הפקולטה

להנדסת מכונות

חברי הסגל האקדמי

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| דיקן הפקולטה  יורם הלוי  פרופסורים  אורון אלכסנדר  אלטוס אלי  בוכר יצחק  בן-חיים יעקב  גוטליב עודד  גנדלמן אולג  הלוי יורם  זוסמן איל  חסמן ארז  מירקין לאוניד  פישר ענת  פרנקל סטיבן  רובין מיילס  ריטל דניאל  שהם משה  שפיטלני משה  שפירא מיכאל  פרופסורים חברים  אילתה דוד  גרינבלט דוד  דרימר נתאי  וולף אלון  זקסנהויז מרים  כץ ראובן  כרמון טל  רימון אילון  שילה דורון | פרופסורים משנים  אוסובסקי שמואל  אור יזהר  ברקוביץ מורן  גיבלי ספי  גת אמיר  ואן האוט רנה  חניאל עידו  יוסיפון גלעד  מרדכי דן  סאס מתי  סטרוסבצקי יולי  צליל שלי  רוטשילד כרמל  שמואל גל  **מרצה**  קריסטלני מקסים  **חבר מחקר בכיר**  לאוניד טרטקובסקי  פרופסורים אמריטי  אדלר דן  אליאס עזרא  בודנר סול  בראון שמעון  בר יוסף פנחס  גוטמן שאול  גוטפינגר חיים  גרוסמן גרשון  דגני דוד  דיין יהושע  הבר שמעון  וולברג ג'ון  חצרוני גד  ירניצקי ישעיהו  ליפשיץ יעקב  לנץ אהוד  סולן אלכסנדר  עציון יצחק  פלמור זלמן  פסן דוד  רותם אסא  שביט ארתור  שיצר אברהם  תירוש יהודה  **חברי סגל גימלאים**  בר אברהם  נבון אורי  וייס מנחם |

**תיאור היחידה**

הנדסת מכונות הינה אחת מתחומי ההנדסה הרחבים והיסודיים ביותר שעוסקת בהפיכתן של תגליות מדעיות למוצרים שמועילים לחברה. הנדסת מכונות מהווה את המגזר התעשייתי המוביל בעולם עם 41% מהשוק העולמי. **מהנדסי מכונות מפתחים,** **מתכננים, מייצרים ומתחזקים מערכות מגוונות הכוללות:** מכונות ומערכות יצור אוטומטית, רובוטים לייצור ושירות, מערכות נעות מתוחכמות (כלי רכב, מטוסים, ספינות), מערכות בקרה והנחיה, תחנות כוח לייצור אנרגיה בשיטות סטנדריות וחלופיות.

הנדסת מכונות עוסקת בפיתוח, תכנון וייצור מערכות שונות ומגוונות המהוות את התשתית לכל תעשייה מודרנית מפותחת. לפיכך נדרש ממהנדס/ת מכונות ידע והתנסות בתחומים רבים, כולל מכניקה, דינמיקה, תרמודינמיקה, זרימה, בקרה, חומרים, מכטרונקיה, תכן וייצור – תוך שילוב מדעים בסיסיים עם ישומים הנדסיים.

תכנית הלימודים משקפת את המגוון הרחב של הנדסת המכונות ומקנה לבוגריה בסיס מוצק במדעי היסוד ובמקצועות ההנדסיים הדרושים ליישום הטכנולוגיות המתקדמות ביותר.

הפקולטה להנדסת מכונות בטכניון הינה התורמת העיקרית לרמתם הגבוהה של מהנדסי המכונות בתעשייה ובמוקדי המחקר והפיתוח במדינת ישראל. את בוגרי הפקולטה להנדסת מכונות ניתן למצוא בתפקידים הבכירים ביותר בתעשייה, כולל תעשיות עתירות ידע (היי-טק), והתעשייה הביטחונית. בפקולטה להנדסת מכונות לומדים כיום כ- 1150 סטודנטים וסטודנטיות בלימודי הסמכה לתואר ראשון, לימודי מוסמכים לתואר שני (מגיסטר) ולתואר שלישי (דוקטור) ובמסלול המיוחד לתואר שני (מגיסטר) ללא תזה. סגל הפקולטה כולל 42 חברי סגל אקדמי בכיר, מרצים נספחים, מומחים מהתעשייה וסגל זוטר המורכב ממשתלמים לתארים גבוהים. בפקולה מעבדות מחקר והוראה משוכללות, חוות מחשבים וספריה מצוידת ומרווחת.

תגליות מדעיות חדשות בתחומי המיזעור, המיחשוב ומדעי החיים, וצרכים חדשים בתעשיות עתירות ידע (היי-טק) מציבים אתגרים חדשים למהנדסי מכונות הכוללים: פתוח מיקרו-מערכות אלקטרו-מכניות (MEMS), ננו-טכנולוגיה וננו יצור, רובוטים אוטונומיים, מיכשור ורובוטים רפואיים, מערכות אופטומכניות התקנים ומכשירים ביו-מכניים.

**לימודי הסמכה**

**המסלול להנדסת מכונות**

תוכנית הלימודים הינה ארבע-שנתית ומובילה לתואר "מוסמך למדעים בהנדסת מכונות". התוכנית משקפת את המגוון הרחב של הנדסת המכונות: חמשת הסמסטרים הראשונים מוקדשים בעיקר למקצועות חובה. הללו כוללים מקצועות יסוד מדעיים כגון: מתמטיקה, פיסיקה, כימיה ומחשבים. כמו כן לומד הסטודנט מקצועות יסוד הנדסיים בתחומים רבים וביניהם: ענפי המכניקה השונים, המדעים התרמיים, מדע החומרים, מערכות חשמל ובקרה.

בשלושת הסמסטרים האחרונים מתרכז הסטודנט בקבוצה של מקצועות התמחות בהתאם לבחירתו. הסטודנט יכול לבחור מתוך מגוון רחב של מקצועות המוצעים על ידי הפקולטה את אלה המעניינים אותו. יש לבחור במקצועות התמחות שידגימו, במידה רחבה ככל האפשר, את השימוש במקצועות הבסיסיים ללימודי ההנדסה.

נוסף ללימודים העיוניים, עובד הסטודנט במעבדות שונות ומשתמש במחשב לחישוב ולתכנון. כמו כן עליו לבצע פרוייקטים בהם הוא נקרא ליישם ולשלב את לימודיו במקצועות השונים לשם תכנון מערכות ופתרון בעיות מעשיות בתנאים מציאותיים.

**נושאי התמחות בהנדסת מכונות:**

**אנרגיה:** תכן מערכות אנרגיה הכוללות מתקנים לפיתוח מקורות אנרגיה (תאי דלק, אנרגית רוח, אנרגית שמש) ואמצעי הנעה (אמצעי תחבורה מתקדמים) וכן לשימוש באנרגיה ליישומים שונים כגון: הסעת זורמים והובלתם, החלפת חום, בקרת אקלים (קרור ומזוג אויר) ובקרת זיהום אויר, זרימה ומעבר חום ברפואה, זרימה ומעבר חום בהתקנים אלקטרוניים.

**ברקים**: תכנית מצויינות בהנדסת מכונות שמטרתה להכשיר את מובילי המחקר והפיתוח העתידיים של מערכת הבטחון. המתקבלים לתכנית מסיימים את כל דרישות הלימודים לתואר מוסמך ולתואר מגיסטר(תואר שני) במהלך 4 שנות הלימוד.

**מכטרוניקה,רובוטיקה,בקרה מערכות דינמיות (רבדים):** יצירת מערכות הפועלות על ידי שילוב ידע בסיסי בנושאי דינמיקה, תכן מערכות רובוטיות ומכניות.פיתוח מערכות ע"י חקירה ושילוב ידע בסיסי בנושאי קינמטיקה, דינמיקה, בקרה, חיישנים ומחשבים. תכנון ואנליזה של מערכות המשוב הדרושות בכל מערכת מתקדמת.

**מכניקת חומרים ומיקרו מערכות:** אנליזה מכנית ומניעת כשל במבנים גדולים וזעירים המעומסים ע"י עומסים מכנים, תרמיים, אלקטרו-מגנטים, במצבים סטטים ודינמיים.

**תכן, ייצור, תיב"מ:** פיתוח וייצור מוצרים חדשים בשילוב מערכות תכנון וייצור ממוחשבות. שיטות תכנון מנקודת ראות של חיי המוצר. מערכות ושיטות מידול וייצור מתקדמות כגון: הנדסה לאחור, מערכות אופטיות ומיקרו מערכות. מערכות ייצור גמישות ותהליכי ייצור כגון: הרכבה וייצור חלקים עיבוד מכני ופלסטי.

נושאים ייחודים נוספים שניתן להתמחות בהם:

**אמינות:** ניתוח מערכות טכנולוגיות לצורך הערכת סיכונים וניטרולם, תוך שילוב של היבטי תכן, ניהול ותכנון אסטרטגי.

**ביו-מכניקה:** פיתוח ותכן הנדסי של מוצרים בתחום התעשיה הביו-רפואית כגון: רכיבים מושתלים, איברים מלאכותיים, מכשור רפואי, רובוטיקה ברפואה.

**הנדסה אופטית במכונות:** פיתוח ומחקר של מערכות אופטו-מכניות מורכבות לייזרים ורכיבים אופטים משולבים המותאמים לתעשיית ההיי-טק.

**הנדסה גרעינית:** תכנון והפעלה של כורים גרעיניים, מדידות גרעיניות בתעשיה וברפואה.

**הנדסה ימית:** מחקר ופיתוח ותכן מכני של אניות ומבנים ימיים בתחומי התעבורה, תעשיית הביטחון, הפקת משאבי אנרגיה ימיים, חקלאות ימית ותעשיית הספורט והנופש הימי.

**הנדסת פני שטח:** מתן פתרון לבעיות חיכוך, בלאי וסיכה בהנדסת מכונות קלאסית ולבעיות מיקרו-טריבולוגיה במיקרו-מערכות.

**מכניקה חישובית:** פיתוח ושימוש מושכל בתוכנות מחשב לצורך הדמיה ממוחשבת ואנליזה חישובית של תהליכים עתירי ידע בתחומי ההנדסה (מכניקת זורמים ומוצקים, מעבר חום, תיב"מ ותכן).

<http://meeng.technion.ac.il>

**תכנית "רעמים" לסטודנטים מצטיינים בהנדסת מכונות**

מטרת התוכנית היא עידוד סטודנטים מצטיינים בעלי פוטנציאל גבוה להשתלבות מואצת במחקר ובלימודים לתואר שני ושלישי בפקולטה. התוכנית מיועדת לסטודנטים מסוף הסמסטר השלישי ואילך. הסטודנטים שיתקבלו למסלול יוכלו לבחור קורסים מתקדמים מחוץ למגמת הלימוד, לבצע פרויקטגמר מחקרי בהיקף מוגבר, ולשלב קורסים למוסמכים במהלך התואר הראשון. בנוסף, הסטודנטים יוכלו להשלים את לימודי התואר הראשון והשני בזמן מקוצר, וכן להמשיך במסלול לימודים ישיר לתואר שלישי. הסטודנטים בתוכנית יזכו בהנחייה אישית צמודה ובתמיכה כספית למצטיינים, וכן באפשרות לשמש כעוזרי הוראה בפקולטה כבר במהלך השנה הרביעית ללימודיהם.

נוהל הלימודים בתוכנית

**א. קבלה**

1. צבירה של 60 נקודות זכות לפחות לפי תוכנית הלימודים הממולצת עד תום הסמסטר השלישי ללימודים.
2. ממוצע ציונים (מצטבר) של 90 לפחות.
3. הקבלה לתוכנית תיעשה דרך מזכירות לימודי הסמכה ובאישור מרכז לימודי הסמכה בפקולטה להנדסת מכונות.
4. וועדת לימודי הסמכה תשקול בקשות של סטודנטים שלא עומדים באחד מהתנאים הנ"ל.

**ב. תכנית הלימודים**

1. תוכנית הלימודים המתוכננת כוללת שני שלבים. בשלב הראשון ילמד הסטודנט לקראת קבלת תואר ראשון, כאשר בסיום השנה הרביעית ללימודיו, או קודם לכן, הסטודנט יקבל תואר ראשון בכפוף לדרישות הגמר של הפקולטה להנדסת מכונות. בשלב השני, ילמד הסטודנט לקראת קבלת תואר שני, כאשר בסיומו יקבל תואר שני (מגיסטר למדעים בהנדסת מכונות) בכפוף לדרישות הגמר של ביה"ס ללימודי מוסמכים. המשך לימודים לתואר שלישי או מעבר למסלול ישיר לדוקטורט יהיה כפוף לדרישות ביה"ס ללימודי מוסמכים.
2. 6. תכנית לימודים אישית לסטודנט תיקבע על סמך ייעוץ והנחייה של ראש תוכנית "רעמים".
3. סטודנט בתוכנית יוכל לבצע פרויקט מחקרי אישי בהיקף מוגבר של 7 נקודות (לשני סמסטרים) בהנחיית חבר סגל בפקולטה, שיוכל להוות בסיס לנושא המחקר לתואר השני. נושא הפרויקט ותוכנית המחקר יאושרו ע"י ראש תכנית "רעמים", והמעבר לתואר שני יאושר ע"י מרכז לימודי מוסמכים בפקולטה להנדסת מכונות.
4. סטודנט שיתקבל לתוכנית יוכל לשמש כעוזר הוראה בשכר במהלך השנה הרביעית.
5. סטודנטים מצטיינים בשלב מתקדם בתכנית יזכו במלגה שתכסה חלק משכר הלימוד לתואר ראשון. עם תחילת הלימודים לתואר גבוה יהייה זכאי הסטודנט לקבל מלגת שכר לימוד ומלגת קיום בכפוף לכללים של ביה"ס ללימודי מוסמכים.
6. כאשר יתחיל הסטודנט בשלב השני של התוכנית ויתקבל לביה"ס ללימודי מוסמכים יירשמו לזכותו הנקודות של קורסי המוסמכים שצבר בשלב הראשון (במידה וצבר מעל ל-157.5 בשלב הראשון בתוכנית) .

**ג. חזרה לתוכנית לימודים רגילה**

1. סטודנט בתוכנית יוכל בכל שלב לחזור למסלול לימודים רגיל לתואר ראשון. כל הנקודות שצבר ואשר עומדות בדרישות לימודי ההסמכה של הפקולטה להנדסת מכונות, יוכרו לתואר הראשון, גם אם לא יתאימו למגמה אותה יבחר.
2. השתתפות בתוכנית מותנית בהצטיינות בלימודים (צבירה של לפחות 20 נקודות זכות לסמסטר, ממוצע מצטבר של לפחות 90). המשך לימודיו של סטודנט בתוכנית שלא יעמוד בדרישות אלו יידון בוועדת לימודי הסמכה ותשקל הפסקת השתתפותו בתוכנית.

במקרים בהם תופסק השתתפות הסטודנט בתוכנית, על הסטודנט לעמוד בדרישות הלימוד לתואר ראשון בפקולטה להנדסת מכונות (באם טרם השלים את הדרישות המאפשרות לו להיות זכאי לתואר ראשון במסגרת התוכנית). במקרה כזה כל הנקודות שצבר במסגרת תוכנית "רעמים" יוכרו גם אם לא יתאימו למגמה אותה יבחר. על הסטודנט יהיה להגיש סיכום של פרויקט המחקר שעשה לפי הדרישות של פרויקט גמר בתואר ראשון בלבד. ניתן יהיה להכיר בקורסים שנלמדו לתואר שני כקורסי בחירה לתואר ראשון.

פטורים להנדסאים

הנדסאי בוגר בית-ספר להנדסאים המתחיל את לימודיו בטכניון תוך 5 שנים ממועד סיום לימודי ההנדסאי, יוכל לקבל זיכוי על סמך לימודיו והישגיו כדלקמן:

א. סך כל נקודות הפטור לא יעלה על 36 נקודות.

ב. פטור יתקבל על סמך מקצועות בהם ציוני הסטודנט בתעודה מעל 80.

**הנדסאי מכונות**: זכאי לפטורים מתוך רשימת המקצועות הבאה:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **נק'** |  |  |  |
| 3.5 | תהליכי ייצור | 034030 |  |
| 3.0 | מבוא לשרטוט הנדסי | 034042 |  |
| 2.5 | שרטוט הנדסי ממוחשב | 034043 | \* |
| 2.5 | פרוייקט תכן לייצור | 034371 |  |
| 2.5 | מבוא יצירתי להנדסת מכונות | 035026 |  |
| 4.0 | מבוא למחשב מכונות | 234112/1 |  |
| 18.0 | סה"כ |  |  |
|  |  |  |  |
| 6.0 | בחירה חופשית |  | \*\* |
|  |  |  |  |

\*מותנה בכך שהסטודנט למד מבוא לשרטוט הנדסי

\*\*מותנה בצבירה של 60 נקודות ובתנאי שהסטודנט במצב אקדמי תקין

בנוסף יוכל הסטודנט להגיש בקשת פטור ממקצועות בחירה פקולטיים מסוימים לאחר צבירה של 60 נק' (לא כולל הפטורים שקבל) ובתנאי שהינו במצב אקדמי תקין.

**הנדסאי אלקטרוניקה** זכאי לפטורים מתוך רשימת המקצועות הבאה:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 2.5 | מבוא למכטרוניקה | 034022 |  |
| 2.5 | הנע חשמלי | 034034 |  |
| 1.5 | מעבדה לפיסיקה 2 | 114082 |  |
| 4.0 | מבוא למחשב מכונות | 234111 או 234112 |  |
| 2.0 | בחירה חופשית |  |  |
| 12.5 | סה"כ |  |  |
|  |  |  |  |
| 6.0 | בחירה חופשית |  | \* |
| 3.0 | מערכות ספרתיות | 044145 | \* |
| 3.0 | תכן לוגי | 234262 | \* |

\*מותנה בצבירה של 60 נק' (לא כולל הפטורים שקבל) ובתנאי שהסטודנט במצב אקדמי תקין.

**הנדסאי ממגמה טכנולוגית אחרת**: באופן פרטני על בסיס בקשת פטור למקצועות מהרשימה הנ"ל וסה"כ לא יותר מ - 12.5 נק'.

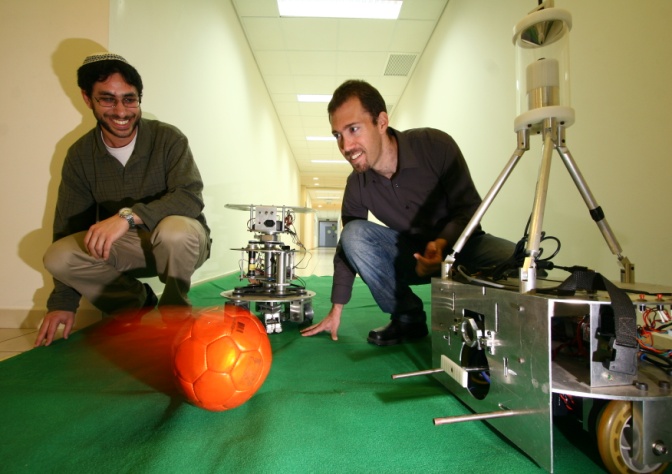
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 6.0 | בחירה חופשית |  | \* |

\*מותנה בצבירה של 60 נק' (לא כולל הפטורים שקבל) ובתנאי שהסטודנט במצב אקדמי תקין.

לימודים לקראת תואר ראשון נוסף הכולל תעודת הוראה

במקביל ללימודים לקראת תואר ראשון בפקולטה, קיימת אפשרות ללימודי תואר ראשון נוסף (הכולל תעודת הוראה) במחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים. לימודי התואר הראשון הנוסף הם באחת משבע מגמות ההתמחות הבאות: הוראת מתמטיקה, הוראת פיסיקה, הוראת כימיה, הוראת ביולוגיה, הוראת מדעי המחשב, הוראת טכנולוגיה-מכונות, הוראת אלקטרוניקה-חשמל.

משרד החינוך מעניק למקבלי תואר זה רשיון הוראה בבתי ספר על-יסודיים בתחום ההתמחות. על לימודים אלה חלות כל התקנות הטכניוניות לגבי תואר ראשון נוסף. פרטים בפרק "המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים".

****

**תוכנית לימודים**

**על הסטודנט לצבור 157.5 נקודות לפי הפרוט הבא:**

|  |  |
| --- | --- |
| **111.5 נק'** | **מקצועות חובה** |
| **26.0 נק'** | **מגמה ראשית** |
| **10.0 נק'** | **מקצועות בחירה** |
| **10.0 נק'** | **מקצועות בחירה חופשית: 6 נק' העשרה**  **4 נק' חופשיות** |
| **157.5 נק'** | **סה"כ** |

**על כל סטודנט לקחת פרוייקט גמר בן שני סמסטרים.**

סימני זיהוי לקטלוג:

**ס'**-במידה ויינתן באותה שנה, ילמד רק בסמסטר המסומן, יש לברר שינויים לא צפויים במזכירות הפקולטה.

**נק'**-נקודות

\*יש לברר במזכירות האם ניתן

מקצועות החובה - שיבוץ מומלץ לפי סמסטרים

תכנית הלימודים במגמות המורחבות (תכן מורחב – "ברקים" והנדסה אופטית) שונה החל **מהסמסטר הראשון** כמפורט בתכניות המגמות הללו.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **נק'** | **פ'** | **מ'** | **ת'** | **ה** |  | **סמסטר 1** |
| 5.0 | - | - | 2 | 4 | חדו"א 1מ' | 104018 |
| 5.0 | - | - | 2 | 4 | אלגברה 1 מ' | 104016 |
| 3.0 | - | - | 2 | 2 | כימיה כללית | 125001 |
| 4.0 | - | - | 2 | 2 | מבוא למחשב / שפת C  מבוא למדעי המחשב | 234112  או 234111 |
| 3.0 | - | - | - | 4 | אנגלית טכנית – מתקדמים ב | 324033 |
| (2.5) | 3 | - | 1 | 2 | מבוא יצירתי להנד' מכונ' (בחירה) | 035026 |
| 20.0 | 3 | - | 9 | 18 |  |  |
| (22.5) |  |  |  |  |  |  |

**סמסטר 2**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3.0 | - | - | 2 | 2 | מבוא לשרטוט הנדסי | 034042 |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | מכניקת מוצקים 1 | 034028 |
| 5.0 | - | - | 2 | 4 | חדו"א 2מ | 104022 |
| 2.5 | - | - | 1 | 2 | פיסיקה 1 | 114051 |
| 2.5 | - | - | 1 | 2 | משו' דיפר' רגילות/ח | 104131 |
| 0.5 | - | 3 | - | - | מעבדה בכימיה | 125013 |
| 3.5 | - | 1 | 2 | 2 | מבוא להנדסת חומרים מ' | 314533 |
| 1.0 |  |  |  |  | חינוך גופני |  |
| 22.0 | - | 4 | 10 | 15 |  |  |

**סמסטר 3**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | מכניקת מוצקים 2 | 034029 |
| 3.5 | - | - | 1 | 2 | תהליכי ייצור | 034030 |
| 3.0 | - | - | 2 | 2 | אנליזה נומרית מ' | 034033 |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | תרמודינמיקה 1 | 034035 |
| 3.0 | - | - | 2 | 2 | מד"ח מ' | 104228 |
| 3.5 | - | - | 1 | 3 | פיסיקה 2 | 114052 |
| 20.5 | - | - | 10 | 15 |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | **סמסטר 4** |
| 2.5 | - | 2 | - | 2 | שרטוט הנדסי ממוחשב | 034043 |
| 5.0 | - | - | 2 | 4 | דינמיקה | 034010 |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | תורת הזרימה 1 | 034013 |
| 3.0 |  | - | 2 | 2 | תכן מכני 1 | 034015 |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | מערכות ליניאריות | 034032 |
| 3.5 | - | - | 1 | 3 | פיסיקה 3 | 114054 |
| 22.0 | - | 2 | 9 | 17 |  |  |

**סמסטר 5**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | מעבר חום | 034041 |
| 3.0 | - | - | 2 | 2 | מבוא לבקרה | 034040 |
| 2.5 | - | - | 1 | 2 | מבוא למכטרוניקה | 034022 |
| 2.5 | 2 | - | - | 1 | פרוייקט תכן לייצור | 034371 |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | מבוא להסתברות וסטטיסטיקה | 094481 |
| 1.5 | - | 3 | - | - | מעב' לפיסיקה 1 (ניתן להקדים) | 114081 |
| 17.5 | 2 | 3 | 7 | 11 |  |  |

**סמסטר 6**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **נק'** | **פ'** | **מ'** | **ת'** | **ה'** |  |  |
| 2.5 | - | - | 1 | 2 | הנע חשמלי | 034034 |
| 2.5 | - | - | 1 | 2 | מבוא לשיטות ניסוי | 034044 |
| 1.5 | - | 3 | - | - | מעב' לפיסיקה 2 (ניתן להקדים) | 114082 |
| 1.0 |  |  |  |  | חינוך גופני |  |
| 7.5 | - | 3 | 2 | 4 |  |  |

**סמסטר 7**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1.5 | - | 4 | - | - | מעבדה בשיטות ניסוי | 034039 |
| 2.0 |  |  |  |  | פרויקט | ...034 |

**סמסטר 8**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.0 |  |  |  |  | פרויקט | ...034 |

סטודנטים מצטיינים עם ממוצע מצטבר של 90 ומעלה יוכלו להחליף את הפרויקט השנתי **בפרויקט גמר מחקרי** דו-סמסטריאלי בהיקף מוגבר של 7 נקודות.

הפרויקט יבוצע ביחידים, תחת הנחייה של חבר סגל בפקולטה. הרישום לקורס הוא ידני אצל ראש תכנית רעמים.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3.0 |  |  |  |  | פרויקט גמר מחקרי 1 | 034355 |
| 4.0 |  |  |  |  | פרויקט גמר מחקרי 2 | 034356 |

כל סטודנט חייב לבחור מגמה ראשית בהיקף של 26 נק' ומקצועות בחירה בהיקף של 10.5 נק' מתוך מגמות ראשיות ו/או מתוך סל מקצועות הבחירה. סל זה כולל את מקצועות המגמות הראשיות ואת מקצועות התחומים המשניים.

|  |  |
| --- | --- |
|  | מגמות ראשיות1 |
|  | תכן מוגברת ו"ברקים" |
|  | ביומכניקה |
|  | 2אנרגיה |
|  | 2מכניקת חומרים ומיקרומערכות |
|  | 2רבדים (רובוטיקה, בקרה, , מערכות דינמיות, מכטרוניקה ) |
|  | 2תכן ייצור ותיב"ם  אופטיקה  2הנדסה ימית |

**הערה:**

1**.**במספר מגמות תחול הגבלה על מספר הנרשמים. זאת בגלל מגבלות מקום במקצועות בחירה/חובה מסוימים (בגלל אילוצים כגון: מעבדה/סדנה או פרוייקט הצמודים למקצוע, או אילוצים אחרים).

2. היקף הלימודים הנדרש במגמה הוא 26.0 נקודות.

להלן פירוט תכניות הלימודים השונות במגמות המוצעות בפקולטה:

**מגמת תכן מוגברת ומגמת "ברקים"**

**גם לעתודאים מצטיינים**

מטרת המגמה היא להכשיר מהנדסי פיתוח ברמה גבוהה, תוך רכישת ידע מדעי-טכנולוגי במגוון הרחב של תחומי הנדסת מכונות וכן העשרת מקצועות היסוד המדעיים ומקצועות תכן.

המגמה מיועדת לסטודנטים מצטיינים ופתוחה גם לעתודאים מצטיינים במסגרת מגמת "ברקים". במסגרת תוכנית זו ניתן לסיים במסלול מואץ את הלימודים לתואר ראשון ותואר שני הכולל עבודת מחקר (מגיסטר במדעים (M.Sc..

הערות:

1. תוכנית הלימודים במגמה מתחילה מהסמסטר השני.
2. קבלה למגמה תאושר רק לסטודנטים מצטיינים אשר למדו **לפי תכנית** **הלימודים במגמה** וצברו לפחות 40 נקודות ועד כ-60 נק'. המשך הלימודים במגמה דורש התמדה בהצטיינות בכל תקופת הלימודים.
3. דין מגמה זו כדין מגמה ראשית.
4. מקצועות בחירה יילמדו החל מסמסטר 5 ומקצועות מוסמכים בסמסטרים 7-8.
5. בהתאם לנוהל הקיים, יוכרו מקצועות לימודי מוסמכים רק לאחר שהסטודנט יתקבל לבי"ס ללימודי מוסמכים עפ"י הקריטריונים המקובלים.

**על הסטודנט לצבור לתואר ראשון 157.5 נקודות לפי הפירוט בא:**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **נק'** |  |  |  |  |  | |
| **120.5** |  |  |  | **מקצועות חובה פקולטיים** | | |
| **13.5**  **(16.0)** |  |  |  | **מקצועות חובה במגמה** | | |
| **13.5**  **(12.0)**  **10.0** |  |  |  | **מקצועות בחירה מצומצמת במגמה**  **מקצועות בחירה חופשית: 6 נק' העשרה** | | |
|  |  |  |  |  | **4 נק'חופשיות** | |
| **157.5** |  |  |  |  |  |  |

**חובה במגמה**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **נק'** | **פ'** | **מ'** | **ת'** | **ה'** |  | **סמסטר 1** |
| 2.5 | 3 | - | 1 | 2 | מבוא יצירתי להנד' מכונ' | 035026 |
| 5.0 | - | - | 2 | 4 | חדו"א 1מ | 104018 |
| 4.0 | - | - | 2 | 2 | מבוא למחשב / שפת C  מבוא למדעי המחשב | 234112  או 234111 |
| 5.0 | - | - | 2 | 4 | אלגברה 1 מ' | 104016 |
| 3.0 | - | - | 2 | 2 | כימיה כללית | 125001 |
| 3.0 | - | - | - | 4 | אנגלית טכנית – מתקדמים ב | 324033 |
| 22.5 | 3 | - | 9 | 18 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | **סמסטר 2** |
| 3.0 | - | - | 2 | 2 | מבוא לשרטוט הנדסי | 034042 |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | מכניקת מוצקים 1 | 034028 |
| 5.0 | - | - | 2 | 4 | חדו"א 2מ | 104022 |
| 2.5 | - | - | 1 | 2 | משו' דיפר' רגילות/ח | 104131 |
| 3.5 | - | - | 1 | 3 | פיסיקה 1מ' | 114071 |
| 0.5 | - | 3 | - | - | מעבדה בכימיה | 125013 |
| 3.5 | - | 1 | 2 | 2 | מבוא להנדסת חומרים מ' | 314533 |
| 1.0 |  |  |  |  | חינוך גופני |  |
| 23.0 | - | 4 | 10 | 16 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | **סמסטר 3** |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | מכניקת מוצקים 2 | 034029 |
| 3.5 | - | - | 1 | 2 | תהליכי ייצור | 034030 |
| 3.0 | - | - | 2 | 2 | אנליזה נומרית מ' | 034033 |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | תרמודינמיקה 1 | 034035 |
| 3.0 | - | - | 2 | 2 | מד"ח מ' | 104228 |
| 5.0 |  |  |  |  | פיסיקה 2 ממ' | 114075 |
| 1.5 | - | 3 | - | - | מעב' לפיסיקה 1 | 114081 |
| 23.5 | - | 3 | 9 | 12 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | **סמסטר 4** |
| 2.5 | - | 2 | - | 2 | שרטוט הנדסי ממוחשב | 034043 |
| 5.0 | - | - | 2 | 4 | דינמיקה | 034010 |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | תורת הזרימה 1 | 034013 |
| 3.0 |  | - | 2 | 2 | תכן מכני 1 | 034015 |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | מערכות לינאריות | 034032 |
| 3.5 | - | - | 1 | 3 | פיסיקה 3 ח' | 114073 |
| 1.5 | - | 3 | - | - | מעב' לפיסיקה 2 | 114082 |
| 23.5 | - | 5 | 9 | 17 |  |  |

**סמסטר 5**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | מעבר חום | 034041 |
| 3.0 (1) | - | - | 2 | 2 | תכן מכני 2 | 034016 |
| 3.0 | - | - | 2 | 2 | מבוא לבקרה | 034040 |
| 2.5 | - | - | 1 | 2 | מבוא למכטרונקה | 034022 |
| 2.5 | 2 | - | - | 1 | פרוייקט תכן לייצור | 034371 |
| 3.0 (1) | 1 | - | 1 | 2 | תכן הנדסי מתקדם | 036041 |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | מבוא להסתברות וסטטיסטיקה | 094481 |
| 2.0 (2) |  |  |  |  | פרוייקט גמר 1 | . . .034 |
| 2.5 | - | - | 1 | 2 | מבוא לשיטות ניסוי | 034044 |
| 26.5 | 3 | - | 11 | 17 |  |  |

**סמסטר 6**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.5 | - | - | 1 | 2 | החלטות כלכליות | 034045 |
| 2.0 (1) | 3 | - | - | - | פרו' תכן מכני 2 | 034018 |
| 2.5 | - | - | 1 | 2 | הנע חשמלי | 034034 |
| (2.5) |  |  |  |  | מקצוע צמוד לפרויקט גמר (אם דרוש) | . . .034 |
| 2.0(2) |  |  |  |  | פרוייקט גמר 2 | . . .034 |
| 1.5 | - | 4 | - | - | מעבדה בשיטות ניסוי | 034039 |
| 1.0 |  |  |  |  | חינוך גופני |  |
| **נק'** | **פ'** | **מ'** | **ת'** | **ה** | **אחד מתוך שלושה:** | |
| 2.5 | - | - | 1 | 2 | שיטות מספריות בהנ. מכונות | 035013 |
| 3.0 | 6 | - | 2 | 2 | אלמנטים סופיים לאנליזה הנד' | 035022 |
| 3.0 | - | - | - | 3 | שיטות אלמנטים סופיים 1 | 036015 |
| 17.5  (20.0) | 3 | 4 | 2 | 4 |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | |  |  |  | **מקצועות בחירה מצומצמת** | |
|  |  | |  |  |  | **יש לבחור לפחות שלשה מקצועות מהרשימה** | |
| (**ניתן לבחור מקצועות אחרים שאינם ברשימה באישור יועץ המגמה**) | | | | | | | |
| 2.5 |  | |  |  |  | תורת הרטט | 034011 |
| 2.5 |  | |  |  |  | זרימה 2 | 035035 |
| 3.0 |  | |  |  |  | מערכות תיב"ם 1 | 035003 |
| 2.5 |  | |  |  |  | מבוא לאמינות | 035018 |
| 3.0 |  | |  |  |  | מבוא לתורת האלסטיות | 035043 |
| 3.0 |  | |  |  |  | מבוא למער' משולבות חיישנים | 035033 |
| 2.5 |  | |  |  |  | כשל חומרים | 035034 |
| 3.0 | |  |  |  |  | הידרוסטטיקה של אניות | 035044 |
| 3.0 | |  |  |  |  | הידרודינמיקה של אניות | 035061 |
| 2.5 |  | |  |  |  | אנליזת תהליכי עבוד | 035124 |
| 2.5 |  | |  |  |  | מנועי שריפה פנימית | 035146 |
| 3.5 |  | |  |  |  | תורת הבקרה | 035188 |
| 3.5 |  | |  |  |  | אוירודינמיקה בלתי דחיסה | 084311 |
| 2.5 |  | |  |  | אוירודינמיקה דחיסה (קדם: 084311) | | 084312 |
| 2.5 |  | |  |  | מכניקת טייס 1 (קדם: 084312) | | 084220 |
| 2.5 |  | |  |  |  | מכניקת טייס 2 | 084221 |
| 3.0 |  | |  |  |  | אמצעי הנעה-מנועי סילון | 084401 |
| 3.0 |  | |  |  |  | יסודות המבנה האוירונוטי | 084511 |

**(1) חובה במגמה.**

(2) ניתן לבחור כל פרוייקט מרשימת הפרוייקטים הפקולטית.

מגמת אנרגיה

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | **חובה במגמה** | |
| 2.5 |  |  |  |  | תורת הזרימה 2 | 035035 |
| 3.5 |  |  |  |  | תרמודינמיקה 2 | 035091 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | **אחד מהרשימה:** | |
| 2.5 |  |  |  |  | שיטות מספריות בהנ' מכונות | 035013 |
| 3.0  3.0 |  |  |  |  | אלמנטים סופיים לאנליזה הנדסית  שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות1 | 035022  036001 |
| 3.0 |  |  |  |  | שיטות אלמנטים סופיים 1 | 036015 |
| 2.5 |  |  |  |  | **אחד מהשלושה:** | |
| 2.5 |  |  |  |  | זרימה דחיסה | 036008 |
| 3.0 |  |  |  |  | מעבר חום ומסה | 036009 |
| 3.0 |  |  |  |  | מערכות זורם-חלקיקים | 036061 |

**רשימת מקצועות התכן + פרוייקט**

חובה לבחור 2 מקצועות תכן + פרויקט תכן שנתי אחד.

מקצועות תכן

034210 תכן טורבו-מכונות ומנועי סילון 3.0

035141 מתקני כוח וחום 2.5

035047 אנרגיה מתחדשת ובת-קיימא 2.5

035143 תכן מערכות מזוג אוויר וקרור-1 2.5

035144 תכן מערכות מזוג אוויר וקרור-2 2.5

035146 מבוא למנועי שריפה פנימית 2.5

פרויקטי תכן

034309 פרויקט בטורבו-מכונות-1 2.0

034310 פרויקט בטורבו-מכונות-2 2.0

034315 פרויקט במתקני כוח וחום-1 2.0

034316 פרויקט במתקני כוח וחום-2 2.0

034377 פרויקט באנרגיה מתחדשת ובת-קיימא-1 2.0

034378 פרויקט באנרגיה מתחדשת ובת-קיימא-2 2.0

034319 פרויקט במנועי בוכנה-1 2.0

034320 פרויקט במנועי בוכנה-2 2.0

**בחירה במגמה**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.5 |  |  |  |  | מעב. מתקדמת לאנרגיה | 034410 |
| 2.5 |  |  |  |  | מעב. מתקדמת למנועי שריפה | 034411 |
| 2.5 |  |  |  |  | מעב. מתקדמת באנרגיה מתחדשת | 034420 |
| 2.5 |  |  |  |  | החלטות כלכליות | 034045 |
| 2.5 |  |  |  |  | כלכלה הנדסית | או 014603 |
| 2.5 |  |  |  |  | קרור ונהול תרמי של רכיבים אלק' | 035023 |
| 3.0 |  |  | מבוא למער' משולבות חיישנים | | | 035033 |
| 3.0 |  |  |  |  | קריאוגניקה | 035045 |
| 2.5 |  |  |  |  | אנרגיה בת קיימא | 035047 |
| 2.5 |  |  |  |  | תכנון תרמו-הידראולי של כורים גרעיניים | 035092 |
| 2.5 |  |  |  |  | מתקני כוח וחום | 035141 |
| 3.0 |  |  |  |  | תורת הסיכה ההידרודינמית | 036010 |
| 3.0 |  |  |  |  | מכניקת זורמים אנליטית | 036032 |
| 3.0  3.0 |  |  |  |  | תהליכי מעבר בפאן ביני  מבוא להנדסת שריפה | 036038  036035 |
| 2.5 |  |  |  |  | מכניקה ומעבר אוירוסולים | 036052 |
| 3.0 |  |  |  |  | בקרת פליטת מזהמים מכלי רכב | 036079 |
| 3.0 |  |  |  |  | אלקטרוקינטיקה בננו ומיקרו זרימה | 036076 |
| 3.0  3.0  3.0 |  |  |  |  | תכן תרמוהידראולי של כורים גרע'  בקרה אקטיבית ופסיבית של זרימה  עקרונות מנועי שריפה פנימית | 036068  036074  036082 |
| 3.0 |  |  |  |  | מערכות הנעה רכב מתקדמות | 036080 |
| 2.5 |  |  |  |  | זיהום אויר | 054452 |
| 3.0 |  |  |  |  | טורבינות רוח | 086284 |

מגמת רבדים

(רובוטיקה, בקרה, מערכות דינמיות, מכטרוניקה)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | **חובה במגמה** | |
| 2.5 |  |  |  |  | מבוא לרובוטיקה | 035001 |
| 3.0 |  |  |  |  | מבוא למערכות משולבות חיישנים | 035033 |
| 3.5 |  |  |  |  | תורת הבקרה | 035188 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | **לפחות שני מקצועות מן הרשימה** | |
| 2.5 |  |  |  |  | תורת הרטט | 034011 |
| 2.5 |  |  |  |  | תכן מערכות בקרה | 035036 |
| 3.0 |  |  |  |  | עבוד אותות | 035039 |
| 3.0 |  |  |  |  | דינמיקה אנליטית | 036005 |
| 2.5 |  |  |  |  | קינמ. דינמיקה ובקרה של רובוטים | 036026 |
| 3.0 |  |  |  |  | בקרה לא לינארית | 036050 |
|  |  |  |  |  | **פרוייקט שנתי אחד מהרשימה** | |
| 4.0 |  |  |  |  | פרוייקט ברובוטיקה 1/2 | 034339/40 |
| 4.0 |  |  |  |  | פרוייקט מכטרוניקה 1/2 | 034349/50 |
| 4.0 |  |  |  |  | פרוייקט בבקרה 1/2 | 034361/2 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | **מבוססי מעבדה – לפחות אחד מהרשימה** | |
| 3.0 |  |  |  |  | מוצרים מבוססי מיקרו-מעבד מ' | 035032 |
| 2.5 |  |  |  |  | מעבדה לרובוטיקה | 034401 |
| 2.5 |  |  |  |  | מעבדה לבקרה | 034406 |
| 20.5-22 |  |  |  |  |  |  |

בחירה במגמה

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.5 | |  |  |  |  | אוטומציה תעשייתית | 035008 |
| 2.5 | |  |  |  |  | קינמטיקה של מכניזמים | 035010 |
| 3.0 | |  |  |  |  | אלמנטים סופיים לאנליזה הנדסית | 035022 |
| 3.0 | |  |  |  |  | מוצרים מבוססי מיקרומעבד מ' | 035032 |
| 3.5 | |  |  |  |  | מכניקת מיקרומערכות | 035041 |
| 3.0 | |  |  |  |  | תכן הנדסי מתקדם | 036041 |
| 3.0 | |  |  |  |  | תנודות במבנים | 036007 |
| 3.0 | |  |  |  |  | מערכות בקרה לינאריות | 036012 |
| 3.0 | |  |  |  |  | אופטימיזציה של תהליכים | 036013 |
| 3.0 | |  |  |  |  | התקנים מיקרומכניים | 036081 |
| 2.5 |  | |  |  |  | דינמיקה של מער' מסתובבות | 036042 |
| 3.0 | |  |  |  |  | בקרת מבנים | 036039 |
| 3.0 | |  |  |  |  | מידול וזהוי של מערכות תונדות | 036063 |
| 3.0 | |  |  |  |  | ניווט רובוטים | 036044 |
| 3.0 | |  |  |  |  | שערוך ובקרת תהליכים אקראיים | 036047 |
| 3.0 | |  |  |  |  | רטט לא לינארי | 036048 |
| 2.5 | |  |  |  |  | רשתות עצביות | 036049 |

מגמת מכניקת חומרים ומיקרומערכות

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | **חובה במגמה** | |
| 2.5 |  |  |  |  | תורת הרטט | 034011 |
| 2.0 |  |  |  |  | פרוייקט במכניקה 1 (חורף) | 034363 |
| 2.0 |  |  |  |  | פרוייקט במכניקה 2 (אביב) | 034364 |
| 3.0 |  |  |  |  | מבוא לתורת האלסטיות \* | 035043 |
| 2.5 |  |  |  |  | כשל חומרים \* | 035034 |
| 3.5 |  |  |  |  | מכניקת מיקרומערכות \* | 035041 |
|  |  |  |  |  | **אחד מתוך השניים:** |  |
| 3.0 |  |  |  |  | אלמנטים סופיים לאנליזה הנד' \*# | 035022 |
| 3.0 |  |  |  |  | שיטות אלמנטים סופיים 1 | 036015 |
| 18.5 |  |  |  |  |  |  |

**\* המקצוע ינתן רק פעם בשנה**

**# מומלץ ללמוד את המקצוע "מבוא לתורת האלסטיות" או לפני או במקביל כבחירה במגמה (אין חובה לבחור בתחום אחד בלבד)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | **בתחום מכניקה** | |
| 2.5 |  |  |  |  | שיטות מספריות בהנד' מכונות 1 | 035013 |
| 2.5 |  |  |  |  | אנליזה של מבנים | 035062 |
| 2.5 |  |  |  |  | אנליזת תהליכי עבוד | 035124 |
| 2.5 |  |  |  |  | תכו ואנליזה של חומרים מרוכבים | 035177 |
| 3.0 |  |  |  |  | מבוא למכניקת הרצף | 036003 |
| 3.0 |  |  |  |  | מכניקת השבר | 036004 |
| 3.0 |  |  |  |  | דינמיקה אנליטית | 036005 |
| 3.0 |  |  |  |  | גלי מאמצים | 036006 |
| 3.0 |  |  |  |  | תנודות במבנים | 036007 |
| 3.0 |  |  |  |  | עיבודים פלסטיים | 036014 |
| 3.0 |  |  |  |  | טריבולוגיה עיונית | 036031 |
| 3.0 |  |  |  |  | רטט לא לינארי | 036048 |
| 3.0 |  |  |  |  | מכניקת מגע | 036062 |
| 3.0 |  |  |  |  | מידול, זיהוי וניסוי במע' מכניות תונדות | 036063 |
| 3.0 |  |  |  |  | תרמואלסטיות | 036069 |
| 3.5 |  |  |  |  | טריבולוגיה | 036085 |
| 3.0 |  |  |  |  | יציבות מבני אויר וחלל | 085531 |
| 3.0 |  |  |  |  | תורת האלסטיות | 086576 |
| 3.0 |  |  |  |  | מערכות מבנים נבונים | 086901 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | **בתחום חומרים** | |
| 3.0 |  |  |  |  | ננומכניקה חישובית של מוצקים | 036088 |
| 3.0 |  |  |  |  | אלקטרו ומגנטו מכניקה | 036065 |
| 3.0 |  |  |  |  | ביומכניקה של תאים ומולקולות | 036071 |
| 2.5 |  |  |  |  | תהלכי יצור ועיבוד חמרים | 314309 |
| 2.5 |  |  |  |  | בחירת חומרים | 314310 |
| 2.5 |  |  |  |  | חומרים קרמיים | 314311 |
| 2.5 |  |  |  |  | חומרים פלסטיים | 314312 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | **בתחום מיקרומערכות** | |
| 2.5 |  |  |  |  | קרור וניהול תרמי של רכיבים | 035023 |
| 3.0 |  |  |  |  | מבוא למער' משולבות חיישנים | 035033 |
| 3.0 |  |  |  |  | מיקרומכניקת מוצקים 1 | 036058 |
| 2.5  3.0 |  |  |  |  | אנליזה של מבנים  התקנים מיקרומכניים | 035062  036081 |
| 3.0 |  |  |  |  | מערכות מבנים נבונים | 086901 |
| 2.5 |  |  |  |  | חומרים מיקרואלקטרומכניים | 315038 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | **בתחום כלכלה וקבלת החלטות** | |
| 2.5 |  |  |  |  | החלטות כלכליות | 034045 |

מגמת תכן ייצור ותיב"ם

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **נק'** |  |  |  | **חובה במגמה** | |
| 2.5 |  |  |  | תורת הרטט | 034011 |
| 3.0 |  |  |  | תכן מכני 2 | 034016 |
| 3.0 |  |  |  | מערכות תיב"ם 1 | 035003 |
|  |  |  |  | **לפחות שלושה מהרשימה** | |
| 2.5 |  |  |  | מבוא לאמינות | 035018 |
| 3.0 |  |  |  | אלמנטים סופיים לאנליזה הנדסית | 035022 |
| 2.5 |  |  |  | תכן משולב אנליזה | 035048 |
| 2.5  2.5 |  |  |  | מבוא למערכות ייצור 1  אנליזת תהליכי עיבוד | 035123  035124 |
| 2.5  3.0 |  |  |  | גיאומטריה חישובית 1  תכן הנדסי מתקדם | 036020  036041 |
|  |  |  |  |  | |
|  |  |  |  | **פרוייקט שנתי - אחד מהרשימה** | |
| 4.0 |  |  |  | פרוייקט תכן מערכות הידראוליות ופנאומטיות 1/2 | 034305/6 |
| 4.0 |  |  |  | פרוייקט תיב"ם 1/2 | 034337/8 |
| 6.0 |  |  |  | פרויקט תכן מוצר חדש | 034353/4 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | **מעבדה מתקדמת - אחד מהרשימה** | |
| 2.5 |  |  |  | מעבדה לרובוטיקה | 034401 |
| 2.0 |  |  |  | מעבדה מתקדמת בתיב"ם | 034404 |
| 2.5 |  |  |  | מעבדה מתק. לעיבודים פלסטיים | 034405 |
| 2.0 |  |  |  | מעבדה למערכות ייצור | 034413 |
| 20-21 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | **בחירה** | |
| 2.0 |  |  |  | פרוייקט תכן מכני 2 | 034018 |
| 2.5 |  |  |  | החלטות כלכליות | 034045 |
| 3.0 |  |  |  | תכן מער' הדראוליות ופנאומטיות 1 | 034205 |
| 3.0 |  |  |  | תכן מער' הדראוליות ופנאומטיות 2 | 034206 |
| 2.5 |  |  |  | מבוא לרובוטיקה | 035001 |
| 2.5 |  |  |  | אוטומציה תעשייתית | 035008 |
| 2.5 |  |  |  | קינמטיקה של מכניזמים | 035010 |
| 2.5 |  |  |  | שיטות מספריות בהנד' מכונות 1 | 035013 |
| 2.5 |  |  |  | קרור וניהול תרמי של רכיבים | 035023 |
| 2.5 |  |  |  | כשל חומרים | 035034 |
| 3.0 |  |  |  | מבוא לתורת האלסטיות | 035043 |
| 3.0 |  |  |  | תכן מוצרים מבוססי מיקרומעבד מ' | 035032 |
| 3.0 |  |  |  | מבוא למערכות משולבות חיישנים | 035033 |
| 2.5 |  |  |  | ניהול פרויקטים | 035046 |
| 3.5 |  |  |  | תכנון מערכות אופטיות | 035050 |
| 3.5 |  |  |  | תכן אופטומכני | 035051 |
| 2.5 |  |  |  | אנליזה של מבנים | 035062 |
| 3.5 |  |  |  | תורת הבקרה | 035188 |
| 2.5 |  |  |  | מבוא לתכן מכני של מערכות אלקטרו. | 035197 |
| 3.0 |  |  |  | מכניקת השבר | 036004 |
| 3.0 |  |  |  | עיבודים פלסטיים של מתכות | 036014 |
| 2.5 |  |  |  | מבוא למערכות ייצור 2 | 036029 |
| 3.0 |  |  |  | טריבולוגיה עיונית | 036031 |
| 2.5 |  |  |  | גיאומטריה חישובית ומודלים בתיב"ם 2 | 036045 |
| 2.5 |  |  |  | רשתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה | 036049 |
| 3.0 |  |  |  | מכניקת מגע | 036062 |
| 2.0 |  |  |  | התקנים מיקרומכניים | 036081 |
| 3.0 |  |  |  | טריבולוגיה בביולוגיה וביוניקה | 036084 |
| 3.5 |  |  |  | טריבולוגיה | 036085 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

**מגמת ביו-מכניקה**

**על הסטודנט לצבור 157.5 נקודות לפי הפרוט הבא:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **110.5** |  |  |  | **מקצועות חובה פקולטיים** |
| **37.0** |  |  |  | **מגמה ראשית** |
| **10.0** |  |  |  | **מקצועות בחירה חופשית: 6 נק' העשרה** |
|  |  |  |  | **4 נק' חופשיות** |
| **157.5** |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **חובה במגמה**  יש ללמוד את המקצועות היסוד לפני / במקביל לשאר מקצועות במגמה | | | | | | | |
| 2.0 |  |  |  |  | | מבוא לאנטומיה מיקרוס' ומאקרוס' | 274001 |
|  |  |  |  |  | |  |  |
| 3.0 |  |  |  |  | | ביולוגיה 1 | 134508 |
| או: | | | | | | | |
| 2.5 |  |  |  |  | | נושאים בביולוגיה מודרנית | 134127 |
| **מקצועות ליבה: לפחות שלושה מתוך הרשימה** | | | | | | | |
| 3.0 |  |  |  |  | | ביומכניקה של תאים ומולקולות | 036071 |
| 3.0 |  |  |  |  | | קינמטיקה של מערכות ביומכניות | 036072 |
| 2.5 |  |  |  | ביוכימיה של חלבונים | | | 134019 |
| 3.0 |  |  |  |  | | ביופיסיקה ונוירופיסיולוגיה | 336537 |
| 2.5 |  |  |  |  | | ביומכניקה של רקמות | 336509 |
| **אחד משלושת המקצועות:** | | | | | | | |
| 2.5 |  |  |  |  | שיטות מספריות בהנד' מכונות 1 | | 035013 |
| 3.0 |  |  |  |  | אלמנטים סופיים לאנליזה הנד' | | 035022 |
| 3.0 |  |  |  |  | שיטות אלמנטים סופיים 1 | | 036015 |
| 4.0 |  |  |  |  | פרויקט שנתי בביו-מכניקה | | 034375/6 |
| 18.0 – 21.0 | |  |  |  |  | |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **בחירה - לפחות שני מקצועות (ניתן לבחור גם ממקצועות הליבה)** | | | | | | | |
| **מיקרו- רמת התא** | | | | | | | |
| 3.0 |  |  |  | אלקטרוקינטיקה במיקרו וננו זרימה | | | 036076 |
| 2.5 |  |  |  | ביו-הנדסה של התא | | | 336517 |
| 2.5 |  |  |  | ננו-חלקיקים בביולוגיה, מכניקה ורא' | | | 336021 |
| **מזו- רקמות ומערכות פיסיולוגיות** | | | | | | | |
| 2.5 |  |  |  | מתא לריקמה | | 036022 | |
| 3.0 |  |  |  | עקרונות הנדסיים של המער' הקרדיו' | | 336521 | |
| 3.0 |  |  |  | פיסיולוגיה של מער' הגוף למהנדסים | | 276011 | |
| 2.0 |  |  |  | זרימה במערכות ביולוגיות | | 336305 | |
| 2.5 |  |  |  |  | עקרונות הדמיה ברפואה | 336502 | |
| **מאקרו- תנועה ניידות ושיקום** | | | | | | | |
| 2.0 |  |  |  |  | רובוטיקה רפואית | 275314 | |
| 2.5 |  |  |  |  | שתלים אורתופדיים ותחליפי רקמה | 336520 | |
| 5.0 – 6.5 | |  |  |  |  |  | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | **בחירה בהנדסת מכונות – לפחות 4 מקצועות** | |
| **תכן וייצור** | | | | | | |
| 3.0 |  |  |  |  | תכן מכני 2 | 034016 |
| 3.0 |  |  |  |  | תכן הנדסי מתקדם | 036041 |
| 2.5 |  |  |  |  | אנליזת תהליכי עבוד | 035124 |
| 2.0 |  |  |  |  | פרוייקט תכן מכני 2 | 034018 |
| 3.0 |  |  |  |  | מערכות תיב"ם 1 | 035003 |
| 2.5 |  |  |  |  | תורת הרטט | 034011 |
| **אנרגיה, מכניקת זורמים, מעבר חום** | | | | | | |
| 2.5 |  |  |  |  | זרימה 2 | 035035 |
| 3.0 |  |  |  |  | שיטות אנליטיות 1 | 036001 |
| 3.5 |  |  |  |  | תרמודינמיקה 2 | 035091 |
| 3.0 |  |  |  |  | מעבר חום ומסה | 036009 |
| 3.0 |  |  |  |  | מערכות זורם – חלקיקים | 036061 |
| **רובוטיקה ובקרה** | | | | | | |
| 3.5 |  |  |  |  | תורת הבקרה | 035188 |
| 2.5  2.5 |  |  |  |  | מבוא לרובוטיקה  קינמטיקה של מכניזמים | 035001  035010 |
| 3.0 |  |  |  |  | מבוא למערכות משולבות חיישנים | 035033 |
| 3.0 |  |  |  |  | עבוד אותות | 035039 |
| 3.0 |  |  |  | תכנון תנועת רובוטים וניווט ע"י חיישנים | | 036044 |
| 3.0 |  |  |  |  | דינמיקה אנליטית | 036005 |
| 2.5 |  |  |  |  | קינמ. דינמיקה ובקרה של רובוטים | 036026 |
| 2.5 |  |  |  |  | רשתות עצביות | 036049 |
| **מכניקת מוצקים ומיקרו-מערכות** | | | | | | |
| 3.0 |  |  |  |  | מבוא לתורת האלסטיות | 035043 |
| 2.5 |  |  |  |  | כשל חומרים | 035034 |
| 3.5 |  |  |  |  | מכניקת מיקרומערכות | 035041 |
| 2.5 |  |  |  |  | אנליזה של מבנים | 035062 |
| 3.0 |  |  |  |  | מבוא למכניקת הרצף | 036003 |
| 3.0 |  |  |  |  | מכניקת השבר | 036004 |
| 2.0 |  |  |  |  | התקנים מיקרו מכניים | 036081 |
| 3.0 |  |  |  |  | מיקרומכניקת מוצקים 1 | 036058 |
|  |  |  |  |  | **כלכלה וקבלת החלטות** |  |
| 3.0 |  |  |  |  | \*035045 החלטות כלכליות | |
| 10.0-12.5 | | סה"כ נקודות בחירה בהנדסת מכונות | | | | | סה"כ נקודות בחירה בהנדסת מכונות |
|  | |  | | | | |  |

\*הקורס החלטות כלכליות ייחשב כקורס בחירה בהנדסת מכונות בתנאי שנלמדו לפחות ארבעה קורסים אחרים מהרשימה שלעיל

מגמת הנדסה אופטית

**על הסטודנט לצבור לתואר ראשון 157.5 נקודות לפי הפירוט בא:**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **נק'** |  |  |  |  |  | |
| **117.5** |  |  |  | **מקצועות חובה פקולטיים** | | |
| **25.0** |  |  |  | **מקצועות חובה במגמה** | | |
| **5.0**  **10.0** |  |  |  | **מקצועות בחירה מצומצמת במגמה**  **מקצועות בחירה חופשית: 6 נק' העשרה** | | |
|  |  |  |  |  | **4 נק' חופשיות** | |
| **157.5** |  |  |  |  |  |  |

**חובה פקולטיים + במגמה**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **נק'** | **פ'** | **מ'** | **ת'** | **ה'** |  | **סמסטר 1** |
| 5.0 | - | - | 2 | 4 | חדו"א 1מ | 104018 |
| 4.0 | - | - | 2 | 2 | מבוא למחשב / שפת C  מבוא למדעי המחשב | 234112  או 234111 |
| 5.0 | - | - | 2 | 4 | אלגברה 1 מ' | 104016 |
| 3.0 | - | - | 2 | 2 | כימיה כללית | 125001 |
| 3.0 | - | - | - | 4 | אנגלית טכנית – מתקדמים ב | 324033 |
| 20.0 | - | - | 8 | 16 |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | **סמסטר 2** |
| 3.0 | - | - | 2 | 2 | מבוא לשרטוט הנדסי | 034042 |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | מכניקת מוצקים 1 | 034028 |
| 5.0 | - | - | 2 | 4 | חדו"א 2מ | 104022 |
| 2.5 | - | - | 1 | 2 | משו' דיפר' רגילות/ח | 104131 |
| 3.5 | - | - | 1 | 3 | פיסיקה 1מ' | 114071 |
| 0.5 | - | 3 | - | - | מעבדה בכימיה | 125013 |
| 3.5 | - | 1 | 2 | 2 | מבוא להנדסת חומרים מ' | 314533 |
| 22.0 | - | 4 | 10 | 16 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | **סמסטר 3** |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | מכניקת מוצקים 2 | 034029 |
| 3.5 | - | - | 1 | 2 | תהליכי ייצור | 034030 |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | תרמודינמיקה 1 | 034035 |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | מד"ח וטורי פורייה | 104223 |
| 5.0 |  |  |  |  | פיסיקה 2 ממ' | 114075 |
| 1.5 | - | 3 | - | - | מעב' לפיסיקה 1 | 114081 |
| 22.0 | - | 3 | 7 | 11 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | **סמסטר 4** |
| 2.5 | - | 2 | - | 2 | שרטוט הנדסי ממוחשב | 034043 |
| 5.0 | - | - | 2 | 4 | דינמיקה | 034010 |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | תורת הזרימה 1 | 034013 |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | מערכות לינאריות | 034032 |
| 3.5 | - | - | 1 | 3 | פיסיקה 3 ח' | 114073 |
| 1.5 | - | 3 | - | - | מעב' לפיסיקה 2 | 114082 |
| 20.5 | - | 5 | 7 | 15 |  |  |

**סמסטר 5**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | מעבר חום | 034041 |
| 3.0 | - | - | 2 | 2 | מבוא לבקרה | 034040 |
| 2.5 | - | - | 1 | 2 | מבוא למכטרוניקה | 034022 |
| 4.0 | - | - | 2 | 3 | מבוא להסתברות וסטטיסטיקה | 094481 |
| 3.5 | - | - | 1 | 3 | גלים | 114086 |
| 3.5 | - | - | 1 | 3 | מערכות אופטיות | 035050 |
| 20.5 | - | - | 9 | 15 |  |  |

**סמסטר 6**

034044 מבוא לשיטות ניסוי 2 - 2 -2.5

034054 הנע חשמלי 2 1 - -2.5

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3.0 | - | - | 2 | 2 | תכן מכני 1 | 034015 |
| 4.0  3.5 | -  - | -  - | 2  1 | 3  3 | תכן אופטומכני  אופטיקה לינארית ויישומית 1 | 035051  035052 |
| 4.0 | - | - | 1 | 3 | תורה אלקטרומגנטית | 114245 |
| (3.5) | - | - | 2 | 2 | שדות א"מ | או 044140 |
| 19.5  (19.0)  1.5  2.5  2.0  3.0  3.5  3.0 | -  -  2  -  - | 2  4  -  -  - | 8  -  -  1  1 | 15  -  1  3  2 | מעבדה בשיטות ניסוי  פרויקט תכן לייצור  פרויקט בהנדסה אופטית 1  מקצוע בחירה מצומצמת במגמה  פיזיקה של לייזרים  אנליזה נומרית מ' | **סמסטר 7**  034039  034371  034373  116003  034033 |

9 3 4 2 15.5

**סמסטר 8**

מקצוע בחירה מצומצמת במגמה 3.0

(2.5)

034374 פרויקט בהנדסה אופטית 2 2.0

114208 מעבדה במדידות אופטיות 6 3.0 מקצוע בחירה מצומצמת במגמה 1.0

9.0

מקצועות בחירה מצומצמת במגמה (5.5 נק')

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.5 | - | - | 1 | 2 | תורת הרטט | 034011 |
| 3.0 | 6 | - | 2 | 2 | אלמנטים סופיים לאנליזה הנד' | 035022 |
| 3.0 | - | - | 1 | 2 | מכניקה קוונטית | 046241 |
| 3.0 |  |  | 1 | 2 | פיסיקה של מצב מוצק ח' | 046129 |
| 3.0 |  |  | 1 | 2 | לייזרים של מל"מ | 046851 |
| 1.0 |  |  |  | 2 | יזמות 1 | 324864 |
| 3.0 |  | 1 | 2 | 2 | עיבוד תמונות ואותות במחשב | 236327 |
| 2.5 |  |  | 1 | 2 | אופטיקה לינארית ויישומית 2 | 036055 |
| 2.5 |  |  | 1 | 2 | ננואופטיקה ומבנ' אופט' מחזוריים | 036070 |
|  |  |  |  |  |  |  |

מגמת הנדסה ימית

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | **חובה במגמה** (כולל פרויקט שנתי) | |
| 3.0 |  |  |  |  | הידרוסטטיקה של אניות | 035044 |
| 3.0 |  |  |  |  | הידרודינמיקה של אניות | 035061 |
| 2.5 |  |  |  |  | אדריכלות ימית 1 | 035063 |
| 3.0 |  |  |  |  | מערכות כלי שייט | 035049 |
| 2.5 |  |  |  |  | אנליזה של מבנים | 035062 |
| 2.5 |  |  |  |  | פרויקט אדריכלות ימית 1 | 034311 |
| 2.5 |  |  |  |  | פרויקט אדריכלות ימית 2 | 034312 |
| 19.0 |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | | בחירה במגמה | |
| 2.5 |  |  |  |  | גלי מים | | 016210 |
| 3.0 |  |  |  |  | דינמיקה של מבנים ימיים | | 036027 |
| 3.0 |  |  |  |  | תכן ואנליזת מבנים מתקדמים | | חדש |
| 2.5 |  |  |  |  | תורת הרטט | | 034011 |
| 3.0 |  |  |  |  | מבוא לתורת האלסטיות | | 035043 |
| 2.5 |  |  |  |  | תכן ואנליזה של חומרים מרוכבים | | 035177 |
| 3.0 |  |  |  |  | מבוא למכניקת הרצף | | 036003 |
| 3.0 |  |  |  |  | מכניקת השבר | | 036004 |
| 3.0 |  |  |  |  | תורת האלסטיות | | 086576 |
| 3.0 |  |  |  |  | תכן מכני 2 | | 034016 |
| 3.0 |  |  |  |  | אלמנטים סופיים לאנליזה הנדסית | | 035022 |
| 3.0 |  |  |  |  | שיטות אלמנטים סופיים 1 | | 036015 |
| 2.5 |  |  |  |  | שיטות מספריות בהנדסת מכונות 1 | | 035013 |
| 2.5 |  |  |  |  | כשל חומרים | | 035034 |
| 3.0 |  |  |  |  | תכן הנדסי מתקדם | | 036041 |
| 3.0 |  |  |  |  | דינמיקה אנליטית | | 036005 |
| 3.0 |  |  |  |  | גלי מאמצים | | 036006 |
| 3.0 |  |  |  |  | תנודות במבנים | | 036007 |
| 3.0 |  |  |  |  | תכן מער' הידראוליות ופנאומטיות 1 | | 034205 |
| 3.0 |  |  |  |  | תכן מער' הידראוליות ופנאומטיות 2 | | 034206 |
| 2.5 |  |  |  |  | מבוא לאמינות של מער' מכניות | | 035018 |

מקצועות בחירה

כל סטודנט חייב לבחור 10.0 נק' מקצועות בחירה מתוך המגמות

הראשיות ו/או מתוך רשימת המקצועות הבאים:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **נק'** |  |  |  |  |  |  |
| 2.5 |  |  |  |  | מבוא יצירתי של הנדסת מכונות | 035026 |

אמינות, איכות וניהול

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.5 |  |  |  |  | ביצוע פרויקטים, ניהול ומנהיגות | 014616 |
| 2.5 |  |  |  |  | מבוא לאמינות של מע' מכניות | 035018 |
| 3.0 |  |  |  |  | שיטות פער ידע | 036057 |
| 2.5 |  |  |  |  | ניהול פרוייקטים | 035046 |
| 2.5 |  |  |  |  | מבוא לניהול פיננסי | 094564 |
| 3.5 |  |  |  |  | חשבונאות פיננסית וניהולית | 094821 |
| 2.0 |  |  |  |  | סיכוני פער-ידע בפרויקטים | 096131 |

הנדסת פני השטח

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3.0 |  |  |  |  | תורת הסיכה ההידרודינמית | 036010 |
| 3.0 |  |  |  |  | טריבולוגיה עיונית | 036031 |
| 3.0 |  |  |  |  | תופעות מעבר בפן ביני | 036038 |
| 3.0 |  |  |  |  | מכניקת מגע | 036062 |
| 3.0 |  |  |  |  | טריבולוגיה בביולוגיה וביוניקה | 036084 |
| 3.5 |  |  |  |  | טריבולוגיה | 036085 |
| 2.0 |  |  |  |  | תופעות שטח וקולואידים | 056166 |
| 2.5 |  |  |  |  | תהליכי גימור וציפויים | 315017 |
|  |  |  |  |  |  |  |

מכניקה חישובית

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.5 |  |  |  |  | שיטות מספריות בהנ' מכונות 1 | 035013 |
| 3.0 |  |  |  |  | אלמנטים סופיים לאנליזה הנד' | 035022 |
| 2.5 |  |  |  |  | שיטות מספריות 2 | 035014 |
| 2.5 |  |  |  |  | שמוש המחשב בתורת הזרימה | 035189 |
| 3.0 |  |  |  |  | שיטות אלמנטים סופיים 1 | 036015 |
| 3.0 |  |  |  |  | שיטות אלמנטים סופיים 2 | 036016 |

מערכות דינמיות

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.5 |  |  |  |  | תורת הרטט | 034011 |
| 3.0 |  |  |  |  | שיטות אלמנטים סופיים 1 | 036015 |
| 3.0 |  |  |  |  | עבוד אותות | 035039 |
| 3.0 |  |  |  |  | דינמיקה אנליטית | 036005 |
| 3.0 |  |  |  |  | מידול וזהוי של מערכות תונדות | 036063 |
| 2.5 |  |  |  |  | דינמיקה של מכונות מסתובבות | 036042 |
| 3.0 |  |  |  |  | שיערוך ובקרת תהליכים אקראיים | 036047 |
| 2.5 |  |  |  |  | רטט לא לניארי | 036048 |
|  |  |  |  |  |  |  |

מערכות מכניות לטכנולוגיה עילית

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.5 |  |  |  |  | קרור ונהול תרמי של רכיבים אלק' | 035023 |
| 3.0 |  |  |  |  | התקנים מיקרומכניים | 036081 |
| 2.5 |  |  |  |  | תהליכי חיבור של חומרים | 314316 |
| 2.0 |  |  |  |  | חומרים למערכות מיקרו-אלק' | 315028 |
| 2.5 |  |  |  |  | תכונות חומרים אלקטרונים | 315030 |

מחשב

חומרה

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3.0 |  |  |  |  | מערכות ספרתיות | 044145 |

**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 5 נקודות מהן ייחשבו כמקצועות בחירה חופשיים ו- 4.5 נוספות יהיו נק' אותן ייקח הסטודנט מעבר למכסת הנק' הנדרשת לתואר (למשל, אלו שרשומים לתכנית בה נדרשות 155 נק' זכות יצטרכו ללמוד לפחות 159.5 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 (094813) - 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 נ"ז
  + יזמות בביוטכנולוגיה (066525) 2 נ"ז
  + יזמות ופיתוח טכנולוגיות רפואיות (274346) 2 נ"ז
  + ניהול חדשנות בארגונים (096817) 2 נ"ז
  + יזמות חברתית (096809) 3.5 נ"ז
  + מדע בתקשורת : תיאוריה ומעשה (216117) 2 נ"ז

**לימודים לתארים מתקדמים**

הפקולטה להנדסת מכונות מציעה מספר תכניות השתלמות לתואר מגיסטר וכן תכנית השתלמות לתואר דוקטור. תכניות אלה פתוחות לבעלי תואר ראשון (BSc) בהנדסה ולבוגרי פקולטות מדעיות (כגון מתמטיקה, פיסיקה, מדעי המחשב) ממוסד אקדמי מוכר, כמפורט בהמשך.

המחקר וההוראה בפקולטה מכסים תחום רחב של נושאים בהנדסת מכונות:

אנרגיה, זרימה ותופעות מעבר

**קירור עמוק, קריוגניקה, קירור רכיבים אלקטרוניים, קירור ומזוג אויר, אנרגית שמש, טכנולוגיות אנרגיה, התפלת מים, משאבות חום, אנרגיית רוח, טכנולוגיות פחם ופצלי שמן, גזיפיקציה של פחם וביו-מסה, כורים גרעיניים, דלקים חלופיים ומתחדשים, כלי רכב היברידיים וידידותיים לסביבה, מנועי שריפה פנימית, טורבו-מכונות, מאווררים ומפוחים תעשיתיים, מערכות סינון גזים, אוירוסולים תעשיתיים וסביבתיים, זרימות דו פאזיות תעשייתיות וסביבתיות, תרמודינמיקה, יציבות הידרודינמית ותרמודינמית, מכניקת זורמים אנליטית וחישובית, זרימות עם פן חופשי, בקרת זרימה, גלים לא לינאריים, אינטראקציות זורם-מבנה, זרימה ומעבר חום במערכות תעשייתיות ביולוגיות וסביבתיות, מעבר חום ומסה, מדידת תכונות תרמיות של מוצקים, נוחות תרמית, מיקרו-וננו זרימה, אלקטרו-קינטיקה.**

**בקרה**

בקרה ליניארית, בקרה לא ליניארית, בקרת תהליכי דגימה, בקרה רובסטית, הנחיית טילים, בקרת מבנים גמישים, בקרת מערכות עם זמן מת.

**מכטרוניקה**

שילוב מערכות מכניות, אלקטרוניות ותוכנה. פיתוח חיישנים ומפעילים נבונים, עיבוד אותות פיזיקאליים ואבחון אוטומטי של תקלות.

**רובוטיקה**

מערכות דמויות אדם, רובוטים רפואיים, ניווט רובוטים, רובוטים הולכים, מבנים רובוטיים ייחודיים, דינמיקה ובקרה של רובוטים, ניידות של רובוטים.

**מערכות דינמיות**

גלי מאמצים, דינמיקה אנליטית, דינמיקה של גופים סובבים, מדידה וזיהוי מערכות דינמיות, מעבר אנרגיה במערכות דינמיות, מערכות דינמיות לא ליניאריות וכאוטיות, מערכות דינמיות עם פיגורי זמן, רטט לא ליניארי, תנודות במבנים. דינמיקה היברידית במערכות מכניות.

**מכניקת חומרים ומיקרו מערכות**

מכניקת חומרים מרוכבים, מכניקת שבר ומנגנוני כשל, העמסות דינמיות, התעייפות, פלסטיות, מכניקת הרצף, מיקרו-מיבנה של החומר, שיטות אלמנטים סופיים, עיבוד ועיצוב פלסטי של מתכות, קריסה דינמית, טריבולוגיה, בדיקות ללא הרס, הנדסת אניות.

מיקרו מכניקה, מיקרו מחליפי חום, מיקרו חיישנים, מיקרו רובוטים, מיקרו מכניזמים. ננו-מכניקה של חומרים, אלקטרומכניקה, מגנטומכניקה,-מיקרו-אקטואטורים, מדידות תכונות מכניות ברמת המיקרו והננו, תרמואלסטיות במיקרומערכות.

**ביו-הנדסה**

ביו מכניקה ודינמיקה של השלד והרקמות, מודלים להתנהגות רקמות ביולוגיות, ביו-מעבר חום ברקמות, נוחות תרמית, זרימה ומעבר מסה בריאות האדם, ביו-רובוטיקה ויישומי רובוטים ברפואה, ממשקי מוח-מכונה, בקרת תנועה, ביו טריבולוגיה במפרקי הגוף, הדמיה ועיבוד גיאומטרי של מודלים רפואיים, מכניקה של שרירים, נזק לשרירים עקב פעילות חריגה, מכניקה של תאים, תנועת תאים, מנועים מולקולריים.

**תכן ומערכות ייצור**

אנליזת תהליכי ייצור, תכן מכני והנדסי, פיתוח מוצרים חדשים, תכן אופטו-מכני, עיבודים פלסטיים, שיטות אלמנטים סופיים, פיתוח שיטות לתכן מוצר חדש, כלים בהנדסת מערכות.

**תיב"מ**

גיאומטריה חישובית, שיטות למידול וייצוג גיאומטרי, שיטות שיחזור הנדסי של גופים, טכנולוגית ייצור אב טיפוס, מערכות הדמיה ואנליזה עבור יישומים הנדסיים ורפואיים. מודל רק-סקאלי לייצוג וחישוב מכני של גופי מיקרו-מקרו. מודלים הקשורים למחזור החיים של המוצר Engineering PLM, אלגוריתמים מבוססי היוריסטיקה למחזור החיים של המוצר. **מודלים ובקרה של מערכות ייצור והרכבה. שיטות לפתרון מערכות אילוצים גיאומטריים ויישומיהן ההנדסיים. אלגוריתמים מקביליים לפתרון בעיות גיאומטריות.**

**הנדסה אופטית**

מדעי האופטיקה, ננואופטיקה, מערכות אופטיות, אופטיקה לא קונבנציונלית, לייזרים, עיצוב והמרה של קרינה תרמית.

**אמינות**

הערכת אמינות ושילובה בתכן. הערכת סיכונים ובקרתם. קבלת החלטות בתנאי אי-וודאות. יישומים בתכן הנדסי, שימור סביבה, כלכלה, רפואה, בטחון לאומי, ניהול פרויקטים ועוד.

**הנדסת פני-שטח**

סיכה הידרודינמית והידרוסטטית, מודלים למגע אדהזיה וחיכוך בין משטחים, מנגנוני בלאי, מיקרו וננו-טריבולוגיה, ביו-טריבולוגיה.

**הנדסה ימית**

תכן בסביבה ימית: הידרו-דינאמיקה של גלים ומבנים ימיים, אדרכילות ימית של כלי שייט, הנדסת חקלאות ימית בים פתוח, אנליזה של מבנים ימיים.

**לימודים לתואר מגיסטר**

מספר מסלולי מגיסטר מובילים לתארים הבאים:

**"מגיסטר למדעים בהנדסת מכונות"**

לתואר זה יכול להתקבל בעל תואר ראשון בהנדסת מכונות עם ציונים נאותים או בעל תואר אחר בהנדסה אשר יידרש להשלים מגוון של מקצועות מלימודי התואר הראשון בהנדסת מכונות, כפי שייקבע על ידי ועדת הקבלה הפקולטית לתארים מתקדמים. ההשתלמות מכינה את המשתלם לעבודה מדעית המכוונת למחקר ולפיתוח.

**"מגיסטר למדעים"**

לתואר זה יכול להתקבל בוגר תואר ראשון שלא בהנדסת מכונות עם ציונים נאותים (מפקולטה הנדסית אחרת או פקולטה מדעית כמו מתמטיקה, פיסיקה, מדעי המחשב). סטודנט שיתקבל למסלול זה יידרש ללמוד מקצועות נוספים מלימודי הסמכה בהנדסת מכונות הנדרשים כמקצועות קדם או שיש להם נגיעה ישירה לתחום המחקרי בו בחר\*. ההשתלמות מכינה את המשתלם לעבודה מדעית המכוונת למחקר ולפיתוח.

**\* על הסטודנט למצוא מנחה לפני רישומו לפקולטה.**

**"מגיסטר להנדסה בהנדסת מכונות" (ME)**

תואר זה מבוסס על צבירת נקודות לימוד בלבד ואינו כולל הגשת חיבור (תזה). התכנית מיועדת לסטודנטים חיצוניים בעלי תואר ראשון בהנדסת מכונות שיש להם ניסיון בעבודה הנדסית. ההשתלמות מכינה את הסטודנט לעבודה מתקדמת בהנדסה יישומית או בפיתוח.

המשך הלימודים לתואר דוקטור אפשרי במקרים חריגים, על פי הנחיות בית הספר לתארים מתקדמים, והחלטת הפקולטה. במקרים אלה נדרשת השלמת תזה במסגרת לימודים "לא לתואר"

**"מגיסטר להנדסה" (ME)**

תכנית הלימודים לתואר זה זהה לזו המובילה לתואר "מגיסטר להנדסה בהנדסת מכונות". לתואר זה יכול להתקבל מי שיש לו תואר ראשון בהנדסה, אם כי לא בהנדסת מכונות, בהתאם להחלטת ועדת הקבלה הפקולטית לתארים מתקדמים.

**מועמדים המבקשים להשתלב בתכניות ללא תזה לתארים "מגיסטר להנדסה בהנדסת מכונות" ו-"מגיסטר להנדסה" מתבקשים לציין זאת על גבי בקשת המועמדות.**

**תנאי הקבלה**

קבלת סטודנטים לכל תכניות המגיסטר כפופה לכללי בית הספר לתארים מתקדמים ולכללי הפקולטה להנדסת מכונות. כללים אלו עוברים שינויים מדי פעם. לתואר מגיסטר עם תזה נדרש ממוצע ציוני תואר ראשון לפחות 80-82, וכן מכתבי המלצה חיוביים. לתכנית ME נדרש ממוצע תואר ראשון של 75 לפחות.

קבלת מועמדים מאוניברסיטאות וממכללות הינה על-פי ממוצע ציונים, דירוג וראיון אישי.

בוגרי תואר ראשון ממסלול תלת שנתי יידרשו להשלים תחילה מקצועות מלימודי ההסמכה. ההגדרה המדויקת של מקצועות השלמה תיקבע על ידי ועדת הקבלה הפקולטית לתארים מתקדמים.

**דרישות הלימוד**

סטודנט שהתקבל לתכנית הכוללת כתיבת תזה - ימונה לו מנחה ארעי. תפקידו הוא לסייע לסטודנט למצוא מנחה קבוע מרשימת חברי הסגל בפקולטה. המנחה הקבוע יגדיר את נושא המחקר ויקבע את מקצועות הלימוד. מאחר ולמנחה תפקיד חשוב ביותר בקביעת תכנית הלימודים של המשתלם - מומלץ ביותר שבחירת המנחה הקבוע תיעשה בהקדם האפשרי. משתלם שאין לו מנחה קבוע לא יוכל לבחור מקצועות שאינם מרשימת החובה של כיוון התמחותו.

**תכנית הלימודים כוללת:**

**סטודנט בתוכנית מגיסטר עם תזה**

- לימוד 20 נקודות מתקדמים לפחות (בנתיב עבודת גמר - 28 נקודות לפחות).

- עמידה בבחינות בעברית ובאנגלית על פי דרישות בית הספר לתארים מתקדמים המופיעות במכתב הקבלה.

- מתן הרצאה סמינריונית אשר המועד לה יתפרסם באתר הטכניון.

- הגשת חיבור על מחקר או פרויקט הנדסי בהיקף רחב.

- הגנה על החיבור בפני ועדת בוחנים.

**סטודנט בתוכנית מגיסטר ללא תיזה – ME**

- לימוד מקצועות בהתאם לתכנית הלימודים בהיקף 35 נקודות לפחות (במניין זה יכללו גם מקצועות שנלמדו במסגרת לימודים מתקדמים והוכרו על ידי בית הספר לתארים מתקדמים).

- עמידה בבחינות בעברית ובאנגלית על פי דרישות בית הספר לתארים מתקדמים המופיעות במכתב הקבלה.

- ביצוע פרויקט או עבודה סמינריונית בהיקף של חמש נקודות בהנחיית חבר סגל אקדמי מהטכניון, או המוכר על ידו.

רשימת מקצועות החובה ומקצועות הרשות בכיווני המחקר הראשיים מתעדכנת מדי שנה ומתפרסמת בקטלוג הפקולטי שנמצא באתר הפקולטה להנדסת מכונות:

http://meeng.technion.ac.il .

**קבלת התואר**

קבלת התואר מגיסטר מותנית במילוי כל הדרישות ועמידה בתקנות בית הספר לתארים מתקדמים.

לדוגמא, סטודנט אשר משך לימודיו עולה על 6 שנים יחויב ללמוד מקצוע אחד נוסף בכל סמסטר נוסף של לימודיו (ראה סעיף 25.03 בתקנות בית הספר לתארים מתקדמים ובו פירוט מלא של הדרישה).

**לימודים לתואר דוקטור**

ההשתלמות לקראת התואר "דוקטור לפילוסופיה" (PhD) מיועדת לבעלי תואר שני ממוסד אקדמי מוכר שהישגיהם הקודמים בלימודים ובמחקר היו טובים מאד ויבדקו לגופו של עניין.

**מסלול ישיר לתואר דוקטור**

סטודנטים בעלי הישגים גבוהים במיוחד, שהתחילו את לימודיהם לקראת תואר מגיסטר למדעים (MSc) והמצטיינים בלימודים ובמחקר, יוכלו לעבור למסלול ישיר לתואר דוקטור, בהתאם להמלצת הוועדה הפקולטית לתארים מתקדמים. במקרה זה לא תידרש השלמת כל הדרישות לתואר מגיסטר.

**מסלול מיוחד לתואר דוקטור**

מיועד לסטודנטים מצטיינים ישירות לאחר התואר הראשון. תנאי הקבלה ונוהל הלימוד מפורטים בקטלוג בית הספר לתארים מתקדמים (סעיפים 32.05 ו- 34.02 בתקנות).

מועמד לתואר דוקטור חייב ליצור קשר עם מנחה מיועד מסגל הפקולטה עוד לפני הגשת בקשת הקבלה. תהליכי הטיפול בבקשה בפקולטה דורשים פעילות מנחה זה. במקרים מיוחדים, (למשל, כשהמועמד בא מחו"ל) יסייע מרכז הוועדה הפקולטית לתארים מתקדמים במציאת מנחה.

**תנאי הקבלה**

בנוסף להישגים אקדמיים קודמים נאותים (מעל 90% בתואר הראשון), על המועמד להיות בעל יכולת מוכחת לבצוע מחקר עצמאי. ועדת הקבלה הפקולטית תיבחן את הישגי המועמד ותחליט אם עליו לעמוד בבחינת קבלה. לאור תוצאות הבחינה תיקבע הוועדה אם המועמד יתקבל ובאילו תנאים.

**דרישות הלימוד**

**תכנית הלימודים כוללת:**

1. עמידה בתנאים המיוחדים שהטילה ועדת הקבלה (אם היו כאלה).
2. לימוד שמונה נקודות מתקדמים לפחות עבור דוקטור שסיים תואר שני.
3. לימוד עשרים וחמש נקודות עבור דוקטור במסלול המיוחד (ישיר מתואר ראשון)
4. לימוד עשרים ושמונה נקודות עבור דוקטור במסלול ישיר לדוקטורט (במהלך לימודיו בתואר שני).
5. הגשת הצעת מחקר לקראת בחינת המועמדות והגנה עליה בפני ועדת בוחנים.
6. מתן הרצאה סמינריונית אשר המועד לה יתפרסם באתר הטכניון.
7. הגשת חיבור על המחקר והגנה עליו בפני ועדת בוחנים.
8. עמידה בדרישה בשפות על-פי תקנות בית הספר לתארים מתקדמים.

**סטודנטים מחו"ל - תנאי קבלה**

**מגיסטר**

- בוגר B.Sc בהנדסת מכונות מאוניברסיטה הנמצאת בדירוג גבוה

- הישגים אקדמיים גבוהים (ציונים ומדרג ) של המועמד

- שלוש המלצות מחברי סגל שיעריכו את השגי הסטודנט. על הממליצים לשלוח את ההמלצות ישירות לביה"ס לתארים מתקדמים, אל: IntGrad@technion.ac.il

- תוצאות GRE : כמותי (85, לפחות), כתיבה אנליטית (3.5, לפחות). קוד הטכניון לבחינה: 0343

- ראיון אישי: תת-ועדה של ועדת תארים מתקדמים בפקולטה תראיין את המועמד דרך SKYPE או במפגש אישי. היכולות באנגלית והרקע האקדמי תיבחנה.

- יש להגיש את מסמכי המועמדות של מועמד מחו"ל לביה"ס לתארים מתקדמים ע"פ ההנחיות באתר ביה"ס לתארים מתקדמים.

- על המועמד למצוא מנחה.

- ועדת תארים מתקדמים של הפקולטה להנדסת מכונות תמליץ על קבלתו/אי קבלת הסטודנט ועל מקצועות השלמה במידת הצורך.

- הועדה תמליץ על קבלת/אי קבלת של מלגה.

- במידה והמועמד לא סיים תואר ראשון ארבע שנתי במדעים והנדסה יהיה עליו להשלים 20 נקודות נוספות שתקבע הוועדה.

**דוקטור**

- בוגר M.Sc בהנדסת מכונות מאוניברסיטה הנמצאת בדירוג גבוה .

- הישגים אקדמיים גבוהים (ציונים ומדרג ) של המועמד

- שלוש המלצות, לפחות, מחברי סגל שיעריכו את השגי -הסטודנט. ההמלצות צריכות לכלול את המנחה ולפחות בוחן אחד של המגיסטר עם כתובות אימייל שלהם. על הממליצים לשלוח את ההמלצות ישירות לביה"ס לתארים מתקדמים, אל: IntGrad@technion.ac.il

- תוצאות GRE : כמותי (85, לפחות), כתיבה אנליטית (3.5, לפחות). קוד הטכניון לבחינה 0343.

- ראיון אישי: תת-ועדה של ועדת תארים מתקדמים בפקולטה תראיין את המועמד דרך SKYPE או במפגש אישי. היכולות באנגלית והרקע האקדמי תיבחנה.

- על המועמד לסיים תואר מגיסטר לפני שהועדה תדון בו.

- על המועמד לשלוח את התיזה (באנגלית) בפורמט pdf לביה"ס לתארים מתקדמים, אל: IntGrad@technion.ac.il

- יש להגיש את מסמכי המועמדות של מועמד מחו"ל לביה"ס לתארים מתקדמים ע"פ ההנחיות באתר ביה"ס לתארים מתקדמים.

- על המועמד למצוא מנחה.

- ועדת תארים מתקדמים של הפקולטה להנדסת מכונות תמליץ על קבלתו/אי קבלת הסטודנט ועל מקצועות השלמה במידת הצורך.

- הועדה תמליץ על קבלת/אי קבלת של מלגה.

**מידע נוסף**

מזכירות תארים מתקדמים בפקולטה, טל. 04-8293189

אתר הפקולטה להנדסת מכונות

http://meeng.technion.ac.il

eeng.technion.ac.il