

# הפקולטה להנדסת חומרים

## חברי הסגל האקדמי

דיקן הפקולטה  
זיגמן ארנון

פרופסור מחקר  
דן שכטמן

פרופסורים  
איזנברג משה  
ברנדון דוד

גוטמנס אליעזר  
זיגמן ארנון  
קומס יגאל

פרופסורים חברים  
במברגר מנחם  
זולוטויאבוק אמיל  
חיים רחמן  
סילברסטין מיכאל  
רבקיין יוגין

מרצים בכירים  
ברגר שלמה  
עין אלי יאיר  
פריי גיטי  
קפלן ויין  
שרמן דב

פרופסורים אמריטי  
דירנפלד שרגא  
וייס בן-ציון  
יהלום יוסף  
לוי אריה  
רוזיאנו לו  
רוזן אברהם

## תאור היחידה

הנדסת חומרים הינו מקצוע הנדסי בתנופה, אשר מתפרס בתעשיות רבות ומגוונות בקצב מהיר. החשיבות הרבה של הנדסת חומרים היא בפיתוח תהליכים 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.A.) 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.

### 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 תהליכים שונים לעיבוד חומרים.

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.A.) 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.

נושאי המחקר כוללים: חקירת מבנה של חומרים, מעברי פאזה ושינויי מיקרומבנה, תכונות מכניות של חומרים, תכונות חשמליות ואופטיות, תהליכים מטלורגיים (התמצקות, אנוך,

## תוכנית לימודים משולבת לתואר ראשון כפול בהנדסת חומרים ובפיסיקה

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

מקצועות יסוד וחובה	140.0 נק'
מקצועות בחירה פקולטית	29.5 נק'
מקצועות בחירה חופשית	10.0 נק'
<b>סה"כ</b>	<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	1	-	3.5	אלגברה 1 (*) 104005
4	2	-	5.0	חדו"א 1 מ' 104010
-	-	3	1.5	מעבדה לפיסיקה 1 מ' 114020
3	1	-	3.5	פיסיקה 1 מ' 114071
3	2	-	4.0	כימיה אי אורגנית 1 מ' 124104
4	-	-	3.0	אנגלית טכנית (**)
17	6	3	20.5	

### סמסטר 2

4	2	-	5.0	חדו"א 2 מ' 104011
2	1	-	2.5	משוואות דיפרנציאליות רגילות ח' 104131
-	-	3	1.5	מעבדה לפיסיקה 2 מ' 114021
4	1	-	4.5	פיסיקה 2 מ' 114072
2	2	2	4.0	מבוא למחשב שפת C 234112
2	2	2	3.0	מבנה ותכונות של חומרים הנדסיים ח1 314007
-	2	-	1.0	חינוך גופני 394800
14	10	5	21.5	

### סמסטר 3

2	1	-	2.5	פונקציות מורכבות 104215
2	1	-	2.5	משוואות דיפרנציאליות חלקיות 104216
-	-	3	2.0	מעבדה לפיסיקה 3 מ' 114022
3	1	-	3.5	פיסיקה 3 ח' 114073
3	1	-	4.0	מכניקה אנליטית 114101
2	1	2	3.0	מבוא לכימיה אורגנית ופולימרים 124808
2	2	-	3.0	מבנה ותכונות של חומרים הנדסיים ח2 314008
-	-	4	1.5	מעבדה בחומרים הנדסיים ח' 314009
14	7	9	22.0	

### סמסטר 4

2	1	-	2.5	שיטות סטטיסטיות בהנדסה 094431
3	1	-	4.0	תורת הקוונטים 1 114203
3	1	-	4.0	תורה אלקטרומגנטית 114245
2	1	-	2.5	מבוא למכניקת המוצקים 314003
3	2	-	4.0	תרמודינמיקה של חומרים 315003
-	2	-	1.0	חינוך גופני 394800
13	8	-	18.0	

### סמסטר 5

-	-	3	2.0	מעבדה לפיסיקה 4 מ' 114023
3	1	-	4.0	תורת הקוונטים 2 114204
2	1	-	2.5	מכניקה סטטיסטית 1 114211
3	1	-	3.5	פיסיקה של מצב מוצק 114217
2	1	-	2.5	קינטיקה כימית 124414
3	1	-	3.5	איפיון מבנה והרכב חומרים 314005
2	1	-	2.5	דיפוזיה במוצקים 315051
15	6	3	20.5	

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 לאיפיון פני שטח).

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



ה'	ת'	מ'	נק'
2	-	-	2.0
2	-	-	2.0

**מקצועות בחירה (פיסיקה)**

114027	מעבדה לפיסיקה 5	-	-	8	4.5
114105	שיטות סטטיסטיות ונומריות בפיסיקה 2	1	-	-	2.5
114210	אופטיקה	3	1	-	3.5
114226	דו"ח סגל מחקר סתיו	2	-	-	1.0
114227	דו"ח סגל מחקר אביב	2	-	-	1.0
114250	מעבדה לפיסיקה 5 ח'	-	-	6	3.0
114253	אלקטרוניקה ומיכשור בפיסיקה ניסויית	2	1	2	3.5
116001	פיסיקה של האינפרא-אדום	2	1	-	2.5
116003	פיסיקה של לייזרים	2	1	-	2.5
116025	מכניקה אנליטית מתקדמת	2	1	-	2.5
116026	תורת שדות קלאסית	2	1	-	2.5
116027	מכניקת הרצף והגלים	3	1	-	3.5
116028	סמינר בפרקים נבחרים בפיסיקה	2	-	-	2.0
116030	סמינר בפרקים נבחרים בפיסיקה-אביב	2	-	-	2.0
116029	מבוא לביופיסיקה	3	-	-	3.0
116055	חומרים דיאלקטריים	2	1	-	2.5
116110	פיסיקה של האטמוספירה	2	-	-	2.0
116130	מבוא לאסטרופיסיקה וקוסמולוגיה	2	-	-	2.0
116140	מצב מוצק 2	3	-	-	3.0
	מגנטיות – מוליכים והתקנים	3	-	-	3.0
117005	פיסיקת הכוכבים	2	1	-	2.5
117007	תורת הקוונטים 3	3	1	-	3.5
117010	שיטות נסיוניות במצב מוצק	2	-	-	2.0
117013	מבוא לפיסיקת החלקיקים	3	1	-	3.5
117014	אלקטרוניקה	3	1	-	3.5
117015	פיסיקה של אטומים ומולקולות	3	1	-	3.5
117016	פיסיקת הפלסמה	2	1	-	2.5
117017	מבנה הגרעין	2	1	-	2.5
117018	פיסיקה של מוליכים למחצה	2	1	-	2.5
117019	מכניקה סטטיסטית 2	2	1	-	2.5
117020	מבוא ליחסות כללית	2	1	-	2.5
117021	על מוליכות ועל נוזליות	3	-	-	3.0
117120	שיטות מתמטיות בפיסיקה : גישות אנליטיות	3	1	-	3.5
117140	שיטות מתמטיות בפיסיקה : חבורות	3	1	-	3.5

**מקצועות בחירה (פקולטות אחרות)**

034002	אנליזה נומרית	2	1	-	2.5
034003	בית מלאכה	-	-	4	1.0
035124	אנליזת תהליכי עיבוד	2	1	-	2.5
044100	מעבדה להנדסת חשמל	-	-	2	1.0
044103	הנדסת חשמל 1	2	1	-	3.5
044109	מבוא להנדסת חשמל	3	1	-	3.5
044238	מעבדת תהליכים במיקרואלקטרוניקה	1	-	4	3.5
046773	התקני מוליכים למחצה	2	1	-	3.0
	אלקטרואופטיים	2	1	-	3.0
054350	פולימרים 1	2	1	-	2.5
054369	מעבדה להנדסת פולימרים	-	-	6	2.5
056116	מערכות חלקיקים	2	-	-	2.0
056166	תופעות שטח וקולואידים	2	-	-	2.0
074072	עקרונות של בדיקות לא הורסות	2	-	1	2.5
094591	מבוא לכלכלה	3	1	-	2.5
*104133	אלגברה לינארית ח'	2	1	-	2.5
**104214	טורי פוריה והתמרות אינטגרליות	2	1	-	2.5
104913	מבוא לגרפיקה הנדסית ת'	2	-	3	3.0
124701	כימיה אורגנית 1	3	1	-	3.5
127403	כימיה פיסיקלית של השטח	3	-	-	3.0
196002	מתמטיקה שימושית להנדסת חומרים	3	-	-	3.0

ה'	ת'	מ'	נק'
2	1	-	2.5
-	-	4	2.0
3	1	-	3.5
2	2	-	3.0
2	1	-	2.5
2	1	-	2.5
2	1	-	2.5
13	7	4	18.5

**סמסטר 7**

314312	תכונות ושימוש של חומרים פלסטיים	2	1	-	2.5
314532	קורוזיה ושיטות הגנה	2	1	-	2.5
315002	מעבדת חומרים מתקדמת 2 ח'	-	-	4	2.0
		4	2	4	7.0

**סמסטר 8**

114214	פיסיקה של גרעינים וחלקיקים יסודיים	3	1	-	3.5
314309	תהליכי ייצור ועיבוד חומרים	2	1	-	2.5
		5	2	-	6.0

**סמסטר 9**

124509	יסודות הספקטרוסקופיה המולקולרית***	3	1	-	2.0
315014	פרייקט מתקדם בהנדסת חומרים	-	-	8	4.0
		3	1	8	6.0

(\*) מומלץ להחליף את הקורס 104005 בקורס 104006 "אלגברה לינארית (4 נקודות) או בקורס 104016 "אלגברה מ" (5 נקודות). הפרש הניקוד בין הקורסים יחשב כניקוד לבחירה פקולטית.  
 (\*\*) סטודנטים הפטורים מלימוד אנגלית יכולים לקחת את הקורס "מבוא למחשב" בסמסטר 1.  
 (\*\*\*) משך הלימוד - מחצית הסמסטר בלבד.

**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
314316	תהליכי חיבור	2	1	-	2.5
314317	טיפול תרמי של מתכות	2	1	-	2.5
315012	בחירת חומרים מתקדמת	2	1	-	2.5
315015	תהליכים במיקרואלקטרוניקה	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	פרייקט מתקדם בחומרים 2	-	-	6	3.0
315027	אמינות התקני מיקרואלקטרוניקה	2	1	-	2.5
315028	חומרים למערכות אלקטרו-מכניות	2	-	-	2.0
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	פרייקט בחירה בהנדסת חומרים	-	-	6	3.0
315040	מבוא למדעי הזכוכית	2	-	-	2.0
315241	הנדסת חומרים מרוכבים	2	-	-	2.0
315721	מבנה והתנהגות של פולימרים	2	1	-	2.5
316013	ניתוח כשלונות ומניעתם	2	-	-	2.0
316240	יסודות הקריסטלוגרפיה	2	-	-	2.0
316300	טכנולוגיית הריק	2	-	-	2.0
316424	התמצקות וטכנולוגיית היציקה	2	-	-	2.0
317238	חומרים לטמפרטורות גבוהות	2	-	-	2.0

ה'	ת'	מ'	נק'		
-	-	6	2.5	מעבדה כימיה אורגנית 1	124901
2	1	-	2.5	מבוא למכניקת המוצקים	314003
3	2	-	4.0	תרמודינמיקה של חומרים	315003
13	7	8.5	20.5		

**סמסטר 5**

2	1	-	2.5	כימיה של מתכות מעבר	124210
1	1	-	1.5	כימיה אנליטית 2 לכימאים	124213
4	2	-	5.0	אלקטרומגנטיות וספקטרוסקופיה של החומר	124412
2	1	-	2.5	קינטיקה כימית	124414
3	1	-	3.5	מצב מוצק מורחב	127427
3	1	-	3.5	אפיון מבנה והרכב חומרים	314005
2	1	-	2.5	דיפוזיה במוצקים	315051
17	8	-	21.0		

**סמסטר 6**

-	-	6	1.5	מעבדה כימיה אנליטית 2 לכימאים	124217
2	1	-	2.5	חומרים קרמיים ורפרקטוריים	314311
-	-	4	2.0	מעבדת חומרים מתקדמת ח'1	315001
3	1	-	3.5	התנהגות מכנית של חומרים	315008
2	2	-	3.0	מעבר תנע, חום ומסה להנדסת חומרים 2	315029
2	1	-	2.5	תכונות חומרים אלקטרוניים	315030
2	1	-	2.5	תכונות ושימושים של חומרים מתכתיים	315037
2	1	-	2.5	קינטיקת טרנספורמציות בחומרים	315052
13	7	8	20.0		

**סמסטר 7**

-	-	6	2.5	מעבדה כימיה פיסיקלית 2	124605
2	1	-	2.5	תכונות ושימוש של חומרים פלסטיים	314312
2	1	-	2.5	קורוזיה ושיטות הגנה	314532
-	-	4	2.0	מעבדת חומרים מתקדמת ח'2	315002
4	2	10	9.5		

**סמסטר 8**

2	1	-	2.5	התליכי עיבוד וייצור חומרים	314309
2	1	-	2.5		

**סמסטר 9**

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

(\*) מומלץ להחליף את הקורס 104005 בקורס 104006 "אלגברה לינארית" (4 נקודות) או בקורס 104016 "אלגברה 1" (5 נקודות). הפרש הניקוד בין הקורסים יחשב כניקוד לבחירה פקולטית.  
 (\*\*) סטודנטים הפטורים מלימוד אנגלית יכולים לקחת את הקורס "מבוא למחשב" בסמסטר 1.  
 (\*\*\*) משך הלימוד - מחצית הסמסטר בלבד.

**מקצועות בחירה (הנדסת חומרים)**

2	1	-	2.5	על סטודנט 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	התליכי חיבור	314316
2	1	-	2.5	טיפול תרמי של מתכות	314317
2	1	-	2.5	בחירת חומרים מתקדמת	315012
2	1	-	2.5	התליכים במיקרואלקטרוניקה	315015
2	1	-	2.5	התקני מוליכים למחצה בהנדסת חומרים	315016
2	1	-	2.5	התליכי גימור וציפויים	315017

**מקצועות בחירה חופשית מומלצת**

ה'	ת'	מ'	נק'		
2	-	-	1.0	עקרונות ודרכי למידה בהנדסת חומרים	314100

\* הקורס מומלץ לסטודנטים מסמסטר 2.  
 \*\* הקורס מומלץ לסטודנטים מסמסטר 3.

**תוכנית לימודים משולבת לתואר ראשון כפול בהנדסת חומרים ובכימיה**

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
179.5	נק'	

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

**מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים**

ה'	ת'	מ'	נק'		
3	1	-	3.5	אלגברה 1 (*)	104005
4	2	-	5.0	חדו"א 1 מ'	104010
4	2	-	5.0	יסודות הכימיה	124120
-	-	5	1.0	מעבדה יסודות הכימיה	124122
2	2	-	3.0	אנגלית טכנית (**)	324012
-	-	2	1.0	חינוך גופני	394800
13	9	5	18.5		

**סמסטר 2**

4	2	-	5.0	חדו"א 2 מ'	104011
2	1	-	2.5	משוואות דיפרנציאליות רגילות ח'	104131
2	1	-	2.5	פיסיקה 1	114051
3	1	-	3.5	כימיה אורגנית 1	124701
2	2	2	4.0	מבוא למחשב שפת C	234112
2	2	-	3.0	מבנה ותכונות של חומרים הנדסיים ח'1	314007
-	-	2	1.0	חינוך גופני	394902
15	11	2	21.5		

**סמסטר 3**

2	1	-	2.5	שיטות סטטיסטיות בהנדסה	094431
2	1	-	2.5	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	104216
3	1	-	3.5	פיסיקה 2	114052
-	-	3	1.5	מעבדה לפיסיקה 1	114081
2.5	1	-	3.0	כימיה אנליטית 1 לכימאים	124220
4	2	-	5.0	כימיה אורגנית 2	124705
2	2	-	3.0	מבנה ותכונות של חומרים הנדסיים ח'2	314008
-	-	4	1.5	מעבדה בחומרים הנדסיים ח'	314009
15.5	8	7	22.5		

**סמסטר 4**

2	1	-	2.5	יסודות הסימטריה	124201
-	-	5	1.5	מעבדה כימיה אנליטית 1 לכימאים	124216
4	2	-	5.0	כימיה קוונטית 1	124400
2	1	-	2.5	תרמודינמיקה סטטיסטית	124413

ה'	ת'	מ'	נק'	ה'	ת'	מ'	נק'
2	2	-	3.0	מאה גישות לפתרון משוואות שרדינגר	2	-	2.0
3	-	-	3.0	תהליכי התנגשות בגזים ופלסמה	2	-	2.5
2	1	-	2.5	כימיה אורגנית 3	2	-	2.5
2	-	-	2.0	כימיה אורגנית פיסיקלית	2	6	3.0
2	-	-	2.0	ספקטרומטרית מסות	2	-	2.5
2	-	-	2.0	פוטוכימיה אורגנית	2	-	2.0
2	-	-	2.0	חידושים בכימיה אורגנית סינטטית	2	-	2.5
2	-	-	2.0	מבוא לכימיה מדיצינלית	2	-	2.5
2	-	-	2.0	כימיה ביו-אורגנית של אנזימים	2	-	2.0
2	-	-	2.0	מבוא לכימיה של פולימרים	2	-	2.0
2	-	-	2.0	כימיה סופראמולקולרית	2	6	3.0
2	-	-	2.0	כימיה אורגנומתכתית בסינטזה אורגנית	2	-	2.0
2	-	-	2.0	יסודות הקבוצה הראשית בכימיה אורגנית	2	-	2.0
2	-	-	2.0	סינתזה סטראוסלקטיבית	2	-	2.0
4	1	-	4.5	ביוכימיה 1	4	-	2.0
2	-	-	2.5	מבוא למדעי הזכוכית	2	-	2.0
2	-	-	2.0	הנדסת חומרים מרוכבים	2	-	2.0
2	1	-	2.5	מבנה והתנהגות של פולימרים	2	-	2.5
2	-	-	2.0	ניתוח כשלונות ומניעתם	2	-	2.0
2	-	-	2.0	יסודות הקריסטלוגרפיה	2	-	2.0
2	-	-	2.0	טכנולוגיית הריק	2	-	2.0
2	-	-	2.0	התמצקות וטכנולוגיית היציקה	2	-	2.0
2	-	-	2.0	חומרים לטמפרטורות גבוהות	2	-	2.0
2	-	-	2.0	יישומי מחשב בהנדסת חומרים	2	-	2.0
2	-	-	2.0	מגעים ומטלזציה להתקני מיקרו	2	-	2.0

**מקצועות בחירה (פקולטות אחרות)**

2	1	-	2.5	אנליזה נומרית	2	-	034002
-	-	4	1.0	בית מלאכה	-	-	034003
2	1	-	2.5	אנליזת תהליכי עיבוד	2	-	035124
2	-	-	1.0	מעבדה להנדסת חשמל	-	-	044100
2	1	-	3.5	הנדסת חשמל 1	2	-	044103
3	1	-	3.5	מבוא להנדסת חשמל	3	-	044109
1	-	4	3.5	מעבדת תהליכים במיקרואלקטרוניקה	1	-	044238
2	1	-	3.0	התקני מוליכים למחצה אלקטרואופטיים	2	-	046773
2	1	-	2.5	פולימרים 1	2	-	054350
-	-	6	2.5	מעבדה להנדסת פולימרים	-	-	054369
2	-	-	2.0	מערכות חלקיקים	2	-	056116
2	-	-	2.0	תופעות שטח וקולואידים	2	-	056166
2	-	1	2.5	עקרונות של בדיקות לא הורסות	2	-	074072
3	1	-	2.5	מבוא לכלכלה	3	-	094591
2	1	-	2.5	אלגברה לינארית ח'	2	-	*104133
2	1	-	2.5	טורי פוריה והתמרות אינטגרליות	2	-	**104214
2	-	3	3.0	מבוא לגרפיקה הנדסית ת'	2	-	104913

**מקצועות בחירה חופשית מומלצת**

2	-	-	1.0	עקרונות ודרכי למידה בהנדסת חומרים	2	-	314100
2	-	-	2.0	עקרונות ודרכי למידה	2	-	124099
* הקורס מומלץ לסטודנטים מסמסטר 2							
** הקורס מומלץ לסטודנטים מסמסטר 3							

**מקצועות בחירה (כימיה)**

על הסטודנט לבחור 12 נקודות לפחות מרשימה זו.

2	-	-	2.0	מבוא למדעי הסביבה	2	-	124111
2	1	-	2.5	קביעת מבנה בשיטות פיסיקליות	2	-	124301
-	-	9	4.0	עבודה במעבדת מחקר	-	-	124353
2	1	-	2.5	כימיה של אל-מתכות	2	-	124707
-	-	4.5	2.5	מעבדה כימיה אורגנית 2	-	-	124902
3	-	-	3.0	כימיה אי אורגנית מתקדמת	3	-	126200
-	-	3	1.5	מעבדה בכימיה אי אורגנית מתקדמת בניטור	-	-	126300
-	-	4	2.0	סביבתי	-	-	126302
-	-	3	1.5	מעבדה בכימיה פיסיקלית מתקדמת	-	-	126600
3	-	-	3.0	כימיה אורגנית מתקדמת	3	-	126700
3	-	-	3.0	כימיה אורגנית מתקדמת 2	3	-	126701
3	-	-	3.0	כימיה אורגנית מתקדמת 3	3	-	126703
-	-	8	3.0	מעבדה בכימיה אורגנית מתקדמת	-	-	126901
2	-	-	2.0	כימיה של פורפירינים ומטלופורפירינים	2	-	127107
2	-	-	2.0	כימיה אורגנומתכתית של מתכות מעבר	2	-	127108
2	1	-	2.0	כימיה של הסביבה	2	-	127109
2	-	-	2.0	שיטות ותהליכים בתעשייה הכימית	2	-	127110
2	-	-	2.0	תהליכים אלקטרודיים	2	-	127202
3	-	-	3.0	מבנה גבישי ומולקולרי	3	-	127205
3	-	-	3.0	כימיה פיסיקלית של השטח	3	-	127403
2	-	-	2.0	תורת החבורות	2	-	127404
2	-	-	2.0	ספקטרוסקופיה מולקולרית	2	-	127405
2	-	-	2.0	תהודה מגנטית גרעינית	2	-	127406
2	-	-	2.0	פוטוכימיה פיזיקלית	2	-	127408
3	-	-	3.0	אופטואלקטרוניקה ואלקטרוניקה מולקולרית	3	-	127430
3	-	-	3.0	כימיה קוונטית 2	3	-	127411
3	-	-	3.0	כימיה קוונטית 3	3	-	127412
3	-	-	3.0	פונקציות ספין ושימושם בכימיה	3	-	127413
2	-	2	3.0	שיטות חישוב בכימיה קוונטית וישומן	2	-	127415
2	-	-	2.0	כימיה של מוליכים למחצה	2	-	127418
2	1	-	2.5	כימיה גרעינית	2	-	127419
3	-	-	3.0	שיטות ניסיוניות ומתקדמות בפיסיקה כימית	3	-	127421
3	-	-	3.0	תורת פיזור קוונטים ושימושיה בכימיה	3	-	127423
3	-	-	3.0	שיטות וישומים מתקדמים בתהודה מגנטית גרעינית	3	-	127424

## לימודי מוסמכים

- 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.

הערות	נקודות השלמה	נקודות מוסמכים	בוגרי תואר ראשון
		16	4 שנתי, הנדסת חומרים או פקולטה אחרת בה נלמדו מקצועות הרלוונטיים להשתלמות
	עד 10 – בהתאם להחלטת הוועדה	20-16	4 שנתי אחר
במקרה הצורך יחויב הסטודנט גם בקורס מבוא להנדסת חומרים	בהתאם להחלטת הוועדה (16 לפחות)	18	3 שנתי

### "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)

### 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.

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

תחומי ההתמחות בפקולטה להנדסת חומרים כוללים: מטלורגיה, חומרים אלקטרוניים, חומרים קרמיים, פולימרים וחומרים פלסטיים, חומרים מרוכבים, קורוזיה ואלקטרוכימיה.

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
- מטלורגיה האבקות
- תהליכים מטלורגיים
- תכונות אופטיות, חשמליות ודיאלקטריות
- תרכובות בין מתכתיות
- חומרים קרמיים
- ננוגבישים
- פולימרים
- שכבות דקות
- ציפויים
- קורוזיה ותופעות שטח
- אפיון חומרים

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

### מלגות

הפקולטה מציעה מגוון מלגות למשתלמים בהתאם להישגיהם האקדמיים במחקר ובלימודים. סוגי המלגות ומשך הענקתן מפורטים בחלק א' 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.

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

#### דרישות הלימוד

סטודנט אשר יבצע עבודת גמר במקום עבודת מחקר יחויב ב-8 נקודות מוסמכים נוספות.

המנחה ייקבע בהמלצת הוועדה היחידתית ובאישור דיקן ביה"ס ללימודי מוסמכים, לפי תחום ההתעניינות של הסטודנט ודרישות הפקולטה. קביעת המנחה הקבוע תעשה במהלך הסמסטר הראשון להשתלמות, יחד עם קביעת נושא המחקר.

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

מזכירות לימודי מוסמכים בפקולטה  
טל. 04-8294593 / 3845 פקס: 04-8321978

E-mail: mteiran@tx.technion.ac.il

אתר הפקולטה להנדסת חומרים:  
[www.technion.ac.il/technion/materials](http://www.technion.ac.il/technion/materials)