הפקולטה

להנדסה ביורפואית

|  |  |
| --- | --- |
| פרופסורי משנהויס דפנהיניב יעלקורין נתנאלשניטמן ג'וזואהדניאל ראמזפרופסורים אמריטיאדם דןגת יצחקלוטן נחלניר יורםמזרחי יוסףמרודס אליס\* בהשתייכות משנית | חברי הסגל האקדמידיקן הפקולטה לנדסברג אמירפרופסוריםביאר רפאל \*ברוקשטיין אלפרד \*לבנברג שולמיתמלר עמיתפרת הלל \*פרופסורים חבריםאזהרי חייםילין דבירלנדסברג אמירסליקטר דרורקימל איתןשהם שי |

תאור היחידה

**הפקולטה להנדסה ביורפואית היא יחידה רב-תחומית בה עוסקים ביישום הידע והכלים של תחומי ההנדסה השונים לפיתוח שיטות אבחון וטיפול רפואיות ולחקר הבסיס הפיזיולוגי של מחלות. עם עליית רמת החיים ותוחלת החיים בעולם ועליית הדרישה לרמה גבוהה ולמגוון רחב של שרותי בריאות, עולה הדרישה למערכות רפואיות ולמכשור חדשניים. במקביל, תעשיית ההיטק הביורפואית הינה בין המובילות ברמתה ובקצב גידולה. מגוון הפעילויות של התעשייה הביורפואית 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 הביורפואית 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 המעונינים 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 ביורפואית משתלבים בתעשייה הביורפואית וכן בתעשיות אחרות. הבוגרים מאיישים תפקידי מפתח בקבוצות פיתוח, בייצור, בשיווק וביישום מוצרים בשרותי הבריאות וכן בחברות הזנק ((Startup רבות בתעשייה הביורפואית המתפתחת כיום בקצב מהיר ביותר.**

**בנוסף לתעשייה הביורפואית קיימת פעילות ענפה במכוני מחקר ומוסדות אקדמיים בנושאים הדורשים ידע רב תחומי בהנדסה ביורפואית.**

לימודי הסמכה

המסלול בהנדסה ביורפואית

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

**התכנית מורכבת מקורסי חובה וממגוון רחב של קורסי בחירה במגמות. קורסי החובה הם במדעי היסוד (מתמטיקה, פיסיקה, כימיה ומחשבים), במדעי החיים והרפואה (אנטומיה, ביוכימיה, ביולוגיה של התא ופיסיולוגיה), במקצועות הנדסיים המיועדים לתת בסיס הנדסי רחב (אותות ומערכות, תכן חשמלי, יסודות המכניקה, תכן מכני, ביוחומרים, 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 ביורפואית ו- 2 קורסי פרויקט בתעשיה, בהם מיישם הסטודנט ידע הנדסי שרכש בתכן של מכשור ומערכות ביורפואיות. 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 הביורפואית.**

**בנוסף למקצועות החובה על הסטודנט ללמוד 2 מגמות התמחות. מגמות הבחירה הינן: מגמת הדמיה ואותות רפואיים, מגמת ביומכניקה וזרימה ומגמת הנדסת רקמות וביוחומרים.**

מסלול זה מקנה תואר מוסמך למדעים B.Sc. בהנדסה ביורפואית.

בנוסף למסלול בהנדסה ביורפואית מציעה הפקולטה את שני המסלולים הבאים:

התכנית המשולבת בהנדסה ביורפואית ובפיסיקה

מסלול הלימודים המשולב לפקולטה להנדסה ביורפואית ולפקולטה לפיסיקה בטכניון הינו תכנית חדשנית המיועדת לסטודנטים מצטיינים\*, המעוניינים לפתח ידע מדעי וטכנולוגי בתחומי ההנדסה הביורפואית בשילוב עם ידע והבנה פיסיקליים עמוקים יותר של תופעות וכלי מחקר מודרניים בהנדסה ביורפואית.

בנוסף להכשרה בהנדסה הביורפואית, המסלול כולל קורסי חובה רחבים במכניקה אנליטית ובפיסיקה קוונטית, סטטיסטית ואלקטרו-מגנטית ואפשרויות בחירה רבות בין קורסים רלוונטיים הן בפיסיקה והן בהנדסה ביורפואית.

מטרת המסלול היא להכשיר מהנדסים/מדענים אשר יהיו בעלי ידע מעמיק הן בהנדסה הביורפואית והן בפיסיקה. ראיה משולבת-רחבה כזו נדרשת כיום במידה גוברת בחזית הפיתוח של הננוביוטכנולוגיה והפיתוח של מכשור ביורפואי המסתמך על תופעות פיסיקליות מורכבות, למשל בתחומי האופטיקה הביורפואית, הדימות הגרעיני והמגנטי והננורפואה. כמו-כן, נושאי מחקר ביורפואיים מתקדמים רבים מסתמכים כיום במידה רבה מאוד על כלים ניסיוניים ותיאורטיים מתקדמים שפותחו במקור בפיסיקה, ומסתמכים על ידע פיסיקלי והנדסי מתקדם.

**מסלול יחודי זה מקנה תואר מוסמך למדעים .B.Sc בהנדסה ביורפואית ובפיסיקה, במסלול הנמשך כ- 4 שנים.**

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

התכנית המשולבת בהנדסה ביורפואית

וברפואה

מסלול לימודים משותף לפקולטה להנדסה ביורפואית 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 תעשית 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 ללימודי רפואה אשר מעוניינים בלימודים בדגש הנדסי וכן סטודנטים בעלי סכם גבוה, המעוניינים בתואר משולב, שלא התקבלו לרפואה.

**מסלול יחודי זה מקנה תואר משולב: מוסמך למדעים .B.Sc בהנדסה ביורפואית ותואר "בוגר" .B.Sc למדעים במדעי הרפואה לאחר 4 שנים ותואר ברפואה MD לאחר 3 שנים נוספות (קליניות) ובסה"כ 7 שנות לימוד (ללא סטאז').**

**תאור התוכנית**

- בשנתיים הראשונות נלמד הבסיס במדעים מדויקים, בהנדסה, במדעי החיים וברפואה.

- לסטודנטים שלא התקבלו ישירות לרפואה, המעבר לשנה ג' בתכנית מותנה בקבלה לפקולטה לרפואה, בהתבסס על ההישגים בשנתיים הראשונות, עם דגש על מקצועות מתחום מדעי החיים ורפואה.

- סטודנטים שלא יתקבלו לרפואה יסיימו תואר בהנדסה ביורפואית והקורסים העודפים שלמדו יחשבו לקורסי מגמה.

- בשנה השלישית והרביעית משלימים את כל המקצועות שנלמדים בשנים הראשונות ברפואה. במקביל לומדים מקצועות לתואר בהנדסה ביורפואית.

- לאחר סיום כל המקצועות הנלמדים ברפואה בשנים הפרה-קליניות אפשר לעבור לשלושת השנים הקליניות (אחרונות) ברפואה.

מעבדות ועזרי למידה

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

- **מעבדה לעיבוד והדמיית אותות ותמונות באולטרסאונד**

 פרופ' דן אדם

- **מעבדה לדימות רפואית**

 פרופ"ח חיים אזהרי

- **מעבדה לביומיקרו-ריאולוגיה**

 פרופ"מ דפנה ויס

- **מעבדה לאופטיקה ביורפואית**

 פרופ"ח דביר ילין

- **מעבדה למערכות ביואנרגטיות וביוחשמליות**

 פרופ"מ יעל יניב

- **מעבדה להתמיינות תאי גזע והנדסת רקמות**

 פרופ' שולמית לבנברג

- **מעבדה לקרדיולוגיה מולקולרית, תאית, ומערכתית**

 פרופ"ח אמיר לנדסברג

**-מעבדה לביופיסיקה של מולקולות בודדות וננו-ביוטכנולוגיה**

 פרופ' עמית מלר

- **מעבדה להנדסת רקמות**

 פרופ"ח דרור סליקטר

- **מעבדה למיקרוסירקולציה**

 פרופ"מ נתנאל קורין

- **מעבדה לאולטרסאונד טיפולי וביומכניקה של התא**

 פרופ"ח איתן קימל

- **מעבדה למערכות אנלוגיות מבוססות DNA**

 פרופ"מ דניאל ראמז

- **מעבדה להנדסת ממשקים עצביים**

 פרופ"ח שי שהם

- **מעבדה לביו-זורמים**

 פרופ"מ ג'וזואה שניטמן

תוכנית הלימודים לתואר ראשון בהנדסה ביורפואית

**על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 160.0 נקודות**

**לפי הפרוט הבא:**

|  |  |
| --- | --- |
| 115.0 נק' | מקצועות חובה |
| 35.0 נק'  | מקצועות בחירה במסלול הפקולטי |
| 10.0 נק' | מקצועות בחירה חופשית: 6.0 נק' העשרה |
|  |  4.0 נק' בחירה חופשית |

**ה’-** הרצאה**, ת’-** תרגיל, **מ’-** מעבדה, **נק’-** נקודות

מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 1 |
| 0.0 | - | - | 4 | בטיחות במעבדות חשמל | 044102 \* |
| 5.0 | - | 2 | 4 | אלגברה 1 מ' | 104016 |
| 5.0 | - | 2 | 4 | חדו"א 1מ' | 104018 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | פיסיקה 1מ' | 114071 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | כימיה כללית  | 125001 |
| 3.0 | - | - | 3 | ביולוגיה 1 | 134058 |
| 1.0 | - | 2 | - | חינוך גופני | 394800 |
| 20.5 |  |  |  |   |  |
| \* חובה להרשם למקצוע זה. ההרצאות תנתנה חד פעמי במהלך הסמסטר, בהתאם הנחיות שיפורסמו בנפרד.בסמסטר זה מומלץ לקחת קורס "מגמות" 334021 (1.0 נק') במסגרת בחירה חופשית |
|  |  |  |  |  |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 2 |
| 5.5 | - | 3 | 4 | חדו"א 2ת' | 104013 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | מד"ר ת' | 104135 |
| 1.0 | 3 | - | - | מעבדה בפיסיקה 1 ח' | 114032 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | פיסיקה 2 | 114052 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | כימיה אורגנית 1 ב' | 124801 |
| 4.0 | 2 | 2 | 2 | מבוא למחשב שפת C  | 234112 |
| 3.0 | - | - | 3 | אנגלית טכנית מתקדמים ב' | 324033 |
| 22.0 |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 3 |
| 4.0 | - | 1 | 3 | תורת המעגלים החשמליים | 044105 |
| 4.0 | - | 2 | 3 | פונקציות מרוכבות והתמרות אינטגרל' | 104221 |
| 4.0 | - | 2 | 3 | מד"ח וטורי פורייה | 104223 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | כימיה פיסיקלית 1 ב' | 124503 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה | 134019 |
| 2.0 | - | - | 2 | מבוא לאנטומיה מיקרו' ומאקרו' | 274001 |
| 1.0 | - | 2 | - | חינוך גופני | 394800 |
| 20.0 |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 4 |
| 4.0 | - | 1 | 3 | אותות ומערכות | 044130 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | ביופיסיקה ונוירופיסיולוגיה למהנדסים | 336537 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | יסודות של חומרים רפואיים | 334221 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | מכניקת זורמים ביולוגיים | 335009 |
| 4.0 | - | 2 | 3 | יסודות הביומכניקה  | 334222 |
| 16.5 |  |  |  |  |  |

בסמסטר זה מומלץ לקחת קורס "מפגשים" 334331 (1.0 נק') במסגרת בחירה פקולטית.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 5 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | מסלולים מטבוליים | 134113 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | פיסיולוגיה של מערכות הגוף למהנדסים | 276011 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | יסודות תכן ביוחשמלי | 334022 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | מתא לרקמה | 336022 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | יסודות אופטיקה ופוטוניקה | 336533 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | תופעות מעבר במערכות פיסיולוגיות | 337403 |
| 18.5 |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 6 |
| 2.0 | 4 | - | - | מעבדה בהנדסה ביורפואית 1 | 335001 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | תכן ביומכני בסיסי | 335010 |
| 1.5 | 2 | - | 1 | פרויקט קליני-הנדסי | 335016 |
|  |  |  |  | קורסי בחירה פקולטיים |  |
| 6.5 |  |  |  |  |  |

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 8 |
| 2.0 | 4 | - | - | מעבדה בהנדסה ביורפואית 3  | 335003 |
| 3.0 | 9 | - | - | פרויקט בהנדסה ביורפואית 2 | 335015 |
|  |  |  |  | קורסי בחירה פקולטיים |  |
| 5.0 |  |  |  |  |  |

**הערות**

חלק מהקורסים ניתנים אחת לשנה ומהווים חלק משרשרת, לכן מומלץ מאד 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 פקולטית

יש לצבור 35.0 נק' וללמוד 2 מגמות לפחות.

לפחות 9 מקורסי הבחירה הפקולטית יהיו מהפקולטה.

חלק מהקורסים יוכרו ביותר ממגמה אחת

בכל מגמה יש ללמוד 4 קורסים ועוד לפחות קורס 1 מהקורסים הבאים:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3.5 | - | 1 | 3 | מבוא להסתברות ח'  | 104034  |
| 4.0 | - | 2 | 3 | מבוא להסתברות וסטטיסטיקה | 094481  |

קורסי הבחירה הפקולטית כוללים קורסי התנסות במעבדה מתקדמת, קורס נוסף במעבדה בהנדסה ביורפואית ~~4~~ וקורס ביזמות. קורסי המעבדה המתקדמת מתקיימים במעבדות החוקרים, בתאום עם החוקר ובאישור מרכז לימודי הסמכה. אחד מקורסי המעבדה המתקדמת יוכר כבחירה פקולטית והשני כבחירה חופשית.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.0 | 6 | - | - | מעבדה מתקדמת בה. ביורפואית 1 | 334019  |
| 2.0 | 6 | - | - | מעבדה מתקדמת בה. ביורפואית 2  | 334020 |
| 2.0 | 4 | - | - | מעבדה בהנדסה ביורפואית 4 | 335004 |
| 2.0 | - | 1 | 2 | קורס יזמות | 336543 |

**מגמת הדמיה ואותות רפואיים**

**במגמה זו חובה ללמוד לפחות 4 קורסים -**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **נק'** | **מ'** | **ת'** | **ה'** |  |  |
|  |  |  |  | **לפחות 2 מהקורסים:** |
| 2.5 | - | 1 | 2 | תופעות ביוחשמליות  | 336020  |
| 2.5 | - | 1 | 2 | יישומי אופטיקה ביורפואית | 336023  |
| 2.5 | - | 1 | 2 | שיטות באנליזה של אותות ביולוגיים | 336208  |
| 2.5 | - | 1 | 2 | עקרונות הדמיה  | 336502  |
| 3.0 | - | 2 | 2 | מבוא לבקרה במערכות ביורפואיות | 336522 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | **קורסים נוספים במגמה:** |
| 2.5 | - | 1 | 2 | אולטראסאונד ברפואה | 336325 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים | 336326 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | עקרונות תהודה מגנטית  | 336504 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | עקרונות הנדסיים של המערכת הקרדיווסקולרית | 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 |
| 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 | 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 ראיה ושמיעה | 046332 |
| 3.0 | - | 1 | 2 | עיבוד ספרתי של אותות | 046745 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | מבוא לסטטיסטיקה | 094423  |

מגמת ביומכניקה וזרימה

במגמה זו חובה ללמוד לפחות 4 קורסים –

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| נק' | מ' | ת' | ה' |  |  |
|  |  |  לפחות 1 מהקורסים: |
| 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 ביורפואיות | 336522  |
|  |  |  |  |  |  |
|  ולפחות 1 מהקורסים: |
| 2.5 | - | 1 | 2 | זרימה במערכות הנשימה | 336539 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | זרימה במערכת הקרדיווסקולרית | 336541 |
|  |  |  |  |  |  |
|  קורסים נוספים במגמה: |
| 2.5 | - | 1 | 2 | ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים | 336326 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | ביומכניקה של רקמות | 336509 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | ביוהנדסה של התא | 336517 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | שתלים אורטופדיים ותחליפי רקמה | 336520 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | עקרונות הנדסיים של המערכת הקרדיווסקולרית | 336521 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | אולטרסאונד טיפולי | 336535 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | זרימה במערכת הנשימה | 336539 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | תכן מכשור רפואי ממוחשב | 336540 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | אנליזה נומרית מ' | 034033 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | מבוא לרובוטיקה | 035001 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | תכן ויצור של התקנים מיקרו-מכניים | 035021 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | רשתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה | 036049 |
| 3.0 | - | - | 3 | מיקרומכניקה של מוצקים 1 | 036058 |
| 3.0 | - | - | 3 | קינמטיקה בביומכניקה ורובוטיקה | 036072 |
| 3.0 | - | - | 3 | אלקטרו קינטיקה בננו-ומיקרו-זרימה | 036076 |
| 3.0 | - | 1 | 2 | זרימה ותופעות מעבר בהתקנים מיקרוניים | 036086 |
| 4.0 | - | 2 | 3 | דינמיקה | 084225 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | מכניקת מוצקים | 084505 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | אלמנטים סופיים בהנדסה אוירונאוטי | 086574 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | מבוא לסטטיסטיקה | 094423 |

מגמת הנדסת רקמות וביוחומרים

במגמה זו חובה ללמד לפחות 4 קורסים -

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| נק' | מ' | ת' | ה' |  |  |
| לפחות 2 מהקורסים: |
| 2.5 | - | 1 | 2 | ננוחלקיקים בביולוגיה, מכניקה וריאולוגיה  | 336021  |
| 2.5 | - | 1 | 2 | ביוהנדסה של התא | 336517  |
| 2.5 | - | 1 | 2 | שחרור מבוקר של תרופות | 336528  |
| 2.5 | - | 1 | 2 | הנדסת רקמות ותחליפים ביולוגיים  | 336529  |
|  |
| קורסים נוספים במגמה: |
| 2.5 | - | 1 | 2 | ניתוח תהליכים במערכת הראיה | 336214 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | ניתוח נתונים ושערוך פרמטרים | 336326 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | יסודות הנדסיים בביולוגיה ובביוטכ' | 336405 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | ביומכניקה של רקמות | 336509 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | ביוהנדסה של התא | 336517 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | שתלים אורטופדיים ותחליפי רקמה | 336520  |
| 3.5 | - | 1 | 3 | עקרונות הנדסיים של המערכת הקרדיווסקולרית | 336521  |
| 2.5 | - | 1 | 2 | עקרונות של חיישנים ביוכימיים | 336531 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | עקרונות ביוהנדסיים לחישת מולקולות | 336538 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | תכן ויצור של התקנים מיקרו-מכניים | 035021 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | פולימרים וישומיהם בביוטכנולוגיה | 054413 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | מבוא לסטטיסטיקה | 094423  |
| 3.5 | - | 1 | 3 | גנטיקה כללית | 134020 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | ביולוגיה מולקולארית  | 134082 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | בקרת הביטוי הגנטי | 134119 |
| 3.0 | - | - | 3 | מיקרוביולוגיה ווירולוגיה  | 134121 |
| 2.0 | - | - | 2 | תאי גזע | 134137 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | ביולוגיה של ההתפתחות | 136105 |
| 4.0 | - | - | 4 | אימונולוגיה בסיסית | 276413 |
|  |  |  |  |  |  |

מגמת התמחות משנית ביזמות

הסביבה העסקית הדינמית יוצרת הזדמנויות הולכות וגדלות לחברות הזנק (Start-Up) שמקימים יזמים טכנולוגיים. ניתן לזהות קווים מנחים עיקריים בתהליך שעובר היזם 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 – הכנת תכנית למסחור טכנולוגיה.

המגמה פתוחה לסטודנטים בלימודי הסמכה בפקולטה החל מסמסטר 5 ללימודים.

* מגמת ההתמחות מכילה ארבעה קורסים.
* על מנת להשלים את המגמה יש ללמוד סל מקצועות שיפורט להלן בהיקף כולל של לפחות 9.5 נק' כאשר 2.0 נק' יחשבו כבחירה חופשית, 2.0 נק' (קורס 336543) יחשבו כבחירה פקולטית ו- 5.5 יהיו מעבר למכסת הנק' הנדרשת לתואר ((כלומר 165.5 נק').
* המעקב והבקרה אחרי הרישום למגמה והשלמת הדרישות בה יהיו באחריות מזכירות לימודי הסמכה של הפקולטה בה לומד הסטודנט. לסטודנט שמסיים את ההתמחות תוענק תעודה חתומה על ידי דיקן לימודי הסמכה המאשרת כי השלים בהצלחה את המגמה המשנית.

 **להלן ארבעת הקורסים המרכיבים את תוכנית ההתמחות המשנית:**

**פרויקט ביזמות: הכנת תוכנית עסקית מלאה למסחור טכנולוגיה (094815) - 3 נ"ז**

**שימו לב: שלושת הקורסים הבאים מהווים קדם לפרויקט:**

**א. שיווק למיזמים טכנולוגים (094816)- 2 נ"ז**

**ב. היבטים משפטיים ופיננסים ביזמות טכנולוגית (094814) - 2.5 נ"ז**

**ג. קורס אחד מבין רשימת מקצועות הבחירה להתמחות, אשר יוצעו בהדרגה על ידי יחידות אקדמיות שונות.**

בשלב הראשון מוצעים המקצועות הבאים:

* + יזמות בהנדסת אלקטרוניקה, מחשבים ותקשורת (045000)

 2.0 נ"ז

* + יזמות בביוטכנולוגיה (066525) 2.5 נ"ז
	+ יזמות ופיתוח טכנולוגיות רפואיות (276004) 2.0 נ"ז
	+ ניהול חדשנות בארגונים (096817) 2.0 נ"ז
	+ יזמות חברתית (096807) 3.5 נ"ז
	+ תקשורת המדע (216117) 2.5 נ"ז
	+ פרויקט שנתי בהנדסת תוכנה – שלב א' (234311) 3.0 נ"ז
	+ יזמות בהנדסה ביורפואית (336543) 2.0 נ"ז
	+ חדשנות פתוחה בהנדסה כימית (056393) 2.0 נ"ז
	+ יזמות וקניין רוחני (096815) 3.0 נ"ז

תוכנית הלימודים המשולבת לתואר מוסמך למדעים בהנדסה ביורפואית ובפיסיקה

 תוכנית הלימודים

על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 178.0 נקודות

לפי הפרוט הבא:

|  |  |
| --- | --- |
| 142.5 נק'  | מקצועות חובה  |
| 25.5 נק'  | מקצועות בחירה במסלול הפקולטי  |
| 10.0 נק'  | מקצועות בחירה חופשית: 6.0 נק' העשרה |
|  |  4.0 נק' בחירה חופשית |

**ה’-** הרצאה**, ת’-** תרגיל, **מ’-** מעבדה, **נק’-** נקודות

מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 1 |
| 0.0 | - | - | 4 | בטיחות במעבדות חשמל | 044102 \* |
| 5.0 | - | 2 | 4 | אלגברה 1 מ' | 104016 |
| 5.5 | - | 3 | 4 | אינפי 1מ' | 104031 |
| 5.0 | - | 2 | 4 | פיסיקה 1 פ' | 114074 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | כימיה כללית  | 125001 |
| 3.0 | - | - | 3 | ביולוגיה 1 | 134058 |
| 21.5 |  |  |  |  |  |
| \* חובה להרשם למקצוע זה. ההרצאות תינתנה חד פעמי במהלך הסמסטר בהתאם להנחיות שיפורסמו בנפרדבסמסטר זה מומלץ לקחת קורס "מגמות" 334021 (1.0) במסגרת בחירה חופשית |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 2 |
|  |  |  |  |  |  |
| 5.5 | - | 3 | 4 | חדו"א 2ת' | 104013 |
| 5.0 | - | 2 | 4 | מד"ר ואינפי 2ח' | 104035 |
| 1.0 | 3 | - | - | מעבדה בפיסיקה 1 ח' | 114032 |
| 5.0 | - | 2 | 4 | פיסיקה 2 פ' | 114076 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | כימיה אורגנית 1 ב' | 124801 |
| 4.0 | 2 | 2 | 2 | מבוא למחשב שפת C | 234112 # |
| 3.0 | - | - | 3 | אנגלית טכנית מתקדמים ב' | 324033 |
| 26.0 |  |  |  |  |  |
| # יוכר גם 234111 מבוא למדעי המחשב (4.0 נק') |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 3 |
| 4.0 | - | 1 | 3 | תורת המעגלים החשמליים | 044105 |
| 4.0 | - | 2 | 3 | פונקציות מרוכבות והתמרות אינט' | 104221 |
| 4.0 | - | 2 | 3 | מד"ח וטורי פוריה | 104223 |
| 1.0  | 3 | - | - | מעבדה לפיסיקה 2מח' | 114030 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | גלים | 114086 |
| 4.0 | - | 2 | 3 | מכניקה אנליטית | 114101 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה | 134019 |
| 2.0 | - | - | 2 | מבוא לאנטומיה מיקרו' ומאקרו' | 274001 |
| 25.0 |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 4 |
| 4.0 | - | 1 | 3 | אותות ומערכות | 044130 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | מבוא להסתברות ח' | 104034  |
| 1.5 | 3 | - | - | מעבדה לפיסיקה 3 | 114035 |
| 5.0 | - | 2 | 4 | פיסיקה קוונטית 1 | 115203 |
| 4.0 | - | 2 | 3 | יסודות הביומכניקה  | 334222 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | מכניקת זורמים ביולוגיים | 335009 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | ביופיסיקה ונוירופיסיולוגיה למהנדסים | 336537 |
| 24.0 |  |  |  |  |  |
| בסמסטר זה מומלץ לקחת קורס "מפגשים" 334331 (1.0 נק') במסגרת בחירה פקולטית  |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 5 |
| 5.0 | - | 2 | 4 | פיסיקה קוונטית 2  | 115204 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | מסלולים מטבוליים | 134113 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | פיסיולוגיה של מערכות הגוף למהנדסים | 276011 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | יסודות תכן ביוחשמלי | 334022 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | תופעות מעבר במערכות פיסיולוגיות | 337403 |
| 1.0 | - | - | - | חינוך גופני | 394800 |
| 19.0 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 6 |
| 5.0 | - | 2 | 4 | פיסיקה סטטיסטית ותרמית | 114036 |
| 5.0 | - | 2 | 4 | אלקטרומגנטיות ואלקטרודינמיקה | 114246 |
| 2.0 | 4 | - | - | מעבדה בהנדסה ביורפואית 1 | 335001 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | תכן ביומכני בסיסי | 335010 |
| 1.0 | - | - | - | חינוך גופני | 394800 |
|  |  |  |  | קורסי בחירה פקולטיים |  |
| 16.0 |  |  |  |  |  |

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 8 |
| 2.0 | 4 | - | - | מעבדה בהנדסה ביורפואית 3 | 335003 |
| 3.0 | 9 | - | - | פרויקט בהנדסה ביורפואית 2 | 335015 |
|  |  |  |  | קורסי בחירה פקולטיים |  |
| 5.0 |   |  |  |  |  |

###  **קורסי בחירה פקולטית**

###  **יש לצבור 28.0 נק':**

###  **1-2 מהקורסים מקבוצה א' - הבחירה בפיסיקה**

###  **ו-2 קורסים מקבוצה ב' - הבחירה בהנדסה ביורפואית**

###  **ובנוסף יש לסיים לפחות מגמה אחת מהבחירה בהנדסה**

###  **ביורפואית עפ"י כללי המגמה.**

 **בחירה בפיסיקה - קבוצה א':**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| נק' | מ' | ת' | ה' |  |  |
| 1.5 | 3 | - | - | \*מעבדה לפיסיקה 4 מח' | 114037 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | פיסיקה של גרעינים וחלקיקים יסודיים | 116004& |
| 3.5 | - | 1 | 3 | מבוא לביופיסיקה | 116029 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | \*פיסיקה של מצב מוצק | 116217& |
| 3.5 | - | 1 | 3 | אסטרופיסיקה וקוסמולוגיה | 116354 |

 & קורסים נחוצים לממשיכים ללימודי תואר II בפיסיקה

* מעבדה 4מח' היא חובה ונחוצה רק למי שלומד את המקצוע 116217 פיסיקה של מצב מוצק. אחרים לא רשאים לקחת את המעבדה.

 הנדסה ביורפואית -קבוצה ב':

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| נק' | מ' | ת' | ה' |  |  |
| 2.5 | - | 1 | 2 | יסודות של חומרים רפואיים | 334221 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | מתא לרקמה | 336022 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | יסודות אופטיקה ופוטוניקה | 336533 |

תכנית הלימודים המשולבת

לתואר מוסמך למדעים בהנדסה ביורפואית ובוגר למדעים במדעי הרפואה

תוכנית הלימודים

על מנת להשלים את התואר בהנדסה ביורפואית ואת הלימודים הפרה-קליניים ברפואה יש לצבור 205.0 נקודות לפי הפרוט הבא:

|  |  |
| --- | --- |
| 188.0 נק' | מקצועות חובה |
| 17.0 נק' | מקצועות בחירה במסלול הפקולטי |
|  |  |
|  |  |

מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

**ה’-** הרצאה**, ת’-** תרגיל, **מ’-** מעבדה, **נק’-** נקודות

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 1 |
|  |  |  |  | בהנדסה ביורפואית |  |
| 0.0 | - | - | 4 | בטיחות במעבדות חשמל | 044102  |
| 5.0 | - | 2 | 4 | אלגברה 1מ' | 104016 |
| 5.0 | - | 2 | ~~4~~ | חדו"א 1מ' | 104018 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | פיסיקה 1 מ' | 114071 |
| 3.0 | - | - | 4 | אנגלית טכנית מתקדמים ב' | 324033 |
|  |  |  |  | ברפואה |  |
| 5.0 | - | 2 | 4 | יסודות הכימיה | 124120 |
| 3.0 | - | - | 3 | ביולוגיה 1 | 134058 |
| 0.0 | 3 | - | 1 | מבוא לרפואה דחופה | 274144 |
| 24.5 |  |  |  |  |  |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 2 |
|  |  |  |  | בהנדסה ביורפואית |  |
| 5.5 | - | 3 | 4 | חדו"א 2ת' | 104013 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | מד"ר ת' | 104135 |
| 1.0 |  3  | -  | -  | מעבדה בפיסיקה 1 ח' | 114032 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | פיסיקה 2  | 114052 |
| 4.0 | 2 | 2 | 2 | מבוא למחשב שפתC  | 234112 |
|  |  |  |  | ברפואה |  |
| 2.5 | - | 1 | 2 | חשיבה וקבלת החלטות | 096617 |
| 5.0 | - | 2 | 4 | כימיה אורגנית  | 125801 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | גנטיקה כללית | 274165 |
| 27.5 |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 3 |
|  |  |  |  | בהנדסה ביורפואית |  |
| 4.0 | - | 1 | 3 | תורת המעגלים החשמליים | 044105 |
| 4.0 | - | 2 | 3 | פונקציות מרוכבות והתמרות אינטג' | 104221 |
| 4.0 | - | 2 | 3 | מד"ח וטורי פורייה | 104223 |
|  |  |  |  | ברפואה |  |
| 2.5 | - | 1 | 2 | כימיה פיסיקלית 1ב' | 124503 |
| 4.5 | - | 1 | 4 | ביוכימיה כללית | 274241 |
| 2.0 | - | - | 2 | גנטיקה של האדם | 274242 |
| 3.0 | - | - | 3 | ביולוגיה מולקולרית ומנגנוני בקרה מולקולריים | 274243 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | ביולוגיה של התא | 274244 |
| 26.5 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 4 |
|  |  |  |  | בהנדסה ביורפואית |  |
| 4.0 | - | 1 | 3 | אותות ומערכות | 044130 |
| 2.5 | - | 1 | 2 | יסודות של חומרים רפואיים | 334221 |
| 4.0 | - | 2 | 3 | יסודות הביומכניקה  | 334222 |
| 1.0 | - | 2 | - | חינוך גופני | 394800 |
|  |  |  |  | ברפואה |  |
| 1.5 | - | - | 2 | פסיכולוגיה לרפואנים | 274232 |
| 2.0 | - | - | 2 | בקטריולוגיה כללית | 274245 |
| 2.0 | - | - | 2  | הבסיס המולקולרי לסרטן  | 274246 |
| 3.5 | - | 1 | 3 | פיסיולוגיה תאית | 274248 |
| 3.0 | - | - | 3 | אימונולוגיה בסיסית | 274249 |
| 23.5 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 5 |
|  |  |  |  | בהנדסה ביורפואית |  |
| 3.5 | - | 1 | 3 | יסודות תכן ביוחשמלי | 334022 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | תופעות מעבר במערכות פסיולוגיות | 336403 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | יסודות אופטיקה ופוטוניקה | 336533 |
|  |  |  |  | ברפואה |  |
| 1.0 | 2 | 1 | - | מעבדה בביוכימיה קלינית | 274237 |
| 8.5 | 3 | 1 | 7 | מורפולוגית האדם | 274240 |
| 3.0 | - | - | 3 | נוירופיזיולוגיה מערכתית | 274336 |
| 1.5 | - | 1 | 1 | נוירואנטומיה | 274338 |
| 4.0 | - | - | 4 | ביוכימיה קלינית | 276310 |
| 27.5 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 6 |
|  |  |  |  | בהנדסה ביורפואית |  |
| 3.0 | - | 2 | 2 | מכניקת זורמים ביולוגיים | 335009 |
| 3.0 | - | 2 | 2 | תכן ביומכני בסיסי | 335010 |
| 1.0 | - | 2 | - | חינוך גופני | 394800 |
|  |  |  |  | ברפואה |  |
| 4.5 | 3 | - | 4 | אנטומיה 2 | 274114 |
| 2.5 | - | - | 2.5 | וירולוגיה | 274247 |
| 2.0 | - | - | 2 | פתוגנים אאוקריוטים | 274252 |
| 8.0 | 2 | 1 | 7 | פיזיולוגיה של מערכות הגוף | 274364 |
| 24.0 |  |  |  |  |  |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 7 |
|  |  |  |  | בהנדסה ביורפואית |  |
| 2.0 | 4 | - | - | מעבדה בהנדסה ביורפואית 1 | 335001 |
| 4.0 | 9 | - | - | פרויקט בהנדסה ביורפואית 1 | 334014 |
| 10.0 |  |  |  | קורסי בחירה בהנדסה ביורפואית \* |  |
|  |  |  |  | ברפואה |  |
| 2.0 | - | - | 2 | אפידמיולוגיה | 274318 |
| 2.0 | - | - | 2 | אתיקה ומשפט | 274320 |
| 2.5 | 2 | - | 2 | בקטריולוגיה רפואית ומעבדה | 274339 |
| 2.0 | 3 | - | 1 | אימונולוגיה קלינית | 274362 |
| 2.0 | - | - | 2 | אנדוקרינולוגיה-פיזיולוגיה ופתופיזיולוגיה | 274363 |
| 26.5 |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| נק' | מ' | ת' | ה' | סמסטר 8 |
|  |  |  |  | בהנדסה ביורפואית |  |
| 2.0 | 4 | - | - | מעבדה בהנדסה ביורפואית 2 | 335002 |
| 3.0 | 9 | - | - | פרויקט בהנדסה ביורפואית 2 | 335015 |
| 7.0 |  |  |  | קורסי בחירה בהנדסה ביורפואית \* |  |
|  |  |  |  | ברפואה |  |
| 4.5 | 3 | - | 4 | פתולוגיה כללית | 274349 |
| 2.0 | - | - | 2 | תזונה קלינית | 274352 |
| 2.5 | 2  | -  | 2 | המטולוגיה- פיזיולוגיה ופתופיזיולוגיה | 274365 |
| 4.0 | -  | 2  | 3 | פרמוקולוגיה בסיסית | 274367 |
| 25.0 |  |  |  |  |  |

\* קורסי בחירה בהנדסה ביורפואית:

* על הסטודנט ללמוד 17.0 נקודות בחירה ולהשלים לפחות מגמה 1 מתכנית הלימודים של הפקולטה להנדסה ביורפואית.
* על הסטודנט ללמוד סטטיסטיקה באחד מהקורסים הבאים: מבוא להסתברות וסטטיסטיקה (094481) או מבוא לסטטיסטיקה (094423) או ביוסטטיסטיקה (274219).

לימודים לתארים מתקדמים

הפקולטה להנדסה ביורפואית היא יחידה רב-תחומית, בה עוסקים ביישום של שיטות הנדסיות וידע טכנולוגי בשטחי ההנדסה הביורפואית השונים.

הפקולטה להנדסה ביורפואית 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 ועכשויים 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) שהישגיהם בלימודי התואר הראשון/והשני גבוהים.

התארים המוענקים ע"י היחידה הם:

**מגיסטר למדעים בהנדסה ביורפואית (MSc)**

**מגיסטר להנדסה בהנדסה ביורפואית (ME ללא תזה)**

**דוקטור לפילוסופיה (PhD)**

שטחי המחקר העיקריים:

ביומכניקה וזרימה

* ביומכניקה של מולקולות וננו-חלקיקים
* ביומכניקה של התא
* ביומכניקה של רקמות ואברים - במצב הנורמלי ובמצבי מחלה
* ביומכניקה של הלב והשריר
* זרימה במערכות הגוף (מחזור הדם, ריאה)
* מיקרו-זרימה וביו-ראולוגיה. שיטות למדידת זרימה
* אבחון וטיפול בבעיות זרימה
* דינמיקה של שלד, סחוס ושרירים, חקר תנועה והליכה
* הנדסה שיקומית: גפיים ומפרקים מלאכותיים, גירוי חשמלי פונקציונאלי
* תופעות מעבר ומטבוליזם
* בקרה של מערכות ביומכניות
* תכן ביומכני

אותות ומערכות ביולוגיים, הדמיה רפואית

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

**הנדסת רקמות וביו-חומרים**

* הנדסת רקמות
* התמיינות ושימוש בתאי גזע
* ביוראולוגיה
* ביו-חומרים ושתלים ביו-קומפטביליים
* Lab on Chip למחקר ודיאגנוזה קלינית
* ביופיזיקה של מולקולה בודדת וננו-טכנולוגיה
* ריאקטורים אנזימתיים ומערכות לשחרור מבוקר של תרופות
* אלקטרוניקה מולקולרית, מערכות לוגיות ופולימרים מוליכים
* הנדסה ביוכימית
* איברים מלאכותיים לתמיכה במטבוליזם וטיפול בדם תחליפי דם
* הפרדה וטיהור של מוצרים ביוטכנולוגיים

המערכת הקרדיו-וסקולרית

* צימוד חשמלי-מכני בשריר הלב
* בקרת התמרה של אנרגיה כימית למכאנית וביואנרגטיקה 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.
* הדמיה של תפקוד הלב. אניליזה וסימולציה תלת מימדית.
* מיפוי זרימה בכלי הדם
* זרימה כלילית – מיפוי, אבחון, וטיפול
* אלקטרופיזיולוגיה והפרעות קצב והולכה

**רפואה מולקולרית ותאית**

* חיישנים ביולוגיים ברמת המולקולה הבודדת
* גנומיקה ופרוטיאומיקה ברמת התא הבודד
* בקרת תרגום במערכות אאוקריוטיות
* כלים לאיתור פתוגנים וריצופם
* דימות תאי מתקדם
* המנועים המולקולריים של עולם החי
* ננו-חלקיקים להדמיה תאית
* ננו-חלקיקים להדמיה, אבחון וטיפול בסרטן
* ביומכניקה של תאי סרטן
* תהליכים ביצירת גרורות

לימודים לתואר מגיסטר ודוקטור

תנאי הקבלה ודרישות הלימוד

תנאי הקבלה ללימודים בפקולטה להנדסה ביורפואית 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 פוטנציאלי ויקבל את הסכמתו לפני ההרשמה.** **הצגת נושא מחקר עם ההרשמה תקנה עדיפות למועמד.**

סטודנט שהחל את לימודיו במסלול ללא תיזה (ME) יוכל לעבור למסלול עם תיזה (MSc) בהמלצת המנחה והועדה ללימודים מתקדמים ובתנאי שהמועמד נמצא מתאים והוגדר נושא מחקרו.

###### תואר מגיסטר למדעים בהנדסה ביורפואית (MSc)

**תנאי הקבלה**

בעת הקבלה הועדה תתחשב בממוצע הציונים המצטבר של התואר הראשון, ובנתונים לגבי היכולת האקדמית המדעית והמקצועית ובנוסף יתקיים ראיון אישי.

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

ב. **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.

ג. **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.

ד. **בוגר פקולטה הנדסית/מדעית בעל ציון ממוצע 80-84 ובוגר מדעי החיים/אחרים בעל ציון ממוצע 85-87** שהוחלט לקבלם, יחויבו אף הם בדרישות הנ"ל (א-ג), אולם יתקבלו תחילה במעמד "משלים", כאשר במשך שנת הלימודים הראשונה יהיה עליהם ללמוד לפחות חמישה מקצועות ברמת הסמכה/תארים מתקדמים בהתאם לקביעת הוועדה, להשיג בהם ממוצע 80 לפחות וציון 75 לפחות בכל מקצוע.

**המדדים לקבלה הינם**: הישגים בתארים קודמים, מציאת מנחה פוטנציאלי והצגת נושא מחקר, קורות חיים והמלצות.

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

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

**מועד הבקשה להגשת נושא המחקר ואישורו:**

סטודנט מן המניין במסלול עם תזה - בתחילת ההשתלמות.

סטודנט במעמד "משלים" - תוך שני סמסטרים מתחילת ההשתלמות.

**תואר מגיסטר להנדסה בהנדסה ביורפואית (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 1/2 מהנקודות ועל בוגרי פקולטות אחרות ללמוד לפחות 2/3 מהנקודות ממקצועות הפקולטה.

**מעבר למסלול עם תזה**

ניתן לעבור למסלול עם תזה, בהמלצת המנחה ובאישור הוועדה לתארים מתקדמים, במקרה שהמועמד נמצא מתאים ושהוגדר נושא מחקר מתאים, או שהעבודה התפתחה לממדים המצדיקים הגדרתה כעבודת גמר או מחקר.

**המשך לימודים לתואר דוקטור**

סטודנט המסיים תואר שני בנתיב "ללא תזה" ומעוניין להמשיך בלימודי דוקטורט, יידרש להשלים עבודת מחקר במסגרת לימודים "שלא לתואר" בביה"ס לתארים מתקדמים.

#### לימודים לתואר דוקטור לפילוסופיה (PhD)

ההשתלמות לתואר "דוקטור לפילוסופיה" (PhD) בפקולטה להנדסה ביורפואית מיועדת לסטודנטים מצטיינים בעלי זיקה למחקר בשטח של הנדסה ביורפואית. המועמד חייב בדרך כלל להיות בעל תואר שני והישגיו בלימודים ובמחקר חייבים להיות טובים מאוד. כמו כן, החלטת הועדה 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 ביורפואית, חלקם ברמת הסמכה. מקצועות ההשלמה ייקבעו בהתאם לרקע האקדמי של הסטודנט. סטודנט החייב בהשלמה יתקבל במעמד משלים.**

### **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 ומנחה

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 לועדה לתארים מתקדמים של הפקולטה לאישור סופי.

**בחינת מועמדות**

סטודנט לתואר דוקטור במעמד "מן המניין" – הצעת המועמדות (התיאור התמציתי) תוגש תוך 11 חודשים מתחילת ההשתלמות.

סטודנט לתואר דוקטור במעמד "משלים" – הצעת המועמדות (התיאור התמציתי) תוגש תוך 11 חודשים מהמעבר למעמד "מן המניין".

דרישות לימודי ההשלמה

לימודי ההשלמה נועדו להקנות למשתלם את הרקע ההנדסי הספציפי הדרוש להתמחותו ולביצוע עבודת המחקר.

## מקצועות ההשלמה בהנדסה ביורפואית 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 ביורפואית, לפי המכסה המתוארת בטבלה*.*

**מקצועות ההשלמה במדעי החיים 10.5-11 נקודות:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 274001 | מבוא לאנטומיה מיקרו ומאקרו | 2.0 |
| 134058 | ביולוגיה – 1  | 3-2.5 |
|  | או |  |
| 134067 | יסודות הביוכימיה והאנזימולוגיה  | 2.5 |
| 336537 | ביופיסיקה ונוירופיסיולוגיה למהנדסים | 3.0 |
| 276011 | פיסיולוגיה של מערכות הגוף | 3.0 |

על הסטודנט המשלים לקבל ממוצע ציונים במקצועות ההשלמה מעל 80, כאשר בכל מקצוע הציון יהיה מעל 75. בתקופת ההשלמות הסטודנט יהיה במעמד של "סטודנט משלים". רק לאחר סיום ההשלמות יעבור למעמד של "סטודנט מן מניין".

**טבלת דרישות ההשלמה – הנדסה ביורפואית**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **לימודים לקראת התואר** | **רקע אקדמי קודם** | **מספר נקודות השלמה** | **הערות** |
| **PhD** | MSc בהנדסה | 10.5-11 | מקצועות מדעי החיים |
| MD | 15 | מקצועות בהנדסה ביורפואית בלבד |
| MSc במדעים מדוייקים | 15 | עד 11 נקודות במדעי החיים |
| MSc במדעי החיים | 15 | עד 5 נקודות במדעי החיים |
| **מגיסטר למדעים בהנדסה ביורפואית****או****מגיסטר להנדסה ביורפואית** | הנדסה | 10.5-11 | 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 ביורפואית

טל. 04-8294130, פקס. 04-8294599

haviva@biomed.technion.ac.il

http://www.bm.technion.ac.il

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