

# הפקולטה להנדסה כימית

4. הדמייה (סימולציה) של תהליך לצורך שיפור התפוקה ובקרת איכות הסביבה .

עקב הכשרתו הרחבה עוסק המהנדס הכימי אף בתחומים לא שגרתיים כגון: פתרון בעיות זיהום אויר ומים, פיתוח מקורות אנרגיה חדשים, התפלת מים, יישום תעשייתי של תהליכים ביו-טכנולוגיים.

תפקיד הפקולטה להנדסה כימית הוא להכשיר מהנדסים כימיים בעלי ידע מדעי והנדסי רחב לצרכיה המגוונים של התעשייה הכימית. תוכנית הלימודים הנה ארבע שנתית ומובילה לקראת התואר "מוסמך למדעים בהנדסה כימית".

## מהלך הלימודים בהנדסה כימית

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 156.0 נקודות לפי הפרוט הבא:

נק'	115.0	מקצועות חובה
נק'	31.0	מקצועות בחירה
נק'	10.0	מקצועות בחירה חופשית:
	6.0	נקודות העשרה
	4.0	בחירה חופשית

המסלול הרגיל בהנדסה כימית מחולק למספר מגמות. כל סטודנט יכול לבחור אחת מבין חמש מגמות המתארות כיוונים שונים במקצוע:

- המגמה הכללית
- המגמה לחומרים בהנדסה כימית
- המגמה לטכנולוגיות סביבתיות
- המגמה להנדסת תהליכים ביוכימיים
- המגמה להנדסה כימית כמותית

קורסי החובה זהים לכל הסטודנטים, ונותנים רקע כללי מקיף במקצוע. לכן, בחירה במגמה כלשהי אינה בהכרח סופית ואינה מעמידה מגבלות כלשהן על המהנדס הבוגר. מטרת המגמות להקל על הסטודנטים בבחירת כיוון הנראה להם מעניין יותר מלכתחילה. תוכנית הלימודים הבסיסית ותוכנית המגמות נבנו בצורה שתביא לכך שהבוגרים של כל מגמה יהיו מהנדסים כימיים לכל דבר, ויוכלו לעסוק בכל נושא ובכל משרה הנדסית, על פי כישוריהם, בלי כל קשר לבחירת מגמת הלימודים.

מילוי דרישות הלימודים של כל מגמה יצוין באישור נפרד אשר יינתן לסטודנט בתום הלימודים.

## הנדסת הסביבה - מסלול ארבע-שנתי

מסלול משותף לפקולטות הנדסה כימית, הנדסה אזרחית וסביבתית והנדסת ביוטכנולוגיה ומזון. ההרשמה דרך הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית. מהנדס סביבה בעל הכשרה תהליכית מסוגל לתכנן ולבצע תהליכים המונעים זיהום סביבתי – תוך הנחה בסיסית שיותר קל, זול ונכון למנוע נזקים לסביבה ע"י תכנון מראש מאשר לתקן נזקים שכבר נגרמו. תוכנית הלימודים הייחודית מכשירה את מקבלי התואר לעסוק במגוון רחב של נושאים בתחומי מחקר, תכנון, הקמה, ביצוע, תפעול ופיקוח בהנדסה סביבתית תהליכית.

התכנית מקנה רקע חזק במקצועות יסוד מדעיים והנדסיים סביבתיים המבוססים על מדעי הכימיה, הפיזיקה והביוטכנולוגיה תוך הכרת התרמודינמיקה. התוכנית מדגישה נושאי הנדסת תהליכים תוך לימוד תהליכי הפרדה לסילוק מזהמים מזרמים נוזליים, גזיים וכן השבת מרכיבים מפסולת מוצקה ועד לתכנון ריאקטורים למניעת מפגעים. התוכנית מאפשרת ללמוד על

### פרופסורי משנה

גזית עוז  
מנור עופר  
שרודר אבי

### מרצה בכיר

סגל-פרץ תמר

### פרופסור מחקר אמריטוס

תדמור זאב

### פרופסורים אמריטי

חסון דוד  
טלמון ישעיהו  
לביא רם  
מרמור אברהם  
ניר אבינעם  
נרקיס משה  
סמיט רפאל  
פיסמן ליאוניד  
קהת אפרים  
רם אריה  
שיינטוך משה

### בגמלאות עם רשות הוראה

אור-אל אלוף

### חברי הסגל האקדמי

#### דקן הפקולטה

גרדר גדעון

#### פרופסורים

ביאנקו-פלד חבצלת  
ברנדון שמעון  
גרדר גדעון  
חאיק חוסאם  
כהן יכין  
לויין דניאל  
פז ירון

#### פרופסורים חברים

ברנר נעמה  
דריו דקל  
לישנסקי אלכסנדר  
סרבניק שמחה  
פרגר ויאצ'סלב (סלבה)  
צור יועד

## לימודי הסמכה

הפקולטה מציעה מסלולים לתואר בהנדסה כימית ולתואר בהנדסה ביוכימית בשיתוף עם הפקולטה לביוטכנולוגיה. בנוסף הפקולטה מאפשרת למועמדים במסלול להנדסת הסביבה.

## המסלול לתואר בהנדסה כימית

### תחומי עיסוק ואפשרויות תעסוקה

התעשייה הכימית בישראל ובעולם מייצרת כיום אלפי מוצרים הדרושים לאדם המודרני. המהנדסים הכימיים הם אנשי המפתח של התעשייה הכימית על כל ענפיה ופעילויותיה.

דרישת השוק למהנדסים כימיים הינה מגוונת ביותר. כל תעשייה המתבססת על ייצור וטיפול בחומרים, צורכת בוגרי הנדסה כימית בתור מהנדסי תכנון, תהליך ובקרה. בשנים האחרונות מספר רב של בוגרים פונה לתעשיית המיקרו אלקטרוניקה ובמקביל לתעשיות הביוטכנולוגיה, המזון, התרופות, הפטרוכימיה, תעשיית המחצבים והתעשיות הביטחוניות. לתת מענה לדרישה הגוברת בתחום המיקרואלקטרוניקה, ולאור ההתפתחות הצפויה בתחום הביוכימיה והביוטכנולוגיה המולקולרית, נפתחו בשנת 2000 שתי מגמות לימוד חדשות בתחומים אלו: **המגמה להנדסת תהליכים ביוכימיים, והמגמה למיקרו ונווטכנולוגיות.**

מגוון התפקידים של בוגרי הנדסה כימית הוא רחב ביותר ולהלן מספר דוגמאות:

1. ניהול מפעל או תשלובת כימית.
2. תכנון תהליכים ומפעלים כימיים או ביוכימיים.
3. פיקוח על צוות המפעיל מתקן ייצור.

טכנולוגיות מתקדמות בהתפלגות מים, טיהור מערכות מים, השבת מים מפסולת תעשייתית ועירונית, מניעת זיהום אויר, וכוללת בין היתר דיני איכות הסביבה, ביוטכנולוגיה סביבתית ונושאים נבחרים אחרים.

## תוכנית הלימודים - הנדסה כימית

תוכנית זו מפורטת בהמשך ומורכבת מסל של מקצועות יסוד, מקצועות חובה ובחירה פקולטיים וכוללת אף מסלולי לימוד ייחודיים.

### 1. הקדמה

שנת הלימודים הראשונה בפקולטה מוקדשת ללימוד מקצועות יסוד מדעיים בתחומי המתמטיקה, הכימיה, הפיזיקה ומחשבים וכן להקניית ידע ראשוני בעקרונות ומאזנים של ההנדסה הכימית. השנה השנייה והשלישית מוקדשות בעיקר ללימוד מקצועות היסוד של ההנדסה הכימית. השנה הרביעית מיועדת למקצועות אינטגרטיביים, מקצועות תכן ולעבודת מחקר בנושא מקורי. הלימודים מלווים בתרגילי מעבדה בתחומים הבאים: הנדסה כימית, בקרת תהליכים, מחקר גמר והנדסת פולימרים. החל מהסמסטר השלישי מוצע לסטודנטים מגוון רחב של מקצועות בחירה, בהתאם לתחומי התעניינותם.

### 2. מקצועות חובה פקולטיים

מקצועות ומעבדות אלו כוללים סל של מקצועות מדעיים ושרשרת של מקצועות יסוד בהנדסה כימית, העוסקים בהיבטים עיוניים ויישומים בתחומים רבים כגון: זרימת פלואידים, מעבר חום וחומר, תכן וניתוח תהליכים, בקרת תהליך ותכן מפעלים כימיים.

### 3. מקצועות בחירה פקולטיים

בפקולטה להנדסה כימית בטכניון, מוצעים לכל סטודנט מסלולי התמחות מגוונים. כל סטודנט יכול לבחור אחת מבין חמש מגמות המתארות כיוונים שונים במקצוע:

יש להבהיר שבחירה במגמה כלשהי אינה בהכרח סופית ואינה מעמידה מגבלות כלשהן על המהנדס הבוגר. מטרת המגמות להקל על הסטודנטים בבחירת כיוון הנראה להם מעניין יותר מלכתחילה. תוכנית הלימודים הבסיסית ותוכנית המגמות נבנו בצורה שתביא לכך שהבוגרים של כל מגמה יהיו מהנדסים כימיים לכל דבר ויוכלו לעסוק בכל נושא ובכל משרה הנדסית, על פי כישוריהם, בלי כל קשר בבחירת מגמת הלימודים. מילוי דרישות הלימודים של כל מגמה יצוין באישור נפרד אשר ינתן לסטודנט בתום הלימודים.

#### להלן תאור של כל אחת מהמגמות:

##### המגמה הכללית

מיועד לסטודנטים שמעוניינים "לטעום" מכל נושא. סטודנט שבוחר במגמה זו יכול למצוא את מקומו במגוון האפשרויות שמציעה תוכנית הלימודים הפקולטית.

##### המגמה לחומרים

מהנדסי כימיה רבים עוסקים בתהליכי ייצור ועיבוד של חומרים בתעשיות הקשורות בחומרים אלקטרוניים, קרמיים ופלסטיים. פעילות ניכרת בנושאים אלה קיימת גם במוסדות המחקר. מטרת מגמת חומרים בהנדסה כימית היא להעניק לבוגרי הנדסה כימית רקע והכרה בנושאי ייצור, עיבוד ואפיון של חומרים ובכלל זה חומרים פלסטיים, חומרים במיקרו אלקטרוניקה וחומרים קרמיים. הלימודים במגמה זו מתבססים על מקצועות היסוד המדעיים והמקצועות הבסיסיים בהנדסה כימית. בנוסף לכך יינתנו קורסים ומעבדות בנושאי חומרים, חלקם בפקולטה להנדסה כימית, חלקם בפקולטות אחרות (הנדסת חומרים, כימיה). נושאים מתקדמים יילמדו בקורסים משולבים ללימודי הסמכה ומוסמכים.

### לימודים לקראת תואר ראשון נוסף הכולל תעודת הוראה

במקביל ללימודים לקראת תואר ראשון בפקולטה, קיימת אפשרות ללימודי תואר ראשון נוסף (הכולל תעודת הוראה) בפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה. לימודי התואר הראשון הנוסף הם באחת משמונה מגמות ההתמחות הבאות: הוראת מתמטיקה, הוראת פיזיקה, הוראת כימיה, הוראת ביולוגיה, הוראת מדעי המחשב, הוראת מדעי הסביבה, הוראת טכנולוגיה-מכונות, הוראת אלקטרוניקה-חשמל.

משרד החינוך מעניק למקבלי תואר זה רשיון הוראה בבתי ספר על יסודיים בתחום ההתמחות. הלימודים בהיקף של לפחות 36 נקודות. על לימודים אלה חלות כל התקנות הטכניוניות לגבי תואר ראשון נוסף. פרטים בפרק הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה.

## המסלול לתואר בהנדסה ביוכימית

### תחומי עיסוק ואפשרויות תעסוקה

בתעשייה הכימית ישנו מספר הולך וגדל של מוצרים הנשענים על ידע ופיתוחים מתחום הביוכימיה. היות והתעשייה הכימית מבוססת על גימלון (scale-up) של תהליכים מסקלה מעבדתית לסקלה תעשייתית, למהנדסים הביוכימיים יש תפקיד מרכזי בתעשייה הביוכימית המתפתחת בקצב מואץ בארץ ובעולם. שילובם של מהנדסים כימיים בתעשייה הביוכימית דורש הקנייה של ידע בביוכימיה ובביולוגיה מולקולרית במהלך התואר הראשון.

מטרת המסלול היא להכשיר בוגרים שיוכלו להשתלב ולהוביל את התעשייה הביוכימית וכן בוגרים שיוכלו להמשיך ללימודים מתקדמים הן במדעי החיים והן בהנדסה כימית.

בתום לימודיהם (4 שנים) יקבלו בוגרי התוכנית תואר מוסמך ב-"הנדסה ביוכימית".

### מהלך הלימודים בהנדסה ביוכימית

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 165.0 נקודות לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה	125.5	נק'
מקצועות בחירה	29.5	נק'
מקצועות בחירה חופשית:	10.0	נק'
נקודות העשרה	6.0	
בחירה חופשית	4.0	

מקצועות החובה מתחלקים לקורסי יסוד טכניוניים ושתי שרשראות של קורסי ליבה בפקולטה להנדסה כימית ובפקולטה לביולוגיה. קורסי הבחירה מאפשרים התמקדות בנושאים ספציפיים מתחומי ההנדסה הכימית והביולוגיה.

### קבלת סטודנטים

הרישום של הסטודנטים ייעשה בפקולטה להנדסה כימית ואילו האחריות האקדמית ללימודים הנה משותפת לפקולטה לביולוגיה ולפקולטה להנדסה כימית.

### המגמה לטכנולוגיות סביבתיות

מגמה זו מיועדת לסטודנטים בעלי מודעות סביבתית המעוניינים להשתלב באחד הנושאים החשובים הנוגעים לשיפור איכות החיים בעולמנו. לימודי היסוד הכוללים את כל נושאי הכימיה, תהליכי הפרדה ושימוש בריאקטורים כימיים מביאים את הסטודנטים בפקולטה להנדסה כימית לבסיס ידע רחב שאינו ניתן בשום מערכת אקדמית אחרת. מגמה זו תאפשר לנצל את הידע במקצועות היסוד של ההנדסה הכימית ביישום טכנולוגיות למניעת זיהום סביבתי, זיהום אויר, זיהום מקורות המים וזיהום היבשה. המגמה מתבססת על קורסי ההנדסה והכימיה הבסיסיים בפקולטה. הרחבת הידע באה לידי ביטוי בקורסי הליבה של המגמה. קורסי המבוא וקורסי הבחירה השונים מאפשרים מתן בסיס לקשר עם בעלי מקצוע אחרים העוסקים אף הם בנושאים סביבתיים. בוגרי הפקולטה משתלבים בצורה הטובה ביותר בחברות העוסקות בנושאים סביבתיים, תופסים תפקידים מרכזיים בארגוני שמירת הסביבה ועוסקים בהצלחה בכל נושאי המו"פ הקשורים עם איכות הסביבה.

### המגמה להנדסת תהליכים ביוכימיים

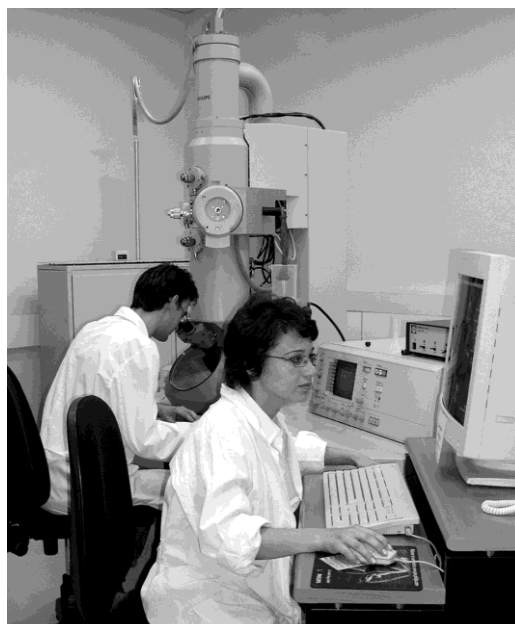
המגמה מאפשרת לבוגריה קבלת רקע טוב בתהליכים ביוכימיים וביומולקולריים, כדי שיוכלו להשתלב באותו חלק של התעשייה הכימית המודרנית המשלב תהליכים ביוכימיים, למשל, תעשיית תרופות מתוחכמות, וחומרי הדברה חדשניים. תעשייה זו, הנמצאת עדין בשלבי פתוח ראשוניים, צפויה להתפתח ולהיות לתעשייה המובילה במאה העשרים ואחת. כדי לקבל את הרקע המתאים ילמדו בוגרי המגמה, בין היתר, קורסים הקשורים במערכות ביולוגיות שפותחו בפקולטה עצמה, וקורסים שמציעה הפקולטה לביולוגיה. נושאי אפיון מערכות ביולוגיות גם הוא כלול בלימודי המגמה.

### המגמה להנדסה כימית כמותית

לימודים אנליטיים מוגברים, שישפרו את היכולת של המהנדס להיות יצירתי ומקורי ותאפשר לו להתמודד גם במהלך הלימודים ביתר הצלחה עם קורסים אנליטיים/תיאורטיים בפקולטה ובטכניון.

### 4. לימודי לתארים מתקדמים

הפקולטה מעודדת את בוגריה שסיימו תואר ראשון בהצטיינות להמשיך את לימודיהם לקראת תארים גבוהים של מגיסטר ודוקטור. מטרת לימודים אלו היא העמקת הידע העיוני והמחקרי והכשרת הבוגרים לתפקידי מפתח בתעשייה ובמחקר.



## תוכנית הלימודים לתואר בהנדסה כימית

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 156.0 נקודות לפי הפרוט הבא:

115.0	מקצועות חובה
31.0	מקצועות בחירה
10.0	מקצועות בחירה חופשית:
	-העשרה 6.0
	-בחירה חופשית 4.0
	סה"כ
156.0	

ה'-הרצאה, ת'-תרגיל, מ'-מעבדה, ע"ב-עבודות בית, נק'-נקודות  
מקצועות חובה - השיבוך המומלץ לפי סמסטרים

סמסטר 1 (חורף)	ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
104003^*	4	2	-	6	5.0
104019^*	4	2	-	3	4.5
124120	4	2	-	5	5.0
134058	3	-	-	3	3.0
324033^*	4	-	-	3	3.0
	19	6	-	20	20.5

ב-סמסטר זה מומלץ להירשם לקורס 054133 "מבט על הנדסה כימית וביוכימית" במסגרת נקודות הבחירה החופשית.  
א'למעוניינים במגמה הנדסה כימית כמותית, יש ללמוד קורסי מתמטיקה ומגברים בהתאם לרשום במגמה

סמסטר 2 (אביב)	ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
054135^*	2.5	2	-	4	3.5
104004^*	4	2	-	7	5.0
114051^*	2	1	-	4	2.5
125801	4	2	-	5	5.0
125101	1	1	-	3	1.5
394800^*	-	-	-	2	1.0
	14.5	10	-	23	18.5

ניתן ללמוד את הקורס 054132 מיני-פרוייקט רק בצמוד למבוא להנדסה כימית וביוכימית.

סמסטר 3 (חורף)	ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
104131^*	2	1	-	4	2.5
114052^*	3	1	-	4	3.5
125102	-	-	-	4	2.0
134019	2	1	-	3	2.5
234127^*	2	2	2	2	4.0
394800^*	-	-	-	2	1.0
	9	7	6	17	15.5

ניתן לשבץ בסמסטר זה את אחד הקורסים בסמסטריים

סמסטר 4 (אביב)	ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
054203	3	2	-	4	4.0
054316	2	2	1.5	5	3.5
104228^*	2	2	-	4	3.0
114054^*	3	1	-	4	3.5
124213	1	1	-	5	1.5
124911^*	-	-	-	8	3.0
	11	8	9.5	23	18.5

סמסטר 5 (חורף)	ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
054306	3	2	-	4	4.0
054136	2.5	2	-	4	3.5
054317	2	2	1.5	4	3.5
054408	3	1	-	4	3.5
124214	-	-	-	6	2.0
	10.5	7	7.5	19	16.5

סמסטר 6 (אביב)	ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
054305^*	2	1	-	4	3.5
054310	-	-	-	10	2.5
054374	2	2	-	4	3.0
054330	-	-	-	5	1.0
054409	2	1	-	4	2.5
	7	6	3	27	12.5

\*\*לבוחרים במגמה להנדסת תהליכים ביוכימיים בלבד – יש ללמוד את הקורס 054308 תהליכי הפרדה 2 להנדסה ביוכימית

סמסטר 7 (חורף)	ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
054400	2	-	-	3	2.5
054416	3	2	-	2	4.0
054314	2	2	-	4	3.0

9.5	16	3	4	5
-----	----	---	---	---

סמסטר 8 (אביב)	ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
054410	2	3	-	5	3.5
054411	2	3	-	4	3.5
054418	2	3	-	4	3.5
	2	3	-	5	3.5

\* ניתן פעמיים בשנה

### מקצועות בחירה

על כל סטודנט לבחור אחת מהמגמות ולהשלים לפחות סך של 31.0 נקודות לפי דרישות המגמה.

### המגמה הכללית

דרישות המגמה:

- קורס חובה אחד מרשימה 1.
- השלמה ל-30.0 נקודות מרשימה 2

רשימה 1: כלים מתמטיים (יש לבחור קורס אחד בסמסטריים)

ה'	ת'	מ'	נק'
3	2	-	4.0
2	2	-	3.0

רשימה 2: מקצועות בחירה פקולטיים משלוש המגמות האחרות וכן:

ה'	ת'	מ'	נק'
1	-	-	1.0
2	-	-	1.0
1	-	-	2.5
1	-	-	2.5
3	1	-	3.5

\*\* המקצוע פתוח לסטודנטים מצטיינים בלבד.

### המגמה לחומרים בהנדסה כימית

דרישות המגמה:

- קורס חובה אחד מרשימה 1
- קורסי ליבה מרשימה 2
- השלמה ל-30.0 נקודות לפחות מרשימה 3 (מקצועות בחירה למגמה) או מקורסים נוספים באישור מרכז הפקולטה.

רשימה 1: כלים מתמטיים

ה'	ת'	מ'	נק'
3	2	-	4.0
2	2	-	3.0

רשימה 2: קורסי ליבה

ה'	ת'	מ'	נק'
2	1	-	2.5
2	1	-	2.5

רשימה 3. קורסי בחירה למגמה				או פולימרים 2							
2.5	-	1	2	014309	טכנולוגיות מים ושפכים	2.5	1	2	054351	פולימרים 2	
3.5	-	1	3	*014325	תכן מערכות מים ושפכים	<b>רשימה 3. קורסי בחירה למגמה</b>					
3.5	3	1	2	014327	כימיה של המים	035142	טכנולוגית האנרגיה	2.5	-	1	2
2.0	-	-	2	016327	פרוק ביולוגי של מזהמים אורגניים רעילים	044109	מבוא להנדסת חשמל	3.5	-	1	3
2.5	-	1	2	017009	שימוש במים מלחים וקולחין	044239	תהליכים במיקרואלקטרוניקה	3.5	4	-	2
2.5	-	1	2	017022	תהליכים ביולוגיים בהנדסה סביבתית	054132	מיני-פרוייקט	1.0	-	2	-
2.5	-	1	2	035142	טכנולוגית האנרגיה	054350	פולימרים 1	2.5	-	1	2
3.5	-	1	3	044109	מבוא להנדסת חשמל	054351	פולימרים 2	2.5	-	1	2
2.5	-	1	2	127109	כימיה של הסביבה	054369	מעבדה להנדסת פולימרים	2.5	6	-	-
2.5	-	1	2	104215	פונקציות מרוכבות	054371	סיכון סביבתי ובטיחות בתעשייה הכימית	2.5	-	1	2
1.0	-	2	-	054132	מיני-פרוייקט	054375	יצור התקני מל"מ למהנדס. כימיה	3.5	-	1	3
2.5	-	1	2	054350	פולימרים 1	054406	מחקר גמר 1	3.0	8	-	-
2.5	-	1	2	054351	פולימרים 2	054407	מחקר גמר 2	3.0	8	-	-
2.5	-	1	2	054354	תהליכים נבחרים בתעשייה הכימית	054415	תהליכים בתעשייה הפטרוכימית	2.5	-	1	2
2.5	6	-	-	054369	מעבדה להנדסת פולימרים	054451	מודלים מתמטיים בהנדסה כימית	2.5	-	1	2
2.5	-	1	2	054371	סיכון סביבתי ובטיחות בתעשייה הכימית	054452	בעיות סביבתיות - זיהום אוויר	2.5	-	1	2
3.5	-	1	3	054375	יצור התקני מל"מ למהנדס. כימיה	056120	מיקרוסקופית אלקטרונית בהנדסה כימית	2.0	-	-	2
2.0	-	-	2	054376	הנדסה אקולוגית בחיי היומיום	056142	תהליכי הפרדה וטיהור ע"י ממברנות	2.0	-	-	2
3.0	8	-	-	054406	מחקר גמר 1	056146	נושאים נבחרים - טכנולוגית אבקות	2.0	-	-	2
3.0	8	-	-	054407	מחקר גמר 2	056166	תופעות שטח וקולואידים	2.0	-	-	2
3.0	-	-	3	054415	תהליכים בתעשייה הפטרוכימית	056383	נוזלים מורכבים	2.0	-	-	2
2.5	-	1	2	054451	מודלים מתמטיים בהנדסה כימית	056394	מבוא ויישומים של תבניות ריח	2.5	-	1	2
2.5	-	1	2	054452	בעיות סביבתיות - זיהום אוויר	056398	קטליזה על משטחים	3.0	-	-	3
2.0	-	-	2	056120	מיקרוסקופית אלקטרונית בהנדסה כימית	056399	הנדסת אנרגיה וסביבה	2.5	-	1	2
2.5	-	1	2	056142	תהליכי הפרדה וטיהור ע"י ממברנות	056400	בטיחות תהליכית	4.0	-	2	3
2.0	-	-	2	056146	נושאים נבחרים - טכנולוגית אבקות	314533	מבוא להנדסת חומרים מ'1	2.5	-	1	2
2.0	-	-	2	056166	תופעות שטח וקולואידים	314535	מבוא להנדסת חומרים	2.5	-	1	2
2.0	-	-	2	056383	נוזלים מורכבים	<b>המגמה להנדסת תהליכים ביוכימיים</b>					
2.0	-	-	2	056394	מבוא ויישומים של תבניות ריח	דרישות המגמה:					
2.0	-	-	2	056398	קטליזה על משטחים	1. קורס חובה אחד מרשימה 1					
2.0	-	-	2	056399	הנדסת אנרגיה וסביבה	2. קורס ליבה					
2.0	-	-	2	056400	בטיחות תהליכית	3. השלמה ל-30.0 נקודות לפחות מרשימה 3 או מקורסים נוספים באישור מרכז הפקולטה.					
3.5	1	2	2	314533	מבוא להנדסת חומרים מ'1	<b>רשימה 1. כלים מתמטיים</b>					
2.5	-	1	2	314535	מבוא להנדסת חומרים	ה' ת' מ' נק'					

**המגמה להנדסת תהליכים ביוכימיים**

דרישות המגמה:

- קורס חובה אחד מרשימה 1
- קורס ליבה
- השלמה ל-30.0 נקודות לפחות מרשימה 3 או מקורסים נוספים באישור מרכז הפקולטה.

**רשימה 1. כלים מתמטיים**

ה'	ת'	מ'	נק'	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה
4.0	-	2	3	094481
				או
3.0	-	2	2	014003
				סטטיסטיקה
				<b>רשימה 2. קורס ליבה למגמה</b>
3.5	-	1	3	054412
				הנדסה ביוכימית

**רשימה 3. קורסי בחירה למגמה**

3.5	3	1	2	014327	כימיה של המים
2.0	-	-	2	014321	טוקסיקולוגיה סביבתית
2.5	2	-	2	014968	אקולוגיה למהנדסים
2.0	-	-	2	016327	פרוק ביולוגי של מזהמים אורגניים רעילים
2.5	-	1	2	017009	שימוש במים מלחים וקולחין
2.5	-	1	2	017022	תהליכים ביולוגיים בהנדסה סביבתית
2.5	-	1	2	035142	טכנולוגית האנרגיה
1.0	-	2	-	054132	מיני-פרוייקט
2.5	-	1	2	054350	פולימרים 1
2.5	-	1	2	054351	פולימרים 2
2.5	-	1	2	054354	תהליכים נבחרים בתעשייה הכימית
2.5	6	-	-	054369	מעבדה להנדסת פולימרים
2.5	-	1	2	054371	סיכון סביבתי ובטיחות בתעשייה הכימית
3.0	8	-	-	054406	מחקר גמר 1
3.0	8	-	-	054407	מחקר גמר 2

ה'	ת'	מ'	נק'	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה
4.0	-	2	3	094481
				או
3.0	-	2	2	014003
				סטטיסטיקה
				<b>רשימה 2. קורסי ליבה למגמה</b>
2.0	4	-	-	056379
				מעבדה לתהליכי ממברנות
2.5	-	1	2	*014322
				יסודות הטיפול במים ושפכים
				או
3.0	-	-	3	064419
				מיקרוביולוגיה כללית
2.5	-	1	2	054371
				סיכון סביבתי ובטיחות בתעשייה
				או
2.5	-	1	2	054452
				בעיות סביבתיות - זיהום אוויר

2.0	-	-	2	נוזלים מורכבים	056383	2.5	-	1	2	פולימרים ויישומיהם בביוטכנולוגיה	054413
2.0	-	-	2	מבוא לסימולציות מולקולריות	056388	2.5	-	1	2	מודלים מתמטיים בהנדסה כימית	054451
2.5	-	1	2	חיישנים מבוססי ננו חומרים	056391	2.0	-	2	1	מידול מולקולרי	054476
4.0	-	2	3	תכן מערכות לבקרת תהליכים	056395	2.0	-	-	2	מיקרוסקופית אלקטרונית	056120
2.0	-	-	2	ריאולוגיה - עקרונות ויישומים	066248	2.5	-	1	2	תהליכי הפרדה וטיהור ע"י ממברנות	056142
1.5	3	-	-	מעבדה לפיזיקה 1	114081	2.0	-	-	2	נושאים נבחרים - טכנולוגית אבקות	056146
1.5	3	-	-	מעבדה לפיזיקה 2	114082	2.0	-	-	2	תופעות שטח וקולואידים	056166
4.0	-	2	3	מכניקה אנליטית	114101	2.0	-	-	2	תרמודינמיקה סטטיסטית בהנדסה כימית	056378
5.0	-	2	4	כימיה קוונטית	124400	2.0	4	-	-	מעבדה לתהליכי ממברנות	056379
				או		2.0	-	-	2	נוזלים מורכבים	056383
3.5	-	1	3	תורת הקוונטים ויישומיה בכימיה	124408	2.0	-	-	2	מבוא לסימולציות מולקולריות	056388
4.0	-	2	3	כימיה פיסיקלית	124510	2.5	-	1	2	חיישנים מבוססי ננו חומרים	056391
2.5	6	-	-	מעבדה בכימיה פיסיקלית 2 לכימאים	124605	2.0	-	-	2	קטליזה על משטחים	056398
						2.0	-	-	2	הנדסת אנרגיה וסביבה	056399
						2.0	-	-	2	בטיחות תהליכית	056400
						3.0	-	-	3	מיקרוביולוגיה כללית	064419
						3.5	-	1	3	תהליכי יסוד בביוטכנולוגיה	064509
						2.5	-	1	2	מבוא לביוטכנולוגיה מולקולרית	064523
						2.0	-	-	2	חומרים מתקדמים לביוטכנולוגיה ומזון	066247
						2.0	-	-	2	ריאולוגיה- עקרונות ויישומים	066248
						2.0	-	-	2	שיטות פיסיקליות לאפיון ביומולקולות	066327
						2.5	-	1	2	פונקציות מרוכבות	104215
						2.5	-	1	2	קביעת מבנה בשיטות פיזיקליות	124301
						3.0	-	-	3	כימיה ופיסיקה במערכות קטנות	127442
						3.5	-	1	3	מסלולים מטבוליים	134113
						4.0	-	-	4	אימונולוגיה בסיסית	276413
						3.0	-	-	3	מבוא למערכות חישה	277006
						3.5	1	2	2	מבוא להנדסת חומרים מ'1	314533
						2.5	-	1	2	מבוא להנדסת חומרים	314535
						2.0	-	-	2	ביו-חומרים (דרוש אישור מרצה)	338401
						2.0	6	-	-	מעבדה למערכות בהנדסה ביוכימית	336512
						2.5	-	1	2	ביו-הנדסה של התא	336517
						2.0	-	-	2	הנדסה מולקולרית	336525
						2.5	-	1	2	שחרור מבוקר של תרופות	336528
						2.5	-	1	2	תחליפים ביולוגיים והנדסת רקמות	336529
						2.0	-	-	2	מדעי התרופה	134145
						3.5	-	1	2	גנטיקה כללית	134020

## תוכנית הלימודים לתואר בהנדסה ביוכימית

### ע"י הפקולטת להנדסה כימית וביולוגיה

מסלול ארבע שנתי לתואר הנדסה ביוכימית, בשיתוף בין הפקולטה להנדסה כימית לפקולטה לביולוגיה. המסלול מקנה ידע נרחב במגוון התחומים של ההנדסה הכימית וכן ידע עדכני בביוכימיה וביולוגיה מולקולרית ותאית. מטרת המסלול היא להכשיר מהנדסים כימיים שיוכלו להשתלב ולהוביל תעשיות בהנדסה הכימית והביוכימית וכן בוגרים שימשיכו ללימודים מתקדמים בפקולטה להנדסה כימית או בפקולטה לביולוגיה.

<b>על מנת להשלים את התואר יש לצבור 165.0 נקודות</b>	
<b>125.5</b>	<b>מקצועות חובה</b>
<b>29.5</b>	<b>מקצועות בחירה</b>
<b>10.0</b>	<b>מקצועות בחירה חופשית:</b>
<b>6.0</b>	<b>העשרה</b>
<b>4.0</b>	<b>בחירה חופשית</b>
<b>165.0</b>	<b>סה"כ</b>

### מקצועות חובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 1 (חורף)
4	2	-	6	104003 * חדו"א 1
4	2	-	-	104019 * אלגברה לינארית מ'
4	2	-	5	124120 יסודות הכימיה
3	-	-	-	134058 ביולוגיה 1
4	-	-	3	324033 * אנגלית טכנית- מתקדמים ב'
-	2	-	-	394800 * חינוך גופני
19	8	-	14	21.5

בעלי פטור מהשלמות בפיזיקה- מכניקה, יכולים להקדים את הקורס בפיזיקה 1 לסמסטר הראשון.  
בסמסטר זה מומלץ להירשם לקורס 054133 "מבט על הנדסה כימית וביוכימית" במסגרת נקודות הבחירה החופשית.

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 2 (אביב)
2.5	2	-	6	054135 * מבוא להנדסה כימית וביוכימית
4	2	-	7	104004 * חדו"א 2
4	2	-	5	125801 כימיה אורגנית
2	1	-	3	134019 מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה
2	1	-	5	134020 גנטיקה כללית
14.5	8	-	26	19.5

ניתן ללמוד את הקורס 054132 מיני-פרוייקט רק בצמוד למבוא להנדסה כימית וביוכימית

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 3 (חורף)
2	1	-	4	104131 * משוואות דיפ. רגילות ח'
2	1	-	4	114051 * פיזיקה 1
3	1	-	3	134113 מסלולים מטבוליים
1	5	-	5	134142 מעבדה בגנטיקה מולקולרית

### המגמה להנדסה כימית כמותית

דרישות המגמה:

- יש ללמוד את הקורסים אלגברה 1 וחדו"א 1 מ וחדו"א 2 מ
- מומלץ ללמוד את קורסים בפיזיקה 1 מ, 2 מ ו 3 מ
- הלומדים מגמה זו לא יהיו מחוייבים בקורס "מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה" 134019
- מרשימה 1 יש ללמוד שלושה קורסי חובה מהם אחד מקורסי הסטטיסטיקה.
- השלמה ל-31.5 נקודות לפחות מרשימות 1 ו-2 (במידה ולא נלמד הקורס "מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה", במידה ונלמד, ניתן לקזז את מספר הנקודות)

### רשימה 1. כלים מתמטיים (לפחות שלושה קורסים, מתוכם קורס בסטטיסטיקה חובה)

ה'	ת'	מ'	נק'	קורס
2	1	-	2.5	058182 מערכות דינמיות במדעי החיים והנדסה
3	-	-	3.0	086172 שיטות נומריות בהנדסה אוורונטית
3	-	-	3.0	086376 אוורודינמיקה חישובית
3	-	-	3.0	104192 מבוא למתמטיקה שימושית
2	1	-	2.5	104215 פונקציות מרוכבות א'
3	2	-	4.0	094481 מבוא להסתברות וסטטיסטיקה
				או
2	2	-	3.0	014003 סטטיסטיקה

### רשימה 2. קורסי בחירה למגמה

ה'	ת'	מ'	נק'	קורס
2	1	-	2.5	054373 מבוא לכימיה של מצב מוצק
1	-	4	3.0	054461 מעבדה לבקרת תהליכים
2	1	-	2.5	056396 מערכות חלקיקים והרטבה
2	-	-	2.0	056166 תופעות שטח
2	-	-	2.0	056378 תרמודינמיקה סטטיסטית

2.5	-	1	2	פולימרים בביוטכנולוגיה	054413
3.5	-	3	2	פרוייקט בהנדסה ביוכימית	054418
2.0	-	-	2	מיקרוסקופית אלקטרונית	056120
2.0	-	-	2	נוזלים מרוכבים	056383
3.0	-	-	3	כימיה של מזון	064322
2.0	-	-	2	כימיה ביו-אורגנית של אנזימים	127718
2.5	-	1	2	קביעת מבנה בשיטות פיזיקליות	127730
2.0	-	-	2	חמרים בהנדסה ביו-רפואית	315018
2.5	-	1	2	גנו-חלקיקים בביולוגיה, מכניקה וריאולוג	336021

**רשימה ג': תהליכים וטכנולוגיות בתעשייה הביוכימית**

2.0	-	-	2	טוקסיקולוגיה סביבתית	014321
1.0	-	2	-	מיני-פרוייקט	054132
3.0	8	-	-	מחקר גמר 1	054406
3.0	8	-	-	מחקר גמר 2	054407
2.5	-	1	2	מודלים מתמטיים בהנדסה כימית	054451
2.5	-	1	2	תהליכי הפרדה וטיהור ע"י ממברנות	056142
2.0	-	-	2	נושאים נבחרים – טכנולוגיות האבקות	056146
2.0	-	-	2	תופעות שטח וקולואידים	056166
2.0	4	-	-	מעבדה לתהליכי ממברנות	056379
2.5	-	1	2	חיישנים מבוססי גנו חומרים	056391
2.0	-	-	2	תבניות ריח, מבוא ויישומים	056394
2.0	-	-	2	קטליזה על משטחים	056398
2.0	-	-	2	הנדסת אנרגיה וסביבה	056399
2.0	-	-	2	בטיחות תהליכית	056400
2.0	-	-	2	ריאולוגיה - עקרונות ויישומים	066248
2.5	1	-	2	אמולסיות במזון ובביוטכנולוגיה	066329
2.0	-	-	2	הנדסת רקמות	066521
2.0	-	-	2	ביולוגיה מבנית לביואינפורמטיקה	126304
2.0	-	-	2	ביו-חומרים (דרוש אישור מרצה)	338401
2.0	-	-	2	יסודות הנדסיים בביוטכנולוגיה	336405
2.0	6	-	-	מעבדה למערכות בהנדסה ביוכימית	336512
2.5	-	1	2	ביו הנדסה של התא	336517
3.0	-	2	2	מעבר חום במערכות ביולוגיות	336518
2.0	-	-	2	שחרור מבוקר של תרופות	336528
2.5	-	1	2	הנדסת רקמות ותחליפים ביולוגיים	336529
2.0	-	-	2	עקרונות של חיישנים ביוכימיים	336531
2.5	-	1	2	זרימה במערכות הנשימה	336539
2.5	-	1	2	זרימה במערכות הקרדיוסקולרית	336541

**רשימה ד': מקצועות השלמה בהנדסה כימית**

2.5	-	1	2	עקרונות הנדסת איכות	014917
2.5	-	1	2	תהליכים נבחרים בתעשייה הכימית	054354
2.5	-	1	2	סיכון סביבתי ובטיחות	054371
3.5	-	3	2	תיכון מפעלים מ'	054410
2.5	-	1	2	בעיות סביבתיות – זיהום אויר	054452
2.0	-	-	2	הנדסה אקולוגית בחיי היומיום	054376
2.0	-	-	2	חדשנות פתוחה בהנדסה כימית	056393
3.5	-	1	3	פיזיקה 3	114054
2.0	-	-	2	יסודות הספקטרוסקופיה המולקולארית	124509
3.0	8	-	-	מעבדה בכימיה אורגנית 1	124911
2.0	-	-	2	סטראוכימיה	127707
3.5	-	2	2	מבוא להנדסת חומרים מ'	314533
2.0	-	-	2	יסודות הקריסטלוגרפיה	316240

**ביולוגיה**

יש לבחור לפחות 5.0 נקודות מרשימה א' ולהשלים ל-13.0 נקודות מרשימה א' או ב'.

<b>רשימה א'</b>					
2.0	-	-	2	וירולוגיה מולקולרית	134039
2.0	-	-	2	אנדוקרינולוגיה	134055
3.0	-	-	3	פיזיולוגיה מולקולארית של הצמח	134040
3.5	-	1	3	פיזיולוגיה	134117
2.0	-	-	2	אבולוציה	134133
2.5	-	1	2	ביופיזיקה מולקולרית	134136
1.5	5	1	-	מעבדה בפיזיולוגיה של הצמח	134144

2.5	5	-	1	2	ביולוגיה מולקולארית	134082
4.0	-	2	2	2	מבוא למחשב – מטלאב/שפת C	*234127
1.0	-	-	2	-	חינוך גופני	*394800
18.5	16	7	8	12		

**סמסטר 4 (אביב)**

4.0	4	-	2	3	עקרונות הנדסה כימית 1 מ'	054203
3.5	5	1.5	2	2	תרמודינמיקה א' מ'	054316
3.0	4	-	2	2	משוואות דיפ. חלקיות מ'	*104228
1.5	3	-	1	1	כימיה אנליטית 1 למהנדסים	125101
2.5	-	-	1	2	בקרת הבטוי הגנטי	134119
3.0	-	-	-	3	מיקרוביולוגיה ווירולוגיה	134121
17.5	20	1.5	8	13		

**סמסטר 5 (חורף)**

4.0	4	-	2	3	עקרונות הנדסה כימית 2 מ'	054306
3.5	4	-	2	2.5	תהליכי הפרדה בהנדסה כימית וביוכימית 1	054136
3.5	4	1.5	2	2	תרמודינמיקה ב' מ'	054317
3.5	4	-	1	3	מבוא לתכן ראקטורים כימיים וביוכימיים	054408
3.5	4	-	1	3	פיזיקה 2	*114052
18.0	20	1.5	8	13.5		

**סמסטר 6 (אביב)**

3.5	4	-	1	3	תהליכי הפרדה 2	054305
1.5	5	3	-	-	מעבדה להנדסה כימית 1 בכ'	054318
1.0	4	-	2	-	מעבדה לסימולציה	054330
3.0	4	-	2	2	אנליזת תהליכים בשיטות נומריות מ'	054374
2.5	4	-	1	2	עקרונות תכן ראקטורים	054409
1.0	3	3	-	-	מעבדה כימיה אנליטית 1 בכ'	125105
3.5	-	-	-	3	ביולוגיה של התא	134128
2.5	-	5	-	1	מעבדה בביוכימיה ומטבוליום	134143
18.5	24	6	6	11		

**סמסטר 7 (חורף)**

3.0	6	-	2	2	מבוא לדינמיקה ובקרת תהליכים מ'	054314
4.0	2	-	2	3	תיכון תהליכים א'	054416
1.5	5	3	-	-	מעבדה להנדסה כימית 2 בכ'	054420
3.5	4	-	1	3	הנדסה ביוכימית	054412
12.0	17	3	5	8		

**סמסטר 8 (אביב)**

קורסי בחירה בלבד  
\*ניתן פעמיים בשנה

**קורסי בחירה לתוכנית המשותפת**

**הנדסה כימית**

יש לבחור קורס אחד מרשימה א' ולהשלים ל-17.0 נקודות מרשימות ב', ג' או ד'. ניתן ללמוד קורס אחד לכל היותר מרשימה ד'.

**רשימה א': כלים מתמטיים וחשובים (יש לבחור קורס אחד בסטטיסטיקה)**

4.0	-	2	3	ה'	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה	094481
3.0	-	2	2	ה'	סטטיסטיקה	014003
2.5	-	1	2	ה'	<b>רשימה ב': ביו-חומרים</b>	
2.5	-	1	2	ה'	פולימרים 1	054350
2.5	-	1	2	ה'	פולימרים 2	054351
2.5	6	-	-	ה'	מעבדה להנדסת פולימרים	054369

שם הקורס	קוד	שעות	קדם	אחרי	מספר
פרקים בניורוביולוגיה	134152	2	-	-	2.0
ביולוגיה של ההתפתחות	134069	2	-	1	2.5
אימונוביולוגיה בסיסית	276413	3	-	-	3.0
<b>רשימה ב'</b>					
אקולוגיה	134153	2.5	-	1	3.0
פרוק ביולוגי של מזהמים אורגניים	016327	2	-	-	2.0
שיטות פיסיקליות לאפיון ביומולקולות	066327	2	-	-	2.0
מיקרוביולוגיה ביוטכנולוגית	066411	2	-	-	2.0
ביוקטליזה שימושית	066518	2	-	-	2.0
ביוטכנולוגיה של פפטידים	066524	2	-	-	2.0
ביולוגיה של חרקים	134037	2	-	-	2.0
פרויקט מחקר בביולוגיה (1)	134049	-	-	12	4.0
מעבדה בהנדסה גנטית	134122	1	-	5	2.0
או					
ביולוגיה סינטטית	066526	1	2	4	3.0
מעבדה מתקדמת בביולוגיה (1)	134088	2	-	6	2.0
זאולוגיה	134111	3	-	-	3.0
הביולוגיה של מחלת הסרטן	134129	2	-	-	2.0
הורמונים והתנהגות בבע"ח	134130	2	-	-	2.0
יוביקוויטיין ומחזור חלבונים	134140	2	-	-	2.0
גישות חישוביות במדעי החיים	134141	2	-	1	2.5
מדעי התרופה	134145	2	-	-	2.0
מטבוליזם ומחלות באדם	134147	2	-	-	2.0
ביולוגיה וביוטכנולוגיה של פטריות	134149	2	-	-	2.0
העולם המודרני של הרני"א	134151	2	-	-	2.0
פיתוח תרופות ביולוגיות חדשניות	136014	2	-	-	2.0
מסלולי חישה במיקרואורגניזמים	136022	2	-	-	2.0
אבולוציה של הגנום	136031	2	-	1	2.5
ביולוגיה מערכתית	136032	2	-	-	2.0
מודלים בביולוגיה	136042	2	-	-	2.0
גנטיקה מולקולרית של האדם	136088	3	-	-	3.0
התקשרות חלבון-דני"א ותפקוד פ 53	136090	2	-	-	2.0
מבנה ותכנון של ביו-מקרומוולקולות	136093	2	-	-	2.0
מבוא לביואינפורמטיקה	236523	2	-	1	2.5
מבוא למערכות חישה	277006	3	-	-	3.0
ביופיזיקה ונירו פיזיולוגיה למהנדסים	276010	2	-	2	3.0

**הערות:**

- (1) מותנה במציאת מנחה, השלמת 75 נקודות לפחות, וממוצע מצטבר של 80 לפחות כולל הבנוס מטעם הפקולטה לביולוגיה כמפורט בפרשיות הלימודים עבור קורס זה.

**מגמת התמחות משנית ביזמות**

הסביבה העסקית הדינמית יוצרת הזדמנויות הולכות וגדלות לחברות הזנק (Start-Up) שמקימים יזמים טכנולוגיים. ניתן לזהות קווים מנחים עיקריים בתהליך שעובר היזם מהרעיון ועד מימושו. מטרת הלימודים במגמה היא להכיר את התהליך, תוך מתן דגש על סוגיות המפתח להצלחה, ולעורר את הלומדים לבחון את האפשרות להפוך רעיונות טכנולוגיים למוצרים ממוכרים. גולת הכותרת של הלימודים במגמה – הכנת תוכנית למסחר טכנולוגיה.

המגמה פתוחה לסטודנטים בלימודי הסמכה בפקולטה החל מסמסטר 5 ללימודים.

- מגמת התמחות מכילה ארבעה קורסים.
- על מנת להשלים את המגמה יש ללמוד סל מקצועות שיפורט להלן בהיקף כולל של לפחות 9.5 נק' כאשר 4 נקודות מהן ייחשבו כמקצועות בחירה חופשיים ו- 5.5 נוספות יהיו נק' אותן ייקח הסטודנט מעבר למכסת הנק' הנדרשת לתואר (למשל, אלו שרשומים לתכנית בה נדרשות 155.5 נק' זכות יצטרכו ללמוד לפחות 161 נק').
- המעקב והבקרה אחרי הרישום למגמה והשלמת הדרישות בה יהיו באחריות מזכירות לימודי הסמכה של הפקולטה בה לומד הסטודנט. לסטודנט שמסיים את ההתמחות תוענק תעודה חתומה על ידי דיקן הפקולטה להנדסת תעשייה וניהול המאשרת כי השלים בהצלחה את המגמה המשנית.



## לימודים לתארים מתקדמים

לימודי הסמכה. רשימת המקצועות תקבע לכל סטודנט בנפרד בהתחשב ברקע הלימודים הקודם.

סטודנטים בלימודי התואר הראשון יכולים להשתלב בתכנית המעניקה תואר ראשון ומגיסטר בחמש שנים, אם הם בעלי ממוצע 90 לפחות ונותרו להם פחות מ-10 נקודות להשלמת התואר הראשון. בחירת נושא מחקר במסלול זה תעשה עד סיום לימודי התואר הראשון.

### דרישות לימוד

כל סטודנט במסלול זה יצבור סך כולל של 36 נקודות מתקדמים לפחות. מתוכן לפחות 16 במקצועות מתקדמים ו-20 עבור עבודת מחקר או פרויקט הנדסי.

על סטודנט במסלול זה ללמוד לפחות שבעה מקצועות\*. מתוכם לפחות ארבעה הניתנים ע"י הפקולטה להנדסה כימית, ובכללם שלושה מקצועות חובה: המקצוע "שיטות מתמטיות בהנדסה כימית" (058177), אותו יש ללמוד במהלך השנה הראשונה ללימודים, ושני מקצועות מרשימת הליבה. את יתרת הנקודות ניתן לצבור גם בלימוד מקצועות הניתנים ע"י פקולטות אחרות, באישור המנחה.

סטודנט במסלול מחויב בעבודת מחקר ניסיונית או עיונית, למעט מקרים מיוחדים בהם סטודנט חיצוני יוכל לבחור במסלול הפרויקט ההנדסי. מטרת עבודת המחקר היא לאפשר לתלמיד ללמוד ולהתנסות במחקר, ומטרת הפרויקט ההנדסי היא ללמוד שיטות תכן הנדסי.

כל משתלם חייב להרצות הרצאה סמינריונית המסכמת את עבודת המחקר שלו.

\* לא כולל המקצוע "סמינר בהנדסה כימית" (058176)

### מגיסטר להנדסה בהנדסה כימית (ME)

#### תנאי קבלה

המסלול פתוח בפני כל בעל תואר מוסמך בהנדסה כימית (BSc) בממוצע של 80 לפחות. על כל מועמד לעבור ראיון אישי שמטרתו לעמוד על רמת הידע בלימודי הסמכה בהנדסה כימית.

מועמדים עם ממוצע נמוך יותר (אך גבוה בכל מקרה מעל 75) עשויים להתקבל בכפוף לנסיגה המקצועי. המסלול פתוח גם בפני בעל תואר מוסמך (BSc) שלא בהנדסה כימית, העומד בדרישות ביה"ס לתארים מתקדמים. מועמד כזה יידרש בדרך כלל למלא תכנית השלמות.

על כל מועמד לצרף שתי המלצות לפחות עם הגשת טפסי ההרשמה ללימודים.

מועמדים שבמוסד בו הם למדו לתואר ראשון קיים הליך של דירוג הבוגרים לפי הישגיהם, יידרשו לצרף לטפסי ההרשמה מסמך המפרט את מיקומם במדרג.

המשך השתלמות לקראת תואר דוקטור, לאחר קבלת תואר מגיסטר להנדסה, יתאפשר במקרים חריגים בלבד, ולאחר שהסטודנט יוכיח את יכולתו במחקר במסגרת "השתלמות שלא לתואר" לפי קביעת הוועדה לתארים מתקדמים.

### דרישות לימוד

לימוד מקצועות בהיקף של 40 נקודות לפחות לפי הפרוט הבא:

לימוד שני מקצועות לפחות מתוך רשימת הליבה בהנדסה כימית, הכוללת בתכנית זו גם את המקצוע המתמטי "שיטות מתמטיות בהנדסה כימית" (058177).

לימוד עד חמישה מקצועות ניהול.

לימוד מקצועות מתקדמים בהנדסה כימית להשלמת הדרישה לצבירת נקודות.

לימוד המקצוע "סמינר מתקדם בהנדסה כימית" (058174) בהיקף של 6 נקודות, הכולל ביצוע עבודה עצמית כגון עבודה סמינריונית מתקדמת, הרצאה סמינריונית, מעבדה או פרויקט, עם הגשת עבודה בכתב. עבודה זו עשויה להיות מחקר מעבדתי בהיקף מצומצם, פרויקט תכנון הנדסי, סקר ספרות בקורתי וכד'.

לפחות 17 נקודות לימוד (לא כולל מקצוע פרויקט הגמר) יהיו מתחום ההנדסה הכימית.

מטרת הלימודים לתארים מתקדמים היא להעמיק ולהרחיב ידע בסיסי בהנדסה כימית ולפתח יכולת מוגברת לטפל בבעיות מורכבות במגוון שטחי הפעילות של המהנדס הכימי. ההוראה והמחקר בפקולטה מכסים תחום רחב של נושאים כדוגמת: תופעות מעבר וזרימת פלואידים, פעולות יסוד בהנדסה כימית, תהליכי הפרדה, התפלת מים, פיתוח תפעול ובקרת תהליכים, הנדסת ריאקטורים, ספיחה וקטליזה, הנדסת פולימרים וחומרים פלסטיים, הנדסה ביו-כימית וביו-רפואית, ביו-פיסיקה, הנדסה סביבתית, מיקרו-מבנה וננוטכנולוגיה, מערכות חלקיקים, מערכות קולואידיות, נוזלים מורכבים, תופעות שטח, עיבוד חומרים קרמיים ועל-מוליכות, גידול גבישים וחקר תהליכים בשכבות דקות.

תכנית ההשתלמות בלימודי מגיסטר ובלמודי דוקטור מורכבת מלימודים ומעבודת מחקר. הלימודים צמודים לפעילות מחקרית ענפה המתקיימת בפקולטה בכיוונים בסיסיים וישומיים כאחד. המחקר הבסיסי תורם להרחבה והעמקת הידע בתחומים השונים של ההנדסה הכימית והמדעים המשויקים לה. המחקר היישומי שואף לענות על צרכי התעשייה הכימית, הביוכימית והמיקרו אלקטרונית, בהווה ובעתיד, ולהטמיע בתעשייה גישות ונושאים מתקדמים.

### לימודים לתואר מגיסטר

בתכנית המגיסטר שלושה מסלולים להשתלמות לקראת התואר:

#### מגיסטר למדעים בהנדסה כימית

מסלול השתלמות הכולל מחקר, פרויקט או עבודת גמר. מיועד לבוגרי תואר ראשון ארבע או תלת שנת. לסטודנטים מצטיינים קיימת אפשרות לשלב תואר ראשון ושני ולסיים את שני התארים תוך חמש שנים.

#### מגיסטר להנדסה בהנדסה כימית

מסלול השתלמות הכולל לימודים ללא עבודת מחקר וללא הגשת תיזה. התכנית מיועדת במיוחד לאנשי תעשייה, עם דגש על מקצועות טכנולוגיים וניהוליים.

#### מגיסטר למדעים

מסלול השתלמות הכולל מחקר והגשת תיזה. התכנית מיועדת לסטודנטים ללא רקע בהנדסה כימית המעוניינים להשתלם באחת מקבוצות המחקר בפקולטה ללא דרישה פורמאלית להשלמת ידע בהנדסה כימית.

#### מגיסטר למדעים בהנדסה כימית (MSc)

##### תנאי קבלה

מועמדים לקראת תואר מגיסטר למדעים בהנדסה כימית מתקבלים בדרך כלל כשהישגיהם הלימודיים בלימודי הסמכה הם ברמה של 82 ומעלה.

**המועמד נדרש ליצור קשר עם מנחה למחקר ולקבל את הסכמתו להנחייה, כתנאי לקבלה ללימודים.**

על כל מועמד לעבור ראיון אישי שמטרתו לעמוד על רמת הידע בלימודי הסמכה בהנדסה כימית.

על כל מועמד לצרף שתי המלצות לפחות עם הגשת טפסי ההרשמה ללימודים.

מועמדים שבמוסד בו הם למדו לתואר ראשון קיים הליך של דירוג הבוגרים לפי הישגיהם, יידרשו לצרף לטפסי ההרשמה מסמך המפרט את מיקומם במדרג.

מועמדים בוגרי תואר במסלול ארבע-שנתי שלא בהנדסה כימית יחויבו במקצועות השלמה לפי הצורך.

מועמדים בוגרי תואר במסלול תלת-שנתי, יתקבלו במעמד של סטודנט משלים ויחויבו ב-20 נקודות השלמה, ממקצועות

קבלת סטודנטים תהיה על סמך הישגים בלימודים קודמים, מכתבי המלצה וראיונות אישיים. מטרת הראיונות היא בדיקת התאמת המועמד ללימודי דוקטורט, שליטתו בנושאי יסוד, גישה לבעיה או נושא מחקר ועצמאות מחשבתית.

### מסלול רגיל תנאי קבלה

- תנאי לקבלה הוא ממוצע 85 לפחות בתואר המגיסטר. הדיון בבקשתו של משתלם לתואר מגיסטר בפקולטה להתקבל לדוקטורט יעשה בד"כ רק לאחר שהמועמד מלא את הדרישה למתן הרצאה על עבודת המגיסטר שלו.
- חוות הדעת של הבוחנים בבחינת המגיסטר באשר להתאמת המועמד לדוקטורט עשויה להוות מרכיב בהחלטה על קבלת המועמד.
- בוגרי מסלול מגיסטר ללא תזה (M.E.) יוכלו להתקבל לדוקטורט רק במקרים חריגים בלבד, ולאחר שהוכיחו יכולתם במחקר במסגרת "השתלמות שלא לתואר", לפי קביעת ועדת תארים מתקדמים.

### דרישות לימוד

- א) לימוד מקצועות להעמקת הידע הבסיסי בהנדסה כימית ולהשלמת ידע הדרוש לביצוע המחקר, בד"כ בהיקף של 10 נקודות זכות (ארבעה מקצועות לפחות, לא כולל המקצוע "סמינר בהנדסה כימית"). תכנית הלימודים תיבנה בשיתוף עם המנחה ותאושר על ידי הועדה ללימודים מתקדמים. דרישות רשמיות נוספות עשויות להתווסף בשלב ראיונות הקבלה לפי המלצת המראיינים וכן לאחר בחינת המועמדות לפי המלצת ועדת הבוחנים. על הסטודנט ללמוד שני מקצועות לפחות עד תום הסמסטר השני להשתלמותו.
- ב) ביצוע עבודת מחקר מקורית ברמה נאותה. עבודת המחקר תבוצע בד"כ בין כתלי הפקולטה. במקרים יוצאים מן הכלל, בהם המשתלם אינו שוהה במשך כל תקופת השתלמותו בין כתלי הפקולטה, קיימת בד"כ דרישה לשהות מינימאלית של שנה אחת.
- ג) על המשתלם להגיש תאור תמציתי של מחקרו ולעמוד בבחינת מועמדות, בהתאם לתקנות ביה"ס לתארים מתקדמים (ראה סעיף 36 בתקנות).
- ד) כשנה לאחר בחינת המועמדות יהיה על המשתלם להציג סמינר בהיקף מצומצם המתאר את כיווני המחקר והתוצאות שהתקבלו עד אותו זמן. בד"כ מדובר בסמינר פנימי קצר הפתוח בפני חברי סגל ומשתלמים בפקולטה.

### מסלול ישיר מתואר מגיסטר לתואר דוקטור

#### תנאי קבלה

סטודנטים מצטיינים לתואר מגיסטר (ממוצע 90 לפחות במקצועות הלימוד), יכולים, בהסכמת המנחה, בהמלצת הועדה לתארים מתקדמים ובאישור ביה"ס לתארים מתקדמים, לעבור למסלול ישיר לדוקטורט. את הבקשה למעבר למסלול ישיר יש להגיש לוועדה לתארים מתקדמים, בהתאם לנהלי בית הספר.

### דרישות לימוד

הדרישות הלימודיות לתואר הן 26 נקודות מתקדמים (11 מקצועות לפחות), עמידה בבחינת מועמדות במתכונת הרגילה, סמינר בהיקף מצומצם כשנה לאחר בחינת המועמדות, כתיבת תזה ובחינת הגמר.

### מסלול מיוחד לדוקטור מתואר ראשון

#### תנאי קבלה

למסלול זה יוכלו להירשם מועמדים בוגרי תואר ארבע שנותי בולטים במיוחד, עם ממוצע מצטבר של 90 לפחות.

### מעבר ממסלול ללא תזה למסלול מחקרי

- סטודנט שהתחיל את לימודיו במסלול ללא תזה יוכל לעבור למסלול מחקרי אחרי סמסטר אחד לפחות, אם ממוצע ציוניו בתואר השני הוא מעל 85, כאשר הציון בכל קורס לפחות 80. בנוסף, אם סיים לימודי תואר ראשון בציון ממוצע פחות מ 82, יידרש להשלים שני קורסי ליבה לפני המעבר.
- במידה והמועמד אינו בעל תואר ראשון מהפקולטה להנדסה כימית, יהיה עליו בנוסף לעבור ראיון לפני המעבר.
- בהתאם לתנאי בית הספר לתארים מתקדמים, סטודנט המבקש לעבור ממסלול ללא תזה למסלול מחקרי נדרש למלא טופס מעבר מסלול, להגיש הצעת מחקר ולעבור קורס באתיקה של המחקר.

### מגיסטר למדעים (MSc)

#### תנאי קבלה

- מסלול זה פתוח למועמדים שאינם בוגרי תואר ראשון בהנדסה כימית.
- תנאי לקבלה בדרך כלל הוא הישגים לימודיים בלימודי הסמכה ברמה של 82 ומעלה.
- המועמד נדרש ליצור קשר עם מנחה למחקר ולקבל את הסכמתו להנחייה, כתנאי לקבלה ללימודים.
- על כל מועמד לצרף שתי המלצות לפחות עם הגשת טפסי ההרשמה ללימודים.
- מועמדים שבמוסד בו הם למדו לתואר ראשון קיים הליך של דירוג הבוגרים לפי הישגיהם, יידרשו לצרף לטפסי ההרשמה מסמך המפרט את מיקומם במדרג.
- על כל מועמד לעבור ראיון אישי שמטרתו לעמוד על רמת הידע בלימודי הסמכה בהנדסה כימית.
- מועמדים בוגרי תואר במסלול ארבע-שנתי לא יחויבו בד"כ במקצועות השלמה.
- מועמדים בוגרי תואר במסלול תלת-שנתי, יתקבלו במעמד של סטודנט משלים ויחויבו בד"כ בהיקף של 20 נקודות השלמה, המורכב ממקצועות לימודי הסמכה (10 נקודות לפחות) ומקצועות מתקדמים. רשימת המקצועות תקבע לכל סטודנט בנפרד בהתחשב ברקע הלימודים הקודם.

### דרישות לימוד

כל סטודנט במסלול זה יצבור סך כולל של 36 נקודות זכות מהן 16 נקודות בלימודים מתקדמים (שבעה מקצועות לפחות, מתוכם לפחות 3 מקצועות ברמת מתקדמים) ו-20 נקודות בעבודת מחקר/פרויקט. מקצועות הלימוד ייקבעו, כל מקרה לגופו, בהתאם לרקע הסטודנט ולנושא המחקר שלו.

### לימודים שלא לתואר

קיימות אפשרויות השתלמות חליפיות, פחות מחייבות, במסגרת "לימודים מתקדמים" או במסגרת לימודים "לא לתואר". לימודים "לא לתואר" עשויים להיות רלוונטיים עבור מועמדים לתואר מגיסטר שהוועדה לתארים מתקדמים בפקולטה מעוניינת לבדוק את יכולתם ללמוד בפקולטה ומועמדים לתואר ד"ר שסיימו תואר שני ללא תזה.

### לימודים לתואר דוקטור (PhD)

בתכנית זו מודגשת יותר עבודת המחקר תוך הכשרה נוספת של המשתלמים ע"י לימוד קורסים המעמיקים ומרחיבים ידע בנושאים שבחזית ההנדסה הכימית.

בתכנית ההשתלמות לתואר דוקטור קיימים שלושה מסלולים:

- 1) מסלול רגיל
- 2) מסלול ישיר מתואר מגיסטר לתואר דוקטור
- 3) מסלול מיוחד לדוקטור מתואר ראשון

### דרישות לימוד

הדרישות לתואר הן 26 נקודות מתקדמים (11 מקצועות לפחות), עמידה בבחינת מועמדות במתכונת הרגילה, סמינר בהיקף מצומצם כשנה לאחר בחינת המועמדות, כתיבת תזה ובחינת הגמר. יש לצבור 15 נקודות לימוד ולעמוד בבחינת המועמדות תוך שלושה סמסטרים מתחילת ההשתלמות.

השלמת הדרישה לשפה זרה חלה על כל הסטודנטים במסלולי הלימוד לתואר שני ושלישי בהתאם לדרישות ביה"ס לתארים מתקדמים.

### מלגות

אוכלוסיית המשתלמים מורכבת ממשתלמים "פנימיים" (מקבלי מלגה) וממשתלמים "חיצוניים" (העובדים בד"כ מחוץ לטכניון לפרנסתם). משתלם המעוניין להקדיש מלא זמנו להשתלמות ולהיות "פנימי", רשאי לבקש מלגה. פרטים על סוגי המלגות והנהלים ניתן למצוא בתקנון ביה"ס. המלגות מוענקות בהתאם לזמינותן, למשתלמים עם הישגים מתאימים. מקבלי המלגות מתחייבים להקדיש מלוא זמנם ללימודים, למחקר ולהוראה. עם זאת, יש לציין כי משתלמים בסמסטר הראשון ללימודיהם לא יתבקשו בהכרח לעבוד בהוראה.

סטודנט המשתלם במסלול ללא תזה אינו זכאי לקבלת מלגה. יש לעיין בתקנות ביה"ס לתארים מתקדמים, כדי לקבל מידע מפורט על הדרישות החלות על מלגאים בטכניון.

### מידע נוסף

מזכירות הוועדה לתארים מתקדמים בפקולטה :  
טל. 04-8293422

[tsalamon@technion.ac.il](mailto:tsalamon@technion.ac.il)

אתר הפקולטה <http://chemeng.technion.ac.il>