

# המחלקה להנדסת מכונות

**רקע כללי**  
**מבנה תכנית הלימודים**  
**חברי סגל המחלקה**  
**תכנית לימודים לתואר ראשון**  
**תכנית משולבת לתואר כפול הנדסת מכונות - פיסיקה**  
**תכנית לימודים משולבת לתואר כפול במתמטיקה והנדסת מכונות**  
**תכנית לימודים משולבת לתואר כפול הנדסת מכונות – הנדסת חומרים**  
**תכנית לימודים משולבת לתואר כפול הנדסת מכונות – הנדסת חשמל**  
**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 מכאניות. 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 הזורמים, 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 ורובטיקה. 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 זורמים, זרימה דחיסה, גלי הלם, טורבולנציה, תורת הבקרה, אוטומציה, רובוטיקה, מכטרוניקה, תרמודינמיקה, מעבר חום, מיזוג אויר, מכניקת המוצק ומבנים, חומרים מרוכבים, תכונות מכניות של חומרים, תנודות, טכנולוגיה של חלקיקים ואבקות, ביומכניקה, הנדסה רפואית, ייצור, מנועי שריפה פנימית, תיכון מכונות, טכנולוגיות מיגון מבנים.

### בתוכנית הלימודים קיימים 10 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. מיגון מבנים
9. הנדסת חומרים
10. אנרגיה גרעינית

כל מסלול מורכב מ- 3-4 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. יחד עם זאת, יש להצהיר בסוף שנה ב' על בחירה במסלול מסוים (אם רוצים לבחור) אשר יקנה עדיפות בהרשמה לקורסים של המסלול.

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 רובטיקה, 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

<b>ראש המחלקה</b> גנדי זיסקינד	<b>מרצה בכיר</b> שי ארוגטי בני בר-און דוד זרוק אסף יעקובוביץ אבישי כרמי אבי ניב רועי סייג יורי פלדמן דניאל שוקרון
<b>פרופסור מן המניין</b> טוב אלפרין יעקוב בורטמן גבי בן-דור גל דבוטון יוגני זארצקי גנדי זיסקינד זהר יוסיבאש אבי לוי מיכאל מונד חיים קלמן ראובן שגב רפאל תדמור	<b>מרצה</b> אוריאל שושני
<b>פרופסור אמריטוס</b> עוזר איגרא חיים אילתה ירמיהו ברנובר אירנה בורדה אלכסנדר יחוט רות ליטן בן-ציון סנדלר סמיון סוקוריאנסקי ולדימיר פורטמן מרדכי פרל קלמן שולגסר יצחק שי	<b>פרופסור חבר</b> גבי צדרבאום אורן שדות אמיר שפירא
<b>סגל בגמלאות</b> 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 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 4 נק"ז. 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 והמחלקה 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 במחלקה להנדסת חשמל ומחשבים 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	מס מקצוע	שם מקצוע	ה'	ת'	מ'	נק"ז	מקצוע קדם חוסם
	20119711	חדו"א להנד' מכ' 1	4	2	-	5.0	
	20119321	מבוא לאלגברה ליניארית מכ'	4	1	-	4.5	
	20411571	כימיה בסיסית להנדסה	4	1	-	4.5	
	20411593	כימיה בסיסית - הדגמות	-	-	1	0.5	
	36211163	מבוא להנדסת מכונות	-	-	3	1.5	
	36211011	גרפיקה הנדסית	4	2	-	5.0	
	36010011	הכרת הספרייה	-	-	-	-	
		סה"כ סמסטר א'	16	6	4	21.0	

**שנה א – סמסטר ב**

20119721	חדו"א להנד' מכל' 2	4	2	-	5.0	20119711	חדו"א הנד' מכל' 1
36212232	תכנות למהנדסי מכונות	3	2	-	4.0		
15315051	אנגלית מתקדמים 2 (טכנולוגיה)	4	-	-	2.0	15315041	אנגלית מתקדמים 1
36211143	מעבדה לגרפיקה ממוחשבת מעשית	-	-	4	2.0	36211011	גרפיקה הנדסית
36212181	תכנות מכאניות של חומרים	3	2	-	4.0		
36211061	סטטיקה	3	2	-	4.0		
	סה"כ סמסטר ב'	17	8	4	21.0		

**שנה ב – סמסטר א**

מס מקצוע	שם מקצוע	ה'	ת'	מ'	נק"ז	מקצוע קדם חוסם	שם המקצוע
20119461	משוואות דיפרנציאליות רגילות להנדס' מכונות	3	1	-	3.5	20119721 20119321	חדו"א הנד' מכל' 2 מבוא אלג' לינ'
20311721	פיסיקה 2 לתלמידי הנד' מכונות	3	1	-	3.5	36211061	סטטיקה
36212221	דינמיקה	4	2	-	5.0	36211061	סטטיקה
36212241	תרמודינמיקה	5	2	-	6.0		
36212161	טכנולוגיות הייצור	3	1	-	3.5	36212181	תכנות מכאניות
	סה"כ סמסטר א'	18	7	-	21.5		

**שנה ב - סמסטר ב**

20119471	משוואות דיפרנציאליות חלקיות להנדסת מכונות	2	1		2.5	20119461	משוואות דיפ' רגילות
36213401	מערכות ליניאריות	3	1	0	3.5	20119321	מבוא לאלג' לינ'
36212151	מכשור ומדידות	2	-	1	2.5		
36212121	חוזק חומרים	5	2	-	6.0	20119321 20119461 36211061	אלגברה לינ' משוואות דיפרנצ' סטטיקה
36212331	תורת הזרימה	5	2	-	6.0	20119721 36212241	חדו"א 2 תרמודינמיקה
36212173	סדנא לתוכנות מחשב הנדסיות	-	-	2	1.0		
	סה"כ סמסטר ב'	17	6	3	21.5		

**שנה ג – סמסטר א**

מס מקצוע	שם מקצוע	ה'	ת'	מ'	נק"ז	מקצוע קדם חוסם	שם המקצוע
36211153	מעבדה להנדסת מכונות 1	-	-	4	2.0	36212151 36212121 36212241	מכשור ומדידות חוזק תרמודינמיקה
36212242	תיכון מכונות	5	2	-	6.0	36212121 36211011	חוזק חומרים גרפיקה הנדסית
36213471	מערכות בקרה	5	2	-	6.0	36213401	מערכות לינ'
36213261	מעבר חום	5	2	-	6.0	36212331	תורת הזרימה
	קורסי בחירה						
	סה"כ סמסטר א' (ללא בחירה)	16	6	4	20.0		

### שנה ג – סמסטר ב

מעבדה 1	36211153		4	-	-	מעבדה להנדסת מכונות 2	36211133
תורת הזרימה	36212331	2.0					
מעבר חום	36213261						
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
תיכון מכונות	36212242	2.5	5			פרויקט תיכון מכונות	36214663
						קורסי בחירה	
		15.5	9	4	9	סה"כ סמסטר ב' (ללא בחירה)	

### שנה ד – סמסטר א

שם המקצוע	מקצוע קדם	נק"ז	מ'	ת'	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
מקצועות החובה שנים א'-ג'		3.5	6	-	0.5	פרויקט הנדסי *1	36214503
משדיפ' רגילות פיסיקה 2	20119461 20311721	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

פרויקט הנדסי 1	36214503	6.0	12	-	0.5	פרויקט הנדסי *2	36214603
		4.0	-	2	3	שיטות סטטיסטיות בהנדסה	36213061
		4.0				קורס כללי ממדעי הרוח	
						קורסי בחירה	
		14.0	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 6-7 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	36214242	תכנון ובנייה של מערכות בקרה שימושיות	36214242
מיקרו-מחשב במערכות מכניות	36214231	קינמטיקה ודינמיקה של רובוטים	36214201
דינמיקה ואוירודינמיקה של כלי טייס	36214654	נושאים נבחרים ברובוטיקה 1	36214754

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

**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 הזרם 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 אוירונאוטיקה, 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	36214381	זרימה דחיסה	36214383
עקרונות הזרימה הדו-פאזית	36214451	מכניקת זורמים שימושית	36214866
הנעה סילונית	36214754	דינמיקה ואוירודינמיקה של כלי טייס	36214651
מעבר מסה			36213641



**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 מחזורי 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

36214341	יסודות תורת השריפה	36214701	תיכון תרמי
36214461	תרמודינמיקה של מערכ' כוח וחום	36214951	מקורות אנרגיה בלתי קונבנציונליים
36214861	אנרגיה סולרית	36213641	מעבר מסה
36215271	ניתוח תרמי של מערכות אלקטרוניות	36214292	קריאוגניקה ניצול גזים ומקררים קריאוגניים

**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 הנווטטכנולוגיה אמורה לפתח בעתיד יישומים רפואיים חדשים רבים בשנים הבאות.

יש לבחור לפחות 3 קורסים מתוך ה 4 המופעים בשורות העליונות ועוד קורס נוסף מתוך הרשימה:

36214922	ביומכניקה של עצמות ועורקים	36713131	ביו חומרים
36714211	תכונות מכניות של רקמות חיות	36714981	תיכון התקנים ביורפואיים
36213111	מבוא לתורת האלסטיות	36214071	מכניקה של חומרים מרוכבים
36214383	זרימה צמיגה		

**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

36213601	מבוא לעיבוד שבבי	36213091	מבוא לאנליזת אלמנט סופי
36215811	טריבולוגיה	36214432	מבוא לתכנון מערכות מכנו-אופטיות
36214282	תיכון אנליזה ובניית מבנים	36214452	שיטות אופטימיזציה לתכן

		מחומרים מרוכבים	
		תיכון מכונות באמצעות אלמנטים סופיים	36213461

**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.

מסלול התמחות 1	מסלול התמחות 2	מסלול התמחות 1	מסלול התמחות 2
מבוא להנדסת מתח גבוה	הנע חשמלי	36114151	36114071

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

**מסלול התמחות 8: מיגון מבנים**

מסלול מיגון הינו מסלול התמחות משותף למחלקה להנדסת מכונות ולמחלקה להנדסת בניין. המסלול הוכן על מנת לענות לצורך עדכני בישראל ובעולם להכשרת מהנדסים, מדענים וחוקרים לעיסוק בנושאי תחמושת, ניתוח סיכונים פיצוץ ובטיחות, השפעות חימוש, הדף, הלם, רסיסים, חדירה, אימפקט, אנליזה ותכן מיגון בכלל ומיגון מיבנים ותשתיות בפרט, ניהול אירועים חריגים בכללם פיצוץ ופגיעה בתשתיות חיוניות ועוד. אנשי מקצוע בתחום המיגון נדרשים ע"י תעשיות ביטחוניות, תעשיות מיגון, משרדי ממשלה, ארגונים בטחוניים, צה"ל ועוד. ניתן להמשיך בלימודים מתקדמים במסגרת לימודי מוסמכים בהנדסת מכונות במגמת טכנולוגיות מתקדמות במיגון. יש לשים לב כי קורסי הבחירה בהנדסת בניין הם בני 2.5 נק"ז. לכן, הבוחר במסלול זה יסיים התואר עם 161.5 נק"ז.

		מבוא לתורת האלסטיות שנה ג' סמסטר א'	36213111
		יש לבחור 3 קורסים מהקורסים הבאים	
אירועים חריגים 2 - מבוא למיגון מבנים שנה ג' סמסטר ב'	37414104	תחמושת ונפיצים - עקרונות בטיחות ואפקטים פיסיקליים שנה ד' סמסטר א'	37414106
שדרוג מיגון מבנים שנה ד' סמסטר ב'	37414105	אירועים חריגים 3 - מבוא לניהול אירועים חריגים שנה ד' סמסטר ב'	37414118
		תכנון וניהול תשתיות למצבי חירום	37414014

אילוצים בדבר מועדי לקיחת הקורסים מופיעים בטבלה לעיל.

**מסלול התמחות 9: 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.

תורת החומרים 2	תורת החומרים 2	חומרים קרמיים	36512011
התמצקות וריתוך	התמצקות וריתוך	בחירת חומרים	36514471

### מסלול התמחות 10: 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	36610104	חומרים גרעיניים ונזקי קרינה
36610107	תרמו-הידראוליקה לכורי כח גרעיניים	36610105	אינטראקציה של קרינה, גילוי ומדידה
36613343	מעבדת מבוא להנדסה גרעינית	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 לינ' 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 לינ' 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
36214371	מבוא לתכנון וייצור בעזרת מחשב (תיב"מ)	3.0	
36214341	יסודות תורת השריפה	3.0	36213261 מעבר חום

36114151 מערכות הספק 1	3.0	מערכות הספק 2	36114161
	3.0	הנע חשמלי	36114581
	3.0	מבוא להנדסת מתח גבוה	36114071
36213061 שיטות סטטיסטיות בהנדסה	2.5	אירועים חריגים 3 - מבוא לניהול אירועים חריגים	37414118
36213061 שיטות סטטיסטיות בהנדסה 37413063 ניתוח מערכות וחקר ביצועים	2.5	תכנון וניהול תשתיות למצבי חירום	37414014
36214791 תורת התנדודות (ניתן במקביל)	2.5	אירועים חריגים 2 - מבוא למיגון מבנים	37414104
37414104 אירועים חריגים 2	2.5	שדרוג מיגון מבנים	37414105
36212181 תכונות מכאניות של חומרים	3.5	תורת החומרים 2	36512011
36212181 תכונות מכאניות של חומרים	3.0	חומרים קרמיים	36514791
	3.0	מבוא לתורת הנקעים	36215442
	3.0	הפיסיקה של האופטיקה השימושית	36214493
	3.0	מבוא לתכנות מקבילי	36224494
36212331 תורת הזרימה	3.0	זרימה דחיסה	36214381
36212121 חוזק חומרים	3.0	מבוא לתורת הקליפות והלוחות	36215521
36212121 חוזק חומרים	3.0	תורת חוזק מתקדמת	36214641
36212121 חוזק חומרים	3.0	מבוא לאנליזת אלמנט סופי	36213091
	3.0	מבוא לניתור בריאות מבנים	36215491
36213261 מעבר חום 36212121 חוזק חומרים	3.0	מיזוג אויר וקירור	36214541
36212121 חוזק חומרים 36212331 תורת הזרימה	3.0	ביומכניקה	36214741
36213261 מעבר חום	3.0	ניתוח תרמי מערכות אלקטרוניות	36215271
36213261 מעבר חום	3.0	מעבר מסה	36213641
	3.0	תיכון אנליזה ובניית מבנים מחומרים מרוכבים	36214282
אירועים חריגים 2	2.5	תחמושת ונפיצים- עקרונות בטיחות ואפקטים פיסיקליים	37414106
36212241 תיכון מכונות	3.0	תיכון מערכות ביורפואיות	36214921
36212241 תיכון מכונות	3.0	תיכון מכונות מתקדם	36214691
	3.0	מבוא להנדסת חלל ולוויינים	36214334
	3.0	מבוא למע אלקטרו-מכאניות זעירות	36214422
36212221 דינמיקה	3.0	דינמיקה ואוירודינמיקה של כלי טייס	36214754
36212241 תרמודינמיקה	3.0	קריאוגניקה ניצול גזים ומקררים קריאוגניים	36214292
36212331 תורת הזרימה	3.0	עקרונות הזרימה הדו-פאזית	36214866
36213261 מעבר חום	3.0	מקורות אנרגיה בלתי קונבנציונליים	36214951
36212221 דינמיקה	3.0	קינמטיקה ודינמיקה של רובוטים	36214231
36212111 תכונות מכניות של חומרים 36212121 חוזק חומרים	3.0	מכניקה של חומרים מרוכבים	36214071
36212241 תרמודינמיקה	3.0	תרמודינמיקה של מערכות כוח וחום	36214461
	3.0	מבוא לתכנון מערכות מכנו-	36214432

		אופטיות	
36214381 זרימה דחיסה	3.0	הנעה סילונית	36214651
	3.0	דינמיקת מבנים	36216051
36213261 מעבר חום	3.0	מנועי שריפה פנימית	36214551
	3.0	מבוא לאנטומיה ולפיזיולוגיה	36213621
	3.0	נושאים נבחרים ברובוטיקה	36214654
	3.0	ביומכניקה של עצמות ועורקים	36214922

## התוכנית לתואר כפול הנדסת מכונות ופיסיקה

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 מיקרופלואידיות. 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' טוב אלפרין ([elperin@bgu.ac.il](mailto:elperin@bgu.ac.il)) מהמחלקה להנדסת מכונות או פרופ' מיכאל גדלין ([gedalin@bgu.ac.il](mailto:gedalin@bgu.ac.il)) מהמחלקה לפיסיקה.

### תוכנית הלימודים המשותפת הנדסת מכונות – פיסיקה

**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.

**שנה א' – סמסטר א'**

מספר	שם מקצוע	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נק"ז
201-1-9641	אלגברה ליניארית להנדסת חשמל	5	2	-	6.0
201-1-9671	חשבון דיפרנציאלי להנדסת מכונות	4	2	-	5.0
203-1-1141	מבוא לשיטות מתמטיות בפיסיקה	3	2	-	4.0
203-1-1281	פיסיקה 1	3.5	3	-	5.0
203-1-1161	מבוא לפיסיקה מודרנית	2	-	-	2.0
362-1-1011	גרפיקה הנדסית	4	2	-	5.0
362-1-1163	מבוא להנדסת מכונות	-	-	3	1.5
299-1-1121	הכרת הספרייה				0.0
סה"כ					28.5

**שנה א' - סמסטר ב'**

מספר	שם מקצוע	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נק"ז
203-1-1171	פרקים בפיסיקה קלסית	2	-	-	2.0
153-1-5051	אנגלית מתקדמים 2	4	-	-	2.0
201-1-9631	חדו"א וקטורי להנדסת חשמל	4	2	-	5.0
201-1-9681	חשבון אינטגרלי ומשוואות דיפרנציאליות רגילות להנדסת חשמל	4	2	-	5.0
203-1-2371	פיסיקה 2	4	2	-	5.0
362-1-1143	מעבדה לגרפיקה ממוחשבת מעשית	-	-	4	2.0
362-1-2181	תכונות מכאניות של חומרים	3	2	-	4.0
סה"כ					25.0

**שנה ב' – סמסטר א'**

מספר	שם מקצוע	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נק"ז
201-1-2021	אנליזת פורייה ומערכות אורתונורמליות לתלמידי פיסיקה	3	1	-	3.5
204-1-1571	כימיה בסיסית להנדסה	4	1	-	4.5
203-1-2121	פיסיקה 3	3	2	-	4.0
203-1-2281	מכניקה אנליטית	3	2	-	4.0
362-1-2241	תרמודינמיקה	5	2	-	6.0
סה"כ					22.0

**שנה ב' – סמסטר ב'**

מספר	שם מקצוע	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נק"ז
201-1-0071	פונקציות מרוכבות להנדסת חשמל	3	1	-	3.5
201-1-0101	משוואות דיפ' חלקיות להנדסת חשמל	2	1	-	2.5
203-1-2381	אלקטרו דינמיקה 1	4	1	-	4.5
203-1-3141	תורת הקוונטים 1	3	2	-	4.0
362-1-2232	תכנות למהנדסי מכונות	3	2	-	4.0
362-1-2331	תורת הזרימה	5	2	-	6.0
סה"כ					24.5

**שנה ג' – סמסטר א'**

מספר	שם מקצוע	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נק"ז
203-1-2551	בטיחות במעבדה	-	-	-	0.0
203-1-2553	מעבדה בפיסיקה ב1	-	-	4	2.0
203-1-3241	תורת הקוונטים 2	4	2	-	5.0
203-1-3111	פיסיקה של מצב מוצק 1	3	1	-	3.5
203-1-3271	סמינר סטודנטים	-	-	1	0.5
362-1-2221	דינמיקה	4	2	-	5.0
362-1-3471	מערכות בקרה	5	2	-	6.0
362-1-3261	מעבר חום	5	2	-	6.0
362-1-1153	מעבדה להנדסת מכונות 1	-	-	4	2.0
סה"כ					30.0

**שנה ג' – סמסטר ב'**

מספר	שם מקצוע	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נק"ז
362-1-3341	שיטות נומריות בהנדסה	3	2	-	4.0
362-1-3321	תורת המכונות 1	3	1	-	3.5
362-1-2151	מכשור ומדידות	2	-	1	2.5
203-1-2291	סמינר על נושאי מחקר במחלקה 1				0.5
362-1-1133	מעבדה להנדסת מכונות 2	-	-	4	2.0
362-1-2121	חוזק חומרים	5	2	-	6.0
סה"כ					18.5

- מקצועות בחירה בפיסיקה – 14 נק"ז.

### שנה ד' – סמסטר א'

מספר	שם מקצוע	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נק"ז
203-1-2161	תרמודינמיקה ומכניקה סטטיסטית 1	3	1	-	3.5
203-1-2292	סמינר על נושאי מחקר במחלקה 2				0.5
203-1-3161	בטיחות במעבדה ג	-	-	-	0.0
203-1-3163	מעבדה ג1 לניסויים מתקדמים בפיסיקה	-	-	8	4.0
362-1-4503	פרויקט הנדסי 1	3	-	-	3.5
362-1-2191	מבוא להנד' חשמל למכונות	3	2	-	4.0
362-1-3061	שיטות סטטיסטיות בהנדסה	3	2	-	4.0
362-1-2242	תיכון מכונות	5	2		6.0
סה"כ					25.5

### שנה ד' – סמסטר ב'

מספר	שם מקצוע	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נק"ז
362-1-4603	פרויקט הנדסי 2	1	-	5	6.0
203-1-2261	תרמודינמיקה ומכניקה סטטיסטית 2	3	1	-	3.5
סה"כ					9.5

- מקצועות בחירה במכונות – 6.5 נק"ז.
- מקצועות בחירה כלליים – 4 נק"ז.

## התוכנית לתואר כפול הנדסת מכונות ובמתמטיקה

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.



**שנה א' - סמסטר א'**

מספר	שם מקצוע	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נק"ז
201-1-0011	חשבון אינפיניטסימלי 1	5	2	-	6.0
201-1-7011	אלגברה 1	4	2	-	5.0
201-1-2201	מתמטיקה בדידה	4	2	-	5.0
201-1-2241	סדנה בכתיבת הוכחות	-	2	-	1.0
362-1-1011	גרפיקה הנדסית	4	2	-	5.0
153-1-5041	אנגלית מתקדמים 1	4	-	-	0.0
362-1-1163	מבוא להנדסת מכונות	-	-	3	1.5
סה"כ					23.5

**שנה א' - סמסטר ב'**

מספר	שם מקצוע	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נק"ז
201-1-0171	מבוא ללוגיקה וקבוצות	4	-	-	4.0
201-1-0021	חשבון אינפיניטסימלי 2	5	2	-	6.0
201-1-7021	אלגברה 2	4	2	-	5.0
362-1-1061	סטטיקה	3	2	-	4.0
153-1-5051	אנגלית מתקדמים 2	4	-	-	2.0
362-1-1143	מעבדה לגרפיקה ממחושבת מעשית	-	-	4	2.0
סה"כ					23.0

**שנה ב' - סמסטר א'**

מספר	שם מקצוע	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נק"ז
201-1-0031	חשבון אינפיניטסימלי 3	5	2	-	6.0
201-1-0061	משוואות דיפרנציאליות רגילות	4	2	-	5.0
362-1-2221	דינמיקה	4	2	-	5.0
362-1-2241	תרמודינמיקה	5	2	-	6.0
204-1-1571	כימיה בסיסית להנדסה	4	1	-	4.5
204-1-1593	כימיה בסיסית - הדגמות	-	-	1	0.5
סה"כ					27.0

**שנה ב' - סמסטר ב'**

מספר	שם מקצוע	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נק"ז
201-1-0231	אנליזת פורייה	4	-	-	4.0
201-1-0091	מבוא לטופולוגיה	4	-	-	4.0
362-1-2232	תכנות למהנדסי מכונות	3	2	-	4.0
362-1-2151	מכשור ומדידות	2	-	1	2.5
362-1-2331	תורת הזרימה	5	2	-	6.0
362-1-2181	תכנות מכניות של חומרים	3	2	-	4.0
סה"כ					24.5

**שנה ג' – סמסטר א'**

מספר	שם מקצוע	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נק"ז
201-1-8001	הסתברות	4	2	-	5.0
201-1-7031	מבנים אלגבריים	4	1	-	4.5
203-1-1721	פיסיקה 2 לתלמידי מכונות	3	1	-	3.5
362-1-3471	מערכות בקרה	5	2	-	6.0
362-1-2191	מבוא להנדסת חשמל למכונות	3	2	-	4.0
סה"כ					23.0

**שנה ג' – סמסטר ב'**

מספר	שם מקצוע	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נק"ז
201-1-0251	תורת הפונקציות המרוכבות	4	-	-	4.0
201-1-****	בחירת במתמטיקה	-	-	-	7.0
362-1-4791	תורת התנודות	3	1	-	3.5
362-1-3321	תורת המכונות 1	3	1	-	3.5
362-1-2121	חוזק חומרים	5	2	-	6.0
סה"כ					24.0

**שנה ד' – סמסטר א'**

מספר	שם מקצוע	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נק"ז
201-1-0081	יסודות תורת המידה	4	-	-	4.0
362-1-1153	מעבדה להנדסת מכונות 1	-	-	4	2.0
362-1-3261	מעבר חום	5	2	-	6.0
362-1-2242	תיכון מכונות	5	2	-	6.0
201-1-****	קורס בחירה במתמטיקה	-	-	-	4.0
סה"כ					22.0

**שנה ד' – סמסטר ב'**

מספר	שם מקצוע	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נק"ז
201-1-****	גיאומטריה דיפרנציאלית או בחירה מצומצמת	-	-	-	4.0
362-1-1133	מעבדה להנדסת מכונות 2	-	-	4	2.0
362-1-3341	שיטות נומריות בהנדסה	3	2	-	4.0
362-1-4663	פרויקט תיכון מכונות	-	-	5	2.5
362-1-4503	פרויקט הנדסי 1	3	-	-	3.5
362-1-****	בחירה בהנדסת מכונות	-	-	-	6.0
סה"כ					22.0

## שנה ה' – סמסטר א'

מספר	שם מקצוע	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נק"ז
201-1****	אנליזה פונקציונלית או בחירה מצומצמת במתמטיקה	-	-	-	4.0
362-1-2161	טכנולוגיות הייצור	3	1	-	3.5
362-1-4603	פרויקט הנדסי 2	1	-	5	6.0
362-1****	קורסי בחירה בהנדסת מכונות	-	-	-	3.5
	בחירה כללית	-	-	-	4.0
סה"כ					21.0

## תכנית לימודים משולבת לתואר כפול הנדסת מכונות – הנדסת חומרים

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 למצינות ויעודדו את בוגריה להמשיך ללימודים לתארים מתקדמים. המחלקות רואות בתוכנית המשולבת גם תוכנית למצינות 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'  
סמטר א'**

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

**סמטר ב'**

מס מקצוע	שם מקצוע	ה'	ת'	מ'	נק"ז	מקצוע קדם	שם המקצוע	רכיב לתואר הני. מכונות	רכיב לתואר הני. חומרים
15315051	אנגלית מתקדמים 2 (טכנולוגיה)	4	-	-	2.0	15315041	אנגלית מתקדמים 1		15315051

20119721		חדו"א הנד' מכל' 1	20119711	5.0	-	2	4	חדו"א להנד' מכונות 2	20119721
	36211061			4.0	-	2	3	סטטיקה	36211061
	36211143	גרפיקה הנדסית	36211011	2.0	4	-	-	מעבדה לגרפיקה ממוחשבת מעשית	36211143
36512011		תורת החומרים 1	36511021	3.5	-	1	3	תורת החומרים 2	36512011
	36212232			4	-	2	3	תכנות למהנדסי מכונות	36212232
	36212151			2.5	1	-	2	מכשור ומדידות	36212151
				0.0			0	הדרכת בטיחות כימית וביולוגית (קורס מקוון)	90052002
				4.0				*קורסים כלליים	
				27.0	5	7	19	סה"כ	

\* 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'

### סמטר ג'

מס מקצוע	שם מקצוע	ה'	ת'	מ'	נק"ז	מקצוע קדם	שם המקצוע	רכיב לתואר הני. חומרים	רכיב לתואר הני. מכונות
20119461	משוואות דיפרנציאליות רגילות להנ מכונות	3	1	-	3.5	20119721	חדו"א הנד' מל' 2		20119461
20119091	מבוא להסתברות א	2	1	-	2.5				20119091
20311721	פיסיקה 2 לתלמידי הנדסת מכונות	3	1	-	3.5	36211061	סטאטיקה		20311721
20411583	כימיה בסיסית להנדסה מעבדה	-	-	-	1.5				20411583
36212221	דינמיקה	4	2	-	5.0	36211061	סטאטיקה		36212221
36212241	תרמודינמיקה	5	2	-	6.0				36212241
36512313	מעבדת חומרים 1	-	-	-	1.5	36511021 90052002	תורת החומרים 1 הדרכת בטיחות כימית וביולוגית (קורס מקוון)		36512313
	סה"כ	19	8	-	23.5				

### סמטר ד'

מס מקצוע	שם מקצוע	ה'	ת'	מ'	נק"ז	מקצוע קדם	שם המקצוע	רכיב לתואר הני. חומרים	רכיב לתואר הני. מכונות
----------	----------	----	----	----	------	-----------	-----------	------------------------	------------------------

	20119471	משוואות דיפי רגילות	20119461	2.5	-	1	2	משוואות דיפרנציאליות חלקיות להנדסת מכונות	20119471
36513841		תורת חומרים 2 תרמודינמיקה **פיסיקה 3 מקצוע צמוד, (יש להירשם במקביל)	36512011 36212241 20312421	3.5	-	1	3	תכונות פיזיקליות	36513841
	36212121	אלגברה ליניארית, משוואות דיפרנציאליות	20119321 20119461	6.0	-	2	5	חוזק חומרים	36212121
	36212331	חדו"א 2 תרמודינמיקה	20119721 36212241	6.0	-	2	5	תורת הזרימה	36212331
20312421		פיסיקה 2 לתלמידי הנדסת מכונות	20311721	2.5	-	1	2	פיסיקה 3 להנדסה	20312421
36513211				3			3	פולימרים	36513211
36512323		מעבדת חומרים 1	36512313	1.5	3	-	-	מעבדת חומרים 2	36512323
36512121		תרמודינמיקה	36212241	4.0	-	2	3	תרמודינמיקה 2	36512121
				<b>29</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>23</b>	<b>סה"כ</b>	

## שנה ג'

### מסטר ה'

רכיב לתואר הנ. חומרים	רכיב לתואר הנ. מכונות	שם המקצוע	מקצוע קדם	נק"ז	מ'	ת'	ה'	שם מקצוע	מס מקצוע
	3621115 3	מכשור ומדידות	3621215 1	2.0	4	-	-	מעבדה להנדסת מכונות 1	3621115 3
	3621224 2	חוזק חומרים	3621212 1	6.0	-	2	5	תיכון מכונות	3621224 2
36514441		תורת החומרים 1	3651102 1	3.5		1	3	דיפרקציית קרני X	3651444 1

	3621326 1	תורת הזרימה	3621233 1	6.0	-	2	5	מעבר חום	3621326 1
36512211		תרמודינמיקה 2	3651212 1	3.5	-	1	3	תהליכים 1	3651221 1
36513011		תרמודינמיקה 2, תורת החומרים 3	3651212 1, 3651202 1	3.5	-	1	3	מטלורגיה פיסיקלית 1	3651301 1
36513313		מעבדת חומרים 2	3651232 3	1.5	3	-	-	מעבדת חומרים 3	3651331 3
36514771				3.0	-	-	3	התנהגות סביבתית	3651477 1
				<b>29.0</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>19</b>	<b>סה"כ</b>	

### סמטר ו'

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



**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
	3621347 1	מערכות ליניאריות	3621340 1	6.0	-	2	5	מערכות בקרה	36213471
	3621219 1	משוואות דיפ' להנדסת מכונות פסיקה 2 מוגבר	2011946 1 2031172 1	4		2	3	מבוא להנדסת חשמל למכונות	36212191
3651401 3		מע' חומרים 4 איפיון חומרים דיפרקציית קרני X	3651332 3 3651347 1 3651444 1	1.5	4	-	-	מעבדת חומרים מתקדמת 5	36514013
3651479 1		תורת חומרים 2 תרמודינימיק ה 2	3651201 1 3651212 1	3.5	-	1	3	חומרים קרמיים	36514791
3651499 6		פסיקה 3 תהליכים 1 תכונות פסיקאליות	2031242 1 3651221 1 3651384 1	3.5	-	1	3	חומרים במבנה ננו מטרי	36514996
3651314 1				3.0	-	-	3	תכונות חשמליות של מוליכים למחצה	36513141
				9				קורסי בחירה	
				<b>30.5</b>				<b>סה"כ</b>	

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	36213321	
36213341	שיטות נומריות בהנדסה	3	2	-	4.0	20119721	חדו"א 2	36213341	
	קורס בחירה	3			3.0				
36514023	מעבדת חומרים מתקדמת 6	-	-	4	1.5	36514013	מעבדת חומרים מתקדמת 5	36514023	
36214663	פרויקט תיכון מכונות			5	2.5			36214663	
36211133	מעבדה להנדסת מכונות 2	-	-	4	2.0	36211153	מעבדה להנדסת מכונות 1	36211133	
36514141	התקני מוליכים למחצה	3	1		3.5	36513141 20312421	תכונות חשמליות של מל"מ פיסיקה 3	36514141	
36513491	בחירת חומרים	3	0	0	3.0	36511021 36512011	תורת חומרים 1  תורת חומרים 2	36513491	
	***פרויקט הנדסי 1				5.0				
	<b>סה"כ</b>				<b>28.0</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		תכונות חשמליות של מל"מ	36513141	3.0	-	-	3	טכנולוגיה מוליכים למחצה	36514131
				15.0				**קורסי בחירה	
68110123				1.0			1	*אתיקה בהנדסה	68110123
				5.0				***פרויקט הנדסי 2	
				<b>24.0</b>				<b>סה"כ</b>	

\*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 בהנ. חומרים, מתבקש להירשם לקורס פרויקט של  
הנ. חומרים שמספרו 4118/1/365 בסמסטר א', 4128/1/365 בסמסטר ב'  
מי שהמנחה הראשי שלו הינו חבר סגל בהנ. מכונות, מתבקש להירשם לקורס פרויקט בהנ.  
מכונות שמספרו 362/1/4403 בסמסטר א'. 362/1/4703 בסמסטר ב'

## תכנית לימודים משולבת לתואר כפול הנדסת מכונות – הנדסת חשמל

המחלקה להנדסת מכונות והמחלקה 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 במחלקה  
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	קורס שמיעה
20119671	חשבון דיפרנציאלי להנדסת חשמל	4	2	0	5.0			
36111081	מבוא מתמטי למהנדסים	2	1	0	2.5			
20119641	אלגברה ליניארית להנדסת חשמל	5	2	0	6.0			
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			
36010111	הדרכה בספריה	0	0	0	0.0			
	<b>סה"כ</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>22</b>			

#### שנה א' - סמסטר ב'

מס קורס	שם קורס	ה	ת	מ	נק"ז	קורס חובת מעבר	קורס צמוד	קורס שמיעה
36113231	מערכות ספרתיות להנדסת חשמל ומחשבים	3	1	-	3.5			
20119681	חשבון אינטגרלי ומשוואות דיפרנציאליות רגילות להנדסת חשמל	4	2	-	5.0	20119671		
36111021	מבוא להנדסת חשמל	4	2	-	5.0	36111081 20119671	20119681 20311471	
36211061	סטאטיקה	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>23</b>			

**שנה ב' – סמסטר א'**

קורס שמיעה	קורס צמוד	קורס מעבר	חובת	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		4.5	-	1	4	אנליזת פוריה להנדסת חשמל	20110041
	20119631	20311471 20119681 36111081 50051013		3.5	-	1	3	פיסיקה 3א	20312391
				6.0	0	2	5	תרמודינמיקה	36212241
				<b>24</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>סה"כ</b>	

**שנה ב' – סמסטר ב'**

קורס שמיעה	קורס צמוד	קורס מעבר	חובת	נק"ז	מ	ת	ה	שם קורס	מס קורס
				4.0	-	2	3	תכנות 1	20219011
	20110071	36111021 20110041		3.5	0	1	3	מבוא למערכות ליניאריות	36112011
		20119681		3.5	0	1	3	יסודות תורת הפונקציות המרוכבות	20110071
	20110071	20119641 20119681		2.5	0	1	2	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	20110101
		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>25.5</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>סה"כ</b>	

**שנה ג' – סמסטר א'**

קורס שמיעה	קורס צמוד	קורס מעבר	חובת	נק"ז	מ	ת	ה	שם קורס	מס קורס
		20219011 36113231		3.5	-	1	3	מבוא למחשבים	36113201
	20119631	20119681		3.5	-	1	3	תורת ההסתברות להנדסת חשמל	20119831
		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>24</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>סה"כ</b>	

### שנה ג' – סמסטר ב'

קורס שמיעה	קורס צמוד	קורס מעבר חובת	נק"ז	מ	ת	ה	שם קורס	מס קורס
			2.5	1	0	2	מכשור ומדידות	36212151
		20119321 20119461	6.0	0	2	5	חוזק חומרים	36212121
			4	0	2	3	תכונות מכאניות של חומרים	36212181
		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>23.5</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>19</b>	<b>סה"כ</b>	

### שנה ד' – סמסטר א'

קורס שמיעה	קורס צמוד	קורס מעבר חובת	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
		36113201 20219011 36112063	2.0	4	0	0	מעבדת מבוא במיקרו-מחשבים <sup>(3)</sup>	36113353
		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>27.5</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>סה"כ</b>	

### שנה ד' – סמסטר ב'

קורס שמיעה	קורס צמוד	קורס מעבר חובת	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 שמיעה	קורס צמוד	קורס מעבר חובת	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)	36214503
			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 שמיעה	קורס צמוד	קורס מעבר חובת	נק"ז	מ	ת	ה	שם קורס	מס קורס
		36214503	6	12		0.5	פרויקט הנדסי 2 (במכונות או חשמל)	36214603
			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

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.

## תכנית 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 בפסיקה 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			
3 מקצועות חובה – 9 נק"ז:			
מקצוע חובה:			
מס' קורס	שם הקורס	נק"ז	שעות לימוד
36226091	שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1	3.0	3
36226321	שיטות נומריות מתקדמות	3.0	3
36225154	שיטות ניסוייות בהנדסת מכונות	3.0	3
5 מקצועות בחירה - 15 נק"ז			
תיזה – 12 נק"ז			
סה"כ – 36 נק"ז			



מסלול לימודים ללא תזה			
3 מקצועות חובה – 9 נק"ז:			
מקצוע חובה:			
שעות לימוד	נ"ז	שם הקורס	מס' קורס
3	3.0	שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1	36226091
3	3.0	שיטות נומריות מתקדמות	36226321
3	3.0	שיטות ניסוייות בהנדסת מכונות	36225154
8 מקצועות בחירה - 24 נק"ז			
פרויקט מחקרי – 3 נק"ז			
סה"כ – 36 נק"ז			

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

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

3.0	תורת פלוקטואציות במדעי ההנדסה ובטבע	36225561
3.0	דינמיקת מבנים מתקדמת	36225591
3.0	נושאים מתקדמים ברובוטיקה	36225641
3.0	מיגון מבנים	36225691
3.0	מערכות אקראיות	36225821
3.0	יציבות הידרודינמית	36225841
12.0	עבודת גמר	36226001
3.0	ניטור מבוסס עיבוד רעידות של מערכות מכניות	36226023
3.0	שיטות בינה מלאכותית	36226031
3.0	זרימה דו-פאזית	36226071
3.0	מכניקת גופים לא אלסטיים	36226081
3.0	שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1 <sup>(2)</sup>	36226091
3.0	זרימה צמיגה	36226111
3.0	שכבות גבול	36226121
3.0	אלסטיות 2	36226131
3.0	מכניקה אנליטית	36226141
3.0	תרמודינמיקה סטטיסטית	36226161
3.0	מגנטו-הידרודינמיקה	36226171
3.0	מעבר חום בהסעה	36226201
3.0	רתיחה ועיבוי	36226211
3.0	בקרה אופטימלית	36226221
3.0	חיכוך ושחיקה של חומרים	36226223
3.0	מעבר חום בהולכה	36226251
3.0	זרימת גז ממשי	36226261
3.0	קרינה תרמית	36226271
3.0	סמינר מסכם בהנדסת מכונות	36226301
3.0	שיטות נומריות מתקדמות <sup>(2)</sup>	36226321
3.0	תורת השיערוך האופטימלי	36226361
3.0	שיטות קירוב בהנדסת מכונות	36226381
3.0	נושאים מתקדמים בתורת השרפה	36226391
3.0	גלי הלים במוצקים	36226411
3.0	מודלים של תופעות מעבר במערכות ביו-רפואיות 2	36226461
3.0	שיטות אנליטיות באנרגיה סולרית	36226471
3.0	זרמים קונבקטיביים עם יישומים בבעיות סביבתיות	36226481
3.0	שיטות מתקדמות באנליזת אלמנט-סופי	36226491
3.0	יציבות מבנים	36226501
3.0	מבוא למכניקת הקוונטים בהנדסה	36226631
3.0	שיטות מתמטיות באופטימיזציה	36226632
3.0	שיטת מונטה קרלו	36226701
3.0	ניתוח מערכות תרמיית	36226711
3.0	חיישנים ומפעילים	36226731
3.0	מע' מכטרוניות 1	36226751
3.0	שיערוך אופטימלי בקינמטיקה של גופים קשיחים	36226752
3.0	מכניקת השבירה	36226781
3.0	זרימה טורבולנטית	36226831

3.0	תופעות מעבר בזרימות הנדסיות ובטבע	36226836
3.0	נירופרוטזות	36226841
3.0	יסודות פיסיקליים של חוזק מוצקים	36226852
3.0	פרקים נבחרים בהנדסת מכונות 2	36226921

(1) לא כול הקורסים ניתנים כול שנה. רשימת הקורסים שיינתנו בשנה הקרובה תפורסם בסמוך לתחילת שנת הלימודים.  
(2) 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:

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

**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

**קורסי השלמה**

מספר קורס

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

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

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

נק"ז	מספר קורס	
3.0	36226741	1. מערכות מיקרו-מחשבים במכטרוניקה
3.0	36225221	2. בקרה לא לינארית
3.0	36125681	3. בקרת רובוטים
3.0	36226141	4. מכניקה אנליטית
3.0	36226221	5. בקרה אופטימאלית
3.0	36226752	6. שיערוך אופטימלי בקינמטיקה של גופים קשיחים

**18.0**

**סה"כ קורסי חובה**

## קורסי בחירה

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