

# הפקולטה למדע והנדסה של חומרים

## תחומי עיסוק ואפשרויות תעסוקה

הנדסת חומרים היא דיסציפלינה רב-תחומית המשלבת בין הנדסה ומדעים, ועוסקת בקשר שבין מבנה והרכב החומר לתכונותיו הפיזיקליות, כימיות, מכניות, אלקטרוניות ועוד. זהו מקצוע הנדסי בתנופה, אשר מתפרס על פני תעשיות רבות ומגוונות בקצב מהיר. החשיבות הרבה של הנדסת חומרים היא בפיתוח חומרים ותהליכים חדשים הדרושים בתעשיות מתקדמות.

מהנדס חומרים עוסק בבחירת חומרים למטרות הנדסיות שונות; מחקר ופיתוח של חומרים חדשים; חקר המבנה וההרכב של חומרים מהסקלה האטומית ועד לרמת המוצר; מחקר, פיתוח ויישום של תהליכי ייצור ועיבוד של חומרים; שיפור תכונות חומרים; חקר כישלונות של מוצרים; פיתוח ויישום שיטות אנליזה מתקדמות; ניהול טכנולוגי.

תחומי ההתמחות כוללים: מטלורגיה וחומרים מתכתיים, חומרים אלקטרוניים, חומרים אופטיים ואלקטרו-אופטיים, חומרים מגנטיים ופרואלקטריים, חומרים קרמיים, פולימרים וחומרים פלסטיים, חומרים מרוכבים, הגנת חומרים בפני סביבה, חומרים למערכות אנרגיה, ביו-חומרים, שיטות איפיון חומרים ומדע חישובי של חומרים.

בוגרי הפקולטה מועסקים במגוון רחב של תפקידים בחברות ומפעלים ברחבי הארץ: אינטל, טבע, אפלייד מטיריאלס, טאוואר-גיאז סמיקונדוקטור, אל אופ, רפא"ל, התעשייה האווירית, צה"ל, משרד הבטחון ועוד. בוגרי הפקולטה מהווים את חוד החנית במחקר מדעי ובפיתוח טכנולוגי מתקדם בתעשיות אלה ואחרות. הקניית יכולת הנדסית ומיומנות וחשיבה מדעית מהווים שילוב מנצח ובוגרי הפקולטה תופסים את מקומם הטבעי בעמדות מפתח בתעשיות עתירות ידע.

לבוגרי תואר ראשון בהצטיינות מוצע להמשיך בלימודים לתארים גבוהים (מגיסטר ודוקטורט) על מנת להעמיק את השכלתם בנושאים עיוניים ומעשיים ולעסוק במחקר בחזית המדע והטכנולוגיה. בכך מכשירה הפקולטה את המצטיינים שבין בוגריה לתפקידי מנהיגות טכנולוגית ואקדמית.

## לימודי הסמכה

בפקולטה להנדסת חומרים לומדים כיום כ-300 סטודנטים וסטודנטיות בלימודי הסמכה לתואר ראשון וכ-100 משתלמים לתארים גבוהים – מגיסטר ודוקטורט. סגל הפקולטה כולל 13 חברי סגל אקדמי בכיר, מרצים נספחים שברובם הם מומחים מהתעשייה וכן סגל זוטרי המורכב ממשתלמים לתארים גבוהים. לרשות הסטודנטים עומדים אולמות הרצאה מרווחים, מחשבים מתקדמים ומעבדות הוראה משוכללות.

## תכניות הלימוד

הפקולטה מקיימת ארבע תכניות לימוד:

1. הנדסת חומרים (תכנית חד-חוגית לתואר מוסמך למדעים בהנדסת חומרים)
2. הנדסת חומרים ופיזיקה (תכנית משולבת לתואר מוסמך למדעים בהנדסת חומרים ופיזיקה)
3. הנדסת חומרים וכימיה (תכנית משולבת לתואר מוסמך למדעים בהנדסת חומרים וכימיה)
4. הנדסת חומרים וביולוגיה (תכנית משולבת לתואר מוסמך למדעים בהנדסת חומרים וביולוגיה)

המסלול הראשון (הנדסת חומרים) הוא בעל אופי הנדסי בעיקרו, בעוד ששלושת המסלולים האחרים משלבים בין הנדסת חומרים ומדע בסיסי: פיזיקה, כימיה או ביולוגיה. השילוב בין מדע והנדסה

## חברי הסגל האקדמי

דיקן הפקולטה  
רבקין יוג'ין

### פרופסורי משנה

אמויאל ירון  
כספרי טורוקר מיטל  
יכין עברי

### פרופסורים

סילברסטין מיכאל  
עין-אלי יאיר  
קפלן וויין  
רבקין יוג'ין

### פרופסור מחקר אמריטוס

שכטמן דן

### פרופסורים אמריטי

איזנברג משה  
במברג מנחם  
ברנדון דוד  
גוטמנס אליעזר  
זלוטויאבנקו אמיל  
קומס יגאל  
יהלום יוסף  
לוי אריה  
ליפשיץ שי

### פרופסורים חבריים

ברגר שלמה  
חיים רחמן  
סוסניק אלחנדרו  
פריי גיטי  
פוקרוי בעז  
רוטשילד אבנר

## תאור היחידה

הפקולטה למדע והנדסה של חומרים משלבת בין הנדסה ומדעים ועוסקת בקשר שבין מבנה והרכב החומר לבין תכונותיו. שילוב זה יוצר מקצוע מגוון, מאתגר ומבוקש. תכניות הלימוד שלנו מקנות לבוגרי הפקולטה "ארגז כלים" עשיר ומגוון הנחוץ במגוון תחומים בתעשייה ובמחקר. הפקולטה למדע והנדסה של חומרים בטכניון בעלת מוניטין עולמי, ובין חברי הסגל שלה נמנה פרופ' מחקר אמריטוס דן שכטמן, חתן פרס נובל לכימיה לשנת 2011. חברי סגל הפקולטה ותלמידי המחקר שלהם חוקרים מגוון רחב של נושאים שהמכנה המשותף שלהם סובב סביב הקשר בין מבנה והרכב החומר לתכונותיו השונות.



במקביל נלמדים מקצועות החובה בפיזיקה מודרנית: מכניקה אנליטית, גלים, פיזיקה סטטיסטית ותרמית, פיזיקה קוונטית ופיזיקה של מצב מוצק.

ברוב העליון של תכנית הלימודים, הסטודנט מתמחה בתחומים ספציפיים כגון חומרים אלקטרוניים, אלקטרו-אופטיקה, מכניקה של חומרים ועוד. ההתמחות נעשית בעיקר על ידי לימוד קורסי בחירה (מתוך רשימות של הפקולטה למדע והנדסה של חומרים ושל הפקולטה לפיזיקה) וביצוע פרויקטים מתקדמים. תכנית הלימודים משלבת מעבדות בהן הסטודנט עובד, מבצע ניסויים ולומד להכיר את התופעות והתהליכים באופן ישיר ובלתי אמצעי.

### תכנית לימודים משולבת לתואר ראשון הנדסת חומרים וכימיה

בתכנית הלימודים המשולבת לתואר ראשון בהנדסת חומרים וכימיה לומד הסטודנט במקביל שני מערכי קורסים, של הנדסת חומרים ושל כימיה. התכנית מעניקה לבוגריה תואר מוסמך למדעים (B.Sc.) בהנדסת חומרים וכימיה. שילוב זה מקנה לבוגרי התכנית הכשרה מלאה של מהנדסי חומרים שיכולים להשתלב במחקר ופיתוח ובתעשייה היצרנית כאחד, באותם תחומים בהם יש צורך בידע מעמיק בכימיה.

ברוב הראשון של תוכנית הלימודים קיים דגש על לימוד מעמיק של מקצועות היסוד (מתמטיקה, פיזיקה, 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.

ברוב 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 ישיר ובלתי אמצעי.

### תכנית לימודים משולבת לתואר ראשון בהנדסת חומרים וביולוגיה

בתכנית הלימודים המשולבת לתואר ראשון בהנדסת חומרים וביולוגיה לומד הסטודנט במקביל שני מערכי קורסים, של הנדסת חומרים ושל ביולוגיה. התכנית מעניקה לבוגריה תואר מוסמך למדעים (B.Sc.) בהנדסת חומרים וביולוגיה. שילוב זה מקנה לבוגרי התכנית הכשרה מלאה של מהנדסי חומרים שיכולים להשתלב במחקר ופיתוח ובתעשייה היצרנית כאחד, באותם תחומים בהם יש צורך בידע מעמיק בביולוגיה.

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

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

מקנה לבוגרי התכנית הללו בסיס איתן במדע ובהנדסה ואופק ראייה רחב הדרוש למחקר ופיתוח טכנולוגיות חדשות. המסלול הראשון נמשך 4 שנים בעוד ששלושת האחרים נמשכים 4.5 שנים.

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

### תכנית לימודים לתואר ראשון בהנדסת חומרים

תכנית הלימודים לתואר ראשון בהנדסת חומרים מעניקה לבוגריה תואר מוסמך למדעים (B.Sc.) בהנדסת חומרים. תכנית זו מקנה לבוגריה בסיס איתן במדע ובהנדסה, בדגש על מקצועות הנדסיים בתחום הנדסת החומרים.

בשנתיים הראשונות ללימודים הסטודנטים רוכשים בסיס איתן במתימטיקה ומדעים בסיסיים, ולאחר מכן הם לומדים את רזי המקצוע על פניו השונים: מבנה החומר; תרמודינמיקה וקינטיקה; תכונות מכניות, חשמליות, אופטיות ואלקטרוכימיות; חומרים מתכתיים, קרמיים, פולימרים וחומרים אלקטרוניים. השנה האחרונה מיועדת בעיקר לקורסי בחירה במגוון נושאים וביצוע פרויקט מחקר מסכם. לכל אורך התכנית ישנן מעבדות רבות המסייעות בהטמעת החומר הנלמד בכיתה וחיבור בלתי אמצעי שלו לעולם האמיתי תוך התנסות בקשת רחבה של שיטות ניסוי וחקר חומרים.

#### קורסי החובה כוללים:

1. קורסים בסיסיים במתימטיקה, פיזיקה, כימיה, מחשבים ואנגלית.
2. קורסי היסוד של מדע החומרים: מבנה והרכב של חומרים גבישיים ואמורפיים, תרמודינמיקה, קינטיקה והתנהגות מכנית של חומרים.
3. קורסים המתמקדים בתכונות של מתכות, חומרים פלסטיים, חומרים קרמיים, חומרים מרוכבים, חומרים אלקטרוניים ואלקטרוכימיה של חומרים.
4. קורסים הנדסיים: תכן ושרטוט, אנליזה נומרית, מעבר תנע חום ומסה, תהליכי עיבוד וייצור של חומרים ובחירת חומרים.

### תכנית לימודים משולבת לתואר ראשון בהנדסת חומרים ופיזיקה

בתכנית הלימודים המשולבת לתואר ראשון בהנדסת חומרים ופיזיקה לומד הסטודנט במקביל שני מערכי קורסים, של הנדסת חומרים ושל פיזיקה. התכנית מעניקה לבוגריה תואר מוסמך למדעים (B.Sc.) בהנדסת חומרים ופיזיקה. שילוב זה מקנה לבוגרי התכנית הכשרה מלאה של מהנדסי חומרים שיכולים להשתלב במחקר ופיתוח ובתעשייה היצרנית כאחד, באותם תחומים בהם יש צורך בידע מעמיק בפיזיקה.

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

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

#### קורסי החובה כוללים:

1. קורסים בסיסיים במתימטיקה, פיזיקה, כימיה, מחשבים ואנגלית.
2. קורסי היסוד של מדע החומרים: מבנה והרכב של חומרים גבישיים ואמורפיים, תרמודינמיקה, קינטיקה והתנהגות מכנית של חומרים.
3. קורסים המתמקדים בתכונות של מתכות, חומרים פלסטיים, חומרים קרמיים, חומרים אלקטרוניים ואלקטרוכימיה של חומרים.

## תכנית לימודים לתואר ראשון בהנדסת חומרים

### 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 בביולוגיה כגון: ביולוגיה 1, מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה, גנטיקה כללית, מסלולים מטבולים ועוד.

ברובד העליון של תכנית 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 לביולוגיה) וביצוע פרויקטים מתקדמים. תכנית הלימודים משלבת מעבדות בהן הסטודנט עובד, מבצע ניסויים ולומד להכיר את התופעות והתהליכים באופן ישיר בלתי אמצעי.

על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 163.5 נקודות לפי הפרוט הבא:

מקצועות יסוד וחובה	126.5	נק'
חינוך גופני	2.0	נק'
מקצועות בחירה פקולטית	25.0	נק'
מקצועות בחירה חופשית- 6 נק' העשרה	10.0	נק'
4 נק' בחירה חופשית		
<b>נק' 163.5</b>		

ה' - הרצאה, ת' - תרגיל, מ' - מעבדה, נק' - נקודות					
ה'	ת'	מ'	נק'		
<b>סמסטר 1</b>					
4.5	-	2	3.5	104019	אלגברה לינארית מ' (1)
5.0	-	2	4	104018	חדו"א 1 מ' (2)
3.5	-	1	3	114071	פיזיקה 1 מ' (3)
5.0	-	2	4	124120	יסודות הכימיה
1.0	-	2	-	394800	חינוך גופני

19.0	-	9	14.5	בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס 314100 "עקרונות ודרכי למידה בהנדסת חומרים" במסגרת נקודות הבחירה החופשית.	
------	---	---	------	--	--

<b>סמסטר 2</b>					
5.0	-	2	4	104022	חדו"א 2 מ' (4)
2.5	-	1	2	104131	משוואות דיפרנציאליות רגילות ח' (5)
3.5	-	1	3	114075	פיזיקה 2 ממ' (6)
4.0	-	2	3	314011	מבנה ותכונות חומרים הנדסיים
3.0	-	-	4	324033	אנגלית טכנית- מתקדמים ב'
19.5	-	7	17	(**) המעבדה תתקיים במרוכז שלוש פעמים בסמסטר.	

<b>סמסטר 3</b>					
3.0	-	2	2	034042	מבוא לשרטוט הנדסי
3.0	-	2	2	104228	משוואות דיפרנציאליות חלקיות מ'
1.0	3	-	-	114032	מעבדה לפיזיקה ח' 1
5.0	-	2	4	124400	כימיה קוונטית 1
4.0	2	2	2	234127	מבוא למחשב שפת מטלאב
1.5	4	-	-	314009	מעבדה בחומרים הנדסיים ח'
1.0	-	2	-	394800	חינוך גופני
18.5	9	10	10		

<b>סמסטר 4</b>					
4.0	-	2	3	094481	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה
2.5	-	1	2	124413	תרמודינמיקה סטטיסטית
2.5	-	1	2	124414	כימיה פיסיקלית- קינטיקה כימית
2.5	-	1	2	124801	כימיה אורגנית 1 ב'
4.0	-	2	3	315003	תרמודינמיקה של חומרים
2.5	-	1	2	315051	דיפוזיה במוצקים
18	-	8	14		

<b>סמסטר 5</b>					
3.5	-	1	3	127427	מצב מוצק מורחב
2.5	-	1	2	314003	מבוא למכניקת המוצקים
4.0	-	2	3	314006	איפיון מבנה והרכב חומרים
2.5	-	1	2	315037	תכונות ושימושים של חומרים מתכתיים
2.5	-	1	2	315052	קינטיקת טרנספורמציות בחומרים
2.5	-	1	2	314532	אלקטרוכימיה, קורוזיה ושיטות הגנה
17.5	-	7	14		



2.5	-	1	2	דבקים ומחברים	315050
2.5	-	1	2	פולימרים בין רפואיים	315053
2.5	-	1	2	גידול גבישים	315056
2.5	-	1	2	מדע חישובי של חומרים	315057
2.5	-	1	2	מבנה והתנהגות של פולימרים	315721
2.0	-	-	2	יסודות הקריסטלוגרפיה	316240
2.0	-	-	2	התמצקות וטכנולוגיית היציקה	316424
2.0	-	-	2	תכונות חומרים מוצקים יוניים	317000
2.0	-	-	2	יישומי מחשב בהנדסת חומרים	317531
2.0	-	-	2	מגעים ומטליזציה להתקני מיקרואלקטרוניקה	317627
2.0	-	-	2	תורת הדפורמציה הפלסטית	318235

**מקצועות בחירה פקולטית (פקולטות אחרות)**

4.0	-	2	3	מבוא להנדסה כימית	054131
3.0	-	2	2	אלמנטים סופיים לאנליזה הנדסית	035022
2.5	-	1	2	אנליזת תהליכי עיבוד	035124
3.0	-	-	3	אלקטרו ומגנטו לשפעול וחישה	036065
3.5	-	1	3	מעבדה להנדסת חשמל	044099
3.5	-	1	3	מבוא להנדסת חשמל	044109
3.0	-	1	2	התקני מוליכים למחצה אלקטרואופטיים	046773
3.0	6	-	-	מעבדה להנדסת פולימרים	054369
3.5	-	1	3	מבוא לכלכלה	094591
2.5	-	1	2	מבוא לשיטות ניסוי	034044
3.5	-	1	3	מכניקת מיקרומערכות	035041
4.0	-	2	3	מערכות ליניאריות מ'י	034032
1.5	4	-	-	מעבדה בשיטות ניסוי	034039
2.5	-	1	2	כשל חומרים	035034
2.5	-	1	2	אנרגיה מתחדשת וברת קימא	035047
2.5	-	1	2	מערכות אופטיות 1	035187
3.0	-	1	2	אלקטרואופטיקה 1	044339
3.0	-	1	2	מבוא לרכיבים וחומרים אורגניים	046012
2.5	-	1	2	חיישנים מבוססי ננו- (ביו) חומרים	056391
3.0	-	-	3	מבוא למתמטיקה שימושית	104192
2.5	-	1	2	פונקציות מרוכבות א'	104215
1.5	3	-	-	מעבדה לפיזיקה 2	114082
3.5	-	1	3	גלים	114086
3.5	-	1	3	אופטיקה	114210
3.5	-	1	3	מבוא לביופיזיקה	116029
1.0	5	-	-	מעבדה ביסודות הכימיה	124122
3.5	-	1	3	כימיה פיסיקלית- ספקטרו מולקולרית	124417
1.5	-	1	1	כימיה אנליטית 1 למהנדסים	125101
2.0	-	-	-	מעבדה כימיה אנליטית למהנדסים	125102
2.0	-	-	2	פוטוקטליזה	127437
4.0	-	2	3	סימטריה ושימושיה בכימיה	127438
2.5	-	1	2	אלקטרומגנטיות וחומר	124416

סמסטר 6		ה'	ת'	מ'	נק'
314311	חומרים קרמיים ורפרקטוריים	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
315039	מעבר תנע חום ומסה	3	2	-	4.0
		12	6	-	15.0

סמסטר 7		ה'	ת'	מ'	נק'
315058	שיטות לניתוח חומרים באמצעות מחשב	2	-	-	2.0
315242	חומרים מרוכבים	2	1	-	2.5
315***	חומרים אופטיים, דיאלקטריים ומגנטיים	2	1	-	2.5
314309	תהליכי ייצור ועיבוד חומרים	2	1	-	2.5
315001	מעבדת חומרים מתקדמת 1 ח'	-	-	4	2.0
		8	3	4	11.5

סמסטר 8		ה'	ת'	מ'	נק'
315002	מעבדת חומרים מתקדמת 2 ח'	-	-	4	2.0
315012	בחירת חומרים מתקדמת	2	1	-	2.5
315014	פריקט מתקדם בחומרים	-	1	8	4.0
		2	2	12	8.5

**הערות:**

(\*) הרחבה במתימטיקה ופיזיקה  
 לסטודנטים בעלי אוריינטציה מתמטית ו/או פיסיקלית מומלץ להמיר את קורסי החובה במתמטיקה ופיזיקה בקורסים הבאים:

- את 104019 אלגברה ליניארית מ' (4.5 נק') מומלץ להמיר ב- 104016 אלגברה 1 מ' (5.0 נק').
- את 104018 חדו"א 1/מ' (5.0 נק') מומלץ להמיר ב- 104031 חשבון אינפיניטסימלי 1מ'.
- את 114071 פיזיקה 1מ' (3.5 נק') מומלץ להמיר ב- 114074 פיזיקה 1פ' (5.0 נק').
- את 104022 חדו"א 2 מ' (5.0 נק') מומלץ להמיר ב- 104013 חדו"א 2 ת' (5.5 נק').
- את 104131 מד"ר ח' (2.5 נק') מומלץ להמיר ב- 104135 מד"ר ת' (2.5 נק').
- את 114075 פיזיקה 2מ' (5.0 נק') מומלץ להמיר ב- 114076 פיזיקה 2פ' (5.0 נק').
- את 104228 מד"ח מ' (3.0 נק') מומלץ להמיר ב- 104223 מד"ח וטורי פורייה (4.0 נק').

עודף הנקודות בקורסים הללו יחשב כנקודות זכות במקצועות הבחירה.

**מקצועות בחירה פקולטית:**

יש ללמוד לפחות 25 נקודות מהרשימות הבאות:  
 מקצועות בחירה פקולטית(מדע והנדסה של חומרים)

314014	חומרים בין רפואיים	2	1	-	2.5
314124	נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים	2	1	-	2.5
314126	נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים	2	-	-	2.0
314306	עבוד חומרים בעזרת קרני לייזר	2	1	-	2.5
315016	התקני מוליכים למחצה להנדסת 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
315025	פריקט מתקדם בחומרים 2	-	-	6	3.0
315027	אמינות התקני מיקרואלקטרוניקה	2	1	-	2.5
315031	חומרים אלקטרוניים קרמיים	2	1	-	2.5
315034	תהליכי עיבוד וייצור של חומרים קרמיים	2	-	-	2.0
315035	פריקט 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
315044	חומרים אופטיים	2	1	-	2.5
315045	תהליכי ייצור במיקרואלקטרוניקה	3	1	-	3.5
315046	אריזות לרכיבי VLSI מתקדמות	2	-	-	2.0
315049	ביומינרליזציה	2	-	-	2.0

# תכנית לימודים משולבת לתואר מוסמך למדעים בהנדסת חומרים ובוגר למדעים בפיזיקה

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

מקצועות יסוד וחובה	142.5 נק'
מקצועות בחירה פקולטית	27.0 נק'
מקצועות בחירה חופשית- 6 נק' העשרה	10.0 נק'
4 נק' בחירה חופשית	
<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 1 מ'	4	2	-	5.0
חשבון אינפיניטסימלי 1 מ	4	3	-	5.5
פיזיקה 1 פי'	4	2	-	5.0
כימיה כללית	2	2	-	3.0
מבוא למחשב שפת C	2	2	2	4.0
או "מבוא למחשב Matlab"				
בטיחות במעבדות חשמל (*)	4	-	-	0.0
<b>סה"כ</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>22.5</b>

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

סמסטר 2	ה'	ת'	מ'	נק'
חדו"א 2 ת'	4	3	-	5.5
מד"ר ואינפי 2 ח'	4	2	-	5.0
מעבדה לפיזיקה 1 מ'	-	-	3	1.5
פיזיקה 2 פי'	4	2	-	5.0
מבנה ותכונות של חומרים הנדסיים	3	2	-	4.0
אנגלית טכנית מתקדמים ב'	4	-	-	3.0
<b>סה"כ</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>24</b>

סמסטר 3	ה'	ת'	מ'	נק'
מעבדה לפיזיקה 2 מ'	-	-	3	1.5
מבוא להסתברות ח'	3	1	-	3.5
פונקציות מרוכבות א'	2	1	-	2.5
משוואות דיפרנציאליות חלקיות וטורי פורייה	3	2	-	4.0
מכניקה אנליטית	3	1	-	4.0
גלים	3	1	-	3.5
מעבדה בחומרים הנדסיים ח'	-	-	3	1.5
חינוך גופני	-	2	-	1.0
<b>סה"כ</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>21.5</b>

סמסטר 4	ה'	ת'	מ'	נק'
פיזיקה קוונטית 1	4	2	-	5.0
מעבדה לפיזיקה 3	-	-	3	1.5
פיזיקה סטטיסטית ותרמית	4	2	-	5.0
קינטיקה כימית וכימית השטח	2	1	-	2.5
כימיה אורגנית 1ב	2	1	-	2.5
תרמודינמיקה של חומרים	3	2	-	4.0
דיפוזיה במוצקים	2	1	-	2.5
<b>סה"כ</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>23</b>

סמסטר 5	ה'	ת'	מ'	נק'
פיזיקה של מצב מוצק	3	1	-	3.5
פיזיקה קוונטית 2	4	2	-	5.0
מבוא למכניקת המוצקים	2	1	-	2.5
אפיון מבנה והרכב חומרים	3	2	-	4.0
תכונות ושימושים של חומרים מתכתיים	2	1	-	2.5
קינטיקת טרנספורמציות בחומרים	2	1	-	2.5
<b>סה"כ</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>20.0</b>

סמסטר 6	ה'	ת'	מ'	נק'
אלקטרומגנטיות ואלקטרודינמית	4	2	-	5.0
חומרים קרמיים ורפרקטוריים	2	1	-	2.5
מבוא לחומרים פולימריים	2	1	-	2.5
התנהגות מכנית של חומרים	3	1	-	3.5
תכונות חומרים אלקטרוניים	2	1	-	2.5
מעבר תנע חום ומסה	3	2	-	4.0
חינוך גופני	-	2	-	1.0
<b>סה"כ</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>21</b>

סמסטר 7	ה'	ת'	מ'	נק'
אלקטרוכימיה, קורוזיה ושיטות הגנה	2	1	-	2.5
מעבדת חומרים מתקדמת ח'	-	-	4	2.0
<b>סה"כ</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4.5</b>

סמסטר 8	ה'	ת'	מ'	נק'
מעבדת חומרים מתקדמת ח2	-	-	4	2.0
<b>סה"כ</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>2.0</b>

סמסטר 9	ה'	ת'	מ'	נק'
פרויקט מתקדם בהנדסת חומרים	-	-	8	4.0
<b>סה"כ</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>4.0</b>

## מקצועות בחירה (הנדסת חומרים)

חומרים ביו-רפואיים	2	1	-	2.5
נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים	2	1	-	2.5
נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים	2	-	-	2.0
עיבוד חומרים בעזרת קרני לייזר	2	1	-	2.5
תהליכי עיבוד ויצור חומרים	2	1	-	2.5
תהליכי חיבור	2	1	-	2.5
בחירת חומרים מתקדמת	2	1	-	2.5
התקני מוליכים למחצה בהנדסת חומרים	2	1	-	2.5
תהליכי גימור וציפויים	2	1	-	2.5
חומרים בהנדסה ביו-רפואית	2	-	-	2.0
מטלורגית אבקות	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
תהליכי 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
חומרים אופטיים	2	1	-	2.5
תהליכי ייצור במיקרואלקטרוניקה	3	1	-	3.5
אריזות לרכיבי VLSI מתקדמות	2	-	-	2.0
ביומינרליזציה וחומרים ביולוגיים	2	-	-	2.0
דבקים ומחברים	2	1	-	2.5
פולימרים ביו רפואיים	2	1	-	2.5
גידול גבישים	2	-	-	2.0
מדע חישובי בחומרים	2	1	-	2.5
שיטות לניתוח חומרים באמצעות מחשב	2	1	-	2.5
<b>סה"כ</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2.0</b>
הנדסת חומרים מרוכבים	2	1	-	2.5
מבנה והתנהגות של פולימרים	2	1	-	2.5
יסודות הקריסטלוגרפיה	2	-	-	2.0
התמצקות וטכנולוגית היציקה	2	-	-	2.0
תכונות חומרים מוצקים יוניים	2	-	-	2.0
עיבוד נתונים בהנדסת חומרים	2	-	-	2.0
מגעים ומטליזציה להתקני מיקרואלקטרוניקה	2	-	-	2.0

## תוכנית לימודים משולבת לתואר מוסמך למדעים בהנדסת חומרים ובוגר למדעים בכימיה

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

מקצועות יסוד וחובה	142.5 נק'
מקצועות בחירה פקולטית	27.0 נק'
מקצועות בחירה חופשית- 6 נק' העשרה	10.0 נק'
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
3.5	2	-	4.5	104019 אלגברה לינארית מ' (1)
4	2	-	5.0	104018 חדו"א 1 מ'
2	1	-	2.5	114051 פיזיקה 1 (2)
2	2	1	3.0	124117 יסודות הכימיה א' (*)
2	2	2	4.0	234112 מבוא למחשב שפת C
				או "מבוא למחשב Matlab"
4	-	-	3.0	324033 אנגלית טכנית מתקדמים ב'
17.5	9	3	22.0	

בסמסטר זה מומלץ להרשם לקורס 314100 "עקרונות ודרכי למידה בהנדסת חומרים" במסגרת נקודות הבחירה החופשית.  
(\*) המעבדה התקיים במרוכז שלוש פעמים בסמסטר.

### סמסטר 2

4	2	-	5.0	104022 חדו"א 2 מ'
2	1	-	2.5	104131 משוואות דיפרנציאליות רגילות ח'
3	1	-	3.5	114052 פיזיקה 2 (3)
-	-	3	1.5	114081 מעבדה לפיזיקה 1
2	2	1	3.0	124118 יסודות כימיה ב' (**)
2.5	1	-	3.0	124220 כימיה אנליטית 1 מ'
3	2	-	4.0	314011 מבנה ותכונות חומרים הנדסיים
16.5	9	4	22.5	

(\*\*) המעבדה התקיים במרוכז שלוש פעמים בסמסטר.

### סמסטר 3

3	2	-	4.0	094481 מבוא לסטטיסטיקה והסתברות
2	2	-	3.0	104228 משוואות דיפרנציאליות חלקיות מ'
-	-	5	2.0	124212 מעבדה כימיה אנליטית 1 מורחב
4	2	-	5.0	124708 כימיה אורגנית 1מ'
4	2	-	5.0	124400 כימיה קוונטית 1
-	-	4	1.5	314009 מעבדה בחומרים הנדסיים ח'
-	2	-	1.0	394800 חינוך גופני
13	10	9	21.5	

### סמסטר 4

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

### סמסטר 5

2	1	-	2.5	124416 אלקטרומגנטיות וחומר
3	1	-	3.5	127427 מצב מוצק מורחב
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
14	7	-	17.5	

## מקצועות בחירה (פיזיקה)

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

ה'	ת'	מ'	נק'	קורס
3	1	-	3.5	114210 אופטיקה **
3	1	-	3.5	116029 מבוא לביופיזיקה **
3	1	-	3.5	116004 פיזיקה של גרעינים וחלקיקים יסודיים **
3	1	-	3.5	116354 אסטרופיזיקה וקוסמולוגיה
2	-	-	1.0	114226 דו"ח סגל מחקר סתיו
2	-	-	1.0	114227 דו"ח סגל מחקר אביב
2	-	-	2.0	116028 סמינר בפרקים נבחרים בפיזיקה-חורף
2	-	-	2.0	116030 סמינר בפרקים נבחרים בפיזיקה-אביב
3	1	-	3.5	116031 תורת האינפורמציה הקוונטית
2	-	-	2.0	117010 שיטות ניסיוניות במצב מוצק
2	1	-	2.5	116105 שיטות סטטיסטיות ונומריות בפיזיקה
3	2	-	3.5	117015 פיזיקה של אטומים ומולקולות
2	1	-	2.5	117016 פיסיקת הפלסמה
2	1	-	2.5	117018 פיזיקה של מוליכים למחצה
3	-	-	3.0	117021 על מוליכות ועל נוזליות
3	-	-	3.0	117066 אופטיקה מתקדמת
2	1	-	2.5	117090 אסטרופיזיקה תצפיתית
3	-	-	3.0	117098 כאוס המילטוני
3	1	-	3.5	117140 תורת החבורות בפיזיקה
-	-	6	3.0	116250 מעבדה לפיזיקה 5 ת'
2	-	-	2.0	116033 תהליכים גרעיניים באסטרופיזיקה
-	-	8	4.5	114027 מעבדה לפיזיקה 5
3	-	-	3.0	116161 נושאים בפיסיקה תיאורטית
3	-	-	3.0	116163 נושאים בפיזיקה ניסויית 1
3	-	-	3.0	116321 ביופיזיקה של התא
3	-	-	3.0	117001 תורת המיתרים למתחילים
3	-	-	3.0	117002 אי לינאריות וכאוס
3	-	-	3.0	117003 פיזיקה של מים ותמיסות מימיות
2	-	-	2.0	117004 שיטות ניסיוניות במצב מוצק 2
3	1	-	3.5	117006 פיזיקה מזוסקופית
-	-	3	1.5	114037 מעבדה לפיזיקה 4 מח' (1)
2	-	-	2.0	114102 מרחבי זמן וחורים שחורים
3	1	-	3.5	116003 פיזיקה של לייזרים
3	1	-	3.5	116027 פיזיקה של זורמים
3	1	-	3.5	117140 תורת החבורות בפיזיקה
2	2	-	3.0	214301 דרכי הוראת הפיזיקה 1

(1) יש ללמוד בצמוד או אחרי 116217 "פיזיקה של מצב מוצק"

## מקצועות בחירה (פקולטות אחרות)

2	2	-	3.0	034033 אנליזה נומרית
2	1	-	2.5	034044 מבוא לשיטות ניסוי
2	1	-	2.5	035124 אנליזת תהליכי עיבוד
3	-	-	3.0	036065 אלקטרו ומגנטו מכניקה לשפעול וחישה
-	-	2	1.0	044099 מעבדה להנדסת חשמל
3	1	-	3.5	044109 מבוא להנדסת חשמל
1	4	-	3.5	044238 מעבדת תהליכים במיקרואלקטרוניקה
2	1	-	3.0	046773 התקני מוליכים למחצה אלקטרואופטיים
-	-	6	2.5	054369 מעבדה להנדסת פולימרים
2	-	-	2.0	056166 תופעות שטח וקולואידים
3	1	-	3.5	094591 מבוא לכלכלה
3	1	-	3.5	124417 כימיה פיסיקלית-ספקטרוסקופיה מולקולרית
3	-	-	3.0	127403 כימיה פיסיקלית של השטח
2	-	-	2.0	134127 נושאים בביולוגיה מודרנית

## מקצועות בחירה חופשית מומלצת

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

מספר	ה'	ת'	מ'	נק'	שם	מספר
6						
124213	1	1	-	1.5	כימיה אנליטית 2 מורחב	315053 פולימרים ביו רפואיים
124417	3	1	-	3.5	כימיה פיסיקלית- ספקטרוסקופיה מולקולרית	315056 גידול גבישים
314311	2	1	-	2.5	חומרים קרמיים ורפרקטוריים	315057 מדע חישובי של חומרים
314312	2	1	-	2.5	מבוא לחומרים פולימריים	315058 שיטות לניתוח חומרים באמצעות מחשב
315008	3	1	-	3.5	התנהגות מכנית של חומרים	315242 הנדסת חומרים מרוכבים
315030	2	1	-	2.5	תכונות חומרים אלקטרוניים	315721 מבנה והתנהגות של פולימרים
315039	3	2	-	4.0	מעבר תנע חום ומסה	316240 יסודות הקריסטלוגרפיה
	16	8	-	20		316424 התמצקות וטכנולוגית היציקה
						317000 תכונות חומרים מוצקים יוניים
						317531 יישומי מחשב בהנדסת חומרים
						317627 מגעים ומטליזציה להתקני מיקרואלקטרוניקה

**7 סמסטר**

1124305	2	1	-	2.5	כימיה אי אורגנית
124608	-	-	6	2.5	מעבדה כימיה פיסיקלית להנ.חומרים
134127	2	-	-	2.0	נושאים בבילוגיה מודרנית
314532	2	1	-	2.5	קורוזיה ושיטות הגנה
315001	-	-	4	2.0	מעבדת חומרים מתקדמת 1 ח'
	6	2	10	11.5	

**מקצועות בחירה מכימיה**

יש לבחור לפחות 11.5 נקודות מרשימה כוללת זו שצריכים לכלול בתוכם לפחות:

**8 סמסטר**

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

**9 סמסטר**

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

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

324329	1			2.0	פילוסופיה של המדע
124210	2			2.5	כימיה ביו אי אורגנית
124300	2			5.0	כימיה ביו אי אורגנית
*124355	1			6.0	פרויקט מחקר מיוחד בכימיה(1)
124357	2			2.0	מבוא למחקר בכימיה
124703	2			2.5	מבנה ופעילות כימיה אורגנית
124902	2			2.5	מעבדה כימיה אורגנית 2
126902	2			2.5	מעבדה אורגנית פיסיקלית
*126200	2			3.0	כימיה אי-אורגנית מתקדמת
126302	2			2.0	מעבדה כימיה אנליטית מתקדמת בניטור סביבתי
126303	2			3.0	מעבדה מתקדמת בכימיה אי אורגנית ואורגנומתכתית
126600	2			3.0	מעבדה מתקדמת בכימיה פיסיקלית
*126601	2			3.0	כימיה פיסיקלית מתקדמת עיונית
*126602	2			3.0	כימיה פיסיקלית מתקדמת ניסיונית
126603	2			3.0	כימיה חישובית יישומית
*126700	2			3.0	כימיה אורגנית מתקדמת
126701	2				או כימיה אורגנית מתקדמת 2
126703	2				או כימיה אורגנית מתקדמת 3
126901	2			3.0	מעבדה מתקדמת בכימיה אורגנית
127100	2			2.0	פטנטים בכימיה
127107	2			2.0	כימיה של פורפירינים ומטולופורפירינים
127108	2			2.0	כימיה אורגנומתכתית של מתכות מעבר
127205	2			2.0	קביעת מבנה גבישי ע"י דיפרקציה קרני X
127206	2			2.0	כימיה אנליטית באמצעות לייזרים
124208	2			2.0	ביוכימיה אנליטית
127403	2			3.0	כימיה פיסיקלית של השטח
127406	2			2.0	תהודה מגנטית גרעינית
127408	2			2.0	פוטוכימיה פיסיקלית
127415	2			3.0	שיטות חישוב בכימיה קוונטית ויישומן
127418	2			2.0	כימיה של מוליכים למחצה
127421	2			3.0	שיטות ניסיוניות ומתקדמות בפיזיקה כימית
127423	2			3.0	תורת פיזור קוונטית ושימושיה בכימיה
127424	2			3.0	שיטות ויישומים מתקדמים בתמ"ג
127425	2			3.0	מאה גישות לפתרון משוואות שרדינגר
127430	2			3.0	אופטואלקטרוניקה ואלקטרוניקה מולקולרית
127432	2			2.0	שיטות ניסיוניות בפולסי לייזר קצרים
127433	2			3.0	שיטות ניסיוניות במדעי השטח

- (1) מומלץ לקחת את הקורס 104016 "אלגברה 1 מ"מ" (5.0 נקודות). הפרש הניקוד בין הקורסים ייחשב כניקוד לבחירה פקולטית
- (2) לחסרי סיווג בפיזיקה מכניקה יינתן הקורס "פיזיקה 1 ל"מ" (114077).
- (3) לחסרי סיווג בפיזיקה חשמל יינתן הקורס "פיזיקה 2 ל"מ" (114078).

**מקצועות בחירה (הנדסת חומרים)**

על הסטודנט לבחור לפחות 11.5 נקודות לפחות מרשימה זו.

314014	2	1	-	2.5	חומרים ביו רפואיים
314124	2	1	-	2.5	נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים
314126	2	-	-	2.0	נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים
314306	2	1	-	2.5	עבוד חומרים בעזרת קרני לייזר
314309	2	1	-	2.5	תהליכי עיבוד ויצור חומרים
314316	2	1	-	2.5	תהליכי חיבור
315012	2	1	-	2.5	בחירת חומרים מתקדמת
315016	2	1	-	2.5	התקני מוליכים למחצה להנדסת חומרים
315017	2	1	-	2.5	תהליכי גימור וציפויים
315018	2	-	-	2.0	חומרים בהנדסה ביו-רפואית
315021	2	1	-	2.5	מטלורגית אבקות
315025	-	-	6	3.0	פרויקט מתקדם בחומרים 2
315027	2	1	-	2.5	אמינויות התקני מיקרואלקטרוניקה
315031	2	1	-	2.5	חומרים אלקטרוניים קרמיים
315034	2				תהליכי עיבוד וייצור של חומרים קרמיים
315035	-	-	6	3.0	פרויקט בחירה בהנדסת חומרים
315038	-	-			חומרים למערכות מיקרו-אלקטרומכניות
315040	2	1	-	2.5	מבוא למדעי הזכוכית
315041	2	1	-	2.5	תופעות אופטיות בחומרים
315042	2	-	-	2.0	מבוא לננומדע וננוטכנולוגיה
315044	2	1	-	2.5	חומרים אופטיים
315045	3	1	-	3.5	תהליכי ייצור במיקרואלקטרוניקה
315046	2	-	-	2.0	אריזות לרכיבי VLSI מתקדמות
315049	2	-	-	2.0	ביומינרליזציה
315050	2	1	-	2.5	דבקים ומחברים

## תכנית לימודים משולבת לתואר מוסמך למדעים בהנדסת חומרים וביולוגיה

על מנת להשלים את התואר, יש לצבור 181.5 נקודות לפי הפרוט הבא:

<b>מקצועות יסוד וחובה</b>	<b>151.5 נק'</b>	
<b>מקצועות בחירה פקולטית</b>	<b>20 נק'</b>	
<b>מקצועות בחירה חופשית- 6 נק' העשרה</b>	<b>10.0 נק'</b>	
<b>4 נק' בחירה חופשית</b>		
<b>סה"כ</b>	<b>181.5 נק'</b>	

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

### מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 1
3.5	2	-	4.5	אלגברה לינארית מ' 104019
4	2	-	5.0	חדו"א 1 מ' 104018
2	1	-	2.5	פיזיקה 1 (1) 114051
4	2	-	5.0	יסודות הכימיה 124120
3	-	-	3.0	ביולוגיה 1 134058
16.5	7		20	

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

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 2
4	2	-	5.0	חדו"א 2 מ' 104022
2	1	-	2.5	משוואות דיפרנציאליות רגילות ח' 104131
3	1	-	3.5	פיזיקה 2 (2) 114052
4	2	-	5.0	כימיה אורגנית 125801
2	1	3	2.5	מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה 134019
3	2	-	4.0	מבנה ותכונות חומרים הנדסיים 314011
18	9	3	22.5	

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 3
3	2	-	4.0	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה 094481
2	2	-	3.0	משוואות דיפרנציאליות חלקיות מ' 104228
3	2	-	4.0	כימיה פיסיקלית לרפואנים 124510
3	1	-	3.5	גנטיקה כללית 134020
2	1	-	2.5	ביולוגיה מולקולרית 134082
3	1	-	3.5	מסלולים מטבולים 134113
-	-	4	1.5	מעבדה בחומרים הנדסיים ח' 314009
16	9	4	22	

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 4
-	-	5	1.0	מעבדה ביסודות הכימיה 124122
3	1	-	3.5	פיזיולוגיה 134117
3	-	-	3.0	מיקרוביולוגיה ווירולוגיה 134121
3	1	-	3.5	ביולוגיה של התא 134128
3	2	-	4.0	תרמודינמיקה של חומרים 315003
2	1	-	2.5	דיפוזיה במוצקים 315051
4	-	-	3.0	אנגלית טכנית מתקדמים ב' 324033
-	2	-	1.0	חינוך גופני 394800
18	7	5	21.5	

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 5
4	2	-	5.0	כימיה קוונטית 1 124400
1	-	5	2.5	מעבדה בגנטיקה מולקולרית 134142
2	1	-	2.5	מבוא למכניקת המוצקים 314003
3	2	-	4.0	אפיון מבנה והרכב חומרים 314006
2	1	-	2.5	מבוא לביוחומרים 314014
2	1	-	2.5	תכונות ושימושים של חומרים מתכתיים 315037
2	1	-	2.5	קינטיקת טרנספורמציות בחומרים 315052
16	8	5	21.5	

3.0	דינמיקה, דיפוזיה וחיכוך על פני השטח 127434
3.0	תופעות רונוס בטבע 127435
2.0	תרמודינמיקה של מערכות קטנות 127436
2.0	פוטוקטליזה 127437
4.0	סימטריה בכימיה 127438
2.5	פוטוכימיה ביולוגית 127441
3.0	פיזיקה וכימיה של מערכות קטנות 127442
3.0	אלקטרוניקה מולקולרית 127443
2.5	יסודות הסימטריה 127500
2.0	כימיה אורגנית פיסיקלית 127708
2.0	אורביטלים מולקולריים בכימיה אורגנית 127710
2.0	חידושים בכימיה אורגנית סינתטית 127716
2.0	מבוא לכימיה של פולימרים 127724
2.0	תרכובות אורגנומתכתיות בסינתזה אורגנית 127727
2.0	יסודות הקבוצה הראשית בכימיה אורגנית 127728
2.5	קביעת מבנה בשיטות פיסיקליות 127730
2.5	כימיה וביוכימיה של פחמימות 127731
2.0	קטליזה הומוגנית 127735
2.0	תרכובות ניטרן 127736
3.5	כימיה אורגנית 3 מורחב 127738
2.0	כימיה ביוכימית 127739
2.0	פולימרים: מסינתזה לארכיטקטורה 127740
3.0	כימיה של פפטידים וחלבונים 127741
(1)	מותנה במציאת מנחה. השלמת 75 נק' לפחות ומוצע מצטבר של 80 לפחות.

### מקצועות בחירה (פקולטות אחרות)

על הסטודנט לבחור לפחות 4 נקודות מרשימה זו.

ה'	ת'	מ'	נק'	מקצועות בחירה (פקולטות אחרות)
2	2	-	3.0	אנליזה נומרית 034033
2	1	-	2.5	מבוא לשיטות ניסוי 034044
2	1	-	2.5	אנליזת תהליכי עיבוד 035124
3	-	-	3.0	אלקטרו ומגנטו מכניקה לשפעול וחישה 036065
-	-	2	1.0	מעבדה להנדסת חשמל 044099
3	1	-	3.5	מבוא להנדסת חשמל 044109
1	-	4	3.5	תהליכים במיקרואלקטרוניקה 044239
-	-	-	046773	התקני מוליכים למחצה אלקטרואופטיים
-	-	6	2.5	מעבדה להנדסת פולימרים 054369
2	-	-	3.0	תופעות שטח וקולואידים 056166
3	1	-	3.5	מבוא לככלה 094591

### מקצועות בחירה חופשית מומלצת

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



קוד	שנה	סמסטר	חומר	ק"מ	ק"מ	ק"מ	ק"מ	ק"מ	ק"מ
315034	2	2	תהליכי עיבוד וייצור של חומרים קרמיים	2.5	-	1	2	2	2
315035	3	6	פרויקט בחירה בהנדסת חומרים	2.5	5	-	1	1	1
315038	2	1	חומרים למערכות מיקרו-אלקטרוניקה	2.5	-	1	2	2	2
315040	2	1	מבוא למדעי הזכוכית	2.5	-	1	2	2	2
315041	2	1	תופעות אופטיות בחומרים	3.5	-	1	3	3	3
315042	2	-	מבוא לנומדיע ונוטכנולוגיה	4.0	-	2	3	3	3
315044	2	1	חומרים אופטיים	1.0	-	-	-	2	2
315045	3	1	תהליכי ייצור במיקרואלקטרוניקה	18.5	6	7	13	13	13
315046	2	-	אריזות לרכיבי VLSI מתקדמות	2.0	-	-	-	-	-
315050	2	1	דבקים ומחברים	2.5	-	1	2	2	2
315053	2	1	פולימרים ביו רפואיים	3.0	-	-	3	3	3
315056	1	-	גידול גבישים	3.0	-	-	3	3	3
315057	2	1	מדע חישובי בחומרים	2.5	-	1	2	2	2
315058	2	1	שיטות לניתוח חומרים באמצעות מחשב	2.0	1	-	2	2	2
315242	2	1	הנדסת חומרים מרוכבים	2.0	4	-	-	-	-
315721	2	1	מבנה והתנהגות של פולימרים	17.0	6	4	15	15	15
316240	2	-	יסודות הקריסטלוגרפיה	2.5	-	1	2	2	2
316424	2	-	התמצקות וטכנולוגיית היציקה	2.0	4	-	-	-	-
317000	2	-	תכונות חומרים מוצקים יוניים	2.0	4	-	-	-	-
317531	2	-	יישומי מחשב בהנדסת חומרים	4.5	4	1	2	2	2
317627	2	-	מגעים ומטליזציה להתקני מיקרואלקטרוניקה	4.0	8	-	-	-	-
				4.0	8	-	-	-	-

**רשימה ב': מקצועות בחירה מביולוגיה**

יש לבחור לפחות קורס אחד מכל רשימות 1 ו-2ב

**רשימה 1א**

134133	2	1	אבולוציה	2.0	-	1	2
134069	2	1	ביולוגיה של התפתחות	2.5	-	1	2
134136	2	1	ביו-פיזיקה מולקולרית	2.5	-	1	2

**רשימה 2א**

134055	2	-	אנדוקרינולוגיה	2.0	-	-	2
136016	2	-	פרקים נבחרים בנירוביולוגיה	2.0	-	-	2

**רשימה 3א**

134039	2	-	וירולוגיה מולקולרית	2.0	-	-	2
134040	3	-	פיזיולוגיה מולקולרית של הצמח	3.0	-	-	3
134049	-	-	פרויקט מחקר בביולוגיה (1)	4.0	12	-	-
134088	-	-	מעבדה מתקדמת בביולוגיה (1)	2.0	4	-	-
134119	2	-	בקרת הביטוי הגנטי	2.5	-	-	2
134123	2	1	סמינר בביולוגיה	2.0	-	1	2
134140	2	-	יוביקוויטין ומחזור חלבונים	2.0	-	-	2
134129	2	-	הביולוגיה של מחלת הסרטן	2.0	-	-	2
134137	2	-	תאי גזע	2.0	-	-	2
134139	2	-	פוטוביולוגיה	2.0	-	-	2
134141	2	1	גישות חישוביות במדעי החיים	2.5	-	1	2
134144	1	5	מעבדה בפיזיולוגיה של הצמח	1.5	5	-	1
134134	-	-	מעבדה בעולם החי(2)	1.5	5	-	-
134145	2	-	מדעי התרופה	2.0	-	-	2
134148	2	2	גישות מחקר בביולוגיה מבנית	3.0	-	2	2
134149	2	-	ביולוגיה וביוטכנולוגיה של פטריות	2.0	-	-	2
134147	2	-	מטבוליזם ומחלות באדם	2.0	-	-	2
134151	2	-	העולם המודרני של הרני"א	2.0	-	-	2
134153	2.5	1	אקולוגיה	3.0	-	1	2.5
136014	2	-	פיתוח תרופות ביולוגיות	2.0	-	-	2
136088	3	-	גנטיקה מולקולרית של האדם	3.0	-	-	3
136090	2	-	עקרונות המבנה וההכרה של תפקוד דנא	2.0	-	-	2

(1) לחסרי סיווג בפיזיקה מכניקה יינתן הקורס "פיזיקה 1ל" (114077).

(2) לחסרי סיווג בפיזיקה חשמל יינתן הקורס "פיזיקה 2ל" (114078).

**מקצועות בחירה חופשית מומלצת**

314100 עקרונות ודרכי למידה בהנדסת חומרים 1 - - 1.0

**מקצועות בחירה פקולטית**

על הסטודנט לבחור לפחות 20 נקודות מהן לפחות 10.0 נקודות מרשימה א' ולפחות 10.0 נקודות מרשימה ב'.

**רשימה א': מקצועות בחירה מהנדסת חומרים**

יש לבחור לפחות קורס אחד מרשימה 1א

**רשימה 1א**

315049 ביומנרליזציה חומרים ביולוגיים 2 - 2.0

315018 חומרים בהנדסה ביו רפואית 2 - 2.0

**רשימה 2א**

314124 נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים 2 - 1 2.5

314126 נושאים מתקדמים בהנדסת חומרים 2 - - 2.0

314306 עבוד חומרים בעזרת קרני לייזר 2 - 1 2.5

314309 תהליכי עיבוד וייצור חומרים 2 - 1 2.5

314316 תהליכי חיבור 2 - 1 2.5

315012 בחירת חומרים מתקדמת 2 - 1 2.5

315016 התקני מוליכים למחצה להנדסת חומרים 2 - 1 2.5

315017 תהליכי גימור וציפויים 2 - 1 2.5

315021 מטלורגית אבקות 2 - 1 2.5

315025 פרויקט מתקדם בחומרים 2 - - 3.0

315027 אמינות התקני מיקרואלקטרוניקה 2 - 1 2.5

315031 חומרים אלקטרוניים קרמיים 2 - 1 2.5

## לימודים לתארים מתקדמים

במסגרת תארים מתקדמים מציעה הפקולטה תכניות לימודים לתארים מגיסטר ודוקטור במדעי החומרים ובהנדסת חומרים.

תחומי ההתמחות בפקולטה כוללים: חומרים אלקטרוניים, ננו-חומרים, מטלורגיה פיסיקאלית, חומרים קרמיים, פולימרים וחומרים פלסטיים, חומרים מרוכבים, קורוזיה ואלקטרוכימיה, חומרים לתחום האנרגיה, חישובים תאורטיים של מבנה ותכונות חומרים.

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
- תהליכים מטלורגיים
- תכונות אופטיות, חשמליות ודיאלקטריות
- תרכובות בין מתכתיות
- חומרים קרמיים
- ננוגבישים
- פולימרים
- שכבות דקות
- ציפויים
- קורוזיה ותופעות שטח
- חומרים לתחום האנרגיה
- אפיון חומרים
- חישוב תאורטי של תכונות ומבנה חומרים.

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

### מלגות

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

## לימודים לתואר מגיסטר

### תנאי הקבלה

תנאי הקבלה להשתלמות לתואר מגיסטר הנו רקע לימודי הסמכה מתאים וציון ממוצע גבוה (מעל 80), ושני מכתבי המלצה. ועדת תארים מתקדמים היחידתית תיקח בחשבון, בכל מקרה, את הרקע האקדמי וניסיונו המקצועי של המועמד.

**קבלה סופית מותנית במציאת מנחה.**

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

#### הדרישות העיקריות לקבלת התואר מגיסטר הן:

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

### רשימה ג': מקצועות בחירה מפקולטות אחרות

034033	אנליזה נומרית	2	2	-	3.0
034044	מבוא לשיטות ניסוי	2	1	-	2.5
035124	אנליזת תהליכי עיבוד	2	1	-	2.5
036065	אלקטרו ומגנטו מכניקה לשפעול וחישה	3	-	-	3.0
044099	מעבדה להנדסת חשמל	-	-	2	1.0
044109	מבוא להנדסת חשמל	3	1	-	3.5
046773	התקני מוליכים למחצה	2	1	-	3.0
	אלקטרואופטיים	-	-	-	2.5
054369	מעבדה להנדסת פולימרים	-	-	6	2.0
056166	תופעות שטח וקולואידים	2	-	-	2.0
064413	מעבדה במיקרוביולוגיה (3)	-	-	4	1.5
064611	טוקסולוגיה סביבתית	2	-	-	2.0
066327	שיטות פיסיקליות לאפיון ביומולקולות	2	-	-	2.0
066520	ניתוח תהליכים בתעשייה הביוטכנולוגי	2	1	-	2.5
094591	מבוא לכלכלה	3	1	-	2.5
096414	סטטיסטיקה תעשייתית(4)	3	1	-	3.5
104214	טורי פורייה והתמרות אינטגרלית	2	1	-	2.5
124212	מעבדה בכימיה אנליטית 1 מורחב	-	-	5	2.0
124414	כימיה פיסיקלית- קינטיקה כימית	2	1	-	2.5
124416	אלקטרומגנטיות וחומר	2	1	-	2.5
124417	ספקטרוסקופיה מולקולרית	3	1	-	3.5
124909	מעבדה בכימיה אורגנית לבי"מ	-	-	6	2.5
124911	מעבדה כימיה אורגנית 1	-	-	8	3.0
127718	כימיה ביואורגנית של אנזימים	2	-	-	2.0
127730	קביעת מבנה בשיטות פיסיקליות	2	1	-	2.5
236523	מבוא לביואינפורמטיקה	2	1	-	2.5

- (1) מותנה במציאת מנחה, השלמת 90 נקודות לפחות ומוצע מצטבר של 80 לפחות.
- (2) המעבדה כוללת חומר מן החי.
- (3) למסלול זה - מותנה באישור המרצה. רישום ידני.
- (4) ניתן לקחת קורס אחד מבין השניים.

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

**תנאי הקבלה**

תנאי הקבלה למסלולים הנ"ל הינם: הסכמת מנחה, 2 מכתבי המלצה, המלצת ועדה מראיית פקולטת המורכבת משלושה חברי סגל אשר תראיין בע"פ את המועמד על מאמרים כל אחד בתחומו. הוועדה לתארים מתקדמים תדון ותחליט בקבלת המועמד ואישור נושא המחקר.

**דרישות הלימוד**

- במסלול המיוחד (ישירות מהתואר הראשון) - 25 נקודות (4 נקודות ממקצועות ליבה לפחות).
- במסלול הישיר (תוך כדי הלימודים לתואר מגיסטר) - 24 נקודות (כולל 4 נקודות ממקצועות ליבה לפחות)
- במסלול הרגיל - 8 נקודות לפחות.
- לאחר קבלתו המועמד נדרש להגיש הצעת מחקר כתובה לביה"ס ולהבחן עליה לפני ועדת בוחנים המורכבת מחמישה חברי סגל. תקופת הזמן להגשת החיבור תקבע ע"י ביה"ס לתארים מתקדמים אבל לא תעלה על שנה מיום קבלתו למסלול.
- לאחר בחינת המועמדות יבצע המשתלם מחקר בתקופה שהוקצבה על ידי ביה"ס לתארים מתקדמים. לקראת סיום תקופה זו נדרש המשתלם להציג סמינר על עבודתו בפקולטה, להגיש חיבור בכתב המסכם את עבודת המחקר ולהבחן עליו בפני ועדה של לפחות 3 חברי סגל.
- קבלת התואר ע"י הטכניון מותנית בעמידה בהצלחה בכל השלבים והתנאים מעלה.

**"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 לתארים מתקדמים, 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 בנתיב ללא תזה, אשר יהיו מעוניינים לעבור לנתיב מחקר לקראת התואר "מגיסטר למדעים בהנדסת חומרים", יידרשו להסכמת מנחה להנחיה וביצוע מחקר, ולאישור הוועדה היחידתית לתארים מתקדמים בהתאם 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 לתארים מתקדמים, 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. מוצעים שלושה מסלולים:

1. לסטודנטים מצטיינים בלימודי הסמכה (ציון ממוצע מעל 88) מוצע **מסלול מיוחד לדוקטורט**, בו משך ההשתלמות קצר ויותר והמלגה למשתלם גבוהה יותר.
2. לסטודנטים מצטיינים בלימודים ובמחקר לתואר מגיסטר שסיימו למודי הסמכה בציון מעל 83, יתאפשר מעבר **למסלול ישיר לדוקטורט** לאחר כשנה מתחילת למודי תואר מגיסטר. מסלול זה מאפשר קיצור משך ההשלמות הכוללת.
3. **המסלול הרגיל** - לסטודנטים מצטיינים שסיימו למודי מגיסטר בציון 90 ומעלה (במקצועות ובתזה) וועדת הבוחנים על התזה המליצה על יכולתם להמשיך לתואר דוקטור.

**מידע נוסף**

מזכירות תארים מתקדמים בפקולטה  
 טל. 04-8293845, פקס 04-8295677  
 E-mail: [ruthi@tx.technion.ac.il](mailto:ruthi@tx.technion.ac.il)  
 אתר הפקולטה למדע והנדסה של חומרים:  
<http://materials.technion.ac.il>