

הפקולטה להנדסה 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 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 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 B.Sc. מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית.

התוכנית המשולבת בהנדסה ביו-רפואית ופיזיקה

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 ופיזיקה 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. ראייה 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 והננורפואה. 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 ופיזיקה, המסלול הנמשך כ-4 שנים.

חברי הסגל האקדמי

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 שירותי 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.

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

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, 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 M.D תתאפשר עם סיום כלל החובות בתוכנית לתואר כפול בוסף 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 לבינה 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 לדמיות 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

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

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

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
				קורסי בחירה פקולטיים
5.0				

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.

תוכנית הלימודים לתואר ראשון בהנדסה ביו-רפואית

תוכנית הלימודים

על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 160.0 נקודות

לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה	מקצועות בחירה במסלול הפקולטי	מקצועות בחירה טכניונית: 6.0 נק' העשרה
118.0 נק'	30.0 נק'	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 1
4	-	-	0.0	בטיחות במעבדות חשמל 044102
4	2	-	5.0	אלגברה 2מ1 104065
4	2	-	5.0	חדו"א 2מ1 104042
3	1	-	3.5	פיזיקה 1מ1 114071
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 2מ1 יוכר גם 104018 חדו"א 1מ1.
במקום קורס 104065 אלגברה 2מ1 יוכר גם 104016 אלגברה 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
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 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
2	1	-	2.5	כימיה פיזיקלית 1ב' 124503
2	1	-	2.5	מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה 134019
2	-	-	2.0	מבוא לאנטומיה של האדם 334274
18.5				

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס חינוך גופני.
324033 אנגלית טכנית מתקדמים ב' (3.0) לחיילים לפי סיווג טכניוני יש ללמוד עד סמסטר 4 כולל.

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 4
4	2	-	5.0	אותות ומערכות 044131
3	3	-	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 ונוירופיזיולוגיה למהנדסים 336537
18.0				

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

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				

קורסי בחירה פקולטית

יש לצבור 30.0 נק' לפחות:

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

מגמת הדמיה ואותות רפואיים

ה'	ת'	מ'	נק'	
2	1	-	2.5	336020 תופעות ביו-חשמליות
2	1	-	2.5	336023 יישומי אופטיקה ביו-רפואית
2	1	-	2.5	336027 עיבוד תמונות רפואיות (עת"ר)
2	2	-	3.0	336208 שיטות באנליזה של אותות ביולוגיים
2	1	-	2.5	336326 ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים
2	1	-	2.5	336502 עקרונות הדמיה
2	2	-	3.0	336522 מבוא לבקרה במערכות ביו-רפואיות
2	2	-	3.0	336533 אופטיקה ופוטוניקה
2	-	-	2.0	336028 למידה עמוקה ב-MRI
2	1	-	2.5	336325 אולטראסאונד ברפואה
2	1	-	2.5	336404 ממשקים ביולקטרוניים
2	-	-	2.0	336504 עקרונות תהודה מגנטית
3	1	-	3.5	336521 עקרונות הנדסיים של מע' הקרדיו
2	1	-	2.5	336536 שיטות במדעי העצב
2	1	-	2.5	336538 עקרונות ביו-הנדסיים לחישת מולקולות
2	1	-	2.5	336540 תכן מכשור רפואי ממוחשב
2	1	-	2.5	336544 מעגלים גנטיים
2	-	-	2.0	336545 רפואה גרעינית ורדיותרפיה
2	1	2	3.0	336546 מערכות לומדות בתחום הבריאות
2	1	-	2.5	336547 דימות אופטי חישובי
2	2	-	3.0	336549 טכניקות ריצוף DNA
2	1	-	2.5	336550 ביופיזיקה חישובית
2	2	-	3.0	034033 אנליזה נומרית מ'
2	1	-	3.0	044101 מבוא למערכות תכנה
2	1	-	3.0	044198 מבוא לעיבוד ספרתי של אותות
2	1	-	3.0	044202 אותות אקראיים
2	1	-	3.0	046195 מערכות לומדות
2	1	-	3.0	046197 שיטות חישוביות באופטימיזציה
2	1	-	3.0	046200 עיבוד וניתוח תמונות
2	1	-	3.0	046201 עיבוד אותות אקראיים
2	1	1	3.0	046211 למידה עמוקה
2	1	-	3.0	046332 מערכות ראייה ושמיעה
2	1	-	3.0	046745 עיבוד ספרתי של אותות
2	1	-	3.0	046746 אלגורית' ויישומים בראייה ממוחשבת
2	1	-	2.5	236523 מבוא לביואינפורמטיקה
2	1	1	3.0	236781 למידה עמוקה על מאיצים חישוביים

מגמת ביומכניקה וזרימה

ה'	ת'	מ'	נק'	
2	1	-	2.5	336326 ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים
2	1	-	2.5	336506 ביומכניקה שיקומית
2	1	-	2.5	336517 ביו-הנדסה של התא
2	2	-	3.0	336522 מבוא לבקרה במערכות ביו-רפואיות
2	1	-	2.5	336539 זרימה במערכות הנשימה
2	1	-	2.5	336541 זרימה במערכת הקרדיווסקולרית
2	1	-	2.5	336021 ננו-חלקיקים בביו' מכניקה וריאולוגי
2	1	-	2.5	336520 שתלים אורטופדיים ותחליפי רקמה
3	1	-	3.5	336521 עקרונות הנדסיים של מע' הקרדיו
2	1	-	2.5	336540 תכן מכשור רפואי ממוחשב
2	2	-	3.0	336549 טכניקות ריצוף DNA
2	1	-	2.5	336550 ביופיזיקה חישובית
2	2	-	3.0	034033 אנליזה נומרית מ'
2	1	-	2.5	035001 מבוא לרובוטיקה
2	2	-	3.0	035199 שימוש המחשב בתורת הזרימה
2	1	-	2.5	036049 רשתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה
3	-	-	3.0	036076 אלקטרו קינטיקה בננו-ומיקרו-זרימה
3	2	-	4.0	084225 דינמיקה

מגמת הנדסת רקמות וביו-חומרים

ה'	ת'	מ'	נק'	
2	1	-	2.5	336021 ננו-חלקיקים בביו' מכניקה וריאולוגי
2	1	-	2.5	336402 תכן ביו-חומרים
2	1	-	2.5	336517 ביו-הנדסה של התא
2	1	-	2.5	336528 שחרור מבוקר של תרופות
2	1	-	2.5	336529 הנדסת רקמות ותחליפים ביולוגיים
2	1	-	2.5	336326 ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים
2	1	-	2.5	336404 ממשקים ביולקטרוניים
2	1	-	2.5	336405 יסודות הנדסיים בביו' ובביוטכני'
2	1	-	2.5	336520 שתלים אורטופדיים ותחליפי רקמה
3	1	-	3.5	336521 עקרונות הנדסיים של מע' הקרדיו
2	1	-	2.5	336538 עקרונות ביו-הנדסיים לחישת מולקולות
2	1	-	2.5	336544 מעגלים גנטיים
-	-	4	2.0	336548 מעבדה לתכן מעגלים גנטיים
2	2	-	3.0	336549 טכניקות ריצוף DNA
2	1	-	2.5	336550 ביופיזיקה חישובית
2	1	-	2.5	054413 פולימרים ויישומיהם בביוטכנולוגיה
3	1	-	3.5	134020 גנטיקה כללית
2	1	-	2.5	134069 ביולוגיה של ההתפתחות
2	1	-	2.5	134082 ביולוגיה מולקולרית
2	1	-	2.5	134119 בקרת הביטוי הגנטי
3	-	-	3.0	134121 מיקרוביולוגיה ווירולוגיה
3	-	-	3.0	276413 אימונולוגיה בסיסית

קורסי בחירה פקולטית כללית

ה'	ת'	מ'	נק'	
-	-	6	2.0	334019 מעבדה מתקדמת בה ביו-רפואית 1
-	-	6	2.0	334020 מעבדה מתקדמת בה ביו-רפואית 2
-	-	8	4.0	334305 פרויקט מחקר למצטיינים
-	-	-	1.0	334331 מפגשים עם התעשיה
-	-	2	1.5	335016 פרויקט קליני הנדסי
-	-	-	2.0	336001 רגולציה ומחקר קליני במכשור רפואי
-	-	2	3.0	336024 חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 1
-	-	2	3.0	336025 חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 2
-	1	-	2.0	336543 יזמות בהנדסה ביו-רפואית
-	1	-	2.5	216020 דימות מוח – תאוריה ופרקטיקה

קורס המופיע במספר מגמות יחשב רק אחת המגמות לפי בחירת הסטודנט.
קורסי נושאים מתקדמים/בחרים 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 ו-2 (336024/5 ו-336015/6) יכולים להחליף פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1 ו-2 (334014 ו-335015/6) (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 תחשבה 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:

335016	פרויקט קליני הנדסי	1	-	2	5.0
336001	רגולציה ומחקר קליני במכשור רפואי	2	-	-	2.0
336024	חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 1	2	-	2	3.0
336025	חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 2	2	-	2	3.0
336543	יזמות בהנדסה ביו-רפואית	2	1	-	2.0
338002	מרעיון קליני לפתרון	1	-	-	1.0

במקום קורס חובה של התוכנית 324527 יסודות היזמות (2.0) ניתן ללמוד קורס התמחות בתחום הידע הנדרש:

336543 יזמות בהנדסה ביו-רפואית - מרעיון למוצר (2.0 נק') או 336024+336025 חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 1+2 (6.0 נק').

שני קורסי ביודיזיין יכולים להיחשב כחלופה לקורסי פרויקט גמר פקולטי (335015+334014). במידה והקורס נלמד כחלופה לקורס פרויקטים רק 2.0 נקודות תחשבה למניין הנקודות של ההתמחות במנהיגות יזמית ועל הסטודנט יהיה להשלים 8.0 נק' מכלל הקורסים מוצעים במסגרת ההתמחות. אחרת, כל 6.0 הנקודות תחשבה למניין הנקודות בהתמחות.

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

תוכנית הלימודים המשולבת לתואר מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה

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
קורסי בחירה פקולטיים				

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
קורסי בחירה פקולטיים				

17.5

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס חינוך גופני.
*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
קורסי בחירה פקולטיים				

12.5

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

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 8
4	2	-	5.0	אלקטרומגנטיות ואלקטרו דינמיקה 114246
-	-	9	3.0	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2 335015
קורסי בחירה פקולטיים				

8.0

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

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 1
4	-	-	0.0	בטיחות במעבדות חשמל 044102
4	2	-	5.0	אלגברה 2מ1 104065
4	2	-	5.0	חדו"א 2מ1 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 2מ1 יוכר גם 104018 חדו"א 1מ1.
במקום קורס 104065 אלגברה 2מ1 יוכר גם 104016 אלגברה 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 ונירופיזיולוגיה למהנדסים 336537
17.0				

בסמסטר זה מומלץ ללמוד קורס "מפגשים עם התעשייה" 334331 (1.0 נק') כבחירה פקולטית.
324033 אנליט טכנית מתקדמים ב' (3.0) לחיביים 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 235.5 נקודות
לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה	204.0 נק'
מקצועות בחירה בהנדסה	21.5 נק'
מקצועות בחירה ברפואה	4.0 נק'
מקצועות בחירה כלל טכניוניים – חינוך גופני	2.0 נק'
מקצועות בחירה חופשית:	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
104065	4	2	-	5.0
104042	4	2	-	5.0
114071	3	1	-	3.5
124507	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 2 מ1 יוכר גם 104018 חדו"א 1 מ1.
במקום קורס 104065 אלגברה 2 מ1 יוכר גם 104016 אלגברה 1 מ1.

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				
125803	2	2	-	3.0
22.5				

*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
ברפואה				
274241	4	1	-	4.5
274257	5	-	3	6.0
22.0				

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס חינוך גופני.

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

סמסטר 4	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
044131	4	2	-	5.0
104034	3	1	-	3.5
334222	3	2	-	4.0
ברפואה				
274253	3	2	-	4.0
274266	5	-	3	6.0
22.5				

*למשלימי התוכנית לתואר כפול בלבד, יוכר גם 336537 ביופיזיקה
ונוירופיזיולוגיה (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
274323	4	1	1	4.5
274348	3	1	1	4.0
21.5				

סמסטר 6	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
334023	3	1	-	3.5
334221	2	1	-	2.5
335001	-	-	4	2.0
ברפואה				
274143	-	-	6	2.0
274165	3	1	-	3.5
274262	3	1	-	3.5
274268	4	2	-	5.0
22.0				

*במקום 334023 סטטיסטיקה להנדסה ביו-רפואית (3.0) יוכר גם 094423
מבוא לסטטיסטיקה (3.0)
**למשלימי התוכנית לתואר כפול בלבד, יוכר גם הקורס גנטיקה כללית 134020

סמסטר 7	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
334014	-	-	9	4.0
335003	-	-	6	2.0
ברפואה				
274234	-	-	3	1.0
274242	2	-	-	2.0
274243	3	-	-	3.0
274260	2	3	4	3.0
274358	1	2	-	2.0
17.0				

סמסטר 8	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
בהנדסה ביו-רפואית				
335015	-	-	9	3.0
ברפואה				
274235	-	-	3	1.0
274246	2	-	-	2.0
274261	4	-	-	4.0
274265	3	1	-	1.0
274267	3	1	-	3.5
14.5				

סמסטר 9					
ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	ברפואה	
2	-	-	1.5	סוגיות בפילוסופיה	324397
2	-	-	2.0	פסיכולוגיה בעולם הרפואה	274258
2	-	-	2.0	פתולוגיה מערכתית 1	274322
-	3	-	1.0	להיות רופא – חשיפה למקצוע הרפואה (5)	274326
3	-	1	3.0	נירופיזיולוגיה מערכתית	274336
4	-	2	4.5	בקטריולוגיה	274372
2	1	2	3.0	נירואנטומיה	274375
קורסי בחירה רפואה					
4.0					
21.0					

סמסטר 10					
ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	ברפואה	
2	-	-	2.0	אבולוציה	274251
2	-	-	2.0	פתוגנים ואוקריוטים	274252
2	-	-	2.0	אפידמיולוגיה	274318
2	-	-	2.0	וירולוגיה	274319
2	-	-	2.0	אתיקה ומשפט	274320
-	3	-	1.0	להיות רופא – חשיפה למקצוע הרפואה (6)	274327
3	-	-	3.0	אנדוקרינולוגיה-פיזיולוגיה ופתופיזיולוגיה	274328
2	-	-	2.0	תזונה קלינית	274352
3	2	-	4.0	פרמקולוגיה בסיסית	274367
3	-	-	3.0	המטולוגיה	274369
23.0					

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 מדויקים, בוגרי מדעי החיים ורפואה שהשיגו בלימודי התואר הראשון/והשני גבוהים.

התארים המוענקים ע"י היחידה :

מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית (MSc)

מגיסטר להנדסה (MSc)

מגיסטר להנדסה בהנדסה ביו-רפואית (ME ללא תזה)

דוקטור לפילוסופיה (PhD)

שטחי המחקר העיקריים:

ביומכניקה וזרימה

- ביומכניקה של מולקולות ונגזרות חלקיקים
- ביומכניקה ומכניקה ביו-רפואית 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
- ביו-רפואה למערכות שריר שלד
- חיישנים חכמים לבישים
- פיתוח אלגוריתמים של מערכות לומדות לחיזוי/גילוי
- פתולוגיות שריר שלד
- אינטראקציות בין מערכות הנשימה והלב

אותות ומערכות ביולוגיות

- 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
- מכניקה ביו-רפואית, אינטראקציות תא-משטח
- ביו-חומרים ושתלים ביוקומפטיביים
- 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
- חישוביות עצביות 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
- מכניקה ביו-רפואית 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
- 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

תנאי הקבלה

א. **בוגר הפקולטה להנדסה ביו-רפואית בטכניון** בעל ממוצע 82 ומעלה, יתקבל במעמד של סטודנט "מן המניין". ואם ממוצע ציוניו בין 80 ל 82 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 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 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.

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 להנדסה 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 להנדסה (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).

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

ביופיזיקה

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

לימודים לתואר מגיסטר ודוקטור

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 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 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.

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 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 9 נקודות השלמה (ראו טבלה).

טבלת דרישות ההשלמה – הנדסה ביו-רפואית

לימודים לקראת התואר	רקע אקדמי קודם	מס' נק' השלמה	הערות
דוקטור לפילוסופיה PhD	MSc בהנדסה / מדעים מדויקים	1	קורס אנטומיה 337004, ובנוסף, במסגרת 9 הנקודות לתואר יש ללמוד לפחות 3 נקודות מקורסי הפקולטה
	MSc, MD במדעי החיים / 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 מטה
	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

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

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

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

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

יתר הנקודות יש לצבור ממקצועות הפקולטה באישור המנחה, למעט קורסי מעבדה, פרויקט וסמינרים

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 ויאושרו 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:

נק'		
337004	מבוא לאנטומיה של האדם למהנדסים	1.0
336022	מבוא לרקמה	2.5
337001	ביופיזיקה ונוירופיזיולוגיה למהנדסים	2.5

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

בסיס חובה - במידה ולא למד שפת תכנות

נק'		
234128	מבוא למחשב שפת פייתון	4.0
	או שפת תכנות אחרת	