

# הפקולטה למדע והנדסה של חומרים

## חברי הסגל האקדמי

**דיקן הפקולטה**  
קפלן וויין

**פרופסור מחקר**  
שכטמן דן

### פרופסורים

איזנברג משה  
במברגר מנחם  
זולטוויאבנקו אמיל  
ליפשיץ ישעיהו  
סילברסטין מיכאל  
קפלן וויין  
רבקין יוג'ין

### פרופסורים חברים

ברגר שלמה  
חיים רחמן  
עין-אלי יאיר  
פריי גיטי  
רוטשילד אבנר  
שרמן דב

### פרופסורי משנה

אמויאל ירון  
פוקרוי בעז

### פרופסורים אמריטי

ברנדון דוד  
גוטמנס אליעזר  
זיגמן ארנון  
קומס יגאל  
יהלום יוסף  
לוי אריה  
רוזן אברהם

## מקצועות החובה כוללים:

1. מקצועות של מדעי החומרים כמו: תרמודינמיקה, קינטיקה, התנהגות מכנית.

2. מקצועות המלמדים שיטות איפיון מבנה, הרכב ותכונות שונות של חומרים.

3. מקצועות ללימוד תהליכי עיבוד ותכונות של מוליכים למחצה, מתכות, חומרים פלסטיים וחומרים קרמיים.

במקביל נלמדים מקצועות חובה מתקדמים בפיסיקה כגון: תורת הקוונטים, פיסיקה של מצב מוצק, תורת האלקטרומגנטיות ותורת הגרעין.

ברובד העליון של תוכנית הלימודים הסטודנט מתמחה באחד מהתחומים הראשיים הבאים: חומרים אלקטרוניים, פולימרים, מטלורגיה או חומרים קרמיים. ההתמחות נעשית בעיקר על ידי לימוד קורסי בחירה (מתוך רשימות של הפקולטה להנדסת חומרים ושל הפקולטה לפיסיקה) וביצוע פרויקטים מתקדמים. תוכנית הלימודים משלבת מעבדות בהן הסטודנט עובד, מבצע ניסויים ולומד להכיר את התופעות והתהליכים באופן בלתי אמצעי.

## תוכנית לימודים משולבת - הנדסת חומרים/כימיה

שילוב זה של שני התארים מבטיח הכשרה של מהנדסי חומרים שיכולים להשתלב במחקר ופיתוח ובתעשייה היצרנית כאחד, באותם תחומים בהם יש צורך בידע מעמיק בכימיה. בתוכנית הלימודים המשולבת לומד הסטודנט במקביל שני מערכי קורסים, של כימיה ושל הנדסת חומרים. במסגרת תוכנית זו מקבל הבוגר שני תארים: בוגר למדעים (B.Sc.) בכימיה ומוסמך למדעים (B.Sc.) בהנדסת חומרים.

ברובד הראשון של תוכנית הלימודים קיים דגש על לימוד מעמיק של מקצועות היסוד (מתמטיקה, פיסיקה, כימיה ומחשבים). בשנה א' לומד הסטודנט את מקצועות המבוא של הנדסת חומרים.

הרובד השני של תוכנית הלימודים כולל מקצועות חובה בהנדסת חומרים, שבהם מקבל הסטודנט בסיס מדעי לכל אחד משטחי העיסוק של הנדסת חומרים וקורסים מתקדמים בכימיה.

## מקצועות החובה כוללים:

1. מקצועות של מדעי החומרים כמו: תרמודינמיקה, קינטיקה, התנהגות מכנית.

2. מקצועות המלמדים שיטות איפיון מבנה, הרכב ותכונות שונות של חומרים.

3. מקצועות ללימוד תהליכי עיבוד ותכונות של מוליכים למחצה, מתכות, חומרים פלסטיים וחומרים קרמיים.

במקביל נלמדים מקצועות החובה בכימיה כגון: כימיה קוונטית, כימיה פיסיקלית, כימיה אנליטית, כימיה אורגנית ואי-אורגנית.

ברובד העליון של תוכנית הלימודים, הסטודנט מתמחה באחד מהתחומים הראשיים הבאים: חומרים אלקטרוניים, פולימרים, מטלורגיה או חומרים קרמיים. ההתמחות נעשית בעיקר על ידי לימוד קורסי בחירה (מתוך רשימות של הפקולטה להנדסת חומרים ושל הפקולטה לכימיה) וביצוע פרויקטים מתקדמים. תוכנית הלימודים משלבת מעבדות בהן הסטודנט עובד, מבצע ניסויים ולומד להכיר את התופעות והתהליכים באופן בלתי אמצעי.

בנוסף ללימודי הסמכה בהנדסת חומרים, מציעה הפקולטה קורסים בסיסיים בחומרים למרבית הפקולטות ההנדסיות בטכניון, כדי להכשיר את המהנדסים המסיימים את לימודיהם בטכניון ברקע בסיסי בהנדסת חומרים.

פעילות המחקר בפקולטה מכסה תחום רחב של נושאים חשובים ומתקדמים. החומרים הנחקרים הינם: מתכות וסגסוגותיהן, חומרים קרמיים, חומרים פלסטיים ומרוכבים, חומרים אלקטרוניים ושכבות דקות, חומרים ננו-גבישיים וחומרים אמורפיים.

## תאור היחידה

הנדסת חומרים הינו מקצוע הנדסי בתנופה, אשר מתפרס בתעשיות רבות ומגוונות בקצב מהיר. החשיבות הרבה של הנדסת חומרים היא בפיתוח התהליכים וחומרים חדשים הדרושים בתעשיות מתקדמות.

מהנדס חומרים עוסק ב: בחירת חומרים למטרות הנדסיות שונות; מחקר ופיתוח של חומרים מהרמה האטומית ומהרמה המולקולרית; מחקר, פיתוח ויישום של תהליכים, אמינות ואבטחת איכות המוצר; שיפור תכונות חומרים; חקר כשלונות של מוצרים; יישום שיטות אנליזה מתקדמות; ניהול טכנולוגי.

תחומי ההתמחות כוללים: מטלורגיה וחומרים מתכתיים, חומרים אלקטרוניים, חומרים קרמיים, פולימרים וחומרים פלסטיים, חומרים מרוכבים, הגנת חומרים בפני סביבה, שיטות איפיון חומרים.

## לימודי הסמכה

### תוכנית לימודים משולבת - הנדסת חומרים/פיסיקה

בתוכנית הלימודים המשולבת לומד הסטודנט במקביל, שני מערכי קורסים, של פיסיקה ושל הנדסת חומרים. במסגרת תוכנית זו מקבל הבוגר שני תארים: בוגר למדעים (B.Sc.) בפיסיקה ומוסמך למדעים (B.Sc.) בהנדסת חומרים.

ברובד הראשון של תוכנית הלימודים קיים דגש על לימוד מעמיק של מקצועות היסוד (מתמטיקה, פיסיקה ומחשבים). כבר בשנה א' לומד הסטודנט את מקצועות המבוא של הנדסת חומרים.

הרובד השני של תוכנית הלימודים כולל מקצועות חובה בהנדסת חומרים, שבהם מקבל הסטודנט בסיס מדעי לכל אחד משטחי העיסוק של הנדסת חומרים וקורסים מתקדמים בפיסיקה.

# תוכנית לימודים משולבת לתואר ראשון כפול בהנדסת חומרים ובפיסיקה

על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 179.5 נקודות לפי הפרוט הבא:

140.0 נק'	מקצועות יסוד וחובה
29.5 נק'	מקצועות בחירה פקולטית
10.0 נק'	מקצועות בחירה חופשית- 6 נק' העשרה
	4 נק' בחירה חופשית
<b>179.5 נק'</b>	

ה'- הרצאה, ת'- תרגיל, מ'- מעבדה, נק'- נקודות

## מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 1
3	2	-	4.0	104009 אלגברה לינארית מ'
4	2	-	5.0	104018 חדו"א 1 מ' (1)
4	2	-	5.0	114074 פיסיקה 1 פ'
2	2	-	3.0	125001 כימיה כללית
2	2	2	4.0	234112 מבוא למחשב שפת C
				או "מבוא למחשב Matlab"
4	-	-	0.0	044102 בטיחות במעבדות חשמל (*)
19	10	2	21.0	

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס 314100 "עקרונות ודרכי למידה בהנדסת חומרים" במסגרת נקודות הבחירה החופשית. (\*) חד פעמי במהלך הסמסטר, בהתאם להנחיות שיפורסמו בנפרד.

## סמסטר 2

4	2	-	5.0	104022 חדו"א 2 מ' (2)
2	1	-	2.5	104131 משוואות דיפרנציאליות רגילות ח'
-	-	3	1.5	114020 מעבדה לפיסיקה 1 מ'
4	2	-	5.0	114076 פיסיקה 2 פ'
4	-	-	3.0	324033 אנגלית טכנית מתקדמים ב'
3	2	-	4.0	314011 מבנה ותכונות חומרים הנדסיים
17	7	3	21.0	

## סמסטר 3

-	-	3	1.5	114021 מעבדה לפיסיקה 2 מ'
3	1	-	3.5	104034 מבוא להסתברות ח'
2	1	-	2.5	104215 פונקציות מרוכבות א'
3	2	-	4.0	104223 משוואות דיפרנציאליות חלקיות וטורי פורייה
3	1	-	4.0	114101 מכניקה אנליטית
3	1	-	3.5	114086 גלים
-	-	4	1.5	314009 מעבדה בחומרים הנדסיים ח'
-	2	-	1.0	394800 חינוך גופני
14	8	7	21.5	

## סמסטר 4

4	2	-	5.0	115203 פיסיקה קוונטית 1
3	2	-	4.0	115211 פיסיקה סטטיסטית ותרמית
2	1	-	2.5	124414 קינטיקה כימית וכימית השטח
2	1	-	2.5	124801 כימיה אורגנית 1
3	2	-	4.0	315003 תרמודינמיקה של חומרים
2	1	-	2.5	315051 דיפוזיה במוצקים
16	9	-	20.5	

## סמסטר 5

3	1	-	3.5	116217 פיסיקה של מצב מוצק
4	2	-	5.0	115204 פיסיקה קוונטית 2
2	1	-	2.5	314003 מבוא למכניקת המוצקים
3	2	-	4.0	314006 אפיון מבנה והרכב חומרים
2	1	-	2.5	315037 תכונות ושימושים של חומרים מתכתיים
2	1	-	2.5	315052 קינטיקת טרנספורמציות בחומרים
16	8	-	20.0	

נושאי המחקר כוללים: חקירת מבנה של חומרים, מעברי פאזה ושינויי מיקרומבנה, תכונות מכניות של חומרים, תכונות חשמליות ואופטיות, תהליכים מטלורגיים (התמצקות, אנוך, ריתוך, עיצוב פלסטי, מטלורגית אבקות, טיפולים תרמיים, ציפויים), השפעת הסביבה (חימצון, קורוזיה ושיטות הגנה), אפיון חומרים באמצעות שיטות מתקדמות (מיקרוסקופיה אופטית, מיקרוסקופית אלקטרוניים חודרת וסורקת, מיקרוסקופית כוח אטומי, דיפרקציה קרני-X, שיטות שונות לאפיון פני שטח).

הפקולטה מקיימת פעילות נרחבת במסגרת לימודי מוסמכים בכל השטחים המוזכרים לעיל ומציעה תוכנית השתלמות מלאה לקראת התארים מגיסטר ודוקטור בהנדסת חומרים.



**מקצועות בחירה (פיסיקה)**

יש לבחור לפחות 2 קורסים מתוך 4 הקורסים המסומנים ב(\*\*)

נק'	מ'	ת'	ה'	ה' ת' מ' נק'
3.5	-	1	3	**116004 פיסיקה של גרעינים וחלקיקים יסודיים
4.5	8	-	-	114027 מעבדה לפיסיקה 5
2.5	-	1	2	116105 שיטות סטטיסטיות ונומריות בפיסיקה
3.5	-	1	3	**114210 אופטיקה
1.0	-	-	2	114226 דו"ח סגל מחקר סתיו
1.0	-	-	2	114227 דו"ח סגל מחקר אביב
3.0	6	-	-	114250 מעבדה לפיסיקה 5 ת'
3.0	-	-	3	115021 על מוליכות ועל נוזליות
3.5	-	1	3	116004 פיסיקה של לייזרים
2.5	-	1	2	116026 תורת שדות קלאסית
3.5	-	1	3	116027 פיסיקה של זורמים
2.0	-	-	2	116028 סמינר בפרקים נבחרים בפיסיקה-חורף
3.5	-	1	3	**116029 מבוא לביופיסיקה
2.0	-	-	2	116030 סמינר בפרקים נבחרים בפיסיקה-אביב
3.5	-	1	3	**116354 אסטרופיסיקה וקוסמולוגיה
3.0	-	-	3	116140 מצב מוצק 2
2.0	-	-	2	117010 שיטות נסיוניות במצב מוצק
3.5	-	1	3	117015 פיסיקה של אטומים ומולקולות
2.5	-	1	2	117016 פיסיקת הפלסמה
2.5	-	1	2	118119 פיסיקה של מוליכים למחצה
3.5	-	1	3	118120 אלקטרודינמיקה
2.5	-	1	2	118120 פיסיקת הכוכבים
3.5	-	1	3	118122 תורת הקוונטים 3
3.5	-	1	3	118123 מבוא לפיסיקת החלקיקים
3.5	-	1	3	118125 שיטות מתמטיות בפיסיקה : גישות אנליטיות
3.5	-	1	3	118124 שיטות מתמטיות בפיסיקה : חבורות
2.5	-	1	2	118127 מגנטיות
3.5	-	1	3	118129 מכניקה סטטיסטית 2
3.5	-	1	3	118130 מבוא ליחסות כללית

**מקצועות בחירה (פקולטות אחרות)**

3.0	-	2	2	034033 אנליזה נומרית
2.5	-	1	2	035124 אנליזות תהליכי עיבוד
3.0	-	-	3	036065 אלקטרו ומגנטו מכניקה לשפעול וחישה
1.0	2	-	-	044100 מעבדה להנדסת חשמל
3.5	-	1	2	044103 הנדסת חשמל 1
3.5	-	1	3	044109 מבוא להנדסת חשמל
3.5	4	-	1	044238 מעבדת תהליכים במיקרואלקטרוניקה
3.0	-	1	2	046773 התקני מוליכים למחצה
2.5	6	-	-	054369 אלקטרואופטיים
2.0	-	-	2	056166 מעבדה להנדסת פולימרים
2.5	-	1	3	094591 תופעות שטח וקולואידים
3.0	-	-	3	127403 מבוא לכלכלה
2.0	-	-	2	134127 כימיה פיסיקלית של השטח
				נושאים בביוכימיה מודרנית

**מקצועות בחירה חופשית מומלצת**

1.0	-	-	1	314100 עקרונות ודרכי למידה בהנדסת חומרים 1 (הקורס מיועד לסטודנטים בסמסטר ראשון בלבד).
-----	---	---	---	---

סמסטר 6	ה'	ת'	מ'	נק'
084314 זרימה צמיגה ומעבר חום	3	1	1	3.5
114245 תורה אלקטרומגנטית	3	1	-	4.0
314311 חומרים קרמיים ורפלקטוריים	2	1	-	2.5
314312 מבוא לחומרים פולימריים	2	1	-	2.5
315008 התנהגות מכנית של חומרים	3	1	-	3.5
315030 תכונות חומרים אלקטרוניים	2	1	-	2.5
394800 חינוך גופני	-	2	-	1.0
	15	8	1	19.5

**סמסטר 7**

114031 מעבדה לפיסיקה 4מח'	1	-	3	2.5
314532 קורוזה ושיטות הגנה	2	1	-	2.5
315001 מעבדת חומרים מתקדמת ח'1	-	-	4	2.0
	3	1	7	7.0

**סמסטר 8**

124417 ספקטרוסקופיה מולקולארית	3	1	-	3.5
315002 מעבדת חומרים מתקדמת ח2	-	-	4	2.0
	3	1	4	5.5

**סמסטר 9**

315014 פרויקט מתקדם בהנדסת חומרים	-	-	8	4.0
	-	-	8	4.0

(1) מומלץ להחליף את הקורס 104018 חדו"א 1 מ"2 בקורס 104012 חדו"א 1 ת'5.5 נק'). הפרש הניקוד בין הקורסים יחשב כניקוד לבחירה פקולטית.

**מקצועות בחירה (הנדסת חומרים)**

314124 נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים	2	1	-	2.5
314126 נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים	2	-	-	2.0
314306 עיבוד חומרים בעזרת קרן לייזר	2	1	-	2.5
314309 תהליכי עיבוד ויצור חומרים	2	1	-	2.5
314316 תהליכי חיבור	2	1	-	2.5
315016 התקני מוליכים למחצה בהנדסת חומרים	2	1	-	2.5
315017 תהליכי גימור וציפויים	2	1	-	2.5
315018 חומרים בהנדסה ביו-רפואית	2	-	-	2.0
315021 מטלורגית אבקות	2	1	-	2.5
315022 עיצוב פלסטי של חומרים	2	1	-	2.5
315025 פרויקט מתקדם בחומרים 2	-	-	6	3.0
315027 אמנונת התקני מיקרואלקטרוניקה	2	1	-	2.5
315031 חומרים אלקטרוניים קרמיים	2	1	-	2.5
315032 חומרי מבנה קרמיים	2	1	-	2.5
315034 תהליכי עיבוד וייצור של חומרים קרמיים	2	-	-	2.0
315035 פרויקט בחירה בהנדסת חומרים	-	-	6	3.0
315038 חומרים למערכות מיקרו-אלקטרומכניות	2	1	-	2.5
315040 מבוא למדעי הזכוכית	2	-	-	2.0
315041 תופעות אופטיות בחומרים	2	1	-	2.5
315042 מבוא לננומדע וננוטכנולוגיה	2	-	-	2.0
315043 כשל הנדסי ושגיאות אנוש	2	-	-	2.0
315044 חומרים אופטיים	2	1	-	2.5
315045 תהליכי ייצור במיקרואלקטרוניקה	3	1	-	3.5
315046 אריזות לרכיבי VLSI מתקדמות	2	-	-	2.0
315048 ביומנרליזציה וחומרים ביולוגיים	2	1	-	2.5
315054 ניתוח כשלונות ומניעתם	2	-	-	2.0
315055 חומרים לטמפרטורות גבוהות	2	-	-	2.0
315242 הנדסת חומרים מרוכבים	2	1	-	2.5
315721 מבנה והתנהגות של פולימרים	2	1	-	2.5
316240 יסודות הקריסטלוגרפיה	2	-	-	2.0
316424 התמצקות וטכנולוגית היציקה	2	-	-	2.0
317000 תכונות חומרים מוצקים יוניים	2	-	-	2.0
317531 יישומי מחשב בהנדסת חומרים	2	-	-	2.0

# תוכנית לימודים משולבת לתואר ראשון כפול בהנדסת חומרים ובכימיה

17.5	7	14	
ה'	ת'	מ'	נק'
3	1	1	3.5
1	1	-	1.5
3	1	-	3.5
2	1	-	2.5
2	1	-	2.5
3	1	-	3.5
2	1	-	2.5
16	7	1	19.5

על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 179.5 נקודות לפי הפרוט הבא:

מקצועות יסוד וחובה 140.5 נק'  
 מקצועות בחירה פקולטית 29.0 נק'  
 מקצועות בחירה חופשית- 6 נק' העשרה 10.0 נק'  
 4 נק' בחירה חופשית

179.5 נק'

ה'- הרצאה, ת'- תרגיל, מ'- מעבדה, נק'- נקודות

## מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 1
3	2	-	4.0	אלגברה לינארית מ' (1) 104009
4	2	-	5.0	חדו"א 1 מ' 2/ 104018
2	1	-	2.5	פיסיקה 1 (2) 114051
2	1	1	3.0	יסודות הכימיה א' (*) 124117
2	2	2	4.0	מבוא למחשב שפת C 234127 או מבוא למחשב Matlab 324033
4	-	-	3.0	אנגלית טכנית מתקדמים ב' 324033
17	8	3	21.5	

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס 314100 "עקרונות ודרכי למידה בהנדסת חומרים" במסגרת נקודות הבחירה החופשית. (\*) המעבדה תתקיים במרכז שלוש פעמים בסמסטר. (\*\*) מתקיימת שעת תרגול אחת ושעת העשרה אחת.

## סמסטר 2

4	2	-	5.0	חדו"א 2 מ' 2/ 104022
2	1	-	2.5	משוואות דיפרנציאליות רגילות ח' 104131
3	1	-	3.5	פיסיקה 2 (3) 114052
-	-	3	1.5	מעבדה לפיסיקה 1 114081
2	1	1	3.0	יסודות כימיה ב' (***) 124118
2.5	1	-	3.0	כימיה אנליטית 1 מ' 124220
3	2	-	4.0	מבנה ותכונות חומרים הנדסיים 314011
16.5	8	4	22.5	

(\*\*) המעבדה תתקיים במרכז שלוש פעמים בסמסטר. (\*\*\*) מתקיימת שעת תרגול אחת ושעת העשרה אחת.

## סמסטר 3

3	1	-	3.5	מבוא לסטטיסטיקה והסתברות 094480
2	1	-	2.5	משוואות דיפרנציאליות חלקיות ח' 104218
-	-	6	2.0	מעבדה כימיה אנליטית 1 מורחב 124212
4	2	-	5.0	כימיה אורגנית 1 מ' 124708
4	2	-	5.0	כימיה קוונטית 1 124400
-	-	4	1.5	מעבדה בחומרים הנדסיים ח' 314009
-	-	2	1.0	חינוך גופני 394800
13	8	10	20.5	

## סמסטר 4

2	1	-	2.5	תרמודינמיקה סטטיסטית 124413
2	1	-	2.5	קינטיקה כימית וכימית השטח 124414
3	2	-	4.0	כימיה אורגנית 2 124711
-	-	8	3.0	מעבדה כימיה אורגנית 1 מ' 124911
3	2	-	4.0	תרמודינמיקה של חומרים 315003
2	1	-	2.5	דיפוזיה במוצקים 315051
-	-	2	1.0	חינוך גופני 394800
12	9	8	19.5	

## סמסטר 5

2	1	-	2.5	אלקטרומגנטיות וחומר 124416
3	1	-	3.5	מצב מוצק מורחב 127427
2	1	-	2.5	מבוא למכניקת המוצקים 314003
3	2	-	4.0	אפיון מבנה והרכב חומרים 314006
2	1	-	2.5	תכונות ושימושים של חומרים מתכתיים 315037
2	1	-	2.5	קינטיקת טרנספורמציות בחומרים 315052

## סמסטר 6

3	1	-	3.5	זרימה צמיגה ומעבר חום 084314
1	1	-	1.5	כימיה אנליטית 2 מורחב 124213
3	1	-	3.5	ספקטרוסקופיה מולקולרית 124417
2	1	-	2.5	חומרים קרמיים ורפרקטוריים 314311
2	1	-	2.5	מבוא לחומרים פולימריים 314312
3	1	-	3.5	התנהגות מכנית של חומרים 315008
2	1	-	2.5	תכונות חומרים אלקטרוניים 315030
16	7	1	19.5	

## סמסטר 7

2	1	-	2.5	כימיה אי אורגנית (4) 124305
-	-	6	2.5	מעבדה כימיה פיסיקלית להנ.חומרים 124608
2	-	-	2.0	נושאים בביולוגיה מודרנית 134127
2	1	-	2.5	קורוזה ושיטות הגנה 314532
-	-	4	2.0	מעבדת חומרים מתקדמת 1 ח' 315001
6	2	10	11.5	

## סמסטר 8

-	-	6	2.0	מעבדה כימיה אנליטית 2 מורחב 124214
-	-	4	2.0	מעבדת חומרים מתקדמת 2 ח' 315002
-	-	10	4.0	

## סמסטר 9

-	-	8	4.0	פרויקט מתקדם בהנדסת חומרים 315014
-	-	8	4.0	

- מומלץ לקחת את הקורס 104016 "אלגברה 1 מ' (5.0) נקודות). הפרש הניקוד בין הקורסים ייחשב כניקוד לבחירה פקולטית
- לחצרי סיווג בפיסיקה מכניקה יינתן הקורס "פיסיקה 1 ל" (114077).
- לחצרי סיווג בפיסיקה חשמל יינתן הקורס "פיסיקה 2 ל" (114078).
- מומלץ לקחת את הקורס 124300 "כימיה ביו אי אורגנית" (5.0 נקודות). הפרש הניקוד בין הקורסים ייחשב כניקוד לבחירה פקולטית בכימיה.

## מקצועות בחירה (הנדסת חומרים)

על הסטודנט לבחור 12 נקודות לפחות מרשימה זו.

2	1	-	2.5	נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים 314124
2	-	-	2.0	נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים 314126
2	1	-	2.5	עבוד חומרים בעזרת קרני לייזר 314306
2	1	-	2.5	התליכי עיבוד ויצור חומרים 314309
2	1	-	2.5	התליכי חיבור 314316
2	1	-	2.5	התקני מוליכים למחצה להנדסת חומרים 315016
2	1	-	2.5	התליכי גימור וציפויים 315017
2	-	-	2.0	חומרים בהנדסה ביו-רפואית 315018
2	-	-	2.5	מטלורגית אבקות 315021
2	1	-	2.5	עיבוד פלסטי של חומרים 315022
-	-	6	3.0	פרויקט מתקדם בחומרים 2 315025
2	1	-	2.5	אמינות התקני מיקרואלקטרוניקה 315027
2	1	-	2.5	חומרים אלקטרוניים קרמיים 315031
2	1	-	2.5	חומרי מבנה קרמיים 315032
2	1	-	2.5	התליכי עיבוד וייצור של חומרים קרמיים 315034
2	-	-	2.0	פרויקט בחירה בהנדסת חומרים 315035
-	-	6	3.0	חומרים למערכות מיקרו-אלקטרומכניות 315038
2	1	-	2.5	מבוא למדעי הזכוכית 315040
2	1	-	2.5	תופעות אופטיות בחומרים 315041
2	-	-	2.0	מבוא לננומדע וננוטכנולוגיה 315042
2	-	-	2.0	כשל הנדסי ושינויים 315043

2.0	127736	תרכובות ניטרו
3.5	127738	כימיה אורגנית 3 מורחב
(1)		מותנה במציאת מנחה. השלמת 75 נק' לפחות וממוצע מצטבר של 84 לפחות.

**מקצועות בחירה (פקולטות אחרות)**

על הסטודנט לבחור לפחות 5 נקודות מרשימה זו.

נק'	מ'	ת'	ה'	מספר	שם
3.0	-	2	2	034033	אנליזה נומרית
2.5	-	1	2	035124	אנליזת תהליכי עיבוד
3.0	-	-	3	036065	אלקטרו ומגנטו מכניקה לשפעול וחישה
1.0	2	-	-	044100	מעבדה להנדסת חשמל
3.5	-	1	2	044103	הנדסת חשמל 1
3.5	-	1	3	044109	מבוא להנדסת חשמל
3.5	4	-	1	044238	מעבדת תהליכים במיקרואלקטרוניקה
				046773	התקני מוליכים למחצה
3.0	-	1	2		אלקטרואופטיים
2.5	6	-	-	054369	מעבדה להנדסת פולימרים
2.0	-	-	2	056166	תופעות שטח וקולואידים
2.5	-	1	3	094591	מבוא לכלכלה

**מקצועות בחירה חופשית מומלצת**

1.0	314100	עקרונות ודרכי למידה בהנדסת חומרים 1 (הקורס מיועד לסטודנטים בסמסטר ראשון בלבד).
-----	--------	---

2.5	-	1	2	315044	חומרים אופטיים
3.5	-	1	3	315045	תהליכי ייצור במיקרואלקטרוניקה
2.0	-	-	2	315046	אריזות לרכיבי VLSI מתקדמות
2.5	-	1	2	315048	ביומנרליזציה וחומרים ביולוגיים
2.0	-	-	2	315054	ניתוח כשלונות ומניעתם
2.0	-	-	2	315055	חומרים לטמפרטורות גבוהות
2.5	-	1	2	315242	הנדסת חומרים מרוכבים
2.5	-	1	2	315721	מבנה והתנהגות של פולימרים
2.0	-	-	2	316240	יסודות הקריסטלוגרפיה
2.0	-	-	2	316424	התמצקות וטכנולוגית היציקה
2.0	-	-	2	317000	תכונות חומרים מוצקים יוניים
2.0	-	-	2	317531	יישומי מחשב בהנדסת חומרים

**מקצועות בחירה מכימיה**

יש לבחור לפחות 12 נקודות מרשימה כוללת זו שצריכים לכלול בתוכם לפחות:

(א)	מעבדה מתקדמת:	
	מעבדה בכימיה פיסיקלית מתקדמת או	126600
	מעבדה כימיה אורגנית מתקדמת או	126901
	מעבדה כימיה אורגנית פיסיקלית מתקדמת או	126902
	מעבדה כימיה אנליטית מתקדמת בניטור סביבתי או	126302
	מעבדה מתקדמת בכימיה אי אורגנית ואורגנית מתכתית	126303

(ב) שני מקצועות מתוך חמשת המקצועות המסומנים בכוכבית (\*):

2.0	324329	פילוסופיה של המדע 1
5.0	124300	כימיה ביו אי אורגנית
6.0	*124355	פרויקט מחקר מיוחד בכימיה(1)
2.5	124703	מבנה ופעילות כימיה אורגנית
2.5	124902	מעבדה כימיה אורגנית 2
2.5	124910	מעבדה אורגנית פיסיקלית (2)
3.0	*126200	כימיה אי-אורגנית מתקדמת 2
3.0	*126601	כימיה פיסיקלית מתקדמת עיונית
3.0	*126602	כימיה פיסיקלית מתקדמת ניסיונית
3.0	*126700	כימיה אורגנית מתקדמת
	126701	או כימיה אורגנית מתקדמת 2
	126703	או כימיה אורגנית מתקדמת 3
2.0	127107	כימיה של פורפירינים ומטלופורפירינים
2.0	127108	כימיה אורגנומתכתית של מתכות מעבר
2.0	127205	קביעת מבנה גבישי ע"י דיפרקצית קרני X
2.0	127206	כימיה אנליטית באמצעות לייזרים
3.0	127403	כימיה פיסיקלית של השטח
2.0	127406	תהודה מגנטית גרעינית
2.0	127408	פוטוכימיה פיסיקלית
3.0	127415	שיטות חישוב בכימיה קוונטית ויישומן
2.0	127418	כימיה של מוליכים למחצה
3.0	127421	שיטות ניסיוניות ומתקדמות בפיסיקה כימית
3.0	127423	תורת פיזור קוונטית ושימושיה בכימיה
3.0	127424	שיטות ויישומים מתקדמים בתמ"ג
3.0	127425	מאה גישות לפתרון משוואות שרדינגר
3.0	127430	אופטואלקטרוניקה ואלקטרוניקה מולקולרית
2.0	127432	שיטות ניסיוניות בפולסי לייזר קצרים
3.0	127433	שיטות ניסיוניות במדעי השטח
3.0	127434	דינמיקה, דיפוזיה וחיכוך על פני השטח
3.0	127435	תופעות רונוס בטבע
2.0	127436	תרמודינמיקה של מערכות קטנות
2.0	127437	פוטוקטליזה
4.0	127438	סימטריה בכימיה
2.5	127500	יסודות הסימטריה
2.0	127708	כימיה אורגנית פיסיקלית
2.0	127710	אורביטלים מולקולריים בכימיה אורגנית
2.0	127716	חידושים בכימיה אורגנית סינתטית
2.0	127724	מבוא לכימיה של פולימרים
2.0	127727	תרכובות אורגנומתכתיות בסיתתזה אורגנית
2.0	127728	יסודות הקבוצה הראשית בכימיה אורגנית
2.5	127730	קביעת מבנה בשיטות פיסיקליות
2.5	127731	כימיה וביוכימיה של פחמימות
2.0	127735	קטליזה הומוגנית

## לימודי מוסמכים

הערות	נקודות השלמה	נקודות מוסמכים	בוגרי תואר ראשון
בהתאם לצורך יחויב הסטודנט גם בקורס מבוא להנדסת חומרים	בהתאם לצורך	16	4 שנותי, הנדסת חומרים או פקולטה אחרת בה נלמדו מקצועות הרלוונטיים להשתלמות
	בהתאם להחלטת הוועדה	16-20	4 שנותי אחר
	בהתאם להחלטת הוועדה (כ-30)	18	3 שנותי

במסגרת לימודי מוסמכים מציעה הפקולטה תכניות לימודים לתארים מגיסטר ודוקטור במדעי החומרים והנדסת חומרים.

תחומי ההתמחות בפקולטה להנדסת חומרים כוללים: חומרים אלקטרוניים, ננו-חומרים, מטלורגיה פיסיקאלית, חומרים קרמיים, פולימרים וחומרים פלסטיים, חומרים מרוכבים, קורוזיה ואלקטרוכימיה, חומרים לתחום האנרגיה.

האופי הבין-תחומי של הנדסת חומרים מחייב הקניית בסיס עיוני רחב של מקצועות מדעיים וטכנולוגיים.

### פעילות המחקר בפקולטה כוללת את הנושאים הבאים:

- תכונות מכניות של חומרים
- התמצקות והתמצקות מהירה
- מטלורגיית האבקות
- תהליכים מטלורגיים
- תכונות אופטיות, חשמליות ודיאלקטריות
- תרכובות בין מתכתיות
- חומרים קרמיים
- ננוגבישים
- פולימרים
- שכבות דקות
- ציפויים
- קורוזיה ותופעות שטח
- חומרים לתחום האנרגיה
- אפיון חומרים

הפקולטה מצוידת במכשור מודרני לחקר חומרים באמצעות: דיפרקציה קרני-X, מיקרוסקופיה אופטית, מיקרוסקופית אלקטרונית חודרת, מיקרוסקופית אלקטרונית אנליטית, מיקרוסקופית כוח-אטומי וננואינדנטציה, אנליזה תרמית דיפרנציאלית וקלורימטריה, דיאלטומטריה, בדיקות מכניות ובדיקות חשמליות, FTIR ועוד.

### מלגות

הפקולטה מציעה מגוון מלגות למשתלמים בהתאם להשיגיהם האקדמיים במחקר ובלימודים. סוגי המלגות ומשך הענקתן מפורטים בחוברת זו.

## לימודים לתואר מגיסטר

### תנאי הקבלה

תנאי הקבלה להשתלמות לתואר מגיסטר הנו ציון ממוצע גבוה בלימודי הסמכה, אולם ועדת לימודי מוסמכים היחידתית תיקח בחשבון, בכל מקרה, את הרקע האקדמי וניסיונו המקצועי של המועמד. כמו-כן, קבלה סופית מותנית במציאת מנחה.

### "מגיסטר למדעים בהנדסת חומרים" (MSc)

#### דרישות הלימוד

המנחה ייקבע בהמלצת הוועדה היחידתית ובאישור דיקן ביה"ס ללימודי מוסמכים, לפי תחום ההתעניינות של הסטודנט ודרישות הפקולטה.

#### הדרישות העיקריות לקבלת התואר מגיסטר הן:

- לימוד מקצועות מוסמכים והשלמה בהתאם לדרישות ועדת לימודי מוסמכים.
- קורסי ליבה (לפחות 4 נקודות).
- מילוי דרישות ביה"ס ללימודי מוסמכים לגבי לימוד שפה זרה.
- ביצוע עבודת מחקר ברמה נאותה.
- מתן הרצאה סמינריונית.
- כתיבה והגשת חיבור לתואר מגיסטר בהתאם לתקנות ביה"ס ללימודי מוסמכים.
- עמידה בבחינה סופית בעל-פה.

### "מגיסטר להנדסה בהנדסת חומרים" (ME)

התכנית מיועדת למהנדסים בתעשייה בעלי רקע וניסיון מתאימים, אשר מעוניינים להשתלם לתואר גבוה. המסלול כולל העמקת בסיס הידע בהנדסת חומרים, בנושאי אמינות ואבטחת איכות ובנושאי ניהול וכלכלה.

ההשתלמות פתוחה לבוגרי פקולטות הנדסיות העומדים בתנאי הקבלה ללימודי התואר השני בפקולטה במסלול עם תזה ובהתאם לדרישות ביה"ס ללימודי מוסמכים, וכן לסטודנטים בהסמכה בפקולטה הנדסית אשר צברו 120 נקודות לפחות בציון ממוצע 80 ומעלה.

#### דרישות הלימוד

לימוד קורסים בהיקף של 40 נקודות הכוללים:

- קורסי ליבה (לפחות 4 נקודות)
- מקצועות בהנדסת חומרים
- מקצועות בניהול וכלכלה (עד 6 נקודות)
- מקצועות באמינות ואבטחת איכות (עד 6 נקודות)
- סמינר מתקדם בהנדסת חומרים (6 נקודות)

סטודנטים תואר ME אשר יהיו מעוניינים לעבור לנתיב מחקר לקראת התואר "מגיסטר למדעים בהנדסת חומרים", יידרשו לבצע מחקר על פי קביעת הוועדה היחידתית ללימודי מוסמכים, ובהתאם לתקנות ביה"ס. בוגרי תכנית זו אשר יהיו מעוניינים להתקבל ללימודים לתואר דוקטור, יידרשו לבצע השלמות במחקר, במסגרת לימודים "לא לתואר" על פי קביעת הוועדה היחידתית ללימודי מוסמכים, ובהתאם לתקנות ביה"ס.

### לימודים לתואר דוקטור

ההשתלמות לקראת תואר דוקטור לפילוסופיה (PhD) מיועדת לסטודנטים מצטיינים בעלי זיקה למחקר בשטח של מדעי החומרים והנדסת חומרים.

לסטודנטים מצטיינים בלימודי הסמכה מוצע מסלול מיוחד לדוקטורט, בו משך ההשתלמות קצר יותר והמלגה למשתלם גבוהה יותר.

לסטודנטים מצטיינים בלימודים ובמחקר, בתואר מגיסטר, יתאפשר מעבר ישיר לדוקטורט. מסלול זה מאפשר קיצור משך ההשתלמות הכוללת.

המנחה ונושא המחקר יקבעו בהמלצת הוועדה הפקולטית ובאישור דיקן ביה"ס ללימודי מוסמכים, לפי תחום ההתעניינות של הסטודנט ודרישות הפקולטה.

#### תנאי הקבלה

מועמד הנרשם להשתלמות לקראת התואר דוקטור, שלא באחד מהמסלולים המיוחדים, חייב להיות בעל תואר שני והישגיו בלימודים ובמחקר חייבים להיות טובים מאד. כמו כן על המועמד למצוא מנחה מיועד לפני הגשת בקשתו להשתלמות.

החלטת הוועדה הפקולטית תתבסס על תעודות, קורות חיים, הישגים מקצועיים, מכתבי המלצה והמלצת ועדה אשר תראיין את המועמד לפני הדיון הסופי בבקשתו.

#### דרישות הלימוד

- לימוד מקצועות מוסמכים בהיקף של 8 נקודות לפחות, לפי המלצת ועדת לימודי מוסמכים והוועדה המראינת ובשלב מאוחר יותר בהמלצת ועדת בוחנים בבחינת המועמדות לדוקטור. מטרת הלימוד - השלמת הידע הדרוש לביצוע המחקר והעמקתו.
- עמידה בבחינת מועמדות המתבססת על הצעת המועמד לעבודת מחקר מקורית המקדמת את הידע בשטח ההשתלמות. הצעת המחקר תיכתב ע"י המועמד בצורה עצמאית, תוך שנה מתחילת ההשתלמות.
- ביצוע עבודת מחקר ברמה נאותה.
- מתן הרצאה סמינריונית.
- כתיבה והגשת חיבור לתואר דוקטור בהתאם לתקנות ביה"ס ללימודי מוסמכים.
- עמידה בבחינה סופית בעל-פה.
- מילוי דרישות ביה"ס ללימודי מוסמכים לגבי לימוד שפות.

#### מידע נוסף

מוזכרות לימודי מוסמכים בפקולטה  
טל. 3845 / 04-8294593, פקס 04-8295677  
E-mail: [ruthi@tx.technion.ac.il](mailto:ruthi@tx.technion.ac.il)  
אתר הפקולטה להנדסת חומרים:  
<http://materials.technion.ac.il>

