

הפקולטה להנדסת מכונות

חברי הסגל האקדמי

דיקן הפקולטה
בר-יוסף פנחס

פרופסורים
אורון אלכסנדר
אלטוס אלי
בן-חיים יעקב
בר יוסף פנחס
גוטליב עודד
הבר שמעון
הלוי יורם
זוסמן איל
חסמן ארז
מירקין לאוניד
פישר ענת
פרנקל סטיבן
רובין מיילס
ריטל דניאל
שהה משה
שפיטלני משה
שפירא מיכאל

פרופסורים חברים
אילתה דוד
בוכר יצחק
גנדלמן אולג
גרינבלט דוד
דרימר נתאי
וולף אלון
זקסנהויז מרים
כץ ראובן
כרמון טל
רימון אלון
שילה דורון

פרופסורים משנים
אור יזהר
ברקוביץ מורן
גיבלי ספי
גת אמיר
ואן האוט רנה
סטרוסבצקי יולי
צליל שלי
רוטשילד כרמל

מרצה
קריסטלני מקסים

חבר מחקר בכיר
לאוניד טרטקובסקי

פרופסורים אמריטי
אדלר דן
אליאס עזרא
בודנר סול
בראון שמעון
גוטמן שאול
גוטפינגר חיים
גרומן גרשון
דגני דוד
דיין יהושע
וולברג ג'ון
זבירין יורם
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

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, מכטרוניקה, 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 הנדסיים 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 38 חברי סגל אקדמי בכיר, מרצים נספחים, מומחים מהתעשייה וסגל זוטרי המורכב ממשלמים לתארים גבוהים. בפקולה מעבדות מחקר והוראה משוכללות, חוות מחשבים וספרייה 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, פיזיקה, 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 פרויקטים בהם הוא נקרא ליישם ולשלב את לימודיו במקצועות השונים לשם תכנון מערכות ופתרון בעיות מעשיות בתנאים מצויאותיים.

נושאי התמחות בהנדסת מכונות:

אנרגיה: תכן מערכות אנרגיה הכוללות מתקנים לפיתוח מקורות אנרגיה (תאי דלק, אנרגיה רוח, אנרגיה 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.

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.

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

5. 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.
6. תכנית לימודים אישית לסטודנט תיקבע על סמך ייעוץ והנחייה של ראש תוכנית "רעמים".
7. 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.
8. סטודנט שיתקבל לתוכנית יוכל לשמש כעוזר הוראה בשכר במהלך השנה הרביעית.
9. 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.
10. 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

11. סטודנט בתוכנית יוכל בכל שלב לחזור למסלול לימודים רגיל לתואר ראשון. כל הנקודות שצבר ואשר עומדות בדרישות לימודי הסמכה של הפקולטה להנדסת מכונות, יוכרו לתואר הראשון, גם אם לא יתאימו למגמה אותה יבחר.
12. 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.

מכטרוניקה, רובוטיקה, בקרה מערכות דינמיות (רבידים): 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 מכניים, תרמיים, אלקטרו-מגנטיים, 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: הרכה וייצור חלקים עיבוד מכני ופלסטי.

נושאים ייחודיים נוספים שניתן להתמחות בהם:

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

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

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

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

הנדסה ימית: מחקר ופיתוח ותכן מכני של אניות ומבנים ימיים בתחומי התעבורה, תעשיית הביטחון, תעשיית הנפט הימי, 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 מוקצר, 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.

פטורים להנדסאים

הנדסאי בוגר בית-ספר להנדסאים המתחיל את לימודיו בטכניון תוך 5 שנים ממועד סיום לימודי הנדסאי, 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'	תהליכי ייצור	034030
3.5	מבוא לשרטוט הנדסי	034042
3.0	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 נקי (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	234112 או 234111
2.0	בחירה חופשית	
12.5	סה"כ	

* בחירה חופשית
 * מערכות ספרתיות 044145
 * תכן לוגי 234262
 * מותנה בצבירה של 60 נקי (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 נקי.

* בחירה חופשית 6.0
 * מותנה בצבירה של 60 נקי (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 רישיון 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:

מקצועות חובה	110.5 נק'
מגמה ראשית	26.0 נק'
מקצועות בחירה	11.0 נק'
מקצועות בחירה חופשית: 6 נקי העשרה	10.0 נק'
4 נקי חופשיות	

סה"כ 157.5 נקי

על כל סטודנט לקחת פרוייקט גמר בן שני סמסטרים.

סימני זיהוי לקטלוג:

ס'-במידה וייתן 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.

ה	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 1
4	2	-	-	5.0	חדו"א 1מ' 104018
4	2	-	-	5.0	אלגברה 1 מ' 104016
2	2	-	-	3.0	כימיה כללית 125001
2	2	-	-	4.0	מבוא למחשב / שפת C 234112
4	-	-	-	3.0	מבוא למדעי המחשב 234111 או
2	1	-	3	(2.5)	אנגלית טכנית - מתקדמים ב 324033
18	9	-	3	20.0	מבוא יצירתי להנד' מכונ' (בחירה) 035026
15	10	-	4	(22.5)	
ה	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 2
2	2	-	-	3.0	מבוא לשרטוט הנדסי 034042
3	2	-	-	4.0	מכניקת מוצקים 1 034028
4	2	-	-	5.0	חדו"א 2מ' 104022
2	1	-	-	2.5	פיסיקה 1 114051
2	1	-	-	2.5	משוי דיפר' רגילות/ח 104131
-	-	3	-	0.5	מעבדה בכימיה 125013
2	2	-	1	3.5	מבוא להנדסת חומרים מ' 314533
15	10	-	4	1.0	חינוך גופני
ה	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 3
3	2	-	-	4.0	מכניקת מוצקים 2 034029
2	1	-	-	3.5	תהליכי ייצור 034030
2	2	-	-	3.0	אנליזה נומרית מ' 034033
3	2	-	-	4.0	תרמודינמיקה 1 034035
2	1	-	-	2.5	מד"ח ח' 104218
3	1	-	-	3.5	פיסיקה 2 114052
15	9	-	-	20.5	
ה	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 4
2	2	-	-	2.5	שרטוט הנדסי ממוחשב 034043
4	2	-	-	5.0	דינמיקה 034010
3	2	-	-	4.0	תורת הזרימה 1 034013
2	2	-	-	3.0	תכן מכני 1 034015
3	2	-	-	4.0	מערכות ליניאריות 034032
3	1	-	-	3.5	פיסיקה 3 114054
17	9	-	2	22.0	
ה	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 5
3	2	-	-	4.0	מעבר חום 034041
2	2	-	-	3.0	מבוא לבקרה 034040
2	1	-	-	2.5	מבוא למכטרוניקה 034022
1	-	-	2	2.5	פרוייקט תכן לייצור 034371
3	2	-	-	3.5	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה 094480
-	-	3	-	1.5	מעב' לפיסיקה 1 (ניתן להקדים) 114081
11	5	5	2	17.0	

17. 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'	מקצועות חובה פקולטיים
119.5	מקצועות חובה במגמה
13.5	מקצועות בחירה מצומצמת במגמה
(16.0)	
14.5	מקצועות בחירה חופשית: 6 נק' העשרה
(12.0)	4 נק' חופשיות
10.0	
157.5	

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	חובה במגמה
2	1	-	3	2.5	מבוא יצירתי להנד' מכונ' 035026
4	2	-	-	5.0	חדו"א 2/מ1 104018
2	2	-	-	4.0	מבוא למחשב / שפת C 234112
4	2	-	-	5.0	או מבוא למדעי המחשב 234111
2	2	-	-	3.0	אלגברה 1 מ' 104016
4	2	-	-	5.0	כימיה כללית 125001
4	2	-	-	3.0	אנגלית טכנית – מתקדמים ב 324033
18	9	3	22.5		

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	חובה במגמה
2	2	-	-	3.0	מבוא לשרטוט הנדסי 034042
3	2	-	-	4.0	מכניקת מוצקים 1 034028
4	2	-	-	5.0	חדו"א 2/מ2 104022
2	1	-	-	2.5	משו' דיפר' רגילות/ח 104131
3	1	-	-	3.5	פיסיקה 1 מ' 114071
-	-	3	-	0.5	מעבדה בכימיה 125013
2	2	1	-	3.5	מבוא להנדסת חומרים מ' 314533
				1.0	חינוך גופני
16	10	4	23.0		

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	חובה במגמה
3	2	-	-	4.0	מכניקת מוצקים 2 034029
2	1	-	-	3.5	תהליכי ייצור 034030
2	2	-	-	3.0	אנליזה נומרית מ' 034033
3	2	-	-	4.0	תרמודינמיקה 1 034035
2	1	-	-	2.5	מד"ח ח' 104218
-	-	3	-	5.0	פיסיקה 2 ממי' 114075
-	-	3	-	1.5	מעב' לפיסיקה 1 114081
12	8	3	23.5		

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	חובה במגמה
2	2	-	-	2.5	שרטוט הנדסי ממוחשב 034043
4	2	-	-	5.0	דינמיקה 034010
3	2	-	-	4.0	תורת הזרימה 1 034013
2	2	-	-	3.0	תכן מכני 1 034015
3	2	-	-	4.0	מערכות לינאריות 034032
3	1	-	-	3.5	פיסיקה 3 ח' 114073
-	-	3	-	1.5	מעב' לפיסיקה 2 114082
17	9	5	23.5		

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	חובה במגמה
3	2	-	-	4.0	מעבר חום 034041
2	2	-	-	3.0	תכן מכני 2 034016
2	2	-	-	3.0	מבוא לבקרה 034040
2	1	-	-	2.5	מבוא למכטרוניקה 034022
1	1	-	-	2.5	פרוייקט תכן לייצור 034371
2	1	-	-	3.0	תכן הנדסי מתקדם 036041
3	2	-	-	3.5	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה 094480
2	1	-	-	2.0	פרוייקט גמר 1 034...
2	1	-	-	2.5	מבוא לשיטות ניסוי 034044
17	9	2	3	26.0	

סמסטר 6

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

סמסטר 7

39	-	4	-	1.5	מעבדה בשיטות ניסוי 034039
...				2.0	פרוייקט 034...

סמסטר 8

...				2.0	פרוייקט 034...
-----	--	--	--	-----	----------------

סטודנטים מצטיינים עם ממוצע מצטבר של 90 ומעלה יוכלו להחליף את הפרוייקט השנתי **פרוייקט גמר מחקרי** דו-סמסטריאלי בהיקף מוגבר של 7 נקודות. הפרוייקט יבוצע ביחידים, תחת הנחייה של חבר סגל בפקולטה. הרישום לקורס הוא ידני אצל ראש תכנית רעמים.

355	3.0				פרוייקט גמר מחקרי 1 034355
356	4.0				פרוייקט 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
- אנרגיה
- מכניקת חומרים ומיקרומערכות
- ר"בדים (רובוטיקה, בקרה, מערכות דינמיות, מכטרוניקה)
- תכן ייצור ותיב"ם
- אופטיקה

הערה:

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

- תוכנית הלימודים במגמה מתחילה מהסמסטר השני.
- 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.
- דין מגמה זו כדין מגמה ראשית.
- מקצועות בחירה יילמדו החל מסמסטר 5 ומקצועות מוסמכים בסמסטרים 7-8.

		סמסטר 6			
2.5	תכנון תרמו-הידראולי של כורים גרעיניים	035092	2	1	-
2.5	מתקני כוח וחום	035141	2.0	-	-
2.5	מנועי שריפה פנימית	035146	2.5	-	-
2.5	שמושי המחשב בתורת הזרימה	035189	2.5	1	2
3.0	תורת הסיכה ההידרודינמית	036010	2.0	-	-
3.0	מכניקת זורמים אנליטית	036032	1.5	-	-
3.0	תהליכי מעבר בפאן ביני	036038	1.0	-	-
3.0	מבוא להנדסת שריפה	036035	ה	ת'	מ'
2.5	מכניקה ומעבר אוירוסולים	036052	2.5	-	-
3.0	תכן תרמוהידראולי של כורים גרעי	036068	3.0	6	2
3.0	בקרה אקטיבית ופסיבית של זרימה	036074	3.0	-	-
3.0	עקרונות מנועי שריפה פנימית	036082	17.5	3	4
2.5	זיהום אויר	054452	(20.0)	2	4
3.0	טורבינות רוח	086284			

אחד מתוך שלושה:

מקצועות בחירה מצומצמת יש לבחור לפחות שלשה מקצועות מהרשימה

		רשימת מקצועות התכן + פרויקט			
3.0	תכן טורבו מכונות ומנועי סילון 1 + פרויקט בטורבו מכונות 1	034210	2.5	2	2
2.0	תכן טורבו מכונות ומנועי סילון 2 + פרויקט בטורבו מכונות 2	034211	2.5	2	2
2.0	מתקני כוח וחום + פרויקט במתקני כוח וחום 1	035141	3.0	1	1
2.5	טכנולוגיית האנרגיה + פרויקט במתקני כוח וחום 2	035142	2.5	2	2
2.0	תכן מערכות מיזוג אויר וקרור 1 + פרויקט תכן מיזוג אויר וקרור 1	035143	3.0	1	1
2.0	תכן מערכות מיזוג אויר וקרור 2 + פרויקט תכן מיזוג אויר וקרור 2	035144	2.5	2	2
2.0	תורת הרטט	034011	2.5	2	2
2.5	זרימה 2	035035	3.0	1	1
3.0	מערכות תיב"ם 1	035003	2.5	2	2
2.5	מבוא לאמינות	035018	3.0	1	1
3.0	מבוא לתורת האלסטיות	035043	2.5	2	2
3.0	מבוא למער' משולבות חיישנים	035033	3.0	1	1
2.5	כשל חומרים	035034	2.5	2	2
3.0	הידרוסטטיקה של אניות	035044	3.0	1	1
3.0	הידרודינמיקה של אניות	035061	2.5	2	2
2.5	אנליות תהליכי עבוד	035124	2.5	2	2
2.5	מנועי שריפה פנימית	035146	3.5	1	1
3.5	תורת הבקרה	035188	3.5	1	1
3.5	אווירודינמיקה בלתי דחיסה	084311	2.5	2	2
2.5	אווירודינמיקה דחיסה (קדם : 084311)	084312	2.5	2	2
2.5	מכניקת טייס 1 (קדם : 084312)	084220	2.5	2	2
2.5	מכניקת טייס 2	084221	3.0	1	1
3.0	אמצעי הנעה-מנועי סילון	084401	3.0	1	1
3.0	יסודות המבנה האווירונטי	084511			

מגמת רבדים

(רובטיקה, בקרה, מערכות דינמיות, מבטרוניקה)

		חובה במגמה	
2.5	מבוא לרובטיקה	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 רובטים	036026	
3.0	בקרה לא לינארית	036050	

פרוייקט שנתי אחד מהרשימה

4.0	פרוייקט ברובטיקה 1/2	034339/40	
4.0	פרוייקט מבטרוניקה 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 לרובטיקה	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 לאנליות הנדסית	035022	
3.0	מוצרים מבוססי מיקרומעבד מ'	035032	
2.5	הנדסת מיקרומערכות	035040	
3.5	מכניקת מיקרומערכות	035041	
3.0	תכן הנדסי מתקדם	036041	

(1) חובה במגמה.
(2) ניתן לבחור כל פרויקט מרשימת הפרוייקטים הפקולטית.

מגמת אנרגיה

חובה במגמה

2.5	תורת הזרימה 2	035035	
3.5	תרמודינמיקה 2	035091	
4.5	מקצוע תכן + פרי' 1		
4.5	מקצוע תכן + פרי' 2		
15.0			

אחד מהרשימה:

2.5	שיטות מספריות בהנ' מכונות	035013	
3.0	אלמנטים סופיים לאנליות הנדסית	035022	
3.0	שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1	036001	
3.0	שיטות אלמנטים סופיים 1	036015	

אחד מהשלושה:

2.5	זרימה דחיסה	036008	
3.0	מעבר חום ומסה	036009	
3.0	מערכות זורם-חלקיקים	036061	

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	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	בתחום כלכלה וקבלת החלטות	3.0
	034045 החלטות כלכליות	3.0
מגמת תכן ייצור ותיב"ם		
	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	מבוא למערכות ייצור 1	035123
2.5	אנליזת תהליכי עיבוד	035124
2.5	גיאומטריה חישובית 1	036020
3.0	תכן הנדסי מתקדם	036041
3.5	טריבולוגיה	036085
פרוייקט שנתי - אחד מהרשימה		
4.0	פרוייקט במערכות ייצור 1	034335
4.0	פרוייקט תכן מערכות הידראוליות ופנאומטיות 1/2	034305/6
4.0	פרוייקט תיב"ם 1/2	034337/8
6.0	פרוייקט תכן מוצר חדש	034353/4
מעבדה מתקדמת - אחד מהרשימה		
2.5	מעבדה לרובטיקה	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'י הדראוליות ופנאומטיות 1	034205
3.0	תכן מער'י הדראוליות ופנאומטיות 2	034206
2.5	מבוא לרובטיקה	035001
2.5	אוטומציה תעשייתית	035008
2.5	קינמטיקה של מכניזמים	035010
2.5	שיטות מספריות בהנד'י מכונות 1	035013
2.5	קרור וניהול תרמי של רכיבים	035023
3.0	מבוא לתורת האלסטיות	035043
3.0	תכן מוצרים מבוססי מיקרומעבד מ'י	035032
3.0	מבוא למערכות משולבות חיישנים	035033
2.5	ניהול פרויקטים	035046
2.5	תכן משולב אנליזה	035048
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 וביניקה	036084
3.0	טריבולוגיה	036085

036007	תנודות במבנים	3.0
036012	מערכות בקרה לינאריות	3.0
036013	אופטימיזציה של תהליכים	3.0
036024	מערכות מחשב בבקרה +	3.0
036081	התקנים מיקרומכניים	3.0
034418	מעבדה לבקרת מחשב	2.58
036042	דינמיקה של מער'י מסתובבות	2.5
036039	בקרת מבנים	3.0
036063	מידול וזהוי של מערכות תונדות	3.0
036044	ניווט רובוטים	3.0
036047	שערוך ובקרת תהליכים אקראיים	3.0
036048	רטט לא לינארי	3.0
036049	רשתות עצביות	2.5

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

בתחום חומרים		
036060	מידול מרובה סקאלות	3.0
036065	אלקטרו ומגנטו מכניקה	3.0
314309	תהליכי ייצור ועיבוד חומרים	2.5
314310	בחירת חומרים	2.5
314311	חומרים קרמיים	2.5
314312	חומרים פלסטיים	2.5

בתחום מיקרומערכות		
035023	קרור וניהול תרמי של רכיבים	2.5
035033	מבוא למער'י משולבות חיישנים	3.0
035040	הנדסת מיקרומערכות	2.5
036058	מיקרומכניקת מוצקים 1	3.0
035062	אנליזה של מבנים	2.5
036081	התקנים מיקרומכניים	3.0
086901	מערכות מבנים נבונים	3.0
315038	חומרים מיקרואלקטרומכניים	2.5

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

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
3.0	כלכלה וקבלת החלטות	035045*
10.0 – 12.5	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 במכונות

על הסטודנט לצבור לתואר ראשון 157.5 נקודות לפי הפירוט בא:

נק'	מקצועות חובה פקולטיים
117.0	מקצועות חובה במגמה
25.0	מקצועות בחירה מצומצמת במגמה
5.5	מקצועות בחירה חופשית: 6 נק' העשרה
10.0	4 נק' חופשיות
157.5	

חובה פקולטיים + במגמה				
ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
4	2	-	-	5.0
2	2	-	-	4.0
4	2	-	-	5.0
2	2	-	-	3.0
4	-	-	-	3.0
16	8	-	-	20.0

סמסטר 1				
4	2	-	-	5.0
2	2	-	-	4.0
4	2	-	-	5.0
2	1	-	-	2.5
3	1	-	-	3.5
-	-	3	-	0.5
2	2	1	-	3.5
16	10	4	-	22.0

סמסטר 2				
3	2	-	-	4.0
2	1	-	-	3.5
3	2	-	-	4.0
2	1	-	-	2.5
3	1	-	-	2.5
-	-	3	-	1.5
10	6	3	-	20.5

סמסטר 3				
3	2	-	-	4.0
2	1	-	-	3.5
3	2	-	-	4.0
2	1	-	-	2.5
3	1	-	-	2.5
-	-	3	-	1.5
15	7	5	-	20.5

סמסטר 4				
2	2	-	-	2.5
4	2	-	-	5.0
3	2	-	-	4.0
3	2	-	-	4.0
3	1	-	-	3.5
-	-	3	-	1.5
15	7	5	-	20.5

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

בחירה - לפחות שני מקצועות (ניתן לבחור גם ממקצועות הליבה)

מיקרו- רמת התא		
036076	אלקטרוקינטיקה במיקרו ונו זרימה	3.0
336517	ביו-הנדסה של התא	2.5
336021	נוו-חלקיקים בביולוגיה, מכניקה ורא'	2.5
מזו- רקמות ומערכות פיסיולוגיות		
036022	מתא לריקמה	2.5
036084	טריבולוגיה בביולוגיה וביוניקה	3.0
336521	עקרונות הנדסיים של המער' 'הקרדין'	3.0
276011	פיסיולוגיה של מער' הגוף למהנדסים	3.0
336305	זרימה במערכות ביולוגיות	2.0
336502	עקרונות הדמיה ברפואה	2.5

מאקרו- תנועה ניידות ושיקום		
275314	רובוטיקה רפואית	2.0
336520	שתלים אורתופדיים ותחליפי רקמה	2.5
5.0 – 6.5		

בחירה בהנדסת מכונות – לפחות 4 מקצועות

תכן וייצור		
034016	תכן מכני 2	3.0
036041	תכן הנדסי מתקדם	3.0
035124	אנליזת תהליכי עבוד	2.5
034018	פרוייקט תכן מכני 2	2.0
035003	מערכות תיב"ם 1	3.0
034011	תורת הרטט	2.5
אנרגיה, מכניקת זורמים, מעבר חום		
035035	זרימה 2	2.5
036001	שיטות אנליטיות 1	3.0
035091	תרמודינמיקה 2	3.5
036009	מעבר חום ומסה	3.0
036061	מערכות זורם – חלקיקים	3.0

רובוטיקה ובקרה		
035188	תורת הבקרה	3.5
035001	מבוא לרובוטיקה	2.5
035010	קינמטיקה של מכניזמים	2.5
035033	מבוא למערכות משולבות חיישנים	3.0
035039	עבוד אותות	3.0
036044	תכנון תנועת רובוטים וניווט ע"י חיישנים	3.0
036005	דינמיקה אנליטית	3.0
036026	קינמ. דינמיקה ובקרה של רובוטים	2.5
036049	רשתות עצביות	2.5

מכניקת מוצקים ומיקרו-מערכות

				סמסטר 5	
2.5	תורת הרטט	034011			
2.5	פרוייקט אדריכלות ימית 1	034311	4.0	-	2 3
3.0	הידרוסטטיקה של אניות	035044	3.0	-	2 2
3.0	הידרודינמיקה של אניות	035061	3.0	-	2 2
2.5	אדריכלות ימית 1	035063	2.5	-	1 2
3.0	דינמיקה של מבנים ימיים	036027	3.5	-	2 3
2.5	גלי מים	016210	3.5	-	1 3
2.5	הנדסה ימית	016208	19.5	-	2 8 15

				סמסטר 6	
הנדסת פני השטח				2.5	- 2 - 2
2.0	פרוייקט מערכות טריבולוגיות 1	034351	3.0	-	2 2
2.0	פרוייקט מערכות טריבולוגיות 2	034352	3.5	-	1 3
3.5	טריבולוגיה	036085	3.5	-	1 3
3.0	טריבולוגיה בביולוגיה וביוניקה	036084	4.0	-	1 3
3.0	תורת הסיכה ההידרודינמית	036010	(3.5)	-	2 2
3.0	טריבולוגיה עיונית	036031	2.5	-	1 2
3.0	תופעות מעבר בפיני	036038	1.0		
3.0	מכניקת מגע	036062	19.5	-	2 8 17
2.0	תופעות שטח וקולואידים	056166	(19.0)		
2.5	תהליכי גימור וציפויים	315017			

				סמסטר 7	
מכניקה חישובית				1.5	- 4 - -
2.5	שיטות מספריות בהני מכונות 1	035013	2.5	2	- - 1
3.0	אלמנטים סופיים לאנליזה הנד'י	035022	2.0		
2.5	שיטות מספריות 2	035014	3.0		
2.5	שמוש המחשב בתורת הזרימה	035189	3.5	-	1 3
2.5	שיטות וריאציוניות בהנדסת מכונות	035190	2.5	-	1 2
3.0	שיטות אלמנטים סופיים 1	036015	(2.5)	-	1 2
3.0	שיטות אלמנטים סופיים 2	036016	16.0	2	4 2 9

				סמסטר 8	
מערכות דינמיות				4.0	
2.5	תורת הרטט	034011	3.0		
3.0	שיטות אלמנטים סופיים 1	036015	2.0		
3.0	עבוד אותות	035039	3.0	6	
3.0	דינמיקה אנליטית	036005	1.0		
3.0	מידול וזהוי של מערכות תונדות	036063	10.0		
2.5	דינמיקה של מכונות מסתובבות	036042	4.0		
3.0	שיערוך ובקרת תהליכים אקראיים	036047	3.0	6	- 2 2
2.5	רטט לא לניארי	036048	3.0	-	1 2

				מקצועות בחירה	
מערכות מכניות לטכנולוגיה עילית				2.5	- - 1 2
2.5	קרו ונהול תרמי של רכיבים אלק'	035023	3.0	6	- 2 2
3.0	התקנים מיקרומכניים	036081	3.0	-	1 2
2.5	תהליכי חיבור של חומרים	314316	3.0		
2.0	חומרים למערכות מיקרו-אלק'	315028	3.0		
2.5	תכונות חומרים אלקטרוניים	315030	3.0		

				מחשב חומרה	
3.0	מערכות ספרתיות	044145	2.5		

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.

הנדסה ימית

גולת הכותרת של הלימודים במגמה – הכנת תכנית למסחר טכנולוגיה.
המגמה פתוחה לסטודנטים בלימודי הסמכה בפקולטה החל מסמסטר 5 ללימודים.

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 תעשייתיים, מערכות סינון גזים, אוירוסולים תעשייתיים 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 לינארית, בקרה לא לינארית, 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 לינאריות וכאטיות, מערכות דינמיות עם פיגורי זמן, רטט לא לינארי, תנודות במבנים. דינמיקה היברידיית 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, אלקטרו-מכניקה, מגנטו-מכניקה, מיקרו-אקטואטורים, מדידות תכונות מכניות ברמת המיקרו והננו, תרמואלסטיות במיקרו-מערכות.

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.

- 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 למסחר טכנולוגיה (094813) - 3 נ"ז

שימו לב: שלושת הקורסים הבאים מהווים קדם לפרויקט:

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

ב. היבטים משפטיים ופיננסיים 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
- נושאים מתקדמים בניהול (096809) בנושא: יזמות חברתית 3.5 נ"ז
- מדע בתקשורת: תיאוריה ומעשה (216117) 2 נ"ז

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 בתכנית ללא תזה לתארים "מגיסטר להנדסה בהנדסת מכונות" ו-"מגיסטר להנדסה" מתבקשים לציין זאת על גבי בקשת המועמדות.

תנאי הקבלה

קבלת סטודנטים לכל תכנית 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 התמחות.

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 בידיעון הטכניון.
- הגשת חיבור על מחקר או פרויקט הנדסי בהיקף רחב.
- הגנה על החיבור בפני ועדת בוחנים.

סטודנט בתוכנית מגיסטר ללא תזה - 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>

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, טכנולוגיית ייצור אב טיפוס, מערכות הדמיה ואנליזה עבור יישומים הנדסיים ורפואיים. מודל ר-סקאלי לייצוג וחישוב מכני של גופי מיקרו-מקרו. מודלים הקשורים למחזור החיים של המוצר PLM Engineering, אלגוריתמים מבוססי היוריסטיקה למחזור החיים של המוצר. מודלים ובקרה של מערכות ייצור והרכבה. שיטות לפתרון מערכות אילוצים גיאומטריים ויישומיהן ההנדסיים. אלגוריתמים מקבילים לפתרון בעיות גיאומטריות.

הנדסה אופטית

מדעי האופטיקה, נוואופטיקה, מערכות אופטיות, אופטיקה לא קוונטציונלית, לייזרים, עיצוב והמרה של קרינה תרמית.

אמינות

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

הנדסת פני-שטח

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

הנדסה ימית

תכן בסביבה ימית: הידרו-דינאמיקה של גלים ומבנים ימיים, אדרכילות ימית של כלי שיט, 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.

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 שהשיגהם 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:**

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

מידע נוסף

מזכירות תארים מתקדמים בפקולטה, טל. 04-8293189
אתר הפקולטה להנדסת מכונות
<http://meeng.technion.ac.il>
<http://eeng.technion.ac.il>