

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 ומגוון 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 ביו-רפואי". 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.

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, סטטיסטית 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. ראייה משולבת-רחבה כזו נדרשת כיום במידה גוברת בחזית הפיתוח של הנוביוטכנולוגיה והפיתוח של מכשור ביו-רפואי המסתמך על תופעות פיזיקליות 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 בפיזיקה ומסתמכים על ידע פיזיקלי והנדסי מתקדם.

מסלול יחודי זה מקנה תואר B.Sc. מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה, המסלול נמשך כ-4 שנים.

הפקולטה להנדסה ביו-רפואית

חברי הסגל האקדמי

פרופסורים אמריטי

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

השתייכות משנית

בלנק אהרון
ברונשטיין אלכס
גפטיין ליאור
הורוביץ קראוס ציפי
וולף אלון
חאיק חוסאם
קישוני רועי

דיקן הפקולטה אזהרי חיים

פרופסורים

אזהרי חיים
גרעיני יובל
לבנברג שולמית
מלר עמית
שניטמן ג'וזואה

פרופסורים חבריים

דאניאל ראמו
ויס דפנה
ילין דביר
ניב יעל
לנדסברג אמיר
סליקטר דרור
קורין נתנאל
שכטמן יואב

פרופסורי משנה /

מרצים בכירים

בהר יואכים
ונדורנה קתרין
מואסי פיראס
פישר אריאל
פרייפלד לימור
פריימן מוטי
רוטנברג מנחם (חמי)
שמאי יוסי
שמרון אפרת

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 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. 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 M.D. 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

- 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
- המעבדה לביופיזיקה מולקולרית וננו-ביוטכנולוגיה
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 קרדיווסקולרית
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' 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 1340113
3	2	-	4.0	מכניקת זורמים ביולוגיים 3340009
3	2	-	4.0	יסודות תכן ביו-חשמלי 3340011
2	2	-	3.0	תכן ביומכני בסיסי 3350010
2	1	-	2.5	מתא לרקמה 3360022
3	1	-	3.5	פיזיולוגיה למהנדסים 3360100
20.5				

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 6
3	1	-	3.5	מבוא לסטטיסטיקה 3340023
-	-	4	2.0	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 1 3350001
5.5				קורסי בחירה פקולטיים

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 7
-	-	9	4.0	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1 3340014
-	-	4	2.0	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 2 3350002
6.0				קורסי בחירה פקולטיים

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס "מחקרים עדכניים" 3360026 (1.0 נק') כבחירה חופשית.

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 8
-	-	9	3.0	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2 3350015
-	-	4	2.0	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 3 3350003
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.

בחירה פקולטית:

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

נק'	מקצועות חובה
118.0	מקצועות בחירה במסלול הפקולטי
30.0	מקצועות בחירה טכניוניות: 6.0 נק' העשרה
12.0	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 0440102
4	2	-	5.0	אלגברה 2מ1 1040065
4	2	-	5.0	חדו"א 2מ1 1040042
3	1	-	3.5	פיזיקה 1מ1 1140071
2	2	-	3.0	כימיה כללית 1250001
3	-	-	3.0	ביולוגיה 1 1340058
19.5				

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס "מגמות" 3340021 (1.0 נק') כבחירה חופשית.
בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס חינוך גופני.
במקום קורס 1040042 חדו"א 2מ1 יוכר גם 1040018 חדו"א 1מ1.
במקום קורס 1040065 אלגברה 2מ1 יוכר גם 1040016 אלגברה 1מ1.

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 2
4	3	-	5.5	חדו"א 2ת' 1040013
2	1	-	2.5	אלגברה 2מ' 1040038
3	2	-	4.0	מד"ר מ' 1040136
3	1	-	3.5	פיזיקה 2 1140052
2	1	-	2.5	כימיה אורגנית 1 ב' 1240801
2	2	2	4.0	מבוא למחשב שפת פייתון 2340128
22.0				

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 3
3	2	-	4.0	תורת המעגלים החשמליים 0440105
2	1	-	2.5	טורי פוריה 1040214
2	1	-	2.5	פונקציות מרוכבות א' 1040215
2	1	-	2.5	מד"ח ת' 1040220
2	1	-	2.5	כימיה פיזיקלית 1ב' 1240503
2	1	-	2.5	מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה 1340019
2	-	-	2.0	מבוא לאנטומיה של האדם 3340274
18.5				

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס חינוך גופני.
3240033 אנגלית טכנית מתקדמים ב' (3.0) לחייבים לפי סיווג טכניוני יש ללמוד עד סמסטר 4 כולל.

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 4
4	2	-	5.0	אותות ומערכות 0440131
3	3	-	3.5	מבוא להסתברות ח' 1040034
2	1	-	2.5	יסודות של חומרים רפואיים 3340221
3	2	-	4.0	מכניקת מוצקים להנדסה ביו-רפואית 3340222
2	2	-	3.0	ביופיזיקה וניורופיזיולוגיה למהנדסים 3360537
18.0				

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס "מפגשים עם התעשייה" 3340331 (1.0 נק') במסגרת בחירה פקולטית.

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	1140101 מכניקה אנליטית
3	2	-	4.0	3340009 מכניקת זורמים ביולוגיים*
3	2	-	4.0	3340011 יסודות תכן ביו-חשמלי
2	2	-	3.0	3350010 תכן ביומכני בסיסי
3	1	-	3.5	3360100 פיזיולוגיה למהנדסים
				קורסי בחירה פקולטיים
				18.5

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס חינוך גופני וקורס העשרה.
*לבחירת סטודנט ניתן ללמוד קורס 1160027 "פיזיקה של זורמים" (3.5 נק') במקום קורס 3340009 "מכניקת זורמים ביולוגיים" (4.0 נק')

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 6
4	2	-	5.0	1140036 פיזיקה סטטיסטית ותרמית
4	2	-	5.0	1150203 פיזיקה קוונטית 1
3	1	-	3.5	3340023 מבוא לסטטיסטיקה
-	-	2	1.0	3350005 מעבדה בהנדסה ביו-רפואית לפיזיקאים
2	2	-	3.0	3360533 אופטיקה ופוטוניקה *
				קורסי בחירה פקולטיים
				17.5

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס חינוך גופני.
*לבחירת סטודנט ניתן ללמוד קורס 114210 "אופטיקה" (3.5 נק') במקום קורס 3360533 "אופטיקה ופוטוניקה" (3.0 נק')

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 7
-	-	3	1.5	1140037 מעבדה לפיזיקה 4 מח'
4	2	-	5.0	1150204 פיזיקה קוונטית 2
-	-	9	4.0	3340014 פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1
-	-	6	2.0	3350003 מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 3
				קורסי בחירה פקולטיים
				12.5

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס "מחקרים עדכניים" 3360026 (1.0 נק') כבחירה חופשית.

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 8
4	2	-	5.0	1140246 אלקטרומגנטיות ואלקטרודינמיקה
-	-	9	3.0	3350015 פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2
				קורסי בחירה פקולטיים
				8.0

בחירה פקולטית

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

יש ללמוד לפחות קבוצת בחירה אחת בתחום ההנדסה הביו-רפואית ע"פ כללי הקבוצה.

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

גם הקורסים הבאים יוכרו כבחירה פקולטית:

3350002 מעבדה 2

3360022 מתא לרקמה

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 1
4	-	-	0.0	0440102 בטיחות במעבדות חשמל
4	2	-	5.0	1040065 אלגברה 2מ1
4	2	-	5.0	1040042 חדו"א 2מ1
-	-	3	1.5	1140020 מעבדה בפיזיקה 1 מ'
4	2	-	5.0	1140074 פיזיקה 1 פ'
2	2	-	3.0	1250001 כימיה כללית
3	-	-	3.0	1340058 ביולוגיה 1
				22.5

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס "מגמות" 3340021 (1.0 נק') כבחירה חופשית.
במקום קורס 1040042 חדו"א 2מ1 יוכר גם 1040018 חדו"א 1מ1.
במקום קורס 1040065 אלגברה 2מ1 יוכר גם 1040016 אלגברה 1מ1.

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 2
4	3	-	5.5	1040013 חדו"א 2ת'
2	1	-	2.5	1040038 אלגברה 2מ
3	2	-	4.0	1040136 מד"ר מ'
4	2	-	5.0	1140076 פיזיקה 2 פ'
2	1	-	2.5	1240801 כימיה אורגנית 1 ב'
2	2	2	4.0	2340128 מבוא למחשב שפת פייתון
				23.5

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 3
3	2	-	4.0	0440105 תורת המעגלים החשמליים
2	1	-	2.5	1040214 טורי פוריה
2	1	-	2.5	1040215 פונקציות מרוכבות א'
2	1	-	2.5	1040220 מד"ח ת'
-	-	3	1.5	1140021 מעבדה לפיזיקה 2מ'
3	1	-	3.5	1140086 גלים
2	1	-	2.5	1340019 מבוא לביוכימיה ואנימוולוגיה
2	-	-	2.0	3340274 מבוא לאנטומיה של האדם
				21.0

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 4
4	2	-	5.0	0440131 אותות ומערכות
3	1	-	3.5	1040034 מבוא להסתברות ח'
-	-	3	1.5	1140035 מעבדה לפיזיקה 3
3	2	-	4.0	3340222 מכניקת מוצקים להנדסה ביו-רפואית
2	2	-	3.0	3360537 ביופיזיקה וניורופיזיולוגיה למהנדסים
				17.0

בסמסטר זה מומלץ ללמוד קורס "מפגשים עם התעשייה" 3340331 (1.0 נק') כבחירה פקולטית.
3240033 אנגלית טכנית מתקדמים ב' (3.0) לחיבים לפי סיווג טכניוני יש ללמוד עד סמסטר 4 כולל.

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 238.0 נקודות לפי הפרוט הבא:

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 4
4	2	-	5.0	בהנדסה ביו-רפואית
3	1	-	3.5	0440131 אותות ומערכות
3	2	-	4.0	1040034 מבוא להסתברות ח'
				3340222 מכניקת מוצקים
3	2	-	4.0	ברפואה
5	-	3	6.0	2740253 פיזיולוגיה תאית*
				2740266 אנטומיה ב'
22.5				

*למשלימי התוכנית לתואר כפול בלבד, יוכר גם 3360537 ביופיזיקה וניירופיזיולוגיה (3.0 נק')
בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס מפגשים עם התעשייה 3340331 (1.0 נק') במסגרת בחירה פקולטית בהנדסה ביו-רפואית.

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 5
3	2	-	4.0	בהנדסה ביו-רפואית
3	2	-	4.0	3340009 מכניקת זורמים ביולוגיים
2	2	-	3.0	3340011 יסודות תכן ביו-חשמלי
2	2	-	3.0	3350010 תכן ביומכני בסיסי
22.5				קורס בחירה בהנדסה ביו-רפואית
ברפואה				
-	-	6	2.0	2740142 שלישי קליני – להיות רופא (1)
4	1	1	4.5	2740323 פיזיולוגיה 1
3	1	1	4.0	2740348 פיזיולוגיה 2

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 6
3	1	-	3.5	בהנדסה ביו-רפואית
2	1	-	2.5	3340023 סטטיסטיקה להנד' ביו-רפואית*
-	-	4	2.0	3340221 יסודות של חומרים רפואיים
-	-	-	2.0	3350001 מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 1
22.0				קורס בחירה בהנדסה ביו-רפואית
ברפואה				
-	-	6	2.0	2740143 שלישי קליני – להיות רופא (2)
3	1	-	3.5	2740165 גנטיקה כללית**
3	1	-	3.5	2740262 אמבריולוגיה
4	-	-	5.0	2740268 ביוכימיה קלינית
2	-	-	2.0	2740320 אתיקה ומשפט

*במקום 3340023 סטטיסטיקה להנדסה ביו-רפואית (3.0) יוכר גם 0940423 מבוא לסטטיסטיקה (3.0)
**למשלימי התוכנית לתואר כפול בלבד, יוכר גם הקורס גנטיקה כללית 1340020

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 7
-	-	-	4.0	בהנדסה ביו-רפואית
-	-	9	4.0	3340014 פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1
-	-	6	2.0	3350003 מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 3
22.5				קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית
ברפואה				
-	-	3	1.0	2740234 להיות רופא – חשיפה לרפואה (3)
2	-	-	2.0	2740242 גנטיקה של האדם
3	-	-	3.0	2740243 ביולוגיה מולקולרית
2	3	4	3.0	2740260 היסטולוגיה
2	1	-	2.5	2740231 ביואינפורמטיקה וגנומיקה

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 8
-	-	-	3.0	בהנדסה ביו-רפואית
-	-	9	3.0	3350015 פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2
22.0				קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית
ברפואה				
-	-	3	1.0	2740235 להיות רופא – חשיפה לרפואה (4)
2	-	-	2.0	2740246 הבסיס המולקולרי לסרטן
4	-	-	4.0	2740261 אימונולוגיה בסיסית וקלינית
3	1	-	1.0	2740265 התנסות במחקר בסיסי וקליני
3	1	-	3.5	2740267 פתולוגיה כללית

14.5

206.5 נק'	מקצועות חובה
21.5 נק'	מקצועות בחירה בהנדסה
4.0 נק'	מקצועות בחירה ברפואה
2.0 נק'	מקצועות בחירה כלל טכניוניים – חינוך גופני
1.0 נק'	מקצועות בחירה חופשית
3.0 נק'	*מקצוע אנגלית טכנית למתקדמים ב'

*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

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 1
4	-	-	0.0	בהנדסה ביו-רפואית
4	2	-	5.0	0440102 בטיחות במעבדות חשמל
4	2	-	5.0	1040065 אלגברה 2מ1
4	2	-	5.0	1040042 חדו"א 2מ1
3	1	-	3.5	1140071 פיזיקה 1 מ'
ברפואה				
4	2	-	5.0	1240507 כימיה כללית ופיזיקלית לרפואה
3	1	-	3.5	2740167 ביולוגיה של התא

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס מגמות 3340021 (1.0 נק') כבחירה חופשית. בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס חינוך גופני. במקום קורס 1040042 חדו"א 2מ1 יוכר גם 1040018 חדו"א 1מ1. במקום קורס 1040065 אלגברה 2מ1 יוכר גם 1040016 אלגברה 1מ1.

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 2
4	3	-	5.5	בהנדסה ביו-רפואית
2	1	-	2.5	1040013 חדו"א 2ת'
3	2	-	4.0	1040038 אלגברה 2מ'
3	2	-	4.0	1040136 מד"ר מ'
3	1	-	3.5	1140052 פיזיקה 2
2	2	2	4.0	2340128 מבוא למחשב שפת פייתון
ברפואה				
2	2	-	3.0	1250803 כימיה אורגנית לרפואה*

*למשלימי התוכנית לתואר כפול בלבד, יוכר גם הקורס כימיה אורגנית 1250801 או 1250800 כימיה אורגנית מתוקשב

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 3
3	2	-	4.0	בהנדסה ביו-רפואית
3	2	-	4.0	0440105 תורת המעגלים החשמליים
2	1	-	2.5	1040214 טורי פוריה
2	1	-	2.5	1040215 פונקציות מרוכבות א'
2	1	-	2.5	1040220 מד"ח ת'
ברפואה				
4	1	-	4.5	2740241 ביוכימיה כללית*
5	3	4	6.0	2740257 אנטומיה א'

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס חינוך גופני. *למשלימי התוכנית לתואר כפול בלבד, יוכר גם הקורס מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה 1340019 (2.5 נק')

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 9	ברפואה
2	-	-	1.5	3240397	סוגיות בפילוסופיה
2	-	-	2.0	2740258	פסיכולוגיה בעולם הרפואה
2	-	-	2.0	2740322	פתולוגיה מערכתית 1
-	-	3	1.0	2740326	להיות רופא – חשיפה לרפואה (5)
3	-	1	3.0	2740336	נירופיזיולוגיה מערכתית
4	-	2	4.5	2740372	בקטריוλογία
2	1	2	3.0	2740375	נירואנטומיה
			4.0		קורסי בחירה רפואה
<hr/>				21.0	

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 10	ברפואה
2	-	-	2.0	2740251	אבולוציה
2	-	-	2.0	2740252	פתוגנים ואוקריוטים
2	-	2	2.0	2740318	אפידמיולוגיה
2	-	-	2.0	2740319	וירולוגיה
2	-	2	2.0	2740320	אתיקה ומשפט
-	-	3	1.0	2740327	להיות רופא – חשיפה לרפואה (6)
3	-	-	3.0	2740328	אנדוקרינולוגיה-פיזיולוגיה ופתופיזיולוגיה
2	-	3	2.0	2740352	תזונה קלינית
3	2	-	4.0	2740367	פרמקולוגיה בסיסית
3	-	-	3.0	2740369	המטולוגיה
2	-	-	2.0	2740376	פתולוגיה מערכתית 2
<hr/>				23.0	

בחירה פקולטית:

במסלול לימודים זה יש לצבור בסה"כ לפחות 21.5 נק' בחירה פקולטית בהנדסה (ראו רשימת קורסי בחירה פקולטית).

יש ללמוד לפחות קבוצת בחירה אחת בתחום ההנדסה הביו-רפואית ע"פ כללי הקבוצה.

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

בנוסף, גם הקורסים הבאים יוכרו כבחירה פקולטית:

3350002 מעבדה 2
3360022 מתא לרקמה

קורסי בחירה פקולטית כללית

ה'	ת'	מ'	נק'		
1	-	-	6	2.0	מעבדה מתקדמת בה. ביו-רפואית 1 3340019
2	-	-	6	2.0	מעבדה מתקדמת בה. ביו-רפואית 2 3340020
-	-	-	8	4.0	פרויקט מחקרי למצטיינים 3340305
1	-	-	2	1.0	מפגשים עם התעשייה 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 3360024
2	-	-	2	3.0	חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 2 3360025
2	1	-	-	2.0	יזמות בהנדסה ביו-רפואית 3360543
2	1	-	-	2.5	דימות מוח – תאוריה ופרקטיקה 2160020

קורס המופיע במספר קבוצות יחשב רק באחת מהן לפי בחירת הסטודנט. קורסי נושאים מתקדמים/נבחרים יחשבו בקטגוריית בחירה פקולטית כללית.

קורסי המעבדה המתקדמת מתקיימים במעבדות החוקרים, בתאום עם החוקר ובאישור מרצה אחראי. קורס מעבדה מתקדמת אחד יוכר כבחירה פקולטית כללית והשני כבחירה חופשית.

קורסי חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 1+2 3360025+3360024 (6.0 נק') יכולים להחליף פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1+2 3350015+3340014 (7.0 נק'). 1.0 נק' הפרש תושלם בבחירה הפקולטית.

התמחות משנית במנהיגות יזמית

התוכנית מיועדת לסטודנטים הנמצאים במהלך לימודיהם לתואר הראשון בטכניון. התוכנית בשיתוף עם המחלקה ללימודים הומניסטיים ואומנויות. במסגרת ההתמחות הסטודנטים ילמדו מכלול נושאים בתיאוריה, התנסות ויישום של 'מנהיגות יזמית'. במסגרת ההתמחות על הסטודנט ללמוד לפחות 10 נק', 5 מתוכן תחשבנה כחלק מהתואר והשאר מעבר לדרישות התואר. למסיימים את ההתמחות תוענק תעודה לאחר השלמת דרישות התוכנית ולאחר השלמת כל הדרישות לתואר בפקולטת האם. בנוסף לרשימת קורסי בחירה המפורסמת באתר התוכנית הטכניונית ליזמות קורסי בחירה הבאים מהפקולטה להנדסה ביו-רפואית ייחשבו בהתמחות זו:

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 3360024
2	-	-	2	3.0	חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 2 3360025
2	1	-	-	2.0	יזמות בהנדסה ביו-רפואית 3360543
1	-	-	-	1.0	מרעיון קליני לפתרון 3380002

במקום קורס חובה של התוכנית 3240527 יסודות היזמות (2.0) ניתן ללמוד קורס התמחות בתחום הידע הנדרש:

3360543 יזמות בהנדסה ביו-רפואית - מרעיון למוצר (2.0 נק') או 3360025+3360024 חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 1+2 (6.0 נק'). שני קורסי ביודיזיין יכולים להיחשב כחלופה לקורסי פרויקט גמר פקולטי (3340014+3350015). במידה והקורס נלמד כחלופה לקורס פרויקטים רק 2.0 נקודות תחשבנה למניין הנקודות של ההתמחות במנהיגות יזמית ועל הסטודנט יהיה להשלים 8.0 נק' מכלל הקורסים מוצעים במסגרת ההתמחות. אחרת, כל 6.0 הנקודות תחשבנה למניין הנקודות בהתמחות.

לפרטים יש לבקר באתר: <https://t-hub.technion.ac.il/t-lead/>

לימודים לתארים מתקדמים

- מערכות לומדות לאנליזה סדרות פיזיולוגיות בזמן
- עיבוד אותות נויראליים והתנהגותיים

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
- איברים מלאכותיים לתמיכה במטבוליזם
- הנדסת מולקולות
- ניתוח מרקרים בדם לזיהוי מוקדם של מחלות
- שתלים מגנטים לגירוי חשמלי ומכאני אל-חוטי
- שתלים משועלי אור

חקר המוח והנדסת שיקום תנועה

- ממשקים עצביים ופרוטוזות
- חישוביות 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
- מאזן אנרגיה בלב
- אבחון מחלות לב בעזרת למידה חישובית

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 חישוביות לניבוי הרכבה עצמית של ננו-חלקיקים תרופתיים
- שימוש בקרינה מייננת להכוונת ננו-חלקיקים

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 מדוייקים, בוגרי מדעי החיים ורפואה שהשיגיהם בלימודי התואר הראשון/השני גבוהים.

התארים המוענקים ע"י היחידה :

מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית (MSc)

מגיסטר להנדסה (MSc)

מגיסטר להנדסה (MSc) מגיסטר להנדסה 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 בבריאם 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 לחיזויגילוי פתולוגיות שריר שלד
- cardiopulmonary interactions - אינטראקציות בין מערכות הנשימה והלב.

אותות ומערכות ביולוגיים

- עיבוד אותות ותמונות רפואיים וביולוגיים
- ביו-פרוטוניקה, אופטיקה ואלקטרו-אופטיקה ביו-רפואית
- אופטופיזיולוגיה ואופטוגנטיקה
- ניתוח, סיווג תבניות זיהוי פתולוגיות
- מערכות בקרה פיזיולוגיות
- תכן מכשור רפואי ממוחשב
- מכשור רפואי וסטנדרטים
- עיבוד אותות של פעילות שרירית וביומכניקה
- פיתוח שיטות מיקרוסקופיות למחקר ברמת המולקולה הבודדת

- 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
- פיתוח חלקיקי ננו לחקר התא ובקרת ביטוי גנים

הדמיה רפואית

- שיטות מיקרוסקופיה מתקדמות
- טיפולים רפואיים מונחי הדמיה
- אולטרסאונד טיפולי
- הדמיה רפואית (אולטרסאונד, MRI, PET, CT) ודימות 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

ביופיסיקה

- שיטות איפיון של מולקולות בודדות,
- דינמיקה של חלבונים ו-DNA בתא החי
- ננו-ביו-פיסיקה
- ארגון הגנום בתא
- ננו-חלקיקים להדמיה תאית
- המנועים המולקולריים של עולם החי
- ריצוף מולקולות בעזרת ננו-חרירים
- שיטות מיקרוסקופיה מתקדמות
- ביו-פוטוניקה

לימודים לתואר מגיסטר ודוקטור

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 42 נקודות לימוד, מתוכן 2 נקודות בגין אנגלית מורחבת, והגשת פרויקט גמר. על בוגרי הפקולטה ללמוד 13 מהנקודות ממקצועות הפקולטה ועל בוגרי פקולטות אחרות ללמוד לפחות 20 מהנקודות ממקצועות הפקולטה, כולל פיזיולוגיה של מערכות הגוף למהנדסים 337002

תנאי הקבלה

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

מעבר למסלול עם תזה

ניתן לעבור למסלול עם תזה, בהמלצת המנחה ובכפוף לאישור 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, ונמצא מתאים על ידי הוועדה, 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, בין יתר השיקולים 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. מועמד שאינו בעל רקע בהנדסה ביו רפואית יחוייב ב 1 נק' השלמה (ראו טבלה).

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.

תנאי הקבלה ודרישות הלימוד

תנאי הקבלה ללימודים בפקולטה להנדסה ביו-רפואית כפופים לדרישות ותקנות ביה"ס לתארים מתקדמים. ההחלטה על קבלה נתונה בידי הוועדה הפקולטית ללימודי תארים מתקדמים על פי שיקוליה המקצועיים. בדיון בבקשת קבלה של מועמד, תתחשב הוועדה הפקולטית ללימודים לתארים מתקדמים ברקע האקדמי של המועמד, 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 הרשמה. הצגת נושא מחקר עם הרשמה 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 על ידי הוועדה הפקולטית 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 בטכניון ללמוד לפחות 6 מהנקודות מהמקצועות הנלמדים בפקולטה, ועל בוגרי פקולטות אחרות ללמוד לפחות 9 מהנקודות מהמקצועות הנלמדים בפקולטה, כולל פיזיולוגיה של מערכות הגוף למהנדסים 337002.

תנאי הקבלה

א. **בוגר הפקולטה להנדסה ביו-רפואית בטכניון** בעל ממוצע 83 ומעלה, יתקבל במעמד של סטודנט "מן המניין", ואם ממוצע ציוניו בין 82 ל 83 תשקל קבלתו "על-תנאי".

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 בתחום 82-84** 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 85 לפחות וציון 65 לפחות בכל מקצוע.

בחירת 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 ההנדסי הספציפי הדרוש להתמחות 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 לסטודנט המגיע ממסלול תלת שנתי 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 מדויקים	1	קורס אנטומיה 3370004, ובנוסף, במסגרת 9 הנקודות לתואר יש ללמוד לפחות 3 נקודות מקורסי הפקולטה
	MSc, MD במדעי החיים / מדעי הרפואה	10	ע"פ סל המקצועות
מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית (MSc) או מגיסטר להנדסה (ME)	הנדסה	6	מרשימת מקצועות ההשלמה
	תואר ארבע-שנתי במדעי החיים	10	לפחות קורס אחד מכל קבוצה מתוך סל המקצועות המפורט להלן.
	תואר ארבע-שנתי במדעים מדויקים	6	מרשימת מקצועות ההשלמה
	תואר תלת-שנתי במדעים מדויקים	20	על פי סל המקצועות להלן.
	תואר תלת-שנתי במדעי החיים	20	על פי סל המקצועות להלן.

- 1040220 מד"ח ת (2.5 נקודות)
- 1040215 פונקציות מרוכבות א (2.5 נקודות)
- 1040214 טורי פורייה (2.5 נקודות)
- 1140071 פיזיקה 1 מ (3.5 נקודות)

בסיס בחירה הנדסה ביו רפואית (צריך לבחור לפחות אחד אפשר לבחור יותר מאחד)

- 00440105 תורת המעגלים החשמליים (4 נקודות)
- 00440131 אותות ומערכות (4 נקודות)
- 03340221 יסודות של חומרים רפואיים (2.5 נקודות)
- 03350009 מכניקה של זורמים ביולוגים (3 נקודות)
- 03340222 מכניקת מוצקים להנדסה ביו רפואית (4 נקודות)

והיתר ממקצועות הפקולטה באישור הפקולטה והמנחה, למעט קורסי מעבדה, פרויקט וסמינרים (ראה רשימה למטה)

קורסים אסורים בהשלמות

- 03340021 מגמות בהנדסה ביו-רפואית
- 03340331 מפגשים עם התעשייה
- 03340014 פרויקט בהנדסה ביו רפואית 1
- 03340015 פרויקט בהנדסה ביו רפואית 2
- 03340016 פרויקט קליני-הנדסי
- 03340019 מעבדה מתקדמת בהנדסה ביו רפואית 1
- 03340020 מעבדה מתקדמת בהנדסה ביו רפואית 2
- 03340005 פרויקט מחקר לסטודנטים מצטיינים
- 03350004\03350003\03350002\03350001 מעבדה בהנדסה ביו רפואית 4\3\2\1
- 03340305 פרויקט מחקר למצטיינים
- 03360001 רגולציה ומחקר קליני במכשור רפואי
- 03360024, 03360025 חדשנות רפואית במודל ביודיגיין 1,2
- 03360543 יזמות בהנדסה ביו-רפואית

מידע נוסף

מזכירות תארים מתקדמים בפקולטה להנדסה ביו-רפואית
 טל. 04-8294130, פקס. 04-8294599
gradchair@technion.ac.il
<https://bme.technion.ac.il/>

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

מקצועות ההשלמה הבסיסיים לאנשים ללא רקע מתאים במדעי החיים:

337004	מבוא לאנטומיה מיקרו ומאקרו	1.0
336022	מתא לרקמה	2.5
337001	ביופיזיקה ונוירופיזיולוגיה למהנדסים	2.5

סל מקצועות ההשלמה לבוגרי תואר ראשון תלת שנתי / ארבע שנתי ממדעי החיים:

בסיס חובה- במידה ולא למד שפת תכנות
 234128 מבוא למחשב שפת פייתון (4 נקודות) (שפת מחשב כלשהי)

בסיס בחירה מתמטי-פיזיקאלי (לפחות מקצוע אחד אפשר לבחור יותר מאחד)

- 01040016 אלגברה 1 מ (5 נקודות)
- 01040042 חדו"א 1 מ (5 נקודות)
- 01040038 אלגברה 2 מ (2.5 נקודות)
- 01040136 מד"ר מ (4 נקודות)