

בנוסף לתעשייה הביו-רפואית קיימת פעילות ענפה במכוני מחקר ומוסדות אקדמיים בנושאים הדורשים ידע רב תחומי בהנדסה ביו-רפואית.

## לימודי הסמכה

### המסלול בהנדסה ביו-רפואית

תכנית הלימודים בהנדסה ביו-רפואית בטכניון מקנה לסטודנט רקע בסיסי ומעמיק במדעי יסוד, במדעי החיים והרפואה וידע רחב ומעמיק בהנדסה ביו-רפואית. תשתית השכלתית מגוונת זו, המשולבת בהתמחות במספר נושאים, מאפשרת לבוגר 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 במגמות. קורסי החובה הם במדעי היסוד (מתמטיקה, פיזיקה, כימיה ומחשבים), במדעי החיים והרפואה (אנטומיה, ביוכימיה, ביולוגיה של התא ופיזיולוגיה), במקצועות הנדסיים המיועדים לתת בסיס הנדסי רחב (אותות ומערכות, תכן חשמלי, יסודות המכניקה, תכן מכני, ביו-חומרים, תופעות מעבר ויסודות אופטיקה). כמו כן נכללים במקצועות החובה הפקולטיים מקצועות שמטרתם להעניק לסטודנט נסיון מעשי ומעבדתי ולעודד את היצירתיות, ביניהם 4 קורסי מעבדה בהנדסה ביו-רפואית ו-2 קורסי פרויקט בתעשייה, בהם מיישם הסטודנט ידע הנדסי שרכש בתכן של מכשור ומערכות ביו-רפואיות. בשנה ד', במקום קורס "פרויקט" ניתן ללמוד קורס יזמות "חדשנות רפואית במודל ביודיזיין". כמו כן, ניתן ללמוד לקבלת תעודת התמחות משנית במנהיגות יזמית כמפורט בהמשך. בנוסף, מתקיים קורס פרויקט קליני/הנדסי במחלקות קליניות בבתי החולים, שחושף בפני הסטודנט את הסביבה הקלינית ומעלה צרכים הנדסיים הדורשים מענה. באמצעות קורס זה ניתן ליזום נושאים לקורס הפרויקט ההנדסי המתקיים בשנה הרביעית, המתבצע בשיתוף פעולה עם התעשייה הביו-רפואית.

בנוסף למקצועות החובה על הסטודנט ללמוד 2 מגמות התמחות. מגמות הבחירה הינן: מגמת הדמיה ואותות רפואיים, מגמת ביומכניקה וזרימה ומגמת הנדסת רקמות וביו-חומרים.

**מסלול זה מקנה תואר מוסמך למדעים B.Sc. בהנדסה ביו-רפואית.**

### בנוסף למסלול בהנדסה ביו-רפואית מציעה הפקולטה את שני המסלולים הבאים:

#### התכנית המשולבת בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה

מסלול הלימודים המשולב לפקולטה להנדסה ביו-רפואית ולפקולטה לפיזיקה בטכניון הינו תכנית חדשנית המיועדת לסטודנטים מצטיינים\*, המעוניינים לפתח ידע מדעי וטכנולוגי בתחומי ההנדסה הביו-רפואית בשילוב עם ידע והבנה פיזיקליים עמוקים יותר של תופעות וכלי מחקר מודרניים בהנדסה ביו-רפואית.

בנוסף להכשרה בהנדסה הביו-רפואית, המסלול כולל קורסי חובה רחבים במכניקה אנליטית ובפיזיקה קוונטית, סטטיסטיקה ואלקטרו-מגנטית ואפשרויות בחירה רבות בין קורסים רלוונטיים הן בפיזיקה והן בהנדסה ביו-רפואית.

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

**מסלול יחודי זה מקנה תואר מוסמך למדעים B.Sc. בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה, במסלול הנמשך כ-4 שנים.**

\* יתכנו חפיפות בין קורסים במערכת השעות/ואו בין בחינות. על הסטודנטים יהיה לדאוג להשלמות בהתאם.

# הפקולטה להנדסה ביו-רפואית

## חברי הסגל האקדמי

### פרופסורים אמריטי

אדם דן  
גת יצחק  
לוטן נח  
לניר יורם  
מזרחי יוסף  
מרודס אליס  
קימל איתן

דיקנית הפקולטה  
לבנברג שולמית

### פרופסורים

גרעיני יובל  
לבנברג שולמית  
מלר עמית

### פרופסורים חברים

אזהרי חיים  
ויס דפנה  
ילין דביר  
יניב יעל  
לנדסברג אמיר  
סליקטר דרור  
שניטמן גיזואה

### פרופסורי משנה /

#### מרצים בכירים

בהר יואכים  
דאניאל ראמו  
ונדורנה קתרין  
מואסי פיראס  
פישר אריאל  
פרייפלד לימור  
פריימן מוטי  
קורין נתנאל  
רוטנברג מנחם (חמי)  
שכטמן יואב  
שמאי יוסי

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

החל משנת 1999 מקיימת הפקולטה מסלול לימודים לתואר ראשון ובו מסלולים מגוונים ויחודיים. 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 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.

## תכנית הלימודים לתואר כפול בהנדסה ביו-רפואית וברפואה

- מעבדה לביולוגיה סינתטית וביואלקטרוניקה  
פרופ"מ ראמוז דאניאל
- מעבדה למכאנוביולוגיה של סרטן ופצעים  
פרופ"ח דפנה ויס
- מעבדה לדימויות רב מערכתית פרה קלינית  
ד"ר קתרין ונדורנה
- מעבדה לאופטיקה ביו-רפואית  
פרופ"ח דביר ילין
- מעבדה למערכות ביואנרגטיות וביו-חשמליות  
פרופ"ח יעל יניב
- מעבדה להנדסת רקמות ותאי גזע  
פרופ' שולמית לבנברג
- מעבדה לביו-חומרים  
פרופ' אמריטוס נח לוטן
- מעבדה לקרדיולוגיה מולקולרית וחקר השריר  
פרופ"ח אמיר לנדסברג
- מעבדה לחקר והנדסת שיקום התנועה  
ד"ר פיראס מואסי
- מעבדה לביו-ננוטכנולוגיה  
פרופ' עמית מלר
- מעבדה להנדסת רקמות וביו-חומרים  
פרופ"ח דרור סליקטר
- מעבדה לביומכניקה יישומית ומכשור לביש  
ד"ר אריאל פישר
- מעבדת MRI חישובית  
ד"ר מוטי פריימן
- מעבדה לנוירו-הנדסה  
ד"ר לימור פרייפלד
- מעבדה להנדסת ננורפואה קרדיוסקולרית  
ד"ר נתנאל קורין
- מעבדה לאולטרסאונד טיפולי וביומכניקה של התא  
פרופ' אמריטי איתן קימל
- מעבדה לממשקים ביו-חשמליים וביו-מכניים  
ד"ר מנחם רוטנברג (חמי)
- מעבדה לננו-ביואופטיקה  
ד"ר יואב שכטמן
- מעבדה להנדסת ננו-רפואה ממוחשבת לסרטן  
ד"ר יוסי שמאי
- מעבדה לזרמים ביולוגיים  
פרופ"ח גיזואה שניטמן

מסלול לימודים משותף לפקולטה להנדסה ביו-רפואית ולפקולטה לרפואה, המיועד לתלמידים מצטיינים בעלי סכס גבוה במיוחד.

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 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.

בתכנית ילמדו תלמידים שהתקבלו ישירות ללימודי רפואה ומעוניינים ללמוד בנוסף תואר בהנדסה ביו-רפואית.

**מסלול יחודי זה מקנה תואר כפול: מוסמך למדעים (B.Sc.) בהנדסה ביו-רפואית ותואר בוגר למדעים (B.Sc.) במדעי הרפואה. קבלת תואר ברפואה MD תתאפשר עם סיום כלל החובות בתכנית לתואר כפול בנוסף ל- 3 שנים קליניות ושנת סטאז' (ראה תקנון רפואה שנים קליניות).**

### תאור התכנית

משך התכנית המשותפת חמש שנים. בשנים הראשונות נלמד הבסיס במדעים מדויקים, בהנדסה, במדעי החיים וברפואה. בהמשך התכנית נלמדים מקצועות מרפואה, במקביל למקצועות בהנדסה ביו-רפואית. ניתן לסיים בשנה רביעית את לימודי ההנדסה הביו-רפואית ובשנה החמישית ללמוד את מקצועות הרפואה בלבד. השלמת החובות בכל תואר הם בהתאם לנהלי הפקולטה הרלוונטית. מעבר לחטיבה הקלינית יתאפשר לאחר עמידה בכל מקצועות התכנית לתואר כפול ולפי תקנון רפואה.

\*כלל ההקלות הניתנות בתכנית רלוונטיות למסיימים את שני התארים. סיום אחד התארים בלבד דורש השלמה מלאה של דרישות אותו התואר.

### 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 למדידות באולטרסאונד  
פרופ' אמריטוס דן אדם

- מעבדה להדמייה רפואית  
פרופ"ח חיים אזהרי

- מעבדה לבינה מלאכותית ברפואה  
ד"ר יואכים בהר

- מעבדה לביופיסיקה וננו-דינמיקה  
פרופ' יובל גרעיני

# תכנית הלימודים לתואר ראשון בהנדסה ביו-רפואית

## תכנית הלימודים

על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 160.0 נקודות

לפי הפרוט הבא:

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 5
3	1	-	3.5	מסלולים מטבוליים 134113
3	1	-	3.5	פיזיולוגיה של מערכות הגוף למהנדסים 276011
3	2	-	4.0	יסודות תכן ביו-חשמלי 334011
2	1	-	2.5	מתא לרקמה 336022
2	2	-	3.0	יסודות אופטיקה ופוטוניקה 336533
2	2	-	3.0	תופעות מעבר במערכות פיזיולוגיות 337403
				19.5

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 6
-	-	4	2.0	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 1 335001
2	2	-	3.0	תכן ביומכני בסיסי 335010
1	-	2	1.5	פרויקט קליני-הנדסי 335016
-	-	-	3.5	קורסי בחירה פקולטיים
-	-	-	10.0	מבוא לסטטיסטיקה 094423

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 7
-	-	9	4.0	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1 @334014
				4.0

@ בשנה ד', במקום קורס פרויקט, ניתן ללמוד את הקורס היזמי: חדשנות רפואית במודל ביוזיין 1+2 336024, 336025 (נק' 6.0)  
בסמסטר זה מומלץ לקחת קורס "מחקרים עדכניים" 336026 (נק' 1.0) בבחירה חופשית.

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 8
-	-	9	3.0	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2 335015
				או
-	-	9	4.0	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2 334015
				3.0
				או
				4.0

### 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.

מקצועות חובה  
מקצועות בחירה במסלול הפקולטי 119.0 / 120 נק'  
מקצועות בחירה חופשית: 6.0 נק' העשרה 31.0 נק'  
4.0 נק' בחירה חופשית 10.0 נק'

\* הבחורים ללמוד פרויקט 2 334015 (נק' 4.0) יצברו 161.0 נק'

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

### מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 1
4	-	-	0.0	בטיחות במעבדות חשמל 044102
4	2	-	5.0	אלגברה 1 מ' 104016
4	2	-	5.0	חדו"א 1 מ' 104018
3	1	-	3.5	פיזיקה 1 מ' 114071
2	2	-	3.0	כימיה כללית 125001
3	-	-	3.0	ביולוגיה 1 134058
2	2	-	1.0	חינוך גופני 394800
				20.5

\* חובה להירשם למקצוע זה. ההרצאות ינתנו במהלך הסמסטר, בהתאם להנחיות שיפורסמו בנפרד.  
בסמסטר זה מומלץ לקחת קורס "מגמות" 334021 (נק' 1.0) כבחירה חופשית.

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 2
4	3	-	5.5	חדו"א 2 ת' 104013
2	1	-	2.5	מד"ר ת' 104135
3	1	-	3.5	פיזיקה 2 114052
2	1	-	2.5	כימיה אורגנית 1 ב' *124801
2	2	2	4.0	מבוא למחשב שפת פייתון 234128
3	-	-	3.0	אנגלית טכנית מתקדמים ב' 324033
				21.0

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 3
3	2	-	4.0	תורת המעגלים החשמליים 044105
3	2	-	4.0	פונקציות מרוכבות והתמרות אינטגרל' 104221
3	2	-	4.0	מד"ח וטורי פורייה 104223
2	1	-	2.5	כימיה פיזיקלית 1 ב' 124503
2	1	-	2.5	מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה 134019
2	-	-	2.0	מבוא לאנטומיה מיקרו' ומאקרו' 274001
-	2	-	1.0	חינוך גופני 394800
				20.0

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 4
4	2	-	5.0	אותות ומערכות 044131
3	3	-	3.5	מבוא להסתברות ח' 104034
2	2	-	3.0	ביופיזיקה ונירופיזיולוגיה למהנדסים 336537
2	1	-	2.5	יסודות של חומרים רפואיים 334221
2	2	-	3.0	מכניקת זורמים ביולוגיים 335009
3	2	-	4.0	יסודות הביומכניקה 334222
				21.0

בסמסטר זה מומלץ ללמוד את הקורס "מפגשים עם התעשייה" 334331 (נק' 1.0) במסגרת בחירה פקולטית.

**קורסי בחירה פקולטית**

יש לצבור 31.0 נק':

על הסטודנט ללמוד 2 מגמות לפחות, 5 קורסים בכל מגמה.

לפחות 8 מקורסי הבחירה יהיו מהפקולטה.

קורס המופיע במספר מגמות יחשב רק באחת המגמות לפי בחירת הסטודנט.

קורסי הבחירה כוללים קורסי התנסות במעבדה מתקדמת, קורס נוסף במעבדה בהנדסה ביו-רפואית וקורסים ביזמות. קורסי המעבדה המתקדמת מתקיימים במעבדות החוקרים, בתאום עם החוקר ובאישור מרכז לימודי הסמכה. קורס מעבדה מתקדמת אחד יוכר כבחירה פקולטית והשני כבחירה חופשית.

ה'	ת'	מ'	נק'
1	-	6	334019
2	-	6	334020
1	-	-	334331
-	-	4	336001
2	-	-	336543
2	1	-	

**מגמת ביומכניקה וזרימה**

במגמה זו חובה ללמוד:

ה'	ת'	מ'	נק'
-	-	4	335003

ועוד 5 קורסים לפחות

לפחות 2 מהקורסים:

2	1	-	336021
2	1	-	336326
2	1	-	336506
2	1	-	336517
2	2	-	336522
2	1	-	*336539
2	1	-	*336541

\*רק קורס 1 מהמסומנים יחשב כחובה, השני יוכל להחשב כבחירה במגמה.

קורסים נוספים במגמה:

2	-	-	336509
2	1	-	336520
3	1	-	336521
2	1	-	336540
2	2	-	034033
2	1	-	035001
2	1	-	035189
2	1	-	036049
3	-	-	036072
3	-	-	036076
3	2	-	084225
2	2	-	086574

**מגמת הנדסת רקמות וביו-חומרים**

במגמה זו חובה ללמוד:

ה'	ת'	מ'	נק'
-	-	4	335004

ועוד 5 קורסים לפחות

לפחות 2 מהקורסים:

2	1	-	336021
2	1	-	336517
2	1	-	336528
2	1	-	336529

קורסים נוספים במגמה:

2	1	-	336326
2	1	-	336405
2	1	-	336520
3	1	-	336521
2	1	-	336531
2	1	-	336538
2	1	-	336544
-	-	4	336548
2	1	-	054413
3	1	-	134020
2	1	-	134082
2	1	-	134119
-	-	3	134121
2	1	-	134069
-	-	4	276413

**מגמת הדמיה ואותות רפואיים**

במגמה זו חובה ללמוד:

ה'	ת'	מ'	נק'
-	-	4	335002

ועוד 5 קורסים לפחות

לפחות 2 מהקורסים:

2	1	-	336020
2	1	-	336023
2	1	-	336027
2	2	-	336208
2	1	-	336502
2	2	-	336522
2	1	-	336326

קורסים נוספים במגמה:

2	1	-	336325
2	-	-	336504
3	1	-	336521
2	1	-	336523
2	1	-	336536
2	1	-	336538
2	1	-	336540
2	1	-	336544
2	-	-	336545
2	2	-	336546
2	1	-	336547
2	2	-	034033
2	1	-	044101
2	1	-	044198
2	1	-	044202
2	1	-	046041
2	1	-	046195
2	1	-	046197
2	1	-	046200
2	1	-	046201
2	1	-	046332
2	1	-	046745
2	1	-	046746

# תכנית הלימודים המשולבת לתואר מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה

## התמחות משנית במנהיגות יזמית

התאמות מאושרות במסגרת הפקולטה להנדסה ביו-רפואית - זכאות לתעודת התמחות במנהיגות יזמית

1. לימודי קורסי החובה יכללו רק שני קורסים (במקום שלושה):

- א. מנהיגות יזמית 324528 (2.0 נק')
  - ב. יזמות טכנולוגית/מדעית בתחום הביו-רפואי חדשנות רפואית במודל בידוזיין: 1+2 336024, 336025 (6.0 נק')
  - או יזמות בהנדסה ביו-רפואית 336543 (2.0 נק')
2. במסגרת לימודי הבחירה ניתן לקחת בנוסף לרשימה המתוארת בתוכנית הטכניונית, הקורסים:
- א. רגולציה ומחקר קליני בפיתוח מכשור רפואי 336001 (2.0 נק')
  - ב. יסודות היזמות 324527 (2.0 נק')<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ניתן לקחת את הקורס כחלופה לקורס פרויקטים. אם במידה והקורס ניתן כחלופה לקורס פרויקטים פקולטי, רק 2 נק' תחשבנה למניין הנק' של ההתמחות במנהיגות יזמית, ועל מנת לקבל תעודת התמחות במנהיגות יזמית יש להשלים בנוסף לו, 8 נק' מכלל הקורסים המוצעים במסגרת ההתמחות. אחרת, כל 6 הנק' תחשבנה למניין הנק' בהתמחות. <sup>2</sup> במסגרת התוכנית הטכניונית מוגדר כקורס חובה.

## תכנית הלימודים

על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 178.0 \* נקודות

לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה	146.0 נק'
מקצועות בחירה במסלול הפקולטי	22.0 נק'
מקצועות בחירה חופשית: 6.0 נק' העשרה	10.0 נק'
4.0 נק' בחירה חופשית	

\* הבחורים ללמוד פרויקט 334015 (4.0 נק') יצברו 179.0 נק' ה"ה הרצאה, ת"ת - תרגיל, מ"מ - מעבדה, נק" - נקודות

## מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 1
4	-	-	0.0	044102 * ביטוחות במעבדות חשמל
4	2	-	5.0	104016 אלגברה 1 מ'
4	3	-	5.5	104031 אינפי 1מ'
4	2	-	5.0	114074 פיזיקה 1 פ'
2	2	-	3.0	125001 כימיה כללית
3	-	-	3.0	134058 ביולוגיה 1
-	-	3	1.5	114020 מעבדה בפיזיקה 1 מ'
<hr/>				23.0

\* חובה להירשם למקצוע זה. ההרצאות ינתנו במהלך הסמסטר בהתאם להנחיות שיפורסמו בנפרד.

בסמסטר זה מומלץ לקחת קורס "מגמות" 334021 (1.0) כבחירה חופשית

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 2
4	3	-	5.5	104013 חדו"א 2ת'
4	2	-	5.0	104035 מד"ר ואינפי 2ח'
4	2	-	5.0	114076 פיזיקה 2 פ'
2	1	-	2.5	124801 כימיה אורגנית 1 ב'
2	2	2	4.0	234128 מבוא למחשב שפת פייתון
3	-	-	3.0	324033 אנגלית טכנית מתקדמים ב'
<hr/>				25.0

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 3
3	2	-	4.0	044105 תורת המעגלים החשמליים
3	2	-	4.0	104221 פונקציות מרוכבות והתמרות אינט'
3	2	-	4.0	104223 מד"ח וטורי פוריה
-	-	3	1.0	114030 מעבדה לפיזיקה 2מח'
3	1	-	3.5	114086 גלים
3	2	-	4.0	114101 מכניקה אנליטית
2	1	-	2.5	134019 מבוא לביוכימיה ואנוימולוגיה
2	-	-	2.0	274001 מבוא לאנטומיה מיקרו' ומאקרו'
<hr/>				25.0

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 4
4	2	-	5.0	044131 אותות ומערכות
3	1	-	3.5	104034 מבוא להסתברות ח'
-	-	3	1.5	114035 מעבדה לפיזיקה 3
4	2	-	5.0	115203 פיזיקה קוונטית 1
3	2	-	4.0	334222 יסודות הביומכניקה
2	2	-	3.0	335009 מכניקת זורמים ביולוגיים
2	2	-	3.0	336537 ביופיזיקה וניורופיזיולוגיה למהנדסים
<hr/>				25.0

בסמסטר זה מומלץ ללמוד את הקורסים הבאים במסגרת בחירה פקולטית: "מפגשים עם התעשייה" 334331 (1.0 נק')

קורס בחירה מקבוצה ב' "חומרים רפואיים" 334221 (2.5 נק')

## תכנית הלימודים לתואר כפול ברפואה והנדסה ביו-רפואית

### תכנית הלימודים

על מנת להשלים את התואר בהנדסה ביו-רפואית ואת הלימודים  
הפרה-קליניים ברפואה  
יש לצבור 237.0 נקודות לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה	214.5 / 215.5 נק'
מקצועות בחירה בהנדסה	20.5 נק'
מקצועות בחירה ברפואה	2.0 נק'

\* הבוחרים ללמוד 334015 פרויקט 2 (4.0 נק') יצברו 238.0 נק'

### מקצועות החובה - השינוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה' - הרצאה, ת' - תרגיל, מ' - מעבדה, ע"ב - עבודת בית, נק' - נקודות

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 1
4	-	-	0.0	בהנדסה ביו-רפואית
4	2	-	5.0	בטיחות במעבדות חשמל*
4	2	-	5.0	אלגברה 1מ'
4	2	-	5.0	חדו"א 1מ'
3	1	-	3.5	פיזיקה 1 מ'
4	2	-	5.0	יסודות הכימיה
-	2	-	1.0	חינוך גופני
1	-	3	2.0	ברפואה
			21.5	מבוא לרפואה דחופה**

\* חובה להירשם למקצוע זה. ההרצאות ינתנו במהלך הסמסטר בהתאם להנחיות שיפורסמו בנפרד.  
\*\* קורס זה ינתן כהוראה מרוכזת בקיץ אם לא ניתן יהיה לשלבו במערכת בסמסטר זה ניתן לקחת קורס "מגמות" 334021 (1.0 נק') כבחירה חופשית.

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 2
4	3	-	5.5	בהנדסה ביו-רפואית
2	1	-	2.5	חדו"א 2ת'
3	1	-	3.5	מד"ר ת'
2	2	2	4.0	פיזיקה 2
4	2	-	5.0	מבוא למחשב שפת פייתון
4	2	-	5.0	ברפואה
3	1	3	3.5	כימיה אורגנית רבי"מ*
			24.0	ביולוגיה של התא

\* למשלימי התכנית לתואר כפול בלבד, יוכר גם הקורס כימיה אורגנית 125801 5.0 נק'  
ניתן ללמוד 125800 כימיה אורגנית מתוקשב בתנאי שקיימים הקדמים הנדרשים.

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 3
3	2	-	4.0	בהנדסה ביו-רפואית
3	2	-	4.0	תורת המעגלים החשמליים
3	2	-	4.0	פונקציות מרוכבות והתמרות אינטג'
3	2	-	4.0	מד"ח וטורי פורייה
2	1	-	2.5	כימיה פיזיקלית 1ב'
4	-	-	3.0	אנגלית טכנית מתקדמים ב'
-	2	-	1.0	חינוך גופני
4	1	-	4.5	ברפואה
2	-	-	2.0	ביוכימיה כללית*
			25.0	מבוא לפסיכולוגיה רפואית

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 5
4	2	-	5.0	פיזיקה קוונטית 2
3	1	-	3.5	מסלולים מטבוליים
3	1	-	3.5	פיזיולוגיה של מערכת הגוף למהנדסים
3	2	-	4.0	יסודות תכן ביו-חשמלי
2	2	-	3.0	תופעות מעבר במערכות פיזיולוגיות
-	-	-	1.0	חינוך גופני

20.0  
בסמסטר זה מומלץ ללמוד קורס בחירה מקבוצה ב' במסגרת בחירה פקולטית:  
"מתא לרקמה" 336022 (2.5 נק')  
או  
"אופטיקה ופוטוניקה" 336533 (3.0 נק')

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 6
4	2	-	5.0	פיזיקה סטטיסטית ותרמית
-	3	-	1.5	מעבדה לפיזיקה 4 מח'
4	2	-	5.0	אלקטרומגנטיות ואלקטרודינמיקה
-	4	-	2.0	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 1
2	2	-	3.0	תכן ביומכני בסיסי
-	-	-	3.5	מבוא לסטטיסטיקה
-	-	-	1.0	חינוך גופני
			21.0	קורסי בחירה פקולטיים

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 7
-	-	9	4.0	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1
			4.0	קורסי בחירה פקולטיים

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 8
-	-	9	3.0	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2
			4.0	או
			3.0	או
			4.0	קורסי בחירה פקולטיים

יתכנו חפיפות בין קורסים בתכנית ו/או בין בחינות. על הסטודנטים יהיה לדאוג להשלמות בהתאם.

### קורסי בחירה פקולטית

יש לצבור 22.0 נק':  
1-2 מהקורסים מקבוצה א' - הבחירה בפיזיקה  
ו-2 קורסים מקבוצה ב' - הבחירה בהנדסה ביו-רפואית

### בנוסף -

יש לסיים לפחות מגמה אחת מהבחירה בהנדסה ביו-רפואית עפ"י כללי המגמה (ראו קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית).  
גם הקורסים הבאים יוכרו כבחירה פקולטית -  
335002/3/4 מעבדה ממגמה נוספת (2.5 נק')  
335016 פרויקט קליני הנדסי (1.5 נק')  
לפחות 8 מקורסי הבחירה יהיו מהפקולטה.

### בחירה בפיזיקה - קבוצה א':

ה'	ת'	מ'	נק'
3	1	-	3.5
3	1	-	3.5
3	1	-	3.5
3	1	-	3.5

### הנדסה ביו-רפואית - קבוצה ב':

ה'	ת'	מ'	נק'
2	1	-	2.5
2	1	-	2.5
2	2	-	3.0

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 8
-	-	9	3.0	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית* 2
-	-	-	12.0	קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית#
<b>ברפואה</b>				
-	-	-	2.0	הבסיס המולקולרי לטרטון
-	-	6	2.0	שלישי קליני – להיות רופא (4)
-	-	-	4.0	אימונולוגיה בסיסית וקלינית
<b>23.0</b>				

\*הבוחרים ללמוד 334015 פרויקט 2 (4.0 נק') יצברו 238.0 נק'.

קורס שלישי קליני 4 יינתן כהוראה מרוכזת בקיץ במידה ולא ניתן יהיה לשלבו במערכת

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 9
-	-	-	2.5	וירולוגיה
-	-	-	2.0	פתוגנים ואוקריוטים
-	-	-	3.0	אנדוקרינולוגיה-פיזיולוגיה ופתופיזיולוגיה
-	-	1	3.0	נירופיזיולוגיה מערכתית
-	2	-	2.5	נירואנטומיה
-	6	-	2.0	שלישי קליני – להיות רופא (5)
3	2	-	4.5	בקטריולוגיה
-	-	-	2.0	קורסי בחירה רפואה
<b>21.5</b>				

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 10
-	-	-	2.0	אבולוציה
-	-	2	2.0	אפידמיולוגיה
-	-	2	2.0	אתיקה ומשפט
-	-	3	2.0	תזונה קלינית
1	-	2	4.0	פרמקולוגיה בסיסית
6	3	-	5.0	פתולוגיה כללית
6	-	-	3.0	המטולוגיה
-	6	-	2.0	שלישי קליני – להיות רופא (6)
<b>22.0</b>				

**# קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית:**

על הסטודנט ללמוד 20.5 נק' בחירה פקולטית ולהשלים לפחות מגמה אחת מתזכנית הלימודים של הפקולטה להנדסה ביו-רפואית. כל קורסי המגמה יהיו של הנדסה ביו-רפואית.

\*למשלימי התכנית לתואר כפול בלבד, יוכר גם הקורס מבוא לביוכימיה ואנוימולוגיה 134019 2.5 נק'

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 4
-	2	-	5.0	אותות ומערכות
-	3	-	3.5	מבוא להסתברות ח'
-	2	-	3.0	מכניקת זורמים ביולוגיים
-	1	-	2.5	יסודות של חומרים רפואיים
-	2	-	4.0	יסודות הביומכניקה
<b>ברפואה</b>				
-	1	-	3.5	גנטיקה כללית*
-	2	-	4.0	פיזיולוגיה תאית**
<b>25.5</b>				

\*למשלימי התכנית לתואר כפול בלבד, יוכר גם הקורס גנטיקה כללית 134020 3.5 נק'

\*\*למשלימי התכנית לתואר כפול בלבד, יוכר גם הקורס ביופיזיקה ונירופיזיולוגיה 336537 3.0 נק'

בסמסטר זה מומלץ לקחת את הקורס "מפגשים עם התעשייה" 334331 (1.0 נק') במסגרת בחירה פקולטית בהנדסה ביו-רפואית

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 5
-	2	-	4.0	יסודות תכן ביו-חשמלי
-	1	-	2.5	מתא לרקמה
-	2	-	3.0	תופעות מעבר במערכות פיזיולוגיות
<b>ברפואה</b>				
-	6	-	2.0	שלישי קליני – להיות רופא (1)
-	-	-	2.0	גנטיקה של האדם
-	-	-	3.0	ביולוגיה מולקולרית ומנגוני בקרה מולקולריים
4	3	-	5.0	אנטומיה א'
4	3	-	3.0	היסטולוגיה
<b>24.5</b>				

קורס שלישי קליני 1 יינתן כהוראה מרוכזת בקיץ במידה ולא ניתן יהיה לשלבו במערכת

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 6
-	1	-	3.5	מבוא לסטטיסטיקה
-	-	4	2.0	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 1
-	2	-	3.0	תכן ביומכני בסיסי
-	-	-	2.0	קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית#
<b>ברפואה</b>				
-	6	-	2.0	שלישי קליני – להיות רופא (2)
4	2	1	1.0	מעבדה בביוכימיה קלינית
3	-	1	3.5	אמבריולוגיה
4	3	-	5.0	אנטומיה ב'
-	-	-	4.0	ביוכימיה קלינית
<b>26.0</b>				

קורס שלישי קליני 2 יינתן כהוראה מרוכזת בקיץ במידה ולא ניתן יהיה לשלבו במערכת

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 7
-	-	9	4.0	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1
-	2	-	3.0	יסודות אופטיקה ופוטוניקה
-	-	-	6.5	קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית#
<b>ברפואה</b>				
-	6	-	2.0	שלישי קליני – להיות רופא (3)
4	1	1	4.5	פיזיולוגיה 1
4	1	1	4.0	פיזיולוגיה 2
<b>24.0</b>				

קורס שלישי קליני 3 יינתן כהוראה מרוכזת בקיץ במידה ולא ניתן יהיה לשלבו במערכת

## לימודים לתארים מתקדמים

- איברים מלאכותיים לתמיכה במטבוליזם
- הנדסת מולקולות

### חקר המוח והנדסת שיקום תנועה

- ממשקים עצביים
- חישוביות עצבית והנדסת המוח
- חקר המוח והמערכת המוטורית
- אפיון, כימות והנדסת שיקום לפגועי מוח
- שיקום פגיעות חוט שדרה
- חקר פעילות המוח

### המערכת הקרדיווסקולרית

- צימוד חשמלי-מכני בשריר הלב
- בקרת התמרה של האנרגיה בלב
- זרימה במערכת מחזור הדם
- שחרור מבוקר של תרופות במחזור הדם
- יישומי ננוטכנולוגיה במערכת מחזור הדם
- כשל מכני של הלב
- דיאגנוסטיקה ומתקני עזר ללב הכושל
- הדמיה של תפקוד הלב
- אלקטרופיזיולוגיה והפרעות קצב והולכה

### רפואה מולקולרית ותאית

- חיישנים ביולוגיים ברמת המולקולה הבודדת
- גנומיקה ופרוטיאומיקה ברמת התא הבודד
- בקרת תרגום במערכות אוקריוטיות
- כלים לאיתור פתוגנים וריצופם
- דימות תאי מתקדם
- המנועים המולקולריים של עולם החי
- ננו-חלקיקים להדמיה תאית
- תרפיה תאית וטיפול בעזרת חלקיקים חוץ-תאים.

### טכנולוגיות לאבחון וטיפול בסרטן

- ננו-חלקיקים להדמיה, אבחון וטיפול בסרטן
- מכנו-ביולוגיה של תאי סרטן
- תהליכים ביצירת גרורות סרטניות
- מערכות משולבות לגילוי וטיפול בסרטן
- ריצוף מולקולות לזיהוי סרטן
- מיקרוסקופיה לגילוי תאים סרטניים

### הנדסת ננו-רפואה

- שיטות חישוביות לניבוי הרכבה עצמית של ננו-חלקיקים תרופתיים
- שימוש בקרינה מייננת להכוונת ננו-חלקיקים
- פיתוח מייצבי-על פלורסנטים לננו-גבישים
- אוטומציה בתהליכי פורמולציה
- ריצוף מולקולות בעזרת ננו-חרירים
- ננו-חלקיקים מונחי הדמיה
- ננו-תרופות למערכת קרדיווסקוליארית
- העברת תרופות ממוקדת

### הדמיה רפואית

- שיטות מיקרוסקופיה מתקדמות
- טיפולים רפואיים מונחי הדמיה
- אולטרסאונד טיפולי
- הדמיה רפואית (אולטרסאונד, CT, PET, MRI ודימות אופטי)
- ביו-פוטוניקה, אופטיקה ואלקטרו-אופטיקה ביו-רפואית
- דימות מבוסס תהודה מגנטית חישובי

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.

התעשייה הביו-רפואית כוללת תחומים כגון איברים מלאכותיים, עזרים מושתלים, מכשור רפואי לאבחון וטיפול, מערכת הדמיה, הנדסה שיקומית, הנדסת רקמות ושיקום מוח.

הפקולטה להנדסה ביו-רפואית מציעה תכניות השתלמות לתואר מגיסטר ולתואר דוקטור, לסטודנטים המעוניינים לשלב שיטות מחקר, פיתוח ותכן הנדסיים בכל תחומי הרפואה.

בפקולטה מעבדות מחקר מתקדמות המאפשרות רכישת מיומנות וניסיון מעשי בתחומים מגוונים הנמצאים בחזית המדע בתחום. החוקרים בפקולטה להנדסה ביו-רפואית עובדים בשיתופי פעולה רבים עם מוסדות מדעיים מובילים בעולם.

תכניות ההשתלמות מיועדות לבוגרי הנדסה ביו-רפואית, בוגרי הנדסה, בוגרי תואר במדעים מדויקים, בוגרי מדעי החיים ורפואה שהשיגהם בלימודי התואר הראשון/והשני גבוהים.

### התארים המוענקים ע"י היחידה :

מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית (MSc)

מגיסטר בהנדסה בהנדסה ביו-רפואית (ME ללא תזה)

דוקטור לפילוסופיה (PhD)

### שטחי המחקר העיקריים :

#### ביומכניקה וזרימה

- ביומכניקה של מולקולות וננו-חלקיקים
- ביומכניקה ומכנו-ביולוגיה של התא
- ביומכניקה של רקמות ואברים בבריאים ובחולים
- ביומכניקה של הלב והשריר
- זרימה במערכות הגוף (מחזור הדם, ריאה)
- מיקרו-זרימה וביו-ראולוגיה
- שיטות למדידת זרימה
- אבחון וטיפול בבעיות זרימה
- תופעות מעבר ומטבוליזם
- בקרה של מערכות פיזיולוגיות
- תכן ביומכני
- איברים מלאכותיים והתקני עזר
- ביו-מכניקה בהנדסת רקמות

#### אותות ומערכות ביולוגיים

- עיבוד אותות ותמונות רפואיים וביולוגיים
- ביו-פוטוניקה, אופטיקה ואלקטרו-אופטיקה ביו-רפואית
- אופטופיזיולוגיה ואופטוגנטיקה
- ניתוח, סיווג תבניות וזיהוי פתולוגיות
- מערכות בקרה פיזיולוגיות
- תכן מכשור רפואי ממוחשב
- מכשור רפואי וסטנדרטים

#### הנדסת רקמות וביו-חומרים

- הנדסת רקמות
- התמיינות ושימוש בתאי גזע
- ביו-ראולוגיה
- מכנו-ביולוגיה, אינטראקציה תא-משטח
- ביו-חומרים ושתלים ביוקומפטיבליים
- Lab-on-Chip למחקר ודיאגנוזה קלינית
- מערכות לשחרור מבוקר של תרופות



## לימודים לתואר מגיסטר ודוקטור

### תנאי הקבלה ודרישות הלימוד

תנאי הקבלה ללימודים בפקולטה להנדסה ביו-רפואית כפופים לדרישות ותקנות ביה"ס לתארים מתקדמים. בדיון בבקשת קבלה של מועמד, תתחשב הוועדה הפקולטית ללימודים לתארים מתקדמים בממוצע המצטבר בלימודי הסמכה/תארים מתקדמים, בהישגיו במקצועות ספציפיים בלימודי הסמכה/תארים מתקדמים ובנתונים נוספים לגבי היכולת האקדמית, המדעית והמקצועית שלו. כמו כן, יובאו בחשבון שיקולים פקולטיים נוספים (כגון הגבלה במספר המקומות ופוטנציאל ההנחיה).

**סטודנט המעוניין בנתיב מחקרי (להבדיל ממסלול ללא תזה) יצור קשר עם מנחה ויקבל את הסכמתו לפני ההרשמה. הצגת נושא מחקר עם ההרשמה תקנה עדיפות למועמד.**

סטודנט שהחל את לימודיו במסלול ללא תזה (ME) יוכל לעבור למסלול עם תזה (MSc) בהמלצת המנחה והוועדה ללימודים מתקדמים, ובתנאי שהמועמד נמצא מתאים ואושר נושא מחקר ובהתאם לכללי ביה"ס לתארים מתקדמים.

### תואר מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית (MSc)

**המדדים לקבלה הינם:** קורות חיים, הישגים בתארים קודמים, נתונים לגבי היכולת האקדמית המדעית והמקצועית, מציאת מנחה, הגדרת נושא מחקר והמלצות.

בעת ההרשמה יש לציין בטופס שמות של 2-3 ממליצים. הוועדה תפנה לממליצים בהתאם לשיקוליה. בוגרי הפקולטה להנדסה ביו-רפואית פטורים מהגשת שמות ממליצים.

### דרישות הלימוד

צבירה של 18 נקודות והגשת עבודת מחקר. על בוגרי הפקולטה להנדסה ביו-רפואית ללמוד לפחות 1/3 מהנקודות ועל בוגרי פקולטות אחרות ללמוד לפחות 1/2 מהנקודות מהמקצועות הנלמדים בפקולטה.

### תנאי הקבלה

א. **בוגר הפקולטה להנדסה ביו-רפואית** בעל ממוצע 84 ומעלה, יתקבל במעמד של סטודנט "מן המניין".

ב. **בוגר פקולטה הנדסית** בעל ממוצע מעל 84 שהוחלט לקבלו, יחוייב בדרישות לימודיות כמפורט בטבלה בהמשך, ויתקבל במעמד של סטודנט "מן המניין".

ג. **בוגר מדעים מדויקים (תואר תלת-שנתי)**, בעל ממוצע מעל 84 שהוחלט לקבלו, יחוייב בדרישות לימודיות כמפורט בטבלה בהמשך ויתקבל במעמד של סטודנט "משלים". סטודנט יוכל לעבור למעמד "מן המניין" לאחר שישלים את מקצועות ההשלמה.

ד. **בוגר מדעי החיים (תואר תלת-שנתי) או אחר**, בעל ממוצע מעל 87 שהוחלט לקבלו, יחוייב בהתאם לתכנית לימודי השלמה כמפורט בטבלה בהמשך ויתקבל במעמד של סטודנט "משלים". סטודנט יוכל לעבור למעמד "מן המניין" לאחר שישלים את מקצועות ההשלמה.

ה. **בוגר פקולטה הנדסית או מדעים מדויקים בעל ממוצע -80** 84 שהוחלט לקבלו, יחוייב אף הוא בדרישות הנ"ל (א-ד), אולם יתקבל תחילה במעמד "משלים", כאשר במשך שנת הלימודים הראשונה יהיה עליו ללמוד לפחות 10 נקודות ברמת הסמכה/תארים מתקדמים בהתאם לקביעת הוועדה, להשיג בהם ממוצע 80 לפחות וציון 65 לפחות בכל מקצוע.

### מועד להגשת נושא המחקר ואישורו:

סטודנט מן המניין במסלול עם תזה - בתחילת ההשתלמות. סטודנט במעמד "משלים" - תוך שני סמסטרים מתחילת ההשתלמות ולאחר המעבר ל"מן המניין".

## תואר מגיסטר בהנדסה ביו-רפואית (ME) – מסלול ללא תזה

### דרישות הלימוד

צבירה של 40 נקודות לימוד והגשת פרויקט גמר. על בוגרי הפקולטה ללמוד 1/3 מהנקודות ממקצועות הפקולטה ועל בוגרי פקולטות אחרות ללמוד לפחות 1/2 מהנקודות ממקצועות הפקולטה.

### תנאי הקבלה

תנאי הקבלה למגיסטר בהנדסה (ME) זהים לתנאי הקבלה למגיסטר למדעים (MSc).

### מעבר למסלול עם תזה

ניתן לעבור למסלול עם תזה, בהמלצת המנחה ובאישור הוועדה לתארים מתקדמים, במקרה שהמועמד נמצא מתאים ואושר נושא המחקר ובהתאם לכללי ביה"ס לתארים מתקדמים.

### המשך לימודים לתואר דוקטור

סטודנט המסיים תואר שני בנתיב "ללא תזה" ומעוניין להמשיך בלימודי דוקטורט, יידרש להשלים עבודת מחקר במסגרת לימודים "שלא לתואר" בביה"ס לתארים מתקדמים (למצטיינים בלבד).

### לימודים לתואר דוקטור לפילוסופיה (PhD)

ההשתלמות לתואר "דוקטור לפילוסופיה" (PhD) בפקולטה להנדסה ביו-רפואית מיועדת לסטודנטים מצטיינים בעלי זיקה למחקר בשטח של הנדסה ביו-רפואית. המועמד חייב בדרך כלל להיות בעל תואר שני והישגיו בלימודים ובמחקר חייבים להיות טובים מאוד. כמו כן, החלטת הוועדה הפקולטית ללימודים לתארים מתקדמים תתבסס על תעודות, קורות חיים, הישגים מקצועיים, מכתבי המלצה מקצועיים והמלצת וועדה מראיינת.

### דרישות הלימוד

צבירה של 9 נקודות והגשת עבודת מחקר.

### תנאי קבלה

על המועמד לעמוד בדרישות של ציון ממוצע 85 ומעלה בלימודי המגיסטר וציון תזה מעל 85.

מועמד שאינו בעל רקע הנדסי וכן מועמד בעל תואר דוקטור ברפואה, יחוייב במקצועות השלמה בהיקף של 10 נקודות במדעים ובהנדסה ביו-רפואית, חלקם ברמת הסמכה. מקצועות ההשלמה ייקבעו בהתאם לרקע האקדמי של הסטודנט.

**הערה:** במקרה של שינוי כיוון מהותי בהתמחות ביחס לתואר הקודם, רשאי המנחה לדרוש השלמת ידע על ידי לקיחת קורסים מעבר למכסה הנ"ל.

### נושא מחקר ומנחה

על המועמד לתואר דוקטור **חובה** למצוא מנחה ולהגיש הצעת מחקר לפני הרשמתו. הסטודנט יגיש הצעת מחקר אשר תיבדק ותאושר ע"י הוועדה לתארים מתקדמים.

### בחינת מועמדות

תוך 11 חודשים מתחילת ההשתלמות, סטודנט לתואר דוקטור יגיש הצעת מועמדות (תיאור תמציתי של הצעת המחקר), אשר תוגש לוועדה פקולטית ותשמש כבסיס לבחינת המועמדות.

בתקופת ההשלמות הסטודנט יהיה במעמד של "סטודנט משלים".  
לאחר סיום ההשלמות יעבור הסטודנט למעמד "מן המניין".  
מעבר למעמד "מן המניין" יתאפשר לאחר אישור נושא המחקר.

**דרישות לימודי ההשלמה**

לימודי ההשלמה נועדו להקנות למשתלם את הרקע ההנדסי הספציפי הדרוש להתמחותו ולביצוע עבודת המחקר.

על הסטודנט המשלים לקבל ממוצע ציונים במקצועות ההשלמה מעל 80, כאשר בכל מקצוע, הסטודנט צריך להשיג ציון "עובר" (ציון 65 באופן כללי, פרט למקצועות המופיעים בטבלת מקצועות ההשלמה, בהם נדרש לקבל ציון של 75 לפחות).

**טבלת דרישות ההשלמה – הנדסה ביו-רפואית**

לימודים לקראת התואר	רקע אקדמי קודם	מספר נקודות השלמה	הערות
דוקטור לפילוסופיה PhD	MSc בהנדסה / מדעים מדוייקים	10	מרשימת מקצועות ההשלמה
	MSc, MD במדעי החיים/ מדעי הרפואה	10	מקורסי הפקולטה ברמה של 334xxx, 335xxx, 336xxx ולפי החלטת המנחה
מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית (MSc) או מגיסטר להנדסה בהנדסה ביו-רפואית (ME)	הנדסה	10	מרשימת מקצועות ההשלמה
	תואר ארבע-שנתי במדעי החיים	10	מקורסי הפקולטה ברמה של 334XXX, 335XXX, 336XXX
	תואר ארבע-שנתי במדעים	10	מרשימת מקצועות ההשלמה
	תואר תלת-שנתי במדעים מדוייקים	20	10 נקודות מרשימת מקצועות ההשלמה והיתרה מקורסי הפקולטה ברמה של 334XXX, 335XXX, 336XXX
	תואר תלת-שנתי במדעי החיים	20	מקורסי הפקולטה ברמה של 334xxx, 335xxx, 336xxx מתוכם יכולים להיות עד 5 נק' מקורסי החובה הבסיסיים של התכנית הראשית לתואר ראשון בפקולטה ולפי החלטת המנחה

מקצועות ההשלמה בהנדסה ביו-רפואית יהיו מתוך המקצועות העיוניים הנלמדים במסגרת לימודי תואר ראשון בפקולטה, למעט מעבדות, פרויקטים ומקצועות סמינרים. מקצועות ההשלמה ייבחרו על ידי המנחה ויאושרו על ידי הוועדה הפקולטית לתארים מתקדמים. ההשלמה כוללת מקצועות לימוד בהנדסה ביו-רפואית, לפי המכסה המתוארת בטבלה.

**מקצועות ההשלמה בהנדסה ביו-רפואית :**

337004	מבוא לאנטומיה מיקרו ומאקרו	1.0
337003	מתא לרקמה	2.5
337001	ביופיזיקה ונורופיזיולוגיה למהנדסים	3.0
337002	פיזיולוגיה של מערכות הגוף	3.5

**מידע נוסף**

מזכירות תארים מתקדמים בפקולטה להנדסה ביו-רפואית  
טל. 04-8294130, פקס. 04-8294599  
agilit@technion.ac.il  
http://www.bme.technion.ac.il