

# הפקולטה להנדסת מכונות

## חברי הסגל האקדמי

דיקן הפקולטה  
אולג גנדלמן

**פרופסורים**  
אורון אלכסנדר  
אילתה דוד  
בוכר יצחק  
בן-חיים יעקב  
גוטליב עודד  
גנדלמן אולג  
גרינבלט דוד  
הלוי יורם  
וולף אלון  
זוסמן איל  
חסמן ארז  
מירקין לאוניד  
פישר ענת  
פרנקל סטיבן  
ריטל דניאל  
שהם משה  
שילה דורון

**פרופסורים חברים**  
אור יזהר  
ברקוביץ מורן  
גבלי ספי  
גת אמיר  
דרימר נתאי  
זקסנהויז מרים  
יוסיפון גלעד  
כרמון טל  
מרדכי דן  
סטרוסבצקי יולי  
צליל שלי  
רוטשילד כרמל  
רימון אילון

**פרופסורים משנים**  
אוסובסקי שמואל  
סאס מתי  
שמואל גל

**מרצה בכיר**  
הקסנר דניאל  
ואן האוט רנה

**חבר מחקר בכיר**  
טרטקובסקי לאוניד

**פרופסורים אמריטי**  
אדלר דן  
אלטוס אלי  
אליאס עזרא  
בודנר סול  
בראון שמעון  
בר-יוסף פנחס  
גוטמן שאול  
גוטפינגר חיים  
גרוסמן גרשון  
דגני דוד  
דיין יהושע  
הבר שמעון  
וולברג ג'ון  
ליפשיץ יעקב  
לנץ אהוד  
סולן אלכסנדר  
עציון יצחק  
פלמור זלמן  
רובין מיילס  
רותם אסא  
שיצר אברהם  
שפיטלני משה  
שפירא מיכאל  
תירוש יהודה

**חברי סגל גימלאים**  
בר אברהם  
כץ ראובן  
נבון אורי  
וייס מנחם

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 היא התורמת העיקרית לרמתם הגבוהה של מהנדסי המכונות בתעשייה ובמוקדי המחקר והפיתוח במדינת ישראל. את בוגרי הפקולטה להנדסת מכונות ניתן למצוא בתפקידים הבכירים ביותר בתעשייה, בתעשיות עתירות הידע (היי-טק), ובתעשייה 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 זוטרי המורכב ממשתלמים 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 רכיבים אלקטרו-מכניים, בממדים של מיקרו ואפילו ננו-מטר, רובוטים אוטונומיים, מיכשור ורובוטים רפואיים, מערכות אופטיות, התקנים ומכשירי עזר לבעלי מוגבלות ולצרכים רפואיים.

## 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 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 אוויר) ובקרת זיהום אוויר, 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 (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, חומרים ומחשבים. תכנון ואנליזה של מערכות המשוב הדרושות בכל מערכת מתקדמת.

## תיאור היחידה

מקצוע הנדסת המכונות נעזר בעקרונות מדעיים וטכנולוגיים לתכנון מערכות ומוצרים. לדוגמא: מכונות ומערכות ייצור אוטומטיות, רובוטים במערכי הרכבה, ייצור, אכסון ושירות וכאלה העוזרים בניתוחים רפואיים, כלי רכב, מטוסים וספינות, מערכות בקרה והנחיה, תחנות כוח לייצור אנרגיה בעזרת גז פחם ורוח. גם כאלה שהן ידידותיות לסביבה.

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.

- 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 יהיה 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 שלב 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 ההסמכה 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 ההסמכה 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.

**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: הרכבה וייצור חלקים עיבוד מכני ופלסטי.

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

**הנדסה אופטית במכונות:** לימוד מעמיק באופטיקה פיזיקלית, אינטראקציה של אור עם חומר, פיתוח ומחקר של מערכות אופטיות מורכבות כגון לייזרים, מערכות הדמייה ורכיבים אופטיים ננומטרים משולבים המותאמים לתעשיית ההיי-טק.

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

#### 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 הממוצעת עד תום הסמסטר השלישי ללימודים.
2. ממוצע ציונים (מצטבר) של 90 לפחות.
3. הקבלה לתוכנית תיעשה דרך מזכירות לימודי ההסמכה ובאישור מרכז לימודי ההסמכה בפקולטה להנדסת מכונות.
4. וועדת לימודי ההסמכה תשקול בקשות של סטודנטים שלא עומדים באחד מהתנאים הנ"ל.

#### ב. תכנית הלימודים

5. תכנית 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

## תוכנית לימודים

### פטורים להנדסאים:

פטורים להנדסאים הנדסאי בוגר בית-ספר להנדסאים המתחיל את לימודיו בטכניון תוך 6 שנים ממועד סיום לימודי ההנדסאי, יוכל לקבל זיכוי על סמך לימודיו והישגיו כדלקמן:  
 א. קיבל תעודה המעידה על סיום לימודיו.  
 ב. פטור יתקבל על סמך מקצועות בהם ציוני הסטודנט בתעודה מועל 80, באישור סגן הדיקן לענייני סטודנטים.

על הסטודנט לצבור 157.5 נקודות לפי הפרוט הבא:

111.5	מקצועות חובה
26.0 נק'	מגמה ראשית
10.0	מקצועות בחירה
10.0 נק'	מקצועות בחירה חופשית: 6 נק' העשרה
	4 נק' חופשיות
<b>157.5 נק'</b>	<b>סה"כ</b>

על כל סטודנט לקחת פרויקט גמר בן שני סמסטרים.

סימני זיהוי לקטלוג:

ס'-במידה וינתן 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 אופטיית) שונה החל מהסמסטר הראשון כמפורט בתכניות המגמות הללו.

ה	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 1
4	2	-	-	5.0	104018 חדו"א 1מ'
4	2	-	-	5.0	104016 אלגברה 1 מ'
2	2	-	-	3.0	125001 כימיה כללית
2	2	-	-	4.0	234128 שפת פייתון
4	-	-	-	3.0	324033 אנגלית טכנית מתקדמים ב
2	1	3	(2.5)	035026 מבוא יצירתי להנד' מכוני (בחירה)	
18	9	3	20.0	(22.5)	

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

ה	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 3
3	2	-	-	4.0	034029 מכניקת מוצקים 2
2	2	-	-	2.5	034043 שרטוט הנדסי ממוחשב
2	2	-	-	3.0	034033 אנליזה נומרית מ'
3	2	-	-	4.0	034035 תרמודינמיקה 1
2	2	-	-	3.0	104228 מד"ח מ'
3	1	-	-	3.5	114052 פיזיקה 2
15	10	2	20.0		

ה	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 4
2	1	3	-	3.5	034030 תהליכי ייצור
4	2	-	-	5.0	034010 דינמיקה
3	2	-	-	4.0	034013 תורת הזרימה 1
2	2	-	-	3.0	034015 תכן מכני 1
3	2	-	-	4.0	034032 מערכות ליניאריות
14	8	3	19.5		

ה	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 5
3	2	-	-	4.0	034041 מעבר חום
2	2	-	-	3.0	034040 מבוא לבקרה
2	1	-	-	2.5	034022 מבוא למכטרוניקה
1	-	-	2	2.5	034371 פרויקט תכן לייצור
3	2	-	-	4.0	094481 מבוא להסתברות וסטטיסטיקה
-	-	3	-	1.5	114081 מעב' לפיזיקה 1 (ניתן להקדים)
3	1	-	-	3.5	114054 פיזיקה 3(ניתן להקדים)
14	8	3	2	21.0	

### 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".



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

נק'	
120.5	מקצועות חובה פקולטיים
13.5	מקצועות חובה במגמה
16	
13.5	מקצועות בחירה מצומצמת במגמה
(12.0)	
10.0	מקצועות בחירה חופשית: 6 נק' העשרה
	4 נק' חופשיות
157.5	

חובה במגמה				
ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
<b>סמסטר 1</b>				
2	1	-	3	2.5
4	2	-	-	5.0
2	2	-	-	4.0
4	2	-	-	5.0
2	2	-	-	3.0
4	-	-	-	3.0
18	9	-	3	22.5

סמסטר 2				
ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
2	2	-	-	3.0
3	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	-	23.0

סמסטר 3				
ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
3	2	-	-	4.0
2	2	-	2	2.5
2	2	-	-	3.0
3	2	-	-	4.0
2	2	-	-	3.0
-	-	3	-	5.0
-	-	-	3	1.5
12	8	5	-	23.0

סמסטר 4				
ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
2	1	3	-	3.5
4	2	-	-	5.0
3	2	-	-	4.0
2	2	-	-	3.0
3	2	-	-	4.0
3	1	-	-	3.5
-	-	3	-	1.5
17	10	6	-	24.5

סמסטר 5				
ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
3	2	-	-	4.0
2	2	-	-	3.0
2	2	-	-	3.0
2	1	-	-	2.5
1	1	-	2	2.5
2	1	-	3	3.0
3	2	-	-	4.0
2	1	-	-	3.0
2	1	-	-	2.5
17	11	3	-	27.5

סמסטר 6				
ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
2	1	-	-	2.5
2	1	-	-	2.5
2	1	-	-	(2.5)

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
2	1	-	-	2.5
2	1	-	-	2.5
-	-	3	-	1.5
4	2	3	-	1.0
4	2	3	-	7.5

סמסטר 7				
ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
-	-	4	-	1.5
-	-	-	-	3.0

סמסטר 8				
ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
3	0	-	-	3.0

סטודנטים יוכלו לבצע את הפרויקט השנתי **פרויקט גמר מחקרי** דו-סמסטריאלי. (באישור מנחה בלבד). הפרויקט יבוצע ביחידים, תחת הנחייה של חבר סגל בפקולטה.

034...	פרויקט גמר מחקרי 1	3.0
034...	פרויקט גמר מחקרי 2	3.0

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 ראשיות<sup>1</sup>**
- תכן מוגברת ו"ברקים"
  - ביומכניקה
  - אנרגיה<sup>2</sup>
  - מכניקת חומרים ומיקרומערכות
  - רובדים (רובוטיקה, בקרה, מערכות דינמיות, מכטרוניקה)
  - תכן ייצור ותיב"ם
  - אופטיקה
  - הנדסה ימית

**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).

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.
- בהתאם לנוהל הקיים, יוכרו מקצועות לימודי מוסמכים רק לאחר שהסטודנט יתקבל לבי"ס ללימודי מוסמכים עפ"י הקריטריונים המקובלים.

2.5	החלטות כלכליות	034045	3.0 (**)	פרויקט גמר 2	034...
2.5	כלכלה הנדסית	או 014603	1.5	מעבדה בשיטות ניסוי	034039
2.5	קרוור ונהול תרמי של רכיבים אלק'	035023	1.0	חינוך גופני	
2.5	זרימה ותרמודינמיקה של טורבו מכונות	035028		<b>אחד מתוך שלושה:</b>	
3.0	מבוא למערי' משולבות חיישנים	035033	2.5	שיטות מספריות בהג. מכונות	035013
3.0	קריאוגניקה	035045	3.0	אלמנטים סופיים לאנליזה הנד'	035022
3.0	אנרגיה בת קיימא	035053	3.0	שיטות אלמנטים סופיים 1	036015
2.5	מתקני כוח וחום	035141	14.0		
3.0	תורת הסיכה ההידרודינמית	036010	(18.0)		
3.0	מכניקת זורמים אנליטית	036032			
3.0	תהליכי מעבר בפאן ביני	036038			
3.0	מבוא להנדסת שריפה	036035			
2.5	מכניקה ומעבר אוירוסולים	036052	2.5		
3.0	בקרת פליטת מזהמים מכלי רכב	036079	2.5		
3.0	אלקטרוקינטיקה בנוו ומיקרו זרימה	036076	3.0		
3.0	תכן תרמוהידראולי של כורים גרע'	036068	2.5		
3.0	בקרה אקטיבית ופסיבית של זרימה	036074	3.0		
3.0	עקרונות מנועי שריפה פנימית	036082	2.5		
3.0	מערכות הנעה רכב מתקדמות	036080	3.0		
3.0	בקרת רכב	036094	2.5		
3.0	מערכות זרימה אלקטרוכימיות	036096	2.5		
2.5	זיהום אויר	054452	3.5		
3.0	טורבינות רוח	086284	2.5		

**מקצועות בחירה מצומצמת**

**יש לבחור לפחות שלשה מקצועות מהרשימה**

(ניתן לבחור מקצועות אחרים שאינם ברשימה באישור יועץ המגמה)

034011	תורת הרטט	2.5
035035	זרימה 2	2.5
035003	מערכות תיב"ס 1	3.0
035018	מבוא לאמינות	2.5
035043	מבוא לתורת האלסטיות	3.0
035033	מבוא למערי' משולבות חיישנים	3.0
035034	כשל חומרים	2.5
035044	הידרוסטטיקה של אניות	3.0
035061	הידרודינמיקה של אניות	3.0
035124	אנליזת תהליכי עבוד	2.5
035146	מנועי שריפה פנימית	2.5
035188	תורת הבקרה	3.5
084220	מכניקת טייס 1 (קדם: 084312)	2.5
084221	מכניקת טייס 2	2.5
084311	אווירודינמיקה בלתי דחיסה	3.5
084312	אווירודינמיקה דחיסה (קדם: 084311)	2.5
084401	אמצעי הנעה-מנועי סילון	3.0
084511	יסודות המבנה האווירונטי	3.0

(\*) חובה במגמה.

(\*\*) ניתן לבחור כל פרויקט מרשימת הפרוייקטים הפקולטית.

**מגמת רבדים**

**(רובטיקה, בקרה, מערכות דינמיות, מכטרוניקה)**

**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 רובוטים	036026
3.0	בקרה לא לינארית	036050

**פרוייקטים אחד מהרשימה<sup>2</sup>**

6.0	פרויקט הנדסי 1,2	034...
6.0	פרויקט מחקרי 1,2	034...
6.0	פרויקט תכן מוצר חדש 1,2	034353/4

**מבוססי מעבדה – לפחות אחד מהרשימה**

3.0	מוצרים מבוססי מיקרו-מעבד מ'	035032
2.5	מעבדה לרובטיקה	034401
2.5	מעבדה לבקרה	034406

22.5-24

**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
3.0	דינמיקה של מערי' מסתובבות	036042
3.0	בקרת מבנים	036039

**מגמת אנרגיה**

**חובה במגמה**

035035	תורת הזרימה 2	2.5
035091	תרמודינמיקה 2	3.5

**אחד מהרשימה:**

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

**אחד מהרשימה:**

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

**רשימת מקצועות התכן + פרויקט**

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
035053	אנרגיה מתחדשת ובת-קיימא	3.0
035146	מבוא למנועי שריפה פנימית	2.5

**פרוייקטים אחד מהרשימה<sup>1</sup>**

034.....	פרויקט הנדסי 1,2	6.0
034.....	פרויקט מחקרי 1,2	6.0

**בחירה במגמה**

034410	מעב. מתקדמת לאנרגיה	2.5
034411	מעב. מתקדמת למנועי שריפה	2.5
034420	מעב. מתקדמת באנרגיה מתחדשת	2.5

<sup>2</sup> נושא הפרוייקט יהיה בתחום רבדים באישור ראש המגמה

<sup>1</sup> נושא הפרוייקט יהיה בתחום האנרגיה באישור ראש המגמה

2.5	החלטות כלכליות	034045	3.0
<b>מגמת תכן ייצור ותיב"ם</b>			
נק'	חובה במגמה		
2.5	תורת הרטט	034011	3.0
3.0	תכן מכני 2	034016	3.0
3.0	מערכות תיב"ם 1	035003	2.5
<b>לפחות שלושה מהרשימה</b>			
2.5	מבוא לאמינות	035018	3.0
3.0	אלמנטים סופיים לאנליזה הנדסית	035022	2.5
2.5	תכן משולב אנליזה	035048	3.0
2.5	מבוא למערכות ייצור 1	035123	2.5
2.5	אנליזת תהליכי עיבוד	035124	3.5
2.5	גיאומטריה חישובית 1	036020	6.0
3.0	תכן הנדסי מתקדם	036041	6.0
<b>פרויקט שנתי - אחד מהרשימה<sup>4</sup></b>			
6.0	פרויקט הנדסי 1,2	034.....	6.0
6.0	פרויקט מחקרי 1,2	034.....	6.0
6.0	פרויקט תכן מוצר חדש 1,2	034353/4	6.0
<b>מעבדה מתקדמת - אחת מהרשימה</b>			
2.5	מעבדה לרובוטיקה	034401	3.0
2.0	מעבדה מתקדמת בתיב"ם	034404	3.0
2.0	מעבדה למערכות ייצור	034413	20.5
24-			
25.5			

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
036087	דינמיקה היברידית	3.0
036092	בקרת תנועה ביולוגית	3.0

**מגמת מכניקת חומרים ומיקרומערכות**

<b>חובה במגמה</b>			
034011	תורת הרטט	2.5	
035043	מבוא לתורת האלסטיות*	3.0	
035034	כשל חומרים*	2.5	
035041	מכניקת מיקרומערכות*	3.5	
<b>פרויקט שנתי - אחד מהרשימה<sup>3</sup></b>			
034....	פרויקט הנדסי 1,2	6.0	
034....	פרויקט מחקרי 1,2	6.0	
034353/4	פרויקט תכן מוצר חדש 1,2	6.0	
<b>אחד מתוך השניים:</b>			
035022	אלמנטים סופיים לאנליזה הנד' #*	3.0	
036015	שיטות אלמנטים סופיים 1	3.0	

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

<b>בחירה</b>			
2.5	החלטות כלכליות	034045	2.5
3.0	תכן מער' הדראוליות ופנאומטיות 1	034205	2.5
3.0	תכן מער' הדראוליות ופנאומטיות 2	034206	2.5
2.5	מבוא לרובוטיקה	035001	2.5
2.5	אוטומציה תעשייתית	035008	2.5
2.5	קינמטיקה של מכניזמים	035010	3.0
2.5	שיטות מספריות בהנד' מכונות 1	035013	3.0
2.5	מערכות רכב 1	035016	3.0
2.5	מערכות רכב 2	035017	3.0
2.5	קרור וניהול תרמי של רכיבים	035023	3.0
2.5	טריבולוגיה שימושית	035024	3.0
2.5	כשל חומרים	035034	3.0
3.0	מבוא לתורת האלסטיות	035043	3.0
3.0	תכן מוצרים מבוססי מיקרומעבד מ'	035032	3.0
3.0	מבוא למערכות משולבות חיישנים	035033	3.0
2.5	ניהול פרויקטים	035046	3.0
3.5	תכנון מערכות אופטיות	035050	3.0
3.5	תכן אופטומכני	035051	3.0
2.5	אנליזה של מבנים	035062	3.0
3.5	תורת הבקרה	035188	3.0
2.5	מבוא לתכן מכני של מערכות אלקטרו.	035197	3.0
3.0	מכניקת השבר	036004	3.0
3.0	סיכה הידרודינמית	036010	3.0
2.5	מבוא למערכות ייצור 2	036029	3.0
3.0	טריבולוגיה עיונית	036031	2.5
3.0	גיאומטריה חישובית ומודלים בתיב"ם 2	036045	2.5
2.5	רשתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה	036049	2.5
3.0	מכניקת מגע	036062	2.5
2.0	התקנים מיקרומכניים	036081	2.5

<b>בתחום מכניקה</b>			
035013	שיטות מספריות בהנד' מכונות 1	2.5	
035024	טריבולוגיה שימושית	2.5	
035062	אנליזה של מבנים	2.5	
035124	אנליזת תהליכי עבוד	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	
036031	טריבולוגיה עיונית	3.0	
036048	רטט לא לינארי	3.0	
036062	מכניקת מגע	3.0	
036063	מידול, זיהוי וניסוי במע' מכניות תונדות	3.0	
036069	תרמואלסטיות	3.0	
036093	מכניקה של חומרים מרוכבים	3.0	
085531	יציבות מבני אויר וחלל	3.0	
086576	תורת האלסטיות	3.0	
086901	מערכות מבנים נבונים	3.0	

<b>בתחום חומרים</b>			
036088	ננומכניקה חישובית של מוצקים	3.0	
036065	אלקטרו ומגנטו מכניקה	3.0	
036071	ביומכניקה של תאים ומולקולות	3.0	
314309	תהליכי יצור ועיבוד חומרים	2.5	
314310	בחירת חומרים	2.5	
314311	חומרים קרמיים	2.5	
314312	חומרים פלסטיים	2.5	

<b>בתחום מיקרומערכות</b>			
035023	קרור וניהול תרמי של רכיבים	2.5	
035033	מבוא למער' משולבות חיישנים	3.0	
036058	מיקרומכניקת מוצקים 1	3.0	
035062	אנליזה של מבנים	2.5	
036081	התקנים מיקרומכניים	2.0	
086901	מערכות מבנים נבונים	3.0	
315038	חומרים מיקרואלקטרומכניים	2.5	

**בתחום כלכלה וקבלת החלטות**

<sup>4</sup> נושא הפרויקט יהיה בתחום התכן באישור ראש המגמה

<sup>3</sup> נושא הפרויקט יהיה בתחום ממי"ס באישור ראש המגמה

**מגמת ביומכניקה**

**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
3.0	זרימה ותופעות מעבר והתקנים מיקרוניים	036086

111.5

36.0

10.0

157.5

על הסטודנט לצבור 157.5 נקודות לפי הפרוט הבא:

**מקצועות חובה פקולטיים**

**מגמה ראשית**

מקצועות בחירה חופשית: 6 נק' העשרה

4 נק' חופשיות

**חובה במגמה**

יש ללמוד את המקצועות היסוד לפני / במקביל לשאר מקצועות במגמה  
274001 מבוא לאנטומיה מיקרוס'  
ומאקרוס'

134058

ביומכניקה 1

או:

134127 נושאים בביומכניקה

**מקצועות ליבה: לפחות שלושה מהרשימה**

036071 ביומכניקה של תאים ומולקולות

036072 קינמטיקה של מערכות ביומכניות

036090 חישה מכנית ע"י תאים ביומכניים

036092 בקרת תנועה ביומכנית

134019 מבוא לביומכניקה ואנטומיולוגיה

336537 ביופיזיקה וניורופיזיולוגיה

**אחד מהרשימה:**

035013 שיטות מספריות בהנד' מכונות 1

035022 אלמנטים סופיים לאנליזה הנד'

036015 שיטות אלמנטים סופיים 1

**אחד מהרשימה<sup>5</sup>:**

034..... פרויקט הנדסי 1,2

034..... פרויקט מחקר 1,2

034353/4 פרויקט תכן מוצר חדש

23.0 – 20.0

**רובוטיקה ובקרה**

3.5	תורת הבקרה	035188
2.5	מבוא לרובוטיקה	035001
2.5	קינמטיקה של מכניזמים	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
3.0	תרמו מכניקה של חומרים	036095

**כלכלה וקבלת החלטות**

2.5	החלטות כלכליות	034045*
-----	----------------	---------

7.5-10.0

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

**מגמת הנדסה אופטית**

על הסטודנט לצבור לתואר ראשון 157.5 נקודות לפי הפרוט בא:

נק'

112.5

30.5

4.5

10.0

157.5

**מקצועות חובה פקולטיים**

**מקצועות חובה במגמה**

**מקצועות בחירה מצומצמת במגמה**

**מקצועות בחירה חופשית: 6 נק' העשרה**

**4 נק' חופשיות**

**חובה פקולטיים + במגמה**

**סמסטר 1**

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
4	2	-	-	5.0
2	2	-	-	4.0
4	2	-	-	5.0
2	2	-	-	3.0
4	2	-	-	3.0
16	8	-	-	20.0

**סמסטר 2**

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
2	2	-	-	3.0
3	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

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

**מיקרו-רמת התא**

036064	זרימה והסעה בהתקנים מיקרוניים
036076	אלקטרוקינטיקה במיקרו וננו זרימה
336517	ביו-הנדסה של התא
336021	ננו-חלקיקים בביומכניקה, מכניקה ורוא'

**מזו-רקמות ומערכות פיסיולוגיות**

036022	מתא לריקמה
036032	מכניקת זורמים אנליטית
336521	עקרונות הנדסיים של המער 'הקרדיו'
276011	פיסיולוגיה של מער' הגוף למהנדסים
336305	זרימה במערכות ביומכניות
336502	עקרונות הדמיה ברפואה
336529	הנדסת רקמות ותחליפים ביומכניים

**מאקרו-תנועה ניידות ושיקום**

336520	שתלים אורתופדיים ותחליפי רקמה
--------	-------------------------------

6.5 – 5.0

**בחירה בהנדסת מכונות – לפחות 3 מקצועות**

**תכן וייצור**

034016	תכן מכני 2
035003	מערכות תיב"ם 1
035048	תכן משולב אנליזה
034011	תורת הרטט

<sup>5</sup> נושא הפרויקט יהיה בתחום ביומכניקה באישור ראש המגמה

3.0	6	-	2	2	אלמנטים סופיים לאנליזה הנד' 035022
3.0	-	-	1	2	מכניקה קוונטית (ניתן בסמסטר אביב) 046241
3.0			1	2	פיזיקה של מצב מוצק ח' 046129
3.0			1	2	ליזרים של מל"מ 046851
1.0				2	יזמות 1 324864
3.0	1	2	2	2	עיבוד תמונות ואותות במחשב 236327
2.5	1	2	2	2	אופטיקה לינארית ויישומית 2 036055
2.5	1	2	2	2	ננואופטיקה 036070
5.0	2	4			פיזיקה קוונטית 1 (ניתן באביב) 115203

### מגמת הנדסה ימית

#### חובה במגמה (כולל פרויקט שנתו)

3.0					הידרוסטטיקה של אניות 035044
3.0					הידרודינמיקה של אניות 035061
2.5					אדריכלות ימית 1 035063
3.0					מערכות כלי שיט 035049
2.5					אנליזה של מבנים פרויקט שנתי- אחד מהרשימה <sup>7</sup> 034.....
6.0					פרויקט הנדסי 1,2 034.....
6.0					פרויקט מחקרי 1,2 034.....
6.0					פרויקט תכן מוצר חדש 034353/4
20.0					

#### בחירה במגמה

2.5					גלי מים 016210
3.0					דינמיקה של מבנים ימיים 036027
3.0					תכן ואנליזה של מבנים מתקדמים 034011
2.5					תורת הרטט 034011
3.0					מבוא לתורת האלסטיות 035043
3.0					מכניקת חומרים מרוכבים 036093
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
2.5					ביצוע פרויקטים, ניהול ומנהיגות 014616
2.5					מבוא לאמינות של מע' מכניות 035018
3.0					שיטות פער ידע 036057
2.5					ניהול פרויקטים 035046
2.0					החלטות אתגרים השלכות 036083
2.5					מבוא לניהול פיננסי 094564
3.5					חשבונאות פיננסית וניהולית 094821
2.0					סיכויי פער-ידע בפרויקטים 096131

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	
3	2	-	-	4.0	מכניקת מוצקים 2 034029
2	-	2	-	2.5	שרטוט הנדסי ממוחשב 034043
3	2	-	-	4.0	תרמודינמיקה 1 034035
3	2	-	-	4.0	מד"ח וטורי פורייה 104223
-	-	-	-	5.0	פיזיקה 2 ממ' 114075
-	-	3	-	1.5	מעב' לפיזיקה 1 114081
11	7	3	-	21.0	

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	
2	1	-	-	3.5	תהליכי יצור 034030
4	2	-	-	5.0	דינמיקה 034010
3	2	-	-	4.0	תורת הזרימה 1 034013
3	2	-	-	4.0	מערכות לינאריות 034032
2	2	-	-	3.0	תכן מכני 1 034015
-	-	3	-	1.5	מעב' לפיזיקה 2 114082
15	7	5	-	21.0	

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	
3	2	-	-	4.0	מעבר חום 034041
2	2	-	-	3.0	מבוא לבקרה 034040
2	2	-	-	3.5	*פיזיקה 3 ח או מכניקה אנליטית 114101 114073
3	2	-	-	4.0	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה 094481
3	1	-	-	4.0	או מבוא להסתברות ח 3.5 104034
3	1	-	-	3.5	גלים 114086
3	1	-	-	3.5	מערכות אופטיות 035050
15	8	2	-	21.5	

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	
2	2	-	-	2.5	מבוא לשיטות ניסוי 034044
3	2	-	-	4.0	תכן אופטומכני 035051
2	2	-	-	3.5	אופטיקה לינארית ויישומית 1 035198
3	1	-	-	4.0	שדות א"מ 044140
2	2	-	-	-	אלקטרומגנטיות ואלקטרודינמיקה 114246 או *מקצוע בחירה מצומצמת במגמה 1 2.5
8	4	2	-	16.5	

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	
-	-	4	-	1.5	מעבדה בשיטות ניסוי 034039
1	-	-	-	2.5	פרויקט תכן לייצור 034371
2	2	-	-	3.0	אנליזה נומרית מ 034033
-	-	-	-	2.0	מקצוע בחירה מצומצמת במגמה 044339
3	1	-	-	3.0	פוטוניקה וליזרים או 116041
3	1	-	-	3.5	פיזיקה של לייזרים ואופ' קוונטית 034022
2	1	-	-	2.5	מבוא למכטרוניקה אחד מהרשימה <sup>6</sup> 034.....
-	-	-	-	3.0	פרויקט הנדסי 1 034.....
-	-	-	-	3.0	פרויקט מחקרי 1 034.....
-	-	-	-	3.0	פרויקט תכן מוצר חדש 1 034353
8	4	4	2	17.5	

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	
-	-	6	-	2.5	מעבדה באופטיקה או מעבדה במדידות אופטיות 114208 034421
-	-	-	-	2.5	הנע חשמלי 034034
-	-	-	-	3.0	אחד מהרשימה <sup>6</sup> 034.....
-	-	-	-	3.0	פרויקט הנדסי 2 034.....
-	-	-	-	3.0	פרויקט מחקרי 2 034.....
-	-	-	-	3.0	פרויקט תכן מוצר חדש 2 035354
-	-	6	-	8.0	
2	1	-	-	2.5	מקצועות בחירה מצומצמת במגמה (4.5 נק') תורת הרטט 034011

<sup>7</sup> נושא הפרויקט יהיה בתחום הנדסה אופטית באישור ראש המגמ

<sup>6</sup> נושא הפרויקט יהיה בתחום הנדסה אופטית באישור ראש המגמה



ההתמחות תוענק תעודה חתומה על ידי דיקן לימודי הסמכה המאשרת כי השלים בהצלחה את המגמה המשנית.

## הנדסת פני השטח

036010	תורת הסיכה ההידרודינמית	3.0
036031	טריבולוגיה עיונית	3.0
036038	תופעות מעבר בפן ביני	3.0
036062	מכניקת מגע	3.0
056166	תופעות שטח וקולואידים	2.0
315017	תהליכי גימור וציפויים	2.5

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

**פרויקט ביזמות: הכנת תוכנית עסקית מלאה למסחר טכנולוגי (094815) - 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) 2.5 נ"ז

- יזמות ופיתוח טכנולוגיות רפואיות (276004) 2 נ"ז

- ניהול חדשנות בארגונים (096817) 2 נ"ז

- יזמות חברתית (096807) 3.5 נ"ז

- תקשורת המדע (216117) 2.5 נ"ז

- פרויקט שנתי בה. תוכנה- שלב א' (234311) 3 נ"ז

- יזמות בהנדסה ביו-רפואית (336543) 2 נ"ז

- חדשנות פתוחה בהנ. כימית (056393) 2 נ"ז

- יזמות וקניין רוחני (096815) 3 נ"ז

## מכניקה חישובית

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

## מערכות דינמיות

034011	תורת הרטט	2.5
036015	שיטות אלמנטים סופיים 1	3.0
035039	עבוד אותות	3.0
036005	דינמיקה אנליטית	3.0
036007	תנודות במבנים	3.0
036063	מידול וזהוי של מערכות תונדות	3.0
036042	דינמיקה של מכונות מסתובבות	2.5
036047	שיערוך ובקרת תהליכים אקראיים	3.0
036048	רטט לא לניארי	2.5
036087	דינמיקה היברידית במערכות מכניות	3.0

## מערכות מכניות לטכנולוגיה עילית

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

## מחשב

### חומרה

044252	מערכות ספרתיות ומבנה המחשב	5.0
--------	----------------------------	-----

## 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 תוכנית למסחר טכנולוגי.

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 4 נקודות מהן ייחשבו כמקצועות בחירה חופשיים ו- 5.5 נוספות יהיו נק' אותן ייקח הסטודנט מעבר למכסת הנק' הנדרשת לתואר (למשל, אלו שרשומים לתכנית בה נדרשות 155 נק' זכות יצטרכו ללמוד לפחות 160.5 נק').
- המעקב והבקרה אחרי הרישום למגמה והשלמת הדרישות בה יהיו באחריות מזכירות לימודי הסמכה של הפקולטה בה לומד הסטודנט. לסטודנט שמסיים את

## 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 הנדסית ומדעית 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 ותכן, 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 הנדסית ומדעית המכוונת למחקר ולפיתוח.

### "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 בעלי ניסיון בעבודה הנדסית. ההשתלמות מכינה את הסטודנט לעבודה מתקדמת בהנדסה יישומית או בפיתוח.

### "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, וכן מכתבי המלצה חיוביים. לתכנית ME נדרש ממוצע תואר ראשון של 75 לפחות.

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

בוגרי תואר ראשון ממסלול תלת שנתי יידרשו להשלים תחילה מקצועות מלימודי ההסמכה (לא פחות מ- 20 נקודות) על פי כללי בית הספר לתארים מתקדמים. ההגדרה המדויקת של מקצועות השלמה תיקבע על ידי ועדת הקבלה הפקולטית לתארים מתקדמים, לאחר הראיון האישי.

### 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 כי בחירת המנחה הקבוע תיעשה בהקדם האפשרי.

## 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 ומדעים תרמיים

תרמודינמיקה, אנרגיה סולארית, התפלת מים, טכנולוגיות אנרגיה, קירור ומיזוג אוויר, משאבות חום, קריוגניקה, מנועי שריפה פנימית, תכונות תרמיות של חומרים, סוללות זרימה.

### זרימה ותופעות מעבר

הנדסת הסביבה, זרימות רב-פאזיות, סינון וטכנולוגיות אורוסולים, דינמיקת זורמים חישובית, מעבר חום ומסה, יציבות הידרודינמית, בקרת זרימה, מיקרו/ננו זרימה, אלקטרו-הידרודינמיקה, גלים בזורמים, אינטראקציה זורם-מבנה.

### מכניקת חומרים

חומרים מרוכבים, מכניקת שבר, מנגנוני כשל, העמסות דינמיות, התעיפות, פלסטיות, מכניקת הרצף, תרמואלסטיות, מיקרו-מיבנה של החומר, שיטות אלמנטים סופיים, קריסה דינמית, מכניקת מגע, בדיקות ללא הרס, אנליזת מבנים ימיים, אלקטרומכניקה, מגנטומכניקה, גלי מאמצים, מיקרו/ננו-מערכות אלקטרומכניות, חומרים חכמים.

### בקרה

בקרה לינארית, בקרה לא-לינארית, בקרת תהליכים, תהליכי דגימה, בקרה רובסטית, הנחיית טילים, בקרת מבנים גמישים, בקרת מערכות עם זמן מת, עבוד אותות פיזיקאליים ואבחון אוטומטי של תקלות.

### מערכות דינמיות

דינמיקה אנליטית, רטט לא-לינארי, דינמיקה של גופים סובבים, גלי מאמצים, תנודות במבנים, מדידה וזיהוי מערכות דינמיות, קצירת אנרגיה. מערכות דינמיות לא-לינאריות וכאוטיות, גלים לא-לינאריים.

### תכן ויצור

תכן מכני והנדסי, אנליזת תהליכי ייצור, חיישנים נבונים ואקטואטורים, הערכת אמינות ושילובה בתכן, קבלת החלטות בתנאי אי-ודאות, פיתוח מוצרים חדשים, ייצור מהיר של אב טיפוס, הערכת סיכונים ובקרתם.

### תיב"ם

גיאומטריה חישובית, מידול גיאומטרי, שיטות שיחזור של גופים, הנדוס לאחור, הנדסת מחזור חיים של המוצר, קונפיגורציה של מערכות ייצור.

### רובוטיקה

מערכות דמויות אדם, רובוטים רפואיים, נווט רובוטים, ידיים מלאכותיות מרובות אצבעות, מבנים רובוטיים יחודיים, רובוטים שוחים.

### ביומכניקה

מכניקה ודינמיקה של רקמות השלד, רקמות ביולוגיות, מכניקת שרירים, מעבר חום ברקמות, מכניקת תאים, נוחות תרמית, בריאות האדם, ביו-רובוטיקה, יישומי רובוטים ברפואה, ממשקי מוח-מכונה, מפרקי גוף האדם, הדמיה ועיבוד גיאומטרי של מודלים רפואיים.

### הנדסה אופטית

מיקרו/ננו אלמנטים אופטיים בסקלות גל שונות, תפעול פולריזציה, מהודי לייזר, אופטיקה וקטורית, אופטיקה סיבובית, פונוני שטח/פולריטונים, אקסטיטוניקס, שיטות להמרת תדר, אופטומכניקה, אופטיקה לא-לינארית.

**תכנית הלימודים כוללת:****סטודנט בתוכנית מגיסטר עם תזה**

- לימוד 20 נקודות לפחות מתארים מתקדמים הכוללים מקצוע חובה מתמטי, וכן, שני מקצועות ליבה מתוך רשימת מקצועות החובה בתחומים השונים.
- עמידה בבחינה באנגלית על פי דרישת בית הספר לתארים מתקדמים המופיעות במכתב הקבלה.
- ביצוע מחקר וכתבת תזה בהיקף של 20 נקודות בהנחיית חבר סגל מהפקולטה.
- בחינה במקצוע המקוון "אתיקה של המחקר".
- 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 תזה – ME**

- לימוד 35 נקודות לפחות מתארים מתקדמים הכוללים מקצוע חובה מתמטי, מקצוע חובה חישובי וכן שני מקצועות ליבה מתוך רשימת מקצועות החובה בתחומים השונים.
- עמידה בבחינה באנגלית על פי דרישת בית הספר לתארים מתקדמים המופיעות במכתב הקבלה.
- ביצוע פרויקט או עבודה סמינריונית בהיקף של חמש נקודות בהנחיית חבר סגל מהטכניון.
- רשימת מקצועות החובה (ליבה) ומקצועות הבחירה 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. לדוגמה, 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 מצויינים 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.

**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 8 נקודות לפחות מתארים מתקדמים עבור משתלם שסיים תואר שני.
- לימוד 25 נקודות עבור דוקטור במסלול המיוחד (ישיר מתואר ראשון)
- לימוד 28 נקודות עבור דוקטור במסלול ישיר (מעבר בתואר שני)
- הגשת הצעת מחקר לקראת בחינת המועמדות והגנה עליה בפני ועדת בוחנים.
- מתן הרצאה סמינריונית אשר המועד לה יתפרסם באתר הטכניון.
- הגשת חיבור על המחקר והגנה עליו בפני ועדת בוחנים.
- עמידה בדרישה בשפות ובקורס אתיקה על-פי תקנות בית הספר לתארים מתקדמים.

**סטודנטים מחו"ל - תנאי קבלה****מגיסטר**

- בוגר B.Sc בהנדסת מכונות מאוניברסיטה הנמצאת בדירוג עולמי 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](mailto:IntGrad@technion.ac.il)
- תוצאות GRE: כמותי (אחוזון 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, ותבחן את הרקע האקדמי ויכולות באנגלית.

- יש להגיש את מסמכי המועמדות של מועמד מחו"ל ישירות לביה"ס לתארים מתקדמים ע"פ ההנחיות באתר ביה"ס לתארים מתקדמים, אל: [IntGrad@technion.ac.il](mailto:IntGrad@technion.ac.il)
- על המועמד למצוא מנחה. המנחה יעביר את הסכמתו ישירות למדור רישום וקבלה בבית הספר לתארים מתקדמים.
- ועדת תארים מתקדמים של הפקולטה להנדסת מכונות תמליץ על קבלת/אי קבלת הסטודנט ועל מקצועות השלמה במידת הצורך.
- הועדה תמליץ על קבלת/אי קבלת של מלגה.
- אם המועמד לא סיים תואר ראשון ארבע שנותי במדעים או בהנדסה יהיה עליו להשלים לפחות 20 נקודות נוספות שתקבע הוועדה.

#### דוקטור

- בוגר M.Sc בהנדסת מכונות מאוניברסיטה הנמצאת בדירוג עולמי 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,

לדוא"ל: [IntGrad@technion.ac.il](mailto:IntGrad@technion.ac.il)

- תוצאות GRE : כמותי (אחוזון 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 ותבחן את הרקע האקדמי ויכולות באנגלית.

- על המועמד לסיים תואר מגיסטר לפני שהועדה תדון בו.

- על המועמד לשלוח את התיזה (באנגלית) בפורמט pdf

לביה"ס לתארים מתקדמים, לדוא"ל :

[IntGrad@technion.ac.il](mailto: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 קבלת/אי קבלת הסטודנט ועל מקצועות השלמה במידת הצורך.

- הועדה תמליץ על קבלת/אי קבלת של מלגה.

#### מידע נוסף

מוזכרות תארים מתקדמים בפקולטה, דנה אלוש,

טל. 04-8293189

[danaal@me.technion.ac.il](mailto:danaal@me.technion.ac.il)

אתר הפקולטה להנדסת מכונות

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