

תיאור היחידה

עולם הרפואה נמצא בהתפתחות טכנולוגית מואצת. העלייה בתוחלת החיים והרצון לשפר את איכות החיים מציבים את תחומי ההנדסה הביו-רפואית והרפואה בחזית המחקר והפיתוח. ההנדסה הביו-רפואית עוסקת במגוון רחב של נושאים ונמצאת בממשק בין המדעים, ההנדסה והרפואה. התחום משלב ידע וכלים מתחומי ההנדסה השונים לצורך פיתוח שיטות, התקנים, אביזרי עזר, מערכות לאבחון וטיפול רפואי וכלים לחקר פיזיולוגי של מחלות.

הפקולטה להנדסה ביו-רפואית היא יחידה רב-תחומית בה עוסקים ביישום הידע והכלים של תחומי ההנדסה השונים לפיתוח שיטות אבחון וטיפול רפואיות ולחקר הבסיס הפיזיולוגי של מחלות. עם עליית רמת החיים ותוחלת החיים בעולם ועליית הדרישה לרמה גבוהה ולמגוון רחב של שרותי בריאות, עולה הדרישה למערכות רפואיות ולמכשור חדשניים. במקביל, תעשיית ההייטק הביו-רפואית הינה בין המובילות ברמתה ובקצב גידולה. מגוון הפעילויות של התעשייה הביו-רפואית כולל תחומים כגון: איברים מלאכותיים, עזרים מלאכותיים מושתלים, מכשור רפואי לאבחון וטיפול, ציוד לצנתור והדמיה רפואיים, הנדסה שיקומית, עזרי נכים, הנדסה ביוכימית, הנדסת רקמות ושיקום המוח. התעשייה הביו-רפואית בארץ ובעולם היא עתירת ידע, מוטת ייצוא ומאופיינת בחדשנות, תחכום וחיפוש מתמיד אחר אתגרים חדשים.

הפקולטה להנדסה ביו-רפואית מציעה תוכניות לימודים לתואר ראשון ותוכניות השתלמות לתארי מגיסטר ודוקטור לסטודנטים המעוניינים לשלב שיטות מחקר, פיתוח ותכן הנדסיים, עם מדעי הרפואה, הביולוגיה והביוטכנולוגיה. הפקולטה מציעה קורסים ושטחי מחקר רבים ועדכניים בתחומים עיוניים וניסויים.

בוגרי הפקולטה להנדסה ביו-רפואית משתלבים בתעשייה הביו-רפואית וכן בתעשיות אחרות. הבוגרים מאיישים תפקידי מפתח בקבוצות פיתוח וייצור, בשיווק וביישום מוצרים בשרותי הבריאות וכן בחברות הזנק (Startup) רבות בתעשייה הביו-רפואית המתפתחת כיום בקצב מהיר ביותר.

בנוסף לתעשייה הביו-רפואית קיימות פעילות ענפה במכוני מחקר ומוסדות אקדמיים בנושאים הדורשים ידע רב תחומי בהנדסה ביו-רפואית. בפקולטה מעבדות מתקדמות בשטחים השונים ומערכות מחשבים מצוידות היטב.

מעבדות מחקר

מעבדה למדידות באולטרסאונד פרופ' אמריטוס דן אדם

מעבדה להדמיה רפואית פרופ' אמריטוס חיים אזהרי

מעבדה לבנייה מלאכותית ברפואה פרופ' ח' יואכים בהר

מעבדה לביופיזיקה וננו-דינמיקה פרופ' יובל גרעיני

מעבדה לביולוגיה סינתטית וביו-אלקטרוניקה פרופ' ח' ראמו דאניאל

מעבדה למכנו-ביולוגיה של סרטן ופצעים פרופ' ח' דפנה ויס

מעבדה לדימויות רב-מערכתיות פרה-קליני פרופ' ח' קתרין ונדורנה

מעבדה לאופטיקה ביו-רפואית פרופ' דביר ילין

מעבדה למערכות ביו-אנרגטיות וביו-חשמליות פרופ' יעל יניב

מעבדה להנדסת רקמות ותאי גזע פרופ' שולמית לבנברג

מעבדה לקרדיולוגיה מולקולרית וחקר השריר פרופ' ח' אמיר לנדסברג

הפקולטה
להנדסה ביו-רפואית

חברי הסגל האקדמי

דיקן הפקולטה
מלר עמית

פרופסורים

גרעיני יובל
ילין דביר
יניב יעל
לבנברג שולמית
מלר עמית
סליקטר דרור
שכטמן יואב
שניטמן ג'וזואה

פרופסורים חבריים

בהר יואכים
דאניאל ראמו
ויס דפנה
ונדורנה קתרין
לנדסברג אמיר
מואסי פיראס
פישר אריאל
פריימן מוטי
רוטנברג מנחם (חמי)
קורין נתנאל
שמאי יוסי

פרופסורי משנה / מרצים בכירים

בר ציון אבינועם
לנדאו לוי שירה
סולמון אדי
פרייפלד לימור
שמרון אפרת

פרופסורים אמריטי

אדם דן
אזהרי חיים
גת יצחק
לוטן נח
לניר יורם
מזרחי יוסף
קימל איתן

בהשתייכות משנית

בלנק אהרון
גפטיין ליאור
הורוביץ קראוס ציפי
קישוני רועי
קפלן אריאל
שילר גיקי
שרודר אברהם

מסלולי לימוד

בפקולטה להנדסה ביו-רפואית קיימים שלושה מסלולי לימוד לתואר ראשון:

מסלול בהנדסה ביו-רפואית המקנה תואר מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית BSc. משך הלימודים 4 שנים.

מסלול משולב בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה המקנה תואר מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה BSc. משך הלימודים 4 שנים.

מסלול הלימודים המשולב בהנדסה ביו-רפואית ופיזיקה מיועד לסטודנטים המעוניינים לפתח ידע מדעי וטכנולוגי בשילוב עם ידע והבנה פיזיקליים עמוקים יותר של תופעות וכלי מחקר מודרניים בהנדסה ביו-רפואית. מטרת המסלול היא להכשיר מהנדסים/מדענים אשר יהיו בעלי ידע מעמיק הן בהנדסה הביו-רפואית והן בפיזיקה. ראייה משולבת רחבה כזו נדרשת כיום במידה גוברת בחזית הפיתוח של הננו-ביוטכנולוגיה והפיתוח של מכשור ביו-רפואי המסתמך על תופעות פיזיקליות מורכבות, למשל בתחומי האופטיקה הביו-רפואית, הדימות הגרעיני והמגנטי והננו-רפואה. כמו-כן, רבים מנושאי המחקר מתקדמים מסתמכים כיום במידה רבה מאוד על כלים ניסיוניים ותיאורטיים שפותחו במקור בפיזיקה ומסתמכים על ידע פיזיקלי והנדסי מתקדם.

מסלול לתואר כפול בהנדסה ביו-רפואית ורפואה המקנה תואר כפול: מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית BSc ובוגר למדעים במדעי הרפואה BSc. משך הלימודים 5 שנים. לאחר השלמת כל מקצועות התכנית לתואר כפול (לפי תקנון הפקולטה לרפואה) יתאפשר מעבר לחטיבה הקלינית והמשך לימודים לקראת קבלת תואר ברפואה MD. לאחר קבלת תואר MD, הבוגר ישלים שנת סטאז' בהתאם לנהלי משרד הבריאות לטובת קבלת רישיון לעסוק ברפואה בישראל (ראו תקנון הפקולטה לרפואה).

מטרת המסלול היא להכשיר בוגרים אשר יהיו בעלי ידע מעמיק הן בהנדסה והן ברפואה, שיוכלו להשתלב ולהוביל בכל אחד מהתחומים בנפרד ובשטחי המחקר, הפיתוח והתעשייה הדורשים ידע בשניהם. הרפואה המודרנית, בצידה האבחנתי ובצידה הטיפולי, הופכת למורכבת יותר ויותר, עקב הידע הרב המצטבר ומורכבות השיטות, הציוד והמכשור המשמשים לטיפול ולאבחנה. כיוון שנושא הרפואה תופס מקום יותר ויותר חשוב בחיינו והמשאבים הכלכליים והאנושיים, הלאומיים והאישיים המופנים לנושא זה הולכים וגדלים, קיים צורך הולך וגובר גם בכוח אדם מיומן. תעשיית ההיי-טק מתפתחת גם היא בקצב מהיר וכיום כמחצית מחברות ההיטק בארץ עוסקות בפיתוח שיטות ומוצרים רפואיים וביולוגיים. האנשים המובילים היום בעולם המערבי במחקר, בפיתוח ובקליניקה הרפואית הם ברובם בעלי השכלה משולבת – הנדסית/מדעית ורפואית.

מעבדה לחקר והנדסת שיקום התנועה פרופ'ח פיראס מואסי

מעבדה לביופיזיקה מולקולרית וננו-ביוטכנולוגיה פרופ' עמית מלר

מעבדה להנדסת רקמות וביו-חומרים פרופ' דרור סליקטר

מעבדת MRI חישובית פרופ'ח מוטי פריימן

מעבדה לניורו-הנדסה ד"ר לימור פרייפלד

מעבדה להנדסת ננו-רפואה קרדיווסקולרית פרופ'ח נתנאל קורין

מעבדה לממשקים ביו-חשמליים וביו-מכניים פרופ'ח מנחם רוטנברג (חמי)

מעבדה לננו-ביו-אופטיקה פרופ' יואב שכטמן

מעבדה להנדסת ננו-רפואה ממוחשבת לסרטן פרופ'ח יוסי שמאי

מעבדה לזורמים ביולוגיים פרופ' ג'וזואה שניטמן

מעבדה לחקר בעיות במערכת שריר-שלד והתקנים רפואיים לבישים פרופ'ח אריאל פישר

מעבדה לאולטרסאונד טיפולי מונחה הדמיה ד"ר אבינועם בר-ציון

מעבדת MRI לחדשנות בהדמיה רפואית ד"ר אדי סולומון

מעבדה לביו-הנדסה של מערכות וסקולריות ד"ר שירה לנדאו לוי

לימודי תואר ראשון

תכנית הלימודים בהנדסה ביו-רפואית בטכניון מקנה לסטודנטים רקע בסיסי ומעמיק במדעי יסוד, במדעי החיים והרפואה וידע רחב ומעמיק בהנדסה ביו-רפואית. תשתית השכלתית מגוונת זו, המשולבת בהתמחות במספר נושאים, מאפשרת לבוגריה לתפוס מקום מרכזי בתחומי פעילות שונים בתעשיית ההיי-טק על תחומיה השונים ובמכוני מחקר ביו-רפואי.

התכנית מורכבת מקורסי חובה וממגוון רחב של קורסי בחירה בתחומים שונים. קורסי החובה הם במדעי היסוד (מתמטיקה, פיזיקה, כימיה ומחשבים), במדעי החיים והרפואה (אנטומיה, ביוכימיה, ביולוגיה ופיזיולוגיה), במקצועות הנדסיים המיועדים לתת בסיס הנדסי רחב (אותות ומערכות, תכן ביו-חשמלי, יסודות המכניקה, תכן מכני, ביו-חומרים, תופעות מעבר ויסודות אופטיקה). כמו כן נכללים במקצועות החובה הפקולטיים מקצועות שמטרתם להעניק לסטודנטים ניסיון מעשי ומעבדתי ולעודד יצירתיות. ביניהם קורסי מעבדה בהנדסה ביו-רפואית וקורסי פרויקט במעבדות מחקר או בתעשייה, בהם מיישמים הסטודנטים ידע הנדסי שרכשו בתכן של מכשור ומערכות ביו-רפואיות. בנוסף, קיימים בתכנית הלימודים קורס פרויקט קליני-הנדסי שמתקיים במחלקות קליניות בבתי החולים וחושף בפני הסטודנטים את הסביבה הקלינית ומעלה צרכים הנדסיים הדורשים מענה, ופרויקט יזמי כחלק מהתמחות משנית במנהיגות יזמית.

תכנית הלימודים

לתואר ראשון בהנדסה ביו-רפואית

000-1-033033

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 160.0 נקודות
לפי הפירוט הבא:

ה'	ת'	מ'	נק'
3	1	-	3.5
3	2	-	4.0
3	1	-	3.5
2	2	-	3.0
2	1	-	2.5
3	1	-	3.5
20.0			

המלצה לסמסטר זה:
להירשם לקורס 3340331 מפגשים עם התעשייה הביו-רפואית במסגרת בחירה פקולטית.

⁴במקום 3340023 סטטיסטיקה להנדסה ביו-רפואית ניתן לקחת 0940423 מבוא לסטטיסטיקה.

ה'	ת'	מ'	נק'
3	2	-	4.0
-	-	4	2.0
6.0			

המלצה לסמסטר זה:
להירשם לקורס 3360026 מחקרים עדכניים בהנדסה ביו-רפואית במסגרת בחירה חופשית.

ה'	ת'	מ'	נק'
-	-	9	4.0
-	-	4	2.0
6.0			

ה'	ת'	מ'	נק'
-	-	9	3.0
-	-	4	2.0
5.0			

5 בחירה פקולטית:

במסלול לימודים זה יש לצבור בסה"כ לפחות 30.0 נק' בחירה פקולטית יש ללמוד לפחות 2 קבוצות בחירה בתחומי הנדסה ביו-רפואית לבחירת הסטודנט.
לפחות 8 מקורסי הבחירה יהיו מהפקולטה להנדסה ביו-רפואית (33x0xxx).

הערות:

חלק מהקורסים ניתנים אחת לשנה ומהווים חלק משרשרת, לכן מומלץ מאוד ללמוד לפי התכנית המומלצת על מנת למנוע עיכוב בסיום התואר.

במהלך הלימודים יתכנו שינויים בתכנית הלימודים, לכן על כל סטודנט להתעדכן בתחילת כל שנה אקדמית בפרטי השינויים, באם יחולו.

מקצועות חובה	118.0 נק'
מקצועות בחירה פקולטית	30.0 נק'
מקצועות בחירה טכניונית	12.0 נק'

קורסי אנגלית טכנית לחייבים לפי סיווג טכניוני יש ללמוד עד סמסטר 4 כולל.

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

להלן מקצועות החובה – השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	נק'
4	-	-	0.0
4	2	-	5.0
4	2	-	5.0
3	1	-	3.5
2	2	-	3.0
3	-	-	3.0
19.5			

המלצה לסמסטר זה:
להירשם לקורס 3340021 מבוא להנדסה ביו-רפואית במסגרת בחירה חופשית.
להירשם לקורס 1040100 מוכנות מתמטית לפיזיקה ח' במסגרת בחירה חופשית.
להירשם לקורס חינוך גופני לבחירת הסטודנט.

¹במקום 1040041 חדו"א 1מ1 ניתן לקחת 1040018 חדו"א 1מ1.
²במקום 1040065 אלגברה 2מ2 ניתן לקחת 1040016 אלגברה 1מ1.

ה'	ת'	מ'	נק'
4	3	-	5.5
2	1	-	2.5
3	2	-	4.0
3	1	-	3.5
2	1	-	2.5
2	2	2	4.0
22.0			

³סטודנטים חסרי סיווג בפיזיקה-חשמל יכולים לקחת קורס 1140078 פיזיקה 2 שיוכר במקום 1140052 פיזיקה 2.

ה'	ת'	מ'	נק'
3	2	-	4.0
2	1	-	2.5
2	1	-	2.5
2	1	-	2.5
2	1	-	2.5
2	1	-	2.5
2	1	-	2.5
2	-	-	2.0
18.5			

המלצה לסמסטר זה:
להירשם לקורס חינוך גופני לבחירת הסטודנט.

ה'	ת'	מ'	נק'
4	2	-	5.0
3	3	-	3.5
2	1	-	2.5
3	2	-	4.0
2	2	-	3.0
18.0			

תכנית הלימודים לתואר משולב בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה

000-1-033133

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 178.0 נקודות לפי הפירוט הבא:

סמסטר 5	ה'	ת'	מ'	נק'
מכניקה אנליטית	3	2	-	4.0
מכניקת זורמים ביולוגיים ⁽³⁾	3	2	-	4.0
סטטיסטיקה ⁽⁴⁾	3	1	-	3.5
תכן ביומכני בסיסי	2	2	-	3.0
פיזיולוגיה למהנדסים	3	1	-	3.5
קורסי בחירה פקולטית ⁽⁵⁾				
18.0				

המלצה לסמסטר זה:
להירשם לקורס 3340331 מפגשים עם התעשייה הביו-רפואית במסגרת בחירה פקולטית.
להירשם לקורס חינוך גופני לבחירת הסטודנט.

³במקום 3340009 מכניקת זורמים ביולוגיים ניתן לקחת 1160027 תורת הרצף. הפרש נקודות יש להשלים בבחירה הפקולטית.
⁴במקום 3340023 סטטיסטיקה להנדסה ביו-רפואית ניתן לקחת 0940423 מבוא לסטטיסטיקה.

סמסטר 6	ה'	ת'	מ'	נק'
פיזיקה סטטיסטית ותרמית	4	2	-	5.0
פיזיקה קוונטית 1	4	2	-	5.0
תכן ביו-חשמלי	3	2	-	4.0
מעבדה בה' ביו-רפואית 1 לפיזיקאים	-	-	2	1.0
אופטיקה ופוטוניקה ⁽⁶⁾	2	2	-	3.0
קורסי בחירה פקולטית ⁽⁵⁾				
18.0				

המלצה לסמסטר זה:
להירשם לקורס 3360026 מחקרים עדכניים בהנדסה ביו-רפואית במסגרת בחירה חופשית.

⁶במקום 3360533 אופטיקה ופוטוניקה ניתן לקחת 1160210 אופטיקה.

סמסטר 7	ה'	ת'	מ'	נק'
מעבדה לפיזיקה 4מח	-	-	3	1.5
פיזיקה קוונטית 2	4	2	-	5.0
פרויקט 1	-	-	9	4.0
מעבדה בה' ביו-רפואית 3	-	-	4	2.0
קורסי בחירה פקולטית ⁽⁵⁾				
12.5				

סמסטר 8	ה'	ת'	מ'	נק'
אלקטרומגנטיות ואלקטרודינמיקה	4	2	-	5.0
פרויקט 2	-	-	9	3.0
קורסי בחירה פקולטית ⁽⁵⁾				
8.0				

⁵בחירה פקולטית:

במסלול לימודים זה יש לצבור בסה"כ לפחות 22.5 נק' בחירה משתי פקולטות: הנדסה ביו-רפואית ופיזיקה (ראה רשימות קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית וקורסי בחירה בפיזיקה).

יש ללמוד לפחות קבוצת בחירה אחת מתחומי הנדסה ביו-רפואית ע"פ כללי הקבוצה ולבחירת הסטודנט.

לפחות 5 מקורסי הבחירה יהיו מהפקולטה להנדסה ביו-רפואית (33x0xxx).

בנוסף לרשימת קורסי הבחירה, במסלול זה בלבד קורסים 3350002 מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 2 ו-3360022 מתא לרקמה ייחשבו כבחירה פקולטית.

הערות:

חלק מהקורסים ניתנים אחת לשנה ומהווים חלק משרשרת, לכן מומלץ מאוד ללמוד לפי התכנית המומלצת על מנת למנוע עיכוב בסיום התואר.

במהלך הלימודים יתכנו שינויים בתכנית הלימודים, לכן על כל סטודנט להתעדכן בתחילת כל שנה אקדמית בפרטי השינויים, באם יחולו.

מקצועות חובה	143.5 נק'
מקצועות בחירה פקולטית	22.5 נק'
מקצועות בחירה טכניונית	12.0 נק'

6.0 נק' העשרה, 4.0 נק' בחירה חופשית, 2.0 נק' חינוך גופני

קורסי אנגלית טכנית לחייבים לפי סיווג טכניוני יש ללמוד עד סמסטר 4 כולל.

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

להלן מקצועות החובה – השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

סמסטר 1	ה'	ת'	מ'	נק'
בטיחות במעבדות חשמל	4	-	-	0.0
חדו"א 1מ ⁽¹⁾	4	2	-	5.0
אלגברה 2מ ⁽²⁾	4	2	-	5.0
מעבדה בפיזיקה 1מ	-	-	3	1.5
פיזיקה 1פ	4	2	-	5.0
כימיה כללית	2	2	-	3.0
ביולוגיה 1	3	-	-	3.0
22.5				

המלצה לסמסטר זה:
להירשם לקורס 3340021 מבוא להנדסה ביו-רפואית במסגרת בחירה חופשית.
להירשם לקורס 1040100 מוכנות מתמטית לפיזיקה ח' במסגרת בחירה חופשית.

¹במקום 1040041 חדו"א 1מ ניתן לקחת 1040018 חדו"א 1מ.
²במקום 1040065 אלגברה 2מ ניתן לקחת 1040016 אלגברה 1מ.

סמסטר 2	ה'	ת'	מ'	נק'
חדו"א 2ת	4	3	-	5.5
אלגברה 2מ	2	1	-	2.5
מד"ר מ	3	2	-	4.0
פיזיקה 2פ	4	2	-	5.0
כימיה אורגנית 1ב	2	1	-	2.5
מבוא למחשב שפת פייתון	2	2	2	4.0
23.5				

סמסטר 3	ה'	ת'	מ'	נק'
מעגלים חשמליים	3	2	-	4.0
טורי פוריה	2	1	-	2.5
פונקציות מרוכבות א	2	1	-	2.5
מד"ח ת	2	1	-	2.5
מעבדה לפיזיקה 2מ	-	-	3	1.5
גלים	3	1	-	3.5
ביוכימיה ואנזימולוגיה	2	1	-	2.5
אנטומיה של האדם	2	-	-	2.0
21.0				

סמסטר 4	ה'	ת'	מ'	נק'
אותות ומערכות	4	2	-	5.0
הסתברות ח	3	3	-	3.5
מעבדה לפיזיקה 3	-	-	3	1.5
מכניקת מוצקים	3	2	-	4.0
ביופיזיקה ונירופיזיולוגיה	2	2	-	3.0
17.5				

המלצה לסמסטר זה:
להירשם לקורס חינוך גופני לבחירת הסטודנט.

תכנית הלימודים לתואר כפול בהנדסה ביו-רפואית ורפואה 000-1-27399

על מנת להשלים את התואר בהנדסה ביו-רפואית ואת הלימודים הפרה-קליניים ברפואה יש לצבור 238.0 נקודות לפי הפירוט הבא:

מקצועות חובה	211.5 נק'
מקצועות בחירה בהנדסה	16.0 נק'
מקצועות בחירה ברפואה	2.0 נק'
מקצועות בחירה כלל טכניונית	8.5 נק'
6.5 נק' בחירה חופשית, 2.0 נק' חינוך גופני	

מקצוע אנגלית טכנית למתקדמים ב' נכלל בנקודות חובה לתואר. קורסי אנגלית טכנית לחיילים לפי סיווג טכניוני יש ללמוד עד סמסטר 4 כולל.

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

להלן מקצועות החובה – השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

סמסטר 1	ה'	ת'	מ'	נק'
0440102	4	-	-	0.0
1040041	4	2	-	5.0
1040065	4	2	-	5.0
1140071	3	1	-	3.5
1240507	4	2	-	5.0
2740167	3	1	-	3.5
22.0				

המלצה לסמסטר זה:
להירשם לקורס 3340021 מבוא להנדסה ביו-רפואית במסגרת בחירה חופשית.
להירשם לקורס 1040100 מוכנות מתמטית לפיזיקה ח' במסגרת בחירה חופשית.

¹במקום 1040041 חדו"א 1מ1 ניתן לקחת 1040018 חדו"א 1מ.
²במקום 1040065 אלגברה 2מ2 ניתן לקחת 1040016 אלגברה 1מ.

סמסטר 2	ה'	ת'	מ'	נק'
1040013	4	3	-	5.5
1040038	2	1	-	2.5
1040136	3	2	-	4.0
1140052	3	1	-	3.5
1250803	2	2	-	3.0
2340128	2	2	-	4.0
22.5				

המלצה לסמסטר זה: להירשם לקורס חינוך גופני לבחירת הסטודנט.

³סטודנטים חסרי סיווג בפיזיקה-חשמל יכולים לקחת קורס 1140078 פיזיקה 2ל שיוכר במקום 1140052 פיזיקה 2.

סמסטר 3	ה'	ת'	מ'	נק'
0440105	3	2	-	4.0
1040214	2	1	-	2.5
1040215	2	1	-	2.5
1040220	2	1	-	2.5
2740257	5	-	3	6.0
17.5				

המלצה לסמסטר זה: להירשם לקורס חינוך גופני לבחירת הסטודנט.

סמסטר 4	ה'	ת'	מ'	נק'
0440131	4	2	-	5.0
1040034	3	3	-	3.5
3340221	2	1	-	2.5
3340222	3	2	-	4.0
2740165	3	1	-	3.5
2740266	5	-	3	6.0
24.5				

סמסטר 5

ה'	ת'	מ'	נק'
3	2	-	4.0
3	1	-	3.5
-	-	4	2.0
2	2	-	3.0
-	-	6	2.0
-	-	-	6.0
20.5			

המלצה לסמסטר זה:
להירשם לקורס 3340331 מפגשים עם התעשייה הביו-רפואית במסגרת בחירה חופשית.
⁴במקום 3340023 סטטיסטיקה להנדסה ביו-רפואית ניתן לקחת 0940423 מבוא לסטטיסטיקה.

סמסטר 6

ה'	ת'	מ'	נק'
3	2	-	4.0
2	-	-	2.0
-	-	4	2.0
-	-	6	2.0
3	2	-	4.0
10.0			
24.0			

המלצה לסמסטר זה:
להירשם לקורס 3360026 מחקרים עדכניים בהנדסה ביו-רפואית במסגרת בחירה חופשית.

סמסטר 7

ה'	ת'	מ'	נק'
-	-	9	4.0
-	-	3	1.0
4	1	-	4.5
2	-	-	2.0
3	-	-	3.0
2	-	-	2.0
2	-	3	3.0
2	-	-	2.0
2	-	-	1.5
23.0			

סמסטר 8

ה'	ת'	מ'	נק'
-	-	9	3.0
-	-	3	1.0
2	-	-	2.0
4	-	-	4.0
3	1	-	3.5
-	-	3	1.0
3	-	1	3.5
4	2	-	5.0
23.0			

סמסטר 9

ה'	ת'	מ'	נק'
2	1	-	2.5
2	-	-	2.0
4	1	1	4.5
-	-	3	1.0
3	-	1	3.0
3	1	1	4.0
4	-	2	4.5
2	1	2	3.0
26.5			

סמסטר 10

ה'	ת'	מ'	נק'
2	-	-	2.0
2	-	-	2.0
2	-	-	2.0
2	-	-	2.0
-	-	3	1.0
3	-	-	3.0
2	-	-	2.0
3	2	-	4.0
3	-	-	3.0
2	-	-	2.0
23.0			

בחירה בתחום דימות ואותות רפואיים

נק'	מ'	ת'	ה'		
2.5	-	1	2	תופעות ביו-חשמליות	3360020
3.0	-	2	2	עיבוד תמונות רפואיות	3360207
3.0	-	2	2	שיטות באנליזה של אותות ביולוגיים	3360208
2.5	-	1	2	ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים	3360326
2.5	-	1	2	עקרונות דימות ברפואה	3360502
3.0	-	2	2	בקרה במע' ביו-רפואיות	3360522
3.0	-	2	2	אופטיקה ופוטוניקה	3360533
3.0	2	1	2	מערכות לומדות בתחום הבריאות	3360546
2.0	6	-	-	מעבדה מתקדמת 1	3350501
2.0	-	-	2	דימות מולקולרי	3360202
2.5	-	1	2	מעגלים אלקטרוניים	3360205
2.5	-	1	2	ניתוח תמונות רפואיות	3360206
2.5	-	1	2	אולטרסאונד ברפואה	3360325
2.5	-	1	2	משקים ביו-אלקטרוניים	3360404
2.5	-	1	2	עקרונות תהודה מגנטית	3360504
3.5	-	1	3	עקרונות הנדסיים של מערכת הקרדיוסקולרית	3360521
2.5	-	1	2	אולטרסאונד טיפולי	3360535
2.5	-	1	2	שיטות במדעי העצב	3360536
2.5	-	1	2	עקרונות ביופיזיקליים	3360538
2.5	-	1	2	לחישת מולקולות בודדות	3360540
2.5	-	1	2	תכן מכשור רפואי ממוחשב	3360544
2.5	-	1	2	מעגלים גנטיים	3350545
2.0	-	-	2	רפואה גרעינית ורדיותרפיה	3360547
2.5	-	1	2	מיקרוסקופיה חישובית אופטית	3360549
3.0	-	2	2	טכניקות ריצוף DNA	3360550
2.5	-	1	2	ביופיזיקה חישובית	0340056
4.0	-	2	3	מבוא לחישוב מדעי והנדסי	0440101
3.0	-	1	2	מבוא למערכות תוכנה	0440198
3.0	-	1	2	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות	0440202
3.0	-	1	2	אותות אקראיים	0460188
3.0	-	1	2	מעגלים אלקטרוניים לאותות מעורבים	0460195
3.5	-	2	2	מערכות לומדות	0460197
3.0	-	1	2	שיטות חישוביות באופטימזציה	0460200
3.0	-	1	2	עיבוד וניתוח תמונות	0460201
3.0	-	1	2	עיבוד אותות אקראיים	0460217
3.5	1	2	2	למידה עמוקה	0460332
3.0	-	1	2	מערכות ראייה ושמיעה	0460745
3.0	-	1	2	עיבוד ספרתי של אותות אלגוריתמים ויישומים	0460746
3.0	-	1	2	בראייה ממוחשבת	0970222
2.5	-	1	2	ראייה ממוחשבת ויישומיה	2360523
2.5	-	1	2	בחדרי ניתוח	2360781
2.5	-	1	2	מבוא לביו-אינפורמטיקה	
3.0	1	1	2	למידה עמוקה על מאיצים חישוביים	

בחירה בתחום ביומכניקה וזרימה

נק'	מ'	ת'	ה'		
2.5	-	1	2	ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים	3360326
2.5	-	1	2	ביומכניקה שיקומית	3360506
2.5	-	1	2	ביו-הנדסה של התא	3360517
3.0	-	2	2	בקרה במע' ביו-רפואיות	3360522
2.5	-	1	2	זרימה במערכות נשימה	3360539
2.5	-	1	2	זרימה במערכת קרדיו	3360541
2.0	6	-	-	מעבדה מתקדמת 2	3350502
2.5	-	1	2	ננו-חלקיקים	3360021
2.0	-	-	2	ניתוח תנועה בבני אדם	3360306
2.5	-	1	2	ביו-הדפסה בתלת ממד	3360406
2.5	-	1	2	שתלים אורתופדיים	3360520
3.5	-	1	3	עקרונות הנדסיים של מערכת הקרדיוסקולרית	3360521
2.5	-	1	2	אולטרסאונד טיפולי	3360535
2.5	-	1	2	תכן מכשור רפואי ממוחשב	3360540
3.0	-	2	2	טכניקות ריצוף DNA	3360549
2.5	-	1	2	ביופיזיקה חישובית	3360550
4.0	-	2	3	מבוא לחישוב מדעי והנדסי	0340056
2.5	-	1	2	מבוא לרובוטיקה	0350001
3.0	-	2	2	שימוש המחשב בתורת הזרימה	0350199

5 בחירה פקולטית בהנדסה:

במסלול לימודים זה יש לצבור בסה"כ לפחות 16.0 נק' בחירה בהנדסה ביו-רפואית (ראה רשימת קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית). יש ללמוד לפחות קבוצת בחירה אחת מתחומי הנדסה ביו-רפואית ע"פ כללי הקבוצה ולבחירת הסטודנט. לפחות 5 מקורסי הבחירה יהיו מהפקולטה להנדסה ביו-רפואית (33x0xxx).

בנוסף לרשימת קורסי הבחירה, במסלול זה בלבד קורסים 3350002 מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 2 ו-3360022 מתאם לרקמה ייחשבו כבחירה פקולטית.

הערות:

חלק מהקורסים ניתנים אחת לשנה ומהווים חלק משרשרת, לכן מומלץ מאוד ללמוד לפי התוכנית המומלצת על מנת למנוע עיכוב בסיום התואר.

במהלך הלימודים יתכנו שינויים בתוכנית הלימודים, לכן על כל סטודנט להתעדכן בתחילת כל שנה אקדמית בפרטי השינויים, באם יחולו.

רשימת קורסי בחירה פקולטית

כל קבוצת קורסי בחירה חייבת לכלול:
סה"כ 5 קורסים לפחות
מתוכם לפחות 2 קורסי ליבה (מהמודגשים)
קורס המופיע במספר קבוצות יחשב רק באחת מהן לפי בחירת הסטודנט.

בחירה בתחום ביופיזיקה רפואית

נק'	מ'	ת'	ה'		
2.5	-	1	2	תופעות ביו-חשמליות	3360020
2.5	-	1	2	יישומי אופטיקה ביו-רפואית	3360023
2.5	-	1	2	אולטרסאונד ברפואה	3360325
2.5	-	1	2	ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים	3360326
3.0	-	2	2	בקרה במע' ביו-רפואיות	3360522
3.0	-	2	2	אופטיקה ופוטוניקה	3360533
2.5	-	1	2	עקרונות ביופיזיקליים	3360538
2.5	-	1	2	לחישת מולקולות בודדות	3360540
2.5	-	1	2	ביופיזיקה חישובית	3360550
2.0	6	-	-	מעבדה מתקדמת 4	3350504
2.5	-	1	2	ננו-חלקיקים	3360021
2.5	-	1	2	דימות מולקולרי	3360202
2.5	-	1	2	תכן ביו-חומרים	3360402
2.5	-	1	2	משקים ביו-אלקטרוניים	3360404
2.5	-	1	2	עקרונות דימות ברפואה	3360502
2.5	-	1	2	עקרונות תהודה מגנטית	3360504
3.5	-	1	3	עקרונות הנדסיים של מערכת הקרדיוסקולרית	3360521
2.5	-	1	2	אולטרסאונד טיפולי	3360535
2.5	-	1	2	שיטות במדעי העצב	3360536
2.5	-	1	2	תכן מכשור רפואי ממוחשב	3360540
2.5	-	1	2	מעגלים גנטיים	3360544
2.0	-	-	2	רפואה גרעינית ורדיותרפיה	3350545
2.5	-	1	2	מיקרוסקופיה חישובית אופטית	3360547
3.0	-	2	2	טכניקות ריצוף DNA	3360549
3.0	-	-	3	ביומכניקה וחישמה מכנית של תאים	0360090
3.0	-	1	2	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות	0440198
3.5	1	2	2	למידה עמוקה	0460217
3.0	-	2	2	מדע וטכנולוגיה של ביוחומרים	0640250
5.0	-	2	4	פיזיקה סטטיסטית ותרמית	1140036
3.5	-	1	3	פיזיקה 3	1140054
3.0	-	-	3	ביופיזיקה של התא	1160321
4.0	1	1	3	מבוא לכימיה קוונטית	1250000
2.0	-	2	2	למהנדסים	1260304
2.5	-	1	2	ביולוגיה מבנית	1340082
2.5	-	1	2	בקרית הביטוי הגנטי	1340119
2.5	-	1	2	ביולוגיה חישובית	1340141
3.0	-	-	3	ביופיזיקה מולקולרית	1340156
3.0	1	1	2	למידה עמוקה על מאיצים חישוביים	2360781

ה'	ת'	מ'	נק'		
2	1	-	2.5	ננו-חלקיקים	3360021
2	1	-	2.5	תכן ביו-חומרים	3360402
2	1	-	2.5	ביו-הנדסה של התא	3360517
2	2	-	3.0	בקרה במע', ביו-רפואיות	3360522
2	1	-	2.5	שחרור מבוקר של תרופות	3360528
2	1	-	2.5	הנדסת רקמות ותחליפים ביולוגיים	3360529
-	-	6	2.0	מעבדה מתקדמת 3	3350503
2	-	-	2.0	דימום מולקולרי	3360202
2	1	-	2.5	ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים	3360326
2	1	-	2.5	ממשקים ביו-אלקטרוניים	3360404
2	1	-	2.5	יסודות הנדסיים בביולוגיה וביוטכנולוגיה	3360405
2	1	-	2.5	ביו-הדפסה בתלת ממד	3360406
2	1	-	2.5	שתלים אורתופדיים	3360520
3	-	-	3.5	עקרונות הנדסיים של מערכת הקדוויסקולרית	3360521
2	1	-	2.5	אולטרסאונד טיפולי	3360535
2	1	-	2.5	עקרונות ביופיזיקליים	3360538
2	1	-	2.5	ליחשת מולקולות בודדות	3360540
2	1	-	2.5	תכן מכשיר רפואי ממוחשב	3360544
-	-	4	2.0	מעגלים גנטיים	3360548
2	2	-	2.0	מעבדה לתכן מעגלים גנטיים	3360549
2	1	-	2.5	טכניקות ריצוף DNA	3360549
2	1	-	2.5	ביופיזיקה חישובית	3360550
2	1	-	2.5	פולימרים ויישומיהם	0540413
2	-	-	2.0	ביוטכנולוגיה	
2	2	-	3.0	הנדסת ננו-חלקיקים מחק טבע	0560410
2	1	-	2.5	דיאגנוסטיקה רפואית	0660121
2	1	-	3.5	ביו-רוקחות	0660333
3	1	-	3.5	גנטיקה כללית	1340020
2	1	-	2.5	ביולוגיה של התפתחות	1340069
2	1	-	2.5	ביולוגיה מולקולרית	1340082
2	1	-	2.5	בקרת הביויט הגנטי	1340119
3	-	-	3.0	מיקרוביולוגיה ווירולוגיה	1340121
3	-	-	3.0	אימונונולוגיה בסיסית	2760413

ה'	ת'	מ'	נק'		
-	-	8	4.0	פרויקט מחקרי למצטיינים	3340305
1	-	-	1.0	מפגשים עם התעשייה הביו-רפואית	3340331
1	-	2	1.5	פרויקט קליני הנדסי	3350016
2	-	-	2.0	רגולציה ומחקר קליני במכשור רפואי	3360001
2	-	2	3.0	חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 1 ⁽²⁾	3360024
2	-	2	3.0	חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 2 ⁽²⁾	3360025
2	-	-	2.0	יזמות – מרעיון למוצר	3360543
2	1	-	2.5	דימות מוח - תיאוריה ופרקטיקה	2160020
2	1	-	2.5	ברקת ביוארגניטיקה	3380001
1	-	-	1.0	מרעיון קליני לפתרון	3380002
2	-	-	2.0	שיטות ביו-רפואיות לאבחון וטיפול בסרטן	3380003
2	-	-	2.0	למידה עמוקה ב-MRI מתקדם	3380028
2	1	-	2.5	למידה עמוקה לאותות פיזיולוגיים	3380200
2	-	-	2.0	הצימוד החשמלי	3380515
2	1	-	2.5	מיקרוסקופיה	3380535

ק²רורסי חדשות רפואית במודל ביודיזין 1+2
(3360024+3360025) יכולים להחליף פרויקט בהנדסה ביו-
רפואית 1+2 (3340014+3350015) לבקשת הסטודנט. הפרש
נקודות יש להשלים בקורסי בחירה פקולטית.

בניסויים	0560410
הנדסת ננו-חלקיקים מחק טבע	0660121
דיאגנוסטיקה רפואית	0660333
ביו-ורקחות	1340020
גנטיקה כללית	1340069
ביולוגיה של התפתחות	1340082
ביולוגיה מולקולרית	1340119
בקרת הביטוי הגנטי	1340121
מיקרוביולוגיה ויירוולוגיה	2760413
אימונולוגיה בסיסית	