

הפקולטה להנדסת מכונות

חברי הסגל האקדמי

דיקן
וולף אלון

פרופסורים

אור יזהר
אילנה דוד
בוכר יצחק
ברקוביץ מורן
גבלי ספי
גנדלמן אולג
גרינבלט דוד
זוסמן איל
חסמן ארו
פישר ענת
פרנקל סטיבן
רימון אילון
שילה דורון

פרופסור חבר

אוסובסקי שמואל
גרופר מורל
גת אמיר
דרימר נתאי
ואן האוט רנה
טרטקובסקי לאוניד
מרדכי דן
סטרוסבצקי יולי
צליל שלי
רוטשילד כרמל
שמואל גל

מרצה בכיר

אנגל ליה
בויקו יבגני
גזאל מגדי
הקסטר דניאל
סולב דנה
קרויס נילי
רם עומרי
תחאוחו אנדי

פרופסור אמריטי

אורון אלכסנדר
אדלר דן
אלטוס אלי
אליאס עזרא
בן-חיים יעקב
בר-יוסף פנחס
גוטמן שאול
גוטליב עודד
גוטינגר חיים
גרסמן גרשון
דגני דוד
דיין יהושע
הבר שמעון
הלוי יורם
וולברג גיון
זקסנהויז מרים
ליפשיץ יעקב
לנץ אהוד
עציון יצחק
פלמור זלמן
רובין מייסל
ריטל דניאל
שהם משה
שיצר אברהם
שפיטלני משה

חבר סגל בגמלאות

כץ ראובן
נבון אורי
וייס מנחם

כגון רובוטיקה ומערכות בקרה, מכניקת זורמים ואנרגיה, תכן וייצור מתקדם, מכניקת חומרים, מיקרו-מכניקה ומבנים חכמים, ויישומי בריאות האדם.

אנו מחויבים לשילוב ערכי הקיימות, היצירתיות וחשיבה מערכתית ובין-תחומית בכל אפיקי פעילותנו – הוראה, מחקר מדעי, והנדסה יישומית ומערכתית. אנו רואים בשיתופי פעולה עם התעשייה, הקהילה המדעית, וגופים ציבוריים ופרטיים בארץ ובעולם, נדבך מרכזי בפעולתנו. בכך, הפקולטה פועלת ליצירת סביבה תומכת חדשנות ויזמות, ולהכשרת חוקרים וחוקרות, מהנדסים ומהנדסות, שיהיו סוכני שינוי מובילים בעולם משתנה, ויתרמו לעיצוב עתיד טכנולוגי ובר-קיימא, תוך פיתוח פתרונות ומענה לאתגרים גלובליים ולצרכים אמיתיים ומעשיים של החברה, המדינה והאנושות.

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 לומדים הסטודנטים מקצועות יסוד הנדסיים בתחומים רבים וביניהם: ענפי המכניקה השונים, המדעים התרמיים, מדע החומרים, מערכות חשמל ובקרה.

בשלושת הסמסטרים האחרונים מתרכזים הסטודנטים בקבוצה של מקצועות מתקדמים בהתאם לבחירתם, מתוך מגוון רחב של מקצועות המוצעים על ידי הפקולטה על פי קטגוריות שונות.

בנוסף ללימודים העיוניים, עובדים הסטודנטים במעבדות שונות ומשתמשים במחשב לחישוב ולתכנון מערכות. כמו כן הסטודנטים מבצעים פרויקטים בהם נדרש ליישם ולשלב את התכנים שנלמדו לימודיו במקצועות הבסיס השונים לשם תכנון מערכות ופתרון בעיות מעשיות בתנאים מציאותיים.

לגבי מקצועות הבחירה בתחומים השונים, מומלץ לעיין בעמוד "נתיבי התמחות" באתר הפקולטה תחת לימודי הסמכה, ראו קישור. כל נתיב התמחות מהווה סידרה שלמה או חלקית של קורסים מתוך רשימות הבחירה המצומצמת אשר מקיימים ביניהם רצף דרישות קדם, ומבטיחים העמקה בתחום התמחות ספציפי. נתיבי ההתמחות מהווים המלצה לא מחייבת אך עוזרים להתמצא ברשימות הקורסים, לבצע בחירה מושכלת, ולקיים את דרישות הקדם של קורסי הבחירה. יש לשים לב כי נתיב ההתמחות בהנדסה האופטית, מחייב בחירה של מקצועות קדם מורחבים כבר מהסמסטרים הראשונים, כמפורט בקישור לעיל.

הפקולטה מעודדת סטודנטים מצטיינים להשתלבות במחקר ובקורסים לתארים מתקדמים, הרשמה מוקדמת לתארים מתקדמים, וכן העסקה כעוזרי הוראה עוד במהלך הלימודים לתואר ראשון. כמו כן בפקולטה פועלת תכנית המצויינות **ברקים** במסגרת העתודה האקדמית של צה"ל. הסטודנטים בתכנית זו משלימים את כל הדרישות לתואר ראשון תוך שלוש שנים וממשיכים ישירות לתואר שני עוד לפני השיבוץ ליחידה צבאית. עוד פרטים על תכנית ברקים מופיעים בהמשך.

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:

- קבלת תעודה המעידה על סיום לימודיו.
- פטור יתקבל על סמך מקצועות בהם ציוני הסטודנט בתעודה מעל 80, בכפוף להמלצת סגן הדיקן לענייני סטודנטים.

הפקולטה להנדסת מכונות בטכניון הוקמה ב-1935 והיא המובילה, הוותיקה והגדולה בתחומה בישראל. הנדסת המכונות נוכחת היום בכל מוצר טכנולוגי, וכך גם את אלפי בוגרי הפקולטה להנדסת מכונות בטכניון ניתן למצוא בכל מקום בתעשיות עתירות הידע ובתפקידים הבכירים ביותר - בחברות ההייטק המובילות בארץ ובעולם, בחברות ההזנק (סטארטאפ) הרבות שקמות בארץ, וכן בתעשייה הביטחונית ובמוסדות האקדמיים ומכוני המחקר המובילים בעולם.

הפקולטה פועלת לקידום מחקר והוראה פורצי דרך, המשלבים בין בסיס מדעי-הנדסי קלאסי לחדשניות ויישומיות, בתחומים מגוונים

תוכנית הלימודים

על הסטודנט לצבור 157.5 נקודות לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה פקולטיים
מקצועות בחירה מתקדמים מתוך רשימות
פרויקט גמר שנתי
מקצועות בחירה חופשית: 6 נק' מל"ג

4 נק' כלל טכניונית

2 נק' חינוך גופני

12.0 נק'
157.5 נק'

סה"כ

מקצועות החובה - שיבוץ מומלץ לפי סמסטרים

(לא כולל תכנית ברקים – ראו פירוט נפרד בהמשך)

סמסטר 1	ה	ת'	מ'	פ'	נק'
01040041	4	2	-	-	5.0
01040065	4	2	-	-	5.0
01250001	2	2	-	-	3.0
02340128	2	2	-	-	4.0
03240033	4	-	-	-	3.0
00350026	2	1	-	3	(2.5)
	-	-	-	-	20.0

סמסטר 2

00340061	2	2	2	-	3.5
00340028	3	2	-	-	4.0
01040043	4	2	-	-	5.0
01140051	2	1	-	-	2.5
01140071	3	1	-	-	(3.5)
01040131	2	1	-	-	2.5
03140533	2	2	1	-	3.5
	-	-	-	-	21.0

סמסטר 3

03400053	4	2	-	-	5.0
01140052	3	1	-	-	3.5
01140075	4	2	-	-	(5.0)
00340056	3	2	-	-	4.0
00340035	3	2	-	-	4.0
01040228	2	2	-	-	3.0
	-	-	-	-	19.5

סמסטר 4

00340030	2	1	3	-	3.5
00340010	4	2	-	-	5.0
00340055	4	2	-	-	5.0
00340032	3	2	-	-	4.0
01250013	-	-	3	-	0.5
	-	-	-	-	18.0

סמסטר 5

00340041	3	2	-	-	4.0
00340040	2	2	-	-	3.0
00340054	3	2	-	-	4.0
00340058	2	2	-	-	3.0
01140032	-	-	3	-	1.0
00340051	2	1	1	4	3.0
	-	-	-	-	18.0

סמסטר 6

00340060	3	2	-	-	4.0
00340057	1	2	4	-	4.0
00340371	1	-	-	2	2.5
	-	-	-	-	10.5

סמסטר 7

פרויקט גמר חלק ראשון, אחד מתוך הרשימה:

00340379	פרויקט גמר הנדסי 1	3.0
00340355	פרויקט גמר מחקרי 1	3.0
00340353	פרויקט תכן מוצר חדש **1	3.0
00340382	פרויקט תכן מוצר חדש **2	0.5
	מתודולוגיות פיתוח הנדסי 1	

סמסטר 8

00340380	פרויקט גמר חלק שני, אחד מתוך הרשימה:	3.0
00340381	פרויקט גמר מחקרי 2	3.0
00340354	פרויקט תכן מוצר חדש **2	3.0
00340383	פרויקט תכן מוצר חדש **2	0.5
	מתודולוגיות פיתוח הנדסי 2	

* ניתן ללמוד את הקורסים פיזיקה 1+2 במתכונת מורחבת. זוהי דרישת חובה בתכנית "ברקים" וכן מהווה דרישת קדם לקורסים המתקדמים בנתיב ההתמחות בהנדסה אופטית. תוספת הניקוד תוכר כנקודות בחירה פקולטית.

קורסים מתקדמים - בחירה מצומצמת

רשימות א'ד' – לפחות קורס אחד מכל רשימה.

רשימות ב'ג' – לפחות שני קורסים מכל רשימה.

יש לצבור לפחות 14 נק' מתוך רשימות ב,ג,ד.

(%) - קיימות לקורס דרישות קדם/צמוד מחוץ לתכנית החובה)

א. קורסים חישוביים

יש לקחת לפחות קורס אחד מהרשימה:

00350022	אלמנטים סופיים לאנליזה הנדסית	3.0
00360015	שיטות אלמנטים סופיים בהנדסה 1	3.0
00350199	שימוש המחשב בתורת הזרימה	3.0
00350013	שיטות מספריות בהנדסת מכונות	2.5
00350039	עיבוד אותות	3.0
00350054	מבוא ללמידה ובינה בהנדסת מכונות	2.5

3.0	תהליכי מעבר בפן ביני	00360038
3.0	מבוא להנדסת שריפה	00360035
3.0	בקרת פליטת מזהמים מכלי רכב	00360079
3.0	אלקטרוקינטיקה בנו ומיקרו זרימה	00360076
3.0	בקרה אקטיבית ופסיבית של זרימה	00360074
3.0	עקרונות מנועי שריפה פנימית	00360082
3.0	מערכות הנעה רכב מתקדמות	00360080
3.0	מערכות זרימה אלקטרוכימיות	00360096
2.5	זיהום אויר	00540452
2.5	תכן מערכות בקרה	00350036
2.5	קינמ. דינמיקה ובקרה של רובוטים	00360026
3.0	בקרה לא ליניארית	00360050
2.5	אוטומציה תעשייתית	00350008
3.0	תכן הנדסי מתקדם	00360041
3.0	תנודות במבנים	00360007
3.0	מערכות בקרה לינאריות	00360012
3.0	אופטימיזציה של תהליכים	00360013
3.0	התקנים מיקרומכניים	00360081
3.0	דינמיקה של מער' מסתובבות	00360042
3.0	רטט לא ליניארי	00360048
3.0	דינמיקה היברידית	00360087
3.0	בקרת תנועה ביולוגית	00360092
2.5	טריבולוגיה שימושית	00350024
2.5	אנליזת תהליכי עבוד	00350124
3.0	מבוא למכניקת הרצף	00360003
3.0	מכניקת השבר	00360004
3.0	גלי מאמצים	00360006
3.0	טריבולוגיה עיונית	00360031
3.0	מכניקת מגע	00360062
3.0	מכניקה של חומרים מרוכבים	00360093
3.0	דינמיקה של מרוכבים ומטא-חומרים	00360097
3.0	תורת האלסטיות	00860576
3.0	נוממיקה חישובית של מוצקים	00360088
3.0	אלקטרו ומגנטו מכניקה	00360065
3.0	ביומכניקה של תאים ומולקולות	00360071
2.5	תהליכי יצור ועיבוד חומרים	03140309
2.5	חומרים קרמיים	03140311
2.5	חומרים פלסטיים	03140312
3.0	מיקרומכניקת מוצקים 1	00360058
2.5	מבוא לאמינות של מע' מכניות	00350018
2.5	גיאומטריה חישובית 1	00360020
3.0	תכן מער' הדראוליות ופנאומטיות 1	00340205
3.0	תכן מער' הדראוליות ופנאומטיות 2	00340206
2.5	קינמטיקה של מכניזמים	00350010
2.5	ניהול פרויקטים	00350046
3.0	גיאומטריה חישובית ומודלים בתיב"ם 2	00360045
2.0	אנטומיה מיקרוסקופית ומקרוסקופית	03340274
2.0	נושאים בביולוגיה	01340127
3.0	קינמטיקה של מערכות ביומכניות	00360072
3.0	חישא מכנית ע"י תאים ביולוגים	00360090
2.5	מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה	01340019
3.0	ביופיזיקה ונירופיסיולוגיה	00360037
2.5	ביו-הנדסה של התא	003600517
2.5	ננו-חלקיקים בביולוגיה, מכניקה ורא'	00360021
3.5	עקרונות הנדסיים של המער' 'הקרדי'	003600521
3.0	פיסיולוגיה של מער' הגוף למהנדסים	02760011
2.5	עקרונות הדמיה ברפואה	003600502
2.5	הנדסת רקמות ותחליפים ביולוגיים	003600529
2.5	שתלים ארטופדיים ותחליפי רקמה	003600520
3.0	מערכות זורם – חלקיקים	00360061
3.0	זרימה ותופעות מעבר והתקנים מיקרוניים	00360086
3.0	תכנון תנועת רובוטים וניווט ע"י חישנים	00360044
3.0	תרמו מכניקה של חומרים	00360095
1.0	יזמות 1	03240864
2.5	אופטיקה לינארית ויישומית 2	00360055
2.5	ננואופטיקה	00360070
5.0	פיזיקה קוונטית 1	01150203
3.0	הידרוסטטיקה של אניות	00350044

ב. קורסים בנושאי ליבה**יש לקחת לפחות שני קורסים מן הרשימה:**

00350035	תורת הזרימה 2	2.5
00350091	תרמודינמיקה 2	3.5
00360009	מעבר חום ומסה	3.0
00350188	תורת הבקרה	3.5
00350001	מבוא לרובוטיקה	2.5
00360005	דינמיקה אנליטית	3.0
00350003	מערכות תיב"מ 1	3.0
00340016	תכן מכני 2	3.0
00350123	מבוא למערכות יצור 1	2.5
00350043	מבוא לתורת האלסטיות	3.0
00350041	מכניקת מיקרו-מערכות	3.5
00350034	כשל חומרים	2.5
00350050	תכנון מערכות אופטיות	3.5
00350052	אופטיקה לינארית ויישומים 1%	3.5
00360049	רשתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה	2.5
00350062	אנליזה של מבנים	2.5

ג. קורסים יישומיים ושילוביים (אינטגרטיביים)**יש לקחת לפחות שני קורסים מן הרשימה:**

00350026	מבוא יצירתי להנדסת מכונות	2.5
00350032	תכן מוצרים מבוססי מיקרו-מעבד	3.0
00340401	מעבדה מתקדמת לרובוטים%	2.5
00340404	מעבדה מתקדמת בתיב"מ%	2.0
00340406	מעבדה מתקדמת לבקרה ואוטו'%	2.5
00340410	מעבדה מתקדמת לאנרגיה	2.5
00340411	מע' מתק' למנועי שריפה%	2.5
00340413	מעבדה לתכן ייצור	2.0
00340420	מעבדה מתק' באנרגיה מתחדשת	2.5
00340422	מעבדה באופטיקה %	2.5
00350048	תכן משולב אנליזה	2.5
00350051	תכן אופטומכני	4.0
00360063	מידול מערכות בניסוי	3.0
00340047	מעבדה מתקדמת בזרימה	2.0
00360027	דינמיקה של מבנים ימיים	3.0

ד. קורסים מדעיים כלליים**יש לקחת לפחות קורס אחד מהרשימה:**

01340058	ביולוגיה 1	3.0
00360001	שיטות אנליטיות 1	4.0
01140054	פיזיקה 3	3.5
01140073	פיזיקה קוונטית להנדסה	3.5
01040215	פונקציות מרוכבות א	2.5
01040221	פונקציות מרוכבות והתמרות	4.0
01140086	גלים	3.5
00460241	מכניקה קוונטית%	3.0
01140036	פיסיקה סטטיסטית ותרמית%	5.0
01160041	פיז. של לייזרים ואופטיקה קוונטית%	3.5

ה. קורסי בחירה פקולטת כללית

יש לקחת קורסים עד להשלמת 139.5 נקודות של קורסי חובה יחד עם קורסי בחירה מרשימות א'-ה', ובנוסף 6 נק' לשני קורסי פרויקט גמר שנתי. הערה: חלק מן הקורסים ברשימה אינם ניתנים כל שנה. ניתן לבדוק במזכירות לימודי הסמכה של הפקולטה אלו קורסים מתוכננים להינתן.

00350141	מתקני כוח וחום	2.5
00350053	אנרגיה מתחדשת ובת-קיימא	3.0
03501460	מבוא למנועי שריפה פנימית	2.5
00340045	החלטות כלכליות	2.5
00140603	כלכלה הנדסית	2.5
00350023	קרו ונהול תרמי של רכיבים אלק'	2.5
00350028	זרימה ותרמודינמיקה של טורבו מכונות	2.5
00350033	מבוא למער' משולבות חישנים	3.0
00360010	תורת הסיכה ההידרודינמית	3.0
00360032	מכניקת זורמים אנליטית	3.0

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 4
2	1	3	-	3.5	תהליכי ייצור 00340030
4	2	-	-	5.0	דינמיקה 00340010
4	2	-	-	5.0	תורת הזרימה 1 מורחב 00340055
3	2	-	-	4.0	מערכות לינאריות מ' 00340032
-	-	3	-	0.5	מעבדה בכימיה 01250013
3	1	-	-	3.5	פיזיקה 3 אצ 01140054
3	1	-	-	(3.5)	פיזיקה קוונטית להנדסה** 01140073
21.5					**סטודנטים שבחרים להמשיך לפרוייקט מחקרי באופטומכניקה נדרשים ללמוד את הקורס 01140073

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 5
-	-	3	-	1.0	מעבדה לפיזיקה ח1 01140032
3	2	-	-	4.0	מעבר חום 00340041
3	2	-	-	4.0	תכן מכני 1 מורחב 00340054
2	2	-	-	3.0	מבוא לבקרה 00340040
2	2	-	-	3.0	הסתברות וסטטיסטיקה מה' מכ' 00340058
2	1	1	4	3.0	דינמיקה ומכניקה של תנודות 00340051
2	1	1	4	3.0	פרוייקט גמר מחקרי 1 00340355
21.0					

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 6
2	2	-	-	3.0	תכן מכני 2 00340016
1	-	-	2	2.5	פרוייקט תכן לייצור 00340371
3	2	-	-	4.0	מבוא למכטרוניקה והנע חשמלי 00340060
-	-	-	3	3.0	פרוייקט גמר מחקרי 2 00340381
1	2	4	-	4.0	מעבדה מתקדמת הנ. מכונות 00340057
16.5					

מקצועות בחירה של תכנית ברקים:

- יש לבחור קורס חישובי אחד מרשימה א' למעלה
- יש לבחור קורס אחד מרשימה ב' למעלה (בנוסף לקורס 00340016)
- יש לבחור קורס אחד מרשימה ג' למעלה (בנוסף לקורס 00350026)
- יש לבחור עוד קורסים מרשימות ב', ג', ה' ולהשלים עד 145.5 נקודות.
- יש לקחת 12 נק' בחירה טכניונית כללית (כולל חינוך גופני).

תכנית התמחות מְשִׁנָּה בין-פקולטית ברובוטיקה

התכנית מיועדת לסטודנטים בתואר ראשון בפקולטות המשתתפות, בכפוף להרשמה ומיון. מילוי דרישות התכנית יקנה תעודה טכניונית בנוסף לתואר הפקולטי. התכנית מכילה רשימות קורסים מהפקולטות המשתתפות המהווים בסיס נרחב לתחום הרובוטיקה על מגוון היבטיו, ובהם גם קורסי מעבדה מעשית. להשלמת התכנית, הסטודנטים נדרשים לצבור 27 נקודות זכות שהינן מעבר לדרישות קורסי החובה של התואר בפקולטת האם אליה הם רשומים. סף הכניסה להרשמה לתכנית הינו ממוצע מצטבר 87.0 לפחות, ולאחר צבירת 60 נקודות זכות. יש לקחת קורסים על פי הרשימות כללהלן.

רשימה 1 – מקצועות קדם:

יש לקחת לפחות קורס אחד מתוך הרשימה.

00340040	מבוא לבקרה	נק' 3.0
00350188	תורת הבקרה	נק' 3.5
00440191	מערכות בקרה 1	נק' 4.0
00440268	מבוא למבני נתונים ואלגוריתמים	נק' 3.0
00440202	אותות אקראיים	נק' 3.0
00840738	תורת הבקרה	נק' 3.0
00860733	תהליכים אקראיים במע' אויר'	נק' 3.0
00940224	מבני נתונים ואלגוריתמים	נק' 4.0
00940312	מודלים דטרמיניסטיים בחקר ביצועים	נק' 4.0
02340268	מבני נתונים ואלגוריתמים	נק' 3.0

00360101	ביומכניקה של תנועה	3.0
00360105	חוזק וכשל של חומרים מרוכבים	3.0
00360110	מכניקת זורמים לא ניוטונים	3.0
00350061	הידרודינמיקה של אניות	3.0
00350063	אדריכלות ימית 1	2.5
00350049	מערכות כלי שיט	3.0
00160210	גלי מים	2.5
00360027	דינמיקה של מבנים ימיים	3.0
00140616	ביצוע פרויקטים, ניהול ומנהיגות	2.5
00360057	שיטות פער ידע	3.0
00360083	החלטות אתגרים השלכות	2.0
00940564	מבוא לניהול פיננסי	2.5
00560166	תופעות שטח וקולואידים	2.0
03150017	תהליכי גימור וציפיים	2.5
03140316	תהליכי חיבור של חומרים	2.5
00360102	יציבות מבנים בהנדסת מכונות	2.0
03150030	תכונות חומרים אלקטרוניים	2.5
00440252	מערכות ספרתיות ומבנה המחשב	5.0
03400520	פרוייקט דגל - רכב מרוץ פורמולה	2.0
00340382	מתודולוגיות פיתוח הנדסי ***1	0.5
00340383	מתודולוגיות פיתוח הנדסי ***2	0.5

חדש – קורסי "אשכול אוריינות דיגיטלית":

0940202	מבוא לניתוח נתונים	3.5
2340268	מבני נתונים ואלגוריתמים	3.0

*** ניתן לקחת את קורסי "מתודולוגיות פיתוח הנדסי 1+2" בצמוד לקורסי פרויקט גמר הנדסי / מחקרי 1+2, בתיאום ואישור מרצה הקורס ומנחה פרויקט הגמר. חובה לקחת את קורסי "מתודולוגיות פיתוח הנדסי 1+2" בצמוד לקורסי פרויקט תכן מוצר חדש 1+2.

תכנית "ברקים" לעתודאים מצטיינים

מטרת התכנית היא להכשיר למערכת הביטחון מהנדסי פיתוח ברמה גבוהה, תוך רכישת ידע מדעי-טכנולוגי במגוון הרחב של תחומי הנדסת מכונות וכן העשרת מקצועות היסוד המדעיים ומקצועות תכן. התכנית מיועדת לסטודנטים עתודאים מצטיינים. במסגרת תוכנית זו ניתן לסיים במסלול מואץ את הלימודים לתואר ראשון ותואר שני הכולל עבודת מחקר (מגיסטר במדעים (M.Sc.)).

מקצועות החובה בתכנית ברקים - שיבוץ מומלץ לפי סמסטרים:

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 1
2	1	-	3	2.5	מבוא יצירתי להנד' מכוני 00350026
4	2	-	2	5.0	חדו"א מ1 01040018
2	2	-	-	4.0	שפת פייתון 02340128
4	2	-	-	5.0	אלגברה 1 מ' 01040016
2	2	-	-	3.0	כימיה כללית 01250001
4	-	-	-	3.0	אנגלית טכנית – מתקדמים ב 03240033
22.5					

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 2
2	2	-	2	3.5	מבוא לגרפיקה ותכנון הנדסי 00340061
3	2	-	-	4.0	מכניקת מוצקים 1 00340028
4	2	-	-	5.0	חדו"א מ2 01040022
2	1	-	-	2.5	משו' דיפר' רגילות/ח 01040131
3	1	-	-	3.5	פיזיקה מ1 01140071
2	2	1	-	3.5	מבוא להנדסת חומרים מ' 03140533
22.0					

ה'	ת'	מ'	פ'	נק'	סמסטר 3
4	2	-	-	5.0	מכניקת מוצקים 2 מורחב 03400053
3	2	-	-	4.0	מבוא לחישוב מדעי והנדסי 00340056
3	2	-	-	4.0	תרמודינמיקה 1 00340035
2	2	-	-	3.0	מד"ח מ' 01040228
2	2	-	-	5.0	פיזיקה 2 ממ' 01140075
21.0					

**רשימה 2 - קורסי מבוא לרובוטיקה:
יש לקחת קורס אחד מתוך הרשימה.**

00350001	מבוא לרובוטיקה	2.5 נק'
00460212	מבוא לרובוטיקה ח'	3.0 נק'
02360927	מבוא לרובוטיקה	3.0 נק'

**רשימה 3 – למידה ובינה מלאכותית:
יש לקחת לפחות קורס אחד מתוך הרשימה.**

00360049	רשתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה	2.5 נק'
00460195	מערכות לומדות	3.5 נק'
02360756	מבוא למערכות לומדות	3.0 נק'
00960411	למידה חישובית 1	3.5 נק'
00960210	יסודות בינה מלאכותית ויישומיה	3.5 נק'
02360501	מבוא לבינה מלאכותית	3.0 נק'

**רשימה 4 - מעבדה מעשית:
יש לקחת לפחות קורס אחד מתוך הרשימה.**

00340401	מעבדה מתקדמת לרובוטים	2.5 נק'
00850705	מעבדה בבקרה	2.5 נק'
00950111	תכן מערכות ייצור	3.5 נק'
02360006	נושאים בבינה מלאכותית ורובוטיקה	3.0 נק'
00460214	*פרויקט ברובוטים ניידים	1.0 נק'
00440167	**פרויקט רכבים אוטונומיים	4.0 נק'

* קורס זה ניתן בצמוד לקורס 046213, הנמצא ברשימה 5
**במסגרת קורס "פרויקט א' "

**רשימה 5 – קורסי ליבה ברובוטיקה:
יש לקחת לפחות 4 קורסים מתוך הרשימה, ומתוכם לפחות 2 מחוץ
לפקולטת האם.**

00360026	קינמטיקה דינמיקה ובקרה של רובוטים	2.5 נק'
00360044	תכן תנועת רובוטים וניווט ע"י חיישנים	3.0 נק'
00860762	ניווט וחישת עולם אוטונומיים	3.0 נק'
00860761	ניווט נעזר ראייה ממוחשבת	3.0 נק'
00460213	רובוטים ניידים	3.0 נק'
00460203	תכנון ולמידה מחיזוקים	3.0 נק'
00970244	רובוטים קוגניטיביים	2.5 נק'
00960208	בינה מלאכותית ומערכות אוטונומיות	2.5 נק'
02360203	נושאים בבינה מלאכותית שיתופית	3.0 נק'
02360767	אלגוריתמים לתכנון תנועה רובוטי	3.0 נק'

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 אירוסולים, 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, 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, חישובים 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 לאחר, הנדסת מחזור חיים של המוצר, קונפיגורציה של מערכות ייצור.

רובוטקה

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-רובוטקה, 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, מהדי לייזר, אופטיקה וקטורית, אופטיקה סיבובית, פונוני שטח/פולריטונים, אקסיוטוניקס, שיטות להמרת תדר, אופטומכניקה, אופטיקה לא-ליניארית.

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 בוגר תואר ראשון שלא בהנדסת מכונות עם ציונים נאותים (מפקולטה הנדסית אחרת או פקולטה מדעית כמו מתמטיקה, פיסיקה, מדעי המחשב) 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). בוגר תואר שאינו הנדסי (תלת שנותי) 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 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 בעיקר 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 יכולים להתקבל גם בוגרי תואר ראשון שלא בהנדסת מכונות עם ציונים נאותים (מפקולטה הנדסית אחרת או פקולטה מדעית כמו מתמטיקה, פיסיקה, מדעי המחשב), 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 82, וכן מכתבי המלצה חיוביים. לתכנית ME נדרש ממוצע תואר ראשון של 80 לפחות.

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

בוגרי תואר ראשון ממסלול תלת-שנתי שיתקבלו לתואר ללא תזה יידרשו להשלים לפחות 20 נקודות במקצועות מלימודי הסמכה על פי תקנות בית הספר לתארים מתקדמים. ההגדרה המדויקת של מקצועות ההשלמה 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 כי בחירת המנחה הקבוע תיעשה בהקדם האפשרי.

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

- צבירת 42 נקודות לפי הפירוט הבא:
- לימוד קורסים מתארים מתקדמים בהיקף 20 נקודות לפחות, כשמתוכם שני מקצועות לפחות מרשימת קורסי "שיטות".
- 2 נקודות בגין 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

- צבירת 42 נקודות לפי הפירוט הבא:
- לימוד 35 נקודות לפחות מתארים מתקדמים הכוללים מקצוע חובה מתמטי, מקצוע חובה חשבון, שני מקצועות ליבה ושלושה מקצועות בחירה מתוך רשימת מקצועות החובה בתחומים השונים.
- 2 נקודות בגין עמידה בבחינה באנגלית על פי דרישת בית הספר לתארים מתקדמים המופיעות במכתב הקבלה.
- ביצוע פרויקט או עבודה סמינריונית בהיקף של 5 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).
- מסלול רגיל - עבור משתלם שסיים תואר שני - צבירת 8 נקודות של קורסים מתארים מתקדמים, ובנוסף לימוד הקורס בכתיבה אקדמית באנגלית לדוקטורנטים בהיקף 2 נק"ז (סה"כ קורסים בהיקף של 10 נק"ז) ו 20 נקודות עבור מחקר.
- דוקטור במסלול המיוחד (ישיר מתואר ראשון) - לימוד 49 נקודות (כולל 2 נקודות עבור "אנגלית מורחבת", 20 מחקר, 25 נק"ז קורסים, וכן 2 נקודות עבור לימוד הקורס בכתיבה אקדמית באנגלית לדוקטורנטים).
- דוקטור במסלול ישיר (מעבר מתואר שני) - לימוד 50 נקודות (כולל 2 נקודות עבור "אנגלית מורחבת", 28 נקודות קורסים ו 20 מחקר), ובנוסף לימוד הקורס בכתיבה אקדמית באנגלית לדוקטורנטים.
- 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 (לא חובה): 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 און-ליין או במפגש אישי, ותבחן את הרקע האקדמי ויכולות באנגלית.
- להגשת מועמדות ובדיקה ראשונית לפני הרשמה יש לפנות לרכזת לקידום בינלאומית בפקולטה inter@technion.ac.il.
- בהמשך, במידה ונמצאת התאמה, 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 שנים במדעים או בהנדסה יהיה עליו להשלים מקצועות מלימודי הסמכה שתקבע הוועדה ובהתאם לכללים של בית הספר לתארים מתקדמים.

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 (לא חובה): 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 און-ליין 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
- להגשת מועמדות ובדיקה ראשונית לפני הרשמה יש לפנות לרכזת לקידום בינלאומיות בפקולטה inter@technion.ac.il.
- בהמשך, במידה ותימצא התאמה ראשונית, יש להגיש את מסמכי המועמדות של מועמד מחו"ל לביה"ס לתארים מתקדמים ע"פ ההנחיות באתר ביה"ס לתארים מתקדמים.
- על המועמד למצוא מנחה.
- ועדת תארים מתקדמים של הפקולטה להנדסת מכונות תמליץ על קבלתו/אי קבלת הסטודנט ועל מקצועות השלמה במידת הצורך.
- הועדה תמליץ על קבלת/אי קבלת של מלגה.

מידע נוסף

מוכירות תארים מתקדמים בפקולטה

טל. 073-3783189/1640

danaal@me.technion.ac.il דנה אלוש

megrast@me.technion.ac.il גילי רחוביצקי

אתר הפקולטה להנדסת מכונות

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