	5.0	אלגברה 1מ1 104016
-	-	3	1.5	מעבדה לפיזיקה 1מ' 114020
4	2	-	5.0	פיזיקה 1 פ' 114074
2	2	2	4.0	מבוא למדעי המחשב ח' 234117
4	-	-	3.0	אנגלית טכנית-מתקדמים ב'+ 324033
22	9	5	24.0	

### הערות:

\* חד פעמי במהלך הסמסטר, בהתאם להנחיות שיפורסמו בנפרד.  
 \*\*מקצועות בחירה פקולטיים מומלצים: "פרויקט מבוא בהנדסת חשמל ומחשבים" (045001) ו"מבט-על להנדסת חשמל ומחשבים" (045002).

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 2
4	2	-	5.0	מערכות ספרתיות ומבנה המחשב 044252
4	3	-	5.5	חדו"א 2 ת' 104013
2	1	-	2.5	אלגברה 2מ' 104038
3	2	-	4.0	מד"ר מ' 104136
-	-	3	1.0	מעבדה לפיזיקה 2מח' 114030
4	2	-	5.0	פיזיקה פ2' 114076
17	10	3	23.0	

\*מקצועות בחירה פקולטיים מומלצים: "פרויקט מבוא בהנדסת חשמל ומחשבים" (045001) ו"מבט-על להנדסת חשמל ומחשבים" (045002).

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 3
3	2	-	4.0	תורת המעגלים החשמליים 044105
2	1	-	3.0	מבוא למבני נתונים ואלגו' 044268
3	1	-	3.5	מבוא להסתברות ח' 104034
2	1	-	2.5	טורי פוריה והתמרות אינטגרליות 104214
2	1	-	2.5	פונקציות מרוכבות א' 104215
2	1	-	2.5	משוואות דיפ. חלקיות ת' 104220
3	2	-	4.0	מכניקה אנליטית 114101
-	-	2	1.0	חינוך גופני* 394901
17	11	-	23.0	

\*מקצוע חובה שנלקח במסגרת 12 הנקודות של מקצועות בחירה כלל טכניונית.

ה'	ת'	מ'	פ נק'	סמסטר 4
3	1	-	3.5	יסודות התקני מל"מ 044127
4	2	-	5.0	אותות ומערכות 044131
-	-	3	2.0	מעב. בהנדסת חשמל א1 044157
4	2	-	5.0	פיזיקה קוונטית 1 115203
4	2	-	5.0	אלקטרומגנטיות ואלקטרודינמיקה * 114246

## 9. טכנולוגיות קוונטיות המקצוע "מבוא לפיזיקה קוונטית להנדסה" (114073)

הינו מקצוע קדם לקבוצה	טכנולוגיות קוונטיות
046243	טכנולוגיות קוונטיות
126604	מעבדה בטכנולוגיות קוונטיות א
126605	מעבדה בטכנולוגיות קוונטיות מתקדמת
236990	מבוא לעיבוד אינפורמציה קוונטית א
116031	מבוא לאינפורמציה וחישוב קוואנטים
046240	התקנים קוואנטים על מוליכים
046241	מכניקה קוונטית
046052	אופטואלקטרוניקה קוונטית
046232	פרקים בנוו אלקטרוניקה
046734	תורת האינפורמציה לתקשורת קוונטית
116037	מיחשוב קוונטי רועש

המקצועות המחייבים הם: 046243 ואחד מ- 116031, 236990 נדרשים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.

## 10. אנרגיה ומערכות הספק

046042	מבוא למערכות הספק ורשת חכמה
044139	ממירי מתח ממותגים
034034	הנע חשמלי
044191	מערכות בקרה 1
044198	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות
046044	מערכות אנרגיה מתחדשת
046045	תכן ממירים ממותגים
046197	שיטות חישוביות באופטימיזציה
034035	תרמודינמיקה 1

\* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים: "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה (236330) המקצועות המחייבים הם: 046042 ואחד מ: 034034, 044139 נדרשים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.

## 11. קבוצת התמחות מתמטית לסטודנטים מצטיינים

104142	מבוא למרחבים מטריים וטופולוגיים
104158	מבוא לחבורות
104165	פונקציות ממשיות
104291	אלגוריתמים קומבינטוריים
104144	טופולוגיה
104177	גאומטריה דיפרנציאלית
104279	מבוא לחוגים ושדות
104280	מודולים, חוגים וחבורות
106349	הסתברות מתקדמת

המקצועות המחייבים הם: 104142 ואחד מהמקצועות: 104158, 104165, 104291.

**קבוצות התמחות**

**1. רשתות מחשבים**

רשתות מחשבים ואינטרנט 1	044334
רשתות מחשבים ואינטרנט 2	046005
הנדסת מערכות תוכנה מבוזרות	046001
תכן וניתוח אלגוריתמים	046002
תכנון ולמידה מחיזוקים	046203
שיטות חישוביות באופטימיזציה	*046197
מערכות לומדות	046195
מבוא לתורת הקידוד בתקשורת	046205
מבנה מערכות הפעלה	046209
מערכות מבוזרות : עקרונות	046272
תכנות פונקציונלי מבוזר	046273
עקרונות וכלים באבטחת מחשבים	046280
הגנה ברשתות	236350
תורת האינפורמציה	046733
אימות פורמלי לחומרה	046881
מבוא לתורת הצפינה	236309

\* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים : "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה (236330)

המקצוע המחייבים הם : 044334 ו-046005  
נדרשים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.

**2. בקרה ורובוטיקה**

מערכות בקרה 1	044191
מערכות בקרה 2	046192
ממירי מתח ממותגים	044139
מבוא למערכות הספק ורשת חכמה	046042
מבוא לעיבוד ספרתי של אותות	044198
תכנון ולמידה מחיזוקים	046203
מערכות לומדות	046195
בקרה לא לינארית	046196
שיטות חישוביות באופטימיזציה	*046197
תכן מסננים אנלוגיים	046189
מבוא לרובוטיקה ח'	046212
רובוטים ניידים	046213
יסודות תהליכים אקראיים	046868
מבוא לרובוטיקה	035001
בקרה אוטומטית של כלי טיס	086755

\* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים : "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה (236330)

המקצועות המחייבים הם : 044191 ואחד מ : 046192, 046212.  
נדרשים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.

**3. תקשורת (קבוצה בודדת או כפולה)**

מבוא לתקשורת ספרתית	046206
תקשורת אנלוגית	046204
מבוא לתורת הקידוד בתקשורת	046205
מבוא לתורת הצפינה	236309
טכניקות תקשורת מודרניות	046208
תורת האינפורמציה	046733
מבוא לעיבוד ספרתי	044198
טכניקות קליטה ושידור	044214
רשתות מחשבים ואינטרנט 1	044334
רשתות מחשבים ואינטרנט 2	046005
תכן מעגלים אנלוגיים	046187
עיבוד אותות אקראיים	046201
מיקרוגלים	046216
אנטנות וקרינה	046256
תורת האינפורמציה לתקשורת קוונטית	046734
עיבוד אותות מרחבי	046743
יסודות תהליכים אקראיים	046868

קבוצה זו תחשב כקבוצה אחת או כקבוצה כפולה.

או

שדות אלקטרומגנטיים	044140
פיזיקה סטטיסטית ותרמית	114036
2	2
- 3.5	- 2
4	4
3	3
24/25.5	9 17/19

\* סטודנט שלמד את 044140 ישלים 1.5 נק' נוספת מבחירה מפיזיקה, כלומר מינימום נק' בחירה נדרשות מפיזיקה יהיה 6.5 נק' ניתן להוסיף חלק ממקצועות הבחירה בהתאם לדרישות הקדם.

סמסטר 5	ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
044137 מעגלים אלקטרוניים	4	2	-	-	5.0
044148 גלים ומערכות מפולגות	2	1	-	-	3.0
044202 אותות אקראיים	2	1	-	-	3.0
115204 פיזיקה קוונטית 2	4	2	-	-	5.0
116217 פיזיקה של מצב מוצק	3	1	-	-	3.5
394901 חינוך גופני*	-	2	-	-	1.0
	15	9	-	-	20.5

\*מקצוע חובה שנלקח במסגרת 12 הנקודות של מקצועות בחירה כלל טכניונית.

סמסטר 6	ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
044158 מעב. בהנדסת חשמל ב1	-	-	2.5	2	1.5
044167 פרויקט א'	2	-	-	12	4.0
114035 מעבדה לפיזיקה 3 - גלים	-	-	3	-	1.5
	2	-	5.5	14	7.0

סמסטר 7	ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
מקצועות מעבדה	-	-	-	-	2.0
044169 פרויקט ב'	-	-	-	14	4.0
114037 מעבדה לפיזיקה 4מח'	-	-	3	-	1.5
124108 כימיה לפיזיקאים	3	1	3	-	3.5
	3	1	3	14	11.0

סמסטר 8	ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
מקצועות מעבדה	-	-	-	-	1.0
114250 מעב. לפיזיקה 5ת	-	-	-	3	3.0
או	-	-	-	-	3.0
114252 פרויקט ת	-	-	-	3	4.0

**הנחיות כלליות:**

1. במסגרת מקצועות הבחירה על הסטודנט ללמוד :  
א. 5-8 נק' מפיזיקה :

לפחות מקצוע אחד מתוך 6 מקצועות מהרשימה הבאה :

114210 אופטיקה	3.5
116029 מבוא לביופיזיקה	3.5
116031 מבוא לאינפורמציה וחישוב קוואנטים	3.5
116354 אסטרופיזיקה וקוסמולוגיה	3.5
116004 פיזיקה של גרעינים וחלקיקים יסודיים	3.5
116027 פיזיקה של זורמים	3.5

ב. שתי קבוצות התמחות שונות. ניתן לקחת קבוצת התמחות כפולה עם קבוצת התמחות רגילה.

2. מקצועות בחירה מהפקולטה לפיזיקה שנמצאים באחת מקבוצות ההתמחות, ייחשבו בחשמו ומחשבים או בפיזיקה, לפי בחירת הסטודנט.

3. במסגרת מקצועות הבחירה של פיזיקה ניתן לבחור מרשימת מקצועות הבחירה של פיזיקה וגם ממקצועות החובה של פיזיקה שאינם חובה במסלול זה (רשימה 3 בתכנית התלת שנתית של פיזיקה).

**הערה:** הסטודנטים המתקבלים יעמדו בדרישות הקבלה כפי שיוסכמו ע"י שתי הפקולטות.

046275 תרגום ואופטימיזציה של קוד בינארי	המקצועות המחייבים לקבוצה אחת הם : 046206 ואחד מ- 046204,
046277 הבטחת נכונות של תוכנה	046205, 046208, 236309, 046733.
046278 מאיצים חישוביים ומערכות מואצות	המקצועות המחייבים לקבוצה כפולה הם : 046206 ושניים מהמקצועות :
046279 חישוב מקבילי מואץ	046205, 046208, 236309, 046733.
046280 עקרונות וכלים באבטחת מחשבים	קבוצה בודדת תמנה 3 מקצועות ; קבוצה כפולה תמנה 6 מקצועות
236350 הגנה ברשתות	
046345 גרפיקה ממוחשבת	
046853 ארכיטקטורות מחשבים מתקדמות	<b>4. מיקרואלקטרוניקה וננואלקטרוניקה (קבוצה בודדת או כפולה)</b>
046864 תכן מערכות ספרתיות מהירות	046225 עקרונות פיסיקליים של התקני מוליכים למחצה
046880 תכן לוגי ממוחשב של שבבים	044231 התקנים אלקטרוניים 1 (MOS)
046918 תכן פיסי ממוחשב של שבבים	046237 מעגלים משולבים מבוא ל-VLSI
236370 תכנות מקבילי ומבוזר	044239 תהליכים במיקרואלקטרוניקה
236990 מבוא לעיבוד אינפורמציה קוונטית	046012 מבוא לאלקטרוניקה גמישה אורגנית
* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים : "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה (236330)	046232 פרקים בננואלקטרוניקה
קבוצה זו תחשב כקבוצה בודדת או כקבוצה כפולה.	046239 מעבדה בנו-אלקטרוניקה
המקצועות המחייבים לקבוצה אחת הם : 046209 ו- 046267 או 046002	046240 התקנים קוואנטים על מוליכים
המקצועות המחייבים לקבוצה כפולה הם : 046209 ו- 046267 או 046002	046265 ארכיטקטורות ומעגלים בשילוב ממריסטורים
קבוצה בודדת תמנה 4 מקצועות : קבוצה כפולה תמנה 7 מקצועות.	046773 התקני מוליכים למחצה אלקטרו-אופטיים לגילוי
	046851 לייזרים של מוליכים למחצה והתקנים פוטוניים משולבים
	046968 מיקרו-עיבוד ומיקרו-מערכות אלקטרומכניות
<b>7. אותות ומערכות ביולוגיים</b>	קבוצה זו תחשב כקבוצה אחת או כקבוצה כפולה.
046326 מבוא לאותות ומערכות ביולוגיים	המקצועות המחייבים לקבוצה אחת הם : 046225 ו- 044231.
046332 מערכות ראייה ושמיעה	המקצועות המחייבים לקבוצה כפולה הם : 046225 ו- 044231 ו-
044191 מערכות בקרה 1	046237.
או	קבוצה בודדת תמנה 3 מקצועות ; קבוצה כפולה תמנה 6 מקצועות.
336522 מבוא לבקרה במערכות ביו-רפואיות	
046010 הסקה סטטיסטית	<b>5. אלקטרומגנטיות ופוטוניקה (קבוצה בודדת או כפולה)</b>
046041 רשתות עצביות ביולוגיות	046248 פוטוניקה ולייזרים
046743 עיבוד אותות מרחבי	046256 אנטנות וקרינה
046831 מבוא לדימות רפואי	046055 ננו-פוטוניקה
134058 ביולוגיה 1	046216 מיקרוגלים
116029 מבוא לביו-פיזיקה	046243 טכנולוגיות קוונטיות
336208 שיטות באנליזה של אותות ביולוגיים	046244 תופעות גלים
המקצועות המחייבים הם : 046326 ואחד מ : 046332, 044191, 336522.	046249 מערכות אלקטרואופטיות
נדרשים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.	046250 אי לינאריות ומבנים מחזוריים בפוטוניקה
	046342 מבוא לתקשורת בסיבים אופטיים
<b>8. עיבוד אותות ותמונות</b>	046773 התקני מוליכים למחצה אלקטרו-אופטיים לגילוי
044198 מבוא לעיבוד ספרתי של אותות	046851 לייזרים של מוליכים למחצה והתקנים פוטוניים משולבים
046200 עיבוד וניתוח תמונות	114210 אופטיקה *
046010 הסקה סטטיסטית	116041 פיזיקה של לייזרים ואופטיקה קוונטית
046745 עיבוד ספרתי של אותות	
046195 מערכות לומדות	* ע"ח נקודות הבחירה של פיזיקה
*046197 שיטות חישוביות באופטימיזציה	קבוצה זו תחשב כקבוצה בודדת או כקבוצה כפולה.
046201 עיבוד אותות אקראיים	המקצוע המחייב לקבוצה אחת הוא : 046248 או 046256
046249 מערכות אלקטרואופטיות	המקצועות המחייבים לקבוצה כפולה הם : 046248, 046256.
046332 מערכות ראייה ושמיעה	קבוצה בודדת תמנה 3 מקצועות ; קבוצה כפולה תמנה 6 מקצועות.
046345 גרפיקה ממוחשבת	
046733 תורת האינפורמציה	<b>6. מחשבים (קבוצה בודדת או כפולה)</b>
046743 עיבוד אותות מרחבי	046209 מבנה מערכות הפעלה
046746 אלגוריתמים ויישומים בראייה ממוחשבת	046267 מבנה מחשבים
046747 למידה עמוקה לאותות דיבור	046002 תכן וניתוח אלגוריתמים
046831 דימות רפואי	044334 רשתות מחשבים ואינטרנט 1
046868 יסודות תהליכים אקראיים	046005 רשתות מחשבים ואינטרנט 2
* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים : "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה" (236330)	046195 מערכות לומדות
המקצוע המחייב הוא אחד מ : 046200, 044198	*046197 שיטות חישוביות באופטימיזציה
נדרשים 4 מקצועות להשלמת הקבוצה.	046237 מעגלים משולבים מבוא ל-VLSI
	046265 ארכיטקטורות מתקדמות ומעגלים בשילוב ממריסטורים
<b>9. מעגלים אלקטרוניים ומערכות VLSI</b>	046266 שיטות הידור
046237 מעגלים משולבים – מבוא ל-VLSI	046268 הנדסת מעבדי מחשב
046187 תכן מעגלים אנלוגיים	046271 תכנות ותכן מונחה עצמים
046188 מעגלים אלקטרוניים לאותות מעורבים	046272 מערכות מבוזרות : עקרונות
046903 מעגלים משולבים ב-CMOS בתדר רדיו (RF)	046273 תכנות פונקציונלי מבוזר
044139 ממירי מתח ממותגים	

## תכנית הלימודים לתואר ראשון במסלול להנדסת מחשבים

מטרת המסלול להנדסת מחשבים היא להוות מסגרת לימודית לתואר ראשון שתכשיר בוגרים ששטח התמחותם הוא תכנון ובניית מערכות הכוללות מחשבים ולחנך מהנדסי מחשבים בעלי ידע רחב בתוכנה ובחומרה.

המסלול להנדסת מחשבים פועל במסגרת לימודים משותפת לפקולטה להנדסת חשמל ומחשבים ולפקולטה למדעי המחשב, שתקראנה להלן "יחידות האם", ובכפיפות מלאה לשתי היחידות. המסלול אינו מהווה יחידה אקדמית. הפעלת המסלול נעשית ע"י ראשי שתי היחידות. תוכנית הלימודים מבוססת על מקצועות יחידות האם. בתום לימודיהם יקבלו בוגרי מסלול זה תואר "מוסמך למדעים (B.Sc.) בהנדסת מחשבים".

**על מנת למלא את הדרישות לקבלת התואר, על הסטודנט לצבור לפחות 158.5 נקודות לפחות, מתוך ארבע קבוצות המקצועות הבאות:**

### מקצועות חובה

### מקצועות ליבה

### מקצועות בחירה פקולטית

### מקצועות בחירה כלל-טכניונית (מתוכם 6 נק' העשרה)

את דרישות תוכנית הלימודים בת 158.5 נקודות על הסטודנט למלא באופן הבא:

1. ילמד את כל מקצועות החובה המפורטים בתכנית המומלצת להלן, המקיפה 112.5-114.5 נקודות.

2. ילמד לפחות שני מקצועות לפי בחירתו מתוך רשימת מקצועות הליבה.

3. ילמד מספר מקצועות לפי בחירתו מתוך רשימת מקצועות הבחירה של הפקולטה למדעי המחשב ושל הפקולטה להנדסת חשמל, כך שישלים לפחות שתי קבוצות התמחות. **במידה ונלמד מקצוע המופיע ברשימת מקצועות הליבה וגם כחובה בקבוצת התמחות, הוא יכול להיחשב במסגרת קבוצת ההתמחות (ואז לא ייחשב במסגרת הליבה) אך במסגרת מקצועות הליבה (ואז לא ייחשב בקבוצת ההתמחות).** סך כל הנקודות שיצבור במקצועות החובה, הליבה והבחירה יהיה 146.5 לפחות (ראה גם להלן בסעיף "מקצועות בחירה").

4. יצבור 12 נק' במקצועות הבחירה הכלל-טכניונית (מתוכם לפחות 6 נק' מקצועות העשרה, לפחות 2 נק' מקצועות חינוך גופני, ומקצועות לבחירה חופשית של הסטודנט מתוך כלל המקצועות הניתנים בטכניון בכפוף לכללי הרישום למקצוע).

סטודנט המעוניין בתעודת הוראה בבתי הספר העל-יסודיים, יפנה למזכירות לימודי הסמכה ביחידת האם לקבלת פרטים.

לא ניתן יהיה לעבור למסלול מתוך מסלולי רישום אחרים אלא בהיקף מצומצם שיקבע מדי שנה בהסכמת ראשי יחידות האם, ובמקרה כזה הקריטריונים למעבר יפורסמו באתרי יחידות האם.

### קבלת סטודנטים

1. למסלול מתקבל מדי שנה מספר מוגבל של סטודנטים. מספר המתקבלים נקבע מדי שנה בהסכמת ראשי שתי יחידות האם.

2. סטודנט המתקבל למסלול, מושוּך לאחת משתי יחידות האם בהתאם לשנת הרישום שלו, כאשר כל הנרשמים באותה שנה משויכים ליחידה אחת, וכל הנרשמים בשנה העוקבת משויכים ליחידה השנייה. יחידת האם תטפל בכל הפניות המנהליות של הסטודנט והוא כפוף לראש יחידת האם שלו מבחינה אקדמית, מנהלית ומשמעתית. כל סטודנט במסלול יוכל להירשם לכלל הקורסים בשתי היחידות ללא קשר לשיוך המנהלי שלו ליחידת אם מסוימת.

3. סטודנט שסיים את לימודיו במסלול להנדסת מחשבים, יכול להמשיך בלימודי תואר שני ושלישי בכל אחת משתי יחידות האם, ללא השלמות מיוחדות, וזאת מבלי לפגוע בתקנות ביה"ס לתארים מתקדמים.

4. יועצי סטודנטים: יחידות האם קובעות יועצים מיוחדים לסטודנטים במסלול להנדסת מחשבים. סטודנט המתקבל למסלול מופנה ליועץ המתאים ביחידתו.

לסטודנטים במסלול זה ישנה אפשרות לקבל תעודת התמחות משנית בחישוב קוונטי. התיאור של "מגמת התמחות משנית בחישוב קוונטי" מופיע בקטלוג של הפקולטה למדעי המחשב.

044294	מיכשור אלקטרוני
046189	תכן מסננים אנלוגיים
046265	ארכיטקטורות ומעגלים בשילוב ממריסטורים
046880	תכן לוגי ממוחשב של שבבים
044214	טכניקות קליטה ושידור
046864	תכן מערכות ספרתיות מהירות
046881	אימות פורמלי לחומרה
046918	תכן פיסי ממוחשב של שבבים
046237	נדרישים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.

### 10. למידת מכונה ומערכות נבונות

046195	מערכות לומדות
046202	עיבוד וניתוח מידע
046203	תכנון ולמידה מחיזוקים
046211	למידה עמוקה
046010	הסקה סטטיסטית
044191	מערכות בקרה 1
046197	שיטות חישוביות באופטימיזציה
046201	עיבוד אותות אקראיים
046212	מבוא לרובוטקה ח'
046213	רובוטים ניידים
046733	תורת האינפורמציה
046041	רשתות עצביות ביולוגיות
046200	עיבוד וניתוח תמונות
046746	אלגוריתמים ויישומים בראיה ממוחשבת
046747	למידה עמוקה לאותות דיבור
046853	ארכיטקטורות מחשבים מתקדמות

\* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים: "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה (236330) המקצועות המחייבים הם: 046195 ואחד מ: 046202, 046203, 046211 נדרישים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.

### 11. אנרגיה ומערכות הספק

046042	מבוא למערכות הספק ורשת חכמה
044139	ממירי מתח ממותגים
034034	הנע חשמלי
044191	מערכות בקרה 1
044198	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות
046044	מערכות אנרגיה מתחדשת
046045	תכן ממירים ממותגים
046197	שיטות חישוביות באופטימיזציה
034035	תרמודינמיקה 1

\* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים: "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה (236330) המקצועות המחייבים הם: 046042 ואחד מ: 044139, 034034. נדרישים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.

### 12. טכנולוגיות קוונטיות

046243	טכנולוגיות קוונטיות
126604	מעבדה בטכנולוגיות קוונטיות א
או	
126605	מעבדה בטכנולוגיות קוונטיות מתקדמת
236990	מבוא לעיבוד אינפורמציה קוונטית
או	
116031	מבוא לאינפורמציה וחישוב קוואנטים
046240	התקנים קוואנטים על מוליכים
046052	אופטואלקטרוניקה קוונטית
046232	פרקים בנוו אלקטרוניקה
046734	תורת האינפורמציה לתקשורת קוונטית
116037	מיחשוב קוונטי רועש

המקצועות המחייבים הם: 046243 ואחד מ- 116031, 236990. נדרישים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.

אלגברה מודרנית ח' (104134) הועבר לסמסטר אחר

**תכנית הלימודים**

על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 158.5 נקודות לפי הפרוט הבא:

נק'	פ'	מ'	ת'	ה'	סמסטר 5
5.0	-	-	2	4	מעגלים אלקטרוניים 044137
2.0	3	3	-	-	מעב. בהנדסת חשמל א1 044157
4.5	6	3	2	2	מערכות הפעלה 234123
					או*
3.5	-	-	2	2	מבנה מערכות הפעלה 046209
					ו-
1.0	-	4	-	-	מעבדה במערכות הפעלה 046210
2.5	-	-	1	2	אלגברה מודרנית ח' 104134
3.0	-	-	1	2	אלגוריתמים 1 234247
3.0	-	-	1	2	מבנה מחשבים 046267
					או**
3.0	1	-	1	2	מבנה מחשבים 236267
20.0	3/4/10	6/7	7	12	

\* סטודנט יוכל לבחור בין "מערכות הפעלה" 234123 לבין "מבנה מערכות הפעלה" 046209 + "מעבדה במערכות הפעלה" 046210.

\*\* סטודנט יוכל לבחור בין שני קורסים הנ"ל.

נק'	פ'	מ'	ת'	ה'	סמסטר 6
3.0/4.0	4	-	2	2	פרויקט א'/פרויקט במדמח* 044167
3.0/4.0	-	4	-	2	

נק'	פ'	מ'	ת'	ה'	סמסטר 7
3.0/4.0	-	4	-	-	פרויקט ב'/פרויקט במדמח* 044169
3.0/4.0	-	4	-	-	

\* כל מקצועות הפרויקט בפקולטה למדעי המחשב (פרט לאלו שהסילבוס מגדיר כ- "לא מוכר לצורך מילוי דרישות הפרויקטים לתואר").

**מקצועות ליבה**

יש ללמוד 2 קורסים מהרשימה הבאה:

3.0	044198	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות
3.0	044202	אותות אקראיים
3.0	236334	מבוא לרשתות מחשבים
		או
3.0	044334	רשתות מחשבים ואינטרנט 1
3.0	234292	לוגיקה למדמ"ח
3.0	236343	תורת החישוביות

המקצועות מקבוצות ההתמחות ומקצועות הליבה נדרשים להיות זרים, כלומר קורס לא יחשב פעמיים לצורך ספירת מקצועות ההתמחות והליבה.

**מקצועות בחירה**

**קבוצות התמחות**

מקצועות הבחירה המומלצים מוינו ל- 12 קבוצות התמחות. כל סטודנט חייב להשלים שתי קבוצות שונות לפחות. השלמת קבוצה משמעותה לימוד המקצועות המחייבים בקבוצה ומקצועות נוספים מתוך הרשימה, עד להשלמת שלושה מקצועות לפחות. שתי קבוצות תחשבה כשונות אם הן כוללות לפחות 6 מקצועות שונים. יתר מקצועות הבחירה ניתנים לבחירה מאוסף כל המקצועות הניתנים ע"י הפקולטה להנדסת חשמל והפקולטה למדעי המחשב.

**רשימת הקבוצות**

**1. רשתות מחשבים, מערכות מבוזרות ומבנה מחשבים**

044334*	רשתות מחשבים ואינטרנט 1	או
236334*	מבוא לרשתות מחשבים	
046005*	רשתות מחשבים ואינטרנט 2	או
236341*	תקשורת באינטרנט	
236357	אלגוריתמים מבוזרים א'	
236755	אלגוריתמים מבוזרים	
046237	מעגלים משולבים - מבוא ל-VLSI	

**מקצועות חובה** 112.5-114.5 נק'

**מקצועות ליבה** 6.0 נק'

**מקצועות בחירה פקולטית** 26-28 נק'

**מקצועות בחירה כלל-טכניונית** 12.0 נק'

ה'-הרצאה, ת'-תרגיל, מ'-מעבדה, פ'-פרויקט, נק'-נקודות

**מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים**

נק'	פ'	מ'	ת'	ה'	סמסטר 1
-	-	-	-	4	בטיחות במעבדות חשמל* 044102
5.5	-	-	3	4	חדו"א ת1 104012
5.0	-	-	2	4	אלגברה 1מ1 104064
					או
5.0	-	-	2	4	אלגברה 1מ1 104016
3.0	-	-	2	2	מבוא לתורת הקבוצות ואוטומטים 234129
					למדמ"ח
3.5	-	-	1	3	פיזיקה 1 מ' 114071
4.0	-	2	2	2	מבוא למדעי המחשב מ' 234114
21.0	-	2	10	19	

\* חד פעמי במהלך הסמסטר, בהתאם להנחיות שיפורסמו בנפרד.

נק'	פ'	מ'	ת'	ה'	סמסטר 2
5.5	-	-	3	4	חדו"א ת2 104013
3.0	-	-	2	2	אלגוריתמים נומריים 234125
4.0	-	-	2	3	מד"ר מ' 104136
5.0	-	-	2	4	פיזיקה 2 ממ' 114075
5.0	-	-	2	4	מערכות ספרתיות ומבנה המחשב 044252
22.5	-	-	11	17	
1.0	-	-	2	-	חינוך גופני (בחירה מרשימה) *
23.5	-	-	13	17	

\* מקצוע חובה שנלקח במסגרת 12 הנקודות של מקצועות בחירה כלל טכניונית

נק'	פ'	מ'	ת'	ה'	סמסטר 3
4.0	-	-	2	2	מבוא לתכנות מערכות 234124
3.0	-	-	1	2	קומבינטוריקה למדעי המחשב 234141
4.0	-	-	2	3	תורת המעגלים החשמליים 044105
2.5	-	-	1	2	משואות דיפרנציאליות חלקיות ת' 104220
2.5	-	-	1	2	פונקציות מורכבות א' 104215
2.5	-	-	1	2	טורי פוריה והתמרות אינטגרליות 104214
18.5	-	-	8	13	
3.0	-	-	-	4	אנגלית טכנית - מתקדמים 324033
21.5	-	-	8	17	

נק'	פ'	מ'	ת'	ה'	סמסטר 4
5.0	-	-	2	4	אותות ומערכות 044131
3.5	-	-	1	3	מבוא להסתברות ח' 104034
3.5	-	-	1	3	התקני מל"מ 044127
3.0	-	1	1	2	מבני נתונים 1 234218
3.0	-	1	1	2	ארגון ותכנות המחשב 234118
3.5	-	-	1	3	מבוא לפיזיקה קוונטית להנדסה 114073
21.5	-	2	7	14	
1.0	-	-	2	-	חינוך גופני (בחירה מרשימה)*
22.5	-	2	9	17	

\* מקצוע חובה שנלקח במסגרת 12 הנקודות של מקצועות בחירה כלל טכניונית.

236343	המקצוע המחייב הוא	236351	מערכות מבוזרות
		046272	מערכות מבוזרות : עקרונות
	<b>4. עיבוד אותות ותמונות</b>	046273	תכנות פונקציונלי מבוזר
044198	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות	236322	מערכות אחסון מידע
044202	אותות אקראיים	236370	תכנות מקבילי ומבוזר לעיבוד נתונים ולמידה חישובית
046200	עיבוד וניתוח תמונות	236376	הנדסת מערכות הפעלה
	או	236490	אבטחת מחשבים
236860	עיבוד תמונות דיגיטלי	236491	תכנות מאובטח
046010	הסקה סטטיסטית	236496	הנדסה לאחור
046345	גרפיקה ממוחשבת	236350	הגנה ברשתות
	או	046853	ארכיטקטורות מחשבים מתקדמות
236216	גרפיקה ממוחשבת 1	046268	הנדסת מעבדי מחשב
046197	שיטות חישוביות באופטימיזציה		או
	או	236268	ארכיטקטורת מעבדים בגישה בונה
104193	תורת האופטימיזציה	046275	תרגום ואופטימיזציה דינמיים של קוד בינארי
	או	046278/	מאיצים חישוביים ומערכות מואצות
236330	מבוא לאופטימיזציה	236278	
046201	עיבוד אותות אקראיים	046265	ארכיטקטורות ומעגלים בשילוב ממריסטורים
046332	מערכות ראייה ושמיעה	046279	חישוב מקבילי מואץ
046745	עיבוד ספרתי של אותות	046280	עקרונות וכלים באבטחת מחשבים
046746	אלגוריתמים ויישומים בראיה ממוחשבת	046881	אימות פורמלי לחומרה
	או		
236873	ראיה ממוחשבת		המקצועות המחייבים הם : 044334 / 236334 או 236357.
046747	למידה עמוקה לאותות דיבור		* סטודנט שלקח את 044334 יוכל לקחת רק את 046005. סטודנט שלקח
236373	סינתזה של תמונות		את 236334 יוכל לקחת רק את 236341.
236861	ראייה חישובית גאומטרית		
046733	תורת האינפורמציה		<b>2. תורת התקשורת</b>
046831	מבוא לדימות רפואי	044202	אותות אקראיים
046195	מערכות לומדות	046204	תקשורת אנלוגית
	או	*044334	רשתות מחשבים ואינטרנט 1
236756	מבוא למערכות לומדות		או
236329	עיבוד ספרתי של גאומטריה	*236334	מבוא לרשתות מחשבים
236862	ייצוגים דלילים ויתירים ויישומיהם בעיבוד אותות ותמונות	*046005	רשתות מחשבים ואינטרנט 2
			או
	המקצועות המחייבים הם : 044198 ואחד מבין : 044202 או 046200 או	*236341	תקשורת באינטרנט
	236860.	046206	מבוא לתקשורת ספרתית
		046208	טכניקות תקשורת מודרניות
	<b>5. מערכות נבונות</b>	044148	גלים ומערכות מפולגות
046345	גרפיקה ממוחשבת	044198	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות
	או	046201	עיבוד אותות אקראיים
236216	גרפיקה ממוחשבת 1	046205	מבוא לתורת הקידוד בתקשורת
236501	מבוא לבניה מלאכותית	046868	יסודות תהליכים אקראיים
236901	אלגוריתמים לתכנון תנועה רובוטי	046733	תורת האינפורמציה
236927	מבוא לרובוטיקה	046734	תורת האינפורמציה לתקשורת קוונטית
	או	046743	עיבוד אותות מרחבי
046212	מבוא לרובוטיקה ח'	236309	מבוא לתורת הצפינה
046010	הסקה סטטיסטית	236525	מבוא לקידוד רשת, חסמים ובניות
046213	רובוטים ניידים	236520	קידוד במערכות אחסון-מידע
234292	לוגיקה למדמ"ח		
236372	רשתות בייסאניות		המקצועות המחייבים הם : 044202 ואחד מבין : 046206 או 046204.
236373	סינתזה של תמונות		
236716	מודלים גאומטריים במערכות תיב"ם		* סטודנט שלקח את 044334 יוכל לקחת רק את 046005. סטודנט שלקח
236756	מבוא למערכות לומדות		את 236334 יוכל לקחת רק את 236341.
	או		
046195	מערכות לומדות		<b>3. אלגוריתמים, צפינה, קריפטוגרפיה וסיבוכיות</b>
236760	למידה חישובית	046205	מבוא לתורת הקידוד בתקשורת
236781	למידה עמוקה על מאיצים חישוביים	234129	מבוא לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמ"ח
	או	236309	מבוא לתורת הצפינה
046211	למידה עמוקה	236313	תורת הסיבוכיות
046203	תכנון ולמידה מחיזוקים	236343	תורת החישוביות
236329	עיבוד ספרתי של גאומטריה	236359	אלגוריתמים 2
236861	ראייה חישובית גאומטרית	236374	שיטות הסתברותיות ואלגוריתמים
236873	ראייה ממוחשבת	236500	קריפטואנליזה
	או	236506	קריפטולוגיה מודרנית
046746	אלגוריתמים ויישומים בראייה ממוחשבת	236525	מבוא לקידוד רשת, חסמים ובניות
046747	למידה עמוקה לאותות דיבור	236520	קידוד במערכות אחסון מידע
046853	ארכיטקטורות מחשבים מתקדמות	236522	אלגוריתמים בביוולוגיה חישובית
046200	עיבוד וניתוח תמונות	236719	גאומטריה חישובית
	או	236760	למידה חישובית
		236990	מבוא לעיבוד אינפורמציה קוונטית

236756	מבוא למערכות לומדות או	236860	עיבוד תמונות דיגיטלי
046195	מערכות לומדות	236862	ייצוגים דלילים ויתירים ויישומיהם בעיבוד אותות ותמונות
236901	אלגוריתמים לתכנון תנועה רובוטי		המקצועות המחייבים הם: 236216/046345 או 236501 או 236927/046212.
236927	מבוא לרובוטיקה או		
046212	מבוא לרובוטיקה ח'		
046213	רובוטים ניידים		
	המקצוע המחייב הוא: 044191		
	<b>9. שפות תכנות, שפות פורמליות וטבעיות</b>		
234129	מבוא לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמ"ח		
234292	לוגיקה למדעי המחשב		
236319	שפות תכנות		
236299	מבוא לעיבוד שפות טבעיות		
236342	מבוא לאימות תוכנה		
236345	אימות אוטומטי של מערכות תוכנה וחומרה		
046277	הבטחת נכונות של תוכנה		
046266	שיטות הידור (קומפילציה) או		
236360	תורת הקומפילציה		
236780	אלגוריתמים לניהול זכרון דינמי		
	המקצוע המחייב הוא: 234129		
	<b>10. טכנולוגיות קוונטיות</b>		
	<b>הערה: שימו לב שהמקצוע "מבוא לפיזיקה קוונטית להנדסה" (114073) הינו קדם לקבוצה ולכן מומלץ ללמוד אותו בהקדם.</b>		
046243	טכנולוגיות קוונטיות		
126604	מעבדה בטכנולוגיות קוונטיות א'		
	או		
126605	מעבדה בטכנולוגיות קוונטיות ב'		
236990	מבוא לעיבוד אינפורמציה קוונטית או		
116031	מבוא לאינפורמציה וחישוב קוואנטים		
046240	התקנים קוואנטים על מוליכים		
046241	מכניקה קוונטית		
046052	אופטו-אלקטרוניקה קוונטית		
046232	פרקים בנו אלקטרוניקה		
046734	תורת האינפורמציה לתקשורת קוונטית		
116037	מיחשוב קוונטי רועש		
	המקצועות המחייבים הם: 046243 ו- 236990, 116031		
	נדרשים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה		
	<b>11. אנרגיה ומערכות הספק</b>		
046042	מבוא למערכות הספק ורשת חכמה		
044139	ממירי מתח ממותגים		
034034	הנע חשמלי		
044191	מערכות בקרה 1		
044198	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות		
046044	מערכות אנרגיה מתחדשת		
046045	תכן ממירים ממותגים		
046197*	שיטות חישוביות באופטימיזציה		
034035	תרמודינמיקה 1		
	* ניתן לקחת גם אחד משני המקצועות החילופיים: "תורת האופטימיזציה (104193) או "מבוא לאופטימיזציה (236330)		
	המקצועות המחייבים הם: 046042 ואחד מ: 044139, 034034.		
	נדרשים 3 מקצועות להשלמת הקבוצה.		
	<b>12. יסודות פיזיקליים בהנדסת מחשבים</b>		
044124	אלקטרוניקה פיסיקלית		
046225	עקרונות פיסיקליים של התקני מוליכים למחצה		
044231	התקנים אלקטרוניים 1 (MOS)		
046237	מעגלים משולבים – מבוא ל-VLSI		
046052	אופטואלקטרוניקה קוונטית		
046129	פיזיקה של מצב מוצק ח'		
046241	מכניקה קוונטית		
044239	תהליכים במיקרואלקטרוניקה		
046012	מבוא לאלקטרוניקה גמישה אורגנית		
	<b>6. מעגלים אלקטרוניים משולבים</b>		
044139	ממירי מתח ממותגים		
044231	התקנים אלקטרוניים 1 (MOS)		
046237	מעגלים משולבים - מבוא ל-VLSI		
046903	מעגלים משולבים בתדר רדיו		
046265	ארכיטקטורות ומעגלים בשילוב ממריסטורים		
046129	פיזיקה של מצב מוצק ח'		
044140	שדות אלקטרומגנטיים		
044148	גלים ומערכות מפרלגות		
046187	תכן מעגלים אנלוגיים		
046189	תכן מסננים אנלוגיים		
046773	התקני מוליכים למחצה אלקטרואופטיים לגילוי		
046851	לייזרים של מוליכים למחצה והתקנים פוטוניים משולבים		
046880	תכן לוגי ממוחשב של שבבים		
046881	אימות פורמלי לחומרה		
	המקצועות המחייבים הם: 044231 ו-046237.		
	<b>7. מערכות תוכנה ותכנות מתקדם</b>		
236319	שפות תכנות		
236321	שיטות בהנדסת תוכנה		
236322	מערכות איחסון מידע		
236490	אבטחת מחשבים		
236491	תכנות מאובטח		
236496	הנדסה לאחור		
236350	הגנה ברשתות		
046266	שיטות הידור (קומפילציה) או		
236360	תורת הקומפילציה		
236363	מסדי נתונים		
236370	תכנות מקבילי ומבוזר לעיבוד נתונים ולמידה חישובית		
236376	הנדסת מערכות הפעלה		
236703	תכנות מונחה עצמים או		
046271	תכנות ותכן מונחה עצמים		
236351	מערכות מבוזרות		
236501	מבוא לבנייה מלאכותית		
236700	תוכן תוכנה		
236780	אלגוריתמים לניהול זכרון דינמי		
236781	למידה עמוקה על מאיצים חישוביים		
046272	מערכות מבוזרות: עקרונות		
046273	תכנות פונקציונלי מבוזר		
046275	תרגום ואופטימיזציה דינמיים של קוד בינארי		
046277	הבטחת נכונות של תוכנה		
046278	מאיצים חישוביים ומערכות מואצות או		
236278	מאיצים חישוביים ומערכות מואצות		
046279	חישוב מקבילי מואץ		
046280	עקרונות וכלים באבטחת מחשבים		
	<b>8. בקרה ורובוטיקה</b>		
044139	ממירי מתח ממותגים		
044191	מערכות בקרה 1		
046192	מערכות בקרה 2		
046203	תכנון ולמידה מחיזוקים		
044198	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות		
044202	אותות אקראיים		
046042	מבוא למערכות הספק ורשת חכמה		
046189	תכן מסננים אנלוגיים		
046196	בקרה לא לינארית		
046197	שיטות חישוביות באופטימיזציה או		
236330	מבוא לאופטימיזציה		
	או		
104193	תורת האופטימיזציה		



## מבנה הלימודים בתכנית למצטיינים בדגש מחקרי

046230	התקנים אלקט. מתקדמים
046239	מעבדה בנגו- אלקטרוניקה
046242	פיזיקה סטטיסטית להנדסת חשמל
046243	טכנולוגיות קוונטיות
046265	ארכיטקטורות מתקדמות ומעגלים בשילוב ממריסטורים
046773	התקני מוליכים למחצה אלקטרו-אופטיים לגילוי
046968	מיקרו-עיבוד ומיקרו-מערכות אלקטרומכניות

תנאי קבלה : סטודנטים שצברו עד 80 נקודות יצורפו לתכנית על בסיס ממוצע ציונים וראיון אישי בתחילת כל שנה אקדמית. בנוסף, מועמדים בעלי נתוני קבלה גבוהים במיוחד יוכלו להגיש בקשה לקבלה לתכנית כבר בתחילת לימודיהם.

מהלך הלימודים : סטודנטים שהתקבלו לתכנית יידרשו לשמור במהלך כל הלימודים על ממוצע מצטבר וכן על צבירה של לפחות 18 נקודות כל סמסטר בממוצע שייקבע בעת קבלתם ויהיה תואם ל- 7% העליונים של הסטודנטים בפקולטה. כדי להיות זכאי לתעודת "בוגר מסלול המצטיינים בהנדסת חשמל ומחשבים בדגש מחקרי", על הסטודנט לסיים בממוצע גבוה דיו בכדי להמשיך כמלגאי ללימודים גבוהים בפקולטה.

מחקר בתכנית: הסטודנטים בתכנית יבצעו פרויקט מחקרי במסגרת המקצוע "פרויקט מחקרי למצטיינים 1" בהיקף של 4 נקודות, ובנוסף יוכלו לבצע פרויקט מחקרי שני (או להאריך את הראשון לפרויקט שנת) במסגרת "פרויקט מחקרי למצטיינים 2" בהיקף של 4 נקודות. הפרויקט המחקרי השני (אם נבחר) יחליף את מקצוע החובה "פרויקט ב".

קורסי תארים מתקדמים : כל סטודנט בתכנית יידרש לקחת את הקורס "מבוא למחקר הפקולטי" בשנה השלישית, וכן לפחות קורס תארים מתקדמים אחד מקידומת 048/049 (בהמלצת המנחה האישי).

הנחיה : החל מסמסטר 7, לכל סטודנט בתכנית ימונה מנחה אישי מקרב חברי הסגל, שאף ינחה אותו בפרויקט המחקרי, ויתאם עם הסטודנט את בחירת קורס/י תארים מתקדמים (קידומת 046, 048). הפעילויות בתכנית, לרבות סיוע של חבר הסגל העומד בראש התכנית, יכוונו כל סטודנט למצוא מנחה בהתאם לתחומי העניין שלו.

זכויות : סטודנטים בתכנית ישתתפו בפעילויות ייעודיות לחבריה, וייהנו מ"מלגת מאייר". מלגה זו תינתן על בסיס שנתי לסטודנטים שעמדו בתנאי התכנית באותה שנה.

כמו כן ייהנו משתתפי התכנית מכל הזכויות וההסדרים הקיימים לגבי סטודנטים המצטיינים בלימודים. למשל, משתתפי התכנית במסלול הנדסת חשמל יוכלו להתאים לעצמם קבוצת התמחות אחת למצטיינים, בה בנוסף לפרויקט המחקרי מקצועות נוספים ייבחרו באופן גמיש בהנחית חבר הסגל המנחה את הסטודנט.

המקצוע המחייב הוא : 044124

## לימודים לתארים מתקדמים

הפקולטה להנדסת חשמל ומחשבים (אלקטרוניקה, מחשבים, תקשורת) מציעה תכניות השתלמות לתואר מגיסטר ולתואר דוקטור המתאימות לבוגרי תואר ראשון בהנדסת חשמל, הנדסת מחשבים, או הנדסת מחשבים ותוכנה, וכן לבוגרי תואר ראשון מפקולטות הנדסיות ומדעיות (מתמטיקה, מדעי המחשב ופיסיקה) של הטכניון או מוסד אוניברסיטאי מוכר אחר, העומדים בתנאי הקבלה. המחקר וההוראה מכסים תחום רחב של נושאים בשטחים המבוססים והחדשניים של הנדסת חשמל ומחשבים.

### שטחי ההשתלמות הם:

- אלקטרומונגנטיות ופוטוניקה
- מיקרוואלקטרוניקה וננו-אלקטרוניקה
- מחשבים ורשתות מחשבים
- תקשורת ואינפורמציה
- עבוד אותות ותמונות, ראייה ממוחשבת ואותות ביולוגיים
- למידת מכונה
- מערכות ובקרה
- מעגלים אלקטרוניים, מערכות VLSI ומערכות הספק

תיאור מפורט של תנאי הקבלה, שטחי ההשתלמות, מקצועות הלימוד ושטחי ההתעניינות של חברי הסגל, ניתן למצוא באתר האינטרנט של הפקולטה להנדסת חשמל ומחשבים, <https://ece.technion.ac.il/degree-studies-programs/graduate-studies/?lang=he>

הערה: המועמדים מתבקשים לציין בטופס בקשת הקבלה את שטח ההשתלמות בו הם מעוניינים.

## לימודים לתואר מגיסטר

### "מגיסטר למדעים בהנדסת חשמל"

ללימודי תואר זה יכולים להתקבל אך ורק בוגרי תואר ראשון בהנדסת חשמל, הנדסת מחשבים, או הנדסת מחשבים ותוכנה של הטכניון או מוסד אוניברסיטאי מוכר אחר, העומד בתנאי הקבלה של הפקולטה.

### דרישות הלימוד

בוגרי התוכנית להנדסת חשמל - פיסיקה בטכניון יידרשו לצבור 16 נק' לימוד בקורסים. בוגרי תכניות אחרות יידרשו ב-19 נק' לימודים, מתוכן 3 יכולות להיות ברמת הסמכה. כלל הסטודנטים ידרשו ל 2 נק' בגין אנגלית מורחבת וביצוע עבודת מחקר או פרויקט הנדסי בהיקף של 20 נק' בנוסף לקורסים, כך שסה"כ דרישת הנק' לתואר תהיה מבוגרי תואר ראשון בהנדסת חשמל-פיסיקה: 38 נק' ומכלל הסטודנטים 41 נק'. ניתן לבצע עבודת גמר במקום עבודת מחקר בהיקף 12 נק', במקרה הזה יידרשו הסטודנטים בצבירת 8 נק' נוספות בקורסים.

הסטודנטים יתבקשו לצבור נק' על ידי לימוד מקצועות מתוך רשימת המקצועות ללימודי תארים מתקדמים הניתנים בפקולטה וכן מתוך מקצועות משותפים להסמכה ותארים מתקדמים, אשר לא נלמדו על ידם בתקופת לימודי לימודי ההסמכה. ככלל, מירב הנק' ייצברו ע"י לימוד מקצועות מהפקולטה להנדסת חשמל ומחשבים. סטודנטים רשאים ללמוד מספר מוגבל של מקצועות מפקולטות אחרות, אולם לימוד מקצוע מפקולטה אחרת דורש את אישורו ונימוקיו של המנחה, וכן, אישורה של סגנית הדיקנית ללימודי תארים מתקדמים בפקולטה, או ועדת לימודי תארים מתקדמים. הסטודנטים יזכו עבור מקצוע אשר למדו בפקולטה אחרת. ניתן להחליף את לימוד המקצועות של הפקולטה במקצועות מקבילים או דומים הניתנים על-ידי הפקולטה למדעי המחשב. תכנית הלימודים תיבנה בצורה שתהווה השתלמות מגובשת בכיוון עיקרי אחד ובמספר כיווני משנה.

על הסטודנטים למצוא נושא מחקר ומנחה לעבודתם. לא ניתן להבטיח מציאת מנחה לכל נושא או תחום. לצורך זה יתקשרו הסטודנטים ביוזמתם, בהקדם האפשרי, עם חברי סגל הפקולטה בשטח התעניינותם ויבררו אתם את האפשרות להנחיה בעבודת גמר, עבודת מחקר או פרויקט הנדסי.

### "מגיסטר למדעים" לבוגרי פקולטות מדעיות והנדסיות

מספר שטחי השתלמות בפקולטה מתאימים גם לסטודנטים בוגרי הפקולטות למדעים - מתמטיקה, פיסיקה, מדעי המחשב ובוגרי פקולטות הנדסיות שאינם בוגרי הנדסת חשמל או הנדסת מחשבים. סטודנטים בעלי הישגים גבוהים במסלול ארבע-שנתי יכולים להשתלם לקראת התואר "מגיסטר למדעים" (ללא ציון שם הפקולטה) כאשר דרישות ההשלמה הן מקצועות של הפקולטה המהווים דרישות קדם למקצועות מתקדמים בתחום ההתמחות. סטודנטים בעלי הישגים גבוהים במסלול תלת-שנתי מהפקולטות המדעיות הנ"ל יכולים אף הם להשתלם לקראת התואר "מגיסטר למדעים" בפקולטה. יהיה עליהם להשלים תחילה מקצועות מלימודי הסמכה או מקצועות משותפים להסמכה ותארים מתקדמים בהיקף של 20 נק'.

בוגרי פקולטה מדעית/הנדסית המבקשים להשתלם לקראת התואר "מגיסטר למדעים בהנדסת חשמל" יוכלו לעשות זאת רק לאחר שהשלימו תואר ראשון בהנדסת חשמל.

### "מגיסטר להנדסת חשמל" (מגיסטר ללא תזה - MEE)

ללימודי תואר זה יכולים להתקבל בוגרי תואר ראשון בהנדסת חשמל, הנדסת מחשבים או הנדסת מחשבים ותוכנה, וכן בוגרי תואר ראשון מפקולטה הנדסית ומדעית (מדעי המחשב, פיסיקה, מתמטיקה) של הטכניון, או מוסד אוניברסיטאי מוכר אחר, העומד בתנאי הקבלה של הפקולטה.

על הסטודנטים במסלול ללא תזה למלא את הדרישות הבאות:

- צבירה של 42 נק' לפחות.
- 2 נק' מתוכן בגין אנגלית מורחבת.
- 6 נק' מתוך ה-40 הנ"ל יהיו במקצועות סמינריון ו/או מעבדה הכוללים מרכיב מהותי של עבודה עצמית. בהמלצת מורה המקצוע והמנחה ובאישור מראש של הוועדה לתארים מתקדמים יוכלו הסטודנטים למלא דרישה זו גם ע"י לימוד מקצועות אחרים, שבדומה למקצועות סמינריון ו/או מעבדה, כוללים מרכיב מהותי של עבודה עצמית.
- 2 נק' מכלל נקודות הלימוד חייבות להיות מתוך רשימת מקצועות מדעי היסוד המתפרסמת באתר הפקולטה.
- במסלול זה בלבד, באישור מראש של הוועדה לתארים מתקדמים, הסטודנטים יהיו רשאים ללמוד עד 15 נק' במקצועות רלוונטיים מפקולטות אחרות: מתמטיקה, פיזיקה, מדעי המחשב ומדעי הנתונים וההחלטות.
- באישור הוועדה ללימודי תארים מתקדמים, ניתן יהיה לעבור למסלול עם תזה במקרה שהמועמד/ת מתאים/מה, הוגדר נושא מחקר מתאים, והסטודנטים מצאו מנחה מבין חברי סגל בפקולטה, שהסכים/ה להנחיה במחקר/פרוייקט/עבודת גמר במהלך 4 הסמסטרים הראשונים ללימודים.. ישנה אפשרות, אם רמת הסטודנט/ית ורמת התזה מצדיקים זאת, לעבור בשלב מסוים למסלול ישיר לדוקטורט, בכפוף לתקנות בית הספר לתארים מתקדמים.
- בעלי תואר "מגיסטר להנדסת חשמל" לא יוכלו להמשיך ללימודים לתואר דוקטור, אלא לאחר שישלימו תזת מחקר ברמת עבודת גמר או עבודת מחקר במסגרת "לימודים לא לתואר" (למצטיינים בלבד).

### הערות:

- סטודנטים במסלול זה אינם זכאים לקבל מלגה.
- התואר המוענק בתום הלימודים הוא "מגיסטר להנדסת חשמל".

## מידע נוסף

צוות תארים מתקדמים בפקולטה

טל. 04-8294781, 04-8293235

[eeegrad@technion.ac.il](mailto:eeegrad@technion.ac.il)

אתר הפקולטה להנדסת חשמל ומחשבים:

<https://ece.technion.ac.il/?lang=he>

סטודנטים אשר למדו מקצועות בלימודים קודמים בטכניון או במסגרת אחרת, יכולים לפנות בבקשה להכרה במקצועות שלמדו, כאשר לפחות 75% מכלל הנק' יידרשו הסטודנטים ללמוד במסגרת הטכניון רבתי. הזיכוי בנק' יהיה בהתחשב במקצועות אשר נלמדו וברמתם. יתר הנק' הנדרשות יילקחו במסגרת הטכניון בלימודים לתואר.

## לימודים לא לתואר או לימודי צבירה במסגרת היחידה ללימודי המשך

מועמדים, בוגרי הפקולטה להנדסת חשמל ומחשבים בטכניון, שלא אושרה קבלתם ללימודי תואר שני בפקולטה, אך עומדים בדרישות הקבלה של בית הספר, יוכלו לפנות, בהמלצת הוועדה לתארים מתקדמים, ללימודי צבירה במסגרת היחידה ללימודי המשך ולימודי חוץ, בהתאם לנהלים הרשומים באתר הפקולטה או במסגרת לימודים "לא לתואר", בהתאם לתקנות בית הספר לתארים מתקדמים.

## לימודים לתואר דוקטור

ההשתלמות לקראת התואר "דוקטור לפילוסופיה" מיועדת לסטודנטים מצטיינים בעלי זיקה למחקר, השואפים להצטרף למנהיגות הטכנולוגית והאקדמית בשטחי הנדסת החשמל והמחשבים.

### "דוקטורט לבעלי תואר מגיסטר למדעים"

#### תנאי הקבלה

- על המועמדים לעמוד בדרישות הפורמאליות של בית הספר לתארים מתקדמים.
- ועדת קבלה תבדוק את המועמדים (במידת הנדרש, באמצעות שיחה או בחינה) ותביא את המלצותיה בפני הוועדה הפקולטית לתארים מתקדמים. המלצה סופית לקבלה ללימודים לתואר דוקטור תינתן רק לאחר שהמועמדים ימצאו מנחה, ולאחר שהוועדה לתארים מתקדמים תמליץ על מינוי המנחה.

#### דרישות הלימוד

- לימוד מקצועות מתקדמים הדרושים להשלמה ולהעמקת הידע לביצוע המחקר, בהיקף של 10 נק' לפחות, מתוכן 2 נק' בגין אנגלית מורחבת.
- ביצוע עבודת מחקר מקורית ברמה נאותה, בהיקף של 20 נק'.
- שהייה של לפחות שנה אחת בזמן מלא בין כתלי הפקולטה בתקופת ההשתלמות.
- מילוי הדרישות לשפות בהתאם לתקנות בית הספר לתארים מתקדמים.
- סטודנטים שעברו למסלול הישיר לדוקטורט יידרשו בצבירת 8 נק' נוספות בקורסים.

### "מסלול ישיר לדוקטורט"

- מסלול זה מיועד לסטודנטים מצטיינים המשתלמים לתואר מגיסטר אשר מחקרים ניתן להרחבה לעבודה לתואר דוקטור. על המועמדים לעמוד בתנאים הבאים: (1) הוכיחו במהלך מחקרים לתואר שני יכולת מחקרית המעידה בברור על התאמתו ללימודי הדוקטורט. (2) נמצאו לפחות במהלך הסמסטר השני לאחר אישור נושא המחקר, והצטיינו במקצועות התואר השני. (3) נושא מחקרם ניתן להרחבה לעבודת דוקטורט, או לשמש נדבך משמעותי בעבודה כזו. (4) השלימו לפחות מחצית ממכסת נקודות הלימוד אשר חויבו בהן, והשיגו ממוצע של 90 לפחות.

### "מסלול מיוחד לדוקטורט"

- מטרת המסלול היא לאפשר לסטודנטים מצטיינים במיוחד המסיימים תואר ראשון ומעוניינים להשתלב במסלול מוקדם לדוקטורט ללא רישום לתואר מגיסטר. סטודנטים המעוניינים במסלול זה ייפנו למזכירות תארים מתקדמים לקבלת פרטים על המסלול.