

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

תוכנית 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.

התוכנית 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 3 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 לזוּם 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 B.Sc. מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית.

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

התוכנית המשולבת בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה

מסלול הלימודים המשולב לפקולטה להנדסה ביו-רפואית ולפקולטה לפיזיקה בטכניון הינו תוכנית 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, הדימות 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 B.Sc. מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה, המסלול הנמשך כ-4 שנים.

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

הפקולטה להנדסה ביו-רפואית

חברי הסגל האקדמי

פרופסורים אמריטי	דיקן הפקולטה אזהרי חיים
אדם דן	
גת יצחק	
לוטן נח	
לניר יורם	פרופסורים
מזרחי יוסף	אזהרי חיים
מרודס אליס	גרעיני יובל
קימל איתן	לבנברג שולמית
	מלר עמית

בהשתייכות משנית	פרופסורים חברים
ברונשטיין אלכס	דאניאל ראמו
גפשוטין ליאור	ויס דפנה
הורוביץ קראוס ציפי	ילין דביר
וולף אלון	ניב יעל
חאיק חוסאם	לנדסברג אמיר
קישוני רועי	סליקטר דרור
קפלן אריאל	קורין נתנאל
	שכטמן יואב
	שניטמן גיזואה

פרופסורי משנה / מרצים בכירים
בהר יואכים
ונדורנה קתרין
מואסי פיראס
פישר אריאל
פרייפלד לימור
פריימן מוטי
רוטנברג מנחם (חמי)
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 ההיטק הביו-רפואית הינה בין המובילות ברמותה 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.

תוכנית הלימודים לתואר כפול בהנדסה ביו-רפואית וברפואה

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 האבחנותי 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.

בתוכנית ילמדו תלמידים שהתקבלו 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 בתוכנית לתואר כפול בנוסף ל- 3 שנים קליניות ושנת סטאז' (ראה תקנון רפואה שנים קליניות).

תאור התוכנית

משך התוכנית המשותפת חמש שנים. בשנים הראשונות נלמד הבסיס במדעים מדויקים, בהנדסה, במדעי החיים וברפואה. בהמשך התוכנית 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.

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

מעבר לחטיבה הקלינית יתאפשר לאחר עמידה בכל מקצועות התוכנית לתואר כפול ולפי תקנון רפואה.

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' חיים אזהרי
- מעבדה לבנייה מלאכותית ברפואה
ד"ר יואכים בהר
- מעבדה לביופיזיקה וננו-דינמיקה
פרופ' יובל גרעיני
- מעבדה לביולוגיה סינתטית וביואלקטרוניקה
פרופ"ח ראמו דאניאל
- מעבדה למכאנוביולוגיה של סרטן ופצעים
פרופ"ח דפנה ויס
- מעבדה לדימות רב-מערכתי פרה-קליני
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
- מעבדת MRI חישובית
ד"ר מוטי פריימן
- מעבדה לנוירו-הנדסה
ד"ר לימור פרייפלד
- מעבדה להנדסת ננורפואה קרדיוסקולרית
פרופ"ח נתנאל קורין
- מעבדה לממשקים ביו-חשמליים וביו-מכניים
ד"ר מנחם רוטנברג (חמי)
- מעבדה לננו-ביואופטיקה
פרופ"ח יואב שכטמן
- מעבדה להנדסת ננו-רפואה ממוחשבת לסרטן
ד"ר יוסי שמאי
- מעבדה לזורמים ביולוגיים
פרופ"ח ג'וזואה שניטמן
- מעבדה לחקר בעיות במערכת שריר-שלד והתקנים רפואיים
לבישים
ד"ר אריאל פישר

תוכנית הלימודים לתואר ראשון בהנדסה ביו-רפואית

תוכנית 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	מכניקת זורמים ביולוגיים 334009
3	2	-	4.0	יסודות תכן ביו-חשמלי 334011
2	2	-	3.0	תכן ביומכני בסיסי 335010
2	1	-	2.5	מתא לרקמה 336022
20.5				

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 6
3	1	-	3.5	מבוא לסטטיסטיקה 334023
-	-	4	2.0	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 1 335001
5.5				קורסי בחירה פקולטיים

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 7
-	-	9	4.0	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1 334014
-	-	4	2.0	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 2 335002
6.0				קורסי בחירה פקולטיים

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס "מחקרים עדכניים" 336026 (1.0 נק') כבחירה חופשית.

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 8
-	-	9	3.0	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2 335015
-	-	4	2.0	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 3 335003
5.0				קורסי בחירה פקולטיים

הערות:

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

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

118.0 נק'	מקצועות חובה
30.0 נק'	מקצועות בחירה במסלול הפקולטי
12.0 נק'	מקצועות בחירה טכניונית: 6.0 נק' העשרה
	4.0 נק' בחירה חופשית
	2.0 נק' חינוך גופני

מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

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

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' 104042
3	1	-	3.5	פיזיקה 1 מ' 114071
2	2	-	3.0	כימיה כללית 125001
3	-	-	3.0	ביולוגיה 1 134058
19.5				

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס "מגמות" 334021 (1.0 נק') כבחירה חופשית. בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס חינוך גופני. במקום קורס 104042 חדו"א 1 מ' 2 יוכר גם 104018 חדו"א 1 מ'.

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 2
4	3	-	5.5	חדו"א 2 ת' 104013
2	1	-	2.5	אלגברה 2 מ' 104038
3	2	-	4.0	מד"ר מ' 104136
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
22.0				

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 3
3	2	-	4.0	תורת המשגלים החשמליים 044105
2	1	-	2.5	טורי פוריה 104214
2	1	-	2.5	פונקציות מרוכבות א' 104215
2	1	-	2.5	מד"ח ת' 104220
2	1	-	2.5	כימיה פיזיקלית 1 ב' 124503
2	1	-	2.5	מבוא לביוכימיה ואנוימולוגיה 134019
3	-	-	3.0	אנגלית טכנית מתקדמים ב' 324033
2	-	-	2.0	מבוא לאנטומיה של האדם 334274
21.5				

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס חינוך גופני.

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 4
4	3	-	5.0	אותות ומערכות 044131
3	2	-	3.5	מבוא להסתברות ח' 104034
2	1	-	2.5	יסודות של חומרים רפואיים 334221
3	2	-	4.0	מכניקת מוצקים להנדסה ביו-רפואית 334222
2	2	-	3.0	ביופיזיקה וניורופיזיולוגיה למהנדסים 336537
18.0				

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס "מפגשים עם התעשייה" 334331 (1.0 נק') במסגרת בחירה פקולטית.

קורסי בחירה פקולטית

יש לצבור 30.0 נק':

על הסטודנט ללמוד 2 מגמות לפחות, 2 קורסי ליבה מהמוגדרים וסה"כ 5 קורסים לפחות בכל מגמה. בנוסף, לפחות 8 מקורסי הבחירה יהיו מהפקולטה (33xxxx).

מגמת הדמיה ואותות רפואיים

ה'	ת'	מ'	נק'	תיאור
2	1	-	2.5	תופעות ביו-חשמליות 336020
2	1	-	2.5	יישומי אופטיקה ביו-רפואית 336023
2	1	-	2.5	עיבוד תמונות רפואיות (עתר) 336027
2	2	-	3.0	שיטות באנליזה של אותות ביו-רפואיים 336208
2	1	-	2.5	ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים 336326
2	1	-	2.5	עקרונות הדמיה 336502
2	2	-	3.0	מבוא לבקרה במערכות ביו-רפואיות 336522
2	2	-	3.0	אופטיקה ופוטוניקה 336533
2	-	-	2.0	למידה עמוקה ב-MRI 336028
2	1	-	2.5	אולטראסאונד ברפואה 336325
2	-	-	2.0	עקרונות תהודה מגנטית 336504
3	1	-	3.5	עקרונות הנדסיים של המערכת הקרדיוסקולרית 336521
2	1	-	2.5	שיטות במדעי העצב 336536
2	1	-	2.5	עקרונות ביו-הנדסיים לחישת מולקולות 336538
2	1	-	2.5	תכן מכשור רפואי ממוחשב 336540
2	1	-	2.5	מעגלים גנטיים 336544
2	-	-	2.0	רפואה גרעינית ורדיותרפיה 336545
2	1	2	3.0	מערכות לומדות בתחום הבריאות 336546
2	1	-	2.5	דימות אופטי חישובי 336547
2	2	-	3.0	טכניקות ריצוף DNA 336549
2	1	-	2.5	ביופיזיקה חישובית 336550
2	2	-	3.0	אנליזה נומרית מ' 034033
2	1	-	3.0	מבוא למערכות תכנה 044101
2	1	-	3.0	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות 044198
2	1	-	3.0	אותות אקראיים 044202
2	1	-	3.0	מערכות לומדות 046195
2	1	-	3.0	שיטות חישוביות באופטימיזציה 046197
2	1	-	3.0	עיבוד וניתוח תמונות 046200
2	1	-	3.0	עיבוד אותות אקראיים 046201
2	1	-	3.0	מערכות ראייה ושמיעה 046332
2	1	-	3.0	עיבוד ספרתי של אותות 046745
2	1	-	3.0	אלגורית' ויישומים בראייה ממוחשבת 046746

מגמת ביומכניקה וזרימה

ה'	ת'	מ'	נק'	תיאור
2	1	-	2.5	ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים 336326
2	1	-	2.5	ביומכניקה שיקומית 336506
2	1	-	2.5	ביו-הנדסה של התא 336517
2	2	-	3.0	מבוא לבקרה במערכות ביו-רפואיות 336522
2	1	-	2.5	זרימה במערכות הנשימה *336539
2	1	-	2.5	זרימה במערכת הקרדיוסקולרית *336541
2	1	-	2.5	ננו-חלקיקים בביולוגיה, מכניקה וריאולוגיה 336021
2	1	-	2.5	שתלים אורטופדיים ותחליפי רקמה 336520
3	1	-	3.5	עקרונות הנדסיים של המערכת הקרדיוסקולרית 336521
2	1	-	2.5	תכן מכשור רפואי ממוחשב 336540
2	2	-	3.0	טכניקות ריצוף DNA 336549
2	2	-	3.0	אנליזה נומרית מ' 034033
2	1	-	2.5	מבוא לרובטיקה 035001
2	2	-	3.0	שימוש המחשב בתורת הזרימה 035199
2	1	-	2.5	שתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה 036049
3	-	-	3.0	אלקטרו קינטיקה בננו-ומיקרו-זרימה 036076
3	2	-	4.0	דינמיקה 084225
2	2	-	3.0	אלמנטים סופיים בהנדסה אוירונאוטי 086574

*רק קורס 1 מהמסומנים יחשב כקורס ליבה מודגש, השני יוכל להחשב כבחירה במגמה (לא מודגש).

מגמת הנדסת רקמות וביו-חומרים

ה'	ת'	מ'	נק'	תיאור
2	1	-	2.5	ננו-חלקיקים בביולוגיה, מכניקה וריאולוגיה 336021
2	1	-	2.5	ביו-הנדסה של התא 336517
2	1	-	2.5	שחרור מבוקר של תרופות 336528
2	1	-	2.5	הנדסת רקמות ותחליפים ביולוגיים 336529
2	1	-	2.5	ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים 336326
2	1	-	2.5	תכן ביו-חומרים 336402
2	1	-	2.5	יסודות הנדסיים בביולוגיה ובביוטכנולוגיה 336405
2	1	-	2.5	שתלים אורטופדיים ותחליפי רקמה 336520
3	1	-	3.5	עקרונות הנדסיים של המערכת הקרדיוסקולרית 336521
2	1	-	2.5	עקרונות ביו-הנדסיים לחישת מולקולות 336538
2	1	-	2.5	מעגלים גנטיים 336544
-	-	4	2.0	מעבדה לתכן מעגלים גנטיים 336548
2	2	-	3.0	טכניקות ריצוף DNA 336549
2	1	-	2.5	פולימרים ויישומיהם בביוטכנולוגיה 054413
3	1	-	3.5	גנטיקה כללית 134020
2	1	-	2.5	ביולוגיה של ההתפתחות 134069
2	1	-	2.5	ביולוגיה מולקולרית 134082
2	1	-	2.5	בקרת הביטוי הגנטי 134119
3	-	-	3.0	מיקרוביולוגיה ווירולוגיה 134121
3	-	-	3.0	אימונולוגיה בסיסית 276413

קורסי בחירה פקולטית כללית

ה'	ת'	מ'	נק'	תיאור
1	-	-	2.0	מעבדה מתקדמת בה ביו-רפואית 334019
2	-	-	2.0	מעבדה מתקדמת בה ביו-רפואית 334020
-	-	8	4.0	פרויקט מחקרי למצטיינים 334305
1	-	-	1.0	מפגשים עם התעשייה 334331
1	-	2	1.5	פרויקט קליני הנדסי 335016
2	-	-	2.0	רגולציה ומחקר קליני במכשור רפואי 336001
2	-	2	3.0	חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 1 336024
2	-	2	3.0	חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 2 336025
2	1	-	2.0	יזמות בהנדסה ביו-רפואית 336543

הערות:

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

קורסי המעבדה המתקדמת מתקיימים במעבדות החוקרים, בתאום עם החוקר ובאישור מרכז לימודי הסמכה. קורס מעבדה מתקדמת אחד יוכר כבחירה פקולטית והשני כבחירה חופשית.

קורסי חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 1 ו-2 336024/5 (6.0 נק') יכולים להחליף פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1 ו-2 334014 ו-335015 (7.0 נק'). 1.0 נק' הפרש תושלם בבחירה הפקולטית.

התמחות משנית במנהיגות יזמית

התוכנית מיועדת לסטודנטים הנמצאים במהלך לימודיהם לתואר הראשון בטכניון. במסגרת ההתמחות סטודנטים ילמדו מכלול נושאים בתיאוריה, התנסות ויישום של 'מנהיגות יזמית'. התוכנית בשיתוף עם המחלקה ללימודים הומניסטיים ואומנויות בטכניון.

על מנת לקבל את תעודת התמחות במנהיגות יזמית בהנדסה ביו-רפואית יש למלא דרישות המפורסמות באתר <https://t-hub.technion.ac.il> וללמוד קורסים בהתאם להתאמות המאושרות במסגרת הפקולטה להנדסה ביו-רפואית.

1. קורס התמחות בפקולטת האם בתחום הידע הנדרש:

336025+336024 חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 1+2

(6.0 נק')

או

336543 יזמות בהנדסה ביו-רפואית (2.0 נק')

2. במסגרת קורסי בחירה בתוכנית (בנוסף לרשימה המתוארת בתוכנית הטכניונית) ניתן ללמוד:

336001 רגולציה ומחקר קליני בפיתוח מכשור רפואי (2.0 נק')

338002 מרעיון קליני לפתרון (1.0 נק')

תוכנית הלימודים המשולבת לתואר מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה

תוכנית הלימודים

על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 178.0 נקודות

לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה	143.5 נק'
מקצועות בחירה במסלול הפקולטי	22.5 נק'
מקצועות בחירה חופשית: 6.0 נק' העשרה	12.0 נק'
	4.0 נק' בחירה חופשית
	2.0 נק' חינוך גופני

מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

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

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 5
3	2	-	4.0	מכניקה אנליטית 114101
3	1	-	3.5	פיזיולוגיה של מערכות הגוף למהנדסים 276011
3	2	-	4.0	מכניקת זורמים ביולוגיים* 334009
3	2	-	4.0	יסודות תכן ביו-חשמלי 334011
2	2	-	3.0	תכן ביומכני בסיסי 335010

18.5

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס חינוך גופני וקורס העשרה. *לבחירת סטודנט ניתן ללמוד קורס 116027 "פיזיקה של זורמים" (3.5 נק') במקום קורס 334009 "מכניקת זורמים ביולוגיים" (4.0 נק')

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 6
4	2	-	5.0	פיזיקה סטטיסטית ותרמית 114036
4	2	-	5.0	פיזיקה קוונטית 1 115203
3	1	-	3.5	מבוא לסטטיסטיקה 334023
-	2	-	1.0	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית לפיזיקאים- 335005
2	2	-	3.0	אופטיקה ופוטוניקה* 336533

17.5

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס חינוך גופני וקורס העשרה. *לבחירת סטודנט ניתן ללמוד קורס 114210 "אופטיקה" (3.5 נק') במקום קורס 336533 "אופטיקה ופוטוניקה" (3.0 נק')

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 7
-	-	3	1.5	מעבדה לפיזיקה 4 מח' 114037
4	2	-	5.0	פיזיקה קוונטית 2 115204
-	9	-	4.0	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1 334014
-	6	-	2.0	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 3 335003

12.5

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס העשרה. בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס "מחקרים עדכניים" 336026 (1.0 נק') כבחירה חופשית.

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 8
4	2	-	5.0	אלקטרומגנטיות ואלקטרודינמיקה 114246
-	9	-	3.0	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2 335015

8.0

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

קורסי בחירה פקולטית

על הסטודנט ללמוד לפחות 22.5 נק' בחירה משתי פקולטות: הנדסה ביו-רפואית ופיזיקה (ראו רשימות קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית וקורסי בחירה בפיזיקה). יש לסיים לפחות מגמה אחת מהבחירה בהנדסה ביו-רפואית עפ"י כללי המגמה. לפחות 5 מקורסי הבחירה יהיו מהנדסה ביו-רפואית (33xxxx). גם הקורסים הבאים יוכרו כבחירה פקולטית: 335002 מעבדה 2 336022 מתא לרקמה

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 1מ1 104042
-	-	3	1.5	מעבדה בפיזיקה 1 מ' 114020
4	2	-	5.0	פיזיקה 1 פ' 114074
2	2	-	3.0	כימיה כללית 125001
3	-	-	3.0	ביולוגיה 1 134058

22.5

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס "מגמות" 334021 (1.0 נק') כבחירה חופשית. במקום קורס 104042 חדו"א 1מ1 יוכר גם 104018 חדו"א 1מ1.

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 2
4	3	-	5.5	חדו"א 2ת' 104013
2	1	-	2.5	אלגברה 2מ 104038
3	2	-	4.0	מד"ר מ' 104136
4	2	-	5.0	פיזיקה 2 פ' 114076
2	1	-	2.5	כימיה אורגנית 1 ב' 124801
2	2	2	4.0	מבוא למחשב שפת פייתון 234128

23.5

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 3
3	2	-	4.0	תורת המעגלים החשמליים 044105
2	1	-	2.5	טורי פוריה 104214
2	1	-	2.5	פונקציות מרוכבות א' 104215
2	1	-	2.5	מד"ח ת' 104220
-	-	3	1.5	מעבדה לפיזיקה 2מ' 114021
3	1	-	3.5	גלים 114086
2	1	-	2.5	מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה 134019
2	-	-	2.0	מבוא לאנטומיה של האדם 334274

21.0

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 4
4	2	-	5.0	אותות ומערכות 044131
3	1	-	3.5	מבוא להסתברות ח' 104034
-	-	3	1.5	מעבדה לפיזיקה 3 114035
3	2	-	4.0	מכניקת מוצקים להנדסה ביו-רפואית 334222
2	2	-	3.0	ביופיזיקה ונוירופיזיולוגיה למהנדסים 336537
3	-	-	3.0	אגילית טכנית מתקדמים ב' 324033

20.0

בסמסטר זה מומלץ ללמוד קורס "מפגשים עם התעשייה" 334331 (1.0 נק') כבחירה פקולטית.

תוכנית הלימודים לתואר כפול בהנדסה ביו-רפואית ורפואה

תוכנית הלימודים

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

מקצועות חובה	207.5 נק'
מקצועות בחירה בהנדסה	21.5 נק'
מקצועות בחירה ברפואה	2.0 נק'
מקצועות בחירה כלל טכניוניים – חינוך גופני	2.0 נק'
מקצועות בחירה חופשיות:	1.0 נק'
*מקצוע אנגלית טכנית למתקדמים ב'	3.0 נק'

*לחייבים על פי דרישה חובה להשלים מקצוע זה עד סמסטר 4 כולל

מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

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

סמסטר 1	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
044102	4	-	-	0.0
104016	4	2	-	5.0
104042	4	2	-	5.0
114071	3	1	-	3.5
124120	4	2	-	5.0
ברפואה				
274167	3	1	-	3.5
22.0				

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס "מגמות" 334021 (נק' 1.0) כבחירה חופשית. בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס חינוך גופני. במקום קורס 104042 חדו"א 1מ2 יוכר גם 104018 חדו"א 1מ.

סמסטר 2	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
104013	4	3	-	5.5
104038	2	1	-	2.5
104136	3	2	-	4.0
114052	3	1	-	3.5
234128	2	2	2	4.0
ברפואה				
125802	4	2	-	5.0
24.5				

*למשלימי התוכנית לתואר כפול בלבד, יוכר גם הקורס כימיה אורגנית 125801 5.0 נק' יוכר גם 125800 כימיה אורגנית מתוקשב

סמסטר 3	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
044105	3	2	-	4.0
104214	2	1	-	2.5
104215	2	1	-	2.5
104220	2	1	-	2.5
124503	2	1	-	2.5
ברפואה				
274241	4	1	-	4.5
274258	2	-	-	2.0
20.5				

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס חינוך גופני.

*למשלימי התוכנית לתואר כפול בלבד, יוכר גם הקורס מבוא לביוכימיה ואנימוולוגיה 134019 (2.5 נק')

סמסטר 4	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
044131	4	2	-	5.0
104034	3	3	-	3.5
334221	2	1	-	2.5
334222	3	2	-	4.0
ברפואה				
274165	3	1	-	3.5
274253	3	2	-	4.0
22.5				

*למשלימי התוכנית לתואר כפול בלבד, יוכר גם הקורס גנטיקה כללית 134020
**למשלימי התוכנית לתואר כפול בלבד, יוכר גם הקורס ביופיזיקה ונוירופיזיולוגיה 336537 (3.0 נק')
בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס "מפגשים עם התעשייה" 334331 (1.0 נק')
במסגרת בחירה פקולטית בהנדסה ביו-רפואית.

סמסטר 5	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
334009	3	2	-	4.0
334011	3	2	-	4.0
335010	2	2	-	3.0
ברפואה				
274142	-	-	6	2.0
274242	2	-	-	2.0
274257	5	3	4	6.0
274260	2	3	4	3.0
24.0				

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

סמסטר 6	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
334023	3	1	-	3.5
335001	-	-	4	2.0
3.0	-	-	-	3.0
ברפואה				
274143	-	-	6	2.0
274237	-	1	2	1.0
274262	3	1	-	3.5
274266	5	3	4	6.0
276310	4	-	-	4.0
25.0				

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

סמסטר 7	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
334014	-	-	9	4.0
335003	-	-	6	2.0
5.0	-	-	-	5.0
ברפואה				
274234	-	-	3	1.0
274243	3	-	-	3.0
274264	-	-	3	1.0
274323	4	1	1	4.5
274348	3	1	1	4.0
24.5				

סמסטר 8	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
335015	-	-	9	3.0
12.5	-	-	-	12.5
ברפואה				
274235	-	-	3	1.0
274246	2	-	-	2.0
274261	4	-	-	4.0
274265	3	-	-	1.0
23.5				

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 9
				ברפואה
2	-	-	2.0	וירולוגיה 274319
2	-	-	2.0	פתוגנים ואוקריוטים 274252
-	-	3	1.0	להיות רופא – חשיפה לרפואה (5) 274326
3	-	1	3.0	נוירופיזיולוגיה מערכתית 274336
4	-	2	4.5	בקטריולוגיה 274372
-	-	3	1.0	מבוא לרפואה קלינית 1 274373
2	1	2	3.0	נוירואנטומיה 274375
			2.0	קורסי בחירה רפואה
18.5				

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 10
				ברפואה
2	-	-	2.0	אבולוציה 274251
2	-	-	2.0	אפידמיולוגיה 274318
2	-	-	2.0	אתיקה ומשפט 274320
-	-	3	1.0	להיות רופא – חשיפה לרפואה (6) 274327
3	-	-	3.0	אנדוקרינולוגיה - פיזיולוגיה ופתופיזיולוגיה 274328
2	-	-	2.0	תזונה קלינית 274352
3	2	-	4.0	פרמקולוגיה בסיסית 274367
4	-	3	5.0	פתולוגיה כללית 274368
3	-	-	3.0	המטולוגיה 274369
-	-	3	1.0	מבוא לרפואה קלינית 2 274374
25.0				

על כל סטודנט ללמוד 21.5 נק' בחירה פקולטית בהנדסה.
 יש לסיים לפחות מגמה אחת בהנדסה ביו-רפואית ע"פ כללי המגמה.
 לפחות 5 קורסים יהיו קורסי בחירה מהנדסה ביו-רפואית (קורסים מתחילים ב-33).
 גם הקורסים הבאים יוכרו כבחירה פקולטית:
 335002 מעבדה 2
 336022 מתא לרקמה

לימודים לתארים מתקדמים

עולם הרפואה נמצא בהתפתחות טכנולוגית מואצת. העליה 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.

תוכניות ההשתלמות מיועדות לבוגרי הנדסה ביו-רפואית, בוגרי הנדסה, בוגרי תואר במדעים מדוייקים, בוגרי מדעי החיים ורפואה שהשיגיהם בלימודי התואר הראשון/והשני גבוהים.

התארים המוענקים ע"י היחידה :

מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית (MSc)

מגיסטר להנדסה בהנדסה ביו-רפואית (ME ללא תזה)

דוקטור לפילוסופיה (PhD)

שטחי המחקר העיקריים:

ביומכניקה וזרימה

- ביומכניקה של מולקולות ונגזרות 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
- ביומכניקה של התנועה
- בירובוטיקה למערכות שריר שלד
- חיישנים חכמים לבישים
- פיתוח אלגוריתמים של מערכות לומדות לחיזוי/גילוי
- פתולוגיות שריר שלד
- אינטראקציות בין מערכות הנשימה והלב

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
- עיבוד אותות של פעילות שרירית וביומכניקה
- פיתוח שיטות מיקרוסקופיות למחקר ברמת המולקולה הבודדת
- מערכות לומדות לאנליזה סדרות פיזיולוגיות בזמן
- עיבוד אותות נויראליים והתנהגותיים

הנדסת רקמות וביו-חומרים

- הנדסת רקמות
- התמיינות ושימוש בתאי גזע
- ביו-ראולוגיה
- מכנו-ביולוגיה, אינטראקציות תא-משטח
- ביו-חומרים ושתלים ביוקומפטיבליים
- Lab-on-Chip למחקר ודיאגנוזה קלינית
- מערכות לשחרור מבוקר של תרופות
- איברים מלאכותיים לתמיכה במטבוליזם
- הנדסת מולקולות
- ניתוח מרקרים בדם לזיהוי מוקדם של מחלות
- שתלים מגנטיים לגירוי חשמלי ומכאני אל-חוטי
- שתלים משועלי אור

חקר המוח והנדסת שיקום תנועה

- ממשקים עצביים ופרוטוזות
- חישויות עצבית והנדסה עצבית
- חקר המוח והמערכת המוטורית
- אפיון, כימות והנדסת שיקום לפגועי מוח
- שיקום פגיעות חוט שדרה
- שיקום פגיעות אורתופדיות וספורט
- ממשקים תוך תאיים באמצעות ננו-אלקטרודות
- רגנרציה של מערכת העצבים ההקפית
- ייצוג מידע חושי וקבלת החלטות ע"י המוח
- אפיון קשרי מבנה-תפקוד במוח הבריא ובמחלות נוירולוגיות

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
- קיצוב לב אל חוטי

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
- פיתוח מערכות לזיהוי סרטן

הנדסת ננו-רפואה

- שיטות חישויות 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-חריצים
- ננו-חלקיקים מונחי הדמיה
- ננו-תרופות למערכת קרדיווסקולרית
- העברת תרופות ממוקדת
- פיתוח חלקיקי ננו לחקר התא ובקרת ביטוי גנים

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 הפקולטת 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 ההנחה).

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 40 נקודות, מתוכן 18 נקודות מתקדמים, 2 נקודות בגין אנגלית מורחבת, ו 20 נקודות בגין הגשת עבודת מחקר.

על בוגרי הפקולטה להנדסה ביו-רפואית ללמוד לפחות 6 מהנקודות מהמקצועות הנלמדים בפקולטה, ועל בוגרי פקולטות אחרות ללמוד לפחות 9 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 מדוייקים (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 לתוכנית 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 מדוייקים בעל ממוצע -82** שהוחלט לקבלו, יחוייב אף הוא בדרישות הני"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 85 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".

הדמיה רפואית

שיטות מיקרוסקופיה מתקדמות	
טיפולים רפואיים מונחי הדמיה	
אולטרסאונד טיפולי	
הדמיה רפואית (אולטרסאונד, MRI, PET, CT) ודימות אופטי (אופטי)	
ביו-פוטוניקה, אופטיקה ואלקטרו-אופטיקה ביו-רפואית	
למידת מכונה ולמידה עמוקה לדימות תהודה	
מגנטית שיטות הדמיה MRI לזיהוי מחלות אורתופדיות (כגון אוסטאוארטריטיס)	

חקר הגרעין וישומיו

חקר ארגון הגנום בגרעין התא	
חקר האינטרקציה בין חלבונים ל-DNA	
אפיון קשרי מבנה-תפקוד בגרעין התא	

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

דרישות הלימוד

צבירה של 42 נקודות לימוד, מתוכן 2 נקודות בגין אנגלית מורחבת, והגשת פרוייקט 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 להנדסה (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).

תואר 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 מראיית.

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.

דרישות לימודי ההשלמה

לימודי ההשלמה נועדו להקנות למשתלם את הרקע הנדסי הספציפי הדרוש להתמחותו ולביצוע עבודת המחקר. על הסטודנט המשלים לקבל ממוצע ציונים במקצועות ההשלמה מעל 85, 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). 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.

טבלת דרישות ההשלמה – הנדסה ביו-רפואית

לימודים לקראת התואר	רקע אקדמי קודם	מספר נקודות השלמה	הערות
דוקטור לפילוסופיה PhD	MSc בהנדסה / מדעים מדוייקים	9	מרשימת מקצועות ההשלמה
	MD, MSc במדעי החיים/ מדעי הרפואה	10	מקורסי הפקולטה ברמה של 334xxx, 335xxx ולפי החלטת המנחה 336xxx
מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית (MSc) או מגיסטר להנדסה בהנדסה ביו-רפואית (ME)	הנדסה	9	מרשימת מקצועות ההשלמה
	תואר ארבע-שנתי במדעי החיים	10	מקורסי הפקולטה ברמה של 334XXX, 335XXX, 336XXX
	תואר ארבע-שנתי במדעים	9	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 התוכנית 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:

1.0	מבוא לאנטומיה של האדם למהנדסים	337004
2.5	מתא לרקמה	336022
2.5	ביופיזיקה ונוירופיזיולוגיה למהנדסים	337001
3.0	פיזיולוגיה של מערכות הגוף למהנדסים	337002

מידע נוסף:

מוכירות תארים מתקדמים בפקולטה להנדסה ביו-רפואית
 טל. 04-8294130
 פקס. 04-8294599
 דוא"ל: gradchair@technion.ac.il
 אתר אינטרנט: www.bme.technion.ac.il