

# המחלקה להנדסת מכונות

2	רקע כללי.....
2	מבנה תכנית הלימודים.....
6	חברי הסגל האקדמי.....
8	תכנית הלימודים.....
10	תכנית הלימודים לתואר ראשון.....
29	התוכנית לתואר כפול הנדסת מכונות ופיסיקה.....
38	התוכנית לתואר כפול הנדסת מכונות ומתמטיקה.....
48	תכנית לימודים לתואר כפול הנדסת מכונות – הנדסת חומרים.....
58	תכנית לימודים משולבת לתואר כפול הנדסת מכונות – הנדסת חשמל.....
66	תכניות לימודים לתואר שני.....

## רקע כללי

הנדסת מכונות כוללת מחקר, תכנון, פיתוח, ייצור ותחזוקה של מערכות מכניות ומערכות אנרגיה. בין מערכות אלו ניתן למצוא למשל מנועים, כלי רכב, כלי תעופה, מכונות לשימוש ביתי יומיומי, מכונות ייצור בתעשייה, מערכות לשימושים רפואיים, מערכות להפקת אנרגיה, מערכות לניצול אנרגיה, מערכות מיזוג-אוויר, מערכות בקרה ואוטומציה, רובוטים ומערכות אלקטרו-מכניות משובצות מחשב (מערכות מכטרוניות) לשימושים שונים. תפקיד מהנדס המכונות הנו להביא ידע מדעי לכדי יישום במערכות מכניות. בעבודתו משתמש מהנדס המכונות במדעי ההנדסה השונים, במחשבים, במעבדות ובאמצעי ייצור שונים. בנוסף למדעים הכלליים, מדעי ההנדסה המיושמים בהנדסת מכונות כוללים את מכניקת המוצק, מכניקת הזרמים, תרמודינמיקה ומעבר חום, תורת הבקרה ושיטות חישוביות וניסוייות שונות. בנוסף, צריך מהנדס המכונות להכיר את הרקע המאפיין את המערכת בה הוא עוסק.

המחלקה להנדסת מכונות באוניברסיטת בן-גוריון בנגב הוקמה בשנת 1967 והיא תרמה ותורמת רבות בהוראה, מחקר, פיתוח וייעוץ לתעשייה. עד כה הוכשרו בה כ-4500 בוגרים. הבוגרים עוסקים בפיתוח, תכנון וייצור בתעשיית התעופה, התעשייה הכימית, תעשיית מכשור רפואי ותרופות, התעשייה הביטחונית, תעשיית האלקטרוניקה ורובוטיקה. בוגרים אחרים, המשיכו את לימודיהם לתארים גבוהים והשתלבו במחקר באוניברסיטאות, מכוני מחקר ובתעשיות עתירות ידע בארץ ובעולם. בוגרים נוספים עוסקים בחישובים הנדסיים בענפי התעשייה המזכרים לעיל ובפיתוח תוכנות הנדסיות שמיועדות לחישובים ולתכנון וייצור בעזרת מחשב (תיב"ם). בהמשך הקריירה, עברו חלק מהבוגרים לתפקידי ניהול פרויקטים וניהול כללי בתעשייה.

## מבנה תכנית הלימודים

תכנית הלימודים לתואר ראשון (B.Sc.) מקנה לבוגרים את התואר מהנדס. משך הלימודים המקובל לתואר ראשון הוא ארבע שנים. הלימודים משלבים הרצאות, תרגולים, מעבדות ופרויקטים. התכנית מספקת בסיס רחב המקנה לתלמידים את עקרונות מדעי ההנדסה ויכולת לימוד עצמית אשר ישמשו אותו בעבודתו כמהנדס. בשתי שנות הלימוד הראשונות מושם דגש על הקניית השליטה במקצועות המדע הבסיסיים כמו מתמטיקה, פיסיקה, כימיה ותכנות מחשבים וכן במקצועות מדעי ההנדסה הבסיסיים שהוזכרו לעיל. השנתיים המתקדמות מוקדשות להתמחות במסלולים לפי בחירת התלמיד. לקראת שנת הלימודים השלישית רשאי התלמיד לבחור באחד מתוך עשרת מסלולי ההתמחות. במסגרת מסלול ההתמחות התלמידים לומדים מקצועות שונים ומבצעים את פרויקט הגמר. תשעת מסלולי ההתמחות מפורטים בהמשך.

תחומי ההתמחות של חברי הסגל של המחלקה כוללים: מכניקת זרמים, זרימה דחיסה, גלי הלם, טורבולנציה, תורת הבקרה, אוטומציה, רובוטיקה, מכטרוניקה, תרמודינמיקה, מעבר חום, מיזוג אוויר, מכניקת המוצק ומבנים, חומרים מרוכבים, תכנות מכניות של חומרים, תנודות, טכנולוגיה של חלקיקים ואבקות, ביומכניקה,

הנדסה רפואית, ייצור, מנועי שריפה פנימית, תיכון מכונות,

## בתוכנית הלימודים קיימים 9 מסלולי התמחות:

1. בקרה, מכטרוניקה ורובוטיקה
2. מכניקת המוצק
3. מערכות זרימה
4. מערכות תרמיות
5. הנדסה רפואית וביומכניקה
6. תיכון מכונות
7. מערכות הספק
8. הנדסת חומרים
9. אנרגיה גרעינית

כל מסלול מורכב בדרך כלל מ- 4 קורסים המוגדרים בהמשך. תלמיד אשר ילמד את רצף הקורסים המגדירים מסלול יקבל תעודה נוספת. אין חובה לקחת שום מסלול וניתן להשלים את קורסי הבחירה מתוך קורסי הבחירה המסלוליים וקורסי הבחירה המחלקתיים.

בשנת לימודיו האחרונה מבצע התלמיד פרויקט הנדסי בהנחיה צמודה של חבר סגל בכיר מהמחלקה או מהנדס בכיר מהתעשייה. במסגרת הפרויקט על התלמיד לתכנן ולפתח מערכת או מתקן או לפתור ולחקור בעיה הנדסית מורכבת. הפרויקט מסוכם בדו"ח הנדסי מקיף ומוצג בכנס פרויקטים שנתי. בדרך זו ניתן לתלמיד לפתח את יכולת היצירה ההנדסית תוך שימוש בכלים אותם רכש בלימודיו. כמו כן ניתנת לו הזדמנות להציג את הישגיו בפני עמיתיו, מוריו וקהל מן התעשייה.

במשך כל תקופת הלימודים מושם דגש על התנסות מעשית בעזרת המעבדות השונות. במחלקה קיימות, בין היתר, מעבדות מחשבים ומיקרו-בקרים, מעבדת תרמודינמיקה, מעבדת זרימה, מעבדת חוזק חומרים, מעבדת חום, מעבדת תכונות מכניות של חומרים, מעבדת בקרה, מעבדת מכשור, מעבדת מנועים ובעירה, מעבדת רובוטיקה, מעבדה לתורת המכונות ומעבדה לאלקטרוניקה. הצדדים המעשיים של החומר הנלמד מומחשים באמצעות המעבדות ובעזרת מחשב. מטרת גישה זו היא לפתור בעיות הנדסיות ממשיות ובכך לאפשר את שילובם המהיר של הבוגרים בקבוצות ההנדסה בתעשייה.

כללי: המקצועות הנלמדים במחלקה מחולקים לשלושה סוגים: מקצועות חובה מחלקתיים, מקצועות בחירה מסלוליים ומקצועות בחירה מחלקתיים. פרוט יבוא בהמשך.

סה"כ על התלמיד לצבור לפחות את מספר נקודות הזכות הדרוש בפקולטה להשלמת התואר, כלומר 160 נק"ז.



# חברי הסגל האקדמי

## ראש המחלקה

גנדי זיסקינד

## פרופסור מן המניין

יעקב בורטמן

גל דבוטון

גנדי זיסקינד

אבי לוי

מיכאל מונד

חיים קלמן

ראובן שגב

אורן שדות

רפאל תדמור

## פרופסור חבר

גבריאל צדרבאום

אמיר שפירא

## מרצה בכיר

שי ארוגטי

בני בר-און

יואב גרין

דוד זרוק

אסף יעקובוביץ

אבישי כרמי

אבי ניב

רועי סייג

ליאור עטיה

יורי פלדמן

דניאל שוקרון

## מורה בכיר

ישעיהו וויס

## מרצה

עוז אושרי

אוריאל שושני

## פרופסור אמריטוס

עוזר איגרא

חיים אילתה

אירנה בורדה

גבי בן-דזר

ירמיהו ברנובר

אלכסנדר יחוט

יוגני זארצקי

רות ליטן

בן-ציון סנדלר

סמיון סוקוריאנסקי

ולדימיר פורטמן

מרדכי פרל

קלמן שולגסר

יצחק שי

## סגל בגמלאות

יוסף טירן

רוג'ר נתן



## תכנית הלימודים

כדי לעמוד בדרישות התואר בוגר בהנדסת מכונות באוניברסיטת בן גוריון בנגב על התלמיד להשלים:

- א. **מקצועות חובה מחלקתיים** – מקצועות החובה המחלקתיים הניתנים לאורך הלימודים ומפורטים בטבלאות לרבות פרויקט הנדסי 1 ו-2.
- ב. **מקצועות בחירה מחלקתיים** – על כל תלמיד לבחור במקצועות נוספים מרשימת המקצועות הניתנים על ידי המחלקה להנדסת מכונות על מנת להשלים את הנק"ז לתואר.
- ג. **מקצועות בחירה מסלוליים** – נלמדים כקורסי בחירה בשנתיים האחרונות לתואר. לכל מסלול ישנה רשימה של שלושה-ארבעה מקצועות בחירה מסלוליים. יו"ר ועדת הוראה יכול לאשר לתלמיד מצטיין חריגות מתוכנית המסלול אליו הוא רשום. תלמיד אינו חייב להירשם למסלול והוא יכול לסיים את התואר עם קורסי הבחירה בלבד.
- ד. **מקצועות בחירה ממחלקות אחרות** – תלמיד יכול לבחור עד 2 קורסים הניתנים במחלקות אחרות בפקולטה כקורסי בחירה באישור יו"ר ועדת ההוראה המחלקת. אין צורך באישור מיוחד לקורסים ממחלקות אחרות המופעים בתוך מקצועות הבחירה המסלוליים.
- ה. **פרויקט** – נושא הפרויקט ייבחר מתוך רשימת הפרויקטים.
- ו. **מקצועות כלליים** – כל תלמיד חייב להשלים במשך תקופת לימודיו מקצועות כלליים במשקל כולל של 6 נק"ז ועוד 1 נק"ז של קורסי ספורט. רשימת הקורסים הכלליים תפורסם על ידי הפקולטה להנדסה.

### התוכנית המשולבת לתואר כפול הנדסת מכונות-הנדסת חומרים

המחלקה להנדסת מכונות והמחלקה להנדסת חומרים מקיימות תוכנית משולבת לתואר כפול. התוכנית המשולבת מעניקה לבוגריה תואר כפול: B.Sc. בהנדסת מכונות ו-B.Sc. בהנדסת חומרים. בוגרי התוכנית יכולים להירשם בפנקס המהנדסים וכמו כן באפשרותם להמשיך ללא השלמות לתואר השני והשלישי במחלקה להנדסת מכונות או במחלקה להנדסת חומרים לפי בחירתם. תנאי הקבלה לתוכנית, מבנה הלימודים ופרטים נוספים מובאים בהמשך.

### התוכנית המשולבת לתואר כפול הנדסת מכונות-הנדסת חשמל ומחשבים

המחלקה להנדסת מכונות ובית הספר להנדסת חשמל מקיימות תוכנית משולבת לתואר כפול. התוכנית המשולבת "הנדסת מכונות וחשמל" מעניקה לבוגריה תואר כפול: B.Sc. בהנדסת מכונות ו-B.Sc. בהנדסת חשמל ומחשבים. בוגרי התוכנית יכולים להירשם בפנקס המהנדסים וכמו כן באפשרותם להמשיך ללא השלמות לתואר השני והשלישי במחלקה להנדסת מכונות או בבית הספר להנדסת חשמל לפי בחירתם. תנאי הקבלה לתוכנית, מבנה הלימודים ופרטים נוספים מובאים בהמשך.



## **התוכנית המשולבת לתואר כפול הנדסת מכונות-פיסיקה**

המחלקה להנדסת מכונות והמחלקה לפיסיקה מקיימות תוכנית משולבת לתואר כפול. התוכנית המשולבת "הנדסת מכונות פיסיקה" מעניקה לבוגריה תואר כפול: B.Sc. בהנדסת מכונות ו-B.Sc. בפיסיקה. בוגרי התוכנית יכולים להירשם בפנקס המהנדסים וכמו כן באפשרותם להמשיך ללא השלמות לתואר השני והשלישי במחלקה להנדסת מכונות או במחלקה לפיסיקה לפי בחירתם. תנאי הקבלה לתוכנית, מבנה הלימודים ופרטים נוספים מובאים בהמשך.

## **התוכנית המשולבת לתואר כפול הנדסת מכונות-מתמטיקה**

המחלקה להנדסת מכונות והמחלקה למתמטיקה מקיימות תוכנית משולבת לתואר כפול. התוכנית המשולבת "הנדסת מכונות מתמטיקה" מעניקה לבוגריה תואר כפול: B.Sc. בהנדסת מכונות ו-B.Sc. במתמטיקה. בוגרי התוכנית יכולים להירשם בפנקס המהנדסים וכמו כן באפשרותם להמשיך ללא השלמות לתואר השני והשלישי במחלקה להנדסת מכונות או במחלקה למתמטיקה לפי בחירתם. התוכנית נמשכת על פני 9 סמסטרים. יתקבלו תלמידים העומדים בתנאי הקבלה של המחלקה למתמטיקה והנמצאים ב-20% העליונים של הנרשמים להנדסת מכונות. על התלמידים לשמור על ממוצע שנתי שלא יפחת מ 80.

פרטי התכנית ודרישותיה מופעים בשנתון המחלקה למתמטיקה.

## **הערות חשובות:**

- תלמידים אשר עברו למחלקה ממחלקות אחרות או ממוסדות אקדמיים אחרים וקיבלו פטור/ הכרה בציון על קורס כלשהוא, הנק"ז אשר יוכרו להם יהיו על פי הרשום למקצועות המתאימים בתכנית הלימודים של המחלקה להנדסת מכונות באב"ג.
- החל משנת הלימודים תשע"א אין חובת בחירת מסלולים. מכון והנק"ז של קורסי הבחירה אינו אחיד, עשוי התלמיד לסיים את התואר עם נק"ז גבוה מהדרוש ולכן עליו לתכנן את בחירתו.
- החל משנת הלימודים תשע"א ישנה חובת השתתפות פעילה (תרגילים, בחנים, מבחן) בקורסי הקדם אך אין חובת מעבר, על מנת להרשם לקורסי המשך.

# תכנית הלימודים לתואר ראשון

## 1. מקצועות חובה מחלקתיים

תכנית זו מסכמת את כל קורסי החובה המחלקתיים ואינה כוללת את קורסי הבחירה המסלוליים והכלליים. קורסים אלו יפורטו בהמשך לפי המסלולים המחלקתיים.

כל קורסי החובה יינתנו ב-2 קבוצות כתלות במספר התלמידים הנרשמים. כל הקבוצות יועברו באותו הסמסטר.

**\*התוכנית המוצגת הנה הרצויה אך ייתכנו בה שינויים קלים עקב אילוצים בלתי צפויים.**

הקורסים במבוא לפיסיקה מהווים קדם ללימודי הקורסים בפיסיקה. לכן, תלמיד שאין לו בתעודת הבגרות ציון עובר בפיסיקה ברמת 5 יח"ל צריך ללמוד אותם במסגרת היחידה ללימודים קדם אקדמיים. פרטי הקורסים: 5500-5-0006 מבוא לפיסיקה מכניקה, מופיעים באתר האוניברסיטה.

ה'-הרצאה, ת'-תרגיל, מ'-מעבדה, נק"ז-נקודות זכות

### שנה א' – סמסטר א'

שם המקצוע	מקצוע קדם חוסם	נק"ז	מ'	ת'	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
		5.0	-	2	4	חדו"א 1 להנדסה	20119711
		4.5	-	1	4	מבוא לאלגברה ליניארית מכ'	20119321
		4.5	-	1	4	כימיה בסיסית להנדסה	20411571
		0.5	1	-	-	כימיה בסיסית - הדגמות	20411593
		1.5	3	-	-	מבוא להנדסת מכונות	36211163
		5.0	-	2	4	גרפיקה הנדסית	36211011
		-	-	-	-	הכרת הספרייה	36010011
		<b>21.0</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	סה"כ סמסטר א'	

### שנה א' – סמסטר ב'

שם המקצוע	מקצוע קדם חוסם	נק"ז	מ'	ת'	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
חדו"א הנד' מכ' 1	2011971 1	5.0	-	2	4	חדו"א 2 להנדסה	20119721
		4.0	-	2	3	תכנות למהנדסי מכונות	36212232

שם המקצוע	מקצוע קדם חוסם	נק"ז	מ'	ת'	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
אנגלית מתקדמים 1	1531504 1	2.0	-	-	4	אנגלית מתקדמים 2 (טכנולוגיה)	15315051
גרפיקה הנדסית	3621101 1	2.0	4	-	-	מעבדה לגרפיקה ממוחשבת מעשית	36211143
		4.0	-	2	3	תכונות מכאניות של חומרים	36212181
		4.0	-	2	3	סטטיקה	36211061
		<b>21.0</b>	4	8	17	סה"כ סמסטר ב'	

שנה ב' – סמסטר א'

שם המקצוע	מקצוע קדם חוסם	נק"ז	מ'	ת'	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
חדו"א הנד' מל' 2 מבוא אלג' לינ'	2011972 1 2011932 1	4.0	-	2	3	חדו"א 3 להנדס' מכונות	20119771
סטאטיקה	3621106 1	3.5	-	1	3	פיסיקה 2 לתלמידי הנד' מכונות	20311721
סטאטיקה	3621106 1	5.0	-	2	4	דינמיקה	36212221
		6.0	-	2	5	תרמודינמיקה	36212241
תכונות מכאניות	3621218 1	3.5	-	1	3	טכנולוגיות הייצור	36212161
		<b>22.0</b>	-	8	18	סה"כ סמסטר א'	

שנה ב' – סמסטר ב'

שם המקצוע	מקצוע קדם חוסם	נק"ז	מ'	ת'	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
חדו"א 3	2011977 1	2.5		1	2	משוואות דיפרנציאליות חלקיות להנדסת מכונות	20119471
מבוא לאלג' לינ'	2011932 1	3.5	0	1	3	מערכות ליניאריות	36213401
		2.5	1	-	2	מכשור ומדידות	36212151
אלגברה לינ' חדו"א 3 סטאטיקה	2011932 1 2011977 1 3621106 1	6.0	-	2	5	חוזק חומרים	36212121

שם המקצוע	מקצוע קדם חוסם	נק"ז	מ'	ת'	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
חדו"א 3 תרמודינמיקה	2011977 1 3621224 1	6.0	-	2	5	תורת הזרימה	36212331
		1.0	2	-	-	סדנא לתוכנות מחשב הנדסיות	36212173
		<b>21.5</b>	3	6	17	סה"כ סמסטר ב'	

שנה ג' – סמסטר א'

שם המקצוע	מקצוע קדם חוסם	נק"ז	מ'	ת'	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
מכשור ומדידות חוזק חומרים תרמודינמיקה	3621215 1 3621212 1362122 41	2.0	4	-	-	מעבדה להנדסת מכונות 1	36211153
חוזק חומרים גרפיקה הנדסית	3621212 1 3621101 1	6.0	-	2	5	תיכון מכונות	36212242
מערכות לינ'	3621340 1	6.0	-	2	5	מערכות בקרה	36213471
תורת הזרימה	3621233 1	6.0	-	2	5	מעבר חום	36213261
						קורסי בחירה	
		<b>20.0</b>	4	6	16	סה"כ סמסטר א' (ללא בחירה)	

שנה ג' – סמסטר ב'

שם המקצוע	מקצוע קדם חוסם	נק"ז	מ'	ת'	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
תורת הזרימה מעבר חום מערכות בקרה	3621233 1 3621326 1 3621347 1	2.0	4	-	-	מעבדה להנדסת מכונות 2	36211133
דינמיקה	3621222 1	3.5	-	1	3	תורת התנודות	36214791
סטטיקה	3621106 1	3.5	-	1	3	תורת המכונות	36213321

שם המקצוע	מקצוע קדם חוסם	נק"ז	מ'	ת'	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
חדו"א 2 תכנות	2011972 1	4.0	-	2	3	שיטות נומריות בהנדסה	36213341
תיכון מכונות	3621224 2	2.5	5			פרויקט תיכון מכונות	36214663
		4.0	-	2	3	שיטות סטטיסטיות בהנדסה *	36213061
						קורסי בחירה	
		19.5	9	4	9	סה"כ סמסטר ב' (ללא בחירה)	

\* הקורס ניתן לתלמידי שנה ג' החל מתש"פ.

שנה ד' – סמסטר א'

שם המקצוע	מקצוע קדם חוסם	נק"ז	מ'	ת'	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
מקצועות החובה שנים א'-ג'		3.0	6	-	0.5	פרויקט הנדסי 1	36214503
חדו"א 3 פיסיקה 2	2011977 1 2031172 1	4.0	-	2	3	מבוא להנדסת חשמל למכונות	36212191
						קורסי בחירה	
		7.5	6	2	3.5	סה"כ סמסטר א' (ללא בחירה)	

\* תלמיד יורשה להירשם למקצוע זה רק לאחר צבירת 116 נק"ז ומעבר כל קורסי החובה.

שנה ד' – סמסטר ב'

שם המקצוע	מקצוע קדם חוסם	נק"ז	מ'	ת'	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
פרויקט הנדסי 1	3621450 3	6.0	12	-	0.5	פרויקט הנדסי *2	36214603
		7.0				קורסים כלליים ממדעי הרוח	
						קורסי בחירה	
		13.0	12	2	3.5	סה"כ סמסטר ב' (ללא בחירה)	

\* מהווה המשך ישיר ובלתי נפרד מהמקצוע פרויקט הנדסי 1.



## 2. המסלולים במחלקה – מקצועות בחירה מסלוליים

על כל תלמיד ללמוד 5 קורסי בחירה על מנת להשלים את הנק"ז הדרוש לתואר. בהתאם לבחירת הקורסים, עשוי התלמיד לסיים את התואר עם נק"ז גבוהה מהדרוש ולכן עליו לתכנן את בחירתו. תלמיד אשר יבחר 4 קורסי בחירה המהווים מסלול התמחות כמתואר להלן יקבל תעודה מתאימה עם סיום התואר. להלן תיאור קצר של כל מסלול ורשימת הקורסים של אותו המסלול. מועדי ההעברה של הקורסים מופיעים בהמשך השנתון.

### מסלול התמחות 1: בקרה, מכטרוניקה ורובוטיקה

חלק נכבד מהמוצרים המפותחים כיום בעולם דורשים שיתוף פעולה הדוק בין מהנדסים מתחומים שונים. כמעט ולא קיימת היום מכונה שאינה כוללת מרכיב מכאני, מרכיב חשמלי ומרכיב של תוכנה. לרוב נדרשת גם מערכת בקרה מתאימה. תפקיד מערכת הבקרה הוא לאפשר פעולה אוטומטית של תהליכים שונים בהתאם לדרישות ביצוע רצויות. דוגמא מחיי היום יום היא מערכת בקרת שיט בכלי רכב. דוגמא אחרת: מטוס ללא טיס שנדרש להמריא, לבצע משימה ולנחות חזרה כמעט ללא התערבות של מפעיל חיצוני. תחום המכטרוניקה משלב ידע וכלים מארבעה תחומי הנדסה קלאסיים: מכונות, אלקטרוניקה, בקרה ומחשבים ופותח כדי לתת מענה לידע הדרוש כיום בתכנון מכונות אוטומטיות.

מסלול הבקרה, מכטרוניקה ורובוטיקה מכשיר מהנדסי מכונות עם התמחות בתחום הבקרה. התלמידים לומדים את עקרונות התכנון של מערכות בקרה, משלב התכנון ועד שלב המימוש על ידי מערכות מיקרו-מחשב. המסלול שם דגש על מערכות רובוטיות. במסגרת זו התלמידים לומדים על המאפיינים הקינמטיים והדינאמיים של מערכות רובוטיות והרקע התיאורטי הדרוש לצורך הפעלה ובקרה של מערכות אלה.

למהנדסי בקרה בעלי תואר בהנדסת מכונות יש יתרון גדול הקשור ביכולת של מהנדס המכונות להבין תהליכים דינאמיים ולפתח מודלים דינאמיים של מערכות מכאניות. להבנה זו יש תפקיד חשוב בתכנון מערכות בקרה. תלמידים המסיימים את לימודיהם בהנדסת מכונות עם התמחות בתחום הבקרה מכטרוניקה ורובוטיקה עשויים להשתלב בתעשיית ההיטק, בחברות אשר מפתחות ומפעילות מערכות ייצור רובוטיות וכן בתעשיות הביטחוניות.

יש לבחור את הקורסים: מבוא לבקרה ליניארית מודרנית, תכנון ובנייה של מערכות בקרה שימושיות, מיקרו-מחשב במערכות מכניות ועוד קורס מתוך הרשימה:

מבוא לבקרה ליניארית מודרנית (חובה למסלול)	36215732
מיקרו-מחשב במערכות מכניות (חובה למסלול)	36214201
תכנון ובנייה של מערכות בקרה שימושיות (חובה למסלול)	36214242
דינמיקה ואיורודינמיקה של כלי טייס	36214754

מבוא לבקרה ליניארית מודרנית (חובה למסלול)	36215732
קינמטיקה ודינמיקה של רובוטים	36214231
נושאים נבחרים ברובוטיקה 1	36214654

אילוצים: במסלול זה יש לקחת את 36215732 בסמסטר ב' של שנה שלישית, את 36214201 בסמסטר א' של שנה רביעית ואת 36214242 בסמסטר ב' של שנה רביעית.

## מסלול התמחות 2: מכניקת המוצק

יש לבחור 4 קורסים מתוך הרשימה:

מבוא לאנליזת אלמנט סופי	36213091
תורת חוזק מתקדמת	36214641
דינמיקת מבנים	36216051
מכניקה של חומרים מרוכבים	36214071
מבוא לתורת האלסטיות	36213111
מבוא לתורת הקליפות והלוחות	36215521

## מסלול התמחות 3: מערכות זרימה

מסלול הזרימה מהווה תחום מרכזי בהנדסת מכונות. במסלול זה ניתן דגש על לימוד העקרונות הפיסיקליים הבסיסיים מהיבט של מכניקת הרצף, תרמודינמיקה, מעבר חום וחוזק. הלימודים במסלול מתמקדים בהתנהגות זורמים בתנאים שונים כגון זרימה פנימית קרי, זורמים בצנרת או בתעלות וכן זרימה חיצונית קרי, השפעת הזורם על גופים הנעים בו כגון מטוסים, אניות, צוללות וכדומה. למרות שמכניקת הזורמים מהווה את אחד התחומים העתיקים במדע המודרני עדיין התחום חי ותוסס. נושאים מרכזיים הקשורים לתחום זה הם אווירונאוטיקה, מטרולוגיה, תחנות כוח הידרו-אלקטריות טורבולנציה, אי יציבות הידרודינמיות, ועוד. בשנים האחרונות נושא הסימולציות הנומריות התקדם מאוד בתחום זה בעקבות עלית כוח המחשוב והיום חיזוי תופעות הקשורות בזרימה בעזרת כלים אלו מאפשר טיפול באתגרים הנדסיים שהיו בלתי ניתנים לפתרון בעבר הלא רחוק. אופי העבודה למהנדס בוגר תחום זה תלוי כמובן במקום העבודה ויכול להיות מחקר, פיתוח ותכנון של מערכות הידרואוליות, אווירונאוטיקה, הידרונאוטיקה (כלי שיט), מערכות קירור/חימום, מיזוג אוויר, הנדסת תחזוקת של מערכות הזרמה למיניהם או שילוב ביניהם.

יש לבחור את הקורס מכניקת זורמים שימושית ובנוסף עוד 3 קורסים מתוך הרשימה:

זרימה צמיגה	36214383
עקרונות הזרימה הדו-פאזית	36214866
מבוא לאינטראקציית זורם מבנה	36214704
מעבר מסה	36213641
זרימה דחיסה	36214381
מכניקת זורמים שימושית (חובה למסלול)	36214451
דינמיקה ואוירודינמיקה של כלי טייס	36214754



#### מסלול התמחות 4: מערכות תרמיות

במסלול זה נחשפים התלמידים לתחום האנרגיה, שהוא אחד התחומים הקלאסיים וגם האקטואליים ביותר בהנדסת מכונות. בהתאם לכך, המסלול מתבסס על הידע שנרכש בקורסי החובה, בעיקר בתרמודינמיקה ומעבר חום, ומקנה לתלמידים ידע תיאורטי ויישומי מעמיק בהיקף רחב של נושאים עכשוויים. בפרט, המסלול עוסק בנושאים הקשורים להפקת אנרגיה ממקורות שונים, מדלקים רגילים ועד מקורות אנרגיה חלופיים כגון שמש, רוח וגלי ים, באמצעות מחזורים תרמודינמיים מתקדמים. כמו כן, המסלול עוסק בתיכון מתקנים מגוונים, כולל מחליפי חום, מבחינה תרמית. קורסי בחירה נוספים מתמקדים בנושאים ספציפיים כמו אנרגיה סולרית, מנועי שריפה פנימית ומיזוג אוויר.

הידע שנרכש במסלול מאפשר לבוגריו להשתלב במגוון רחב של תחומים, כגון תחנות כוח, מפעלים כימיים, תעשיות ביטחוניות, וחברות היי-טק. הם עוסקים במציאת פתרונות הנדסיים יעילים עבור מערכות אנרגיה חלופית, זיווד אלקטרוני, קירור מערכות אלקטרוניות ואופטיות, ושימוש במקורות האנרגיה.

יש לבחור 4 קורסים מתוך הרשימה:

מנועי שרפה	36214551
תרמודינמיקה של מערכות כוח וחום	36214461
אנרגיה סולרית	36214861
ניתוח תרמי של מערכות אלקטרוניות	36215271
תיכון תרמי	36214701
מקורות אנרגיה בלתי קונבנציונליים	36214951
מעבר מסה	36213641
קריאוגניקה ניצול גזים ומקררים קריאוגניים	36214292

#### מסלול התמחות 5: הנדסה רפואית וביומכניקה

הקורסים מתמקדים באנטומיה וביומכניקה של גוף האדם, טכנולוגיה של מערכות רפואיות, ובתהליך של פיתוח וליווי של טכנולוגיה רפואית כולל הקמה של חברת סטארט-אפ, שמירה של נכס אינטלקטואלי, גיוס של מימון פיננסי, דו"ח עסקי, אישורים בינלאומיים ושיווק בשוק הרפואי. התעשייה בהנדסה ביורפואית מפותח, ומצליחה מאוד בארץ. שוק התעסוקה מחפש היום מהנדסי מכונות עם התמחות בביורפואה לתעשייה, הכולל מחקר ופיתוח של מוצרים חדשים, ניהול ושיווק. גם בבתי חולים, בקופות חולים ובצבא הביקוש רב לתעסוקה בטכנולוגיה רפואית וגם במחקר רפואי. תחומים אחרים שיש בהם ביקוש לבוגרי המסלול כוללים: ביומכניקה ושיקום בספורט, ביומכניקה ורפואת טיסה וחלל, ומחקר והוראה באקדמיה. ההתפתחות בתחום הננוטכנולוגיה אמורה לפתח בעתיד יישומים רפואיים חדשים רבים בשנים הבאות.

יש לבחור את שלושת קורסי החובה ועוד קורס מתוך הרשימה:

36214922	ביומכניקה של עצמות ועורקים (חובה למסלול)
36714211	תכונות מכניות של רקמות חיות (חובה למסלול)
36713131	ביו חומרים (חובה למסלול)
36213111	מבוא לתורת האלסטיות
36214383	זרימה צמיגה
36214071	מכניקה של חומרים מרוכבים

מסלול התמחות 6: תיכון מכונות

במסלול "תיכון מכונות" לומד התלמיד את עקרונות התכן לביתוח, ייצור ותחזוקה של מכונות, תמסורות ומערכות מתקדמות. מסלול זה מתמקד בלימוד התנהגות החומר, מודי הכשל (התעייפות, שחיקה, קריסה ועוד) ותהליכי הייצור ובהמשך בהקניית יכולת לביצוע חישובי חוזק מתקדמים.

התלמיד נחשף לשיקולי תכן בסיסים ומתקדמים להשגת יעדים נדרשים ממכונה: אמינות, בטיחות, זמינות ועוד. בוגרי מסלול זה יכולים להשתלב במחלקות הנדסיות בתעשייה העוסקות בתכן מכני בתחומים מגוונים: תעשיות בתחום הרפואה, הביטחון, ההייטק ועוד.

יש לבחור 4 קורסים מתוך הרשימה:

36213601	מבוא לעיבוד שבבי
36214282	תיכון אנליזה ובניית מבנים מחומרים מרוכבים
36213461	תיכון מכונות באמצעות אלמנטים סופיים
36213091	מבוא לאנליזת אלמנט סופי
36215811	טריבולוגיה
36214452	שיטות אופטימיזציה לתכן

להלן מסלולים המוגדרים עם מחלקות אחרות בפקולטה למדעי ההנדסה. תלמיד שאינו משתתף באחד מהמסלולים הבאים רשאי לקחת עד שני קורסי בחירה ממחלקות אחרות מהרשימה שלהלן.

מסלול התמחות 7: מערכות הספק

במסלול זה יתמחה מהנדס המכונות במקור העיקרי לתנועות המכניות והדינאמיקה והם מנועים חשמליים.  
במסלול זה יכיר מהנדס המכונות את האספקט החשמלי של מערכות מתח גבוה, הנע חשמלי ומערכות הספק. להשלמת המסלול יש לבחור את ארבעת הקורסים הבאים:

מערכות הספק 1	36114151
מבוא להנדסת מתח גבוה	36114071
מערכות הספק 2	36114161
הנע חשמלי	36114581

\*ניתן גם לקחת קורסים של הנדסת חשמל מתחום הבקרה באישור יו"ר ועדת הוראה.

### מסלול התמחות 8: הנדסת חומרים

במסלול זה יתמחה מהנדס המכונות בחומרים ובחירתם. הידע הנוסף בחומרים ישפר באופן משמעותי את יכולתו לתכנן פרקי מכונות ושימוש בחומרים מיוחדים כמו חומרים פלסטיים וקרמיים. מהנדס מכונות בוגר המסלול יוכל להשתלב בכל תעשייה העוסקת בתכנון מכני וחומרים מיוחדים. בכדי להשלים התמחות במסלול זה על הסטודנט לבחור את ארבעת הקורסים המופיעים ברשימה:

36512011	תורת החומרים 2 (חובה למסלול)
36514471	התמצקות וריתוך (חובה למסלול)
36514791	חומרים קרמיים (חובה למסלול)
36513491	בחירת חומרים (חובה למסלול)

### מסלול התמחות 9: אנרגיה גרעינית

מסלול אנרגיה גרעינית הינו מסלול התמחות משותף למחלקה להנדסת מכונות ולמחלקה להנדסה גרעינית.

המסלול הוכן על מנת לענות לצורך עדכני בישראל ובעולם להכשרת מהנדסים, מדענים וחוקרים לעיסוק בנושאי אנרגיה גרעינית, תכנות כוח ועוד. ניתן להמשיך בלימודים מתקדמים במסגרת לימודי מוסמכים בהנדסת מכונות או במסגרת המחלקה להנדסה גרעינית.

יש לבחור את הקורסים: פיזיקה של כורים גרעיניים, חומרים גרעיניים ונזקי קרינה, תרמו-הידראוליקה לכורי כח גרעיניים ועוד קורס מתוך הרשימה:

36610102	פיזיקה של כורים גרעיניים (חובה למסלול)
36610107	תרמו-הידראוליקה לכורי כח גרעיניים (חובה למסלול)
36613343	מעבדת מבוא להנדסה גרעינית
36610104	חומרים גרעיניים ונזקי קרינה (חובה למסלול)
36610105	אינטראקציה של קרינה, גילוי ומדידה
36610106	תהליכים כימיים במעגלי הדלק הגרעיני



### 3. קורסי הבחירה

הטבלאות שלהלן מציגות את מקצועות הבחירה המסלוליים והמחלקתיים. התוכנית המוצגת הנה הרצויה אך ייתכנו בה שינויים עקב אילוצים בלתי צפויים.

מס' מקצוע	שם המקצוע	נק"ז	מקצועות קדם חובה
36214201	מיקרו-מחשב במערכות מכניות	3.5	20219081 תכנות בשפת C 36215732 מבוא לבקרה ליני מודרנית
36214383	זרימה צמיגה	3.0	36212331 תורת הזרימה
36214451	מכניקת זורמים שימושית	3.0	36212331 תורת הזרימה
36213111	מבוא לתורת האלסטיות	3.0	36212121 חוזק חומרים
36215811	טריבולוגיה	3.0	
36214701	תיכון תרמי	3.0	36213261 מעבר חום
36214861	אנרגיה סולרית	3.0	36213261 מעבר חום
36213461	תיכון מכונות בעזרת אלמנטים סופיים	3.0	36213091 מבוא לאנליזת אלמנט סופי
36114151	מערכות הספק 1	3.0	
36513491	בחירת חומרים	3.0	36212181 תכונות מכאניות של חומרים
36514471	התמצקות וריתוך	3.0	36212181 תכונות מכאניות של חומרים
37414106	תחמושת ונפצים - עקרונות בטיחות ואפקטים פיזיקליים	2.5	37414104 אירועים חריגים 2
36214913	ניהול הנדסי	3.0	
36214452	שיטות אופטימיזציה לתכן	3.0	
36214574	חשמל וחוקי בטיחות ברכב חשמלי	3.0	
36214291	דינמיקה ובקרה של כלי רכב	3.0	36212221 דינמיקה 36213471 מערכות בקרה
36215732	מבוא לבקרה ליניארית מודרנית	3.5	36213471 מערכות בקרה
36214242	תכנון ובנייה של מערכות בקרה שימושיות	3.0	36215732 מבוא לבקרה ליני מודרנית 36214201 מיקרו-מחשב במערכות מכנ'
36213601	מבוא לעיבוד שבבי	3.5	36211133 מעבדה להנד' מכונ' 2
36214111	מבוא לטכנ' של חלקיקים ואבקות	3.0	36212331 תורת הזרימה

מס' מקצוע	שם המקצוע	נק"ז	מקצועות קדם חובה
36214705	מבוא לתיב"מ הנדסי	3.0	36212242 תיכון מכונות
36114161	מערכות הספק 2	3.0	36114151 מערכות הספק 1
36114581	הנע חשמלי	3.0	
36114071	מבוא להנדסת מתח גבוה	3.0	
37414118	אירועים חריגים 3 - מבוא לניהול אירועים חריגים	2.5	36213061 שיטות סטטיסטיות בהנדסה
37414104	אירועים חריגים 2 - מבוא למיגון מבנים	2.5	36214791 תורת התנודות (ניתן במקביל)
37414105	שדרוג מיגון מבנים	2.5	37414104 אירועים חריגים 2

מס' מקצוע	שם המקצוע	נק"ז	מקצועות קדם חובה
36512011	תורת החומרים 2	3.5	תכונות מכאניות של חומרים 36212181
36514791	חומרים קרמיים	3.0	תכונות מכאניות של חומרים 36212181
36215442	מבוא לתורת הנקעים	3.0	
36214493	הפיסיקה של האופטיקה השימושית	3.0	
36224494	מבוא לתכנות מקבילי	3.0	
36214381	זרימה דחיסה	3.0	תורת הזרימה 36212331
36215521	מבוא לתורת הקליפות והלוחות	3.0	חוזק חומרים 36212121
36214641	תורת חוזק מתקדמת	3.0	חוזק חומרים 36212121
36213091	מבוא לאנליזת אלמנט סופי	3.0	חוזק חומרים 36212121
36215491	מבוא לניתור בריאות מבנים	3.0	
36214541	מיזוג אויר וקירור	3.0	מעבר חום 36213261 חוזק חומרים 36212121
36215271	ניתוח תרמי מערכות אלקטרוניות	3.0	מעבר חום 36213261
36213641	מעבר מסה	3.0	מעבר חום 36213261
36214282	תיכון אנליזה ובניית מבנים מחומרים מרוכבים	3.0	
37414106	תחמושת ונפיצים- עקרונות בטיחות ואפקטים פיסיקליים	2.5	אירועים חריגים 2
36214334	מבוא להנדסת חלל ולוויינים	3.0	
36214422	מבוא למע אלקטרו-מכאניות זעירות	3.0	
36214754	דינמיקה ואוירודינמיקה של כלי טייס	3.0	דינמיקה 36212221
36214292	קריאוגניקה ניצול גזים ומקררים קריאוגניים	3.0	תרמודינמיקה 36212241
36214866	עקרונות הזרימה הדו-פאזית	3.0	תורת הזרימה 36212331
36214951	מקורות אנרגיה בלתי קונבנציונליים	3.0	מעבר חום 36213261
36214231	קינמטיקה ודינמיקה של רובוטים	3.0	דינמיקה 36212221
36214071	מכניקה של חומרים מרוכבים	3.0	תכונות מכניות של חומרים 36212111 חוזק חומרים 36212121

מס' מקצוע	שם המקצוע	נק"ז	מקצועות קדם חובה
36214461	תרמודינמיקה של מערכות כוח וחום	3.0	36212241 תרמודינמיקה
36216051	דינמיקת מבנים	3.0	
36214551	מנועי שריפה פנימית	3.0	36213261 מעבר חום
36214654	נושאים נבחרים ברובוטיקה	3.0	
36214922	ביומכניקה של עצמות ועורקים	3.0	

# התוכנית לתואר כפול הנדסת מכונות ופיסיקה

## 1. כללי

התוכנית המשולבת "פיסיקה הנדסת מכונות" מעניקה לבוגריה תואר כפול: B.Sc. בהנדסת מכונות ו-B.Sc. בפיסיקה. בוגרי התוכנית יכולים להירשם בפנקס המהנדסים וכמו כן באפשרותם להמשיך ללא השלמות לתואר השני והשלישי במחלקה להנדסת מכונות או במחלקה לפיסיקה לפי בחירתם.

במסגרת המחקר העכשווי תחומי החפיפה בין הפיסיקה המודרנית והנדסת המכונות הולכים ומתרחבים. כתוצאה מכך שיתוף הפעולה בין חוקרים משני התחומים הולך וגובר בחקר תופעות כגון מנגנוני מעבר חום בסקאלות ננומטריות, תכונות מכאניות וחשמליות של חומרים מרוכבים, או זרימה במערכות מיקרו־פולואידיות. מטרת התוכנית היא להכשיר תלמידים בשני התחומים ולהעניק להם רקע איתן בהנדסה כמו גם בפיסיקה על מנת שיוכלו להתמודד בהצלחה עם אתגרי מחקר ופיתוח מודרניים.

התוכנית משלבת באופן הדוק בין הפיסיקה והנדסת מכונות לכל אורך הלימודים. התוכנית היא בת ארבע שנים ומציבה אתגר ועומס לימודים גדול בפני התלמידים שמתקבלים: 210 נקודות זכות (200 לאלו שהחלו ללמוד לפני תשע"ו) במשך ארבע השנים בהשוואה ל-160 נקודות זכות הנדרשות בהנדסת מכונות ול-120 נקודות זכות הנדרשות במשך 3 שנים במחלקה לפיסיקה. התלמידים שיתקבלו לתוכנית יזכו לעזרה ולהנחיה אישית מתואמת מהמחלקות לפיסיקה ולהנדסת מכונות, מרגע קבלתם ועד סיומם.

תלמידים בעלי נתוני קבלה טובים במיוחד זכאים לפרסי קבלה בצורת הנחה משמעותית בשכר הלימוד. בנוסף לכך, תלמידים בעלי הישגים מצוינים זכאים לפרסי לימודים במהלך כל ארבע שנות הלימודים.

המחלקות להנדסת מכונות ולפיסיקה רואות בתוכנית המשולבת תוכנית למצוינות ויעודדו את בוגריה להמשיך ללימודים לתארים מתקדמים.

לפרטים נוספים ניתן להתקשר עם פרופ' אורן שדות ([sorens@bgu.ac.il](mailto:sorens@bgu.ac.il)) מהמחלקה להנדסת מכונות או פרופ' מיכאל גדלין ([gedalin@bgu.ac.il](mailto:gedalin@bgu.ac.il)) מהמחלקה לפיסיקה.

הערה: התוכנית שלהלן מתייחסת לקורסי החובה בשנים א'-ד'. קורסי הקדם מוגדרים בתוכנית למעלה להנדסת מכונות. על התלמיד לצבור לפחות את מספר נקודות הזכות הדרוש להשלמת התוכנית, 210 נק"ז. יש להשלים את הנק"ז החסר בטבלה על ידי קורסי בחירה שיילקחו בחלוקה דומה בין המחלקות.

## 2. דרישות לתואר בתכניות הלימודים במסלול המשולב פיזיקה והנדסת מכונות (עם נק"ז)

נק"ז	
30.5	מקצועות חובה במתמטיקה
57.5	מקצועות חובה בפיזיקה
4.5	מקצועות חובה בכימיה
29	

79.5	מקצועות חובה חובה בהנדסת מכונות
9.5	קורסי פרויקט בהנ' מכונות
14	בחירה בפיסיקה
8.5	בחירה מכונות
4	בחירה כלליים
0	הכרת הספרייה
2	אנגלית
210	סה"כ

### 3. מקצועות חובה במתמטיקה

קורסי קדם	ניתן בסמסטר	מס נק'	שם הקורס	מס קורס
	סתיו	3.5	אלגברה ליניארית להנדסת חשמל 1	201-1-9511
201-1-9511	אביב	2.5	אלגברה ליניארית להנדסת חשמל 2	201-1-9521
201-1-9681	סתיו	3.5	אנליזת פורייה ומערכות אורתונורמליות לתלמידי פיסיקה	201-1-2021
201-1-9241 201-1-9811	אביב	5	חדו"א וקטורי להנדס' חשמל	201-1-9631
201-1-9631 201-1-9641 201-1-9671	סתיו	5	חשבון אינטרגלי ומשוואות דיפרנציאליות רגילות להנדסת חשמל	201-1-9681
	סתיו	5	חשבון דיפרנציאלי להנדסת חשמל	201-1-9671
	סתיו	3.5	יסודות תורת הפונקציות המרוכבות	201-1-0071
201-1-0071 201-1-9821 201-1-9841	אביב	2.5	משוואות דיפרנציאליות חלקיות להנדסת חשמל	201-1-0101
		<b>30.5</b>	<b>סה"כ</b>	

#### 4. מקצועות חובה בפיסיקה

קורסי קדם	ניתן בסמסטר	מס נק'	שם הקורס	מס קורס
	סתיו	4	מבוא לשיטות מתמטיות בפיסיקה	203-1-1141
	סתיו	2	מבוא לפיסיקה מודרנית	203-1-1161
201-1-9811 203-1-1141	סתיו	5	פיסיקה 1 – לתלמידי פיסיקה	203-1-1281
	אביב	2	פרקים בפיסיקה קלאסית	203-1-1171
*203-1-1281	אביב	5	פיסיקה 2 – לתלמידי פיסיקה	203-1-2371
201-1-9841 203-1-2371	סתיו	4	פיסיקה 3	203-1-2121
201-1-9841 203-1-2371	סתיו	4	מכניקה אנליטית	203-1-2281
201-1-9841 203-1-2281 203-1-2371	אביב	4.5	אלקטרודינמיקה 1	203-1-2381
203-1-2121 203-1-2281	אביב	4	תורת הקוונטים 1	203-1-3141
203-1-1523 203-1-1623	סתיו	2	מעבדה ב1 בפיסיקה	203-1-2553
203-1-2261 203-1-3141	סתיו	3.5	פיסיקת מצב מוצק 1	203-1-3111
203-1-3141	סתיו	5	תורת הקוונטים 2	203-1-3241
203-1-2371	סתיו	3.5	תרמודינמיקה ומכניקה סטטיסטית 1	203-1-2161
203-1-2121 203-1-2281 203-1-2553 203-1-3141	סתיו	4	מעבדה ג1 לניסויים מתקדמים בפיסיקה	203-1-3163
203-1-2161	אביב	3.5	תרמודינמיקה ומכניקה סטטיסטית 2	203-1-2261
	סתיו	0	בטיחות במעבדה	203-1-2551
	סתיו	0.5	סמינר סטודנטים	203-1-3271
	אביב	0.5	סמינר על נושאי מחקר במחלקה 1	203-1-2291
	סתיו	0.5	סמינר על נושאי מחקר במחלקה 2	203-1-2292
	סתיו	0	בטיחות במעבדה ג'	203-1-3161
		<b>57.5</b>	<b>סה"כ</b>	

מס קורס	שם הקורס	מס נק'	ניתן בסמסטר	קורסי קדם
	מקצועות בחירה בפיסיקה	14		
	סה"כ	<b>71.5</b>		

### 5. מקצועות חובה בכימיה

מס קורס	שם הקורס	מס נק'	ניתן בסמסטר	קורסי קדם
204-1-1571	כימיה בסיסית לתלמידי הנדסה	4.5	סתיו	
	סה"כ	<b>4.5</b>		

### 6. מקצועות חובה בהנדסת מכונות

מס קורס	שם הקורס	מס נק'	ניתן בסמסטר	קורסי קדם
362-1-1011	גרפיקה הנדסית	5	סתיו	
362-1-1163	מבוא להנדס' מכונות	1.5	סתיו	
362-1-1143	מעבדה לגרפיקה ממוחשבת מעשית	2	אביב	362-1-1011
362-1-2181	תכונות מכניות של חומרים	4	אביב	
362-1-2241	תרמודינמיקה	6	סתיו	
362-1-2232	תכנות למהנדס' מכונות	4	אביב	
362-1-2331	תורת הזרימה	6	אביב	201-1-9721 362-1-2241
362-1-1153	מעבדה להנדס' מכונות 1	2	סתיו	362-1-2121 362-1-2151 362-1-2241
362-1-2221	דינמיקה	5	סתיו	362-1-1061
362-1-3261	מעבר חום	6	סתיו	362-1-2331
362-1-3471	מערכות בקרה	6	סתיו	362-1-3401
362-1-1133	מעבדה להנדס' מכונות 2	2	אביב	362-1-2151 362-1-2331 362-1-3261 362-1-3471



קורסי קדם	ניתן בסמסטר	מס נק'	שם הקורס	מס קורס
201-1-9321 201-1-9461 362-1-1061	אביב	6	חוזק חומרים	362-1-2121
	אביב	2.5	מכשור ומדידות	362-1-2151
362-1-1061	אביב	3.5	תורת המכונות 1	362-1-3321
201-1-9721	אביב	4	שיטות נומריות בהנדסה	362-1-3341
201-1-9461 203-1-1721	סתיו	4	מבוא להנדס' חשמל למהנדסי מכונות	362-1-2191
362-1-1011 362-1-2121	סתיו	6	תיכון מכונות	362-1-2242
	סתיו	4	שיטות סטטיסטיות בהנדסה	362-1-3061
	סתיו	3.5	פרויקט הנדסי 1	362-1-4503
	אביב	6	פרויקט הנדסי 2	362-1-4603
		<b>89</b>	<b>סה"כ</b>	
		8.5	מקצועות בחירה במכונות	
		<b>97.5</b>	<b>סה"כ</b>	

## 7. מקצועות חובה נוספים

קורסי קדם	ניתן בסמסטר	מס נק'	שם הקורס	מס קורס
	סתיו, אביב	0	הכרת הספרייה	299-1-1121
	סתיו, אביב	2	אנגלית מתקדמים ב	153-1-5051

## התכנית לתואר כפול הנדסת מכונות ופיזיקה (לפי סמסטרים)

### סמטר א'

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
אלגברה ליניארית להנדסת חשמל 1	201-1-9511	3.5
חשבון דיפרנציאלי להנדסת חשמל	201-1-9671	5
מבוא לשיטות מתמטיות בפיזיקה	203-1-1141	4
מבוא לפיזיקה מודרנית	203-1-1161	2
פיזיקה 1 – לתלמידי פיזיקה	203-1-1281	5
הכרת הספרייה	299-1-1121	0
גרפיקה הנדסית	362-1-1011	5
מבוא להנדסת מכונות	362-1-1163	1.5
<b>סה"כ נק"ז לסמטר א'</b>		<b>26</b>

### סמטר ב'

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
אנגלית מתקדמים ב – טבע והנדסה	153-1-5051	2
אלגברה ליניארית להנדסת חשמל 2	201-1-9521	2.5
חדו"א וקטורי להנדסת חשמל	201-1-9631	5
חשבון אינטגרלי ומשוואות דיפרנציאליות רגילות להנדסת חשמל	201-1-9681	5
פרקים בפיזיקה קלאסית	203-1-1171	2
פיזיקה 2 – לתלמידי פיזיקה	203-1-2371	5
מעבדה לגרפיקה ממוחשבת מעשית	362-1-1143	2
תכונות מכניות של חומרים	362-1-2181	4
<b>סה"כ נק"ז לסמטר ב'</b>		<b>27.5</b>
<b>סה"כ נק"ז לשנה א'</b>		<b>53.5</b>

### סמטר ג'

3.5	201-1-2021	אנליזת פורייה ומערכות אורתונורמליות לתלמידי פיסיקה
4	203-1-2121	פיסיקה 3
4	203-1-2281	מכניקה אנליטית
4.5	204-1-1571	כימיה בסיסית לתלמידי הנדסה
6	362-1-2241	תרמודינמיקה
<b>22</b>		<b>סה"כ נק"ז לסמטר א'</b>

### סמטר ד'

3.5	201-1-0071	יסודות תורת הפונקציות המרוכבות
2.5	201-1-0101	משוואת דיפרנציאליות חלקיות להנדסת חשמל
4.5	203-1-2381	אלקטרודינמיקה 1
4	203-1-3141	תורת הקוונטים 1
4	362-1-2232	תכנות למהנדסי מכונות
6	362-1-2331	תורת הזרימה
<b>24.5</b>		<b>סה"כ נק"ז סמטר ב'</b>
<b>46.5</b>		<b>סה"כ נק"ז שנה ב'</b>

## סמטר ה'

0	203-1-2551	בטיחות במעבדה
2	203-1-2553	מעבדה ב1 בפיסיקה
3.5	203-1-3111	פיסיקת מצב מוצק 1
5	203-1-3241	תורת הקוונטים 2
0.5	203-1-3271	סמינר סטודנטים
2	362-1-1153	מעבדה להנדסת מכונות 1
5	362-1-2221	דינמיקה
6	362-1-3261	מעבר חום
6	362-1-3471	מערכות בקרה
<b>30</b>		<b>סה"כ נק"ז סמטר א'</b>

## סמטר ו'

0.5	203-1-2291	סמינר על נושאי מחקר במחלקה 1
2	362-1-1133	מעבדה להנדסת מכונות 2
6	362-1-2121	חוזק חומרים
2.5	362-1-2151	מכשור ומדידות
3.5	362-1-3321	תורת המכונות 1
4	362-1-3341	שיטות נומריות בהנדסה
14		מקצועות בחירה בפיסיקה
<b>32.5</b>		<b>סה"כ נק"ז סמטר ב'</b>
<b>62.5</b>		<b>סה"כ נק"ז שנה ג'</b>

### סמטר ז'

3.5	203-1-2161	תרמודינמיקה ומכניקה סטטיסטית 1
0.5	203-1-2292	סמינר על נושאי מחקר במחלקה 2
0	203-1-3161	בטיחות במעבדה ג'
4	203-1-3163	מעבדה ג1 לניסויים מתקדמים בפיסיקה
4	362-1-2191	מבוא להנדסת חשמל למהנדסי מכונות
6	362-1-2242	תיכון מכונות
4	362-1-3061	שיטות סטטיסטיות בהנדסה
3.5	362-1-4503	פרויקט הנדסי 1
<b>25.5</b>		<b>סה"כ נק"ז סמטר א'</b>

### סמטר ח'

3.5	203-1-2261	תרמודינמיקה ומכניקה סטטיסטית 2
8.5		מקצועות בחירה מכונות
6	362-1-4603	פרויקט הנדסי 2
<b>18</b>		<b>סה"כ נק"ז סמטר ב'</b>
<b>43.5</b>		<b>סה"כ נק"ז שנה ד'</b>
4		מקצועות בחירה חופשית
<b>210</b>		<b>סה"כ נק"ז לתואר</b>

\*כל הקורסים של מדעי הטבע ישוקללו תחת הפקולטה למדעי הטבע, וכל הקורסים של הנדסת מכונות ישוקללו תחת הפקולטה להנדסה.

# התוכנית לתואר כפול הנדסת מכונות ומתמטיקה

## 1. כללי

זוהי תכנית לתלמידים מצטיינים המקנה תואר כפול: B.Sc. במתמטיקה ו- B.Sc. בהנדסת מכונות. בוגרי התוכנית יכולים להירשם בפנקס המהנדסים וכמו כן באפשרותם להמשיך ללא השלמות לתואר השני והשלישי במחלקה להנדסת מכונות או במחלקה למתמטיקה לפי בחירתם. התוכנית היא בת ארבע שנים ומציבה אתגר ועומס לימודים גדול בפני התלמידים שמתקבלים: 210 נקודות זכות במשך ארבע השנים בהשוואה ל-160 נקודות זכות הנדרשות בהנדסת מכונות ול-120 נקודות זכות הנדרשות במשך 3 שנים במחלקה למתמטיקה.

## 2. דרישות לתואר בתכניות הלימודים במסלול המשולב מתמטיקה והנדסת מכונות (עם נק"ז)

נק"ז	
70	מקצועות חובה במתמטיקה
3.5	מקצועות חובה בפיזיקה
5	מקצועות חובה בכימיה
85	מקצועות חובה בהנדסת מכונות ללא פרויקט
9.0	קורסי פרויקט בהנ' מכונות
20=16+4	בחירה במתמטיקה
12	בחירה בהנדסת מכונות
4	בחירה כלליים
0	הכרת הספרייה
2	אנגלית
210.5	סה"כ

### 3. מקצועות חובה במתמטיקה

	סתיו	5	חשבון אינפיניטסימלי 1	201-1-1011
	סתיו	5	אלגברה 1	201-1-7011
	סתיו	5	מתמטיקה בדידה	201-1-2201
	סתיו	1	סדנה בכתיבת הוכחות	201-1-2241
	אביב	4	מבוא לתורת הקבוצות	201-1-0171
201-1-1011	אביב	5	חשבון אינפיניטסימלי 2	201-1-2021
201-1-7011	אביב	5	אלגברה 2	201-1-7021
201-1-1021 201-1-7021	סתיו	4	חשבון אינפיניטסימלי גיאומטרי 1	201-1-1031
	סתיו	4	מבוא לאנליזה	201-1-1051
	אביב	4	חשבון אינפיניטסימלי גיאומטרי 2	201-1-1041
201-1-1021 201-1-7021	אביב	4	משוואות דיפרנציאליות רגילות	201-1-0061
201-1-1031	אביב	4	התמרות אינטגרליות ומשוואות דיפרנציאליות חלקיות	201-1-0291
201-1-1021	סתיו	4	הסתברות	201-1-8001
201-1-7021	סתיו	4	מבנים אלגבריים	201-1-7031
201-1-0021 201-1-7021	אביב	4	מבוא לטופולוגיה	201-1-0091
201-1-0031	אביב	4	תורת הפונקציות המרוכבות	201-1-0251
201-1-0031	אביב	4	תורת הקירובים	201-1-0121
		<b>70</b>	<b>סה"כ</b>	
		20=16+4	מקצועות בחירה במתמטיקה	
		<b>90</b>	<b>סה"כ</b>	

### 4. מקצועות חובה בפיסיקה

362-1-1061	סתיו	3.5	פיסיקה 2 לתלמידי מכונות	203-1-1721
------------	------	-----	-------------------------	------------

		3.5	סה"כ	



## 5. מקצועות חובה בכימיה

	סתיו	4.5	כימיה בסיסית לתלמידי הנדסה	204-1-1571
	סתיו	0.5	כימיה בסיסית הדגמות	204-1-1593
		5	סה"כ	

## 6. מקצועות חובה בהנדסת מכונות

	סתיו	5	גרפיקה הנדסית	362-1-1011
	סתיו	1.5	מבוא להנדס' מכונות	362-1-1163
203-1-1421	אביב	4	סטטיקה	362-1-1061
362-1-1011	אביב	2	מעבדה לגרפיקה ממוחשבת מעשית	362-1-1143
	אביב	4	תכנות למהנדסי מכונות	362-1-2232
362-1-1061	סתיו	5	דינמיקה	362-1-2221
	סתיו	6	תרמודינמיקה	362-1-2241
	אביב	2.5	מכשור ומדידות	362-1-2151
201-1-9721 362-1-2241	אביב	6	תורת הזרימה	362-1-2331
	אביב	4	תכנות מכניות של חומרים	362-1-2181
362-1-3401	סתיו	6	מערכות בקרה	362-1-3471
201-1-9461 203-1-1721	סתיו	4	מבוא להנדס' חשמל למהנדסי מכונות	362-1-2191
362-1-2221	אביב	3.5	תורת התנודות	362-1-4791
362-1-1061	אביב	3.5	תורת המכונות 1	362-1-3321
201-1-9321 201-1-9461 362-1-1061	אביב	6	חוזק חומרים	362-1-2121

362-1-2121 362-1-2151 362-1-2241	סתיו	2	מעבדה להנדס' מכונות 1	362-1-1153
362-1-2331	סתיו	6	מעבר חום	362-1-3261
362-1-1011 362-1-2121	סתיו	6	תיכון מכונות	362-1-2242
362-1-2181	סתיו	3.5	טכנולוגיית הייצור	362-1-2161
362-1-2151 362-1-2331 362-1-3261 362-1-3471	אביב	2	מעבדה להנדס' מכונות 2	362-1-1133
362-1-2242	אביב	2.5	פרויקט תיכון מכונות	362-1-4663
	אביב	3	פרויקט הנדסי 1	362-1-4503
362-1-4503	סתיו	6	פרויקט הנדסי 2	362-1-4603
		<b>94</b>	<b>סה"כ (כולל הפרויקט)</b>	
		12	מקצועות בחירה במכונות	
		<b>106</b>	<b>סה"כ</b>	

## 7. מקצועות חובה נוספים

	סתיו, אביב	0	הכרת הספריה	299-1-1121
	סתיו, אביב	0	אנגלית מתקדמים א	153-1-5041
	סתיו, אביב	2	אנגלית מתקדמים ב	153-1-5051
	סתיו, אביב	4	קורסי בחירה כלליים	

## התכנית לתואר כפול מתמטיקה והנדסת מכונות (לפי סמטרים)

### סמטר א'

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
חשבון אינפיניטסימלי 1	201-1-1011	5
אלגברה 1	201-1-7011	5
מתמטיקה בדידה	201-1-2201	5
סדנה בכתיבת הוכחות	201-1-2241	1
גרפיקה הנדסית	362-1-1011	5
אנגלית מתקדמים 1	153-1-5041	0
מבוא להנדסת מכונות	362-1-1163	1.5
<b>סה"כ נק"ז לסמטר א'</b>		<b>22.5</b>

### סמטר ב'

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
מבוא לתורת הקבוצות	201-1-0171	4
חשבון אינפיניטסימלי 2	201-1-0021	5
אלגברה 2	201-1-7021	5
סטטיקה	362-1-1061	4
אנגלית מתקדמים 2	153-1-5051	2
מעבדה לגרפיקה ממוחשבת מעשית	362-1-1143	2
תכנות למהנדסי מכונות	362-1-2232	4
<b>סה"כ נק"ז לסמטר ב'</b>		<b>26</b>
<b>סה"כ נק"ז לשנה א'</b>		<b>48.5</b>

### סמסטר ג'

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
חשבון אינפיניטסימלי גיאומטרי 1	201-1-0031	4
מבוא לאנליזה	201-1-0051	4
דינמיקה	362-1-2221	5
תרמודינמיקה	362-1-2241	6
כימיה בסיסית להנדסה	204-1-1571	4.5
כימיה בסיסית-הדגמות	204-1-1593	0.5
<b>סה"כ נק"ז לסמסטר א'</b>		<b>24</b>

### סמסטר ד'

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
חשבון אינפיניטסימלי גיאומטרי 2	201-1-1041	4
משוואות דיפרנציאליות רגילות	201-1-0061	4
התמרות אינטגרליות ומשוואות דיפרנציאליות חלקיות	362-1-0291	4
מכשור ומדידות	362-1-2151	2.5
תורת הזרימה	362-1-2331	6
תכונות מכאניות של חומרים	362-1-2181	4
<b>סה"כ נק"ז לסמסטר ב'</b>		<b>24.5</b>
<b>סה"כ נק"ז לשנה ב'</b>		<b>48.5</b>

**סמסטר ה'**

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
מבנים אלגבריים	201-1-7031	4
בחירה במתמטיקה	201-1****	4
פיסיקה 2 לתלמידי מכונות	203-1-1721	3.5
מערכות בקרה	362-1-3471	6
מבוא להנדסת חשמל למכונות	362-1-2191	4
<b>סה"כ נק"ז לסמסטר א'</b>		<b>25.5</b>

**סמסטר ו'**

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
תורת הפונקציות המרוכבות	201-1-0251	4
תורת הקירובים	201-1-0121	4
תורת התנדודות	362-1-4791	3.5
תורת המכונות 1	362-1-3321	3.5
חוזק חומרים	362-1-2121	6
<b>סה"כ נק"ז לסמסטר ב'</b>		<b>25</b>
<b>סה"כ נק"ז לשנה ג'</b>		<b>50.5</b>

**סמסטר ז'**

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
קורס במתמטיקה מרשימה 5	201-1****	4
מעבדה להנדסת מכונות 1	362-1-1153	2
מעבר חום	362-1-3261	6
תיכון מכונות	362-1-2242	6
טכנולוגיית הייצור	362-1-2161	3.5
<b>סה"כ נק"ז לסמסטר א'</b>		<b>25.5</b>

**סמסטר ח'**

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
מעבדה להנדסת מכונות 2	362-1-1133	2
פרויקט תיכון מכונות	362-1-4663	2.5
פרויקט הנדסי 1	362-1-4503	3
קורסי בחירה בהנדסת מכונות		9
<b>סה"כ נק"ז לסמסטר ב'</b>		<b>20.5</b>
<b>סה"כ נק"ז לשנה ד'</b>		<b>46</b>

סמסטר ט'

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
פרויקט הנדסי 2	362-1-4603	6
בחירה בהנדסת מכונות		3
קורסי בחירה כלליים		4
סה"כ נק"ז לסמסטר א'		17
סה"כ נק"ז לתואר		210.5

# תכנית לימודים לתואר כפול הנדסת מכונות – הנדסת חומרים

## כללי

המחלקה להנדסת מכונות והמחלקה להנדסת חומרים מקיימות תוכנית משולבת לתואר כפול. התוכנית המשולבת "הנדסת מכונות וחומרים" מעניקה לבוגריה תואר כפול: B.Sc. בהנדסת מכונות ו-B.Sc. בהנדסת חומרים. בוגרי התוכנית יכולים להירשם בפנקס המהנדסים וכמו כן באפשרותם להמשיך ללא השלמות לתואר השני והשלישי במחלקה להנדסת מכונות או במחלקה להנדסת חומרים לפי בחירתם.

במסגרת המחקר העכשווי והפיתוח התעשייתי תחומי החפיפה בין הנדסת המכונות והנדסת חומרים הולכים ומתרחבים. כתוצאה מכך שיתוף הפעולה בין חוקרים משני התחומים הולך וגובר בחקר תופעות כגון חומרים מורכבים, תכונות מכאניות וחשמליות של חומרים, תהליכי ייצור ועוד. מטרת התוכנית היא להכשיר מהנדסים בשני התחומים ולהעניק להם רקע איתן בהנדסת מכונות וחומרים על מנת שיוכלו להתמודד בהצלחה עם אתגרי מחקר ופיתוח מודרניים ועם הביקוש הגובר בתעשייה.

התוכנית משלבת באופן הדוק בין הנדסת חומרים והנדסת מכונות לכל אורך הלימודים. התוכנית היא בת ארבע שנים ומציבה אתגר ועומס לימודים גדול בפני התלמידים שמתקבלים: 240 נקודות זכות במשך 9 סמסטרים בהשוואה ל- 160 נקודות זכות הנדרשות בכל אחת מהמחלקות להנדסת מכונות ולהנדסת חומרים.

התלמידים המצטיינים שיתקבלו לתוכנית יזכו לעזרה ולהנחיה אישית מתואמת מהמחלקות להנדסת מכונות ולהנדסת חומרים, מרגע קבלתם ועד סיומם. המחלקות להנדסת מכונות ולהנדסת חומרים רואות בתוכנית המשולבת תוכנית למצוינות ויעודדו את בוגריה להמשיך ללימודים לתארים מתקדמים. המחלקות רואות בתוכנית המשולבת גם תוכנית למצוינות בתעשייה. כמו כן, תוכנית זו היא הבסיס לתוכנית לעתודאים מצטיינים "ברקים-חומרים"



## תכנית הלימודים המשותפת הנדסת מכונות – הנדסת חומרים

(לתלמידים שהחלו בשנת תשע"ו ואילך)

שנה א' – סמסטר א'

מס מקצוע	שם מקצוע	ה'	ת'	מ'	נק"ז	מקצוע קדם	שם המקצוע	רכיב לתואר הנ. מכונות	רכיב לתואר הנ. חומרים
20119711	חדו"א להנד' מכונות 1	4	2	-	5.0				X
20119321	מבוא לאלגברה ליניארית מכונות	4	1	-	4.5				X
20411571	כימיה בסיסית להנדסה	4	1	-	4.5				X
36211011	גרפיקה הנדסית	4	2	-	5.0			X	
36211163	מבוא להנדסת מכונות	-	-	3	1.5			X	
36511021	תורת החומרים 1	3	1	-	3.5				X
36010011	הכרת הספרייה	-	-	-	0.0			X	
	<b>סה"כ</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>24.0</b>				

שנה א' – סמסטר ב'

מס מקצוע	שם מקצוע	ה'	ת'	מ'	נק"ז	מקצוע קדם	שם המקצוע	רכיב לתואר הנ. מכונות	רכיב לתואר הנ. חומרים
15315051	אנגלית מתקדמים 2 (טכנולוגיה)	4	-	-	2.0	15315041	אנגלית מתקדמים 1		X
20119721	חדו"א להנד' מכונות 2	4	2	-	5.0	20119711	חדו"א הנד' מל' 1		X
36211061	סטאטיקה	3	2	-	4.0			X	
36211143	מעבדה לגרפיקה ממוחשבת מעשית	-	-	4	2.0	36211011	גרפיקה הנדסית	X	
36512011	תורת החומרים 2	3	1	-	3.5	36511021	תורת החומרים 1		X
36212232	תכנות מהנדסי מכונות	3	2	-	4			X	
36212151	מכשור ומדידות	2	-	1	2.5			X	
90052002	הדרכת בטיחות כימית וביולוגית (קורס מקוון)	0			0.0				
	*קורסים כלליים				4.0				
	<b>סה"כ</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>27.0</b>				

\* תלמיד שלא סווג לרמת מתקדמים ב' באנגלית חייב להשתתף ברמה המתאימה שאליה סווג ולסיים אנגלית מתקדמים ב' עד תום שנה ב'. על התלמיד לקחת את הקורס ב"הכרת הספרייה" בשנה א'. כל תלמיד חייב ללמוד קורסים כלליים בהיקף של 4 נק"ז.

שנה ב' – סמסטר ג'

רכיב לתואר הנ. חומרים	רכיב לתואר הנ. מכונות	שם המקצוע	מקצוע קדם	נק"ז	מ'	ת'	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
	X	חדו"א הנד' מכל 2	20119721	4.0	-	2	3	חדו"א 3 להנ. מכונות	20119771
	X			2.5	-	1	2	מבוא להסתברות א	20119091
X		סטטיקה	36211061	3.5	-	1	3	פיסיקה 2 לתלמידי הנדסת מכונות	20311721
X				1.5	-	-	-	כימיה בסיסית להנדסה מעבדה	20411583
	X	סטטיקה	36211061	5.0	-	2	4	דינמיקה	36212221
	X			6.0	-	2	5	תרמודינמיקה	36212241
X		תורת החומרים 1 הדרכת בטיחות	36511021 90052002	1.5	-	-	-	מעבדת חומרים 1	36512313
				<b>24</b>	-	<b>8</b>	<b>19</b>	<b>סה"כ</b>	

שנה ב' – סמסטר ד'

רכיב לתואר הנ. חומרים	רכיב לתואר הנ. מכונות	שם המקצוע	מקצוע קדם	נק"ז	מ'	ת'	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
	X	חדו"א 3	20119461 20119771	2.5	-	1	2	משוואות דיפרנציאליות חלקיות להנד' מכונות	20119471
X		תורת חומרים 2 תרמודינמיקה **פיסיקה 3 מקצוע צמוד, (יש להירשם במקביל)	36512011 36212241 20312421	3.5	-	1	3	תכונות פיזיקליות	36513841
	X	אלגברה ליניארית, חדו"א 3	20119321 20119771	6.0	-	2	5	חוזק חומרים	36212121
	X	חדו"א 2 תרמודינמיקה	20119721 36212241	6.0	-	2	5	תורת הזרימה	36212331
X		פיסיקה 2 לתלמידי הנדסת מכונות	20311721	2.5	-	1	2	פיסיקה 3 להנדסה	20312421
X				3			3	פולימרים	36513211
X		מעבדת חומרים 1	36512313	1.5	3	-	-	מעבדת חומרים 2	36512323
X		תרמודינמיקה	36212241	4.0	-	2	3	תרמודינמיקה 2	36512121
				<b>29.0</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>23</b>	<b>סה"כ</b>	

שנה ג' – סמסטר ה'

מס מקצוע	שם מקצוע	ה'	ת'	מ	נק"ז	מקצוע קדם	שם המקצוע	רכיב לתואר הני. מכונות	רכיב לתואר הני. חומרים
3621115 3	מעבדה הנדסת מכונות 1	-	-	4	2.0	3621215 1	מכשור ומדידות	X	
3621224 2	תיכון מכונות	5	2	-	6.0	3621212 1	חוזק חומרים	X	
3651444 1	דיפרקציית קרני X	3	1		3.5	3651102 1	תורת החומרים 1		X
3621326 1	מעבר חום	5	2	-	6.0	3621233 1	תורת הזרימה	X	
3651221 1	תהליכים 1	3	1	-	3.5	3651212 1	תרמודינמיק ה 2		X
3651301 1	מטלורגיה פיסיקלית 1	3	1	-	3.5	3651212 1, 3651202 1	תרמודינמיק ה 2, תורת החומרים 3		X
3651331 3	מעבדת חומרים 3	-	-	3	1.5	3651232 3	מעבדת חומרים 2		X
3651477 1	התנהגות סביבתית	3	-	-	3.0				X
	סה"כ	19	6	7	29.0				

שנה ג' – סמסטר ו'

מס מקצוע	שם מקצוע	ה'	ת'	מ'	נק"ז	מקצוע קדם	שם המקצוע	רכיב לתואר ה.נ. מכונות	רכיב לתואר ה.נ. חומרים
36213401	מערכות ליניאריות	3	1	0	3.5	20119321	מבוא לאלג' לינא'	X	
36214791	תורת התנודות	3	1	-	3.5	36212221	דינמיקה	X	
36212173	סדנא לתוכנות מחשב הנדסיות	-	-	2	1.0			X	
36213091	מבוא לאנליזת אלמנט סופי	2	1		3.0	36212121	חוזק חומרים	X	
36513323	מעבדת חומרים 4	-	-	3	1.5	36513313	מעבדת חומרים 3		X
36512221	תהליכים 2	3	0	0	3.0	36512211	תהליכים 1		X
36513021	מטלורגיה פיסיקלית 2	3	1	-	3.5	36513011	מטלורגיה פיסיקלית 1		X
36513471	אפיון חומרים	3	1	-	3.5	36514441	דיפרקצית קרני X		X
20119421	מבוא לסטטיסטיקה	2	1	-	2.5			X	
	סה"כ	20	5	9	25.0				

שנה ד' – סמסטר ז'

רכיב לתואר הנ. חומרים	רכיב לתואר הנ. מכונות	שם המקצוע	מקצוע קדם	נק"ז	מ ·	ת ·	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
	X	מערכות ליניאריות	36213401	6.0	-	2	5	מערכות בקרה	3621347 1
	X	חדו"א 3 פיסיקה 2 מוגבר	20119771 20311721	4		2	3	מבוא להנדסת חשמל למכונות	3621219 1
X		מע' חומרים 4 איפיון חומרים דיפרקציית קרני X	36513323 36513471 36514441	1.5	4	-	-	מעבדת חומרים מתקדמת 5	3651401 3
X		תורת חומרים 2 תרמודינמי קה 2	36512011 36512121	3.5	-	1	3	חומרים קרמיים	3651479 1
X		פיסיקה 3 תהליכים 1 תכונות פיסיקאליות	20312421 36512211 36513841	3.5	-	1	3	חומרים במבנה ננו מטרי	3651499 6
X				3.0	-	-	3	תכונות חשמליות של מוליכים למחצה	3651314 1
				9				**קורסי בחירה	
				<b>30.5</b>				<b>סה"כ</b>	

שנה ד' – סמסטר ח'

רכיב לתואר הנ. חומרים	רכיב לתואר הנ. מכונות	שם המקצוע	מקצוע קדם	נק"ז	מ'	ת'	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
	X	סטטיקה	36211061	3.5	-	1	3	תורת המכונות 1	36213321
	X	חדו"א 2	20119721	4.0	-	2	3	שיטות נומריות בהנדסה	36213341
				3.0			3	קורס בחירה	
X		מעבדת חומרים מתקדמת 5	36514013	1.5	4	-	-	מעבדת חומרים מתקדמת 6	36514023
	X			2.5	5			פרויקט תיכון מכונות	36214663
	X	מעבדה להנדסת מכונות 1	36211153	2.0	4	-	-	מעבדה להנדסת מכונות 2	36211133
X		תכונות חשמליות של מל"מ פיסיקה 3	36513141 20312421	3.5		1	3	התקני מוליכים למחצה	36514141
X		תורת חומרים 1  תורת חומרים 2	36511021 36512011	3.0	0	0	3	בחירת חומרים	36513491
				3.5				***פרויקט הנדסי 1	
				<b>26.5</b>				<b>סה"כ</b>	



שנה ה' – סמסטר ט'

מס מקצוע	שם מקצוע	ה'	ת'	מ'	נק"ז	מקצוע קדם	שם המקצוע	רכיב לתואר הנ. מכונות	רכיב לתואר הנ. חומרים
36514131	טכנולוגיה מוליכים למחצה	3	-	-	3.0	36513141	תכונות חשמליות של מל"מ		X
	**קורסי בחירה				15.0				
68110123	*אתיקה בהנדסה	1			1.0				X
	***פרויקט הנדסי 2				6.0				
	סה"כ				25.0				

\* קורסים כללים: ניתן לקחת לאורך השנים, מתוכם עד 2 נק' ספורט. ניתן לקחת את הקורס אתיקה בהנדסה במהלך כל שנות התואר.

\*\* יש לקחת 5 קורסי בחירה בהנדסת חומרים ו- 4 קורסי בחירה בהנדסת מכונות, מסה"כ קורסי הבחירה.

\*\*\* מי שהמנחה הראשי שלו הינו חבר סגל בהנד' חומרים, מתבקש להירשם לקורס פרויקט של הנד' חומרים שמספרו 36514118 בסמסטר א', 36514128 בסמסטר ב'. מי שהמנחה הראשי שלו הינו חבר סגל בהנד' מכונות, מתבקש להירשם לקורס פרויקט בהנד' מכונות שמספרו 36214403 בסמסטר א', 36214703 בסמסטר ב'.

# תכנית לימודים משולבת לתואר כפול הנדסת מכונות – הנדסת חשמל

## כללי

המחלקה להנדסת מכונות ובית הספר להנדסת חשמל מקיימות תוכנית משולבת לתואר כפול. התוכנית המשולבת "הנדסת מכונות וחשמל" מעניקה לבוגריה תואר כפול: B.Sc. בהנדסת מכונות ו-B.Sc. בהנדסת חשמל ומחשבים. בוגרי התוכנית יכולים להירשם בפנקס המהנדסים וכמו כן באפשרותם להמשיך ללא השלמות לתואר השני והשלישי במחלקה להנדסת מכונות או בבית הספר להנדסת חשמל ומחשבים לפי בחירתם.

במסגרת המחקר העכשווי והפיתוח התעשייתי תחומי החפיפה בין הנדסת המכונות והנדסת חשמל הולכים ומתרחבים. כתוצאה מכך שיתוף הפעולה בין חוקרים משני התחומים הולך וגובר בחקר מעורכות אלקטרומכניות זעירות (MEMS – Micro Electro-Mechanical Systems), רובוטיקה, בקרה, ראייה ממוחשבת, אלגוריתמיקה, ועוד. מטרת התוכנית היא להכשיר מהנדסים בשני התחומים ולהעניק להם רקע איתן בהנדסת מכונות ובהנדסת חשמל ומחשבים על מנת שיוכלו להתמודד בהצלחה עם אתגרי מחקר ופיתוח מודרניים ועם הביקוש הגובר בתעשייה.

התוכנית משלבת באופן הדוק בין הנדסת חשמל ומחשבים ובין הנדסת מכונות לכל אורך הלימודים. התוכנית היא בת חמש שנים ומציבה אתגר ועומס לימודים גדול בפני התלמידים שמתקבלים: 240 נקודות זכות במשך חמש שנים בהשוואה ל- 160 נקודות זכות הנדרשות בכל אחת מהמחלקות להנדסת מכונות ולהנדסת חשמל ומחשבים.

התלמידים המצטיינים שיתקבלו לתוכנית יזכו לעזרה ולהנחיה אישית מתואמת מהמחלקות להנדסת מכונות ולהנדסת חשמל ומחשבים, מרגע קבלתם ועד סיומם. המחלקות להנדסת מכונות ולהנדסת חשמל ומחשבים רואות בתוכנית המשולבת תוכנית למצוינות ויעודדו את בוגריה להמשיך ללימודים לתארים מתקדמים. המחלקות רואות בתוכנית המשולבת גם תוכנית למצוינות בתעשייה.

סטודנטים בתוכנית שייקחו את קורסי הליבה והפרויקט בתחום מערכות הספק ואנרגיה יהיו זכאים לרישום בפנקס המהנדסים במדור זרם חזק.



## תכנית הלימודים המשותפת הנדסת מכונות – הנדסת חשמל ומחשבים

שנה א' - סמסטר א'

מס קורס	שם קורס	ה	ת	מ	נק"ז	קורס חובת מעבר	קורס צמוד
20119671	חשבון דיפרנציאלי להנדסת חשמל	4	2	0	5.0		
36111081	מבוא מתמטי למהנדסים	2	1	0	2.5		
20119511	אלגברה ליניארית להנדסת חשמל 1	3	1	0	3.5		
15315051	אנגלית מתקדמים ב <sup>(2)</sup>	4	0	0	2.0		
36211011	גרפיקה הנדסית	4	2	0	5.0		
36211163	מבוא להנדסת מכונות	0	0	3	1.5		
20116201	מתמטיקה דיסקרטית	3	1	-	3.5		
36010111	הדרכה בספריה	0	0	0	0.0		
	<b>סה"כ</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>23</b>		

שנה א' - סמסטר ב'

מס קורס	שם קורס	ה	ת	מ	נק"ז	קורס חובת מעבר	קורס צמוד
36113231	מערכות ספרתיות להנדסת חשמל ומחשבים	3	1	-	3.5		
20119681	חשבון אינטגרלי ומשוואות דיפרנציאליות רגילות להנדסת חשמל	4	2	-	5.0	20119671	
20119521	אלגברה ליניארית להנדסת חשמל 2	2	1	-	2.5	20119511	
36211061	סטטיקה	3	2	0	4		
20311471	פיזיקה 2א	3	1	-	3.5	20311371 20119671 36111081	
36211143	מעבדה לגרפיקה ממוחשבת מעשית	-	-	4	2	36211011	
	<b>סה"כ</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>20.5</b>		

שנה ב' – סמסטר א'

קורס צמוד	קורס חובת מעבר	נק"ז	מ	ת	ה	שם קורס	מס קורס
		4.5	0	1	4	כימיה בסיסית להנדסה	20411571
		0.5	1	0	0	כימיה בסיסית - הדגמות	20411593
	20119681	5.0	-	2	4	חדו"א וקטורי להנדסת חשמל	20119631
	20119681	3.5	-	1	3	אנליזת פוריה להנדסת חשמל	20110041
20119631	20311471 20119681 36111081 50051013	3.5	-	1	3	פיסיקה 3א	20312391
	20119521 20119671 20119681 20311371 20311471	5.0		2	4	מבוא להנדסת חשמל	36111021
		6.0	0	2	5	תרמודינמיקה	36212241
		<b>28</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>סה"כ</b>	

שנה ב' – סמסטר ב'

קורס צמוד	קורס חובת מעבר	נק"ז	מ	ת	ה	שם קורס	מס קורס
		5.0	-	2	4	יסודות מדעי המחשב	37111601
20110071	36111021 20110041	3.5	0	1	3	מבוא למערכות ליניאריות	36112011
	20119681	3.5	0	1	3	יסודות תורת הפונקציות המרוכבות	20110071
	36111021	1.5	3	0	0	מעבדת מבוא בחשמל	36112063

קורס צמוד	קורס חובת מעבר	נק"ז	מ	ת	ה	שם קורס	מס קורס
	20119721 36212241	6.0	0	2	5	תורת הזרימה	36212331
	20312391 50051013 36111021	4.5	0	1	4	מבוא להתקני מוליכים למחצה	36112171
		<b>24</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>סה"כ</b>	

שנה ג' – סמסטר א'

מס קורס	שם קורס	ה	ת	מ	נק"ז	קורס חובת מעבר	קורס צמוד
36113201	מבוא למחשבים	3	1	2	4.5	20219011 36113231	
36212221	דינמיקה	4	2	0	5.0	36211061	
36113661	מבוא למעגלים אלקטרוניים אנלוגיים	3	1	0	3.5	36112063 36112171 36112011	36113093
36113093	מעבדת מעגלים אנאלוגיים	4	0	0	2.0	36112063	36113661
36111061	סדנת כתיבה אקדמית	1	0	0	0.5		
36213261	מעבר חום	5	2	0	6.0	36212331	
	<b>סה"כ</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>21.5</b>		

שנה ג' – סמסטר ב'

מס קורס	שם קורס	ה	ת	מ	נק"ז	קורס חובת מעבר	קורס צמוד
36212151	מכשור ומדידות	2	0	1	2.5		
36212121	חוזק חומרים	5	2	0	6.0	20119321 20119681	
36212181	תכונות מכאניות של חומרים	3	2	0	4		
20119831	תורת ההסתברות להנדסת חשמל	3	1	-	3.5	20119681	20119631
36113011	שדות אלקטרומגנטיים	3	2	0	4.0	20119631 20312391 20110041	
36112251	מבוא לשיטות חישוביות	3	1	0	3.5	20119671 36111021	
	קורס ליבה - חשמל	3	1	-	3.5		
	<b>סה"כ</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>27</b>		

שנה ד' – סמסטר א'

קורס צמוד	קורס חובת מעבר	נק"ז	מ	ת	ה	שם קורס	מס קורס
	36112011	4.0	0	2	3	מבוא לעיבוד אותות	36113321
	36112011 20119831 20110071 20119641	4.0	0	2	3	מבוא לתהליכים אקראיים	36113061
	36212151	2.0	4	0	0	מעבדה להנדסת מכונות 1	36211153
	36212121	6.0	0	2	5	תיכון מכונות	36212242
	36213401	6.0	0	2	5	מערכות בקרה	36213471
	36212181	3.5	0	1	3	טכנולוגיות היצור	36212161
		<b>25.5</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>סה"כ</b>	

שנה ד' – סמסטר ב'

קורס צמוד	קורס חובת מעבר	נק"ז	מ	ת	ה	שם קורס	מס קורס
	36112171	3.5	-	1	3	מעגלים אלקטרוניים ספרתיים	36113021
		3.5	-	1	3	קורס ליבה – חשמל	
		3.5	-	1	3	קורס ליבה - חשמל	
	36211153 36212331 36213261 36213471	2.0	4	0	0	מעבדה להנדסת מכונות 2	36211133
	36212221	3.5	0	1	3	תורת התנודות	36214791
	36211061	3.5	0	1	3	תורת המכונות	36213321
	36212242	2.5	5	0	0	פרויקט תיכון מכונות	36214663
		3.0	-	-	3	מקצוע בחירה – חשמל	
		<b>25</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>סה"כ</b>	



שנה ה' – סמסטר א'

מס קורס	שם קורס	ה	ת	מ	נק"ז	קורס חובת מעבר	קורס צמוד
	מעבדת בחירה – חשמל	-	-	4	2.0		
36214503	פרויקט הנדסי 1 (במכונות או חשמל)	0.5	-	6	3.5	כל קורסי החובה של שנים א, ב, ג	
	מקצוע בחירה – חשמל	3	-	-	3.0		
	מקצוע בחירה - חשמל	3	-	-	3.0		
	מקצוע בחירה – חשמל	3	-	-	3.0		
	מקצוע בחירה – מכונות	3	-	-	3.0		
	מקצוע בחירה – מכונות	3	-	-	3.0		
	לימודים כלליים	2	-	-	2.0		
	<b>סה"כ</b>	<b>17.5</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>22.5</b>		

שנה ה' – סמסטר ב'

מס קורס	שם קורס	ה	ת	מ	נק"ז	קורס חובת מעבר	קורס צמוד
36214603	פרויקט הנדסי 2 (במכונות או חשמל)	0.5		12	6	36214503	
	מקצוע בחירה – חשמל	3	-	-	3.0		
	מקצוע בחירה – חשמל	3	-	-	3.0		
	מקצוע בחירה – חשמל	3	-	-	3.0		
	מקצוע בחירה – חשמל	3	-	-	3.0		
	מקצוע בחירה - מכונות	3	-	-	3.0		
	לימודים כלליים	2	-	-	2.0		
	<b>סה"כ</b>	<b>17.5</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>23</b>		

\* ניתן לקחת לאורך השנים מתוכם עד 2 נק' ספורט

# תכניות לימודים לתואר שני

## כללי

במחלקה להנדסת מכונות קיימות מספר תכניות לימודים לקראת התואר השני: מסלול רגיל, מסלול מהיר (המיועד למצטייני התואר הראשון-מית"ר) ומכטרוניקה. תוכניות אלו והתמחויות השונות מוצגות להלן.

## תכניות לימודים לתואר שני

במחלקה להנדסת מכונות קיימים שני מסלולי לימודים לתואר שני: עם תזה וללא תזה.

א. התנאים ההכרחיים לקבלה לשני המסלולים זהים והם:

1. בוגרי תואר ראשון (B.Sc.)

- 1.1. בהנדסת מכונות מאוניברסיטה מוכרת בארץ או בחו"ל אשר ממוצע ציוניהם לתואר הוא 80 לפחות ובתנאי שסיימו את לימודיהם בחציון העליון של מחזורם (על פי אישור מדרג רשמי).
- 1.2. בפיסיקה או בהנדסה שלא הנדסת מכונות העומדים בדרישות סעיף 1.1 שלעיל. למתקבלים תקבע תוכנית השלמות מקורסי תואר ראשון של הנדסת מכונות ע"י ועדת הקבלה.
- 1.3. כל קבלת תלמיד ותנאי הקבלה יידונו לגופו של עניין. חלק מהמועמדים יזומנו לראיון כחלק מתהליך הקבלה.

2. שתי המלצות, מבעלי תואר שלישי (Ph.D.).

ב. להשלמת לימודי תואר שני בשני המסלולים על התלמיד לצבור סך של 36 נקודות זכות (נק"ז) לפי החלוקה הבאה:

1. עם תזה – 24 ב-8 קורסי לימוד ו-12 בתזה.
2. ללא תזה – 33 ב-11 קורסי לימוד ו-3 בפרויקט מחקרי.

ג.

1. על כל תלמיד במסלול עם תזה לבחור מנחה עד סוף הסמסטר הראשון של לימודיו. תלמידים שטרם נקבע להם מנחה במועד הייעוץ לסמסטר השני ללימודיו רשאים להמשיך את הלימודים במסלול ללא תזה.
2. מרגע קביעת המנחה ישמש המנחה כיועץ אקדמי של התלמיד.
3. הפרויקט המחקרי, לתלמידים הלומדים לתואר שני ללא תזה, יינתן במסגרת קורס שיועבר לפחות פעם בשנתיים.
4. על כל תלמיד במסלול עם תזה להגיש הצעת מחקר לתזה עד סוף סמסטר ב' של השנה הראשונה של לימודיו ולהגיש דו"ח התקדמות בסוף כל סמסטר עד להגשת התזה.
5. מעבר ממסלול ללא תזה למסלול עם תזה מחייב קביעת מנחה ואישור ועדת מוסמכים.
6. על כל תלמיד ללמוד מקצועות חובה ומקצועות בחירה.

### מסלול לימודים עם תזה

שעות לימוד	נק"ז	שם הקורס	מס' קורס	מקצוע
3	3.0	שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1	36226091	מקצוע חובה
3	3.0	שיטות נומריות מתקדמות	36226321	מקצוע חובה
3	3.0	שיטות ניסוייות בהנדסת מכונות	36225154	מקצוע חובה
	15.0	5 מקצועות בחירה		מקצוע בחירה
	12.0			תיזה
	<b>36.0</b>			<b>סה"כ</b>

### מסלול לימודים ללא תזה

שעות לימוד	נק"ז	שם הקורס	מס' קורס	מקצוע
3	3.0	שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1	36226091	מקצוע חובה
3	3.0	שיטות נומריות מתקדמות	36226321	מקצוע חובה
3	3.0	שיטות ניסוייות בהנדסת מכונות	36225154	מקצוע חובה
	24.0	8 מקצועות בחירה		מקצוע בחירה
	3.0			פרויקט מחקרי
	<b>36.0</b>			<b>סה"כ</b>

## רשימת מקצועות לתואר שני<sup>(1)</sup>

מס' מקצוע	שם המקצוע	נק"ז
36224494	מבוא לתכנות מקבילי	3.0
36225084	בקרה גאומטרית	3.0
36225091	תופעות החזרה של גלי ה'לם	3.0
36225093	אנליזה ממדית	3.0
36225471	טכנולוגיות מיגון נייד - בליסטיקה סיומית	3.0
36225171	מבוא למכניקת הרצף	3.0
36225211	שינוע פניאומטי של מוצקים	3.0
36225234	מבוא לאסטרונומיקה למהנדסים	3.0
36225281	זרימת גזים בלתי תמידיה	3.0
36225262	מבוא להדמיית טורבולנציה	3.0
36225292	מבוא לזרימה אטמוספרית למהנדסים	3.0
36225301	זרימה במערכות ביולוגיות	3.0
36225221	בקרה לא ליניארית	3.0
36225273	רובוטים מקבילים	3.0
36225311	מכניקת זורמים לא ניוטוניים	3.0
36225321	תיכון מכונות מדויקות	3.0
36225331	ניתוח תכונות של מוצקים גרגריים	3.0
36225341	אנליזה פונקציונלית	3.0
36225351	אנליזה טנזורית	3.0
36225352	מכניקה של חומרים רכים ורקמות ביולוגיות	3.0
36225154	שיטות ניסוייות בהנדסת מכונות <sup>(2)</sup>	3.0
36225362	מכניקת-מבנה של חומרים ביולוגיים	3.0
36225371	אופטימיזציה בתיכון מבנים	3.0
32625401	מערכות מכטרוניות	3.0
36225471	טכנולוגיות מיגון נייד - בליסטיקה סיומית	3.0
36225481	ניווט ובקרת רובוטים	3.0
36225491	חומרים אנרגטיים, נפיצים	3.0
36225561	תורת פלוקטואציות במדעי ההנדסה ובטבע	3.0
36225591	דינמיקת מבנים מתקדמת	3.0
36225641	נושאים מתקדמים ברובוטיקה	3.0
36225691	מיגון מבנים	3.0

מס' מקצוע	שם המקצוע	נק"ז
36225821	מערכות אקראיות	3.0
36225841	יציבות הידרודינמית	3.0
36226001	עבודת גמר	12.0
36226023	ניטור מבוסס עיבוד רעידות של מערכות מכניות	3.0
36226031	שיטות בינה מלאכותית	3.0
36226071	זרימה דו-פאזית	3.0
36226081	מכניקת גופים לא אלסטיים	3.0
36226091	שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1 <sup>(2)</sup>	3.0
36226111	זרימה צמיגה	3.0
36226121	שכבות גבול	3.0
36226131	אלסטיות 2	3.0
36226141	מכניקה אנליטית	3.0
36226161	תרמודינמיקה סטטיסטית	3.0
36226171	מגנטו-הידרודינמיקה	3.0
36226201	מעבר חום בהסעה	3.0
36226211	רתיחה ועיבוי	3.0
36226221	בקרה אופטימלית	3.0
36226223	חיכוך ושחיקה של חומרים	3.0
36226251	מעבר חום בהולכה	3.0
36226261	זרימת גז ממשי	3.0
36226271	קרינה תרמית	3.0
36226301	סמינר מסכם בהנדסת מכונות	3.0
36226321	שיטות נומריות מתקדמות <sup>(2)</sup>	3.0
36226361	תורת השיערוך האופטימלי	3.0
36226381	שיטות קירוב בהנדסת מכונות	3.0
36226391	נושאים מתקדמים בתורת השרפה	3.0
36226411	גלי הלם במוצקים	3.0
36226461	מודלים של תופעות מעבר במערכות ביו-רפואיות 2	3.0
36226471	שיטות אנליטיות באנרגיה סולרית	3.0
36226481	זרמים קונבקטיביים עם יישומים בבעיות סביבתיות	3.0
36226491	שיטות מתקדמות באנליזת אלמנט-סופי	3.0
36226501	יציבות מבנים	3.0
36226631	מבוא למכניקת הקוונטים בהנדסה	3.0

מס' מקצוע	שם המקצוע	נק"ז
36226632	שיטות מתמטיות באופטימיזציה	3.0
36226701	שיטת מונטה קרלו	3.0
36226711	ניתוח מערכות תרמיות	3.0
36226731	חיישנים ומפעילים	3.0
36226751	מע' מכטרוניות 1	3.0
36226752	שיערוך אופטימלי בקינמטיקה של גופים קשיחים	3.0
36226781	מכניקת השבירה	3.0
36226831	זרימה טורבולנטית	3.0
36226836	תופעות מעבר בזרימות הנדסיות ובטבע	3.0
36226841	נורופרוטזות	3.0
36226852	יסודות פיסיקליים של חוזק מוצקים	3.0
36226921	פרקים נבחרים בהנדסת מכונות 2	3.0

<sup>(1)</sup> לא כול הקורסים ניתנים כול שנה. רשימת הקורסים שיינתנו בשנה הקרובה תפורסם בסמוך לתחילת שנת הלימודים.

<sup>(2)</sup> קורס חובה.

## מסלול מהיר לתואר שני עם תזה למצטייני התואר הראשון (מית"ר)

מסלול לימודים ייחודי שמטרתו:

- פיתוח מודעות בקרב תלמידים מצטיינים להשתלב בתוכנית לעידוד חוקרים.
  - הקמת עתודה מחקרית.
  - גיבוש נבחרת מצומצמת של מנהיגות טכנולוגית שתשפיע על עתיד המו"פ באקדמיה ובתעשייה.
- תנאי הקבלה למסלול ותנאיו על פי המופיע בשנתון הפקולטה.

## תוכנית מכטרוניקה לתואר שני

### מטרת התוכנית

הנדסת מכטרוניקה היא תחום חדש שנוצר בשנים האחרונות על בסיס ההתפתחויות הטכנולוגיות האחרונות בהנדסה, ונועד לענות על הצורך ההולך וגובר באינטגרציה של תחומים הנדסיים שונים. בעיקר, שילוב של הנדסת חשמל ואלקטרוניקה, מחשבים והנדסת מכונות. אינטגרציה זו נחוצה בתכנון וייצור של מערכות מכאניות המשובצות מחשבים ורכיבים אלקטרוניים, כגון: מערכות רובוטיות, מערכות בקרה וניהוג של טילים, מערכות ייצור אוטומטיות ועוד.

תוכנית הלימודים לתואר שני בהנדסת מכטרוניקה היא תוכנית ייחודית, בין תחומית, המשלבת כאמור קורסים ממחלקות הנדסה שונות (לרוב, מהנדסת מכונות ומהנדסת חשמל ומחשבים). מטרת התוכנית היא הקניית כלים לפתרון בעיות הנדסיות בין תחומיות מורכבות. בפרט, הכלים הנחוצים לצורך ניתוח דינאמי של מערכות מכאניות כבסיס לתכנון ומימוש מערכות בקרה.

תחומי ההתמחות המוצעים כוללים, בין השאר: מערכות בקרה, רובוטיקה ובקרת רובוטים, מערכות בקרה והנחייה של כלי רכב אוטונומיים, בקרת מנועים חשמליים, מערכות ייצור אוטומטי ועוד.

### דרישות קבלה

תנאי הקבלה הינן בהתאם לדרישות עבור לימודי תואר שני (M.Sc.) בפקולטה למדעי ההנדסה של האוניברסיטה. הלימודים לקראת תואר שני במכטרוניקה הינם פתוחים בפני בוגרי תואר ראשון בהנדסה או במדעים, במוסדות אקדמיים מוכרים בארץ ובעולם. לכל מועמד יקבעו מקצועות השלמה בהתבסס על לימודיו הקודמים וראיון עם ראש התוכנית, ד"ר יש ארוגטי.





## דרישות לימוד והתמחות

הדרישות תואמות לדרישות המקובלות בפקולטה למדעי ההנדסה כלהלן.

### א. מסלול עם פרויקט גמר

לימוד בהיקף 33 נק"ז ופרויקט גמר בהיקף 3 נק"ז סה"כ- 36 נק"ז על פי הפירוט הבא:

<u>נק"ז</u>	
קורסי השלמה	כמפורט בהמשך
6 קורסי חובה	18.0
5 קורסי בחירה	15.0
פרויקט גמר	3.0
<b>סה"כ</b>	<b>36.0</b>

### ב. מסלול עם תזה

תוכנית הלימודים כוללת לימודים בהיקף של 24 נק"ז ותזה בהיקף של 12 נק"ז.

24 הנקודות כוללות את 18 נקודות מקצועות החובה בנוסף לכך 6 נקודות אותן יבחר התלמיד באישור המנחה מתוך רשימת קורסי הבחירה.

## תוכנית הלימודים

### א. קורסי השלמה

שם קורס	מספר קורס
1. קינמטיקה ודינמיקה של רובוטים	36214231
2. מערכות בקרה	36213471
3. מבוא להנדסת חשמל 2	36112011
4. מיקרו-מחשב במערכות מכאניות	36214201
5. מבוא לתהליכים אקראיים	36113321
6. מבוא להמרת אנרגיה	36113031

במידת הצורך יקבעו קורסי השלמה נוספים, או לחילופין יופחת מספרם, וכל זה בהתבסס על הרקע האקדמי של כל מועמד.

**ב. קורסי חובה (פתיחת קורסים מותנית במספר מינימלי של תלמידים)**

שם קורס	מספר קורס	נק"ז
1. מערכות מיקרו-מחשבים במכטרוניקה	36226741	3.0
2. בקרה לא לינארית	36225221	3.0
3. בקרת רובוטים	36125681	3.0
4. מכניקה אנליטית	36226141	3.0
5. בקרה אופטימאלית	36226221	3.0
6. שיעורך אופטימלי בקינמטיקה של גופים קשיחים	36226752	3.0
<b>סה"כ קורסי חובה</b>		<b>18.0</b>

**ג. קורסי בחירה**

שם קורס	מספר קורס	נק"ז
ניווט רובוטים	36225481	3.0
ניתוח תרמי של מערכות אלקטרוניות	36225271	3.0
מערכות אקראיות	36225821	3.0
שערוך אופטימאלי	36226361	3.0
מערכות מכ"ם מתקדמות	36125421	3.0
רשתות עצביות מלאכותיות	36125391	3.0
מכונות חשמליות מיוחדות	36125591	3.0
זיהוי מערכות	36226041	3.0
דינמיקת מבנים	36226051	3.0
מעבר חום בהסעה	36226201	3.0
מעבר חום בהולכה	36226251	3.0
מערכות אדם-מכונה	36423641	3.0
בקרה מסתגלת	36126211	3.0
עיבוד מסתגל של אותות	36125151	3.0
תכנות דינאמי ויישומיו	36461221	3.0
שיעורך אופטימלי בקינמטיקה של גופים קשיחים	36226752	3.0