

# המחלקה להנדסת מכונות

2	.....	רקע כללי
2	.....	מבנה תכנית הלימודים
4	.....	חברי הסגל האקדמי
5	.....	תכנית הלימודים
7	.....	תכנית הלימודים לתואר ראשון
20	.....	התוכנית לתואר כפול הנדסת מכונות ופיסיקה
29	.....	התוכנית לתואר כפול הנדסת מכונות ומתמטיקה
37	.....	תכנית לימודים לתואר כפול הנדסת מכונות – הנדסת חומרים
47	.....	תכנית לימודים משולבת לתואר כפול הנדסת מכונות – הנדסת חשמל
54	.....	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, תיכון 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 ולתיכון 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, תכונות 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 מעבר 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

אורן שדות

## פרופסור מן המניין

יעקב בורטמן

גל דבוטון

גנדי זיסקינד

אבי לוי

חיים קלמן

אורן שדות

אמיר שפירא

רפאל תדמור

## פרופסור חבר

בני בר-און

דוד זרוק

אסף יעקובוביץ

## מרצה בכיר

שי ארוגטי

יואב גרין

אבישי כרמי

אסלן מירייב

יואב מתיה

רועי סייג

ליאור עטיה

יורי פלדמן

דניאל שוקרון

אוריאל שושני

רון שנפ

## מורה בכיר

ישעיהו וויס

## מרצה

עוז אושרי

## פרופסור אמריטוס

עוזר איגרא

חיים אילתה

אירנה בורדה

גבי בן-דור

ירמיהו ברנובר

יוגני זארצקי

אלכסנדר יחוט

רות ליטן

מיכאל מונד

סמיון סוקוריאנסקי

בן-ציון סנדלר

ולדימיר פורטמן

מרדכי פרל

ראובן שגב

קלמן שולגסר

## סגל בגמלאות

יוסף טירן

רוג'ר נתן

גבריאל צדרבאום

## 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 המחלקתי. 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.
- ז. **אנגלית** – החל משנת חוזה תשפ"ב כל תלמיד/ה חייב/ת ללמוד שני קורסים בשפה האנגלית. מתוכם קורס אחד יכול להיות "אנגלית מתקדמים ב" והקורס השני יהיה קורס תוכן מתוך תוכנית הלימודים במחלקה. על הקורס להיות בהיקף של 2 נק"ז לפחות. תלמיד/ה שפטור/ה מאנגלית שפה זרה חייב/ת ללמוד שני קורסי תוכן באנגלית מתוך תוכנית הלימודים.

### 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: 500-5-0006 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	אלגברה ליניארית להנדסה	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
		0				לומדה למניעת הטרדה מינית	90055001
		<b>21.0</b>	4	6	16	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' מל' 1	20119711	5.0	-	2	4	חדו"א 2 להנדסה	20119721
		4.0	-	2	3	תכנות למהנדסי מכונות	36212232
אנגלית מתקדמים 1	15315041	2.0	-	-	4	אנגלית מתקדמים 2 (טכנולוגיה) *	15315051
גרפיקה הנדסית	36211011	2.0	4	-	-	מעבדה לגרפיקה ממוחשבת מעשית	36211143
		4.0	-	2	3	תכנות מכאניות של חומרים	36212181
		4.0	-	2	3	סטטיקה	36211061
		<b>21.0</b>	4	8	17	סה"כ סמסטר ב'	

- יש להשלים את לימודי האנגלית עד סוף שנת הלימודים השנייה.

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' ליני'	20119721 20119321	4.0	-	2	3	חדו"א 3 להנדס' מכונות	20119771
סטטיקה	36211061	3.5	-	1	3	פיסיקה 2 ב	20311491
סטטיקה	36211061	5.0	-	2	4	דינמיקה	36212221
		6.0	-	2	5	תרמודינמיקה	36212241
תכנות מכאניות	36212181	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	20119771	2.5		1	2	משוואות דיפרנציאליות חלקיות להנדסת מכונות	20119471
אלגברה ליני	20119321	3.5	0	1	3	מערכות ליניאריות	36213401
		2.5	1	-	2	מכשור ומדידות	36212151
אלגברה ליני' חדו"א 3 סטטיקה	20119321 20119771 36211061	6.0	-	2	5	חוזק חומרים	36212121
חדו"א 3 תרמודינמיקה	20119771 36212241	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	36212151 36212121 36212241	2.0	4	-	-	מעבדה להנדסת מכונות 1	36211153
חוזק חומרים גרפיקה הנדסית	36212121 36211011	6.0	-	2	5	תיכון מכונות	36212242
מערכות ליני'	36213401	6.0	-	2	5	מערכות בקרה	36213471
תורת הזרימה	36212331	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	36212331		4	-	-	מעבדה להנדסת מכונות 2	36211133
מעבר חום	36213261	2.0					
מערכות בקרה	36213471						
דינמיקה	36212221	3.5	-	1	3	תורת התנודות	36214791
סטטיקה	36211061	3.5	-	1	3	תורת המכונות	36213321
חדו"א 2	20119721	4.0	-	2	3	שיטות נומריות בהנדסה	36213341
תכנות	36212232						
תיכון מכונות	36212242	2.5	5			פרויקט בתיכון מכונות	36214663
		4.0	-	2	3	שיטות סטטיסטיות בהנדסה *	36213071
						קורסי בחירה	
		<b>19.5</b>	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	20119771	4.0	-	2	3	מבוא להנדסת חשמל למכונות	36212191
פיסיקה 2 ב	20311491						
						קורסי בחירה	
		<b>7.0</b>	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	מס מקצוע	שם מקצוע	ה'	ת'	מ'	נק"ז	מקצוע קדם חוסם	שם המקצוע
פרויקט הנדסי 1	36214603	פרויקט הנדסי *2	0.5	-	12	6.0	36214503	פרויקט הנדסי 1
		קורסים כלליים ממדעי הרוח				6.0		
		קורס ספורט				1		
		קורסי בחירה						
		סה"כ סמסטר ב' (ללא בחירה)	3.5	2	12	13.0		

\* 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 שיוט 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 ואירודינמיקה של כלי טייס	36214754
קינמטיקה ודינמיקה של רובוטים	36214231
דינמיקה ובקרה של כלי רכב	36214291
נושאים נבחרים ברובוטיקה 1	36214654

#### 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, אוניות, 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 הידראוליות, אוירונאוטיקה, 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 ואירודינמיקה 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 מערכ' 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:

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

### מסלול התמחות 6: תיכון מכונות

במסלול "תיכון מכונות" לומד התלמיד את עקרונות התכן לניתוח, 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:

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

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

### 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:

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

### 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:

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



### 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	20212232 תכנות למהנדסי מכונות 36213471 מערכות בקרה
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	36213261 מעבר חום
37414106	תחמושת ונפיצים - 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	36213471 מערכות בקרה
36213601	מבוא לעיבוד שבבי	3.5	36211133 מעבדה להנד' מכול' 2
36214111	מבוא לטכנ' של חלקיקים ואבקות	3.0	36212331 תורת הזרימה
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	36213071 שיטות סטטיסטיות בהנדסה

מס' מקצוע	שם המקצוע	נק"ז	מקצועות קדם חובה
37414104	אירועים חריגים 2 - מבוא למיגון מבנים	2.5	36214791 תורת התנודות (ניתן במקביל)
37414105	שדרוג מיגון מבנים	2.5	37414104 אירועים חריגים 2
36512011	תורת חומרים 2	3.5	36212181 תכונות מכאניות של חומרים
36514791	חומרים קרמיים	3.0	36212181 תכונות מכאניות של חומרים
36215442	מבוא לתורת הנקעים	3.0	
36214493	הפיסיקה של האופטיקה השימושית	3.0	
36224494	מבוא לתכנות מקבילי	3.0	
36214381	זרימה דחיסה	3.0	36212331 תורת הזרימה 36212241 תרמודינמיקה
36215521	מבוא לתורת הקליפות והלוחות	3.0	36212121 חוזק חומרים
36214641	תורת חוזק מתקדמת	3.0	36212121 חוזק חומרים
36213091	מבוא לאנליזת אלמנט סופי	3.0	36212121 חוזק חומרים
36215491	מבוא לניתור בריאות מבנים	3.0	36212121 חוזק חומרים
36214541	מיזוג אויר וקירור	3.0	36213261 מעבר חום 36212121 חוזק חומרים
36215271	ניתוח תרמי מערכות אלקטרוניות	3.0	36213261 מעבר חום
36213641	מעבר מסה	3.0	36213261 מעבר חום
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	
36214292	קריאוגניקה ניצול גזים ומקררים קריאוגניים	3.0	
36214866	עקרונות הזרימה הדו-פאזית	3.0	
36214951	מקורות אנרגיה בלתי קונבנציונליים	3.0	36213261 מעבר חום
36214231	קינמטיקה ודינמיקה של רובוטים	3.0	36212221 דינמיקה
36214071	מכניקה של חומרים מרוכבים	3.0	36212111 תכונות מכניות של חומרים 36212121 חוזק חומרים
36214461	תרמודינמיקה של מערכות כוח וחום	3.0	36212241 תרמודינמיקה
36216051	דינמיקת מבנים	3.0	36212121 חוזק חומרים 36212221 דינמיקה

מס' מקצוע	שם המקצוע	נק"ז	מקצועות קדם חובה
36214551	מנועי שריפה פנימית	3.0	36212241 תרמודינמיקה 36212242 תיכון מכונות 36212331 תורת הזרימה
36214654	נושאים נבחרים ברובוטיקה	3.0	
36215822	מבוא לחומרים, תכן וייצור של רובוטים רכים	3.0	
36214922	ביומכניקה של עצמות ועורקים	3.0	36212121 חוזק חומרים

# 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 יוג'ין פרומקר ([efrumker@bgu.ac.il](mailto:efrumker@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
54.5	מקצועות חובה בפיזיקה
4.5	מקצועות חובה בכימיה
79.5	מקצועות חובה חובה בהנדסת מכונות
9.5	קורסי פרויקט בהנ' מכונות
16.5	בחירה בפיסיקה
9	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 אינטגרלי 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	4.5	מבוא לשיטות מתמטיות בפיסיקה	203-1-1141
	סתיו	0.5	תגליות ואתגרים בפיסיקה מודרנית	203-1-1181
201-1-9811 203-1-1141	סתיו	5.5	פיסיקה 1 – לתלמידי פיסיקה	203-1-1281
*203-1-1281	אביב	5.5	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	5	אלקטרודינמיקה 1	203-1-2381
203-1-2121 203-1-2281	אביב	4.5	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	5	תרמודינמיקה ומכניקה סטטיסטית	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
	סתיו	0	בטיחות במעבדה ב'	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>54.5</b>	<b>סה"כ</b>	
		16.5	מקצועות בחירה בפיסיקה	
		<b><u>71</u></b>	<b>סה"כ</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	4.5		

## 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
362-1-2121	חוזק חומרים	6	אביב	201-1-9321 201-1-9461 362-1-1061
362-1-2151	מכשור ומדידות	2.5	אביב	
362-1-3321	תורת המכונות 1	3.5	אביב	362-1-1061

מס קורס	שם הקורס	מס נק'	ניתן בסמסטר	קורסי קדם
362-1-3341	שיטות נומריות בהנדסה	4	אביב	201-1-9721
362-1-2191	מבוא להנדס' חשמל למהנדסי מכונות	4	סתיו	201-1-9461 203-1-1491
362-1-2242	תיכון מכונות	6	סתיו	362-1-1011 362-1-2121
362-1-3071	שיטות סטטיסטיות בהנדסה	4	סתיו	
362-1-4803	פרויקט הנדסי 1	3.5	סתיו	
362-1-4903	פרויקט הנדסי 2	6	אביב	
	<b>סה"כ</b>	<b>89</b>		
	מקצועות בחירה במכונות	9		
	<b>סה"כ</b>	<b>98</b>		

## 7. מקצועות חובה נוספים

מס קורס	שם הקורס	מס נק'	ניתן בסמסטר	קורסי קדם
299-1-1121	הכרת הספרייה	0	סתיו, אביב	
900-5-5001	לומדה להכרת החוק והנהלים למניעת הטרדה מינית	0	סתיו, אביב	
153-1-5051	אנגלית מתקדמים ב	2	סתיו, אביב	



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

### סמטר א'

נק"ז	מס הקורס	שם הקורס
3.5	201-1-9511	אלגברה ליניארית להנדסת חשמל 1
5	201-1-9671	חשבון דיפרנציאלי להנדסת חשמל
4.5	203-1-1141	מבוא לשיטות מתמטיות בפיסיקה
0.5	203-1-1181	תגליות ואתגרים בפיסיקה מודרנית
5.5	203-1-1281	פיסיקה 1 – לתלמידי פיסיקה
0	299-1-1121	הכרת הספרייה
5	362-1-1011	גרפיקה הנדסית
1.5	362-1-1163	מבוא להנדסת מכונות
<b>25.5</b>		סה"כ נק"ז לסמטר א'

### סמטר ב'

נק"ז	מס הקורס	שם הקורס
2	153-1-5051	אנגלית מתקדמים ב – טבע והנדסה
2.5	201-1-9521	אלגברה ליניארית להנדסת חשמל 2
5	201-1-9631	חדו"א וקטורי להנדסת חשמל
5	201-1-9681	חשבון אינטגרלי ומשוואות דיפרנציאליות רגילות להנדסת חשמל
5.5	203-1-2371	פיסיקה 2 – לתלמידי פיסיקה
2	362-1-1143	מעבדה לגרפיקה ממוחשבת מעשית
4	362-1-2181	תכונות מכניות של חומרים
4	362-1-2232	תכנות למהנדסי מכונות
<b>30</b>		סה"כ נק"ז לסמטר ב'
<b>55.5</b>		סה"כ נק"ז לשנה א'

**סמסטר ג'**

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
אנליזת פורייה ומערכות אורתונורמליות לתלמידי פיסיקה	201-1-2021	3.5
פיסיקה 3	203-1-2121	4
מכניקה אנליטית	203-1-2281	4
בטיחות מעבדה ב'	203-1-2551	0
מעבדה ב' 1	203-1-2553	2
כימיה בסיסית לתלמידי הנדסה	204-1-1571	4.5
תרמודינמיקה	362-1-2241	6
סה"כ נק"ז לסמסטר א'		<b>24</b>

**סמסטר ד'**

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
פונקציות מרוכבות להנ' חשמל	201-1-0071	3.5
משוואת דיפרנציאליות חלקיות להנדסת חשמל	201-1-0101	2.5
אלקטרודינמיקה 1	203-1-2381	5
תורת הקוונטים 1	203-1-3141	4.5
מכשור ומדידות	362-1-2151	2.5
תורת הזרימה	362-1-2331	6
סה"כ נק"ז סמסטר ב'		<b>24</b>
סה"כ נק"ז שנה ב'		<b>48</b>

## סמסטר ה'

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
תרמודינמיקה ומכניקה סטטיסטית	203-1-2161	5
תורת הקוונטים 2	203-1-3241	5
סמינר סטודנטים	203-1-3271	0.5
דינמיקה	362-1-2221	5
מעבר חום	362-1-3261	6
מערכות בקרה	362-1-3471	6
סה"כ נק"ז סמסטר א'		27.5

## סמסטר ו'

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
סמינר על נושאי מחקר במחלקה 1	203-1-2291	0.5
מעבדה להנדסת מכונות 2	362-1-1133	2
חוזק חומרים	362-1-2121	6
תורת המכונות 1	362-1-3321	3.5
שיטות נומריות בהנדסה	362-1-3341	4
מקצועות בחירה בפיסיקה		16
סה"כ נק"ז סמסטר ב'		32
סה"כ נק"ז שנה ג'		58

### סמסטר ז'

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
פיסיקה מצב מוצק 1	203-1-3111	3.5
סמינר על נושאי מחקר במחלקה 2	203-1-2292	0.5
מעבדה להנ' מכונות 1	362-1-1153	2
מבוא להנדסת חשמל למהנדסי מכונות	362-1-2191	4
תיכון מכונות	362-1-2242	6
פרויקט הנדסי 1	362-1-4803	3.5
סה"כ נק"ז סמסטר א'		<b>19.5</b>

### סמסטר ח'

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
בטיחות במעבדה ג'	203-1-3161	0
מעבדה ג' 1 לניסויים מתקדמים	203-1-3163	4
שיטות סטטיסטיות בהנדסה	362-1-3071	4
מקצועות בחירה מכונות		9
פרויקט הנדסי 2	362-1-4903	6
סה"כ נק"ז סמסטר ב'		<b>26.5</b>
סה"כ נק"ז שנה ד'		<b>46</b>
מקצועות בחירה כלליים		4
סה"כ נק"ז לתואר		<b>210</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	
69	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
+4 (או 16 או 17)	בחירה במתמטיקה
12	בחירה בהנדסת מכונות
3.5 או 4.5 בהתאם לבחירה במתמטיקה	בחירה כללית
0	הכרת הספרייה
2	אנגלית
210	סה"כ

### 3. מקצועות חובה במתמטיקה

קורסי קדם	ניתן בסמסטר	מס נק'	שם הקורס	מס קורס
	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

מס קורס	שם הקורס	מס נק'	ניתן בסמסטר	קורסי קדם
203-1-1491	פיסיקה 2 ב	3.5	סתיו	362-1-1061
	סה"כ	3.5		

#### 5. מקצועות חובה בכימיה

מס קורס	שם הקורס	מס נק'	ניתן בסמסטר	קורסי קדם
204-1-1571	כימיה בסיסית לתלמידי הנדסה	4.5	סתיו	
204-1-1593	כימיה בסיסית הדגמות	0.5	סתיו	
	סה"כ	5		

#### 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	
362-1-1061	סטטיקה	4	אביב	203-1-1421
362-1-1143	מעבדה לגרפיקה ממוחשבת מעשית	2	אביב	362-1-1011
362-1-2232	תכנות למהנדסי מכונות	4	אביב	
362-1-2221	דינמיקה	5	סתיו	362-1-1061
362-1-2241	תרמודינמיקה	6	סתיו	
362-1-2151	מכשור ומדידות	2.5	אביב	
362-1-2331	תורת הזרימה	6	אביב	201-1-9721 362-1-2241
362-1-2181	תכונות מכניות של חומרים	4	אביב	
362-1-3471	מערכות בקרה	6	סתיו	362-1-3401
362-1-2191	מבוא להנדס' חשמל למהנדסי מכונות	4	סתיו	201-1-9461 203-1-1491

מס קורס	שם הקורס	מס נק'	ניתן בסמסטר	קורסי קדם
362-1-4791	תורת התנודות	3.5	אביב	362-1-2221
362-1-3321	תורת המכונות 1	3.5	אביב	362-1-1061
362-1-2121	חוזק חומרים	6	אביב	201-1-9321 201-1-9461 362-1-1061
362-1-1153	מעבדה להנדס' מכונות 1	2	סתיו	362-1-2121 362-1-2151 362-1-2241
362-1-3261	מעבר חום	6	סתיו	362-1-2331
362-1-2242	תיכון מכונות	6	סתיו	362-1-1011 362-1-2121
362-1-2161	טכנולוגיית הייצור	3.5	סתיו	362-1-2181
362-1-1133	מעבדה להנדס' מכונות 2	2	אביב	362-1-2151 362-1-2331 362-1-3261 362-1-3471
362-1-4663	פרויקט תיכון מכונות	2.5	אביב	362-1-2242
362-1-4103	פרויקט הנדסי 1	3	אביב	
362-1-4003	פרויקט הנדסי 2	6	סתיו	362-1-4503
	<b>סה"כ (כולל הפרויקט)</b>	<b>94</b>		
	מקצועות בחירה במכונות	12		
	<b>סה"כ</b>	<b>106</b>		

## 7. מקצועות חובה נוספים

מס קורס	שם הקורס	מס נק'	ניתן בסמסטר	קורסי קדם
299-1-1121	הכרת הספרייה	0	סתיו, אביב	
900-5-5001	לומדה להכרת החוק והנהלים למניעת הטרדה מינית	0	סתיו, אביב	
153-1-5041	אנגלית מתקדמים א	0	סתיו, אביב	
153-1-5051	אנגלית מתקדמים ב	2	סתיו, אביב	
	קורסי בחירה כלליים	3.5	סתיו, אביב	



## 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
סה"כ נק"ז לסמטר א'		<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
סה"כ נק"ז לסמטר ב'		<b>26</b>
סה"כ נק"ז לשנה א'		<b>48.5</b>

### סמסטר ג'

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

### סמסטר ד'

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

### סמסטר ה'

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
הסתברות	201-1-8001	4
מבנים אלגבריים	201-1-7031	4
בחירה כללית		1.5
פיסיקה 2 ב	203-1-1491	3.5
מערכות בקרה	362-1-3471	6
מבוא להנדסת חשמל למכונות	362-1-2191	4
סה"כ נק"ז לסמסטר א'		<b>23</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
קורס מרשימה 5	201-1****	4
סה"כ נק"ז לסמסטר ב'		<b>25</b>
סה"כ נק"ז לשנה ג'		<b>48</b>

### סמסטר ז'

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
תורת המידה (מומלץ)	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
סה"כ נק"ז לסמסטר א'		<b>21.5</b>

### סמסטר ח'

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
בחירה במתמטיקה	201-1****	4
מעבדה להנדסת מכונות 2	362-1-1133	2
פרויקט תיכון מכונות	362-1-4663	2.5
פרויקט הנדסי 1	362-1-4103	3
קורסי בחירה בהנדסת מכונות	362-1****	6
מבוא לטופולוגיה	201-1-0091	4
סה"כ נק"ז לסמסטר ב'		<b>21.5</b>
סה"כ נק"ז לשנה ד'		<b>43</b>

### סמסטר ט'

שם הקורס	מס הקורס	נק"ז
בחירה במתמטיקה	201-1****	8
פרויקט הנדסי 2	362-1-4003	6
בחירה בהנדסת מכונות	362-1****	6
קורסי בחירה כלליים		2
סה"כ נק"ז לסמסטר א'		<b>22</b>
סה"כ נק"ז לתואר		<b>210</b>

# 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	אלגברה ליניארית להנדסה	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	2	-	4.0				X
36010011	הכרת הספרייה	-	-	-	0.0			X	
90055001	לומדה להכרת החוק והנהלים למניעת הטרדה מינית	-	-	-	0.0			X	
	<b>סה"כ</b>				<b>24.5</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' מכל' 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>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, ניתן לקחת לאורך השנים, מתוכם עד 2 נק' ספורט.

הערה: החל משנת חוזה תשפ"ב כל תלמיד/ת חייב/ת ללמוד שני קורסים בשפה אנגלית.

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' מכ' 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 ב	20311491
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
X		פיסיקה 2 ב	20311491	2.5	-	1	2	פיסיקה 3 להנדסה	20312421
				<b>26.5</b>				<b>סה"כ</b>	



שנה ב' – סמסטר ד'

מס מקצוע	שם מקצוע	ה'	ת'	מ'	נק"ז	מקצוע קדם	שם המקצוע	רכיב לתואר ה.נ. חומרים	רכיב לתואר ה.נ. מכונות
20119471	משוואות דיפרנציאליות חלקיות להנד' מכונות	2	1	-	2.5	20119461 20119771	חדו"א 3		X
36513841	תכונות פיזיקליות	3	1	-	3.5	36512011 36212241 20312421	תורת חומרים 2 תרמודינמיקה **פיסיקה 3 (יש להירשם במקביל)	X	
36212121	חוזק חומרים	5	2	-	6.0	20119321 20119771	אלגברה ליניארית, חדו"א 3		X
36513015	מבוא למטלורגיה מכאנית ופיזיקאלית	3	1	-	3.5	,36512121 36512021	תרמודינמיקה 2, תורת החומרים 3	X	
36212331	תורת הזרימה	5	2	-	6.0	20119721 36212241	חדו"א 2 תרמודינמיקה		X
36512323	מעבדת חומרים 2	-	-	3	1.5	36512313	מעבדת חומרים 1	X	
36512121	תרמודינמיקה 2	3	2	-	4.0	36212241	תרמודינמיקה	X	
36514009	גלים ואופטיקה לחומרים	2	1		2.5	20311491	פיסיקה 2	X	
	סה"כ				29.5				

שנה ג' – סמסטר ה'

מס מקצוע	שם מקצוע	ה'	ת'	מ	נק"ז	מקצוע קדם	שם המקצוע	רכיב לתואר הנ. מכונות	רכיב לתואר הנ. חומרים
36211153	מעבדה הנדסת מכונות 1	-	-	4	2.0	36212151	מכשור ומדידות	X	
36212242	תיכון מכונות	5	2	-	6.0	36212121	חוזק חומרים	X	
36514005	כימיה של חומרים (יילמד באנגלית)	3	1		3.5	20411571 36512011 20411583 36512111 20311491			
36213261	מעבר חום	5	2	-	6.0	36212331	תורת הזרימה	X	
36512211	תהליכים 1	3	1	-	3.5	36512121	תרמודינמיקה 2		X
36513313	מעבדת חומרים 3	-	-	3	1.5	36512323	מעבדת חומרים 2		X
36513025	מטלורגיה פיסיקלית מתקדמת	3	1	-	3.5	36513011	מטלורגיה פיסיקלית 1		X
	<b>סה"כ</b>				<b>26</b>				

שנה ג' – סמסטר ו'

רכיב לתואר הנ. חומרים	רכיב לתואר הנ. מכונות	שם המקצוע	מקצוע קדם	נק"ז	מ'	ת'	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
	X	מבוא לאלג' לינא'	20119321	3.5	0	1	3	מערכות ליניאריות	36213401
	X	דינמיקה	36212221	3.5	-	1	3	תורת התנודות	36214791
	X			1.0	2	-	-	סדנא לתוכנות מחשב הנדסיות	36212173
X		מעבדת חומרים 3	36513313	1.5	3	-	-	מעבדת חומרים 4	36513323
X		תהליכים 1	36512211	3.0	0	0	3	תהליכים 2	36512221
X		תורת החומרים 1	36511021	3.5		1	3	דיפרקציית קרני X	36514441
	X	חוזק חומרים	36212121	3.0		1	2	מבוא לאנליזת אלמנט סופי	36213091
X		דיפרקציית קרני X	36514441	3.5	-	1	3	אפיון חומרים	36513471
X				3.5		1	3	התנהגות סביבתית של חומרים	36514771
	X			2.5	-	1	2	מבוא לסטטיסטיקה	20119421
				<b>28.5</b>				<b>סה"כ</b>	

שנה ד' – סמסטר ז'

מס מקצוע	שם מקצוע	ה'	ת'	מ'	נק"ז	מקצוע קדם	שם המקצוע	רכיב לתואר הנ. מכונות	רכיב לתואר הנ. חומרים
36213471	מערכות בקרה	5	2	-	6.0	36213401	מערכות ליניאריות	X	
36514791	חומרים קרמיים	3	1	-	3.5	36512011 36512121	תורת חומרים 2 תרמודינמיק ה 2		X
36513142	תכונות אלקטרוניות של חומרים	3	-	-	2.5				X
36212191	מבוא להנדסת חשמל למכונות	3	2		4	20119771 20311491	חדו"א 3 פיסיקה 2 ב	X	
36514023	מעבדת חומרים מתקדמת 6	-	-	4	1.5				X
	**קורסי בחירה	8			8				
	סה"כ				25.5				

שנה ד' - סמסטר ח'

מס מקצוע	שם מקצוע	ה'	ת'	מ'	נק"ז	מקצוע קדם	שם המקצוע	רכיב לתואר ה.נ. מכונות	רכיב לתואר ה.נ. חומרים
36213321	תורת המכונות 1	3	1	-	3.5	36211061	סטטיקה	X	
36213341	שיטות נומריות בהנדסה	3	2	-	4.0	20119721	חדו"א 2	X	
36513211	פולימרים	3	1		3.5				X
36214663	פרויקט תיכון מכונות			5	2.5			X	
36211133	מעבדה להנדסת מכונות 2	-	-	4	2.0	36211153	מעבדה להנדסת מכונות 1	X	
36514141	התקני מוליכים למחצה	3	1		3.5	36513141 20312421	תכונות חשמליות של מל"מ פיסיקה 3		X
36514996	חומרים במבנה ננו מטרי ושימושים טכנולוגיים	2.5	1		2.5				X
	**פרויקט הנדסי 1				5	כל קורסי חובה בשנים א'-ג'			
	<b>סה"כ</b>				<b>26.5</b>				

שנה ה' – סמסטר ט'

מס מקצוע	שם מקצוע	ה'	ת'	מ'	נק"ז	מקצוע קדם	שם המקצוע	רכיב לתואר ה.נ. מכונות	רכיב לתואר ה.נ. חומרים
36514131	טכנולוגיה מוליכים למחצה	3	-	-	3.0	36513141	תכונות חשמליות של מל"מ		X
36513491	בחירת חומרים	3	0	0	3.0	36511021 36512011	תורת חומרים 1  תורת חומרים 2		X
	***קורסי בחירה				15.0				
	**פרויקט הנדסי 2				5.0				
	<b>סה"כ</b>				<b>26</b>				

\* קורסים כלליים: ניתן לקחת לאורך השנים

\*\* 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'.

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

# 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 מערכות 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 בי <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		
90055001	לומדה להכרת החוק והנהלים למניעת הטרדה מינית	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	



קורס צמוד	קורס חובת מעבר	נק"ז	מ	ת	ה	שם קורס	מס קורס
	36211011	2	4	-	-	מעבדה לגרפיקה ממוחשבת מעשית	36211143
		<b>20.5</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>סה"כ</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
	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'

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

שנה ג' – סמסטר ב'

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

קורס צמוד	קורס חובת מעבר	נק"ז	מ	ת	ה	שם קורס	מס קורס
		2.0	4	-	-	מעבדת בחירה – חשמל	
	כל קורסי החובה של שנים א, ב, ג	3.5	6	-	0.5	פרויקט הנדסי 1 (במכונות או חשמל)	36214203
		3.0	-	-	3	מקצוע בחירה – חשמל	
		3.0	-	-	3	מקצוע בחירה - חשמל	
		3.0	-	-	3	מקצוע בחירה – חשמל	
		3.0	-	-	3	מקצוע בחירה – מכונות	
		3.0	-	-	3	מקצוע בחירה – מכונות	
		2.0	-	-	2	לימודים כלליים	
		<b>22.5</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>17.5</b>	<b>סה"כ</b>	

שנה ה' – סמסטר ב'

קורס צמוד	קורס חובת מעבר	נק"ז	מ	ת	ה	שם קורס	מס קורס
	36214503	6	12		0.5	פרויקט הנדסי 2 (במכונות או חשמל)	36214303
		3.0	-	-	3	מקצוע בחירה – חשמל	
		3.0	-	-	3	מקצוע בחירה – חשמל	
		3.0	-	-	3	מקצוע בחירה – חשמל	
		3.0	-	-	3	מקצוע בחירה – חשמל	
		3.0	-	-	3	מקצוע בחירה - מכונות	
		2.0	-	-	2	לימודים כלליים	
		<b>23</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>17.5</b>	<b>סה"כ</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) ומסלול ללא תיזה בהנדסת מכונות; מסלול רגיל, מסלול מהיר (המיועד למצטייני התואר הראשון-מית"ר) ומסלול ללא תיזה בהנדסת מכטרוניקה; מסלול רגיל ומסלול ללא תיזה בהנדסת אנרגיה. בנוסף, קיים תואר שני ללא תיזה בהנדסת מערכות. 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			תזה
	<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 מחקר
	<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'הלם'	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 לאסטרונאוטיקה למהנדסים	3.0
36225281	זרימת גזים בלתי תמידית	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 קוונבקטיביים 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
36226922	רובטיקה רכה וביו-היברידיית	3.0
36226871	תופעות אלקטרוקינטיות במערכות מיקרו- ננו-זרימה	3.0
36226865	תכונות חומר, כוחות ודינמיקה של תאים ביולוגיים	3.0

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

(2) קורס חובה.

# תוכנית לתואר שני במכטרוניקה

## מטרת התוכנית

הנדסת מכטרוניקה הינה תחום הנדסי חדש יחסית, שנועד 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 המשלבות מחשבים ורכיבים אלקטרוניים, כגון: מערכות רובוטיות, מערכות בקרה וניהוג של טילים, מערכות ייצור אוטומאטי ועוד. באופן כללי מערכות כאלה נקראות מערכות משובצות מחשב (Embedded Systems). תוכנית הלימודים לתואר שני בהנדסת מכטרוניקה היא תוכנית בין תחומית, המשלבת כאמור קורסים ממחלקות הנדסה שונות (לרוב, מהנדסת מכונות, מהנדסת חשמל ומחשבים ומהנדסת תעשייה וניהול). מטרת התוכנית היא הקניית כלים לפתרון בעיות הנדסיות בין תחומיות מורכבות. בפרט, הקניית הכלים הנחוצים לצורך ניתוח דינאמי של מערכות מכאניות כבסיס לתכנון ומימוש מערכות בקרה, הבנה מערכתית של מערכות בקרה בחוג סגור ותכנון חוגי בקרה. תחומי ההתמחות כוללים, מערכות בקרה, רובוטיקה ובקרת רובוטים, בקרה והנחייה של כלי רכב אוטונומיים, בקרת מנועים חשמליים, מערכות ייצור אוטומאטי ועוד.

## דרישות קבלה

תנאי הקבלה הינם בהתאם לדרישות עבור לימודי תואר שני (M.Sc.) בפקולטה למדעי ההנדסה של האוניברסיטה. **התוכנית מקנה תואר שני בהנדסת מכטרוניקה.** הלימודים לקראת תואר שני במכטרוניקה הינם פתוחים בפני בוגרי תואר ראשון בהנדסה, פיזיקה או מדעי המחשב ממוסדות אקדמיים מוכרים בארץ ובעולם. לכל מועמד יקבעו מקצועות השלמה בהתבסס על לימודיו הקודמים. לפי הצורך, מועמדים יזומנו לראיון קבלה. הקבלה הראשונית עבור כל המועמדים היא למסלול הכללי (ללא תיזה). כדי לעבור למסלול המחקרי על הסטודנט למצוא מנחה מתוך הסגל האקדמי הבכיר בפקולטה להנדסה. המנחה ינחה את הסטודנט בביצוע עבודת המחקר לתואר שני.

## דרישות לימוד והתמחות

הדרישות מבחינת היקף נקודות הזכות שיש לצבור בכל אחד מהמסלולים תואמות לדרישות המקובלות בפקולטה למדעי ההנדסה, כדלהלן:

### א. מסלול כללי (מסלול עם פרויקט גמר, ללא תזה)

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

<u>שם הקורס</u>	<u>נק"ז</u>
קורסי השלמה	ללא נק"ז
קורסי חובה	12.0
קורסי בחירה	21.0
פרויקט גמר	3.0
<b>סה"כ</b>	<b>36.0</b>

### ב. מסלול מחקרי (עם תזה)

לימוד בהיקף 24 נק"ז ועבודת תזה בהיקף 12 נק"ז. סה"כ 36 נק"ז על פי הפירוט הבא:

<u>שם הקורס</u>	<u>נק"ז</u>
קורסי השלמה	ללא נק"ז
קורסי חובה	12.0
קורסי בחירה	12.0
עבודת גמר (תזה)	12.0
<b>סה"כ</b>	<b>36.0</b>

## תוכנית הלימודים

### א. קורסי השלמה

שם הקורס	מספר קורס	נק"ז
1. סטטיקה	362.1.1061	4
2. דינמיקה	362.1.2221	5
3. מערכות ליניאריות	362.1.3401	3.5
4. מערכות בקרה	362.1.3471	6
5. מבוא לבקרה ליניארית מודרנית	362.1.5732	3
6. מיקרו-מחשב במערכות מכאניות	362.1.4201	3.5
7. תכנון ובנייה של מערכות בקרה שימושיות	362.1.4242	3.5
8. קינמטיקה ודינמיקה של רובוטים	362.1.4231	3

תוכנית ההשלמה מיועדת לסטודנטים שהתקבלו במעמד משלים, כלומר שלא עמדו בדרישות הקבלה ונדרשים להשלמות. התוכנית מתבססת על רשימת הקורסים המופיעה מעלה. מטרת תוכנית ההשלמה היא להביא את הסטודנטים המגיעים לתוכנית ממסגרות לימודיות שונות לידי מכנה משותף הדרוש כדי להתחיל את הלימודים בתוכנית. הרשימה כוללת, בין היתר, את הקורסים המרכיבים את המסלול לבקרה ומכטרוניקה בלימודים לקראת תואר ראשון במחלקה להנדסת מכונות באוניברסיטת בן-גוריון בנגב. לכל מועמד תקבע תוכנית השלמה בהתאם לרקע הקודם שלו. קורסי ההשלמה אינם מזכים את הסטודנטים בנק"ז לתואר שני.

### ב. קורסי חובה

#### אשכול 1 – כללי

שם הקורס	מספר קורס	נק"ז
1. מערכות מכטרוניות	362.2.5401	3.0
2. שיטות ניסוייות בהנדסת מכונות	362.2.5154	3.0
3. שיטות נומריות מתקדמות	362.2.6321	3.0
4. מכניקה אנליטית	362.2.6141	3.0

#### אשכול 2 – בקרה ושערוך

שם הקורס	מספר קורס	נק"ז
1. בקרה אופטימאלית	362.2.6221	3.0
2. בקרה גיאומטרית	362.2.5084	3.0
3. תורת השיערוך האופטימלי	362.2.6361	3.0
4. שיערוך אופטימלי בקינמטיקה של גופים קשיחים	362.2.6752	3.0

### אשכול 3 – רובטיקה

שם הקורס	מספר קורס	נק"ז
1. ניווט ובקרת רובטים	362.2.5481	3.0
2. נושאים מתקדמים ברובטיקה	362.2.5641	3.0
3. מערכות רובטיות נבונות	364.2.1141	3.0
4. רובטיקה רפואית	367.2.6331	3.0

קורסי החובה מהווים את הליבה של התוכנית. התוכנית כוללת 4 קורסי חובה לפי הפירוט הבא. על הסטודנט לקחת שניים מתוך הקורסים באשכול 1 (אשכול כללי), קורס אחד מתוך אשכול 2 (אשכול בקרה ושערוך), וקורס אחד מתוך אשכול 3 (אשכול רובטיקה).

לקורסי החובה היעדים הבאים:

1. להקנות את הידע הדרוש להבנה של מערכות חוג סגור. מערכת חוג סגור משלבת אלמנטים אלגוריתמיים, מחשוב (על בסיס מיקרו-בקרים), חיישנים ומפעילים. לכך מיועד קורס מספר 1 באשכול 1.
2. להקנות ידע כללי בשיטות מחקר בהנדסה על בסיס עבודה ניסויית ושימוש בכלים נומריים. לכך מיועדים קורס מספר 2 וקורס מספר 3 באשכול 1.
3. להקנות ידע תיאורטי מתקדם בתכנון מערכות שיערוך ובקרה, כאשר התכנון מתבסס על המודל הדינאמי של התהליך שיש לבקר. לכך מיועד אשכול 2 (אשכול בקרה ושערוך).
4. להקנות ידע מתקדם וכלים מתחום הרובטיקה. לכך מיועד אשכול 3 (אשכול רובטיקה).

**לא כל הקורסים ניתנים כל שנה.** רשימת הקורסים שיינתנו בשנה הקרובה תפורסם בסמוך לתחילת שנת הלימודים.

### ג. קורסי בחירה

מאגר קורסי הבחירה של התוכנית מתבסס על מגוון הקורסים בפקולטה להנדסה. גישה זו נובעת מהאופי הרב תחומי של התוכנית. כל סטודנט נדרש לקבל אישור מראש התוכנית לקורסי הבחירה שמעוניין לקחת. סטודנטים במסלול עם תיזה נדרשים גם לאישור מנחה. האישור נדרש כדי לוודא התאמה של תוכן הקורס לנושא התוכנית (כלומר, לתחום המכטרוניקה), לידע הקודם של הסטודנט ולתוכנית המחקר שלו. קורסים מתוך אשכולות החובה 2, 3 ו-4 (בקרה, שערוך ורובטיקה) שלא נבחרו כקורס חובה, ניתן לקחת כקורס בחירה. במקרה כזה אין צורך באישור מקדים.

יצגו קורסי בחירה ממחלקות שונות, אשר רלוונטיים למסלול מכטרוניקה.

### מחלקה להנדסת חשמל

מספר	קורס	שם קורס	נק"ז	שם מחלקה	מרצה אחראי
1	361-2-5391	רשתות עצביות מלאכותיות	3	ביה"ס להנדסת חשמל ומחשבים	הוגו גוטרמן
2	371-2-1731	Advanced Topics in Data Mining	3	ביה"ס להנדסת חשמל ומחשבים	דן וילנצ'יק
3	371-2-1721	Statistical Data Mining for Research Students	3	ביה"ס להנדסת חשמל ומחשבים	דן וילנצ'יק
4	361-2-5711	עיבוד אותות מרחבי	3	ביה"ס להנדסת חשמל ומחשבים	ג'וזף טבריקיאן
5	361-2-2120	עיבוד אותות שמע	3	ביה"ס להנדסת חשמל ומחשבים	בעז רפאלי
6	361-2-6281	שיטות אופטימיזציה	3	ביה"ס להנדסת חשמל ומחשבים	יצחק לבקוביץ
7	361-2-5321	זיהוי צורות	3	ביה"ס להנדסת חשמל ומחשבים	מאיר אלג'ם
8	361-2-5651	רשתות ניורונים לזיהוי צורות	3	ביה"ס להנדסת חשמל ומחשבים	מאיר אלג'ם
9	361-2-5691	אשכול ולמידה ממוחשבת	3	ביה"ס להנדסת חשמל ומחשבים	אמיר גבע
10	361-2-1120	למידה עמוקה ושימושיה לעיבוד וניתוח תמונות	3	ביה"ס להנדסת חשמל ומחשבים	תמי ריקלין רביב
11	361-2-1160	למידה עמוקה בביולוגיה חישובית	3	ביה"ס להנדסת חשמל ומחשבים	ירון אורנשטיין
12	361-2-5641	שיערוך לינארי במערכות דינמיות	3	ביה"ס להנדסת חשמל ומחשבים	דוד לבנוני

### מחלקה להנדסת מכונות

מספר	קורס	שם קורס	נק"ז	שם מחלקה	מרצה אחראי
1	362-2-5481	ניווט ובקרת רובוטים	3	הנדסת מכונות	אמיר שפירא
2	362-2-6141	מכניקה אנליטית	3	הנדסת מכונות	ראובן שגב

מספר	קורס	שם קורס	נק"ז	שם מחלקה	מרצה אחראי
3	362-2-6221	בקרה אופטימלית	3	הנדסת מכונות	דניאל שוקרון
4	362-2-6361	תורת השיערוך האופטימלי	3	הנדסת מכונות	אבישי כרמי
5	362-2-6752	שיערוך אופטימלי בקינמטיקה של גופים קשיחים	3	הנדסת מכונות	דניאל שוקרון
6	362-2-6867	עיבוד מידע במערכות אוטונומיות	3	הנדסת מכונות	אבישי כרמי

### מחלקה להנדסת תעשייה וניהול

מספר	קורס	שם קורס	נק"ז	שם מחלקה	מרצה אחראי
2	364-2-1041	ביוכניקה תעסוקתית וארגונומיה	3	הנדסת תעשייה וניהול	רזיאל רימר
3	364-2-1111	עיצוב מנשקי משתמש	3	הנדסת תעשייה וניהול	ג'סיקה קושרד
4	364-2-1121	סטטיסטיקה רב משתנית	3	הנדסת תעשייה וניהול	יואב קרנר
7	364-2-1221	אופטימיזציה ובקרה דינמית	3	הנדסת תעשייה וניהול	רמי פוגץ
9	364-2-1651	מערכות לומדות וכריית נתונים	3	הנדסת תעשייה וניהול	בעז לרנר
10	364-2-1691	ממשקי אדם – רובוט	3	הנדסת תעשייה וניהול	יעל אידן, טל אורון – גלעד
13	364-2-1771	אינטליגנציה מלאכותית	3	הנדסת תעשייה וניהול	רועי זיוון
14	364-2-1971	קבלת החלטות במערכות טכנולוגיות מתקדמות	3	הנדסת תעשייה וניהול	טל אורון – גלעד
15	364-2-5091	נושאים נבחרים בסטטיסטיקה	3	הנדסת תעשייה וניהול	ישראל פרמט
16	364-2-5281	שיטות מחקר אמפירי	3	הנדסת תעשייה וניהול	ליאור פינק
17	364-2-5421	מערכות אוטומציה נבונות	3	הנדסת תעשייה וניהול	סיגל ברמן



מספר	קורס	שם קורס	נק"ז	שם מחלקה	מרצה אחראי
18	364-2-5431	תהליכים סטוכסטיים	3	הנדסת תעשייה וניהול	יואב קרנר
19	364-2-6341	מערכות אדם מכונה	3	הנדסת תעשייה וניהול	אבינועם בורובסקי
20	364-2-1901	אינטליגנציה חישובית	3	הנדסת תעשייה וניהול	נמרוד טלמון
21	364-2-6951	נושאים נבחרים במערכות לומדות	3	הנדסת תעשייה וניהול	בעד לרנר

#### המחלקה להנדסה ביורפואית

מספר	קורס	שם קורס	נק"ז	שם מחלקה	מרצה אחראי
1	470-2-8008	רשתות ניורונים: זיכרון, למידה וקידוד עצבי	3	מדעי הרפואה	מעוז שמיר
2	367-2-5341	היבטים התנהגותיים ופיזיולוגיים של התנועה	3	הנדסה ביורפואית	עופר דונחין
3	367-2-5741	חישה ותפישה של מגע	3	הנדסה ביורפואית	אילנה ניסקי
4	367-2-6331	רובוטיקה רפואית	3	הנדסה ביורפואית	אילנה ניסקי