

# 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:

מקצועות חובה	116.0	נק'
מקצועות בחירה	30.0	נק'
מקצועות בחירה חופשית:	10.0	נק'
נקודות העשרה	6.0	
בחירה חופשית	4.0	

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

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

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, הפיסיקה והביולוגיה 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 טכנולוגיות מתקדמות בהתפלת מים, טיהור מערכות מים, השבת

## חברי הסגל האקדמי

**דקן הפקולטה**  
סמיט רפאל

### פרופסורים

ברנדון שמעון  
גרדר גדעון  
חאיק חוסאם  
טלמון ישעיהו  
כהן יכין  
לוי דניאל  
מרמור אברהם  
סמיט רפאל  
שייטוך משה

### פרופסורים חבריים

ביאנקו-פלד חבצלת  
ברנר נעמה  
לישנסקי אלכסנדר  
סרבניק שמחה  
פז ירון  
פרגר ויאצ'סלב (סלבה)  
צור יועד

### פרופסורי משנה

גזית עוז  
מנור עופר  
שרודר אבי

### פרופסור מחקר אמריטוס

תדמור זאב

### פרופסורים אמריטי

חסון דוד  
לביא רם  
ניר אבינעם  
נרקיס משה  
פיסמן ליאוניד  
קחת אפרים  
רם אריה

### בגמלאות עם רשות הוראה

אור-אל אלוף

## לימודי הסמכה

הפקולטה מציעה מסלולים לתואר בהנדסה כימית ולתואר בהנדסה ביוכימית בשיתוף עם הפקולטה לביולוגיה. בנוסף הפקולטה מאפשרת למודים 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 והביולוגיה המולקולרית, נפתחו בשנת 2000 שתי מגמות לימוד חדשות בתחומים אלו: **המגמה להנדסת תהליכים ביוכימיים, והמגמה למיקרו וננוטכנולוגיות.**

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.

מים מפסולת תעשייתית ועירונית, מניעת זיהום אוויר, 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, הפיסיקה 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 ארבע 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 שבחר 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) במחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים. לימודי התואר הראשון הנוסף הם באחת משבע מגמות ההתמחות הבאות: הוראת המתמטיקה, הוראת פיסיקה, הוראת כימיה, הוראת ביולוגיה, הוראת מדעי המחשב, הוראת טכנולוגיה-מכונות, הוראת אלקטרוניקה-חשמל.

משרד החינוך מעניק למקבלי תואר זה רשיון הוראה בבתי ספר על-יסודיים בתחום ההתמחות. על לימודים אלה חלות כל התקנות הטכניוניות לגבי תואר ראשון נוסף. פרטים בפרק "המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים".

## 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 גימולן (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	125.0	נק'
מקצועות בחירה	30.0	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.

## תוכנית הלימודים לתואר בהנדסה כימית

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

116.0	מקצועות חובה
30.0	מקצועות בחירה
10.0	מקצועות בחירה חופשית:
	- העשרה 6.0
	- בחירה חופשית 4.0
156.0	סה"כ

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

סמסטר 1 (חורף)		ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
104003*	חדו"א 1	4	2	-	6	5.0
104006*	אלגברה לינארית	3	2	-	3	4.0
124120	יסודות הכימיה	4	2	-	5	5.0
134058	ביולוגיה 1	3	-	-	3	3.0
324033*	אנגלית טכנית - מתקדמים ב'	4	-	-	3	3.0
20.0		18	6	-	20	

ב-סמסטר זה מומלץ להירשם לקורס 054133 "מבט על הנדסה כימית וביוכימית" במסגרת נקודות הבחירה החופשית.

סמסטר 2 (אביב)		ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
054131*	מבוא להנדסה כימית וביוכימית	3	2	-	4	4.0
104004*	חדו"א 2	4	2	-	7	5.0
114051*	פיסיקה 1	2	1	-	4	2.5
1255801	כימיה אורגנית	4	2	-	5	5.0
125101	כימיה אנליטית 1 למהנדסים	1	1	-	3	1.5
394800*	חינוך גופני	-	2	-	-	1.0
19.0		14	10	-	23	

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

סמסטר 3 (חורף)		ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
104131*	משואות דיפרנציאליות רגילות ח	2	1	-	4	2.5
114052*	פיסיקה 2	3	1	-	4	3.5
125102	מעבדה כימיה אנליטית 1 למהנדסים	-	-	4	4	2.0
134019	מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה	2	1	-	3	2.5
234127*	מבוא למחשב - מטלאב/שפת C	2	2	2	2	4.0
394800*	חינוך גופני	-	2	-	-	1.0
15.5		9	7	6	17	

ניתן לשבץ בסמסטר זה את אחד הקורסים בסטטיסטיקה

סמסטר 4 (אביב)		ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
054203	עקרונות הנדסה כימית 1 מ'	3	2	-	4	4.0
054215	תרמודינמיקה א'	2	2	-	5	3.0
104218*	משואות דיפ. חלקיות ח'	2	1	-	4	2.5
114054*	פיסיקה 3	3	1	-	4	3.5
124213	כימיה אנליטית 2 מורחב	1	1	-	5	1.5
124911*	מעבדה כימיה אורגנית 1	-	-	8	1	3.0
17.5		11	7	8	23	

סמסטר 5 (חורף)		ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
054306	עקרונות הנדסה כימית 2 מ'	3	2	-	4	4.0
054307	תהליכי הפרדה בהנדסה כימית וביוכימית 1	3	1	-	4	3.5
054315	תרמודינמיקה ב'	2	2	-	4	3.0
054408	מבוא לתכן ראקטורים כימיים וביוכימיים	3	1	-	4	3.5
124214	מעבדה כימיה אנליטית 2 מורחב	-	-	6	3	2.0
16.0		11	6	6	19	

סמסטר 6 (אביב)		ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
054305**	תהליכי הפרדה 2	3	1	-	4	3.5
054310	מעבדה להנדסה כימית 1	-	-	3	10	2.5

### 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 אוויר, 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 כולל בלימודי המגמה.

### 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.



2.5	-	1	2	טכנולוגית האנרגיה	035142
3.5	-	1	3	מבוא להנדסת חשמל	044109
3.5	4	-	2	תהליכים במיקרואלקטרוניקה	044239
1.0	-	2	-	מיני-פרוייקט	054132
2.5	-	1	2	פולימרים 1	054350
2.5	-	1	2	פולימרים 2	054351
2.5	6	-	-	מעבדה להנדסת פולימרים	054369
2.5	-	1	2	סיכון סביבתי ובטיחות בתעשייה הכימית	054371
3.5	-	1	3	יצור התקני מל"מ למהנדס. כימיה	054375
3.0	8	-	-	מחקר גמר 1	054406
3.0	8	-	-	מחקר גמר 2	054407
2.5	-	1	2	פולימרים ויישומיהם בביוטכנולוגיה	054413
2.5	-	1	2	מודלים מתמטיים בהנדסה כימית	054451
2.0	-	2	1	מידול מולקולרי	054476
2.0	-	-	2	מיקרוסקופית אלקטרונית בהנדסה כימית	056120
2.0	-	-	2	תופעות שטח וקולואידים	056166
2.0	-	-	2	תרמודינמיקה סטטיסטית בהנדסה כימית	056378
2.0	-	-	2	נוזלים מורכבים	056383
2.0	-	-	2	חדשות פתוחה בהנדסה כימית	056393
2.5	-	1	2	חיישנים מבוססי ננו חומרים	056391
2.0	-	-	2	חומרים מתקדמים לביוטכנולוגיה ומזון	066247
2.5	-	1	2	פונקציות מרוכבות	104215
2.5	-	1	2	קביעת מבנה בשיטות פיסיקליות	127730
4.0	-	2	3	מבנה ותכונות של חומרים הנדסיים	314011
2.5	-	1	2	תהליכי ייצור ועיבוד חומרים	314309
2.5	-	1	2	בחירת חומרים	314310
2.5	-	1	2	חומרים קרמיים ורפלקטוריים	*314311
2.5	-	1	2	הנדסה אלקטרוכימית	314531
2.5	-	1	2	אלקטרוכימיה, קורוזיה ושיטות הגנה	314532
2.0	-	-	2	יסודות הקריסטלוגרפיה	*316240
2.0	-	-	2	ביו-חומרים (דרוש אישור מרצה)	338401
3.5	1	2	2	מבוא להנדסת חומרים מ'1	314533
2.5	-	1	2	מבוא להנדסת חומרים	314535
				* בקורס נדרש קדם 314533	

**המגמה לטכנולוגיות סביבתיות**

דרישות המגמה:

- קורס חובה אחד מרשימה 1
- שני קורסים מרשימה 2 (ליבה) + המעבדה.
- 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'		
4.0	-	2	3	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה	094481
				או	
3.0	-	2	2	סטטיסטיקה	014003

**רשימה 2: קורסי ליבה למגמה**

2.0	4	-	-	מעבדה לתהליכי ממברנות	056379
2.5	-	1	2	*יסודות הטיפול במים ושפכים או	*014322
3.0	-	-	3	מיקרוביולוגיה כללית	064419

2.5	-	1	2	סיכון סביבתי ובטיחות בתעשייה או	054371
2.5	-	1	2	בעיות סביבתיות – זיהום אויר	054452

**רשימה 3: קורסי בחירה למגמה**

3.5	-	1	3	*תכן מערכות מים ושפכים	*014325
3.5	3	1	2	כימיה של המים	014327
2.0	-	-	2	פרוק ביולוגי של מזהמים אורגניים רעילים	016327
2.5	-	1	2	שימוש במים מלחים וקולחין	017009
2.5	-	1	2	תהליכים ביולוגיים בהנדסה סביבתית	017022
2.5	-	1	2	טכנולוגית האנרגיה	035142
3.5	-	1	3	מבוא להנדסת חשמל	044109

054374	אנליזת תהליכים בשיטות נומריות מ'	2	2	4	3.0
054330	מעבדה לסימולציה	-	2	-	1.0
054409	עקרונות תכן ראקטורים	2	1	4	2.5
		7	6	3	12.5
		7	6	3	27

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

**סמסטר 7 (חורף)**

054400	מעבדה להנדסה כימית 2	-	-	3	10	2.5
054416	תיכון תהליכים א'	3	2	-	2	4.0
054314	מבוא לדינמיקה ובקרת תהליכים מ'	2	2	4	3.0	
124601	מעבדה בכימיה פיסיקלית 1	-	-	5	3	2.5
		5	4	8	19	12.0

**סמסטר 8 (אביב)**

054410	תיכון מפעלים מ'	2	3	-	5	3.5
		2	3	-	5	3.5

\* ניתן פעמיים בשנה

**מקצועות בחירה**

על כל סטודנט לבחור אחת מהמגמות ולהשלים לפחות סך של 30.0 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 בסטטיסטיקה)**

ה'	ת'	מ'	נק'		
4.0	-	2	3	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה	094481
				או	
3.0	-	2	2	סטטיסטיקה	014003

**רשימה 2: מקצועות בחירה פקולטיים משלוש המגמות האחרות וכן:**

054251	עבודה בתעשייה 1	-	-	-	1.0
054364	עבודה בתעשייה 2	-	-	-	1.0
054367	פרוייקט מחקר 1 **	-	-	8	2.5
054368	פרוייקט מחקר 2 **	-	-	8	2.5
094591	מבוא לכלכלה	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'		
4.0	-	2	3	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה	094481
				או	
3.0	-	2	2	סטטיסטיקה	014003

**רשימה 2: קורסי ליבה**

054373	מבוא לכימיה של מצב מוצק	2	1	2.5
054350	פולימרים 1 או	2	1	2.5
054351	פולימרים 2	2	1	2.5

**רשימה 3: קורסי בחירה למגמה**

2.0	-	-	2	מבוא לסימולציות מולקולריות	056388	2.5	-	1	2	כימיה של הסביבה	127109
2.5	-	1	2	חיישנים מבוססי ננו חומרים	056391	2.5	-	1	2	פונקציות מרוכבות	104215
2.0	-	-	2	חדשות פתוחה בהנדסה כימית	056393	1.0	-	2	-	מיני-פרוייקט	054132
3.0	-	-	3	כימיה של מזון	064322	2.5	-	1	2	פולימרים 1	054350
3.0	-	-	3	מיקרוביולוגיה כללית	064419	2.5	-	1	2	פולימרים 2	054351
3.5	-	1	3	תהליכי יסוד בביוטכנולוגיה	064509	2.5	-	1	2	תהליכים נבחרים בתעשייה הכימית	054354
2.5	-	1	2	מבוא לביוטכנולוגיה מולקולרית	064523	2.5	6	-	-	מעבדה להנדסת פולימרים	054369
2.0	-	-	2	חומרים מתקדמים לביוטכנולוגיה ומזון	066247	2.5	-	1	2	סיכון סביבתי ובטיחות בתעשייה הכימית	054371
2.0	-	-	2	שיטות פיסיקליות לאפיון ביומולקולות	066327	3.5	-	1	3	יצור התקני מל"מ למהנדס. כימים	054375
2.5	-	1	2	פונקציות מרוכבות	104215	3.0	8	-	-	מחקר גמר 1	054406
2.5	-	1	2	קביעת מבנה בשיטות פיזיקליות	124301	3.0	8	-	-	מחקר גמר 2	054407
3.5	-	1	3	מסלולים מטבוליים	134113	3.0	-	-	3	תהליכים בתעשייה הפטרוכימית	054415
4.0	-	-	4	אימונולוגיה בסיסית	276413	2.5	-	1	2	מודלים מתמטיים בהנדסה כימית	054451
3.0	-	-	3	מבוא למערכות חישה	277006	2.5	-	1	2	בעיות סביבתיות - זיהום אוויר	054452
3.5	1	2	2	מבוא להנדסת חומרים מ'1	314533	2.0	-	-	2	מיקרוסקופית אלקטרונית בהנדסה כימית	056120
2.5	-	1	2	מבוא להנדסת חומרים	314535	2.5	-	1	2	תהליכי הפרדה וטיהור ע"י ממברנות	056142
2.0	-	-	2	ביו-חומרים (דרוש אישור מרצה)	338401	2.0	-	-	2	תופעות שטח וקולואידים	056166
2.0	6	-	-	מעבדה למערכות בהנדסה ביוכימית	336512	2.0	-	-	2	נוזלים מורכבים	056383
2.5	-	1	2	ביו-הנדסה של התא	336517	2.0	-	-	2	חדשות פתוחה בהנדסה כימית	056393
2.0	-	-	2	הנדסה מולקולרית	336525	2.0	-	-	2	מבוא ויישומים של תבניות ריח	056394
2.5	-	1	2	שחרור מבוקר של תרופות	336528	3.5	1	2	2	מבוא להנדסת חומרים מ'1	314533
2.5	-	1	2	תחליפים ביולוגיים והנדסת רקמות	336529	2.5	-	1	2	מבוא להנדסת חומרים	314535

**המגמה להנדסת תהליכים ביוכימיים**

דרישות המגמה:

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

**תוכנית הלימודים לתואר  
בהנדסה ביוכימית**

**ע"י הפקולטות 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 בביולוגיה 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>מקצועות חובה 125.0</b>
<b>מקצועות בחירה 30.0</b>
<b>מקצועות בחירה חופשית: 10.0</b>
<b>-העשרה 6.0</b>
<b>-בחירה חופשית 4.0</b>
<b>סה"כ 165.0</b>

**מקצועות חובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים**

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 1 (חורף)
4	2	6	5.0	*104003 חדו"א 1
3	2	-	4.0	*104006 אלגברה לינארית
4	2	5	5.0	124120 יסודות הכימיה
3	-	-	3.0	134058 ביולוגיה 1
4	-	3	3.0	*324033 אנגלית טכנית- מתקדמים ב'
-	2	-	1.0	*394800 חינוך גופני
18	8	14	21.0	

-בעלי פטור מהשלמות בפיסיקה- מכניקה, יכולים להקדים את הקורס בפיסיקה 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)
3	2	6	4.0	*054131 מבוא להנדסה כימית וביוכימית
4	2	7	5.0	*104004 חדו"א 2
4	2	5	5.0	125801 כימיה אורגנית
2	1	3	2.5	134019 מבוא לביולוגיה ואנזימולוגיה
2	1	5	3.5	134020 גנטיקה כללית
15	8	26	20.0	

**רשימה 1. כלים מתמטיים**

ה'	ת'	מ'	נק'	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה
3	2	-	4.0	094481
2	2	-	3.0	014003 סטטיסטיקה

**רשימה 2. קורסי ליבה למגמה (יש לקחת את שני הקורסים)**

3	1	-	3.5	054412 הנדסה ביוכימית
3	1	-	3.5	054308 תהליכי הפרדה 2 להנדסה ביוכימית במקום 054305

**רשימה 3. קורסי בחירה למגמה**

2	1	3	3.5	014327 כימיה של המים
2	-	-	2.0	014321 טוקסיקולוגיה סביבתית
2	-	2	2.5	014968 אקולוגיה למהנדסים
2	-	-	2.0	016327 פרוק ביולוגי של מזהמים אורגניים רעילים
2	1	-	2.5	017009 שימוש במים מלחים וקולחין
2	1	-	2.5	017022 תהליכים ביולוגיים בהנדסה סביבתית
2	1	-	2.5	035142 טכנולוגית האנרגיה
-	2	-	1.0	054132 מיני-פרוייקט
2	1	-	2.5	054350 פולימרים 1
2	1	-	2.5	054351 פולימרים 2
2	1	-	2.5	054354 תהליכים נבחרים בתעשייה הכימית
-	-	6	2.5	054369 מעבדה להנדסת פולימרים
2	1	-	2.5	054371 סיכון סביבתי ובטיחות בתעשייה הכימית
-	-	8	3.0	054406 מחקר גמר 1
-	-	8	3.0	054407 מחקר גמר 2
2	1	-	2.5	054413 פולימרים ויישומיהם בביוטכנולוגיה
2	1	-	2.5	054451 מודלים מתמטיים בהנדסה כימית
1	2	-	2.0	054476 מידול מולקולרי
2	-	-	2.0	056120 מיקרוסקופית אלקטרונית
2	1	-	2.5	056142 תהליכי הפרדה וטיהור ע"י ממברנות
2	-	-	2.0	056166 תופעות שטח וקולואידים
2	-	-	2.0	056378 תרמודינמיקה סטטיסטית בה.כימית
-	-	4	2.0	056379 מעבדה לתהליכי ממברנות
2	-	-	2.0	056383 נוזלים מורכבים

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

רשימה ב': ביו-חומרים				ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	הנרש	
2.5	-	1	2	054350	1	2	4	2.5	משוואות דיפ. רגילות ח'
2.5	-	1	2	054351	2	2	4	2.5	פיסיקה 1
2.5	6	-	-	054369	מעבדה להנדסת פולימרים	1	3	3.5	מסלולים מטבוליים
2.5	-	1	2	054413	פולימרים בביוטכנולוגיה	1	3	2.5	מעבדה בגנטיקה מולקולארית
2.0	-	-	2	056120	מיקרוסקופית אלקטרונית	1	2	2.5	ביולוגיה מולקולארית
2.0	-	-	2	056383	נוזלים מרוכבים	2	2	4.0	מבוא למחשב - מטלאב
3.0	-	-	3	064322	כימיה של מזון	2	-	1.0	חינוך גופני
2.0	-	-	2	127718	כימיה ביו-אורגנית של אנזימים	8	12	18.5	
2.5	-	1	2	127730	קביעת מבנה בשיטות פיזיקליות	7			
2.0	-	-	2	315018	חמרים בהנדסה ביורפואית				

רשימה ג': תהליכים וטכנולוגיות בתעשייה הביוכימית				ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	הנרש	
2.0	-	-	2	014321	טוקסיקולוגיה סביבתית	3	4	4.0	עקרונות הנדסה כימית 1 מ'
1.0	-	2	-	054132	מיני-פרוייקט	2	2	3.0	תרמודינמיקה א'
3.0	8	-	-	054406	מחקר גמר 1	3	3	3.5	פיסיקה 2
3.0	8	-	-	054407	מחקר גמר 2	2	2	2.5	משוואות דיפ. חלקיות ח'
2.5	-	1	2	054451	מודלים מתמטיים בהנדסה כימית	1	1	1.5	כימיה אנליטית 1 למהנדסים
2.5	-	1	2	056142	תהליכי הפרדה וטיהור ע"י ממברנות	2	2	2.5	בקרת הביטוי הגנטי
2.0	-	-	2	056166	תופעות שטח וקולואידים	3	16	3.0	מיקרוביולוגיה וירולוגיה
2.0	4	-	-	056379	מעבדה לתהליכי ממברנות			20.0	
2.5	-	1	2	056391	חיישנים מבוססי ננו חומרים				
2.0	-	-	2	066521	הנדסת רקמות				
2.0	-	-	2	126304	ביולוגיה מבנית לביואינפורמטיקה			4.0	עקרונות הנדסה כימית 2 מ'
2.0	-	-	2	338401	ביו-חומרים (דרוש אישור מרצה)			3.5	תהליכי הפרדה בהנדסה כימית וביוכימית 1
2.0	-	-	2	336405	יסודות הנדסיים בביולוגיה וביוטכנולוגיה			3.0	תרמודינמיקה ב'
2.0	6	-	-	336512	מעבדה למערכות בהנדסה ביוכימית			3.5	מבוא לתכן ראקטורים כימיים וביוכימיים
2.0	-	-	2	336528	שחרור מבוקר של תרופות			1.0	מעבדה כימיה אנליטית 1 בכ'
2.5	-	1	2	336529	הנדסת רקמות ותחליפים ביולוגיים			15.0	
2.0	-	-	2	336531	עקרונות של חיישנים ביוכימיים				

רשימה ד': מקצועות השלמה בהנדסה כימית				ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	הנרש	
2.5	-	1	2	014917	עקרונות הנדסת איכות	3	4	3.5	תהליכי הפרדה 2 להנדסה ביוכימית
2.5	-	1	2	054354	תהליכים נבחרים בתעשייה הכימית				
2.5	-	1	2	054371	סיכון סביבתי ובטיחות			1.0	מעבדה לסימולציה
3.5	-	3	2	054410	תיכון מפעלים מ'			3.0	אנליזת תהליכים בשיטות נומריות מ'
2.5	-	1	2	054452	בעיות סביבתיות - זיהום אוויר			2.5	עקרונות תכן ראקטורים
3.5	-	1	3	114054	פיסיקה 3			3.5	ביולוגיה של התא
2.0	-	-	2	124509	יסודות הספקטרוסקופיה המולקולארית			2.5	מעבדה בביוכימיה ומטבוליזם
3.0	8	-	-	124911	מעבדה בכימיה אורגנית 1			16.0	
2.0	-	-	2	127707	סטרואכימיה				
3.5	-	2	2	314533	מבוא להנדסת חומרים מ'				
2.0	-	-	2	316240	יסודות הקריסטלוגרפיה				

רשימה א'				ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	הנרש	
2.0	-	-	2	134039	וירולוגיה מולקולרית	2	6	3.0	מבוא לדינמיקה ובקרת תהליכים מ'
2.0	-	-	2	134055	אנדוקרינולוגיה	3	3	4.0	תיכון תהליכים א'
3.0	-	-	3	134040	פיזיולוגיה מולקולארית של הצמח			1.5	מעבדה להנדסה כימית 2 בכ'
3.5	-	1	3	134117	פיזיולוגיה			3.5	הנדסה ביוכימית
2.0	-	-	2	134133	אבולוציה			2.5	מעבדה בכימיה פיסיקלית 1
2.5	-	1	2	134136	ביופיסיקה מולקולרית			14.5	
1.5	5	1	-	134144	מעבדה בפיזיולוגיה של הצמח				
2.0	-	-	2	136016	פרקים בנוירוביולוגיה				
2.5	-	1	2	136105	ביולוגיה של ההתפתחות				
3.0	-	-	3	276413	אימונוולוגיה בסיסית				

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

רשימה ב'				ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	הנרש	
2.5	2	-	2	014968	אקולוגיה למהנדסים	3	2	4.0	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה
2.0	-	-	2	016327	פרק ביולוגי של מזהמים אורגניים				
2.0	-	-	2	066327	שיטות פיסיקליות לאפיון ביומולקולות				
2.0	-	-	2	066411	מיקרוביולוגיה ביוטכנולוגית				
2.0	-	-	2	066518	ביוקטליזה שימושית				
2.0	-	-	2	066524	ביוטכנולוגיה של פפטידים				

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

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	הנרש
3	2	-	4.0	094481 מבוא להסתברות וסטטיסטיקה או
2	2	-	3.0	014003 סטטיסטיקה

**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'.

## לימודים לתארים מתקדמים

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 ונוטכנולוגיה, מערכות חלקיקים, מערכות קולואידיות, נוזלים מורכבים, תופעות שטח, עיבוד חומרים קרמיים ועל-מוליכות, גידול גבישים וחקר תהליכים בשכבות דקות.

תכנית ההשתלמות בלימודי מגיסטר ובלימודי דוקטור מורכבת מלימודים ומעבודה עצמאית. הלימודים צמודים לפעילות מחקרית ענפה בתחומים הנזכרים בכיוונים בסיסיים וישומיים כאחד. נושאי המחקר שואפים לענות על צרכי התעשייה הכימית, הביוכימית והמיקרו אלקטרונית, בהווה ובעתיד, ועבודות מחקר המבוצעות ע"י משתלמים לתואר גבוה מסייעות להחדיר לתעשייה גישות ונושאים מתקדמים.

### לימודים לתואר מגיסטר

בתכנית המגיסטר קיימים שלושה מסלולים להשתלמות לקראת התואר:

#### מגיסטר למדעים בהנדסה כימית

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

#### מגיסטר להנדסה בהנדסה כימית

מסלול השתלמות ללא הגשת עבודת מחקר. התכנית מיועדת במיוחד לאנשי תעשייה, ומושם בה דגש על מקצועות טכנולוגיים וניהוליים. מטרת התכנית היא לאפשר למהנדסים בתעשייה להרחיב את הידע המקצועי בנושאי היסוד בהנדסה כימית, בתחומים מקצועיים הרלוונטיים לעבודתם בתעשייה ובנושאי ניהול. התכנית אינה שמה דגש על אימון בשיטות מחקר ואיננה כוללת הגשת תזה.

#### מגיסטר למדעים

מסלול השתלמות הכולל מחקר. התוכנית מיועדת לסטודנטים ללא רקע בהנדסה כימית המעוניינים להשתלם באחת מקבוצות המחקר בפקולטה ללא דרישה פורמאלית בהשלמת 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. בוגרים שלא הגיעו להישגים אלה בלימודי הסמכה, אך עומדים בדרישות הקבלה של ביה"ס לתארים מתקדמים, יכולים להגיש בקשה לאחר שלוש שנות עבודה מקצועית, ובקשתם תישקל לאור המלצות על כישוריהם והישגיהם המקצועיים.

■ בדרך כלל, המועמד יתבקש למצוא מנחה למחקר, 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 טופסי ההרשמה ללימודים.

4.0	12	-	-	פרויקט מחקר בביולוגיה (1)	134049
2.5	5	-	1	מעבדה בהנדסה גנטית	134122
2.0	6	-	2	מעבדה מתקדמת בביולוגיה (1)	134088
3.0	-	-	3	זאולוגיה	134111
2.0	-	-	2	הביולוגיה של מחלת הסרטן	134129
2.0	-	-	2	הורמונים והתנהגות בבע"ח	134130
2.0	-	-	2	היבטים בשמירת טבע וסביבה	134135
2.0	-	-	2	תאי גזע	134137
2.0	-	-	2	פוטוביולוגיה	134139
2.0	-	-	2	יוביקוויטין ומחזור חלבונים	134140
2.5	-	1	2	גישות חיוניות במדעי החיים	134141
2.0	-	-	2	מדעי התרופה	134145
1.0	-	-	2	מבוא לתעשיית מדעי החיים בישראל	134146
2.0	-	-	2	מטבוליות ומחלות באדם	134147
3.0	-	2	2	גישות מחקר בביולוגיה מבנית	134148
2.0	-	-	2	מסלולי חיסה במיקרואורגניזמים	136022
2.0	-	-	2	אפיגנטיקה	136030
2.5	-	1	2	אבולוציה של הגנום	136031
2.0	-	-	2	ביולוגיה מערכתית	136032
3.0	-	-	3	גנטיקה מולקולרית של האדם	136088
2.0	-	-	2	עקרונות ההכרה המולקולארית בין חלבונים וחומצות גרעין	136090
2.0	-	-	2	מקרומוולקולות לביואינפורמטיקה	136093
2.5	-	1	2	מבוא לביואינפורמטיקה	236523
3.0	-	-	3	מבוא למערכות חיסה	277006
3.0	-	2	2	ביופיזיקה ונירוי פיזיולוגיה למהנדסים	276010

#### הערות:

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

- לימוד עד חמישה מקצועות ניהול.
- לימוד מקצועות טכנולוגיים 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.
- השלמת הדרישה לשפה זרה בהתאם לדרישות ביה"ס לתארים מתקדמים.

### 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. בוגרים שלא הגיעו להישגים אלה בלימודי הסמכה, אך עומדים בדרישות הקבלה של ביה"ס לתארים מתקדמים, יכולים להגיש בקשה לאחר שלוש שנות עבודה מקצועית, ובקשתם תישקל לאור המלצות על כישוריהם והישגיהם המקצועיים.

#### בכל מקרה, המועמד יתבקש למצוא מנחה למחקר, 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 לטופסי ההרשמה מסמך המפרט את מיקומם במדרג.
- מועמדים בוגרי תואר במסלול ארבע-שנתי לא יחויבו בד"כ במקצועות השלמה.
- מועמדים בוגרי תואר בלימודים כימיים בלימודי הסמכה ברמה של 82 ומעלה. בוגרים שלא הגיעו להישגים אלה בלימודי הסמכה, אך עומדים בדרישות הקבלה של ביה"ס לתארים מתקדמים, יכולים להגיש בקשה לאחר שלוש שנות עבודה מקצועית, ובקשתם תישקל לאור המלצות על כישוריהם והישגיהם המקצועיים.

#### דרישות לימוד

כל סטודנט במסלול זה יצבור סך כולל של 36 נקודות זכות מהן 16 נקודות בלימודים מתקדמים (שבעה מקצועות לפחות) 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.

- מועמדים שבמוסד בו הם למדו לתואר ראשון קיים הליך של דירוג הבוגרים לפי הישגיהם, יידרשו לצרף לטופסי 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-30 נקודות השלמה, ממקצועות לימודי הסמכה. רשימת המקצועות תקבע לכל סטודנט בנפרד בהתחשב ברקע הלימודים הקודם.
- סטודנטים המתקבלים במעמד משלים, יתקבלו בשלב ראשון רק למסלול ללא תזה. הסטודנטים יוכלו לעבור למסלול מחקר רק לאחר שימצאו מנחה למחקר ובכפוף לעמידתם בתנאי ההשלמה כפי שיקבעו ע"י הוועדה לתארים מתקדמים.
- סטודנטים בלימודי התואר הראשון יכולים להשתלב בתוכנית המעניקה תואר ראשון ומגיסטר בחמש שנים, אם הם בעלי ממוצע 87 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 המורכבות מ: 16 נקודות לפחות במקצועות מתקדמים ו-20 נקודות עבור עבודת מחקר או פרויקט הנדסי.

- על סטודנט במסלול זה ללמוד לפחות שבעה מקצועות\*, מתוכם לפחות ארבעה מקצועות 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. יתרת הנקודות ניתנת לצבירה בלימוד מקצועות הניתנים ע"י פקולטות אחרות, באישור המנחה.
- סטודנט יחויב במסלול עבודת מחקר ניסיונית או עיונית, למעט מקרים מיוחדים בהם סטודנט היצוני יוכל לבחור במסלול הפרויקט ההנדסי. מטרת עבודת המחקר היא לאמן את הסטודנט בשיטות מחקר, ומטרת הפרויקט ההנדסי היא לאמן את הסטודנט בשיטות תכן הנדסי.
- כל משתלם חייב להרצות הרצאה סמינריונית המסכמת את עבודת המחקר.

\* 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 מ-75) עשויים להתקבל בכפוף לניסיונם 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 טופסי ההרשמה ללימודים.
- מועמדים שבמוסד בו הם למדו לתואר ראשון קיים הליך של דירוג הבוגרים לפי הישגיהם, יידרשו לצרף לטופסי 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 בתוכנית זו גם את המקצוע המתמטי "שיטות מתמטיות בהנדסה כימית" (058177).



בתקנות) ורק לאחר שמלאו את הדרישה למתן סמינר על עבודת המחקר.

#### 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 פרטניים

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

#### 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.

#### 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. סוגי המלגות, הנהלים ומועדי הגשת בקשות למלגה מפורטים בחלק של המידע הכללי בתחילת חוברת זו. 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

shoshana@tx.technion.ac.il

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

## 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

קבלת סטודנטים תיעשה על סמך הישגים בלימודים קודמים, מכתבי המלצה וראיונות אישיים בפני שלושה חברי סגל הפקולטה (כל אחד בנפרד). מטרת הראיונות היא בדיקת התאמת המועמד ללימודי דוקטורט, שליטתו בנושאי יסוד, יכולת סינתזה של נושאים נפרדים, גישה לבעיה או נושא מחקר ועצמאות מחשבתית. אין הכוונה לבחינת ידע כולל. הבעיות שיידונו בראיון ינוסחו באופן אישי ע"י המראיינים.

#### מסלול רגיל

##### תנאי קבלה פרטניים

• 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

הדרישות העיקריות ללימודים לתואר דוקטור הן:

(א) לימוד מקצועות להעמקת הידע הבסיסי בהנדסה כימית ולהשלמת ידע בסיסי 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 הוועדה ללימודים מתקדמים. דרישות רשמיות נוספות עשויות להתווסף בשלב ראיונות הקבלה לפי המלצת המראיינים וכן לאחר בחינת המועמדות לפי המלצת ועדת הבוחנים

(ב) ביצוע עבודת מחקר מקורית ברמה נאותה. עבודת המחקר תבוצע בד"כ בין כתלי הפקולטה. במקרים יוצאים מן הכלל, בהם המשתלם אינו שווה במשך כל תקופת השתלמותו בין כתלי הפקולטה, קיימת בד"כ דרישה לשהות מינימאלית של שנה אחת.

• על המשתלם להגיש תאור תמציתי של מחקרו ולעמוד בבחינת מועמדות, בהתאם לתקנות ביה"ס לתארים מתקדמים (ראה סעיף 36 בתקנות).

• כשנה לאחר בחינת המועמדות יהיה על הסטודנט 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 פרטניים

סטודנטים מצטיינים לתואר מגיסטר (ממוצע 90 לפחות במקצועות הלימוד), יכולים, בהסכמת המנחה, בהמלצת הוועדה לתארים מתקדמים ובאישור ביה"ס לתארים מתקדמים, לעבור למסלול ישיר לדוקטורט. את הבקשה למעבר למסלול ישיר להגיש לוועדה לתארים מתקדמים, בד"כ במהלך הסמסטר השלישי ללימודים, למעט מקרים מיוחדים (ראה סעיף 24.07