

# הפקולטה להנדסת חומרים

## חברי הסגל האקדמי

<b>דיקן הפקולטה</b> קפלן וויין	<b>מרצים בכירים</b> פוקרוי בעז רוטשילד אבנר
<b>פרופסור מחקר</b> שכטמן דן	<b>פרופסורים אמריטי</b> ברנדון דוד גוטמנס אליעזר זיגמן ארנון קומס יגאל יהלום יוסף לוי אריה רוזן אברהם
<b>פרופסורים</b> איזנברג משה במברגר מנחם זולוטויאבנקו אמיל ליפשיץ ישעיהו סילברסטין מיכאל קפלן וויין רבקין יוג'ין	<b>פרופסורים חברים</b> ברגר שלמה חיים רחמן עין-אלי יאיר פריי גיטי שרמן דב

## 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.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.

### 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.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.

## תוכנית לימודים משולבת לתואר ראשון כפול בהנדסת חומרים ובפיסיקה

על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 179.0 נקודות לפי הפרוט הבא:

<b>139.0</b> נק' מקצועות יסוד וחובה	
<b>30.0</b> נק' מקצועות בחירה פקולטית	
<b>10.0</b> נק' מקצועות בחירה חופשית	
<b>179.0</b> נק' <b>סה"כ</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'1
4	2	-	5.0	104018 חדו"א 1 מ'1
3	1	-	3.5	114071 פיסיקה 1 מ'
2	2	-	3.0	125001 כימיה כללית
2	2	2	4.0	234112 מבוא למחשב שפת C או 234127 "מבוא למחשב Matlab"
-	2	-	1.0	394800 חינוך גופני
4	-	-	0.0	044102 בטיחות במעבדות חשמל (*)
14	11	2	20.5	

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	114075 פיסיקה 2 ממ'
4	-	-	3.0	324012 אנגלית טכנית
3	2	-	4.0	314011 מבנה ותכונות חומרים הנדסיים
17	7	3	21.0	

### סמסטר 3

3	1	-	3.5	094480 מבוא להסתברות וסטטיסטיקה
2	1	-	2.5	104215 פונקציות מורכבות
2	1	-	2.5	104218 משוואות דיפרנציאליות חלקיות ח'
3	1	-	4.0	114101 מכניקה אנליטית
4	2	-	5.0	115203 פיסיקה קוונטית 1
2	-	-	2.0	134127 נושאים בביולוגיה מודרנית
-	-	4	1.5	314009 מעבדה בחומרים הנדסיים ח'
16	6	4	21.0	

### סמסטר 4

-	-	3	1.5	114021 מעבדה לפיסיקה מ'2
4	2	-	5.0	115204 פיסיקה קוונטית 2
3	1	-	4.0	115211 פיסיקה סטטיסטית ותרמית
2	1	-	2.5	124801 כימיה אורגנית ב1
3	2	-	4.0	315003 תרמודינמיקה של חומרים
2	1	-	2.5	315051 דיפוזיה במוצקים
-	2	-	1.0	394800 חינוך גופני
14	9	3	20.5	

### סמסטר 5

3	1	-	3.5	114217 פיסיקה של מצב מוצק
2	1	-	2.5	124414 קינטיקה כימית
2	1	-	2.5	314003 מבוא למכניקת המוצקים
2	1	-	2.5	315037 תכונות ושימושים של חומרים מתכתיים
3	2	-	4.0	315039 מעבר תנע, חום ומסה להנדסת חומרים
2	1	-	2.5	315052 קינטיקת טרנספורמציות בחומרים
14	7	-	17.5	

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 אלקטרונית 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.



2.5	-	1	2	שיטות סטטיסטיות ונומריות בפיסיקה	114105
3.5	-	1	3	אופטיקה	114210
1.0	-	-	2	דו"ח סגל מחקר סתיו	114226
1.0	-	-	2	דו"ח סגל מחקר אביב	114227
3.0	6	-	-	מעבדה לפיסיקה 5 ח'	114250
				אלקטרוניקה ומיכשור בפיסיקה	114253
3.5	2	1	2	ניסויית	
2.5	-	1	2	פיסיקה של האינפרא-אדום	116001
3.5	-	1	3	פיסיקה של לייזרים	116004
2.5	-	1	2	מכניקה אנליטית מתקדמת	116025
2.5	-	1	2	תורת שדות קלאסית	116026
3.5	-	1	3	מכניקת הרצף והגלים	116027
2.0	-	-	2	סמינר בפרקים נבחרים בפיסיקה	116028
3.0	-	-	3	מבוא לביופיסיקה	116029
2.0	-	-	2	סמינר בפרקים נבחרים בפיסיקה-אביב	116030
2.5	-	1	2	חומרים דיאלקטריים	116055
2.0	-	-	2	פיסיקה של האטמוספירה	116110
3.5	-	1	3	אסטרופיסיקה וקוסמולוגיה	116354
3.0	-	-	3	מצב מוצק 2	116140
3.0	-	-	3	מגנטיות – מוליכים והתקנים	116150
2.5	-	1	2	פיסיקת הכוכבים	117005
3.5	-	1	3	תורת הקוונטים 3	117007
2.0	-	-	2	שיטות נסיוניות במצב מוצק	117010
3.5	-	1	3	מבוא לפיסיקת החלקיקים	117013
3.5	-	1	3	אלקטרו דינמיקה	117014
3.5	-	1	3	פיסיקה של אטומים ומולקולות	117015
2.5	-	1	2	פיסיקת הפלסמה	117016
2.5	-	1	2	מבנה הגרעין	117017
2.5	-	1	2	פיסיקה של מוליכים למחצה	117018
2.5	-	1	2	מכניקה סטטיסטית 2	117019
2.5	-	1	2	מבוא ליחסות כללית	117020
3.0	-	-	3	על מוליכות ועל נוזליות	117021
				שיטות מתמטיות בפיסיקה : גישות אנליטיות	117120
3.5	-	1	3	שיטות מתמטיות בפיסיקה : חבורות	117140

**מקצועות בחירה (פקולטות אחרות)**

2.5	-	1	2	אנליזה נומרית	034002
2.5	-	1	2	אנליזה תהליכי עיבוד	035124
1.0	2	-	-	מעבדה להנדסת חשמל	044100
3.5	-	1	2	הנדסת חשמל 1	044103
3.5	-	1	3	מבוא להנדסת חשמל	044109
3.5	4	-	1	מעבדת תהליכים במיקרואלקטרוניקה	044238
				התקני מוליכים למחצה	046773
3.0	-	1	2	אלקטרואופטיים	
2.5	6	-	-	מעבדה להנדסת פולימרים	054369
2.0	-	-	2	תופעות שטח וקולואידים	056166
2.5	-	1	3	מבוא לכלכלה	094591
2.5	-	1	2	טורי פורייה והתמרות אינטגרליות (*)	104214
3.5	-	1	3	כימיה אורגנית 1	124701
2.0	-	-	2	מבנה גבישי ומולקולרי	127205
3.0	-	-	3	כימיה פיזיקלית של השטח	127403

(\*) הקורס מומלץ לסטודנטים מסמסטר 3.

**מקצועות בחירה חופשית מומלצת**

1.0	-	-	2	עקרונות ודרכי למידה בהנדסת חומרים (הקורס מיועד לסטודנטים בסמסטר ראשון בלבד).	314100
-----	---	---	---	--	--------

ה'	ת'	מ'	נק'		
3	1	-	4.0	תורה אלקטרומגנטית	114245
3	2	-	4.0	אפיון מבנה והרכב חומרים	314006
2	1	-	2.5	חומרים קרמיים ופרקטוריים	314311
2	1	-	2.5	תכונות ושימושים של חומרים פלסטיים	314312
3	1	-	3.5	התנהגות מכנית של חומרים	315008
2	1	-	2.5	תכונות חומרים אלקטרוניים	315030
15	7	-	19.0		

**סמסטר 7**

ה'	ת'	מ'	נק'		
-	-	3	2.0	מעבדה לפיסיקה 4'מח'	114025
2	1	-	2.5	קורוזה ושיטות הגנה	314532
-	-	4	2.0	מעבדת חומרים מתקדמת 1 ח'	315001
2	1	7	6.5		

**סמסטר 8**

ה'	ת'	מ'	נק'		
3	1	-	3.5	פיסיקה של גרעינים וחלקיקים יסודיים	114214
-	-	4	2.0	מעבדת חומרים מתקדמת 2'ח'	315002
3	1	4	5.5		

**סמסטר 9**

ה'	ת'	מ'	נק'		
3	1	-	3.5	ספקטרוסקופיה מולקולארית	124417
-	-	8	4.0	פרויקט מתקדם בהנדסת חומרים	315014
3	1	8	7.5		

**מקצועות בחירה (הנדסת חומרים)**

ה'	ת'	מ'	נק'		
2	1	-	2.5	נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים	314124
2	-	-	2.0	נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים	314126
2	1	-	2.5	עיבוד חומרים בעזרת קרן לייזר	314306
			3	תהליכי עיבוד ויצור חומרים	314309
2	1	-	2.5	תהליכי חיבור	314316
2	1	-	2.5	תהליכים במיקרואלקטרוניקה	315015
				התקני מוליכים למחצה בהנדסת חומרים	315016
2	1	-	2.5	תהליכי גימור וציפויים	315017
2	1	-	2.5	חומרים בהנדסה ביו-רפואית	315018
2	-	-	2.0	מטלורגית אבקות	315021
2	1	-	2.5	עיצוב 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	תהליכי עיבוד וייצור של חומרים קרמיים	315034
2	-	-	2.0	פרויקט בחירה בהנדסת חומרים	315035
-	-	6	3.0	חומרים למערכות מיקרו-	315038
2	1	-	2.5	אלקטרומכניות	
2	-	-	2.0	מבוא למדעי הזכוכית	315040
2	1	-	2.5	תופעות אופטיות בחומרים	315041
2	-	-	2.0	מבוא לננומדע וננוטכנולוגיה	315042
2	-	-	2.0	כשל הנדסי ושגיאות אנוש	315043
2	1	-	2.5	חומרים אופטיים	315044
2	-	-	2.0	ניתוח כשלונות ומניעתם	315054
2	-	-	2.0	חומרים לטמפרטורות גבוהות	315055
2	-	-	2.0	הנדסת חומרים מרוכבים	315241
2	1	-	2.5	מבנה והתנהגות של פולימרים	315721
2	-	-	2.0	יסודות הקריסטלוגרפיה	316240
2	-	-	2.0	טכנולוגית הריק	316300
2	-	-	2.0	התמצקות וטכנולוגית היציקה	316424
2	-	-	2.0	תכונות חומרים מוצקים יוניים	317000
2	-	-	2.0	יישומי מחשב בהנדסת חומרים	317531

**מקצועות בחירה (פיסיקה)**

ה'	ת'	מ'	נק'		
-	-	8	4.5	מעבדה לפיסיקה 5	114027

# תוכנית לימודים משולבת לתואר ראשון כפול בהנדסת חומרים ובכימיה

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

סמסטר 1	ה'	ת'	מ'	נק'
אלגברה לינארית מ' 1 (1)	3	2	-	4.0
חדו"א 1 מ' 1	4	2	-	5.0
פיסיקה 1 (2)	2	1	-	2.5
יסודות הכימיה א'	1.5	1	3	2.5
מבוא למחשב שפת C	2	2	2	4.0
או "מבוא למחשב Matlab"	2	2	-	3.0
אנגלית טכנית	14.5	10	5	21.0

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס 314100 "עקרונות ודרכי למידה בהנדסת חומרים" במסגרת נקודות הבחירה החופשית.

## סמסטר 2

חדו"א 2 מ' 2	4	2	-	5.0
משוואות דיפרנציאליות רגילות ח'	2	1	-	2.5
פיסיקה 2 (3)	3	1	-	3.5
מעבדה לפיסיקה 1	-	-	3	1.5
יסודות כימיה ב'	1.5	1	6	2.5
קינטיקה כימית	2	1	-	2.5
מבנה ותכונות חומרים הנדסיים	3	2	-	4.0
<b>סה"כ</b>	<b>15.5</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>21.5</b>

## סמסטר 3

מבוא לסטטיסטיקה והסתברות	3	1	-	3.5
משוואות דיפרנציאליות חלקיות ח'	2	1	-	2.5
כימיה אורגנית מ' 1	4	2	-	5.0
כימיה קוונטית 1	4	2	-	5.0
נושאים בביוכימיה מודרנית	2	-	-	2.0
מעבדה בחומרים הנדסיים ח'	-	-	4	1.5
חינוך גופני	-	2	-	1.0
<b>סה"כ</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>20.5</b>

## סמסטר 4

כימיה אנליטית מ' 1	2.5	1	-	3.0
תרמודינמיקה סטטיסטית	2	1	-	2.5
כימיה אורגנית 2	3	2	-	4.0
מעבדה כימיה אורגנית מ' 1	-	-	8	3.0
תרמודינמיקה של חומרים	3	2	-	4.0
דיפוזיה במוצקים	2	1	-	2.5
חינוך גופני	-	2	-	2.0
<b>סה"כ</b>	<b>12.5</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>20</b>

## סמסטר 5

מעבדה כימיה אנליטית 1 מורחב	-	-	6	2.0
אלקטרוכימיה וחומר	2	1	-	2.5
מצב מוצק מורחב	3	1	-	3.5
מבוא למכניקת המוצקים	2	1	-	2.5
תכונות ושימושים של חומרים מתכתיים	2	1	-	2.5
מעבר תנע, חום ומסה להנדסת חומרים	3	2	-	4.0
קינטיקת טרנספורמציות בחומרים	2	1	-	2.5
<b>סה"כ</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>19.5</b>

סמסטר 6	ה'	ת'	מ'	נק'
כימיה אנליטית 2 מורחב	1	1	-	1.5
ספקטרוסקופיה מולקולרית	3	1	-	3.5
אפיון מבנה והרכב חומרים	3	2	-	4.0
חומרים קרמיים ורפרקטוריים	2	1	-	2.5
תכונות ושימושים של חומרים פלסטיים	2	1	-	2.5
התנהגות מכנית של חומרים	3	1	-	3.5
תכונות חומרים אלקטרוניים	2	1	-	2.5
<b>סה"כ</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>20.0</b>

## סמסטר 7

כימיה אי אורגנית (4)	2	1	-	2.5
מעבדה כימיה פיסיקלית 2	-	-	6	2.5
קורוזיה ושיטות הגנה	2	1	-	2.5
מעבדת חומרים מתקדמת 1 ח'	-	-	4	2.0
<b>סה"כ</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>9.5</b>

## סמסטר 8

מעבדה כימיה אנליטית 2 מורחב	-	-	6	2.0
מעבדת חומרים מתקדמת 2 ח'	-	-	4	2.0
<b>סה"כ</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>4.0</b>

## סמסטר 9

פרויקט מתקדם בהנדסת חומרים	-	-	8	4.0
<b>סה"כ</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>4.0</b>

- מומלץ לקחת את הקורס 104016 "אלגברה מ' 1" (5.0 נקודות). הפרש הניקוד בין הקורסים ייחשב כניקוד לבחירה פקולטית
- לחצרי סיווג בפיסיקה מכניקה יינתן הקורס "פיסיקה ל1" (114077).
- לחצרי סיווג בפיסיקה חשמל יינתן הקורס "פיסיקה ל2" (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)

סמסטר	ה'	ת'	מ'	נק'
על הסטודנט לבחור 12 נקודות לפחות מרשימה זו.				
נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים	2	1	-	2.5
נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים	2	-	-	2.0
עבוד חומרים בעזרת קרן לייזר	2	1	-	2.5
התליכי עיבוד ויצור חומרים	2	1	-	2.5
התליכי חיבור	2	1	-	2.5
התליכים במיקרואלקטרוניקה	2	1	-	2.5
התקני מוליכים למחצה בהנדסת חומרים	2	1	-	2.5
התליכי גימור וציפויים	2	1	-	2.5
חומרים בהנדסה ביו-רפואית	2	-	-	2.0
מטלורגית אבקות	2	1	-	2.5
עיצוב פלסטי של חומרים	2	1	-	2.5
פרויקט מתקדם בחומרים 2	-	-	6	3.0
אמינות התקני מיקרואלקטרוניקה	2	1	-	2.5
חומרים אלקטרוניים קרמיים	2	1	-	2.5
חומרי מבנה קרמיים	2	1	-	2.5
התליכי עיבוד וייצור של חומרים קרמיים	2	-	-	2.0
פרויקט בחירה בהנדסת חומרים	-	-	6	3.0
חומרים למערכות מיקרו-אלקטרומכניות	2	1	-	2.5
מבוא למדעי הזכוכית	2	-	-	2.0
תופעות אופטיות בחומרים	2	1	-	2.5
מבוא לננומדע וננוטכנולוגיה	2	-	-	2.0
כשל הנדסי ושגיאות אנוש	2	-	-	2.0
חומרים אופטיים	2	1	-	2.5
ניתוח כשלונות ומניעתם	2	-	-	2.0
חומרים לטמפרטורות גבוהות	2	-	-	2.0
הנדסת חומרים מרוכבים	2	-	-	2.0
מבנה והתנהגות של פולימרים	2	1	-	2.5

**מקצועות בחירה (פקולטות אחרות)**

על הסטודנט לבחור לפחות 5.5 מרשימה זו.

נק'	מ'	ת'	ה'	מ' ת' נק'	מ' ת' נק'
2.5	-	1	2	034002	אנליזה נומרית
2.5	-	1	2	035124	אנליזת תהליכי עיבוד
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
2.5	-	1	2	104214	טורי פורייה והתמרות אינטגרליות (*)

(\*) הקורס מומלץ לסטודנטים מסמסטר 3.

**מקצועות בחירה חופשית מומלצת**

314100	עקרונות ודרכי למידה בהנדסת חומרים	1	-	-	1.0
--------	-----------------------------------	---	---	---	-----

(הקורס מיועד לסטודנטים בסמסטר ראשון בלבד).

נק'	מ'	ת'	ה'	מ' ת' נק'	
2.0	-	-	2	316240	יסודות הקריסטלוגרפיה
2.0	-	-	2	316300	טכנולוגיית הריק
2.0	-	-	2	316424	התמצקות וטכנולוגיית היציקה
2.0	-	-	2	317000	תכונות מוצקים יוניים
2.0	-	-	2	317531	יישומי מחשב בהנדסת חומרים

**מקצועות בחירה מכימיה**

על הסטודנט לבחור לפחות 12 נקודות מרשימה זו

נק'	מ'	ת'	ה'	מ' ת' נק'	
2.0				324329	פילוסופיה של המדע 1
5.0				124300	כימיה ביו אי אורגנית
4.0				124353	עבודה במעבדת מחקר (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
3.0				126303	מעבדה כימיה אי-אורגנית מתקדמת
2.0				126302	מעבדה מתקדמת בניטור סביבתי
1.5				126600	מעבדה בכימיה פיסיקלית מתקדמת
3.0				126700	כימיה אורגנית מתקדמת
				126701	או כימיה אורגנית מתקדמת 1
				126703	או כימיה אורגנית מתקדמת 3
3.0				126901	מעבדה מתקדמת בכימיה אורגנית
2.0				127107	כימיה של פורפירינים ומטולופורפירינים
2.0				127108	כימיה אורגנומתכתית של מתכות מעבר
2.0				127110	שיטות ותהליכים בתעשייה הכימית
2.0				127203	פרקים נבחרים בכימיה אנליטית מודרנית
2.0				127205	מבנה גבישי ומולקולרי
2.0				127206	כימיה אנליטית באמצעות לייזרים
2.0				127403	כימיה פיסיקלית של השטח
2.0				127404	תורת החבורות
2.0				127406	תהודה מגנטית גרעינית
2.0					פורטוכימיה פיסיקלית
3.0					כימיה קוונטית 2
3.0				127427	כימיה קוונטית 3
2.5				127428	מבוא למצב מוצק
3.0				127415	שיטות חישוב בכימיה קוונטית ויישומין
2.0				127418	כימיה של מוליכים למחצה
3.0				127421	שיטות נסיוניות ומתקדמות בפיסיקה כימית
3.0				127423	תורת פיזור קוונטית ושימושיה בכימיה
3.0				127424	שיטות ויישומים מתקדמים בתמ"ג
3.0				127425	מאה ג ישות לפתרון משוואות שרדינגר
3.0				127430	אופטואלקטרוניקה ואלקטרוניקה מולקולרית
2.0				127432	שיטות נסיוניות בפולסי לייזר קצרים
2.0				127433	שיטות נסיוניות במדעי השטח
2.0				127708	כימיה אורגנית פיסיקלית
2.0				127710	אורביטלים מולקולריים בכימיה אורגנית
2.0				127712	פוטוכימיה אורגנית
2.0				127716	חידושים בכימיה אורגנית סינתטית
2.0				127724	מבוא לכימיה של פולימרים
2.0				127725	כימיה סופראמולקולרית
2.0				127727	כימיה אורגנומתכתית בסינתזה אורגנית
2.0				127728	יסודות הקבוצה הראשית בכימיה אורגנית סינתטית
2.5				127730	קביעת מבנה בשיטות פיסיקליות
2.0				127731	כימיה וביוכימיה של פחמימות
2.0				127732	אנליזה רטרו-סינתטית
2.0				127735	קטליזה הומוגנית
2.0				127736	תרכובות ניטרו

(1) מותנה במציאת מנחה. השלמת 75 נק' לפחות וממוצע מצטבר של 84 לפחות.

(2) לא ניתן לבחור מעבדה זו בנוסף למעבדה באורגנית פיזיקלית (124910).

## לימודי מוסמכים

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

במסגרת לימודי מוסמכים מציעה הפקולטה תכניות לימודים לתארים מגיסטר ודוקטור במדעי החומרים ובהנדסת 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
- מטלורגית 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 הדין הסופי בבקשתו.

#### דרישות הלימוד

- לימוד מקצועות מוסמכים בהיקף של 8 נקודות לפחות, לפי המלצת ועדת לימודי מוסמכים והוועדה המראיית 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: [matrlgrd@tx.technion.ac.il](mailto:matrlgrd@tx.technion.ac.il)

[mteiran@tx.technion.ac.il](mailto:mteiran@tx.technion.ac.il)

אתר הפקולטה להנדסת חומרים:

[www.technion.ac.il/technion/materials](http://www.technion.ac.il/technion/materials)

