

הפקולטה

להנדסה ביו-רפואית

לימודי הסמכה

המסלול בהנדסה ביו-רפואית

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

התכנית מורכבת מקורסי חובה 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 4 קורסי מעבדה בהנדסה ביו-רפואית ו-2 קורסי פרויקט בתעשייה, בהם מיישם הסטודנט ידע הנדסי שרכש בתכן של מכשור ומערכות ביו-רפואיות. 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 מוסמך למדעים B.Sc. בהנדסה ביו-רפואית.

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

התכנית המשולבת בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה

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

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

מטרת המסלול היא להכשיר מהנדסים/מדענים אשר יהיו בעלי ידע מעמיק הן בהנדסה הביו-רפואית והן בפיזיקה. ראייה משולבת-רחבה כזו נדרשת כיום במידה גוברת בחזית הפיתוח של הנובוטכנולוגיה 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 מוסמך למדעים B.Sc. בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה, במסלול הנמשך כ-4 שנים.

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

חברי הסגל האקדמי

דיקנית הפקולטה לבנברג שולמית	פרופסור משנה דאניאל ראמוז הורוביץ קראוס ציפי* יניב יעל מואסי פיראס פרייפלד לימור קורין נתנאל שכטמן יואב שמאי יוסי
פרופסורים ביאר רפאל* ברוקשטיין אלפרד* לבנברג שולמית מלר עמית קימל איתן	פרופסורים אמריטי אדם דן גת יצחק לוטן נח לניר יורם מזרחי יוסף מרודס אליס
פרופסורים חברים אזהרי חיים ויס דפנה ילין דביר לנדסברג אמיר סליקטר דרור שניטמן ג'וזואה	* בהשתייכות משנית

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 הבסיסי 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 ברמתה ובקצב גידולה. מגוון הפעילויות של התעשייה הביו-רפואית כולל תחומים כגון: איברים מלאכותיים, עזרים מלאכותיים מושתלים, מכשור רפואי לאבחון וטיפול, ציוד לצנתור והדמיה רפואיים, הנדסה שיקומית, עזרי נכים, הנדסה ביוכימית והנדסת רקמות. התעשייה הביו-רפואית בארץ ובעולם היא עתירת ידע, מוטת ייצוא ומאופיינת בחדשנות, תחום 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 קיימות פעילות ענפה במכוני מחקר ומוסדות אקדמיים בנושאים הדורשים ידע רב תחומי בהנדסה ביו-רפואית.

תכנית הלימודים לתואר כפול בהנדסה ביו-רפואית ובמדעי הרפואה

מסלול לימודים משותף לפקולטה להנדסה ביו-רפואית ולפקולטה לרפואה בטכניון, המיועד לסטודנטים מצטיינים, אשר בנוסף להכשרתם כמהנדסים מעוניינים להשתלב בלימודי הרפואה.

מטרת המסלול היא להכשיר את טובי המדענים/רופאים אשר יהיו בעלי ידע מעמיק הן בהנדסה והן ברפואה, שיוכלו להוביל מחקרים, פיתוחים ויישומים קליניים בשטחי הרפואה, האקדמיה והתעשייה. 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. כמובן שגם תעשיית ההיי-טק מתפתחת בקצב מהיר בכיוון זה, וכיום כמחצית מחברות ההזנק בארץ עוסקות בפיתוח שיטות ומוצרים רפואיים וביולוגיים. האנשים המובילים היום בעולם המערבי במחקר, בפיתוח ובקליניקה הרפואית הם ברובם בעלי השכלה משולבת – הנדסית/מדעית ורפואית.

בתכנית ילמדו סטודנטים שהתקבלו ישירות ללימודי רפואה אשר מעוניינים בלימודים בדגש הנדסי.

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

תאור התכנית

בשנים הראשונות נלמד הבסיס במדעים מדויקים, בהנדסה, במדעי החיים וברפואה.

בהמשך התכנית נלמדים מקצועות מרפואה, במקביל למקצועות בהנדסה ביו-רפואית.

בשנה החמישית נלמדים מקצועות ברפואה בלבד, מעבר לחטיבה הקלינית יתאפשר לאחר עמידה בכל מקצועות התכנית לתואר כפול ולפי תקנון רפואה.

קורסים מקבילים לקורסי רפואה יוכרו לטובת התואר הכפול רק עבור תלמידים שישלימו את התכנית לתואר כפול במלואה, כמתואר בתכנית הלימודים בהמשך.

מעבדות ועזרי למידה

לפקולטה להנדסה ביו-רפואית שורה של מעבדות מחקר ועזרי למידה מתקדמים, אשר עומדים לרשות הסטודנטים בנוסף לספריה פקולטית, חוות מחשבים ובתי מלאכה:

- מעבדה למדידות באולטרסאונד
פרופ' אמריטוס דן אדם
- מעבדה להדמיה רפואית
פרופ' יח חיים אזהרי
- מעבדה לביולוגיה סינתטית וביואלקטרוניקה
פרופ' ראמז דאניאל
- מעבדה למכאנוביולוגיה של סרטן ופצעים
פרופ' דפנה ויס
- מעבדה לאופטיקה ביו-רפואית
פרופ' יח דביר ילין
- מעבדה למערכות ביואנרגטיות 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' יח אמיר לנדסברג
- מעבדה לחקר והנדסת שיקום התנועה
פרופ' מ פיראס מואסי
- מעבדה לביו-ננוטכנולוגיה
פרופ' עמית מלר
- מעבדה להנדסת רקמות וביו-חומרים
פרופ' יח דרור סליקטר
- מעבדה לנוירו-הנדסה
פרופ' מ לימור פרייפלד
- מעבדה להנדסת ננורפואה קרדיוסקולרית
פרופ' מ נתנאל קורין
- מעבדה לאולטרסאונד טיפולי וביומכניקה של התא
פרופ' איתן קימל
- מעבדה לננו-ביואופטיקה
פרופ' מ יואב שכטמן
- מעבדה להנדסת ננו-רפואה ממוחשבת לסרטן
פרופ' מ יוסי שמאי
- מעבדה לזרמים ביולוגיים
פרופ' יח ג'וזואה שניטמן

תכנית הלימודים לתואר ראשון בהנדסה ביו-רפואית

תכנית הלימודים

על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 160.0 נקודות

לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה

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

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

מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

סמסטר 1	ה'	ת'	מ'	נק'
044102	*	-	-	4
104016	א	ל	ג	4
104018	ח	ד	ו	4
114071	פ	י	ז	3
125001	כ	י	מ	2
134058	ב	י	ו	3
394800	ח	י	נ	-
				20.5

* חובה להרשם למקצוע זה. ההרצאות ינתנו במהלך הסמסטר, בהתאם להנחיות שיפורסמו בנפרד.

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

סמסטר 2

ה'	ת'	מ'	נק'
104013	ח	ד	ו
104135	מ	ד	ו
114052	פ	י	ז
*124801	כ	י	מ
234112	מ	ב	ו
324033	א	נ	ג

ניתן ללמוד 125801 כימיה אורגנית (5.0 נק') הנחוץ כקדם בחלק מקורסי ביולוגיה המופיעים כבחירה חופשית במגמת הנדסת רקמות ובי-חומרים. הנקודות העודפות יחשבו כבחירה חופשית.

סמסטר 3

ה'	ת'	מ'	נק'
044105	ת	ו	ר
104221	פ	ו	נ
104223	מ	ד	ו
124503	כ	י	מ
134019	מ	ב	ו
274001	מ	ב	ו
394800	ח	י	נ

21.0

סמסטר 4

ה'	ת'	מ'	נק'
044131	א	ו	ת
104034	מ	ב	ו
336537	ב	י	פ
334221	י	ס	ד
335009	מ	כ	נ
334222	י	ס	ד

21.0

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

סמסטר 5

ה'	ת'	מ'	נק'
----	----	----	-----

3	1	-	3.5	מסלולים מטבוליים	134113
3	1	-	3.5	פיזיולוגיה של מערכות הגוף למהנדסים	276011
3	1	-	3.5	יסודות תכן ביו-חשמלי	334022
2	1	-	2.5	מתא לרקמה	336022
2	2	-	3.0	יסודות אופטיקה ופוטוניקה	336533
2	2	-	3.0	תופעות מעבר במערכות פיזיולוגיות	337403

19.0

סמסטר 6

ה'	ת'	מ'	נק'
-	-	4	2.0
2	2	-	3.0
1	-	2	1.5

בסמסטר זה מומלץ ללמוד את הקורס 094423 מבוא לסטטיסטיקה (3.5 נק') הנחוץ בבחירה חופשית.

סמסטר 7

ה'	ת'	מ'	נק'
-	-	9	4.0
-	-	4	2.0

6.0

סמסטר 8

ה'	ת'	מ'	נק'
-	-	4	2.0
-	-	9	3.0

5.0

הערות

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

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

קורסי בחירה חופשית

יש לצבור 31.0 נק':

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

לפחות 8 מקורסי הבחירה יהיו מהפקולטה.

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

קורסי הבחירה כוללים קורסי התנסות במעבדה מתקדמת, קורס מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 4 וקורס ביזמות. קורסי המעבדה המתקדמת מתקיימים במעבדות החוקרים, בתאום עם החוקר ובאישור מרכז לימודי הסמכה. קורס מעבדה מתקדמת אחד יוכר כבחירה חופשית והשני כבחירה חופשית.

ה'	ת'	מ'	נק'
-	-	6	2.0
-	-	6	2.0
-	-	4	2.0
2	1	-	2.0

2.5	-	1	2	זרימה במערכת הקרדיוסקולרית	*336541
3.0	-	2	2	אנליזה נומרית מ'	034033
2.5	-	1	2	מבוא לרובוטיקה	035001
2.5	-	1	2	שימוש המחשב בתורת הזרימה	035189
2.5	-	1	2	רשתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה	036049
3.0	-	-	3	קינמטיקה בביומכניקה ורובוטיקה	036072
3.0	-	-	3	אלקטרו קינטיקה בנגו-ומיקרו-זרימה	036076
4.0	-	2	3	דינמיקה	084225
3.5	-	1	3	מכניקת מוצקים	084505
3.0	-	2	2	אלמנטים סופיים בהנדסה אוירונאוטי	086574

מגמת הדמיה ואותות רפואיים

במגמה זו חובה ללמוד לפחות 5 קורסים

ה'	ת'	מ'	נק'		
2.5	-	1	2	תופעות ביו-חשמליות	336020
2.5	-	1	2	יישומי אופטיקה ביו-רפואית	336023
3.0	-	2	2	שיטות באנליזה של אותות ביולוגיים	336208
2.5	-	1	2	עקרונות הדמיה	336502
3.0	-	2	2	מבוא לבקרה במערכות ביו-רפואיות	336522

לפחות 2 מהקורסים:

קורסים נוספים במגמה:

2.5	-	1	2	ניתוח תהליכים במערכת הראיה	336214
2.5	-	1	2	אולטראסאונד ברפואה	336325
2.5	-	1	2	ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים	336326
2.0	-	-	2	עקרונות תהודה מגנטית	336504
3.5	-	1	3	עקרונות הנדסיים של המערכת הקרדיוסקולרית	336521
2.5	-	1	2	מכשור רפואי, סטנדרטים ובטיחות	336523
2.5	-	1	2	עקרונות ביוהנדסיים לחישת מולקולות	336538
2.5	-	1	2	תכן מכשור רפואי ממוחשב	336540
2.5	-	1	2	מעגלים גנטיים	336544
2.0	-	-	2	רפואה גרעינית ורדיותרפיה	336545
2.5	-	1	2	דימות אופטי	336547
3.0	-	2	2	אנליזה נומרית מ'	034033
3.0	-	1	2	מבוא למערכות תכנה	044101
3.0	-	1	2	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות	044198
3.0	-	1	2	אותות אקראיים	044202
3.0	-	1	2	רשתות עצביות ביולוגיות-חישוביות	046041
3.0	-	1	2	מערכות לומדות	046195
3.0	-	1	2	שיטות חישוביות באופטימיזציה	046197
3.0	-	1	2	עיבוד וניתוח תמונות	046200
3.0	-	1	2	מבוא לעיבוד אותות אקראיים	046201
3.0	-	1	2	מערכות ראייה ושמיעה	046332
3.0	-	1	2	עיבוד ספרתי של אותות	046745
3.0	-	1	2	אלגורית' ויישומים בראייה ממוחשבת	046746

מגמת הנדסת רקמות וביו-חומרים

במגמה זו חובה ללמוד לפחות 5 קורסים

ה'	ת'	מ'	נק'		
2.5	-	1	2	ננוחלקיקים בביולוגיה, מכניקה וריאולוגיה	336021
2.5	-	1	2	ביו-הנדסה של התא	336517
2.5	-	1	2	שחרור מבוקר של תרופות	336528
2.5	-	1	2	הנדסת רקמות ותחליפים ביולוגיים	336529

ואת הקורס:

3.5	-	1	3	מבוא לסטטיסטיקה	094423
-----	---	---	---	-----------------	--------

קורסים נוספים במגמה:

2.5	-	1	2	ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים	336326
2.5	-	1	2	יסודות הנדסיים בביולוגיה ובביוט'ק'	336405
2.5	-	1	2	ביו-הנדסה של התא	336517
2.5	-	1	2	שתלים אורטופדיים ותחליפי רקמה	336520
3.5	-	1	3	עקרונות הנדסיים של המערכת הקרדיוסקולרית	336521
2.5	-	1	2	עקרונות של חיישנים ביוכימיים	336531
2.5	-	1	2	עקרונות ביו-הנדסיים לחישת מולקולות	336538
2.5	-	1	2	מעגלים גנטיים	336544
3.0	-	2	2	תכן ויצור של התקנים מיקרו-מכניים	035021
2.5	-	1	2	פולימרים וישומיהם בביוטכנולוגיה	054413
3.5	-	1	3	גנטיקה כללית	134020
2.5	-	1	2	ביולוגיה מולקולארית	*134082
2.5	-	1	2	בקרת הביטוי הגנטי	134119
2.5	-	-	3	מיקרוביולוגיה ווירולוגיה	134121
2.5	-	1	2	ביולוגיה של ההתפתחות	134069
4.0	-	-	4	אימונולוגיה בסיסית	276413
				*מצריך קדם כימיה אורגנית 125801	

מגמה חוץ פקולטית –

מגמת התמחות משנית ביזמות

מגמת התמחות משנית ביזמות

הסביבה העסקית הדינמית יוצרת הזדמנויות הולכות וגדלות לחברות הזנק (Start-Up) שמקימים יזמים טכנולוגיים. ניתן ליהנות קווים מנחים עיקריים בתהליך שעובר היום מהרעיון ועד מימושו. מטרת הלימודים במגמה היא להכיר את התהליך, תוך מתן דגש על סוגיות המפתח להצלחה, ולעורר את הלומדים לבחון את האפשרות להפוך רעיונות טכנולוגיים למוצרים מבוקשים. גולת הכותרת של הלימודים במגמה – פרויקט ביזמות.

המגמה פתוחה לסטודנטים בתואר ראשון בלימודי הסמכה בפקולטה.

- מגמת התמחות מכילה ארבעה קורסים.

- סטודנט המעוניין במגמה זו יירשם במרכז היזמות:

yazamut@technion.ac.il . כמו כן, על הסטודנט ליידע את

מוזכרות הפקולטה בה הוא לומד.

- על מנת להשלים את המגמה יש ללמוד סל מקצועות שיפורט להלן בהיקף כולל של לפחות 9.5 נק' כאשר 4 נקודות מהן ייחשבו כמקצועות בחירה חופשיים ו- 5.5 נוספות יהיו נק' אותן ייקח הסטודנט מעבר למכסת הנק' הנדרשת לתואר (למשל, אלו שרשומים לתכנית בה נדרשות 155.5 נק' זכות יצטרכו ללמוד לפחות 161 נק').

- לסטודנט שמסיים את ההתמחות תוענק תעודה חתומה על ידי דיקן הפקולטה להנדסת תעשייה וניהול המאשרת כי השלים בהצלחה את המגמה המשנית.

מגמת ביומכניקה וזרימה

במגמה זו חובה ללמוד לפחות 5 קורסים

ה'	ת'	מ'	נק'		
2.5	-	1	2	ננו-חלקיקים בביולוגיה, מכניקה וריאולוגיה	336021
3.0	-	2	2	מעבר חום במערכות ביולוגיות	336518
3.0	-	2	2	מבוא לבקרה במערכות ביו-רפואיות	336522
2.5	-	1	2	אולטראסאונד טיפולי	336535
2.5	-	1	2	זרימה במערכת הנשימה	*336539
2.5	-	1	2	זרימה במערכת הקרדיוסקולרית	*336541

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

ואת הקורס:

3.5	-	1	3	מבוא לסטטיסטיקה	094423
-----	---	---	---	-----------------	--------

קורסים נוספים במגמה:

2.5	-	1	2	ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים	336326
2.5	-	1	2	ביומכניקה של רקמות	336509
2.5	-	1	2	ביו-הנדסה של התא	336517
2.5	-	1	2	שתלים אורטופדיים ותחליפי רקמה	336520
3.5	-	1	3	עקרונות הנדסיים של המערכת הקרדיוסקולרית	336521
2.5	-	1	2	זרימה במערכת הנשימה	*336539
2.5	-	1	2	תכן מכשור רפואי ממוחשב	336540

תכנית הלימודים המשולבת לתואר מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית ובפיזיקה

תכנית הלימודים

על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 178.0 נקודות

לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה	143.5 נק'
מקצועות בחירה במסלול הפקולטי	24.5 נק'
מקצועות בחירה חופשית: 6.0 נק' העשרה	10.0 נק'
4.0 נק' בחירה חופשית	

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

מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 1
4	-	-	0.0	044102 * ביטוח במעבדות חשמל
4	2	-	5.0	104016 אלגברה 1 מ'
4	3	-	5.5	104031 אינפי 1 מ'
4	2	-	5.0	114074 פיזיקה 1 פ'
2	2	-	3.0	125001 כימיה כללית
3	-	-	3.0	134058 ביולוגיה 1
<hr/>				21.5

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

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

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 2
4	3	-	5.5	104013 חדו"א 2ת'
4	2	-	5.0	104035 מד"ר ואינפי 2ח'
-	-	3	1.0	114032 מעבדה בפיזיקה 1 ח'
4	2	-	5.0	114076 פיזיקה 2 פ'
2	1	-	2.5	124801 כימיה אורגנית 1 ב'
2	2	2	4.0	234112 מבוא למחשב שפת C
3	-	-	3.0	324033 אנגלית טכנית מתקדמים ב'
<hr/>				26.0

יניתן ללמוד 125801 כימיה אורגנית (5.0 נק') הנחוץ כקדם בחלק מקורסי ביולוגיה המופיעים כבחירה פקולטית במגמת הנדסת רקמות וביו-חומרים הנק' העודפות יחשבו כבחירה חופשית.

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

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

בסמסטר זה מומלץ ללמוד את הקורסים הבאים במסגרת בחירה פקולטית: "מפגשים עם התעשייה" 334331 (1.0 נק') קורס בחירה מקבוצה ב': "חומרים רפואיים" 334221 (2.5 נק')

- תהליך קבלת התעודה: התעודה תוענק רק לאחר השלמת כל הדרישות לתואר בפקולטת האם. המעקב והבקרה להשלמת הדרישות במגמה יבוצעו על ידי מזכירות לימודי הסמכה של הפקולטה בה לומד הסטודנט. בכדי לקבל את התעודה, באחריות הסטודנט לוודא שפקולטת האם תעביר למרכז היזמות אישור בכתב לסיום דרישות המגמה.

להלן ארבעת הקורסים המרכיבים את תוכנית ההתמחות המשנית:

- שיווק למיזמים טכנולוגיים (094816) - 2 נ"ז
- 2 קורסים מבין רשימת מקצועות הבחירה להתמחות, אשר יוצעו בהדרגה על ידי יחידות אקדמיות שונות.
 - יזמות בהנדסת אלקטרוניקה, מחשבים ותקשורת (045000) 2 נ"ז
 - יזמות בביוטכנולוגיה (066525) 2.5 נ"ז
 - יזמות ופיתוח טכנולוגיות רפואיות (276004) 2 נ"ז
 - ניהול חדשנות בארגונים (096817) 2 נ"ז
 - יזמות חברתית (096807) 3.5 נ"ז
 - תקשורת המדע (216117) 2.5 נ"ז
 - פרויקט שנתי בהנדסת תוכנה - שלב א' (234311) 3 נ"ז
 - יזמות בהנדסה ביו-רפואית (336543) 2 נ"ז
 - חדשנות פתוחה בהנדסה כימית (056393) 2 נ"ז
 - יזמות וקניין רוחני (096815) 3 נ"ז
 - היבטים משפטיים ופיננסיים ביזמות טכנולוגית (094814) 2.5 נ"ז
- פרויקט ביזמות: הכנת תוכנית עסקית מלאה למסחר טכנולוגי (094815) - 3 נ"ז

שימו לב: שלושת הקורסים המצוינים לעיל (שיווק למיזמים טכנולוגיים 21 קורסים מתוך מקצועות הבחירה) מהווים קדם לפרויקט.

תכנית הלימודים לתואר כפול בהנדסה ביו-רפואית ובמדעי הרפואה

תכנית הלימודים

על מנת להשלים את התואר בהנדסה ביו-רפואית ואת הלימודים הפרה-קליניים ברפואה יש לצבור 237.5 נקודות לפי הפרוט הבא:

214.5 נק'	מקצועות חובה
17.0 נק'	מקצועות בחירה בהנדסה
2.0 נק'	מקצועות בחירה ברפואה
4.0 נק'	מקצועות בחירה חופשית

מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

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

נק'	מ'	ת'	ה'	סמסטר 1
בהנדסה ביו-רפואית				
0.0	-	-	4	044102 * ביטוחים במעבדות חשמל
5.0	-	2	4	104016 אלגברה 1 מ'
5.0	-	2	4	104018 חדו"א 1 מ'
3.5	-	1	3	114071 פיזיקה 1 מ'
1.0	-	2	-	394800 חינוך גופני
ברפואה				
5.0	-	2	4	124120 יסודות הכימיה
2.0	3	-	1	274109 מבוא לרפואה דחופה
21.5				

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

נק'	מ'	ת'	ה'	סמסטר 2
בהנדסה ביו-רפואית				
5.5	-	3	4	104013 חדו"א 2 ת'
2.5	-	1	2	104135 מד"ר ת'
3.5	-	1	3	114052 פיזיקה 2
4.0	2	2	2	234112 מבוא למחשב שפת C
ברפואה				
5.0	-	2	4	125802 כימיה אורגנית רבי"מ*
3.5	-	1	3	274167 ביולוגיה של התא
24.0				

* למשלמי התכנית לתואר כפול בלבד יוכר גם הקורס כימיה אורגנית 125801 5.0 נק'

נק'	מ'	ת'	ה'	סמסטר 3
בהנדסה ביו-רפואית				
4.0	-	2	3	044105 תורת המעגלים החשמליים
4.0	-	2	3	104221 פונקציות מרוכבות והתמרות אינטג'
4.0	-	2	3	104223 מד"ח וטורי פורייה
1.0	-	2	-	394800 חינוך גופני
3.0	-	-	4	324033 אנגלית טכנית מתקדמים ב'
2.5	-	1	2	124503 כימיה פיזיקלית 1 ב'
ברפואה				
1.5	-	-	2	274232 פסיכולוגיה לרפואנים
4.5	-	1	4	274241 ביוכימיה כללית*
24.5				

* למשלמי התכנית לתואר כפול בלבד יוכר גם הקורס מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה 134019 2.5 נק'

נק'	מ'	ת'	ה'	סמסטר 5
5.0	-	2	4	115204 פיזיקה קוונטית 2
3.5	-	1	3	134113 מסלולים מטבוליים
3.5	-	1	3	276011 פיזיולוגיה של מערכות הגוף למהנדסים
3.5	-	1	3	334022 יסודות תכן ביו-חשמלי
3.0	-	2	2	337403 תופעות מעבר במערכות פיזיולוגיות
1.0	-	-	-	394800 חינוך גופני

19.5

בסמסטר זה מומלץ ללמוד קורס בחירה מקבוצה ב' במסגרת בחירה פקולטית:

"מתא לרקמה" 336022 (2.5 נק')

או / "אופטיקה ופוטוניקה" 336533 (3.0 נק')

נק'	מ'	ת'	ה'	סמסטר 6
5.0	-	2	4	114036 פיזיקה סטטיסטית ותרמית
1.5	3	-	-	114037 מעבדה לפיזיקה 4 מח'
5.0	-	2	4	114246 אלקטרומגנטיות ואלקטרודינמיקה
2.0	4	-	-	335001 מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 1
3.0	-	2	2	335010 תכן ביומכני בסיסי
1.0	-	-	-	394800 חינוך גופני

קורסי בחירה פקולטיים

17.5

בסמסטר זה מומלץ ללמוד את הקורס 094423 מבוא לסטטיסטיקה (3.5 נק') הנחוץ בבחירה הפקולטית.

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

נק'	מ'	ת'	ה'	סמסטר 8
3.0	9	-	-	335015 פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2
קורסי בחירה פקולטיים				
3.0				

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

קורסי בחירה פקולטית

יש לצבור 24.5 נק':

1-2 מהקורסים מקבוצה א' - הבחירה בפיזיקה
ו-2 קורסים מקבוצה ב' - הבחירה בהנדסה ביו-רפואית
ובנוסף -

יש לסיים לפחות מגמה אחת מהבחירה בהנדסה ביו-רפואית עפ"י כללי המגמה (ראה קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית).
מעבדה 3 335003 תוכר כבחירה פקולטית.
לפחות 8 מקורסי הבחירה יהיו מהפקולטה.

בחירה בפיזיקה - קבוצה א':

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

הנדסה ביו-רפואית - קבוצה ב':

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

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 8
				בהנדסה ביו-רפואית
2.0	4	-	-	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 3 335003
3.0	9	-	-	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 2 335015
9.0				קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית*
				ברפואה
2.0	6	-	-	שלישי קליני – להיות רופא (4) 274256
2.0	-	-	2	הבסיס המולקולרי לסרטן 274246
3.0	-	-	3	אימונולוגיה בסיסית 274249
2.0	-	-	2	בקטריולוגיה כללית 274245
23.0				

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 9
				ברפואה
2.0	6	-	-	שלישי קליני – להיות רופא (5) 274370
2.5	2	-	2	בקטריולוגיה רפואית ומעבדה 274339
2.5	-	-	2.5	וירולוגיה 274247
2.0	-	-	2	פתוגנים ואוקריוטים 274252
2.0	3	-	1	אימונולוגיה קלינית 274362
3.0	-	-	3	אנדוקרינולוגיה-פיזיולוגיה ופתופיזיולוגיה 274328
2.0				קורסי בחירה רפואה
16.0				

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 10
				ברפואה
2.0	6	-	-	שלישי קליני – להיות רופא (6) 274371
2.0	-	-	2	תזונה קלינית 274352
2.0	-	-	2	אפידמיולוגיה 274318
2.0	-	-	2	אתיקה ומשפט 274320
5.0	3	-	4	פתולוגיה כללית 274368
3.0	2	-	3	המטולוגיה 274369
4.0	-	2	3	פרמקולוגיה בסיסית 274367
2.0	-	-	2	אבולוציה 274251
22.0				

*קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית:
- על הסטודנט ללמוד 17.0 נק' בחירה פקולטית ולהשלים לפחות מגמה 1 מתכנית הלימודים של הפקולטה להנדסה ביו-רפואית.

שימו לב, במהלך הלימודים יש לקחת 4 נק' בחירה חופשית.

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 4
				בהנדסה ביו-רפואית
5.0	-	2	4	אותות ומערכות 044131
3.0	-	2	2	מכניקת זורמים ביולוגיים 335009
2.5	-	1	2	יסודות של חומרים רפואיים 334221
4.0	-	2	3	יסודות הביומכניקה 334222
3.5	-	3	3	מבוא להסתברות ח' 104034
				ברפואה
3.5	-	1	3	גנטיקה כללית* 274165
4.0	-	2	3	פיזיולוגיה תאית** 274253
25.5				

*למשלמי התכנית לתואר כפול בלבד יוכר גם הקורס גנטיקה כללית 134020 3.5 נק'

**למשלמי התכנית לתואר כפול בלבד יוכר גם הקורס ביופיזיקה ונירופיזיולוגיה 336537 3.0 נק'

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

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 5
				בהנדסה ביו-רפואית
3.5	-	1	3	יסודות תכן ביו-חשמלי 334022
3.0	-	2	2	תופעות מעבר במערכות פיזיולוגיות 337403
3.0	-	2	2	יסודות אופטיקה ופוטוניקה 336533
2.5	-	1	2	מתא לרקמה 336022
				ברפואה
2.0	6	-	-	שלישי קליני – להיות רופא (1) 274142
2.0	-	-	2	גנטיקה של האדם 274242
3.0	-	-	3	ביולוגיה מולקולרית ומנגנוני בקרה מולקולריים 274243
8.5	3	1	7	מורפולוגית האדם 274240
27.5				

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 6
				בהנדסה ביו-רפואית
2.0	4	-	-	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 1 335001
3.0	-	2	2	תכן ביומכני בסיסי 335010
3.5	-	1	3	מבוא לסטטיסטיקה 094423
4.0				קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית*
				ברפואה
2.0	6	-	-	שלישי קליני – להיות רופא (2) 274143
5.0	3	-	4	אנטומיה ראש וצוואר 274254
4.0	-	-	4	ביוכימיה קלינית 276310
1.0	2	1	-	מעבדה בביוכימיה קלינית 274237
24.5				

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 7
				בהנדסה ביו-רפואית
4.0	9	-	-	פרויקט בהנדסה ביו-רפואית 1 334014
2.0	4	-	-	מעבדה בהנדסה ביו-רפואית 2 335002
4.0				קורסי בחירה בהנדסה ביו-רפואית*
				ברפואה
2.0	6	-	-	שלישי קליני – להיות רופא (3) 274255
4.5	1	1	4	פיזיולוגיה 1 274323
4.0	1	1	3	פיזיולוגיה 2 274348
3.0	-	-	3	נירופיזיולוגיה מערכתית 274336
1.5	2	-	1	נירואנטומיה 274338
25.0				

לימודים לתארים מתקדמים

הפקולטה להנדסה ביו-רפואית היא יחידה רבת-תחומית, בה עוסקים ביישום של שיטות הנדסיות וידע טכנולוגי בשטחי ההנדסה הביו-רפואית השונים.

הפקולטה להנדסה ביו-רפואית מציעה תכניות השתלמות לתואר מגיסטר ולתואר דוקטור, לסטודנטים המעוניינים לשלב שיטות מחקר, פיתוח ותכן הנדסיים בכל תחומי ההנדסה הביו-רפואיים. הפקולטה מציעה קורסים ושטחי מחקר מגוונים ועכשוויים בתחומים עיוניים וניסויים. בפקולטה מעבדות מתקדמות בתחום רחב של נושאים מתקדמים. תוכניות ההשתלמות מיועדות לבוגרי תואר ראשון/שני בפקולטות ההנדסיות, בפקולטות למדעים (מדעי המחשב, פיסיקה, מתמטיקה וכימיה) ולבוגרי פקולטות למדעי החיים (ביולוגיה ומדעי הרפואה) שהשיגיהם בלימודי התואר הראשון/והשני גבוהים.

התארים המוענקים ע"י היחידה הם:

מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית (MSc)

מגיסטר להנדסה בהנדסה ביו-רפואית (ME ללא תזה)

דוקטור לפילוסופיה (PhD)

שטחי המחקר העיקריים:

ביומכניקה וזרימה

- ביומכניקה של מולקולות ונו-חלקיקים
- ביומכניקה ומכאניקה 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

אותות ומערכות ביולוגיים, הדמיה רפואית

- הדמיה רפואית (אולטרה-סאונד, CT, PET, MRI ודימות אופטי)
- עיבוד אותות ותמונות רפואיים וביולוגיים
- אולטרה-סאונד טיפולי
- טיפולים רפואיים מונחי הדמיה
- אלקטרופיזיולוגיה ותופעות ביו-חשמליות
- אלקטרוקרדיוגרפיה ופוטנציאלים מעוררים: מיפוי הבעיות הישירה וההפוכה
- ביופוטוניקה - אופטיקה ואלקטרו-אופטיקה ביו-רפואית
- שיטות מיקרוסקופיה מתקדמות
- אופטופיזיולוגיה ואופטוגנטיקה
- ניתוח, סיווג תבניות וזיהוי פתולוגיות
- מערכות בקרה פיזיולוגיות
- בקרה מולקולרית ותוך-תאית
- בניית מודלים, סימולציה, ופרוש פיסיולוגי של אותות
- מערכות ניידות ומערכות מיקרו לניטור פעילות הגוף
- ניתוח וניטור המערכת הקרדיוסקולרית
- ממשקים עצביים, חישוביות עצבית והנדסת המוח
- תכן מכשור רפואי ממוחשב
- מכשור רפואי וסטנדרטים
- חקר המוח

הנדסת רקמות וביו-חומרים

- הנדסת רקמות
- התמיינות ושימוש בתאי גזע
- ביוראולוגיה
- מכאניקה ביו-רפואית, אינטראקציה תא-משטח

- ביו-חומרים ושתלים ביו-קומפטביליים
- Lab-on-Chip למחקר ודיאגנוזה קלינית
- ביופיזיקה של מולקולה בודדת ונו-טכנולוגיה
- מערכות לשחרור מבוקר של תרופות
- אלקטרוניקה מולקולרית, ופולימרים מוליכים
- הנדסה ביוכימית
- איברים מלאכותיים לתמיכה במטבוליזם
- הפרדה וטיהור של מוצרים ביוטכנולוגיים
- הנדסת מולקולות
- מערכות לוגיות ביוכימיות
- מערכות משולבות לגילוי וטיפול בסרטן

המערכת הקרדיו-וסקולרית

- צימוד חשמלי-מכני בשריר הלב
- בקרת התמרה של האנרגיה בלב
- זרימה במערכת מחזור הדם
- מיקרוצירקולציה
- שחרור מבוקר של תרופות במחזור הדם
- יישומי ננוטכנולוגיה במערכת מחזור הדם
- כשל מכני של הלב.
- דיאגנוסטיקה ומתקני עזר ללב הכושל
- ליזה וסידהמיה של תפקוד הלב.
- אנמולציה תלת מימדית.
- זרימה כלילית - מיפוי, אבחון, וטיפול
- אלקטרופיזיולוגיה והפרעות קצב והולכה

רפואה מולקולרית ותאית

- חיישנים ביולוגיים ברמת המולקולה הבודדת
- גנומיקה ופרוטאומיקה ברמת התא הבודד
- בקרת תרגום במערכות אוקריוטיות
- כלים לאיתור פתוגנים וריצופם
- דימות תאי מתקדם
- המנועים המולקולריים של עולם החי
- ננו-חלקיקים להדמיה תאית
- ננו-חלקיקים להדמיה, אבחון וטיפול בסרטן
- מכאניקה ביו-רפואית של תאי סרטן
- תהליכים ביצירת גרורות סרטניות
- מניעת פצעים כרוניים והאצת ריפוי

הנדסת ננו-רפואה ממוחשבת

- שיטות חישוביות לניבוי הרכה עצמית של ננו-חלקיקים תרופתיים
- שימוש בקרינה מייננת להכוונת ננו-חלקיקים
- פיתוח מיצבי-על פלורוסנטים לננו-גבישים
- אוטומציה בתהליכי פורמולציה

לימודים לתואר מגיסטר ודוקטור

תנאי הקבלה ודרישות הלימוד

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

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

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

במסגרת לימודים "שלא לתואר" בביה"ס לתארים מתקדמים (למצטיינים בלבד).

לימודים לתואר דוקטור לפילוסופיה (PhD)

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

תנאי קבלה

- על המועמד לעמוד בדרישות של ציון ממוצע מעל 85 בלימודי המגיסטר וציון תזה מעל 85.
- מועמד שאינו בעל רקע הנדסי וכן מועמד בעל תואר דוקטור ברפואה, יחויב במקצועות השלמה בהיקף של 15 נקודות במדעים ובהנדסה ביו-רפואית, חלקם ברמת הסמכה. מקצועות השלמה ייקבעו בהתאם לרקע האקדמי של הסטודנט.

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

דרישות הלימוד

צבירה של 9 נקודות והגשת עבודת מחקר.

נושא מחקר ומנחה

על המועמד לתואר דוקטור למצוא מנחה ולהגיש הצעת מחקר לפני הרשמתו. לאחר גיבוש הנושא יעבור המועמד, במידת הצורך, ראיון קבלה ע"י ועדה "אד-הוק" שתורכב משלושה חברי סגל (שאינה כוללת את המנחה) ותיתן חוות דעת על התאמת המועמד ללימודי תואר דוקטור. ההמלצה תעבור לוועדה לתארים מתקדמים של הפקולטה לאישור סופי.

בחינת מועמדות

תוך 11 חודשים מתחילת ההשתלמות, סטודנט לתואר דוקטור ישי 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 להתמחותו ולביצוע עבודת המחקר. מקצועות ההשלמה בהנדסה ביו-רפואית יהיו מתוך המקצועות העיוניים הנלמדים במסגרת לימודי תואר ראשון בפקולטה, למעט מעבדות, פרויקטים ומקצועות סמינרים. מקצועות ההשלמה ייבחרו על ידי המנחה הארעי ויאושרו על ידי הוועדה הפקולטית לתארים מתקדמים. ההשלמה כוללת מקצועות לימוד במדעי החיים ובהנדסה ביו-רפואית, לפי המכסה המתוארת בטבלה.

מקצועות ההשלמה במדעי החיים 11-11.5 נקודות:

2.0	מבוא לאנטומיה מיקרו ומאקרו	274001
3.0	ביולוגיה – 1 או	134058
2.5	יסודות הביוכימיה והאנזימולוגיה	134067
3.0	ביופיסיקה ונירופיזיולוגיה למהנדסים	336537
3.0	פיזיולוגיה של מערכות הגוף	276011

תואר מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית (MSc)

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

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

תנאי הקבלה

א. **בוגר הפקולטה להנדסה ביו-רפואית** נדרש למוצע מעל 84, ויתקבל במעמד של סטודנט "מן המניין".

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

ג. **בוגר פקולטה מדעית בתואר תלת-שנתי**, בעל ציון ממוצע מעל 84 שהוחלט לקבלו יחויב בדרישות לימודיות כמפורט בטבלה בהמשך ויתקבל במעמד של סטודנט "משלים". הוא יעבור למעמד "מן המניין" לאחר שישלים את מקצועות ההשלמה.

ד. **בוגר מדעי החיים ואחרים**, בעל ציון ממוצע מעל 87 שהוחלט לקבלו יחויב בהתאם לתכנית לימודי השלמה כמפורט בטבלה בהמשך, ויתקבל במעמד של סטודנט "משלים". הוא יעבור למעמד "מן המניין" לאחר שישלים את מקצועות ההשלמה.

ה. **בוגר פקולטה הנדסית/מדעית בעל ציון ממוצע 84-80 ובוגר מדעי החיים/אחרים בעל ציון ממוצע 87-85** שהוחלט לקבלו, יחויב אף הם בדרישות הנ"ל (א-ג), אולם יתקבל תחילה במעמד "משלים", כאשר במשך שנת הלימודים הראשונה יהיה עליו ללמוד לפחות 10 נקודות ברמת הסמכה/תארים מתקדמים בהתאם לקביעת הוועדה, להשיג בהם ממוצע 80 לפחות וציון 65 לפחות בכל מקצוע.

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

מועד להגשת נושא המחקר ואישורו:

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

תואר מגיסטר בהנדסה ביו-רפואית (ME)

תנאי הקבלה

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

דרישות הלימוד

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

מעבר למסלול עם תזה

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

המשך לימודים לתואר דוקטור

סטודנט המסיים תואר שני בנתיב "ללא תזה" ומעוניין להמשיך בלימודי דוקטורט, יידרש להשלים עבודת מחקר

על הסטודנט המשלים לקבל ממוצע ציונים במקצועות ההשלמה מעל 80, כאשר בכל מקצוע הציון יהיה מעל 65. בתקופת ההשלמות הסטודנט יהיה במעמד של "סטודנט משלים".
רק לאחר סיום ההשלמות יעבור הסטודנט למעמד של "סטודנט מן מניין".

טבלת דרישות ההשלמה – הנדסה ביו-רפואית

לימודים לקראת התואר	רקע אקדמי קודם	מספר נקודות השלמה	הערות
PhD	MSc בהנדסה	11-11.5	מקצועות מדעי החיים
	MD	15	מקצועות בהנדסה ביו-רפואית בלבד
	MSc במדעים מדוייקים	15	עד 11 נקודות במדעי החיים
	MSc במדעי החיים	15	עד 5 נקודות במדעי החיים
מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית MSc או מגיסטר להנדסה ביו-רפואית ME	הנדסה	11-11.5	מקצועות מדעי החיים
	תואר תלת-שנתי במדעים מדוייקים	30	עד 11 נקודות במדעי החיים
	תואר תלת-שנתי במדעי החיים	30	עד 5 נקודות במדעי החיים
	תואר ארבע-שנתי במדעים	20	עד 11 נקודות במדעי החיים
	תואר ארבע-שנתי במדעי החיים	20	עד 5 נקודות במדעי החיים

מידע נוסף

מזכירות תארים מתקדמים בפקולטה להנדסה ביו-רפואית
טל. 04-8294130, פקס. 04-8294599
grads@bm.technion.ac.il

<http://www.bm.technion.ac.il>
<http://www.bm.technion.ac.il/studies/graduate.htm>