

הפקולטה להנדסת מכונות

חברי הסגל האקדמי

דיקן הפקולטה אולג גנדלמן

פרופסורים

אילתה דוד
בוכר יצחק
בן-חיים יעקב
גוטליב עודד
גרינבלט דוד
וולף אלון
זוסמן איל
חסמן ארז
מירקין לאוניד
פישר ענת
פרנקל סטיבן
ריטל דניאל
שילה דורון

פרופסורים חברים

אור יזהר
ברקוביץ מורן
גבלי ספי
גת אמיר
דרימר נתאי
ואן האוט רנה
זקסנהויז מרים
טרטקובסקי לאוניד
יוסיפון גלעד
כרמון טל
מרדכי דן
סטרוסבצקי יולי
צליל שלי
רוטשילד כרמל
רימון אילון
שמואל גל

פרופסורים משנים אוסובסקי שמואל סאס מתי

מרצה בכיר הקסנר דניאל סולב דנה

פרופסורים אמריטי

אורון אלכסנדר
אדלר דן
אלטוס אלי
אליאס עזרא
בר-יוסף פנחס
גוטמן שאול
גוטפינגר חיים
גרוסמן גרשון
דגני דוד
דיין יהושע
הבר שמעון
הלוי יורם
וולברג גיון
ליפשיץ יעקב
לנץ אהוד
עציון יצחק
פלמור זלמן
רובין מיילס
רותם אסא
שהם משה
שיצר אברהם
שפיטלני משה
שפירא מיכאל
תירוש יהודה

חברי סגל גימלאים

כץ ראובן
בנון אורי
וייס מנחם

מכטרוניקה, תכן וייצור – תוך שילוב מדעים בסיסיים עם ישומיים. 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 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) מצביים 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 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 (רבידים): יצירת מערכות הפועלות על ידי שילוב ידע בסיסי בנושאי דינמיקה, תכן מערכות רובוטיות ומכניות. פיתוח מערכות ע"י חקירה ושילוב ידע

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 בנייתוחים 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 ממהנדסת/מכונות ידע והתנסות בתחומים רבים, כולל מכניקה, דינמיקה, תרמודינמיקה, זרימה, בקרה, חומרים,

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.

9. סטודנט שיתקבל לתוכנית יוכל לשמש כעוזר הוראה בשכר במהלך השנה הרביעית.
10. 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.
11. 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

12. 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.
13. 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.

(נהלי התכנית מנוסחים בלשון זכר מטעמי נוחות, וחלים כמובן גם על סטודנטיות)

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 מעל 80, באישור סגן הדיקן לענייני סטודנטים.

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".

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.

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 מחקר 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.
3. ריאיון קבלה על ידי ראש התוכנית.
4. הקבלה לתוכנית תיעשה דרך מזכירות לימודי הסמכה ובאישור מרכז לימודי הסמכה בפקולטה להנדסת מכונות.
5. וועדת לימודי הסמכה תשקול בקשות של סטודנטים שלא עומדים באחד מהתנאים הנ"ל.

ב. תכנית הלימודים

6. 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.
7. תכנית לימודים אישית לסטודנט תיקבע על סמך ייעוץ והנחייה של ראש תוכנית "רעמים".
8. סטודנט בתוכנית מחוייב לבצע פרויקט מחקר אישי בהיקף של 6 נקודות (לשני סמסטרים) בהנחיית חבר סגל בפקולטה, שיוכל

תוכנית לימודים

על הסטודנט לצבור 157.5 נקודות לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה	111.0
מגמה ראשית	26.0 נק'
מקצועות בחירה	10.5
מקצועות בחירה חופשית: 6 נק' העשרה	10.0 נק'
סה"כ	157.5 נק'

על כל סטודנט לקחת פרויקט גמר בן שני סמסטרים.

סימני זיהוי לקטלוג:

ס'-במידה וייתן באותה שנה, ילמד רק בסמסטר המסומן, יש לברר שיוניים 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.

סמסטר 1	ה	ת'	מ'	פ'	נק'
104018	4	2	-	-	5.0
104016	4	2	-	-	5.0
125001	2	2	-	-	3.0
234128	2	2	-	-	4.0
324033	4	-	-	-	3.0
035026	2	1	-	3	(2.5)
	18	9	-	3	20.0
					(22.5)

סמסטר 2	ה	ת'	מ'	פ'	נק'
034048	2	-	2	-	2.5
034028	3	2	-	-	4.0
104022	4	2	-	-	5.0
114051	2	2	-	-	2.5
104131	2	1	-	-	2.5
125013	-	-	3	-	0.5
034049	3	1	-	-	3.5
					1.0
	15	8	6	-	21.5

סמסטר 3	ה	ת'	מ'	פ'	נק'
034029	3	2	-	-	4.0
034043	2	2	-	2	2.5
034033	2	2	-	-	3.0
034035	3	2	-	-	4.0
104228	2	2	-	-	3.0
114052	3	1	-	-	3.5
	15	10	2	-	20.0

סמסטר 4	ה	ת'	מ'	פ'	נק'
034030	2	1	3	-	3.5
034010	4	2	-	-	5.0
034013	3	2	-	-	4.0
034015	2	2	-	-	3.0
034032	3	2	-	-	4.0
	14	8	3	-	19.5

סמסטר 5	ה	ת'	מ'	פ'	נק'
034041	3	2	-	-	4.0
034040	2	2	-	-	3.0
034022	2	1	-	-	2.5
034371	1	-	-	2	2.5
094481	3	2	-	-	4.0
114081	-	-	3	-	1.5
114054	3	1	-	-	3.5
	14	8	3	2	21.0

סמסטר 6	ה	ת'	מ'	פ'	נק'
034034	2	1	-	-	2.5
034044	2	1	-	-	2.5
114082	-	-	3	-	1.5
					1.0
	4	2	3	-	7.5

סמסטר 7	ה	ת'	מ'	פ'	נק'
034039	-	-	4	-	1.5
034...					3.0

סמסטר 8	ה	ת'	מ'	פ'	נק'
034...					3.0

סטודנטים יוכלו לבצע את הפרויקט השנתי בפרויקט גמר מחקר 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:

- תכן מוגברת ו"ברקים" ביומכניקה
- אנרגיה
- מכניקת חומרים ומיקרומערכות
- רובדים (רובוטקה, בקרה, מערכות דינמיות, מכטרוניקה)
- תכן ייצור ותיבים
- אופטיקה
- הנדסה ימית

הערה:

1. 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.)). הערות:

14. תוכנית הלימודים במגמה מתחילה מהסמסטר השני.
15. 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.
16. דין מגמה זו כדין מגמה ראשית.
17. מקצועות בחירה יילמדו החל מסמסטר 5 ומקצועות מוסמכים בסמסטרים 7-8.
18. 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:

מקצועות חובה פקולטיים	120.0
מקצועות חובה במגמה	13.5
	16
מקצועות בחירה מצומצמת במגמה	14.0
	(12.5)
מקצועות בחירה חופשית: 6 נק' העשרה	10.0
4 נק' חופשיות	
157.5	

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 4
2	1	3	-	3.5	034030 תהליכי ייצור
4	-	-	-	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 לינאריות
3	1	-	-	3.5	114073 פיזיקה 3 ח'
-	-	3	-	1.5	114082 מעב' לפיזיקה 2
17	10	6	-	24.5	

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 5
3	2	-	-	4.0	034041 מעבר חום
2	2	-	-	3.0	034016 תכן מכני 2
2	2	-	-	3.0	034040 מבוא לבקרה
2	1	-	-	2.5	034022 מבוא למכטרוניקה
1	-	-	2	2.5	034371 פרויקט תכן לייצור
2	1	-	1	3.0	036041 תכן הנדסי מתקדם
3	2	-	-	4.0	094481 מבוא להסתברות וסטטיסטיקה
..	..	..	..	3.0	034... פרויקט גמר 1
2	1	-	-	2.5	034044 מבוא לשיטות ניסוי
17	11	3	-	27.5	

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 6
2	1	-	-	2.5	034045 החלטות כלכליות
2	1	-	-	2.5	034034 הנע חשמלי
..	..	..	..	(2.5)	034... מקצוע צמוד לפרויקט גמר (אם דרוש)
..	..	..	..	3.0	034... פרויקט גמר 2
-	-	4	-	1.5	034039 מעבדה בשיטות ניסוי
-	-	-	-	1.0	חינוך גופני

אחד מתוך שלושה:

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	
2	1	-	-	2.5	035013 שיטות מספריות בהנ. מכונות
2	2	-	6	3.0	035022 אלמנטים סופיים לאנליזה הנד'
3	-	-	-	3.0	036015 שיטות אלמנטים סופיים 1
4	2	4	3	14.0	

(18.0)

מקצועות בחירה מצומצמת

יש לבחור לפחות שלושה מקצועות מהרשימה

(ניתן לבחור מקצועות אחרים שאינם ברשימה באישור יועץ המגמה)

034011	תורת הרטט אז :	2.5
034046	דינמיקה מתקדמת ותנדודות	4.0
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 חיישים	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.

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

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 2
2	2	-	-	2.5	034048 מבוא לשרטוט הנדסי
3	2	-	-	4.0	034028 מכניקת מוצקים 1
4	2	-	-	5.0	104022 חדו"א 2מ
2	1	-	-	2.5	104131 משוי' דיפר' רגילות/ח
3	1	-	-	3.5	114071 פיזיקה 1מ'
-	-	3	-	0.5	125013 מעבדה בכימיה
3	1	-	-	3.5	034049 מבוא למכניקת חומרים
16	8	-	6	22.5	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	-	5.0	114075 פיזיקה 2 ממ'
-	-	-	-	1.5	114081 מעב' לפיזיקה 1
12	8	-	5	23.0	

מגמת אנרגיה

חובה במגמה

035035	תורת הזרימה 2	2.5
035091	תרמודינמיקה 2	3.5

אחד מהרשימה:

035013	שיטות מספריות בהנ' 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	2.5
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

פרויקטים אחד מהרשימה¹

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

בחירה במגמה

034047	מעב. מתקדמת בזרימה	2.0
034410	מעב. מתקדמת לאנרגיה	2.5
034411	מעב. מתקדמת למנועי שריפה	2.5
034420	מעב. מתקדמת באנרגיה מתחדשת	2.5
034045	החלטות כלכליות	2.5
014603	אוכלוסיה הנדסית	2.5
035023	קרור ונהול תרמי של רכיבים אלק'	2.5
035028	זרימה ותרמודינמיקה של טורבו מכונות	2.5
035033	מבוא למער' משולבות חיישנים	3.0
035045	קריאוגניקה	3.0
035053	אנרגיה בת קיימא	3.0
035141	מתקני כוח וחום	2.5
035199	שימוש המחשב בתורת הזרימה	3.0
036010	תורת הסיכה ההידרודינמית	3.0
036032	מכניקת זורמים אנליטית	3.0
036038	תהליכי מעבר בפאן ביני	3.0
036035	מבוא להנדסת שריפה	3.0
036052	מכניקה ומעבר אוירוסולים	2.5
036079	בקרת פליטת מזהמים מכלי רכב	3.0
036076	אלקטרוקינטיקה בנו ומיקרו זרימה	3.0
036068	תכן תרמוהידראולי של כורים גרעי'	3.0
036074	בקרה אקטיבית ופסיבית של זרימה	3.0
036082	עקרונות מנועי שריפה פנימית	3.0
036080	מערכות הנעה רכב מתקדמות	3.0
036094	בקרת רכב	3.0
036096	מערכות זרימה אלקטרוכימיות	3.0
054452	זיהום אויר	2.5
086284	טורבינות רוח	3.0

מגמת רבדים

(רובוטיקה, בקרה, מערכות דינמיות, מכטרוניקה)

חובה במגמה

035001	מבוא לרובוטיקה	2.5
035033	מבוא למערכות משולבות חיישנים	3.0
035188	תורת הבקרה	3.5

לפחות שני מקצועות מן הרשימה

034011	תורת הרטט אנ'	2.5
034046	דינמיקה מתקדמת ותנודות	4.0
035036	תכן מערכות בקרה	2.5
035039	עבוד אותות	3.0
036005	דינמיקה אנליטית	3.0
036026	קינמ. דינמיקה ובקרה של רובוטים	2.5
036050	בקרה לא לינארית	3.0

פרויקטים אחד מהרשימה²

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

מבוססי מעבדה – לפחות אחד מהרשימה

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

22.5-24

בחירה במגמה

035008	אוטומציה תעשייתית	2.5
035010	קינמטיקה של מכניזמים	2.5
035022	אלמנטים סופיים לאנליזה הנדסית	3.0
035032	מוצרים מבוססי מיקרומעבד מ'	3.0
035041	מכניקת מיקרומערכות	3.5
036041	תכן הנדסי מתקדם	3.0
036007	תנודות במבנים	3.0
036012	מערכות בקרה לינאריות	3.0
036013	אופטימיזציה של תהליכים	3.0
036081	התקנים מיקרומכניים	3.0
036042	דינמיקה של מער' מסתובבות	3.0
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
036087	דינמיקה היברידית	3.0
036092	בקרת תנועה ביולוגית	3.0

מגמת מכניקת חומרים ומיקרומערכות

חובה במגמה

034011	תורת הרטט אנ'	2.5
034046	דינמיקה מתקדמת ותנודות	4.0
035043	מבוא לתורת האלסטיות*	3.0
035034	כשל חומרים*	2.5
035041	מכניקת מיקרומערכות*	3.5

פרויקט שנתי- אחד מהרשימה³

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

אחד מתוך השניים:

035022	אלמנט' סופיים לאנליזה הנד' #*	3.0
036015	שיטות אלמנטים סופיים 1	3.0

20.5

³ נושא הפרויקט יהיה בתחום ממ"ס באישור ראש המגמה

¹ נושא הפרויקט יהיה בתחום האנרגיה באישור ראש המגמה

² נושא הפרויקט יהיה בתחום רבדים באישור ראש המגמה

6.0	פרויקט תכן מוצר חדש 1,2	034353/4
	מעבדה מתקדמת - אחת מהרשימה	
2.5	מעבדה לרובוטיקה	034401
2.0	מעבדה מתקדמת בתיב"ם	034404
2.0	מעבדה למערכות ייצור	034413
24-		
25.5		
	בחירה	
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 לרובוטיקה	035001
2.5	אוטומציה תעשייתית	035008
2.5	קינמטיקה של מכניזמים	035010
2.5	שיטות מספריות בהנד' מכונות 1	035013
2.5	מערכות רכב 1	035016
2.5	מערכות רכב 2	035017
2.5	קרור וניהול תרמי של רכיבים	035023
2.5	טריבולוגיה שימושית	035024
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	סיכה הידרודינמית	036010
2.5	מבוא למערכות ייצור 2	036029
3.0	טריבולוגיה עיונית	036031
3.0	גיאומטריה חישובית ומודלים בתיב"ם 2	036045
2.5	רשתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה	036049
3.0	מכניקת מגע	036062
2.0	התקנים מיקרומכניים	036081

מגמת ביומכניקה

על הסטודנט לצבור 157.5 נקודות לפי הפרוט הבא:

111.5	מקצועות חובה פקולטיים
36.0	מגמה ראשית
10.0	מקצועות בחירה חופשית: 6 נק' העשרה
	4 נק' חופשיות
157.5	

* 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	טריבולוגיה שימושית	035024
2.5	אנליזה של מבנים	035062
2.5	אנליזה תהליכי עבוד	035124
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	טריבולוגיה עיונית	036031
3.0	רטט לא לינארי	036048
3.0	מכניקת מגע	036062
3.0	מידול, זיהוי וניסוי בעמ' מכניות תונדות	036063
3.0	תרמואלסטיות	036069
3.0	מכניקה של חומרים מרוכבים	036093
3.0	דינמיקה של מרוכבים ומטא-חומרים	036097
3.0	יצבות 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
3.0	דינמיקה של מרוכבים ומטא-	036097
	חומרים	
2.5	תהלכי יצור ועיבוד חומרים	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	אנליזה של מבנים	035062
2.0	התקנים מיקרומכניים	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

	חובה במגמה	נק'	חובה במגמה
	יש ללמוד את המקצועות היסוד לפני / במקביל לשאר מקצועות במגמה	2.5	תורת הרטט א':
2.0	מבוא לאנטומיה מיקרוס' ומאקרוס'	4.0	דינמיקה מתקדמת ותנודות
		3.0	תכן מכני 2
		3.0	מערכות תיב"ם 1
3.0	ביולוגיה 1	3.0	
	או:	2.5	לפחות שלושה מהרשימה
2.0	נושאים בביולוגיה	3.0	מבוא לאמינות
	מקצועות ליבה: לפחות שלושה מהרשימה	3.0	אלמנטים סופיים לאנליזה הנדסית
3.0	ביומכניקה של תאים ומולקולות	2.5	תכן משולב אנליזה
3.0	קינמטיקה של מערכות ביומכניות	2.5	מבוא למערכות ייצור 1
3.0	חישה מכנית ע"י תאים ביולוגים	2.5	אנליזה תהליכי עיבוד
3.0	בקרת תנועה ביולוגית	2.5	גיאומטריה חישובית 1
3.0	מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה	3.0	תכן הנדסי מתקדם
3.0	ביופיזיקה וניורופיזיולוגיה		
		6.0	פרויקט שנתי - אחד מהרשימה
		6.0	034..... פרויקט הנדסי 1,2
		6.0	034..... פרויקט מחקר 1,2

⁴ נושא הפרויקט יהיה בתחום התכן באישור ראש המגמה

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	סה"כ נקודות בחירה בהנדסת מכונות	

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

אחד מהרשימה:		
035013	שיטות מספריות בהנד' מכונות 1	2.5
035022	אלמנטים סופיים לאנליזה הנד'	3.0
036015	שיטות אלמנטים סופיים 1	3.0
אחד מהרשימה⁵:		
034.....	פריקט פסיכולוגיה	6.0
034.....	פריקט מחקרי 1,2	6.0
034353/4	פריקט תכן מוצר חדש	6.0
23.0 – 20.0		

מגמת הנדסה אופטית

על הסטודנט לצבור לתואר ראשון 157.5 נקודות לפי הפירוט בא:

112.0	מקצועות חובה פקולטיים
30.5	מקצועות חובה במגמה
5.0	מקצועות בחירה מצומצמת במגמה
10.0	מקצועות בחירה חופשית: 6 נק' העשרה
	4 נק' חופשיות
157.5	

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	-	-	-	3.0
16	8	-	-	20.0

סמסטר 2				
ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
2	-	2	-	2.5
3	2	-	-	4.0
4	2	-	-	5.0
2	1	-	-	2.5
3	1	-	-	3.5
-	-	3	-	0.5
3	1	-	-	3.5
16	8	6	-	21.5

סמסטר 3				
ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
3	2	-	-	4.0
2	-	2	-	2.5
3	2	-	-	4.0
3	2	-	-	4.0
-	-	-	3	1.5
11	7	3	-	21.0

סמסטר 4				
ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
2	1	-	-	3.5
4	2	-	-	5.0
3	2	-	-	4.0
3	2	-	-	4.0
2	2	-	-	3.0
-	-	3	-	1.5
15	7	5	-	21.0

סמסטר 5				
ה'	ת'	מ'	פ'	נק'
3	2	-	-	4.0
2	2	-	-	3.0
2	2	-	-	3.5
3	-	2	-	4.0

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

מיקרו-רמת התא		
036064	זרימה והסעה בהתקנים מיקרוניים	3.0
036076	אלקטרוניקה במיקרו ונו זרימה	3.0
336517	ביו-הנדסה של התא	2.5
336021	נוו-חלקיקים בביו-לוגיה, מכניקה ורא'	2.5
מזו-רקמות ומערכות פיסולוגיות		
036022	מתא לריקמה	2.5
036032	מכניקת זורמים אנליטית	3.0
336521	עקרונות הנדסיים של המער' הקרדיו'	3.5
276011	פיסולוגיה של מער' הגוף למהנדסים	3.0
336305	זרימה במערכות ביו-לוגיות	2.0
336502	עקרונות הדמיה ברפואה	2.5
336529	הנדסת רקמות ותחליפים ביו-לוגיים	2.5
מאקרו-תנועה ניידות ושיקום		
336520	שתלים אורתופדיים ותחליפי רקמה	2.5
6.5 – 5.0		

בחירה בהנדסת מכונות – לפחות 3 מקצועות

תכן וייצור		
034016	תכן מכני 2	3.0
035003	מערכות תיב"ם 1	3.0
035048	תכן משולב אנליזה	3.0
034011	תורת הרטט או:	2.5
034046	דינמיקה מתקדמת ותנודות	4.0
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
036086	זרימה ותופעות מעבר והתקנים מיקרוניים	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		
035043	מבוא לתורת האלסטיות	3.0
035034	כשל חומרים	2.5
035041	מכניקת מיקרו-מערכות	3.5
035062	אנליזה של מבנים	2.5
036003	מבוא למכניקת הרצף	3.0
036004	מכניקת השבר	3.0

⁵ נושא הפריקט יהיה בתחום ביומכניקה באישור ראש המגמה

20.0		3.5	-	-	1	3	או מבוא להסתברות ח 3.5	104034
	בחירה במגמה	3.5	-	-	1	3	גלים	114086
		21.5	-	2	8	15	מערכות אופטיות	035050
2.5	גלי מים 016210							
3.0	דינמיקה של מבנים ימיים 036027							
3.0	תכן ואנליזת מבנים מתקדמים חדש							
2.5	תורת הרטט או: 034011	2.5	-	2	-	2	מבוא לשיטות ניסוי	034044
4.0	דינמיקה מתקדמת ותנודות 034046	4.0	-	-	2	3	תכן אופטומכני	035051
3.0	מבוא לתורת האלסטיות 035043	3.5	-	-	1	2	אופטיקה לינארית ויישומית 1	035198
3.0	מכניקת חומרים מרוכבים 036093	4.0	-	-	1	3	שדות א"מ	044140
3.0	מבוא למכניקת הרצף 036003	5.0	-	-	2	2	אלקטרומגנטיות ואלקטרודינמיקה	114246
3.0	מכניקת השבר 036004	2.5	-	-	-	-	*מקצוע בחירה מצומצמת במגמה 1	
3.0	תורת האלסטיות 086576	16.5	-	2	4	8		
3.0	תכן מכני 2 034016							
3.0	אלמנטים סופיים לאנליזה הנדסית 035022	1.5	-	4	-	-	מעבדה בשיטות ניסוי	034039
3.0	שיטות אלמנטים סופיים 1 036015	2.5	2	-	-	1	פרויקט תכן לייצור	034371
2.5	שיטות מספריות בהנדסת מכונות 1 035013	3.0	-	-	2	2	אנליזה נומרית מ	034033
2.5	כשל חומרים 035034	2.0	-	-	-	-	מקצוע בחירה מצומצמת במגמה	
3.0	תכן הנדסי מתקדם 036041	3.0	-	-	1	3	פוטוניקה ולייזרים או	044339
3.0	דינמיקה אנליטית 036005	3.5	-	-	1	3	פיזיקה של לייזרים ואופ' קוונטית	116041
3.0	גלי מאמצים 036006	2.5	-	-	1	2	מבוא למכטרוניקה	034022
3.0	תנודות במבנים 036007						אחד מהרשימה 6	
3.0	תכן מער' הידראולית ופנאומטיות 1 034205	3.0	-	-	-	-	פרויקט הנדסי 1	034.....
3.0	תכן מער' הידראולית ופנאומטיות 2 034206	3.0	-	-	-	-	פרויקט מחקר 1	034.....
2.5	מבוא לאמינות של מער' מכניות 035018	3.0	-	-	-	-	פרויקט תכן מוצר חדש 1	034353
		17.0	2	4	5	11		

מקצועות בחירה

כל סטודנט חייב לבחור 10.0 נק' מקצועות בחירה מתוך המגמות הראשיות ו/או מתוך רשימת המקצועות הבאים:

נק'		2.5	-	6	-	-	מעבדה באופטיקה או מעבדה במדידות אופטיות 114208	034421
2.5	מבוא יצירתי של הנדסת מכונות 035026	2.5	-	-	-	-	הנע חשמלי	034034
							אחד מהרשימה 6	
2.5	ביצוע פרויקטים, ניהול ומנהיגות 014616	3.0	-	-	-	-	פרויקט הנדסי 2	034.....
2.5	מבוא לאמינות של מע' מכניות 035018	3.0	-	-	-	-	פרויקט מחקר 2	034.....
3.0	שיטות פער ידע 036057	3.0	-	-	-	-	פרויקט תכן מוצר חדש 2	035354
2.5	ניהול פרויקטים 035046	8.0	-	6	-	-		
2.0	החלטות אתגרים השלכות 036083						מקצועות בחירה מצומצמת במגמה (4.5 נק')	
2.5	מבוא לניהול פיננסי 094564	2.5	-	-	1	2	תורת הרטט או:	034011
3.5	חשבונאות פיננסית וניהולית 094821	4.0					דינמיקה מתקדמת ותנודות	034046
2.0	סיכוני פער-ידע בפרויקטים 096131	3.0	6	-	2	2	אלמנטים סופיים לאנליזה הנד'	035022
		3.0				3	מיקרו אופטומכניקה	036091
		3.0	-	-	1	2	מכניקה קוונטית (ניתן בסמסטר ב')	046241
		3.0				2	פיזיקה של מצב מוצק ח'	046129
		3.0				2	לייזרים של מל"מ	046851
		1.0				2	יזמות 1	324864
		3.0	1	2	2	2	עיבוד תמונות ואותות במחשב	236327
		2.5				2	אופטיקה לינארית ויישומית 2	036055
		2.5				2	ננואופטיקה	036070
		5.0				4	פיזיקה קוונטית 1 (ניתן באביב)	115203

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							
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							
							פרויקט שנתי - אחד מהרשימה 7	
		6.0					פרויקט הנדסי 1,2	034.....
		6.0					פרויקט מחקר 1,2	034.....
		6.0					פרויקט תכן מוצר חדש	034353/4

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 שיט 035049							
2.5	אנליזה של מבנים 035062							
		6.0					פרויקט הנדסי 1,2	034.....
		6.0					פרויקט מחקר 1,2	034.....
		6.0					פרויקט תכן מוצר חדש	034353/4

⁷ נושא הפרויקט יהיה בתחום הנדסה ימית באישור ראש המגמה

⁶ נושא הפרויקט יהיה בתחום הנדסה אופטית באישור ראש המגמה

מערכות דינמיות

2.5	תורת הרטט א:	034011
4.0	דינמיקה מתקדמת ותנודות	034046
3.0	שיטות אלמנטים סופיים 1	036015
3.0	עבוד אותות	035039
3.0	דינמיקה אנליטית	036005
3.0	תנודות במבנים	036007
3.0	מידול וזהוי של מערכות תנודות	036063
2.5	דינמיקה של מכונות מסתובבות	036042
3.0	שיערוך ובקרת תהליכים אקראיים	036047
2.5	רטט לא לניארי	036048
3.0	דינמיקה היברידיית במערכות מכניות	036087

מערכות מכניות לטכנולוגיה עילית

2.5	קרוור 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 אלקטרוניים	315030

מחשב

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

חומרה

ההתמחות מיועדת לסטודנטים הנמצאים במהלך לימודיהם לתואר ראשון בטכניון. במסגרת ההתמחות ילמדו קורסים במכלול נושאים בתיאוריה, התנסות ויישום של 'מנהיגות יזמית'. בתום ההתמחות הסטודנט יגיע להבנה מעמיקה ויתנסה בתחומים הבאים:

- מנהיגות יזמית בסביבה הטכנולוגית/מדעית.
- מנהיגות כמכלול אינטגרטיבי (יצירת, רגשי, חברתי, יישומי, קוגניטיבי)
- חשיבה עיצובית - הובלה של תהליכי חדשנות ויזמות מכוונות משתמש
- אתיקה וערכים בסביבה היזמית
- מרכיבי מנהיגות פורצת דרך
- התנסות יזמית (סטארטאפ)
- מנהיגות יזמית בארגון
- יזמות עסקית
- ניהול פרויקטים יזמיים

1תנאי קבלה

לתכנית יוכל להגיש מועמדות סטודנט לתואר ראשון בטכניון הממלא את התנאים הבאים:
סיים בהצלחה קורסים בהיקף של 36 נקודות לפחות.
ממוצע ציונים מצטבר מעל 75 נקודות.
יש להגיש בקשת הסטודנט במזכירות לימודי הסמכה בפקולטה.

זכאות לתעודת ההתמחות

- במסגרת ההתמחות יש ללמוד לפחות **10 נקודות**.
5 נקודות מתוכן תחשבה במסגרת התואר והשאר – מעבר לדרישות התואר.
על-מנת לקבל את תעודת ההתמחות יש למלא את הדרישות הבאות:
1. דרישות התואר הראשי אליו רשום הסטודנט.
 2. לימוד קורסי חובה:
 - מנהיגות יזמית – 2 נק' (324528)
 - יסודות היזמות – 2 נק' (324527) או לחילופין קורס יזמות טכנולוגית/מדעית בפקולטה בה לומד הסטודנט בתחום הידע הנדרש – 2 נק'
 3. לפחות 3 קורסי בחירה מתוך סל קורסים¹ במנהיגות יזמית. קורסים אלה יוכרו כקורסי מ"ג:

קורסי בחירה:

- ניהול פרויקט טכנולוגי – 2 נק'
- חשיבה עיצובית – 2 נק' (324247)
- יזמות עסקית – 2 נק' (324520)
- רתימת המערכת האקולוגית העסקית – 2 נק'
- שיווק ליוזמים – 2 נק'
- הייטק בישראל - אסטרטגיה לשימור מובילות גלובלית – 2 נק'
- מנהיגות ויזמות חברתית – 2 נק'
- מחקרי שוק (2 נק')
- היבטים משפטיים ביזמות עסקית – 2 נק'
- יזמות בין לאומית – 2 נק' (324530)
- דילמת החדשנות: כלכלה של אי ודאויות - 2 נק'
- חדשנות, יצירתיות ואושר – 2 נק'

התמחות משנית במנהיגות יזמית

הטכניון משמש מאז הקמתו לפני כ- 100 שנים כחוד החנית של הכשרת המהנדסים ומדענים המהווים את הכח המניע של התעשייה הישראלית, במיוחד בסקטור הטכנולוגיה העילית שלה, הכולל חברות אזוריות ותעשיות ביטחוניות, וכן במוסדות האקדמיים. על רקע זה מושרשת בטכניון ההכרה לאחריותו ביצירת ובהנחלת ידע בחזית המדע והטכנולוגיה, במשולב עם תפקידו החינוכי, על מנת לשמר ולחזק את מעמדה של ישראל כ"אומת הסטארט-אפ", להרחיב את ההצלחות של תעשיית הטכנולוגיה העילית, ולהטמיע טכנולוגיות חדשות גם בתעשייה המסורתית, מתוך מגמה לקידום כלכלי וסגירת פערים.

אם יש מילה המתמצתת את הנכס שהעניק הטכניון לקבוצת עילית זו של בוגרים, היא- מנהיגות, ובאופן ספציפי מנהיגות יזמית, הבאה לידי ביטוי:

- באקדמיה - במחקר והוראה יצירתיים ופורצי דרך
- בהקמת סטארטאפים טכנולוגיים ומדעיים בכל תחומי הדעת
- ביכולת להתניע ולהוביל פרויקטים חדשניים בארגון.

קורס היזמות הראשון בטכניון נפתח כבר בשנת 1989, ביוזמת פרופ' שלמה מי-טל ופרופ' מחקר דן שכתמן, לימים חתן פרס נובל בכימיה, ומאז סיפק לדורות של סטודנטים כלים חיוניים לעולם התעסוקה.

ההתמחות המשנית במנהיגות יזמית תורכב משלושה רבדים

אקדמיים:

1. קורס במנהיגות יזמית במסגרת המחלקה ללימודים הומניסטיים בשיתוף פעולה עם המרכז ליזמות וחדשנות בטכניון - חובה (2 נקודות)
2. קורס פקולטי בנושא היזמות בתחום הדעת והידע של הפקולטה - **או לחילופין** בפקולטות שאינן מציעות קורס יזמות מתאים, קורס יסודות היזמות - חובה (2 נקודות).

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, התעייפות, פלסטיות, מכניקת הרצף, תרמואלסטיות, מיקרו-מיבנה של החומר, שיטות אלמנטים סופיים, קריסה דינמית, מכניקת מגע, בדיקות ללא הרס, אנליזת מבנים ימיים, אלקטרומכניקה, מנגנומכניקה, 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-ליניאריות וכאוטיות, גלים לא-ליניאריים.

תכן וייצור

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

תיב"ם

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

רובטיקה

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-רובטיקה, 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, אקסיטוניקס, שיטות להמרת תדר, אופטומכניקה, אופטיקה לא-ליניארית.

מעקב ובקרה

המעקב והבקרה אחרי השלמת הדרישות תהיה באחריות מזכירות לימודי הסמכה של הפקולטה בה לומד הסטודנט.

קבלת התעודה

למסיימים את ההתמחות יינתן אישור כי השלימו בהצלחה את ההתמחות המשנית.

האישור יוענק רק לאחר השלמת כל הדרישות לתואר בפקולטת האם.

¹מגוון הקורסים ישתנה מעת לעת בהתאם לביקוש ולאיוכות של הקורסים.

לימודים לתואר מגיסטר

מספר מסלולי מגיסטר מובילים לתארים הבאים:

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 וכתובת 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 ייקבע הוועדה אם המועמד יתקבל ובאילו תנאים.

"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 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 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, 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.

- 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

מזכירות תארים מתקדמים בפקולטה, דנה אלוש,
טל. 04-8293189

danaal@me.technion.ac.il

אתר הפקולטה להנדסת מכונות
<http://meeng.technion.ac.il>

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
- 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
- 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 שתי 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
- 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