

תיאור היחידה

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.

הפקולטה להנדסה ביו-רפואית היא יחידה רב-תחומית בה עוסקים ביישום הידע והכלים של תחומי ההנדסה השונים לפיתוח שיטות אבחון וטיפול רפואיות ולחקר הבסיסי 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 ההייטק הביו-רפואית הינה בין המובילות ברמתה ובקצב גידולה. מגוון הפעילויות של התעשייה הביו-רפואית כולל תחומים כגון: איברים מלאכותיים, עזרים מלאכותיים מושתלים, מכשור רפואי לאבחון וטיפול, ציוד לצנתור והדמיה רפואיים, הנדסה שיקומית, עזרי נכים, הנדסה ביוכימית, הנדסת רקמות ושיקום המוח. התעשייה הביו-רפואית בארץ ובעולם היא עתירת ידע, מוטת ייצוא ומאופיינת בחדשנות, תחכום וחיפוש מתמיד אחר אתגרים חדשים.

הפקולטה להנדסה ביו-רפואית מציעה תוכניות לימודים לתואר ראשון ותוכניות 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.

בוגרי הפקולטה להנדסה ביו-רפואית משתלבים בתעשייה הביו-רפואית וכן בתעשיות אחרות. הבוגרים מאיישים תפקידי מפתח בקבוצות פיתוח וייצור, בשיווק וביישום מוצרים בשירותי 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. בפקולטה מעבדות מתקדמות בשטחים השונים ומערכות מחשבים מצוידות היטב.

מעבדות מחקר

מעבדה למדידות באולטרסאונד פרופ' אמריטוס דן אדם

מעבדה להדמיה רפואית פרופ' אמריטוס חיים אזהרי

מעבדה לבינה מלאכותית ברפואה פרופ' ח יואכים בהר

מעבדה לביופיזיקה וננו-דינמיקה פרופ' יובל גרעיני

מעבדה לביולוגיה סינתטית וביו-אלקטרוניקה פרופ' ח ראמו דאניאל

מעבדה למכנו-ביולוגיה 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 ביו-אנרגטיות וביו-חשמליות פרופ' 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

הפקולטה
להנדסה ביו-רפואית

חברי הסגל האקדמי

דיקן הפקולטה
שניטמן ג'וזואה

פרופסורים
גרעיני יובל
יניב יעל
לבנברג שולמית
מלר עמית
שניטמן ג'וזואה

פרופסורים חבריים
בהר יואכים
דאניאל ראמו
ויס דפנה
ילין דביר
לנדסברג אמיר
מואסי פיראס
פריימן מוטי
סליקטר דרור
קורין נתנאל
שכטמן יואב
שמאי יוסי

פרופסורי משנה / מרצים בכירים
בר ציון אבינועם
ונדורנה קתרין
לנדאו שירה
סולומון אדי
פישר אריאל
פרייפלד לימור
רוטנברג מנחם (חמי)
שמרון אפרת

פרופסורים אמריטי
אדם דן
אזהרי חיים
גת יצחק
לוטן נח
לניר יורם
מזרחי יוסף
קימל איתן

השתייכות משנית
בלנק אהרון
גפטיין ליאור
הורוביץ קראוס ציפי
קישוני רועי
קפלן אריאל
שילר ג'קי
שרודר אברהם

מסלולי לימוד

בפקולטה להנדסה ביו-רפואית קיימים שלושה מסלולי לימוד לתואר ראשון:

מסלול בהנדסה ביו-רפואית המקנה תואר מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית BSc. משך הלימודים 4 שנים.

מסלול משולב בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה המקנה תואר מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה BSc. משך הלימודים 4 שנים.

מסלול הלימודים המשולב בהנדסה ביו-רפואית ופיזיקה מיועד לסטודנטים המעוניינים לפתח ידע מדעי וטכנולוגי בשילוב עם ידע והבנה פיזיקליים עמוקים יותר של תופעות וכלי מחקר מודרניים 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 הננו-ביוטכנולוגיה והפיתוח של מכשור ביו-רפואי המסתמך על תופעות פיזיקליות מורכבות, למשל בתחומי האופטיקה הביו-רפואית, הדימות הגרעיני והמגנטי והננו-רפואה. כמו-כן, רבים מנושאי המחקר מתקדמים מסתמכים כיום במידה רבה מאוד על כלים ניסיוניים ותיאורטיים שפותחו במקור בפיזיקה ומסתמכים על ידע פיזיקלי והנדסי מתקדם.

מסלול לתואר כפול בהנדסה ביו-רפואית ורפואה מיועד לתלמידים מצטיינים בעלי סכס גבוה במיוחד.

מטרת התואר 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, הציווד והמכשור המשמשים לטיפול ולאבחנה. כיוון שנושא הרפואה תופס מקום חשוב בחיינו והמשאבים הכלכליים, האנושיים, 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 ההיזק בארץ עוסקות בפיתוח שיטות ומוצרים רפואיים וביוטכנולוגיים. האנשים המובילים היום בעולם המערבי במחקר, בפיתוח ובקליניקה הרפואית הם ברובם בעלי השכלה משולבת – הנדסית/מדעית ורפואית.

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

משך התואר הכפול חמש שנים. בשנים הראשונות נלמד הבסיס במדעים מדויקים, בהנדסה, במדעי החיים וברפואה. בהמשך התכנית נלמדים מקצועות מרפואה, במקביל למקצועות בהנדסה ביו-רפואית.

התכנית מקנה תואר כפול: בוגר למדעים (BSc) במדעי הרפואה ובוגר למדעים (BSc) בהנדסה ביו-רפואית.

סטודנטים שיעמדו בתנאי המעבר לחטיבה הקלינית, ימשיכו ל-3 שנים נוספות אשר בסיומן יקבלו תואר MD (בהתאם לתקנון רפואה). לאחר קבלת תואר MD, על הבוגר להשלים שנת סטאז' בהתאם לנהלי משרד הבריאות לטובת קבלת רישיון לעסוק ברפואה בישראל.

השלמת החובות בכל תואר הם בהתאם לנהלי הפקולטה הרלוונטית.

קורסים מקבילים לקורסי רפואה יוכרו לטובת התואר הכפול רק עבור סטודנטים שישלימו את התוכנית לתואר כפול במלואה, כמתואר בתוכנית הלימודים.

סיום אחד התארים בלבד יחייב השלמה מלאה של דרישות אותו התואר.

מעבדה לחקר והנדסת שיקום התנועה פרופ"ח פיראס מואסי

מעבדה לביופיזיקה מולקולרית וננו-ביוטכנולוגיה פרופ' עמית מלר

מעבדה להנדסת רקמות וביו-חומרים פרופ"ח דרור סליקטר

מעבדת MRI חישובית פרופ"ח מוטי פריימן

מעבדה לנוירו-הנדסה ד"ר לימור פרייפלד

מעבדה להנדסת ננו-רפואה קרדיווסקולרית פרופ"ח נתנאל קורין

מעבדה לממשקים ביו-חשמליים וביו-מכניים ד"ר מנחם רוטנברג (חמי)

מעבדה לננו-ביו-אופטיקה פרופ"ח יואב שכטמן

מעבדה להנדסת ננו-רפואה ממוחשבת לסרטן פרופ"ח יוסי שמאי

מעבדה לזורמים ביולוגיים פרופ' ג'וזואה שניטמן

מעבדה לחקר בעיות במערכת שריר-שלד והתקנים רפואיים לבישים ד"ר אריאל פישר

מעבדה לאולטרסאונד טיפולי מונחה הדמיה ד"ר אבינועם בר-ציון

לימודי תואר ראשון

תכנית הלימודים בהנדסה ביו-רפואית בטכניון מקנה לסטודנטים רקע בסיסי ומעמיק במדעי יסוד, במדעי החיים והרפואה וידע רחב ומעמיק בהנדסה ביו-רפואית. תשתית השכלתית מגוונת זו, המשולבת בהתמחות במספר נושאים, מאפשרת לבוגריה לתפוס מקום מרכזי בתחומי פעילות שונים בתעשיית ההיי-טק על תחומיה השונים ובמכוני מחקר ביו-רפואי.

התכנית מורכבת מקורסי חובה וממגוון רחב של קורסי בחירה בתחומים שונים. קורסי החובה הם במדעי היסוד (מתמטיקה, פיזיקה, כימיה ומחשבים), במדעי החיים והרפואה (אנטומיה, ביוכימיה, ביולוגיה ופיזיולוגיה), במקצועות הנדסיים המיועדים לתת בסיס הנדסי רחב (אותות ומערכות, תכן ביו-חשמלי, יסודות המכניקה, תכן מכני, ביו-חומרים, תופעות מעבר ויסודות אופטיקה). כמו כן נכללים במקצועות החובה הפקולטיים מקצועות שמטרתם להעניק לסטודנטים ניסיון מעשי ומעבדתי ולעודד יצירתיות. ביניהם קורסי מעבדה בהנדסה ביו-רפואית וקורסי פרויקט במעבדות מחקר או בתעשייה, בהם מיישמים הסטודנטים ידע הנדסי שרכשו בתכן של מכשור ומערכות ביו-רפואיות. בנוסף, קיימים בתכנית הלימודים קורס פרויקט קליני-הנדסי שמתקיים במחלקות קליניות בבתי החולים וחושף בפני הסטודנטים את הסביבה הקלינית ומעלה צרכים הנדסיים הדורשים מענה, ופרויקט יזמי כחלק מהתמחות משנית במנהיגות יזמית.

תכנית הלימודים

לתואר ראשון בהנדסה ביו-רפואית

033033-1-000

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 160.0 נקודות
לפי הפירוט הבא:

מקצועות חובה	118.0 נק'
מקצועות בחירה פקולטית	30.0 נק'
מקצועות בחירה כלל טכניונית	12.0 נק'
6.0 נק' העשרה, 4.0 נק' בחירה חופשית, 2.0 נק' חינוך גופני	

מקצוע אנגלית טכנית למתקדמים ב' נכלל בנקודות חובה לתואר.
קורסי אנגלית טכנית לחייבים לפי סיווג טכניוני יש ללמוד עד
סמסטר 4 כולל.

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

להלן מקצועות החובה – השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

סמסטר 1

ה'	ת'	מ'	נק'
4	-	-	0.0
4	2	-	5.0
4	2	-	5.0
3	1	-	3.5
2	2	-	3.0
3	-	-	3.0
19.5			

המלצה לסמסטר זה:
להירשם לקורס 3340021 מגמות בהנדסה ביו-רפואית במסגרת בחירה חופשית.
להירשם לקורס 1040000 מוכנות מתמטית לפיזיקה במסגרת בחירה חופשית.
להירשם לקורס חינוך גופני לבחירת הסטודנט.

¹במקום 1040042 חדו"א 2מ1 ניתן לקחת 1040018 חדו"א 1מ1.
²במקום 1040065 אלגברה 1מ2 ניתן לקחת 1040016 אלגברה 1מ1.

סמסטר 2

ה'	ת'	מ'	נק'
4	3	-	5.5
2	1	-	2.5
3	2	-	4.0
3	1	-	3.5
2	1	-	2.5
2	2	2	4.0
22.0			

³סטודנטים חסרי סיווג בפיזיקה-חשמל יכולים לקחת קורס 1140078 פיזיקה 2 שיוכר במקום 1140052 פיזיקה 2.

סמסטר 3

ה'	ת'	מ'	נק'
3	2	-	4.0
2	1	-	2.5
2	1	-	2.5
2	1	-	2.5
2	1	-	2.5
2	1	-	2.5
2	-	-	2.0
18.5			

המלצה לסמסטר זה:
להירשם לקורס חינוך גופני לבחירת הסטודנט.

סמסטר 4

ה'	ת'	מ'	נק'
4	2	-	5.0
3	3	-	3.5
2	1	-	2.5
3	2	-	4.0
2	2	-	3.0
18.0			

סמסטר 5

ה'	ת'	מ'	נק'
3	1	-	3.5
3	2	-	4.0
3	1	-	3.5
2	2	-	3.0
2	1	-	2.5
3	1	-	3.5
20.0			

המלצה לסמסטר זה:
להירשם לקורס 3340331 מפגשים עם התעשייה הביו-רפואית במסגרת בחירה פקולטית.

⁴במקום 3340023 סטטיסטיקה להנדסה ביו-רפואית ניתן לקחת 0940423 מבוא לסטטיסטיקה.

סמסטר 6

ה'	ת'	מ'	נק'
3	2	-	4.0
-	-	4	2.0
6.0			

המלצה לסמסטר זה:
להירשם לקורס 3360026 מחקרים עדכניים בהנדסה ביו-רפואית במסגרת בחירה חופשית.

סמסטר 7

ה'	ת'	מ'	נק'
-	-	9	4.0
-	-	4	2.0
6.0			

סמסטר 8

ה'	ת'	מ'	נק'
-	-	9	3.0
-	-	4	2.0
5.0			

⁵ בחירה פקולטית:

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

הערות:

חלק מהקורסים ניתנים אחת לשנה ומהווים חלק משרשרת, לכן מומלץ מאוד ללמוד לפי התכנית המומלצת על מנת למנוע עיכוב בסיום התואר.

במהלך הלימודים יתכנו שינויים בתכנית הלימודים, לכן על כל סטודנט להתעדכן בתחילת כל שנה אקדמית בפרטי השינויים, באם יחולו.

תכנית הלימודים לתואר משולב בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה

033133-1-000

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 178.0 נקודות לפי הפירוט הבא:

סמסטר 5				
ה'	ת'	מ'	נק'	
3	2	-	4.0	מכניקה אנליטית 1140101
3	2	-	4.0	מכניקת זורמים ביולוגיים ⁽³⁾ 3340009
3	1	-	3.5	סטטיסטיקה ⁽⁴⁾ 3340023
2	2	-	3.0	תכן ביומכני בסיסי 3350010
3	1	-	3.5	פיזיולוגיה למהנדסים 3360100
				קורסי בחירה פקולטית ⁽⁵⁾
				18.0

המלצה לסמסטר זה:

להירשם לקורס 3340331 מפגשים עם התעשייה הביו-רפואית במסגרת בחירה פקולטית.

להירשם לקורס חינוך גופני לבחירת הסטודנט.

³במקום 3340009 מכניקת זורמים ביולוגיים ניתן לקחת 1160027 תורת הרצף. הפרש נקודות יש להשלים בבחירה הפקולטית.

⁴במקום 3340023 סטטיסטיקה להנדסה ביו-רפואית ניתן לקחת 0940423 מבוא לסטטיסטיקה.

סמסטר 6				
ה'	ת'	מ'	נק'	
4	2	-	5.0	פיזיקה סטטיסטית ותרמית 1140036
4	2	-	5.0	פיזיקה קוונטית 1 1150203
3	2	-	4.0	תכן ביו-חשמלי 3340011
-	-	2	1.0	מעבדה בהנ' ביו-רפואית 3350005
				לפיזיקאים
2	2	-	3.0	אופטיקה ופוטוניקה ⁽⁶⁾ 3360533
				קורסי בחירה פקולטית ⁽⁵⁾
				18.0

המלצה לסמסטר זה:

להירשם לקורס 3360026 מחקרים עדכניים בהנדסה ביו-רפואית במסגרת בחירה חופשית.

⁶במקום 3360533 אופטיקה ופוטוניקה ניתן לקחת 1160210 אופטיקה.

סמסטר 7				
ה'	ת'	מ'	נק'	
-	-	3	1.5	מעבדה לפיזיקה 4מח 1140037
4	2	-	5.0	פיזיקה קוונטית 2 1150204
-	-	9	4.0	פרויקט 1 בהנ' ביו-רפואית 3340014
-	-	4	2.0	מעבדה בהנ' ביו-רפואית 3 3350003
				קורסי בחירה פקולטית ⁽⁵⁾
				12.5

סמסטר 8				
ה'	ת'	מ'	נק'	
4	2	-	5.0	אלקטרומגנטיות 1140246
				ואלקטרודינמיקה
-	-	9	3.0	פרויקט 2 בהנ' ביו-רפואית 3350015
				קורסי בחירה פקולטית ⁽⁵⁾
				8.0

בחיירה פקולטית:

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

יש ללמוד לפחות קבוצת אחת מתחומי הנדסה ביו-רפואית ע"פ כללי הקבוצה ולבחירת הסטודנט.

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

בנוסף לרשימת קורסי הבחירה, במסלול זה בלבד קורסים 3350002 מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 2 ו-3360022 מותאם לרקמה ייחשבו כבחירה פקולטית.

הערות:

חלק מהקורסים ניתנים אחת לשנה ומהווים חלק משרשרת, לכן מומלץ מאוד ללמוד לפי התכנית המומלצת על מנת למנוע עיכוב בסיום התואר.

במהלך הלימודים יתכנו שינויים בתכנית הלימודים, לכן על כל סטודנט להתעדכן בתחילת כל שנה אקדמית בפרטי השינויים, באם יחולו.

143.5 נק'

22.5 נק'

12.0 נק'

מקצועות חובה

מקצועות בחירה פקולטית

מקצועות בחירה כלל טכניונית

6.0 נק' העשרה, 4.0 נק' בחירה חופשית,

2.0 נק' חינוך גופני

מקצוע אנגלית טכנית למתקדמים ב' נכלל בנקודות חובה לתואר. קורסי אנגלית טכנית לחייבים לפי סיווג טכניוני יש ללמוד עד סמסטר 4 כולל.

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

להלן מקצועות החובה – השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

סמסטר 1				
ה'	ת'	מ'	נק'	
4	-	-	0.0	בטיחות במעבדות חשמל 0440102
4	2	-	5.0	חדו"א 1מ ⁽¹⁾ 1040042
4	2	-	5.0	אלגברה 2מ ⁽²⁾ 1040065
-	-	3	1.5	מעבדה בפיזיקה 1מ 1140020
4	2	-	5.0	פיזיקה 51 1140074
2	2	-	3.0	כימיה כללית 1250001
3	-	-	3.0	ביולוגיה 1 1340058
				22.5

המלצה לסמסטר זה:

להירשם לקורס 3340021 מגמות בהנדסה ביו-רפואית במסגרת בחירה חופשית.

להירשם לקורס 1040000 מוכנות מתמטית לפיזיקה במסגרת בחירה חופשית.

¹במקום 1040042 חדו"א 1מ ניתן לקחת 1040018 חדו"א 1מ.

²במקום 1040065 אלגברה 2מ ניתן לקחת 1040016 אלגברה 1מ.

סמסטר 2				
ה'	ת'	מ'	נק'	
4	3	-	5.5	חדו"א 2ת 1040013
2	1	-	2.5	אלגברה 2מ 1040038
3	2	-	4.0	מד"ר מ 1040136
4	2	-	5.0	פיזיקה 52 1140076
2	1	-	2.5	כימיה אורגנית 1ב 1240801
2	2	2	4.0	מבוא למחשב שפת פייתון 2340128
				23.5

סמסטר 3				
ה'	ת'	מ'	נק'	
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
-	-	3	1.5	מעבדה לפיזיקה 2מ 1140021
3	1	-	3.5	גלים 1140086
2	1	-	2.5	ביוכימיה ואנזימולוגיה 1340019
2	-	-	2.0	אנטומיה של האדם 3340274
				21.0

סמסטר 4				
ה'	ת'	מ'	נק'	
4	2	-	5.0	אותות ומערכות 0440131
3	3	-	3.5	הסתברות ח 1040034
-	-	3	1.5	מעבדה לפיזיקה 3 1140035
3	2	-	4.0	מכניקת מוצקים 3340222
2	2	-	3.0	ביופיזיקה וניורופיזיולוגיה 3360537
				17.5

המלצה לסמסטר זה:

להירשם לקורס חינוך גופני לבחירת הסטודנט.

תכנית הלימודים לתואר כפול בהנדסה ביו-רפואית ורפואה 000-1-27399

על מנת להשלים את התואר בהנדסה ביו-רפואית ואת הלימודים הפרה-קליניים ברפואה יש לצבור 238.0 נקודות לפי הפירוט הבא:

סמסטר 5				
ה'	ת'	מ'	נק'	
3	2	-	4.0	מכניקת זורמים ביולוגיים 3340009
3	1	-	3.5	סטטיסטיקה (4) 3340023
2	2	-	3.0	תכן ביומכני בסיסי 3350010
-	-	6	2.0	שלישי קליני – להיות רופא 1 2740142
4	1	1	4.5	פיזיולוגיה 1 2740323
3	1	1	4.0	פיזיולוגיה 2 2740348
21.0				

המלצה לסמסטר זה:

להירשם לקורס 3340331 מפגשים עם התעשייה הביו-רפואית במסגרת בחירה פקולטית.

*במקום 3340023 סטטיסטיקה להנדסה ביו-רפואית ניתן לקחת 0940423 מבוא לסטטיסטיקה.

סמסטר 6				
ה'	ת'	מ'	נק'	
3	2	-	4.0	תכן ביו-חשמלי 3340011
2	1	-	2.5	חומרים רפואיים 3340221
-	-	4	2.0	מעבדה בהני ביו-רפואית 1 3350001
-	-	6	2.0	שלישי קליני – להיות רופא 2 2740143
3	1	-	3.5	גנטיקה כללית 2740165
3	1	-	3.5	אמבריולוגיה 2740262
4	2	-	5.0	ביוכימיה קלינית 2740268
22.5				

המלצה לסמסטר זה:

להירשם לקורס 3360026 מחקרים עדכניים בהנדסה ביו-רפואית במסגרת בחירה חופשית.

סמסטר 7				
ה'	ת'	מ'	נק'	
-	-	9	4.0	פרויקט 1 בהני ביו-רפואית 3340014
-	-	4	2.0	מעבדה בהני ביו-רפואית 3 3350003
-	-	3	1.0	שלישי קליני – להיות רופא 3 2740234
2	-	-	2.0	גנטיקה של האדם 2740242
3	-	-	3.0	ביולוגיה מולקולרית 2740243
2	-	3	3.0	היסטולוגיה 2740260
2	-	-	2.0	אתיקה ומשפט רפואי 2740320
17.0				

סמסטר 8

ה'	ת'	מ'	נק'	
-	-	9	3.0	פרויקט 2 בהני ביו-רפואית 3350015
-	-	3	1.0	שלישי קליני – להיות רופא 4 2740235
2	-	-	2.0	הבסיס המולקולרי לסרטן 2740246
4	-	-	4.0	אימונוולוגיה בסיסית וקלינית 2740261
-	-	3	1.0	התנסות במחקר בסיסי וקליני 2740265
3	-	1	3.5	פתולוגיה כללית 2740267
14.5				

סמסטר 9

ה'	ת'	מ'	נק'	
2	1	-	2.5	ביו-אינפורמטיקה וגנטיקה 2740231
2	-	-	2.0	פסיכולוגיה בעולם הרפואה 2740258
2	-	-	2.0	פתולוגיה מערכתית 1 2740322
3	-	-	1.0	שלישי קליני – להיות רופא 5 2740326
3	1	-	3.0	נוירופיזיולוגיה מערכתית 2740336
4	2	-	4.5	בקטריולוגיה 2740372
2	1	2	3.0	נוירואנטומיה 2740375
2	-	-	1.5	סוגיות בפילוסופיה במדעי החיים 3240397
19.5				

סמסטר 10

ה'	ת'	מ'	נק'	
2	-	-	2.0	אבולוציה 2740251
2	-	-	2.0	פתוגנים ואוקריוטים 2740252
2	-	-	2.0	אפידמיולוגיה 2740318
2	-	-	2.0	וירולוגיה 2740319
-	-	3	1.0	שלישי קליני – להיות רופא 6 2740327
3	-	-	3.0	אנדוקרינולוגיה 2740328
2	-	-	2.0	פיזיולוגיה ופתופיזיולוגיה 2740352
3	2	-	4.0	תזונה קלינית 2740367
3	-	-	3.0	פרמקולוגיה בסיסית 2740369
2	-	-	2.0	המטולוגיה 2740376
23.0				

מקצועות חובה
מקצועות בחירה בהנדסה
מקצועות בחירה ברפואה
מקצועות בחירה כלל טכניונית
1.0 נק' בחירה חופשית, 2.0 נק' חינוך גופני

מקצוע אנגלית טכנית למתקדמים ב' נכלל בנקודות חובה לתואר. קורסי אנגלית טכנית לחיבים לפי סיווג טכניוני יש ללמוד עד סמסטר 4 כולל.

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

להלן מקצועות החובה – השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

סמסטר 1				
ה'	ת'	מ'	נק'	
4	-	-	0.0	בטיחות במעבדות חשמל 0440102
4	2	-	5.0	חדו"א 1מ1 (1) 1040042
4	2	-	5.0	אלגברה 2מ1 (2) 1040065
3	1	-	3.5	פיזיקה 1מ1 1140071
4	2	-	5.0	כימיה כללית ופיזיקלית 1240507
3	1	-	3.5	ביולוגיה של התא 2740167
22.0				

המלצה לסמסטר זה:

להירשם לקורס 3340021 מגמות בהנדסה ביו-רפואית במסגרת בחירה חופשית.

להירשם לקורס 1040000 מוכנות מתמטית לפיזיקה במסגרת בחירה חופשית.

להירשם לקורס חינוך גופני לבחירת הסטודנט.

*במקום 1040042 חדו"א 2מ1 ניתן לקחת 1040018 חדו"א 1מ1.

*במקום 1040065 אלגברה 2מ1 ניתן לקחת 1040016 אלגברה 1מ1.

סמסטר 2				
ה'	ת'	מ'	נק'	
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 (3) 1140052
2	2	-	3.0	כימיה אורגנית לרפואה 1250803
2	2	2	4.0	מבוא למחשב שפת פייתון 2340128
22.5				

³ סטודנטים חסרי סיווג בפיזיקה-חשמל יכולים לקחת קורס 1140078 פיזיקה 2ל שיוכר במקום 1140052 פיזיקה 2.

סמסטר 3				
ה'	ת'	מ'	נק'	
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
4	1	-	4.5	ביוכימיה כללית 2740241
5	-	3	6.0	אנטומיה א 2740257
22.0				

המלצה לסמסטר זה: להירשם לקורס חינוך גופני לבחירת הסטודנט.

סמסטר 4				
ה'	ת'	מ'	נק'	
4	2	-	5.0	אותות ומערכות 0440131
3	3	-	3.5	הסתברות ח 1040034
3	2	-	4.0	מכניקת מוצקים 3340222
3	2	-	4.0	פיזיולוגיה תאית 2740253
5	-	3	6.0	אנטומיה ב 2740266
22.5				

רשימת קורסי בחירה פקולטית

כל קבוצת קורסי בחירה חייבת לכלול:

סה"כ 5 קורסים לפחות

מתוכם לפחות 2 קורסי ליבה (מהמודגשים)

קורס המופיע במספר קבוצות יחשב רק באחת מהן לפי בחירת הסטודנט.

בחירה בתחום הדמיה ואותות רפואיים

ה'	ת'	מ'	נק'		
2	1	-	2.5	תופעות ביו-חשמליות	3360020
2	2	-	3.0	עיבוד תמונות רפואיות	3360207
2	2	-	3.0	שיטות באנליזה של אותות ביולוגיים	3360208
2	1	-	2.5	ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים	3360326
2	1	-	2.5	עקרונות הדמיה	3360502
2	2	-	3.0	בקרה במע' ביו-רפואיות	3360522
2	2	-	3.0	אופטיקה ופוטוניקה	3360533
2	1	2	3.0	מערכות לומדות בתחום הבריאות	3360546
2	1	-	2.5	אולטרסאונד ברפואה	3360325
2	1	-	2.5	ממשקים ביו-אלקטרוניים	3360404
2	1	-	2.5	עקרונות תהודה מגנטית	3360504
3	1	-	3.5	עקרונות הנדסיים של מערכת הקרדיוסקולרית	3360521
2	1	-	2.5	אולטרסאונד טיפולי	3360535
2	1	-	2.5	שיטות במדעי העצב	3360536
2	1	-	2.5	עקרונות הנדסיים לחישת מולקולות	3360538
2	1	-	2.5	תכן מכשור רפואי ממוחשב	3360540
2	1	-	2.5	מעגלים גנטיים	3360544
2	-	-	2.0	רפואה גרעינית ורדיותרפיה	3350545
2	1	-	2.5	דימות אופטי חישובי	3360547
2	2	-	3.0	טכניקות ריצוף DNA	3360549
2	1	-	2.5	ביופיזיקה חישובית	3360550
3	2	-	4.0	מבוא לחישוב מדעי והנדסי	0340056
2	1	-	3.0	מבוא למערכות תוכנה	0440101
2	1	-	3.0	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות	0440198
2	1	-	3.0	אותות אקראיים	0440202
2	1	-	3.0	מעגלים אלקטרוניים לאותות מעורבים	0460188
2	2	-	3.5	מערכות לומדות	0460195
2	1	-	3.0	שיטות חישוביות באופטימיזציה	0460197
2	1	-	3.0	עיבוד וניתוח תמונות	0460200
2	1	-	3.0	עיבוד אותות אקראיים	0460201
2	2	1	3.5	למידה עמוקה	0460217
2	1	-	3.0	מערכות ראייה ושמיעה	0460332
2	1	-	3.0	עיבוד ספרתי של אותות אלגוריתמים ויישומים	0460745
2	1	-	3.0	בראייה ממוחשבת	0460746
2	1	-	2.5	מבוא לביו-אינפורמטיקה	2360523
2	1	1	3.0	למידה עמוקה על מאיצים חישוביים	2360781

⁵ בחירה פקולטית בהנדסה:

במסלול לימודים זה יש לצבור בסה"כ לפחות 21.5 נק' בחירה בהנדסה ביו-רפואית (ראה רשימת קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית).

יש ללמוד לפחות קבוצת בחירה אחת מתחומי הנדסה ביו-רפואית ע"פ כללי הקבוצה ולבחירת הסטודנט.

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

בנוסף לרשימת קורסי הבחירה, במסלול זה בלבד קורסים 3350002 מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 2 ו-3360022 מתא לרקמה ייחשבו כבחירה פקולטית בהנדסה.

הערות:

חלק מהקורסים ניתנים אחת לשנה ומהווים חלק משרשרת, לכן מומלץ מאוד ללמוד לפי התכנית המומלצת על מנת למנוע עיכוב בסיום התואר.

במהלך הלימודים יתכנו שינויים בתכנית הלימודים, לכן על כל סטודנט להתעדכן בתחילת כל שנה אקדמית בפרטי השינויים, באם יחולו.

בחירה בתחום ביופיזיקה רפואית

ה'	ת'	מ'	נק'		
2	1	-	2.5	תופעות ביו-חשמליות	3360020
2	1	-	2.5	יישומי אופטיקה ביו-רפואית	3360023
2	1	-	2.5	ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים	3360326
2	2	-	3.0	בקרה במע' ביו-רפואיות	3360522
2	2	-	3.0	אופטיקה ופוטוניקה	3360533
2	1	-	2.5	עקרונות הנדסיים לחישת מולקולות	3360538
2	1	-	2.5	ביופיזיקה חישובית	3360550
2	1	-	2.5	ננו-חלקיקים	3360021
2	1	-	2.5	אולטרסאונד ברפואה	3360325
2	1	-	2.5	תכן ביו-חומרים	3360402
2	1	-	2.5	ממשקים ביו-אלקטרוניים	3360404
2	1	-	2.5	עקרונות הדמיה	3360502
2	1	-	2.5	עקרונות תהודה מגנטית	3360504
3	1	-	3.5	עקרונות הנדסיים של מערכת הקרדיוסקולרית	3360521
2	1	-	2.5	אולטרסאונד טיפולי	3360535
2	1	-	2.5	שיטות במדעי העצב	3360536
2	1	-	2.5	תכן מכשור רפואי ממוחשב	3360540
2	1	-	2.5	מעגלים גנטיים	3360544
2	-	-	2.0	רפואה גרעינית ורדיותרפיה	3350545
2	1	-	2.5	דימות אופטי חישובי	3360547
2	2	-	3.0	טכניקות ריצוף DNA	3360549
3	-	-	3.0	ביומכניקה וחישה מכנית של תאים	0360090
2	1	-	3.0	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות	0440198
2	2	1	3.5	למידה עמוקה	0460217
2	2	-	3.0	מדע וטכנולוגיה של ביו-חומרים	0640250
4	2	-	5.0	פיזיקה סטטיסטית ותרמית	1140036
3	1	-	3.5	פיזיקה 3	1140054
3	-	-	3.0	ביופיזיקה של התא	1160321
3	1	1	4.0	מבוא לכימיה קוונטית למהנדסים	1250000
2	2	-	2.0	ביולוגיה מבנית	1260304
2	1	-	2.5	ביולוגיה מולקולרית	1340082
2	1	-	2.5	בקרת הביטוי הגנטי	1340119
2	1	-	2.5	ביולוגיה חישובית	1340141
3	-	-	3.0	ביופיזיקה מולקולרית	1340156

קורסי בחירה פקולטית כללית

ה'	ת'	מ'	נק'		
-	-	6	2.0	מעבדה מתקדמת 1 ^(א)	3340019
-	-	6	2.0	מעבדה מתקדמת 2 ^(א)	3340020
-	-	8	4.0	פרויקט מחקרי למצטיינים מפגשים עם התעשייה הביו-רפואית	3340305
1	-	-	1.0	פרויקט קליני הנדסי	3340331
1	-	2	1.5	רגולציה ומחקר קליני במכשור רפואי	3350016
2	-	-	2.0	חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 1 ⁽²⁾	3360001
2	-	2	3.0	חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 2 ⁽²⁾	3360024
2	-	2	3.0	חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 2 ⁽²⁾	3360025
2	-	-	2.0	יזמות – מרעיון למוצר	3360543
2	1	-	2.5	דימות מוח - תיאוריה ופרקטיקה	2160020

¹קורסי מעבדה מתקדמת (3340019, 3340020) מתקיימים במעבדות מחקר בפקולטה להנדסה ביו-רפואית, בתאום עם החוקר ובאישור מרצה אחראי על הקורס. קורס מעבדה מתקדמת אחד יוכר כבחירה פקולטית כללית והשני כבחירה חופשית.

²קורסי חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 1+2 (3360024+3360025) יכולים להחליף בהנדסה ביו-רפואית 1+2 (3340014+3350015). הפרש נקודות יש להשלים בקורסי בחירה פקולטית.

בחירה בתחום ביומכניקה וזרימה

ה'	ת'	מ'	נק'		
2	1	-	2.5	ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים	3360326
2	1	-	2.5	ביומכניקה שיקומית	3360506
2	1	-	2.5	ביו-הנדסה של התא	3360517
2	2	-	3.0	בקרה במע' ביו-רפואיות	3360522
2	1	-	2.5	זרימה במערכות נשימה	3360539
2	1	-	2.5	זרימה במערכת קרדיו	3360541
2	1	-	2.5	ננו-חלקיקים	3360021
2	1	-	2.5	שתלים אורתופדיים	3360520
3	1	-	3.5	עקרונות הנדסיים של מערכת הקרדיוסקולרית	3360521
2	1	-	2.5	תכן מכשור רפואי ממוחשב	3360540
2	2	-	3.0	טכניקות ריצוף DNA	3360549
2	1	-	2.5	ביופיזיקה חישובית	3360550
3	2	-	4.0	מבוא לחישוב מדעי והנדסי	0340056
2	1	-	2.5	מבוא לרובוטיקה	0350001
2	2	-	3.0	שימוש המחשב בתורת הזרימה	0350199
2	1	-	2.5	רשתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה	0360049
3	-	-	3.0	קינמטיקה בביומכניקה ורובוטיקה	0360072
2	1	1	3.0	זרימה ותופעות מעבר בהתקנים מיקרוניים	0360086
3	-	-	3.0	ביומכניקה וחישה מכנית של תאים	0360090
3	2	-	4.0	דינמיקה	0840225
2	-	-	2.0	אינטרנט של הדברים טכנולוגיות	2360332
2	-	4	3.0	פרויקט באינטרנט של הדברים	2360333

בחירה בתחום הנדסת רקמות וביו-חומרים

ה'	ת'	מ'	נק'		
2	1	-	2.5	ננו-חלקיקים	3360021
2	1	-	2.5	תכן ביו-חומרים	3360402
2	1	-	2.5	ביו-הנדסה של התא	3360517
2	2	-	3.0	בקרה במע' ביו-רפואיות	3360522
2	1	-	2.5	שחרור מבוקר של תרופות	3360528
2	1	-	2.5	הנדסת רקמות ותחליפים ביולוגיים	3360529
2	1	-	2.5	ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים	3360326
2	1	-	2.5	ממשקים ביו-אלקטרוניים	3360404
2	1	-	2.5	יסודות הנדסיים בביולוגיה וביוטכנולוגיה	3360405
2	1	-	2.5	שתלים אורתופדיים	3360520
3	1	-	3.5	עקרונות הנדסיים של מערכת הקרדיוסקולרית	3360521
2	1	-	2.5	עקרונות הנד לחישת מולקולות	3360538
2	1	-	2.5	תכן מכשור רפואי ממוחשב	3360540
2	1	-	2.5	מעגלים גנטיים	3360544
-	-	4	2.0	מעבדה לתכן מעגלים גנטיים	3360548
2	2	-	3.0	טכניקות ריצוף DNA	3360549
2	1	-	2.5	ביופיזיקה חישובית	3360550
2	1	-	2.5	פולימרים ויישומיהם בביוטכנולוגיה	0540413
2	-	-	2.0	הנדסת ננו-חלקיקים מחיק טבע	0560410
2	2	-	3.0	דיאגנוסטיקה רפואית	0660121
2	1	-	2.5	ביו-רוקחות	0660333
3	1	-	3.5	גנטיקה כללית	1340020
2	1	-	2.5	ביולוגיה של התפתחות	1340069
2	1	-	2.5	ביולוגיה מולקולרית	1340082
2	1	-	2.5	בקרת הביטוי הגנטי	1340119
3	-	-	3.0	מיקרוביולוגיה ווירולוגיה	1340121
3	-	-	3.0	אימונולוגיה בסיסית	2760413

לימודי תארים מתקדמים

הפקולטה להנדסה ביו-רפואית מציעה תוכניות 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 שהשיגיהם בלימודי התואר הראשון/והשני גבוהים.

התארים המוענקים ע"י היחידה:

מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית (MSc) מסלול השתלמות הכולל עבודת מחקר והגשת תזה ומיועד לבוגרי תואר ראשון הנדסי.

מגיסטר למדעים (MSc) מסלול השתלמות הכולל עבודת מחקר והגשת תזה ומתאים לסטודנטים המשתלמים בתחום השונה באופן מהותי מתחום לימודיהם הקודם, ללא צורך בהשלמות להשתלמות בתחום ההתמחות החדש.

מגיסטר להנדסה בהנדסה ביו-רפואית (ME ללא תזה) מסלול השתלמות הכולל לימודי מקצועות בתחום ההנדסה הביו-רפואית ללא עבודת מחקר וללא הגשת תזה ומיועד במיוחד לאנשי תעשייה עם דגש על מקצועות הטכנולוגיים וניהוליים.

דוקטור לפילוסופיה (PhD) מסלול השתלמות הכולל עבודת מחקר והגשת תזה מיועד לסטודנטים מצטיינים בעלי זיקה למחקר בתחום ההנדסה הביו-רפואית.

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
- ביו-רובוטיקה למערכות שריר שלד
- חיישנים חכמים לבישים
- פיתוח אלגוריתמים של מערכות לומדות לחיזוי וגילוי פתולוגיות שריר שלד
- אינטרקציות בין מערכות הנשימה והלב

רפואה מולקולרית ותאית

- חיישנים ביולוגיים ברמת המולקולה הבודדת
- גנומיקה ופרוטיאומיקה ברמת התא הבודד
- בקרת תרגום במערכות אאוקריוטיות
- כלים לאיתור פתוגנים וריצופם
- דימויות תאי מתקדם

- המנועים המולקולריים של עולם החי
- ננו-חלקיקים להדמיה תאית
- תרפיה תאית וטיפול בעזרת חלקיקים חוץ-תאים

אותות ומערכות ביולוגיים

- עיבוד אותות ותמונות רפואיים וביולוגיים
- אופטו-פיזיולוגיה ואופטו-גנטיקה
- 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

- התמיינות ושימוש בתאי גזע
- ביו-ראולוגיה
- מכנו-ביולוגיה, אינטרקציות תא-משטח
- ביו-חומרים ושתלים ביו-קומפטבייליים
- מחקר ודיאגנוזה קלינית Lab-on-Chip
- מערכות לשחרור מבוקר של תרופות
- איברים מלאכותיים לתמיכה במטבוליזם
- הנדסת מולקולות
- ניתוח מרקרים בדם לזיהוי מוקדם של מחלות
- שתלים מגנטים לגירוי חשמלי ומכני 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 ההיקפית
- 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

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

לעבור למעמד "מן המניין" לאחר שישלים את מקצועות ההשלמה.

ד. בוגר מדעי החיים (תואר תלת-שנתי) או אחר, בעל ממוצע מעל 87 שיוחלט 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 בין 82 ל-84 שיוחלט לקבלו, יחוייב אף הוא בדרישות מסעפיים 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 ולהשיג בהם ממוצע 85 לפחות וציון 65 לפחות בכל מקצוע.

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).

בעת ההרשמה יש להגיש קורות חיים ולציין שמות של 2-3 ממליצים. הוועדה תפנה לממליצים בהתאם לשיקוליה. בוגרי הפקולטה להנדסה ביו-רפואית פטורים מהגשת שמות ממליצים.

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".

לימודי תואר מגיסטר למדעים (MSc)

מגיסטר למדעים (MSc) ללא ציון שם הפקולטה הוא מסלול השתלמות הכולל עבודת מחקר והגשת תזה ומתאים לסטודנטים המשתלמים בתחום השונה באופן מהותי מתחום לימודיהם הקודם.

דרישות הלימוד ותנאי קבלה

בוגרי תואר ראשון תלת-שנתי יידרשו לצבור לפחות 52 נקודות לתואר וייתכן ויידרשו במקצועות השלמה על פי שיקול דעת הפקולטה.

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

דרישות הלימוד

על הסטודנט לצבור 42 נקודות לימוד, מתוכן 2 נקודות בגין אנגלית מורחבת והגשת פרויקט גמר. על בוגר הפקולטה להנדסה ביו-רפואית בטכניון יש ללמוד 13 נקודות לפחות ממקצועות הפקולטה ועל בוגר פקולטה אחרת לפחות 20 נקודות ממקצועות הפקולטה, כולל פיזיולוגיה של מערכות הגוף למהנדסים 3370002.

תנאי הקבלה

תנאי הקבלה למסלול לימודים מגיסטר להנדסה זהים לתנאי הקבלה למגיסטר למדעים (ראה סעיפים א-ה).

ביופיזיקה רפואית

- שיטות אפיון של מולקולות בודדות
- ננו-ביו-פיזיקה
- ננו-חלקיקים להדמיה תאית
- המנועים המולקולריים של עולם החי
- ריצוף מולקולות בעזרת ננו-חרירים

הנדסת ננו-רפואה

- שיטות חישוביות לניבוי הרכבה עצמית של ננו-חלקיקים תרופתיים
- שימוש בקרינה מייננת להכוונת ננו-חלקיקים
- פיתוח מייצבי-על פלורסנטיים לננו-גבישים
- אוטומציה בתהליכי פורמולציה
- ריצוף מולקולות בעזרת ננו-חרירים
- ננו-חלקיקים מונחי הדמיה
- ננו-תרופות למערכת קרדיווסקולרית
- העברת תרופות ממוקדת
- פיתוח חלקיקי ננו לחקר התא ובקרת ביטוי גנים

הדמיה רפואית

- US, CT, PET, MRI
- שיטות מיקרוסקופיה מתקדמות
- טיפול רפואיים מונחי הדמיה
- אולטרסאונד טיפולי
- ביו-פוטוניקה, אופטיקה ואלקטרו-אופטיקה ביו-רפואית
- למידת מכונה ולמידה עמוקה לדימות תהודה מגנטית
- שיטות הדמיה MRI לזיהוי מחלות אורתופדיות

חקר הגרעין ויישומיו

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

לימודי תואר מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית (MSc)

דרישות הלימוד

על הסטודנט לצבור 40 נקודות כאשר מתוכן 18 נקודות יהיו מקורסים ברמת מתקדמים, 2 נקודות בגין אנגלית מורחבת, ו-20 נקודות בגין הגשת עבודת מחקר.

על בוגרי הפקולטה להנדסה ביו-רפואית בטכניון יש ללמוד 6 נקודות לפחות מהמקצועות הנלמדים בפקולטה, ועל בוגרי פקולטות אחרות יש ללמוד לפחות 9 נקודות מהמקצועות הנלמדים בפקולטה, כולל פיזיולוגיה של מערכות הגוף למהנדסים 3370002.

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.

תנאי הקבלה

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

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

ג. בוגר מדעים מדויקים (תואר תלת-שנתי), בעל ממוצע מעל 84 שיוחלט לקבלו, יחוייב בדרישות לימודיות כמפורט בטבלה בהמשך ויתקבל במעמד של סטודנט "משלים". סטודנט יוכל

ההשלמות יעבור הסטודנט למעמד "מן המניין". מעבר למעמד "מן המניין" יתאפשר לאחר אישור נושא המחקר.

בכל מקצוע, הסטודנט צריך להשיג ציון "עובר" (ציון 65 באופן כללי, פרט למקצועות המופיעים בטבלת מקצועות ההשלמה, בהם נדרש לקבל ציון של 75 לפחות).

טבלת דרישות ההשלמה

לימודים לקראת תואר	רקע אקדמי קודם	מספר נקודות השלמה	הערות
דוקטור לפילוסופיה PhD	MSc בהנדסה / מדעים מדויקים	1.0	3370004 אנטומיה ועוד לפחות 3.0 נק' מקורסי הפקולטה במסגרת 9.0 נק' הדרושות לתואר
	MSc במדעי החיים / MD במדעי הרפואה	10.0	ראה סל מקצועות ההשלמה ²
מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית MSc או מגיסטר להנדסה ME	תואר הנדסי	6.0	ראה רשימת מקצועות ההשלמה ¹
	תואר ארבע-שנתי במדעי החיים	10.0	ראה סל מקצועות ההשלמה ²
	תואר ארבע-שנתי במדעים מדויקים	6.0	ראה רשימת מקצועות ההשלמה ¹
	תואר תלת-שנתי במדעים מדויקים	20.0	ראה סל מקצועות ההשלמה ²
	תואר תלת-שנתי במדעי החיים	20.0	ראה סל מקצועות ההשלמה ²

¹מקצועות השלמה בסיסיים למועמדים ללא רקע מתאים במדעי החיים:

3360022 מתא לרקמה (2.5 נק')
3370001 ביופיזיקה ונירופיזיולוגיה למהנדסים (2.5 נק')
3370004 מבוא לאנטומיה למהנדסים (1.0 נק')

²סל מקצועות ההשלמה לבוגרי תואר ראשון תלת שנתי / ארבע שנתי במדעי החיים:

א. בסיס חובה (למועמדים ללא רקע בשפות תכנות):

2340128 מבוא למחשב שפת פייתון (4.0 נק') או שפת תכנות אחרת

ב. בסיס בחירה מתמטי-פיזיקלי (יש לבחור מקצוע אחד לפחות):

1040016/1040064/1040065 אלגברה 1מ/1מ1/2מ (5.0 נק')
1040018/1040041/1040042 חדו"א 1מ/1מ1/2מ (5.0 נק')
1040038 אלגברה 2מ (2.5 נק')
1040136 מד"ר מ (4.0 נק')
1040220 מד"ר ת (2.5 נק')
1040215 פונקציות מרוכבות א (2.5 נק')
1040214 טורי פורייה (2.5 נק')
1140071 פיזיקה 1מ (3.5 נק')

ג. בסיס בחירה בהנדסה ביו-רפואית (יש לבחור מקצוע אחד לפחות):

0440105 תורת המעגלים החשמליים (4.0 נק')
0440131 אותות ומערכות (5.0 נק')
3340221 יסודות של חומרים רפואיים (2.5 נק')
3340009 מכניקת זורמים ביולוגים (4.0 נק')
3340222 מכניקת מוצקים בהנדסה ביו-רפואית (4.0 נק')

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.

לימודי תואר דוקטור לפילוסופיה (PhD)

השתלמות לתואר דוקטור לפילוסופיה בפקולטה להנדסה ביו-רפואית מיועדת לסטודנטים מצטיינים בעלי זיקה למחקר בתחום ההנדסה הביו-רפואית.

דרישות הלימוד

צבירה של 9 נקודות והגשת עבודת מחקר.

תנאי קבלה

כדי להתקבל ללימודי תואר דוקטור לפילוסופיה בפקולטה להנדסה ביו-רפואית, המועמד חייב בדרך כלל להיות בעל תואר שני והישגיו בלימודים ובמחקר חייבים להיות טובים מאוד. כמו כן, הוועדה הפקולטית ללימודי תארים מתקדמים תבסס את שיקוליה לקבלת המועמד על תעודות, קורות חיים, הישגים מקצועיים ומכתבי המלצה מקצועיים. על המועמד לעמוד בדרישות מינימום של ממוצע 85 בלימודי המגיסטר וציון תזה מעל 85.

מועמד שיסיים תואר שני בנתיב "ללא תזה" ויהיה מעוניין להמשיך בלימודי דוקטורט, במידה ויימצא מתאים על ידי הוועדה, יידרש להשלים עבודת מחקר במסגרת לימודים "שלא לתואר" בביה"ס לתארים מתקדמים (למצטיינים בלבד).

מועד להגשת נושא המחקר ואישורו

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

בחינת מועמדות

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

לימודי השלמה

לימודי השלמה נועדו להקנות למשתלם את הרקע ההנדסי הספציפי הדרוש להתמחותו ולביצוע עבודת המחקר. מועמד בעל רקע שונה מהנדסה ביו-רפואית יחויב בקורסי השלמה. מקצועות ההשלמה ייקבעו בהתאם לרקע האקדמי של הסטודנט ובהמלצת המנחה 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 דרישות ההשלמה מטה.

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

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

יתר הנקודות להשלמת המכסה הנדרשת יש ללמוד ממקצועות הפקולטה בהתאם להמלצה ואישור המנחה או וועדת הקבלה הפקולטית. קורסי מעבדה, פרויקטים וסמינרים לא ייחשבו כקורסי השלמה (ראה רשימת קורסים אסורים בהשלמות³).

³ רשימת קורסים אסורים בהשלמות:

3340021 מגמות בהנדסה ביו-רפואית
3340331 מפגשים עם התעשייה
3340014 פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1
3340015 פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2
3350016 פרויקט קליני-הנדסי
3340019 מעבדה מתקדמת בהנדסה ביו-רפואית 1
3340020 מעבדה מתקדמת בהנדסה ביו-רפואית 2
3340305 פרויקט מחקרי למצטיינים
3350001/2/3/5 מעבדות בהנדסה ביו-רפואית
3360001 רגולציה ומחקר קליני במכשור רפואי
3360024 חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 1
3360025 חדשנות רפואית במודל ביודיזיין 2
3360543 יזמות – מרעיון למוצר

מידע נוסף:

מזכירות תארים מתקדמים בפקולטה להנדסה ביו-רפואית

טל' 073-3784130

דוא"ל: bm.g.ad@technion.ac.il