

# הפקולטה

# להנדסה ביו-רפואית

## תארים

**תואר ראשון (B.Sc.) - מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית**  
 תואר זה מקנה את הזכות לרישום בספר המהנדסים ואת הבסיס להמשך השתלמות לתארים גבוהים. משך הלימודים לקבלת התואר הראשון הוא כ-4 שנים.

**תואר ראשון כפול (B.Sc.) - מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית ופיסיקה**  
 מסלול משותף לפקולטה להנדסה ביו-רפואית ולפקולטה לפיסיקה. משך הלימודים לקבלת התואר הראשון הכפול הוא כ-4.5 שנים.

**תואר כפול (B.Sc.) - מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית ותואר MD ברפואה**  
 מסלול משותף לפקולטה להנדסה ביו-רפואית ולפקולטה לרפואה בטכניון. משך הלימודים לקבלת התואר הראשון הוא כ-9 שנים בלבד במקום 11 שנים.

**תואר שני (M.Sc.) - מגיסטר למדעים**  
 ההשתלמות לתואר השני מיועדת להרחיב ולהעמיק את הידע וההתמחות בהנדסה ביו-רפואית. ההשתלמות זו מתקבלים גם בוגרי פקולטות אחרות. הפקולטה להנדסה ביו-רפואית מעניקה תואר מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית, תואר מגיסטר למדעים וכן תואר מגיסטר להנדסה (M.E) המוקנה ללא כתיבת תיזה.

**תואר שלישי (Ph.D.) - דוקטור לפילוסופיה**  
 ההשתלמות לתואר דוקטור מיועדת להכשיר את המשתלם להיות חוקר מדעי עצמאי. במהלך ההשתלמות מבוצע מחקר יסודי בהיקף נרחב.

## לימודי הסמכה

תכנית הלימודים מקנה לסטודנט רקע בסיסי ומעמיק במדעי יסוד וידע רחב בהנדסה (הנדסת חשמל, מחשבים, מכונות וכד'), במדעי החיים והרפואה. תשתית השכלתית מגוונת זו, המשולבת בהתמחות במספר נושאים, מאפשרת לבוגר לתפוס מקום מרכזי בתחומי פעילות שונים בתעשיית ההיי-טק על תחומיה השונים, במכוני מחקר ביו-רפואי, בבתי חולים פרטיים וציבוריים ובארגוני בריאות ממשלתיים ובינלאומיים.

תכנית הלימודים מורכבת מקורסי חובה ומגוון רחב של קורסי בחירה. קורסי החובה הם במדעי היסוד (מתמטיקה, פיסיקה, כימיה ומחשבים), במדעי החיים (אנטומיה, ביוכימיה, ביולוגיה של התא ופיסיולוגיה), במקצועות הנדסיים (המיועדים לתת בסיס הנדסי רחב במכניקה, באלקטרוניקה ובקרה, בביורומרים ובתופעות הסעה) ובמקצועות פקולטיים המעמיקים את הידע ומרחיבים את היריעה בכיוון ההנדסה הביו-רפואית (תופעות ביו-חשמליות, בקרה פיזיולוגית, מכניקה של תאים ורקמות וכד'). כמו כן, נכללים במקצועות החובה הפקולטיים שני קורסי מעבדה בהנדסה ביו-רפואית, קורסי תכן ותכן מערכת, ושני קורסי פרויקט בהם מיישם הסטודנט ידע הנדסי שרכש, בתכן של מכשור ומערכות ביו-רפואיות. הפרויקטים מתבצעים בשיתוף פעולה עם התעשייה הביו-רפואית. שנת הלימודים הרביעית כוללת קורס פרויקט הנדסי קליני במחלקות קליניות בבתי החולים. קורס זה נועד להכין את הבוגר לעבודה בסביבה הנדסית/קלינית.

## חברי הסגל האקדמי

<b>מרצים בכירים</b>	<b>דיקן הפקולטה</b>
ויס דפנה	אדם דן
ילין דביר	<b>פרופסורים</b>
שניטמן ג'וזואה	אדם דן
<b>פרופסורים אמריטי</b>	ביאר רפאל *
גת יצחק	ברוקשטיין אלפרד *
דינר אורי	דרבן דוד *
לוטן נח	מזרחי יוסף
לניר יורם	מלר עמית
מרודס אליס	מרמור אברהם *
<b>* בהשתייכות משנית</b>	פינברג ג'ון *
	פרת הלל *

## פרופסורים חבריים

אזהרי חיים  
 גור משה  
 לבנברג שולמית  
 לנדסברג אמיר  
 סליקטר דרוך  
 קימל איתן  
 שהם שי

## תאור היחידה

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 ההיטק 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 והנדסת רקמות. התעשייה הביו-רפואית בארץ ובעולם היא עתירת ידע, מוטת ייצוא ומאופיינת בחדשנות, תחום וחיפוש מתמיד אחר אתגרים חדשים.

החל משנה"ל תש"ס מקיימת הפקולטה מסלול לימודים לתואר ראשון. כמו-כן, מציעה הפקולטה תכניות 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. בפקולטה מעבדות מתקדמות בשטחים השונים ומערכות מחשבים מצוידות היטב.

בוגרי הפקולטה להנדסה ביו-רפואית משתלבים בצורה מרשימה בתעשייה הביו-רפואית וכן בתעשיות אחרות. הבוגרים מאיישים תפקידי מפתח בקבוצות פיתוח, בייצור, 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 במספר תחומים הנדסיים וביולוגיים-רפואיים.

## תוכנית הלימודים

על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 165.0 נקודות לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה	125.0 נק'
מקצועות בחירה במסלול הפקולטי	30.0 נק'
מקצועות בחירה חופשית	10.0 נק'

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

### מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 1
4	2	-	5.0	אלגברה 1 מ' 104016
4	3	-	5.5	חדו"א 1 ת' 104012
3	1	-	3.5	פיסיקה 1 מ' 114071
2	2	3	3.5	כימיה כללית + מעבדה 125011
2	2	2	4.0	מבוא למחשב שפת C # 234112
<hr/>				21.5

בסמסטר זה מומלץ לקחת קורס "מגמות" 334021 (1.0 נק') במסגרת הבחירה הכללית

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 2
2	1	-	2.5	מד"ר ת' 104135
4	3	-	5.5	חדו"א 2 ת' 104013
3	1	-	3.5	פיסיקה 2 114052
-	-	3	1.0	מעבדה בפיסיקה 1 ח' 114032
3	-	-	3.0	ביולוגיה 1 134058
2	1	-	2.5	כימיה אורגנית 1 ב' 124801
3	-	-	3.0	אנגלית טכנית 324012
-	2	-	1.0	חינוך גופני 394800
<hr/>				22.0

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 3
3	2	-	4.0	פונקציות מרוכבות והתמרות אינטגרל' 104221
3	2	-	4.0	מד"ח וטורי פורייה 104223
2	-	-	2.0	מבוא לאנטומיה מיקרו' ומאקרו' 274001
2	1	-	2.5	ביוכימיה של חלבונים 134019
2	1	-	2.5	כימיה פיסיקלית 1 ב' 124503
3	1	-	4.0	תורת המעגלים החשמליים 044105
-	2	-	1.0	חינוך גופני 394800
<hr/>				20.0

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 4
2	2	-	3.0	ביופיסיקה ונוירופיסיולוגיה למהנדסים 336537
2	1	-	2.5	תהליכים ביולוגיים 336004
2	1	-	2.5	יסודות של חומרים רפואיים 334221
3	1	-	3.5	מכניקת המוצקים 084505
3	2	-	4.0	מבוא לביומכניקה של תנועה 335334
3	1	-	4.0	אותות ומערכות 044130
1	-	-	1.0	מפגשים עם התעשייה הביו-רפואית 334331
<hr/>				19.5

בסמסטר זה מומלץ לקחת קורס "מפגשים" 334331 (1.0 נק') במסגרת בחירה פקולטית

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 5
3	1	-	3.5	מבוא להסתברות ח' 104034
2	2	-	3.0	יסודות אופטיקה ופוטוניקה 336533
2	2	-	3.0	פיסיולוגיה של מערכות הגוף למהנדסים 276011
2	1	-	2.5	מתא לרקמה 336022
3	2	-	4.0	מכניקת זורמים ביולוגיים 334009
3	2	-	4.0	יסודות תכן ביו-חשמלי 334011
<hr/>				20.0

## קבלה

אופיה הרב-תחומי של ההנדסה הביו-רפואית מתאים במיוחד למועמדים בעלי התעניינות רחבת אופקים ורצון לשלב ידע בתחומים שונים של מדעים מדויקים ורפואה. במקרים רבים מגשר המהנדס הביו-רפואי בין עולם ההנדסה לבין עולם הרפואה. אי לכך חייב המהנדס הביו-רפואי להיות בעל כושר לשלב חשיבה אנליטית עם יכולת אינטגרטיבית, בתוספת מידה ניכרת של סקרנות, מקוריות מחשבתית ויצירתיות.

### מעבדות ועזרי למידה

לפקולטה להנדסה ביו-רפואית שורה של מעבדות מחקר ועזרי למידה מתקדמים, אשר עומדים לרשות הסטודנטים בנוסף לספריה פקולטית, חוות מחשבים ובתי מלאכה:

**מעבדה לביופיסיקה של מולקולות בודדות וננו-ביוטכנולוגיה**  
פרופ' עמית מלר

**מעבדה לביו-זורמים**  
ד"ר ג'וזואה שניטמן

**מעבדה לקרדיולוגיה מולקולרית, תאית, ומערכתית**  
פרופ' אמיר לנדסברג

**מעבדה להתמיינות תאי גזע והנדסת רקמות**  
פרופ' שולמית לבנברג

**מעבדה להנדסת רקמות**  
פרופ' דרור סליקטר

**מעבדה להנדסת ממשקים עצביים**  
פרופ' שי שהם

**מעבדה לדימות רפואית**  
פרופ' חיים אזהרי

**מעבדה לחקר הראיה**  
פרופ' משה גור

**מעבדה לביומכטרוניקה שיקומית וביומכניקה אורתופדית**  
פרופ' יוסף מזרחי

**מעבדה לעבוד והדמיית אותות ותמונות באולטרסאונד**  
פרופ' דן אדם

**מעבדה למכניקה ותפקוד של אברים ורקמות**  
פרופ' יורם לניר

**מעבדה למיקרו זרימה**  
פרופ' אורי דינר

**מעבדה לאולטרסאונד טיפולי וביומכניקה של התא**  
פרופ' איתן קימל

**מעבדה לביו-מיקרו-ריאולוגיה**  
ד"ר דפנה ויס

**מעבדה לאופטיקה ביו-רפואית**  
ד"ר דביר ילין

**מעבדה לביוחומרים**  
פרופ' נח לוטן

**מעבדה לעיבוד אותות ביולוגיים וזיהוי של תבניות ביולוגיות**  
פרופ' יצחק גת

**מעבדה לביוכימיה פיסיקלית של רקמות חיבור**  
פרופ' אליס מרודס

**ביומכניקה**

ה'	ת'	מ'	נק'	בחירת ליבה
2	1	-	2.5	336021 ננו-חלקיקים בביו'ל, מכניקה וריאולוגיה
3	2	-	4.0	336506 ביומכניקה שיקומית
3	2	-	4.0	336517 ביו-הנדסה של התא
-	-	4	2.0	336518 מעבר חום במערכות ביולוגיות
-	-	-	12.5	336522 מבוא לבקרה במערכות ביו-רפואיות
ה'	ת'	מ'	נק'	בחירה מישנית
-	-	4	2.0	336305 זרימה במערכות ביולוגיות
-	-	9	3.0	336326 ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים
-	-	-	5.0	336509 ביומכניקה של רקמות
-	-	-	5.0	336520 * שתלים אורטופדיים ותחליפי רקמה
-	-	-	3.5	336521 * עקרונות הנדסיים של מערכת הקרדיו
-	-	-	2.0	336526 * איברים מטבוליים מלאכותיים
-	-	-	2.5	336530 ניתוח הנדסי של מערכות נשימה
-	-	-	2.5	336535 אולטראסאונד טיפולי
-	-	-	2.5	336539 זרימה במערכת הנשימה
-	-	-	3.0	034033 אנליזה נומרית מ'
-	-	-	2.5	035001 מבוא לרובוטיקה
-	-	-	3.0	035021 תכן ויצור של התקנים מיקרו-מכניים
-	-	-	2.5	036049 רשתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה
-	-	-	3.0	086574 אלמנטים סופיים בהנדסה אירונאוטי
-	-	-	3.5	094423 מבוא לסטטיסטיקה

**הנדסת רקמות וביוחומרים**

ה'	ת'	מ'	נק'	בחירת ליבה
2	1	-	2.5	336021 ננו-חלקיקים בביו'ל, מכניקה וריאולוגיה
2	-	-	2.0	336405 יסודות הנדסיים בביו'לוגיה ובביוטכנולוגיה
2	1	-	2.5	336517 ביו-הנדסה של התא
2	1	-	2.5	336529 הנדסת רקמות ותחליפים ביולוגיים
ה'	ת'	מ'	נק'	בחירה מישנית
2	1	-	2.5	336214 ניתוח תהליכים במערכת הראיה
2	1	-	2.5	336326 ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים
2	-	-	2.0	336401 ביוחומרים
2	-	-	2.0	336508 * ביופיסיקה של רקמות חיבור
2	1	-	2.5	336509 ביומכניקה של רקמות
2	1	-	2.5	336520 * שתלים אורטופדיים ותחליפי רקמה
3	1	-	3.5	336521 * עקרונות הנדסיים של מערכת הקרדיו
2	-	-	2.0	336526 * איברים מטבוליים מלאכותיים
2	1	-	2.5	336528 שחרור מבוקר של תרופות
2	-	-	2.0	336531 עקרונות של חיישנים ביוכימיים
2	1	-	2.5	336538 ביו-הנדסה של מולקולות
2	2	-	3.0	035021 תכן ויצור של התקנים מיקרו-מכניים
3	1	-	3.5	094423 מבוא לסטטיסטיקה

\* ניתן אחת לשנתיים

**אשכול קורסי בחירה למתעדתים להמשיך למסלול רפואה 4 שנתי לבוגרי תואר ראשון**

ה'	ת'	מ'	נק'	בחירה מישנית
3	1	-	3.5	134020 גנטיקה (בחירה מישנית)
2	1	-	2.5	@134082 ביולוגיה מולקולארית (בחירה חופשית)
3	-	-	3.0	@134121 מיקרוביולוגיה ווירולוגיה (ב. חופשית)

@ לשנה ד' בלבד. דרוש אישור מרכז לימודי הסמכה.

**לסטודנטים מצטיינים מוצעים 2 קורסי התנסות במחקר: אחד יוכר כבחירה פקולטית והשני כבחירה החופשית**

ה'	ת'	מ'	נק'	בחירה מישנית
1	-	-	2.0	334019 מעבדה מתקדמת בה. ביו-רפואית
2	-	-	2.0	334020 מעבדה מתקדמת בה. ביו-רפואית

ה'	ת'	מ'	נק'	בחירה מישנית
2	1	-	2.5	336502 עקרונות הדמיה
3	2	-	4.0	336403 תופעות מעבר במערכות פיסיולוגיות
3	2	-	4.0	334010 תכן ביומכני בסיסי
-	-	4	2.0	334012 מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 1

קורסי בחירה פקולטיים

ה'	ת'	מ'	נק'	בחירה מישנית
-	-	4	2.0	334013 מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 2
-	-	9	3.0	335014 פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1

קורסי בחירה פקולטיים

ה'	ת'	מ'	נק'	בחירה מישנית
1	-	-	1.5	335016 פרויקט קליני-הנדסי
-	-	9	3.0	335015 פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2

4.5

**הערות**

חלק מהקורסים ניתנים אחת לשנה ומהווים חלק משרשרת, לכן מומלץ מאד לקחתם עפ"י התכנית המומלצת על מנת למנוע עיכוב בסיום התואר.

מאחר שיתכנו שינויים עתידיים בתכנית הלימודים חובה על כל סטודנט להתעדכן בתחילת כל שנה אקדמית בפרטי השינויים, באם יחולו.

**קורסי בחירה**

**יש לצבור לפחות 30 נק', מתוכן לפחות 22 נק' ממקצועות הניתנים ע"י הפקולטה.**

רשימת קורסי הבחירה מורכבת משתי רשימות, מתוכן יבחר הסטודנט:

1. קורסי ליבה: קורסים בהיקף של 17 נק' לפחות
2. קורסי בחירה מישנית: קורסים בהיקף של 13 נק'

**הסיווג לתחומי ההתמחות ניתן כהמלצה בלבד**  
חלק מהקורסים מומלצים ביותר מתחום התמחות אחד

**הדמיה ואותות רפואיים**

ה'	ת'	מ'	נק'	בחירת ליבה
2	1	-	2.5	336020 תופעות ביו-חשמליות
2	1	-	2.5	336208 שיטות באנליזה של אותות ביולוגיים
2	1	-	2.5	336325 אולטראסאונד ברפואה
2	2	-	3.0	336522 מבוא לבקרה במערכות ביו-רפואיות

ה'	ת'	מ'	נק'	בחירה מישנית
2	-	-	2.0	334303 המוח והמחשב
2	1	-	2.5	336023 יישומי אופטיקה ביו-רפואית
2	1	-	2.5	336214 ניתוח תהליכים במערכת הראיה
2	1	-	2.5	336326 ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים
2	-	-	2.0	336504 עקרונות תהודה מגנטית
3	1	-	3.5	336521 * עקרונות הנדסיים של מערכת הקרדיו
2	1	-	2.5	336523 מכשור רפואי, סטנדרטים ובטיחות
2	2	-	3.0	034033 אנליזה נומרית מ'
2	1	-	3.0	044198 מבוא לעיבוד ספרתי של אותות
2	1	-	3.0	044202 אותות אקראיים
2	1	-	3.0	046197 שיטות חישוביות באופטימיזציה
2	1	-	3.0	046200 עיבוד וניתוח תמונות
2	1	-	3.0	046201 מבוא לעיבוד אותות אקראיים
2	1	-	3.0	046332 מערכות ראייה ושמיעה
2	1	-	3.0	046041 רשתות עצביות ביולוגיות
3	1	-	3.5	094423 מבוא לסטטיסטיקה

# המסלול לתואר כפול הנדסה ביו-רפואית - רפואה

מסלול לימודים משותף לפקולטה להנדסה ביו-רפואית ולפקולטה לרפואה בטכניון. התכנית מיועדת למספר מצומצם של סטודנטים מצטיינים, אשר בנוסף להכשרתם כמהנדסים מעוניינים להשתלב בלימודי הרפואה. מסלול יחודי זה מקנה תואר משולב: מוסמך למדעים B.Sc. בהנדסה ביו-רפואית ותואר ברפואה MD וזאת לאחר 9 שנות לימוד בלבד במקום 11 שנים.

מטרת המסלול היא להכשיר את טובי המדענים/רופאים אשר יהיו בעלי ידע מעמיק הן בהנדסה והן ברפואה, שיוכלו להוביל מחקרים, פיתוחים ויישומים קליניים בשטחי הרפואה, האקדמיה והתעשייה. הרפואה המודרנית, בצידה האבחנתי ובצידה הטיפולי, הופכת למורכבת יותר ויותר, עקב הידע הרב המצטבר ומורכבות השיטות, הצידוד 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. כמובן שגם תעשית ההיי-טק מתפתחת בקצב מהיר בכיוון זה, וכיום 45% מחברות ההזנק בארץ עוסקות בפיתוח שיטות ומוצרים רפואיים וביולוגיים. האנשים המובילים היום בעולם המערבי במחקר, בפיתוח ובקליניקה הרפואית הם ברובם בעלי השכלה משולבת – הנדסית/מדעית ורפואית.

סטודנטים שיתקבלו למסלול המשותף ילמדו בשנתיים הראשונות בעיקר מקצועות מתחום ההנדסה הביו-רפואית ובהמשך, רוב המקצועות יהיו מתחום הרפואה מהשלב הקדם-קליני. בסוף השנה החמישית יוענק לסטודנטים תואר מוסמך למדעים B.Sc. בהנדסה ביו-רפואית וכן תואר ראשון B.Sc. במדעי הרפואה. החל מהשנה השישית יצטרפו הסטודנטים לשלב הלימודים הקליניים (ראה מידע בפקולטה לרפואה), שבסיומם יוסמכו כרופאים ויקבלו תואר MD.

המועמדים יהיו חייבים לעמוד בדרישות הקבלה לשתי הפקולטות ובנוסף לעבור את מבחני הקבלה ברפואה.

## תוכנית הלימודים

על מנת להשלים את התואר הכפול יש לצבור 246.0 נקודות לפי

הפרוט הבא:

מקצועות מהנדסה ביו-רפואית	127.0 נק'
מקצועות מרפואה	119.0 נק'
סה"כ נקודות לקבלת התואר הכפול	246.0 נק'

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

### מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

סמסטר 1	ה'	ת'	מ'	נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
אלגברה 1 מ'	4	2	-	5.0
חדו"א 1 ת'	4	3	-	5.5
פיסיקה 1 מ'	3	1	-	3.5
כימיה כללית + מעבדה	2	2	2	3.5
מבוא למחשב שפת C	2	2	4	4.0
חינוך גופני	-	2	-	1.0
				22.5

סמסטר 2	ה'	ת'	מ'	נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
מד"ר ת'	2	1	-	2.5
חדו"א 2 ת'	4	3	-	5.5
פיסיקה 2	3	1	-	3.5
מעבדה בפיסיקה 1 ח'	-	-	3	1.0
אנגלית טכנית	4	-	-	3.0
חינוך גופני	-	2	-	1.0
ברפואה				
כימיה אורגנית רב"מ	4	2	-	5.0
				21.5

סמסטר 3	ה'	ת'	מ'	נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
מבוא להסתברות ח'	3	1	-	3.5
מד"ח וטורי פורייה	3	2	-	4.0
תורת המעגלים החשמליים	3	1	-	4.0
יסודות אופטיקה ופוטוניקה	2	2	-	3.0
ברפואה				
כימיה פיסיקלית ר'	3	2	-	4.0
אנטומיה 1	3	-	3	4.0
				22.5

סמסטר 4	ה'	ת'	מ'	נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
מכניקת מוצקים 1	3	1	-	3.5
פונקציות מרוכבות והתמרות אינטג'	3	2	-	4.0
מבוא לביומכניקה של תנועה	3	2	-	4.0
אותות ומערכות	3	1	-	4.0
יסודות של חומרים רפואיים	2	1	-	2.5
ברפואה				
אנטומיה 2	4	-	3	4.5
				22.5

סמסטר 5	ה'	ת'	מ'	נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
מכניקת זורמים ביולוגיים	3	2	-	4.0
יסודות תכן ביו-חשמלי	3	2	-	4.0
קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית *	10.0			
ברפואה				
מהי פילוסופיה	2	-	-	1.5
להיות רופא - חשיפה למקצוע הרפואה (1)	-	-	1.5	0.5
התא 1	4	1	-	4.0
				24.0

סמסטר 6	ה'	ת'	מ'	נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
תכן ביומכני בסיסי	3	2	-	4.0
תופעות מעבר במערכות פיסיולוגיות	3	2	-	4.0
מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 1	-	-	4	2.0
עקרונות הדמיה ברפואה	2	1	-	2.5
קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית *	10.0			
ברפואה				
התא 2	3	1	1	3.5
סוגיות בפילוסופיה של מדעי החיים	2	-	-	1.5
להיות רופא - חשיפה למקצוע הרפואה (2)	-	-	1.5	0.5
				28.0

סמסטר 7	ה'	ת'	מ'	נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 2	3	-	4	2.0
פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1	-	-	9	3.0
ברפואה				
מבוא לרפואה דחופה	1	-	3	2.0
פסיכולוגיה וסוציולוגיה 1 לרפואה	2	-	-	1.5

# תואר כפול הנדסה ביו-רפואית פיסיקה

מסלול הלימודים המשותף לפקולטה להנדסה ביו-רפואית ולפקולטה לפיסיקה בטכניון הינו תכנית חדשנית המיועדת למספר מצומצם של סטודנטים מצטיינים, המעוניינים לפתח ידע מדעי וטכנולוגי בתחומי ההנדסה הביו-רפואית בשילוב עם ידע והבנה פיסיקליים עמוקים יותר של תופעות וכלי מחקר מודרניים בהנדסה ביו-רפואית. מסלול ייחודי זה מקנה תואר כפול: מוסמך למדעים B.Sc. בהנדסה ביו-רפואית ו- מוסמך למדעים B.Sc. בפיסיקה, במסלול הנמשך כ- 4.5 שנים. בנוסף להכשרה בהנדסה הביו-רפואית, המסלול כולל קורסי חובה רחבים במכניקה אנליטית ובפיסיקה קוונטית, סטטיסטיקה ואלקטרו-מגנטית ואפשרויות בחירה רבות בין קורסים רלוונטיים הן בפיסיקה והן בהנדסה ביו-רפואית.

מטרת המסלול היא להכשיר מהנדסים/מדענים אשר יהיו בעלי ידע מעמיק הן בהנדסה הביו-רפואית והן בפיסיקה. ראייה משולבת-רחבה כזו נדרשת כיום במידה גוברת בחזית הפיתוח של מכשור ביו-רפואי המסתמך על תופעות פיסיקליות מורכבות, למשל בתחומי האופטיקה הביו-רפואית, הדימות הגרעיני והמגנטי והננו-רפואה. כמו-כן, נושאי מחקר ביו-רפואיים מתקדמים רבים מסתמכים כיום במידה רבה מאוד על כלים ניסיוניים ותיאורטיים מתקדמים שפותחו במקור בפיסיקה, ומסתמכים על ידע פיסיקלי והנדסי מתקדם.

## תוכנית הלימודים

על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 182.5 נקודות לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה	142.5 נק'
מקצועות בחירה במסלול הפקולטי	30.0 נק'
מתוכם 1 – 2 קורסים מהרשימה של פיסיקה	
מקצועות בחירה חופשית	10.0 נק'

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

### מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 1
4	2	-	5.0	אלגברה 1 מ' 104016
4	3	-	5.5	חדו"א 1ת' 104012
4	2	-	5.0	פיסיקה 1 פ' 114074
2	2	3	3.5	כימיה כללית + מעבדה 125011
2	2	2	4.0	מבוא למחשב שפת C # 234112
4	-	-	0.0	בטיחות במעבדות חשמל * 044102
<hr/>				23.0

\* חד פעמי במהלך הסמסטר בהתאם להנחיות שיפורסמו בנפרד  
# יוכר גם 234111 מבוא למדעי המחשב (4.0 נק')

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 2
3	-	-	3.0	ביולוגיה 1 134058
2	1	-	2.5	מד"ר ת' 104135
4	3	-	5.5	חדו"א 2ת' 104013
4	2	-	5.0	פיסיקה 2 פ' 114076
-	-	3	1.0	מעבדה בפיסיקה 1 ח' 114032
2	1	-	2.5	כימיה אורגנית 1 ב' 124801
3	-	-	3.0	אנגלית טכנית 324012
<hr/>				22.5

274234	להיות רופא (3)	-	-	1.0
276200	היסטולוגיה	3	-	4.5
274215	תורשת האדם	3	1	3.5
274238	ביוכימיה כללית ר'	5	2	6.0
<hr/>				23.5

סמסטר 8	ה'	ת'	מ'	נק'
<b>בהנדסה ביו-רפואית</b>				
335015	-	-	9	3.0
				7.0
				4.0
				1.5
				3.0
				1.0
				5.0
				1.0
				4.0
<hr/>				29.5

סמסטר 9	ה'	ת'	מ'	נק'
<b>ברפואה</b>				
274318	2	-	-	2.0
274320	2	-	-	2.0
274323	3	1	3	4.5
274348	3	1	3	4.0
274353	2	1	-	2.0
276203	5	-	1.5	5.5
274331	4	-	3	5.0
274326	-	-	1.5	1.0
274328	3	-	-	3.0
<hr/>				29.0

סמסטר 10	ה'	ת'	מ'	נק'
<b>ברפואה</b>				
274352	2	-	-	2.0
274354	4	-	1	4.0
274349	4	-	3	4.5
274314	1	-	1	1.0
274327	-	-	1.5	1.0
<hr/>				23.0

\* קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית - ראה תוכנית הלימודים של הפקולטה להנדסה ביו-רפואית

בשנה"ל ה- 6, 7, 8 ילמדו הסטודנטים את השנים ד', ה' ו'

של לימודי רפואה.

בשנה"ל ה- 9 יתבצע הסטאז'.

**הנדסה ביו-רפואית**

**1. קורסי ליבה**

**@ לפחות 2 מהקורסים המסומנים**

נק'	מ'	ת'	ה'	
2.5	-	1	2	@334221 יסודות של חומרים רפואיים
2.5	-	1	2	336020 תופעות ביו-חשמליות
2.5	-	1	2	336021 ננו-חלקיקים בביו' מכניקה וראולוגיה
2.5	-	1	2	@336022 מתא לרקמה
2.5	-	1	2	336023 יישומי אופטיקה ביו-רפואית
2.5	-	1	2	336208 שיטות באנליזה של אותות ביולוגיים
2.5	-	1	2	336325 אולטראסאונד ברפואה
2.0	-	-	2	336405 יסודות הנדסיים בביולוגיה ובביוטכנו
2.5	-	1	2	@336502 עקרונות הדמיה
2.0	-	-	2	336504 עקרונות תהודה מגנטית
2.5	-	1	2	336506 ביומכניקה שיקומית
2.5	-	1	2	336517 ביו-הנדסה של התא
3.0	-	2	2	336518 מעבר חום במערכות ביולוגיות
3.0	-	2	2	336522 מבוא לבקרה במערכות ביו-רפואיות
2.5	-	1	2	336529 הנדסת רקמות ותחליפים ביולוגיים
3.0	-	2	2	@336533 יסודות אופטיקה ופוטוניקה

**2. קורסי בחירה משנית**

נק'	מ'	ת'	ה'	
2.0	6	-	-	** 334019 מעבדה מתקדמת בה. ביו-רפואית 1
2.0	6	-	-	** 334020 מעבדה מתקדמת בה. ביו-רפואית 2
2.0	-	-	2	334303 המח והמחשב
2.5	-	1	2	336214 נתוח תהליכים במערכת הראיה
2.0	-	-	2	336305 זרימה במערכות ביולוגיות
2.5	-	1	2	336326 ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים
2.0	-	-	2	336401 ביוחומרים
2.5	-	1	2	336501 סיווג ואישכול בזהוי תבניות ביולוגיות
2.0	-	-	2	* 336508 ביופיסיקה של רקמות חיבור
2.5	-	1	2	336509 ביומכניקה של רקמות
2.5	-	1	2	* 336520 שתלים אורטופדיים ותחליפי רקמה
3.5	-	1	3	* 336521 עקרונות הנדסיים של מערכת הקרדיו'
2.5	-	1	2	336523 מכשור רפואי – סטנדרטים ובטיחות
2.0	-	-	2	* 336526 איברים מטבוליים מלאכותיים
2.5	-	1	2	336528 שחרור מבוקר של תרופות
2.5	-	1	2	336530 ניתוח הנדסי של מערכות נשימה
2.0	-	-	2	336531 עקרונות של חיישנים ביוכימיים
2.5	-	1	2	336535 אולטראסאונד טיפולי
3.0	-	1	2	044198 מבוא לעיבוד ספרתי של אותות
3.0	-	1	2	044202 אותות אקראיים

\* ניתן אחת לשנתיים

\*\* ניתן לבחור אחד מביניהם

**פיסיקה**

נק'	מ'	ת'	ה'	
3.5	-	1	3	& 116214 פיסיקה של גרעינים וחלקיקים יסודיים
3.5	-	1	3	& 116217 פיסיקה של מצב מוצק
3.5	-	1	3	116029 מבוא לביופיסיקה
3.5	-	1	3	& 116354 אסטרופיסיקה וקוסמולוגיה

& קורסים נחוצים לממשיכים ללימודי תואר II בפיסיקה



סמסטר 3	נק'	מ'	ת'	ה'	
274001	2.0	-	-	2	מבוא לאנטומיה מיקרו' ומאקרו'
104034	3.5	-	1	3	מבוא להסתברות ח'
104223	4.0	-	2	3	מד"ח וטורי פוריה
104221	4.0	-	2	3	פונקציות מרוכבות והתמרות אינט'
134019	2.5	-	1	2	ביוכימיה של חלבונים
114030	1.0	3	-	-	מעבדה לפיסיקה 2 מח'
114101	4.0	-	2	3	מכניקה אנליטית
114086	3.5	-	1	3	גלים

24.5

סמסטר 4	נק'	מ'	ת'	ה'	
336537	3.0	-	2	2	ביופיסיקה ונירופיסיולוגיה למהנדסים
336004	2.5	-	1	2	מבוא לתהליכים ביולוגיים
084505	3.5	-	1	3	מכניקת המוצקים
335334	4.0	-	2	3	מבוא לביומכניקה של תנועה
044105	4.0	-	1	3	תורת המעגלים החשמליים
115203	5.0	-	2	4	פיסיקה קוונטית 1

22.0

סמסטר 5	נק'	מ'	ת'	ה'	
115204	5.0	-	2	4	פיסיקה קוונטית 2
044130	4.0	-	1	3	אותות ומערכות
276011	3.0	-	2	2	פיסיולוגיה של מערכות הגוף למהנדסים
334009	4.0	-	2	3	מכניקת זורמים ביולוגיים
334011	4.0	-	2	3	יסודות תכן ביו-חשמלי
394800	1.0	-	-	-	חינוך גופני

21.0

סמסטר 6	נק'	מ'	ת'	ה'	
114245	4.0	-	1	3	תורה אלקטרומגנטית
115211	4.0	-	2	3	פיסיקה סטטיסטית ותרמית
336403	4.0	-	2	3	תופעות מעבר במערכות פיסיולוגיות
334010	4.0	-	2	3	תכן ביומכני בסיסי
334012	2.0	4	-	-	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 1
394800	1.0	-	-	-	חינוך גופני

19.0

סמסטר 7	נק'	מ'	ת'	ה'	
334013	2.0	4	-	-	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 2
335014	3.0	9	-	-	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1
114031	2.5	3	-	1	מעבדה לפיסיקה 4 מח'

7.5

סמסטר 8	נק'	מ'	ת'	ה'	
335015	3.0	9	-	-	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2

3.0

סמסטר 9	נק'	מ'	ת'	ה'	
					קורסי בחירה פקולטיים

**קורסי בחירה**

יש לצבור לפחות 30.0 נק' מהרשימה  
מתוכן 7.0-3.5 נק' מפיסיקה והשאר  
מהנדסה ביו-רפואית (לפחות 12 נק' מהליבה)