

המחלקה להנדסה ביו-רפואית

חברי הסגל האקדמי

ראש המחלקה
דינר אורי

פרופסורים
ביאר רפאל*
גת יצחק
לניר יורם
מזרחי יוסף
פלטי יורם*
פרת הלל*
שיצר אברהם*

פרופסורים חברים
אדם דן
גור משה
קימל איתן

מרצים בכירים
אזהרי חיים
ישי גדעון
לנדסברג אמיר

מרצים
סליקטר דרור

עמיתי מחקר בכירים
וילנסקי אלכסנדר
סמולנסקי צבי

פרופסורים אמריטי
זידמן שמואל
לוטן נח
מרודס אליס

* בהשתייכות משנית

תארים

תואר ראשון (B.Sc.) - מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית
תואר זה מקנה את הזכות לרישום בספר המהנדסים ואת הבסיס להמשך השתלמות לתארים גבוהים. משך הלימודים לקבלת התואר הראשון הוא כ-4 שנים.

תואר שני (M.Sc.) - מגיסטר למדעים

ההשתלמות לתואר השני מיועדת להרחיב ולהעמיק את הידע וההתמחות בהנדסה ביו-רפואית. להשתלמות זו מתקבלים גם בוגרי פקולטות אחרות. המחלקה להנדסה ביו-רפואית מעניקה תואר מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית וכן תואר מגיסטר להנדסה (M.E.) המוקנה ללא כתיבת תיזה.

תואר שלישי (Ph.D.) - דוקטור לפילוסופיה

ההשתלמות לתואר דוקטור מיועדת להכשיר את המשתלם להיות חוקר מדעי. במהלך ההשתלמות מבוצע מחקר יסודי בהיקף נרחב.

לימודי הסמכה

תכנית הלימודים מקנה לסטודנט רקע בסיסי ומעמיק במדעי יסוד וידע רחב בהנדסה (הנדסת חשמל, מחשבים, מכונות וכד'), במדעי החיים והרפואה. תשתית השכלתית מגוונת זו, המשולבת בהתמחות במספר נושאים, תאפשר לבוגר לתפוס מקום מרכזי בתחומי פעילות שונים בתעשיית ההיי-טק על תחומיה השונים, במכוני מחקר ביו-רפואי, בבתי חולים פרטיים וציבוריים ובארגוני בריאות ממשלתיים ובינלאומיים.

תכנית הלימודים מורכבת מקורסי חובה וממגוון רחב של קורסי בחירה. קורסי החובה הם במדעי היסוד (מתמטיקה, פיסיקה, כימיה ומחשבים), במדעי החיים (אנטומיה, ביוכימיה, ביולוגיה של התא ופיסיולוגיה), במקצועות הנדסיים (המיועדים לתת בסיס הנדסי רחב במכניקה, באלקטרוניקה ובקרה, בביו-חומרים ובתופעות הסעה) ובמקצועות מחלקתיים המעמיקים את הידע ומרחיבים את היריעה בכיוון ההנדסה הביו-רפואית (תופעות ביו-חשמליות, בקרה פיזיולוגית, מכניקה של תאים ורקמות וכד'). כמו כן, נכללים במקצועות החובה המחלקתיים שני קורסי מעבדה בהנדסה ביו-רפואית, קורסי תכן ותכן מערכתי, ושני קורסי פרויקט בהם יישם הסטודנט ידע הנדסי שרכש, בתכן של מכשור ומערכות ביו-רפואיות. הפרויקטים מתבצעים בשיתוף פעולה עם התעשייה הביו-רפואית. שנת הלימודים הרביעית כוללת סטז' ביו-הנדסי קליני, שיערך במחלקות קליניות בבתי החולים. קורס זה נועד להכין את הבוגר לעבודה בסביבה הנדסית/קלינית.

תחומי התמחות

בתכנית הלימודים מוצעים לסטודנט שלושה מסלולי התמחות:

1. הדמיה ומכשור רפואי: מכשור דיאגנוסטי וטיפול, טכניקות לא חודרניות, טכניקות הדמיה, עיבוד אותות ועיבוד תמונות ברפואה, בקרה פיזיולוגית, שימושי אופטיקה ואולטראסאונד בהדמיה וטיפול ועוד.

2. מערכות ביו-מכניות: מערכות השלד, השרירים והמפרקים, ביומכניקה אורטופדית ושיקומית, אולטרסאונד טיפולי, הנדסת הרקמה והתא, איברים ועזרים מלאכותיים, מערכות זרימה ביולוגית, מערכות נשימה, מערכות ביו-חישינים.

3. ביוחומרים וביוטכנולוגיה: הנדסה ביוכימית, הנדסה מולקולרית, הנדסת רקמות, ביו-סנסורים, איברים מטבוליים מלאכותיים, שחרור מבוקר של תרופות.

כל סטודנט יתמחה בשניים משלושת מסלולי ההתמחות: אחד עיקרי (בהיקף מורחב) ואחד מישני (בהיקף מצומצם יותר). בכל מסלול מוצעים לבחירה קורסים מחלקתיים וכן קורסים מפקולטות אחרות. על כל תחום התמחות מופקד יועץ, שניתן להתייעץ עמו בבחירת הקורסים.

תאור היחידה

המחלקה להנדסה ביו-רפואית היא יחידה רב-תחומית בה עוסקים ביישום הידע והכלים של תחומי ההנדסה השונים לפיתוח שיטות אבחון וטיפול רפואיות ולחקר הבסיס הפיזיולוגי של מחלות. עם עליית רמת החיים ותוחלת החיים בעולם ועליית הדרישה לרמה גבוהה ולמגוון רחב של שרותי בריאות, עולה הדרישה למכשור ולמוצרים רפואיים חדשניים. במקביל, מתפתחת התעשייה הביו-רפואית והיא כיום 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. בכל תחומי הפעילות, התעשייה הביו-רפואית היא עתירת ידע, מוטט ייצוא ומאופיינת על ידי חדשנות, תחכום וחיפוש מתמיד אחר אתגרים חדשים.

המחלקה מהווה ישות טכניונית עצמאית בתחומי ההוראה והמחקר.

החל משנה"ל תש"ס המחלקה מקיימת מסלול לימודים לתואר ראשון.

כמו-כן, מציעה המחלקה תכניות השתלמות לתארי מגיסטר ודוקטור לסטודנטים המעוניינים לשלב שיטות מחקר, פיתוח ותכן הנדסיים, עם מדעי הרפואה, הביולוגיה והביוטכנולוגיה. המחלקה מציעה קורסים ושטחי מחקר רבים ועדכניים בתחומים עיוניים וניסויים. במחלקה מעבדות מתקדמות בשטחים השונים ומערכות מחשבים מצוידות היטב.

נסיון העבר עם בוגרי תארים גבוהים של המחלקה להנדסה ביו-רפואית מלמד כי הם השתלבו בצורה מרשימה בתעשייה הביו-רפואית בארץ וכן בתעשיות אחרות. בוגרי המחלקה מאיישים תפקידי מפתח בקבוצות פיתוח, בייצור, בשיווק וביישום מוצרים בשרותי הבריאות. בולט משקלם של בוגרי המחלקה בחברות START-UP רבות שהוקמו בשנים האחרונות. כדאי לציין כי התעשייה הביו-רפואית מתפתחת כיום בקצב מהיר ביותר, למעלה מ-45% מחברות ה-START-UP הן בשטח הזה!

בנוסף לתעשייה הביו-רפואית קיימת פעילות ענפה במכוני מחקר ומוסדות אקדמיים בנושאים הדורשים ידע במספר תחומים הנדסיים וביולוגיים-רפואיים.

מעבדות ועזרי למידה

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

- **המעבדה להדמיה רפואית** - פיתוח שיטות הדמיה חדשות ושיפור מערכות קיימות (MRI, ULTRASOUND וכו').
- **המעבדה לביו-מכניקה אורתופדית ושיקומית** - חקירת התפקוד המכני של מערכת השלד - שרירים - מפרקים במצבים נורמליים ופתולוגיים.
- **המעבדה למכניקה ותפקוד של איברים ורקמות** - מכניקת הלב, הזרימה הקורונרית, מכניקת תאים ורקמות.
- **מכון הלב** - הפעילות החשמלית והמכנית של הלב, מהרמה המולקולרית ועד לתפקוד האיבר כולו כחלק ממערכת הגוף.
- **מרכז מחקר לביוחומרים** - חומרים שאינם יוצרים דחיה, תחליפי דם, שחרור מבוקר של תרופות באמצעות מולקולות מושתלות.
- **המעבדה לעיבוד אותות פיזיולוגיים** - פיתוח שיטות מדידה משוכללות ע"י עיבוד אותות EEG, ECG וכו'.
- **המעבדה למפרקים וסחוס** - חקירת תכונות מכניות והסיבות להזדקנות רקמות אלו.
- **המעבדה לקרדיולוגיה מולקולרית** ולחקר רקמות אקסיטביליות.
- **המעבדה לשימושי לייזר** בהנדסה ביו-רפואית.
- **המעבדה לחקר הראיה** - חקירת מרכזי הראיה במוח, ראית צבעים וכו'.
- **המעבדה לביו-זרימה** - זרימה בעורקים ובורידים, השפעת חסימות והצרויות ומדידתן בצורה פולשנית ולא-פולשנית.
- **המעבדה לאולטראסאונד** - פיתוח שיטות לעיבוד אותות ותמונות אולטראסוניות לאבחון ובקרה של טיפולים. שימושים בחומרי ניגוד לאבחנה וטיפול ממוקדים.
- **המעבדה להנדסת רקמות קרדיווסקולריות** - הנדסת כלי דם ושריר הלב, פיתוח ביו-ראקטורים לרקמות, גרוי ביו-מכני של רקמות מהונדסות, תכנון מטריצות לגידול תאים.
- **המעבדה לאולטראסאונד טיפולי וביומכניקה של מערכת הדם** - חקר ההשפעות הרפואיות של אולטראסאונד על מערכת הדם. פיתוח שיטות אבחון לתכונות מכניות של תאים ורקמה במערכת הדם.

תוכנית הלימודים

על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 162.5 נקודות לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה	122.5 נק'
מקצועות בחירה במסלול הפקולטי	30.0 נק'
מקצועות 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'
אלגברה 1 מ'	4	2	-	5.0
חדו"א 1מ'	4	2	-	5.0
פיסיקה 1 מ'	3	1	-	3.5
מבוא לאנטומיה מיקרו' ומאקרו'	2	-	-	2.0
כימיה כללית + מעבדה	2	2	3	3.5
מפגשים עם התעשייה הביו-רפואית	1	-	-	1.0
חינוך גופני	-	-	-	1.0
				<hr/> 21.0

סמסטר 2	ה'	ת'	מ'	נק'
משוואות דיפרנציאליות רגילות ח'	2	1	-	2.5
חדו"א 2מ'	4	2	-	5.0
פיסיקה 2	3	1	-	3.5
מעבדה בפיסיקה 1 ח'	-	-	3	1.0
מבוא לתהליכים ביולוגיים	2	1	-	2.5
כימיה אורגנית 1 ב'	2	1	-	2.5
מבוא למחשב שפת C+	2	2	2	4.0
אג				
מבוא למדעי המחשב	2	2	2	4.0
				<hr/> 21.0

סמסטר 3	ה'	ת'	מ'	נק'
טורי פוריה	2	1	-	2.5
פונקציות מרוכבות	2	1	-	2.5
משוואות דיפרנציאליות חלקיות	2	1	-	2.5
כימיה פיסיקלית 1 ב'	2	1	-	2.5
יסודות הביוכימיה והאנוימולוגיה	2	1	-	2.5
מכניקת מוצקים 1	3	2	-	4.0
תורת המעגלים החשמליים	3	2	-	4.0
				<hr/> 20.5

סמסטר 4	ה'	ת'	מ'	נק'
מעבדה בכימיה פיסיקלית לכימאים	-	-	5	2.0
ביופיסיקה וניורופיסיולוגיה למהנדסים	2	2	-	3.0
מכניקת מוצקים 2	3	2	-	4.0
מכניקת זורמים ביולוגיים	3	2	-	4.0
אותות ומערכות	3	1	-	4.0
אנגלית טכנית	3	-	-	3.0
חינוך גופני	-	-	-	1.0
				<hr/> 21.0

סמסטר 5	ה'	ת'	מ'	נק'
הסתברות וסטטיסטיקה מ'	4	2	-	5.0
מבוא להנדסת חומרים	2	1	-	2.5
פיסיולוגיה של מערכות הגוף למהנדסים	2	2	-	3.0
תכן ביו-מכני בסיסי	3	2	-	4.0
יסודות תכן ביו-חשמלי קורסי בחירה	3	2	-	4.0

קבלה

אופיה הרב-תחומי של ההנדסה הביו-רפואית מתאים במיוחד למועמדים בעלי התעניינות רחבת אופקים ורצון לשלב ידע בתחומים שונים של מדעים מדויקים ורפואה. במקרים רבים ימצא המהנדס הביו-רפואי כי עליו להוות גשר בין עולם ההנדסה לבין עולם הרפואה. אי לכך חייב המהנדס הביו-רפואי להיות בעל כושר לשלב חשיבה אנליטית עם יכולת אינטגרטיבית, בתוספת מידה ניכרת של סקרנות, מקוריות מחשבתית ויצירתיות.

- מערכות מיקרו לנטור פעילות הגוף
- Lab on Chip למחקר ודיאגנוזה קלינית
- ביומכניקה של המח

ביו-חומרים וביוטכנולוגיה

- ריאקטורים אנזימטיים ומערכות לשחרור מבוקר של תרופות
- אלקטרוניקה מולקולרית, מערכות לוגיות ופולימרים מוליכים
- הנדסת רקמות
- שתלים קומפטבייליים
- הנדסה ביוכימית
- איברים מלאכותיים לתמיכה במטבוליזם וטיפול בדם
- הפרדה וטיהור של מוצרים ביוטכנולוגיים
- תחליפים לדם ולפלסמת הדם

המערכת הקרדיו-וסקולרית

- צימוד חשמלי מכני בשריר הלב
- בקרה תוך תאית
- התמרת אנרגיה כימית למכנית
- יישומי אלקטרו-אופטיקה בחקר השריר
- אלקטרופיסיולוגיה
- זיהוי וטיפול בהפרעות חשמליות
- כשל מכני של הלב
- מתקני עזר ללב ולב מלאכותי
- אנליזה תלת ממדית של הלב
- מיפוי תלת-ממדי של מהירויות זרימת הדם בעורקים
- זרימה כלילית - זיהוי ואבחון טרשת עורקים
- סימולציה תלת ממדית של תפקוד הלב
- בקרת הסידן התוך תאי
- מיפוי פוטנציאלים על פני הגוף
- אלקטרוקרדיוגרפיה - הבעיה קדימה והבעיה ההפוכה
- אקטיבציה של רקמות השריר והיווצרות אריתמיות
- מטבוליזם ומעבר מסה
- זרימה במערכות ביולוגיות (עצמות, מפרקים, ריאה ועוד)
- ביומכניקה של מערכת מחזור הדם
- חקר זרימה במערכת הלב
- זרימה במיקרוצירקולציה
- מערכות בקרה במערכת מחזור הדם
- מדידות פולשניות ובלתי פולשניות למדידות זרימת דם

לימודים לתואר מגיסטר ולתואר דוקטור

תנאי הקבלה ודרישות הלימוד

תנאי הקבלה ללימודים במחלקה להנדסה ביו-רפואית כפופים לדרישות ותקנות ביה"ס ללימודי מוסמכים. בדיון בבקשת קבלה של מועמד, תתחשב הוועדה ללימודי מוסמכים המחלקתית בממוצע המצטבר בלימודי הסמכה/מוסמכים, בהישגיו במקצועות ספציפיים בלימודי הסמכה/מוסמכים, ובנותנים נוספים לגבי היכולת האקדמית, המדעית והמקצועית שלו. כמו כן יובאו בחשבון שיקולים מחלקתיים נוספים (כגון הגבלה במספר המקומות ופוטנציאל ההנחיה). סף הקבלה ללימודי מוסמכים במחלקה תלוי ברקע האישי של המשתלם וזאת בגלל ההדגשה של האוריינטציה ההנדסית בלימודי ההנדסה הביו-רפואית. בטבלה שבהמשך מסוכמות הדרישות הלימודיות אשר מוטלות על מועמדים לתואר דוקטור ולתואר מגיסטר, שציונם בתואר הראשון שווה או גבוה מסף

לימודי מוסמכים

המחלקה להנדסה ביו-רפואית היא יחידה רב-תחומית, בה עוסקים ביישום של שיטות הנדסיות וידע טכנולוגי בשטחי הרפואה השונים. במחלקה 11 חברי סגל בזמן מלא, 5 חברי סגל בהשתייכות משנית ו-3 פרופ' אמריטוס. המחלקה מהווה ישות טכניונית עצמאית בתחומי ההוראה והמחקר.

המחלקה להנדסה ביו-רפואית מציעה תכניות השתלמות לתואר מגיסטר ולתואר דוקטור, לסטודנטים המעוניינים לשלב שיטות מחקר, פיתוח ותכן הנדסיים, עם מדעי הרפואה, הביולוגיה והביוטכנולוגיה. המחלקה מציעה קורסים ושטחי מחקר רבים ועדכניים בתחומים עיוניים וניסויים. במחלקה מעבדות מתקדמות בשטחים השונים ומערכות מחשבים מצוידות היטב. תוכניות ההשתלמות מיועדות לבוגרי תואר ראשון/שני בפקולטות ההנדסיות, בפקולטות למדעים (מדעי המחשב, פיסיקה, מתמטיקה וכימיה) ולבוגרי פקולטות למדעי החיים (ביולוגיה ומדעי הרפואה) שהישגיהם 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 ואורטופדיה

- ביומכניקה מולקולרית ותאים
- מכניקה ומבנה של תאים, רקמות ואברים
- דינמיקה של שלד ושרירים
- חקר תנועה והליכה
- משוב תחושת
- הנדסה שיקומית
- גפיים מלאכותיות ומפרקים מלאכותיים
- הפעלת שרירים משותקים באמצעות גירוי חשמלי פונקציונלי
- התעייפות שרירים והשפעותיה על מערכת השלד והמפרקים
- רקמות חיבור ורקמות תופחות
- מבנה ותפקוד רקמות סחוסיות נורמליות ובמצבי הזדקנות
- מחלות פרקים וגב
- פולי-אלקטרוליטים ומעבר של נוזלים ומומסים - מטבוליטים

אותות ומערכות ביולוגיים והדמיה רפואית

- הדמיה רפואית (אולטרה-סאונד, MRI, CT, PET)
- עיבוד תמונות רפואיות
- טיפולים מונחי הדמיה
- זיהוי תבניות וסיווג תבניות בסיגנלים ותמונות רפואיות
- ניתוח אותות ופירושים הפיסיולוגי
- אלקטרופיסיולוגיה
- פוטנציאלים מעוררים
- סימולציה של תהליכי ראייה
- מודליזציה של אותות ביולוגיים
- עיבוד דיבור במחלות נוירולוגיות

(2) מקצועות השלמה לבוגרי מדעי החיים/תלת שנתי (25.5 נקודות)

נק'			
5	חדו"א 2מ'	104011	
2.5	משוואות דיפרנציאליות רגילות ח'	104131	
3.5	אלגברה 1	104005	
נק'			
4.0	מכניקת מוצקים 1	034028	
4.0	מכניקת זורמים ביולוגיים	334009	
4.0	אותות ומערכות (חשמל)	044130	
	או		
4.0	מערכות ליניאריות (מכונות)	034032	
2.5	מבוא להנדסת חומרים	314221	

את היתרה עד למכסה של 30 נקודות יהיה על הסטודנט להשלים מקורסים הניתנים על ידי המחלקה, בהתאם להמלצת המנחה, למעט קורסים סמינריניים.

בנוסף יידרש רקע במקצועות:

הסתברות וסטטיסטיקה
מבוא למחשב

(3) מקצועות השלמה לבוגרי מדעים/תלת שנתי (26.5 נקודות)

4.0	מכניקת מוצקים 2	034029
4.0	מכניקת זורמים ביולוגיים	334009
4.0	אותות ומערכות (חשמל)	044130
3.5	יסודות ביוכימיה ואנזימולוגיה	134042
2.5	כימיה אורגנית 1 ב'	124801
4.0	תורת המעגלים החשמליים	044105
2.5	מבוא להנדסת חומרים	314221
2.0	מתא לרקמה	134056

את היתרה עד למכסה של 30 נקודות יהיה על הסטודנט להשלים מקורסים הניתנים על ידי המחלקה, בהתאם להמלצת המנחה, למעט קורסים סמינריניים.

(4) השלמות מחלקתיות במדעי החיים (10.5 נקודות)

2.0	מבוא לאנטומיה	274001
2.5	מבוא לתהליכים ביולוגיים	336004
3.0	ביופיסיקה ונוירופיסיולוגיה למהנדסים	276010
3.0	פיסיולוגיה של מערכות הגוף	276011

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

ד. קביעת נושא ומנחה

על משתלם לתואר מגיסטר - להגיש בקשה, בהסכמת ובאישור המנחה הפוטנציאלי, לאישור נושא המחקר, בצירוף תקציר הצעת המחקר (עמוד או שניים) ובו תיאור הנושא והרקע, מטרות, היפותזות ותכנית עבודה.

מועד הבקשה לאישור הנושא הוא כלהלן:

- סטודנט מן המניין בוגר הנדסה או מדעי החיים - תוך סמסטר מתחילת ההשתלמות.
- סטודנט במעמד "משלים" - תוך שני סמסטרים מתחילת ההשתלמות.

ה. הערות כלליות

- מאחר והמחלקה משלבת מחקר בין תחומי, תתכן תכנית השלמה שונה וייחודית לכל סטודנט וזאת בהתאם לרקע ממנו הוא בא ולכיוון המחקר בו הוא מתמחה.
- משתלם יוכל לקבל פטור מקורס השלמה במדעי החיים, אם למד קורס שקול או דומה.
- תכנית השלמה של "סטודנט משלים" חייבת אישור הוועדה ללימודי מוסמכים תוך סמסטר ממועד קבלת המשתלם.

הקבלה. לגבי מועמדים לתואר מגיסטר שציונם נמוך מעט מהסף ואשר הוועדה ללימודי מוסמכים החליטה להמליץ על קבלתם "על תנאי", תהיינה, הדרישות כמפורט בהמשך.

הערה: אין קבלה אוטומטית של מועמדים, גם אם ממוצע ציוניהם גבוה מהסף.

הוועדה תתייחס בין השאר להנחיות הבאות:

לימודים לתואר מגיסטר (MSc)

תנאי קבלה

א. מועמדים בוגרי פקולטות הנדסיות/מדעיות

(1) מועמד בעל ציון ממוצע מעל 83 בלימודי הסמכה שהוחלט לקבלו יחויב בדרישות לימודיות כמפורט בטבלה בהמשך, ויתקבל במעמד של סטודנט "מן המניין".

(2) מועמד בעל ציון ממוצע 80-83 בלימודי הסמכה שהוחלט לקבלו יחויב, אף הוא, בדרישות לימודיות כמפורט בטבלה, אולם הוא יתקבל תחילה במעמד "משלים" לתקופה מקסימאלית של שנה. הוא יעבור למעמד של סטודנט "מן המניין" בתנאי שישלים בהצלחה (ציון 75 בכל מקצוע וממוצע 80 לפחות) לימודים בהיקף של כארבעה קורסים בהרחבת ידע במקצועות הסמכה/מוסמכים. מקצועות המעבר למעמד "מן המניין" יוכרו כחלק מנקודות ההשלמה ומנקודות המוסמכים.

(3) מועמד בוגר תואר תלת-שנתי, בעל ציון ממוצע מעל 83 שהוחלט לקבלו יחויב בדרישות לימודיות כמפורט בטבלה בהמשך ויתקבל במעמד של סטודנט "משלים". הוא יעבור למעמד "מן המניין" לאחר שישלים את מקצועות ההשלמה.

(4) מועמד בוגר תואר תלת-שנתי, בעל ציון ממוצע 80-83 שהוחלט לקבלו יחויב בדרישות לימודיות כמפורט בטבלה בהמשך. אולם יהיה עליו ללמוד כחמישה מקצועות הסמכה כקורסי מעבר למעמד "מן המניין". (ציון 75 בכל מקצוע וממוצע 80 לפחות) מקצועות המעבר למעמד "מן המניין" יוכרו כחלק מנקודות ההשלמה. הוא יתקבל במעמד של סטודנט "משלים" ויעבור למעמד של סטודנט "מן המניין" לאחר שישלים את מקצועות ההשלמה.

ב. מועמדים בוגרי מדעי החיים ואחרים

(1) מועמד בעל ציון ממוצע מעל 87 בלימודי הסמכה שהוחלט לקבלו יחויב בהתאם לתכנית לימודי השלמה שלהלן. (ראה טבלה על הדרישות הלימודיות בהמשך). הוא יתקבל במעמד של סטודנט "משלים" ויעבור למעמד "מן המניין" לאחר שישלים את מקצועות ההשלמה.

(2) מועמד בעל ציון ממוצע 84-87 בלימודי הסמכה שהוחלט לקבלו "במעמד משלים" יחויב במקצועות תנאי בדומה לסעיף א

(3) לעיל. (ראה להלן תכנית לימודי ההשלמה וטבלה של הדרישות הלימודיות בהמשך). הוא יתקבל במעמד של סטודנט "משלים" ויעבור למעמד "מן המניין" לאחר שישלים את מקצועות ההשלמה.

ג. תכנית לימודי ההשלמה

לימודי ההשלמה נועדו להקנות למשתלם את הרקע ההנדסי הספציפי הדרוש להתמחותו ולביצוע עבודת המחקר. **להלן פירוט לימודי ההשלמה (הערה): ייתכנו שינויים בהתאם לרקע הסטודנט והמלצות המנחה):**

(1) השלמה הנדסית בסיסית

קורסים על פי שטח ההתמחות והמלצת המנחה. קורסים אלה נועדו להקנות למשתלם את הרקע ההנדסי הספציפי הדרוש להתמחותו ולביצוע עבודת המחקר.

על המועמד לתואר דוקטור למצוא מנחה ולגבש נושא **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 לוועדת לימודי מוסמכים של המחלקה לאישור סופי.

ד. בחינת מועמדות

- סטודנט לתואר דוקטור במעמד "מן המניין" - תוך 11 חודשים מתחילת הלימודים עליו להגיש תאור תמציתי של הצעת המחקר לקראת בחינת המועמדות ולעמוד בהצלחה בבחינה.
- סטודנט לתואר דוקטור במעמד "משלים" - לאחר סיום נקודות התנאי יעבור למעמד "מן המניין" ותוך 11 חודשים מהמעבר ל"מן המניין" יהיה עליו להגיש תאור תמציתי של הצעת המחקר לקראת בחינת המועמדות ולעמוד בהצלחה בבחינה.

המלצות למועמדי מגיסטר ודוקטור

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

- ד. קורסים ברמת מוסמכים יבואו לאחר גמר ההשלמות. במקרים יוצאי דופן יוכל מרכז הוועדה לאשר חריגה מתקנה זו.
- ה. לסטודנט משלים לא תופחת מכסת נקודות ההשלמה במדעים והנדסה בגין קורסים שקולים שלמד בתואר הראשון, אלא אם למד אותם מעבר לדרישות התואר.

ו. בוגרי המחלקה להנדסה ביו רפואית יהיו פטורים ממקצועות ההשלמה במדעי החיים.

לימודים לתואר דוקטור (PhD)

תנאי קבלה

א. מועמדים בוגרי פקולטות הנדסיות/ מדעיות

מועמד בעל ציון ממוצע מעל 85 בלימודי מגיסטר וציון תזה מעל 85 שהוחלט לקבלו, יחויב בדרישות לימודיות על פי הטבלה בהמשך.

ב. בוגרי מדעי החיים ואחרים

מועמד שאינו בעל רקע הנדסי וכן מועמד בעל תואר דוקטור ברפואה, יחויב במקצועות השלמה להשלמת רקע מלימודי הסמכה מהרשימה של מקצועות ההשלמה מדעית/הנדסית וכן מקצועות בהתאם לרקע הסטודנט והמלצות המנחה. הוא יתקבל במעמד של סטודנט "משלים" ויעבוד למעמד "מן המניין" לאחר שישלים בהצלחה לימודים בהיקף של 30 נקודות (ראה תכנית לימודי ההשלמה וטבלה על הדרישות הלימודיות בהמשך).

ג. נושא ומנחה

הדרישות הלימודיות עבור המסלולים השונים

תזה	נקודות מוסמכים	נקודות השלמה בהסמכה			רקע	לתואר
		הנדסה	מדעיים	מדעי החיים		
כן	18	-	-	10.5	הנדסה	מגיסטר למדעים MSc בהנדסה ביו - רפואית*
כן	18	30	ראה תוכנית לימודי השלמה סעיף ג (3)	10.5	מדעי 3 שנתי	
כן	18	10	-	10.5	מדעי 4 שנתי	
כן	18	30	ראה תכנית לימודי השלמה סעיף ג (2)	10.5	מדעי החיים 3 שנתי	
כן	18	20	ראה תכנית לימודי השלמה סעיף ג (2)	10.5	מדעי החיים 4 שנתי	
סמינריון או פרויקט	40	פירוט דרישות זהה לזה של מגיסטר למדעים בהנדסה ביו רפואית				מגיסטר להנדסה ME בהנדסה ביו - רפואית
כן	10-6	-	-	10.5	מגיסטר למדעים או להנדסה	דוקטור לפילוסופיה PhD בהנדסה ביו-רפואית
כן	10-6	30	ראה תכנית לימודי השלמה סעיף ג (2)	-	דוקטור MD ברפואה או מגיסטר במדעי החיים	

* במסלול "עבודת גמר" במקום תזה : דרישות השלמה זהות אך תוספת של 8 נקודות. הערות:

1. בעלי תואר ראשון במדעי החיים חייבים אף הם בהשלמת הרקע כאמור בסעיף ג' ואולם הם יכולים לבקש פטור מקורסי ההשלמה במדעי החיים אותם למדו בתואר הראשון, אם נלמדו בהיקף השווה לפחות לנלמד במחלקה.
2. מועמדים שנתקבלו "על תנאי" עשויים להידרש למלא דרישות נוספות.
3. במקרה של שינוי כיוון מהותי בהתמחות ביחס לתואר קודם, רשאי המנחה לדרוש השלמת ידע ע"י לקיחת קורסים מעבר למכסות הנ"ל.

מידע נוסף

מזכירות לימודי מוסמכים בהנדסה ביו-רפואית,
טל' 04- 8294130/4129
או דרך אתר האינטרנט של המחלקה
<http://www.bm.technion.ac.il/>