

המגמה למדע והנדסה של חומרים

תכנית לימודים לתואר כפול במדע והנדסה של חומרים ובכימיה

תכנית הלימודים לתואר ראשון כפול במדע והנדסה של חומרים ובכימיה משותפת למחלקה למדע והנדסה של חומרים ולבית הספר לכימיה.

התכנית מיועדת להכשיר מהנדסים וחוקרים בעלי יסודות חזקים הן במדע בסיסי והן בטכנולוגיה, עם יישומיות וראייה מערכתית רחבה, הנדרשת בעולם הטכנולוגי המודרני.

התכנית תקנה לסטודנטים בסיס ידע במדעים מדויקים בכלל ובכימיה בפרט, בשילוב הבנה מוצקה של הקשר בין שיטות ההכנה, המבנה (מרמת המוצר המקרוסקופי ועד הרמה האטומית), התכונות (מכאניות, חשמליות, אופטיות, מגנטיות, ביולוגיות, וכו') והיישומים של חומרים. התכנית מביאה לידי ביטוי את המגמה בעולם לרב-תחומיות ותקנה לבוגרי התכנית באוניברסיטת תל-אביב יתרון יחסי הן במו"פ והן בתעשייה. בוגרי התכנית יהיו בעלי ידע רב-תחומי, המשלב מדעים מדויקים (כימיה, פיזיקה ומתמטיקה) עם הנדסה (בעיקר – חשמל, מכאנית, ביו-רפואית וכימית), וגם ביולוגיה. כמו כן, שילוב זה יפתח בפניהם אפשרויות נוספות ללימודי המשך באקדמיה.

מבנה תכנית הלימודים:

השנתיים הראשונות של התואר מתמקדות בקורסי כימיה, מתמטיקה ופיזיקה ובקורסי בסיס בהנדסה.

בשנים השלישית והרביעית הדגש הוא על קורסים במדע והנדסה של חומרים ובכימיה. על-מנת לאפשר לבוגרים להשתלב בהצלחה גם במו"פ בתחומי הכימיה, הן באקדמיה והן בתעשייה, התכנית כוללת את כל קורסי החובה (מתחום הכימיה) בתכנית הלימודים הרגילה בביה"ס לכימיה. תכנית הלימודים כוללת קורסי חובה ובחירה, כולל מעבדות, במגוון נושאים כגון הקשר בין מבנה לתכונות של חומרים, קוונטים וקשר כימי, קינטיקה ותרמודינמיקה של מערכות כימיות, מעברי פאזות, פני שטח ומשטחי ביניים, כימיה אורגנית, תכונות פיזיקליות וכימיות של חומרים, תכונות מכאניות של חומרים, ספקטרוסקופיה ושיטות אפיון, מתכות וחומרים אל-מתכתיים, חומרים מרוכבים, חומרים חכמים, מידול ותכן חומרים באמצעות מחשב, שיטות אפיון, תהליכי ייצור, הגנת חומרים מפני הסביבה וחקר כשל, חומרים והתקנים אלקטרוניים, חומרים לאגירת ולהמרת אנרגיה, ביו-חומרים, מערכות מיקרו-אלקטרו-מכאניות, וכיו"ב. הואיל ומעבדות הוראה הן כלי חשוב בהכשרת מדענים ומהנדסים מצוינים גם יחד, נבנתה תכנית לימודים הכוללת מגוון רחב של מעבדות מתקדמות, המצוידות במכשור חדיש.

הסמסטר התשיעי מוקדש לביצוע פרויקט גמר בהנחיית חברי סגל מהמחלקה למדע והנדסה של חומרים ו/או מביה"ס לכימיה. אפשרי, ואפילו מומלץ, שיתוף פעולה עם התעשייה (כולל ביצוע הפרויקט בה, בהנחיה משותפת עם נציג מטעמה). סטודנטים מצטיינים יוכלו לבצע את פרויקט הגמר החל מחופשת הקיץ שלאחר שנת הלימודים השלישית ו/או לפרוש אותו על סמסטרים 7 ו-8, כך שיתאפשר להם להשלים את התואר הכפול בארבע שנים (8 סמסטרים). מטרת הפרויקט להעמיק את הידע בנושא המעניין את הסטודנט, לחשוף אותו לשיטות מחקר מתקדמות ו/או לתעשייה רלבנטית, ולתת לו כלים לחשיבה יצירתית, יזמות ועבודה עצמאית. לאור חשיבות פרויקט הגמר בהכשרה המעשית של הסטודנטים, הוקצו לו 12 ש"ס, יותר מהמקובל בתכניות דומות אחרות.

התכנית תקנה יסודות מוצקים להמשך מחקר, הן בתארים מתקדמים באקדמיה והן במחקר ופיתוח בתעשייה. בוגרי התכנית יוכלו להמשיך ללימודי תארים מתקדמים הן בהנדסה והן בבית-הספר לכימיה.

הידע והכלים שיירכשו בתואר זה :

- יסודות מוצקים בכימיה, פיזיקה ומתמטיקה ויישומם בפתרון בעיות הנדסיות.
- יכולת תכנון, ביצוע וניתוח תוצאות ניסויים.
- הבנת שיקולים שונים בבחירת חומרים ותהליכים בתעשיות שונות (כלכליים, מחזור והשפעה על הסביבה, יכולת ייצור בטכנולוגיות שונות, זמינות חומרי גלם, שיקולים אסטרטגיים, אורך חיים ומנגנוני כשל, וכו').
- הבנת הקשר בין שיטות ההכנה של חומרים לבין מבנה החומר הנגזר מהן, תכונות החומר, ויישומיו.
- הכוונה לעבודה בצוות.
- יכולת זיהוי בעיות הנדסיות ופתרוןן.
- יכולת להציג היטב נושאים מדעיים והנדסיים, הן בכתב והן בעל-פה.
- חשיבה מקורית, יצירתית ויזמות.
- מוכנות לשאת בתפקידי מנהיגות מקצועית בתחום החומרים.

כדי לזכות בתואר בוגר אוניברסיטה (B.Sc.) בתכנית במדע והנדסה של חומרים ותואר בוגר אוניברסיטה בכימיה, על הסטודנט למלא את הדרישות הבאות :

- (1) לעמוד בכל הדרישות האקדמיות – אוניברסיטאיות ופקולטיות – שנקבעו כתנאי לקבלת התואר בוגר, על-פי תכנית הלימודים של התכנית ומכסת שעות של 235 ש"ס, מתוכן 209-212 ש"ס קורסי חובה, 19-22 ש"ס קורסי בחירה, ו- 4 ש"ס קורסי בחירה מתכנית "כלים שלובים".
- (2) כל הציונים בקורסים הנדרשים חייבים להיות בציון "עובר" לפחות.
- (3) הממוצע המשוקלל של כל המקצועות הנלמדים חייב להיות 70 לפחות.
- (4) לא ניתן לשפר ציון לאחר קבלת אישור זכאות לתואר.

תכנית לימודים לתואר כפול במדע והנדסה של חומרים ובכימיה

תכנית לימודים
קורסי חובה

סמסטר 1

דרישות קדם	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' קורס
		סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
	-	-	-	-	-	הדרכה בספריה	0509.1191
	6	7	-	2	5	אלגברה לינארית	0509.1824
	5	6	-	2	4	פיזיקה 1	0509.1826
	5	6	-	2	4	חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי (חדו"א) 1ב'	0509.1846
	7	7	-	2	5	כימיה כללית 1	0351.1105
	4	5	-	2	3	כימיה כללית 2	0351.1110
	0.5	1	-	-	1	אופקים בהנדסת חומרים	0581.1112
	27.5	32	-	10	22	סה"כ	

סמסטר 2

דרישות קדם	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' קורס
		סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
פיזיקה 1	5	6	-	2	4	פיזיקה 2	0509.1829
	1	2	2	-	-	מעבדה בפיזיקה א1	0509.1834
חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 1ב'	5	6	-	2	4	חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי (חדו"א) 2ב'	0509.1847
כימיה כללית 1, 2; קינטיקה במקביל	7	7	7	-	-	מעבדה בכימיה 1	0351.1108
כימיה כללית 1	3	3	-	1	2	מבוא לכימיה אורגנית	0351.1109
כימיה כללית 1, 2	3	3	-	1	2	קינטיקה	0351.1825
	24	27	9	6	12	סה"כ	

סמסטר 3

דרישות קדם	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' קורס
		סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
חדו"א 1 ב'; אלגברה לינארית	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות רגילות (מד"ר)	0509.1845
חדו"א 2 ב'; אלגברה לינארית	3.5	4	-	1	3	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה	0509.2801
כימיה כללית 1, 2	3.5	4	-	1	3	מבוא למדע והנדסת חומרים	0581.2111
במקביל: מבוא למדע והנדסת חומרים	0.5	1	1	-	-	מבוא למדע והנדסת חומרים - מעבדה	0581.2132
פיזיקה 2	3.5	4	-	1	3	מבוא לגלים ולמוליכים למחצה	0581.2191
קורסי שנה א' פרט למעבדות	6	6	-	2	4	תרמודינמיקה	0351.2202
כימיה כללית 1, 2; מבוא לכימיה אורגנית	5	5	-	1	4	כימיה אורגנית 1	0351.2304
	25.5	28	1	7	20	סה"כ	

סמסטר 4

דרישות קדם	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' קורס
		סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
	-	-	-	-	-	סדנת מבוא ל-Matlab	0509.1000
	3	4	-	2	2	תכנות (פייתון)	0509.1820
מד"ר; פיזיקה 1	3.5	4	-	1	3	מכניקת המוצקים	0555.2407
	2	2	-	-	2	כתיבה טכנית באנגלית	0509.2192
קורסי שנה א' פרט למעבדות, תרמודינמיקה	6	7	-	2	5	קוונטים וקשר כימי	0351.2206
קורסי שנה א' פרט למתמטיקה, קינטיקה, תרמודינמיקה	4	4	4	-	-	מעבדה בכימיה פיזיקלית 1	0351.2210
כימיה אורגנית 1	5	5	-	1	4	כימיה אורגנית 2	0351.2305
	23.5	26	4	6	16	סה"כ	

סמסטר 5

דרישות קדם	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' קורס
		סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
משוואות דיפרנציאליות רגילות	2.5	3	-	1	2	משוואות דיפרנציאליות חלקיות (מד"ח)	0509.3193
מבוא למדע והנדסת חומרים	3.5	4	-	1	3	מטלורגיה פיזיקלית	0581.3111
כימיה כללית 1; מבוא למדע והנדסת חומרים	3	3	-	-	3	חומרים פולימריים	0581.3112
כימיה כללית 1; מבוא למדע והנדסת חומרים	3	3	-	-	3	חומרים קרמיים	0581.3113
מבוא לגלים ולמוליכים למחצה	3.5	4	-	1	3	תכונות חשמליות של חומרים	0581.3121
מבוא למדע והנדסת חומרים	0.5	1	1	-	-	מעבדה בחומרים הנדסיים	0581.3131
מבוא להסתברות וסטטיסטיקה	2	2	-	-	2	תכן ניסויים	0581.3191
	3	3	-	-	3	חומרים במערכות אנרגיה ¹	0581.4371
	1	2	-	-	2	אופקים בכימיה	0351.3110
	22	25	1	3	20	סה"כ	

סמסטר 6

דרישות קדם	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' קורס
		סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
מבוא למדע והנדסת חומרים; תכונות חשמליות של חומרים	4	5	-	2	3	מידול ותכן חומרים באמצעות מחשב	0581.3122
משוואות דיפרנציאליות חלקיות; מבוא למדע והנדסת חומרים	2.5	3	-	2	2	דיפוזיה במוצקים	0581.3123
מבוא למדע והנדסת חומרים, תכונות חשמליות של חומרים	1.5	3	3	-	-	מעבדת שיטות מתקדמות באפיון חומרים ²	0581.3132
מבוא למדע והנדסת חומרים אן מכניקת המוצקים	3.5	4	-	1	3	התנהגות מכאנית של חומרים	0581.3181
משוואות דיפרנציאליות רגילות, פיזיקה 2	4.5	5	-	1	4	מבוא למערכות ומעגלים חשמליים	0512.1205

סמסטר 6 (המשך)

¹ קורס זה פתוח גם ללימודי מוסמך.

² כל סטודנט חייב לקחת את הקורס "מעבדת שיטות מתקדמות באפיון חומרים" שבסמסטר 6 יחד עם קורס נוסף בהיקף 3 ש"ס מרשימת קורסי הבחירה אן את הקורס "מעבדה מתקדמת בכימיה פיזיקלית" שבסמסטר 8.

דרישות קדם	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' קורס
		סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
כימיה אורגנית 1 ; מעבדה בכימיה 1	8	8	8	-	-	מעבדה בכימיה אורגנית	0351.2302
כימיה אורגנית 1 ; מומלץ : פרקים בביוכימיה של התא – מבוא, כימיה אורגנית 2 במקביל	5	6	-	2	4	ביוכימיה לכימאים	0351.2809
	27.5-29	31-34	11	9	16	סה"כ	

סמסטר 7

דרישות קדם	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' קורס
		סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
	-	-	-	-	-	קורס בחירה מ-"כלים שלובים" ³	
מבוא למדע והנדסת חומרים	2.5	3	-	1	2	חומרים מרוכבים	0581.4112
מבוא למדע והנדסת חומרים, מטלורגיה פיזיקלית	3	3	-	-	3	תהליכי עיבוד וייצור חומרים 1	0581.4113
משוואות דיפרנציאליות חלקיות ; דיפוזיה במוצקים	3.5	4	-	1	3	מעבר תנע, חום ומסה (להנדסת חומרים)	0581.4121
כימיה כללית 1, 2 ; מבוא למדע והנדסת חומרים	3	3	-	-	3	הנדסת קורוזיה ¹	0581.4311
קוונטים וקשר כימי	3	3	-	1	2	מבוא לספקטרוסקופיה	0351.3208
	15	16	-	2	15	סה"כ	

³ <http://www.core.tau.ac.il>

סמסטר 8

דרישות קדם	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' קורס
		סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
	-	-	-	-	-	קורס בחירה מ- "כלים שלובים" ³	
מבוא למדע והנדסת חומרים; מטלורגיה פיזיקלית; תהליכי עיבוד וייצור חומרים 1	3	3	-	-	3	תהליכי עיבוד וייצור חומרים 2	0581.4114
מבוא למדע והנדסת חומרים	3	3	-	-	3	בחירת חומרים	0581.4115
קיניטיקה, תרמודינמיקה, קוונטים וקשר כימי	3	3	-	-	3	מבוא קריסטלוגרפי לכימיה מבנית	0351.3104
מעבדה בכימיה פיזיקלית 1; קיניטיקה; תרמודינמיקה; קוונטים וקשר כימי; אחד משני הקורסים: כימיה קוונטית או תרמודינמיקה סטטיסטית	6	6	6	-	-	מעבדה מתקדמת בכימיה פיזיקלית ²	0351.3206
	9-15	9-15	6	-	11	סה"כ	

סמסטר 9

דרישות קדם	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' קורס
		סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
	12	12	12	-	-	פרויקט מתקדם בהנדסת חומרים ⁴	0581.4116
	12	12	12	-	-	סה"כ	

⁴ סטודנטים מצטיינים בתכנית מדע והנדסה של חומרים וכימיה יוכלו לבצע את פרויקט הגמר החל מחופשת הקיץ שלאחר שנת הלימודים השלישית ו/או לפרוש אותו על סמסטרים 7 ו-8, כך שיתאפשר להם להשלים את התואר הכפול בארבע שנים (8 סמסטרים).

קורסי בחירה

הערה : על-מנת להשלים את התואר הכפול יש לבחור 19-22 ש"ס מהרשימה הבאה. בנוסף, על הסטודנט לבחור 4 ש"ס מתכנית "כלים שלובים" (מומלץ במהלך סמסטרים 7 ו-8).

קורסים מהפקולטה להנדסה

סמסטר	דרישות קדם	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' קורס
			סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
9/7	מבוא למערכות ומעגלים חשמליים	4.5	6	2	1	3	אלקטרוניקה בסיסית	0512.1202
8/6	מבוא לגלים ולמוליכים למחצה	5	6	-	2	4	התקנים אלקטרוניים	0512.2508
8	התקנים אלקטרוניים	4.5	4	-	1	3	טכנולוגיות מיקרו-וננו-אלקטרוניקה ¹	0512.4700
8	מבוא לגלים ולמוליכים למחצה	4	4	-	-	4	מבוא למערכות מיקרו-אלקטרו-מכניות ¹	0512.4702
9/8/7	מכניקת המוצקים; מבוא למדע והנדסת חומרים	1.5	2	2	-	-	מעבדה במכניקת מוצקים	0542.4091
8	כימיה להנדסה ביו-רפואית	3.5	4	-	1	3	ביולוגיה של התא	0555.1101
9/7	כימיה להנדסה ביו-רפואית; מערכות פיזיולוגיות בגוף האדם; 2; מכניקת המוצקים; מכניקת הזורמים	3.5	4	-	1	3	הנדסת תאים ורקמות	0555.3160
8	ביו-מכניקה, ביו-חומרים, הנדסת תאים ורקמות	3.5	4	-	1	3	ביו-חומרים פולימריים	0555.4630
9/7	ביו-מכניקה; ביו-חומרים	3.5	4	-	1	3	מכניקה של תאים ורקמות	0555.4740
9/7		2	2	-	-	2	יזמות היי-טק	0571.4809
9/7	מבוא למדע והנדסת חומרים; חומרים פולימריים; חומרים קרמיים; חומרים מרוכבים; הנדסת קורוזיה	3	3	-	-	3	ביו-חומרים ⁵	0581.5314
8/6	תכונות חשמליות של חומרים; פיזיקה 2	3	3	-	-	3	חומרים חכמים ⁵	0581.5312
9/7	מבוא למדע והנדסת חומרים; התנהגות מכאנית של חומרים	3	3	-	-	3	חומרים לטמפרטורות גבוהות ⁵	0581.5313
8/6	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה; פיזיקה 2; מדע חומרים	3.5	4	-	1	3	בדיקות אל-הרס ⁵ (NDT) ⁵	0581.5331

⁵ קורס תואר שני הפתוח לסטודנטים מתואר ראשון.

סמסטר	דרישות קדם	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' קורס
			ש'ה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
9/7		2	2	-	-	2	מיקרוסקופית אלקטרונית סורקת (SEM) ⁵	0581.5332
9/7	מבוא למדע והנדסת חומרים; הנדסת קורוזיה (במקביל); התנהגות מכאנית של חומרים	3	3	-	-	3	חקר כשל ³	0581.5381
9/7	מבוא למדע והנדסת חומרים; התנהגות מכאנית של חומרים	3	3	-	-	3	חיכוך ושחיקה של חומרים ⁵	0581.5382

קורסים מביה"ס לכימיה

סמסטר	דרישות קדם	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' קורס
			ש'ה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
7	מעבדה בכימיה 1; כימיה כללית 1,2; קינטיקה	7	7	7	-	-	מעבדה בכימיה 2	0351.2814
7	קוונטים וקשר כימי; קורסי מתמטיקה של שנה א'	3	3	-	-	3	סימטריה	0351.3108
7	כימיה אורגנית 1, 2	3	3	-	-	3	עקרונות סינתזה אורגנית	0351.3111
8	תרמודינמיקה סטטיסטית	3	3	-	-	3	מהלכים אקראיים בכימיה ובביולוגיה	0351.3113
8	כימיה אורגנית 1, 2; מעבדה בכימיה אורגנית	4	4	-	-	4	כימיה אורגנית פיזיקלית ⁶	0351.3203
8	קינטיקה; תרמודינמיקה; קוונטים וקשר כימי	4	4	-	1	3	ספקטרוסקופיה מגנטית	0351.3207
7	קינטיקה; תרמודינמיקה; קוונטים וקשר כימי	3	3	-	-	3	תרמודינמיקה סטטיסטית	0351.3209
7	קינטיקה; תרמודינמיקה; קוונטים וקשר כימי	4	4	-	-	4	כימיה קוונטית	0351.3212
8	כימיה אורגנית 1, 2	3	3	-	-	3	כימיה אורגנית מתקדמת ⁶	0351.3302
7	מעבדה בכימיה אורגנית (שנה ב'); כימיה אורגנית 1, 2; יישום שיטות פיזיקליות בכימיה אורגנית במקביל	11	11	11	-	-	מעבדה מתקדמת בכימיה אורגנית	0351.3305
7	כימיה אורגנית 1, 2; קינטיקה; תרמודינמיקה; קוונטים וקשר כימי	2	2	-	-	2	יישום שיטות פיזיקליות בכימיה אורגנית	0351.3308

⁶ קורס זה הינו קורס חובה ללימודי כימיה אורגנית במסגרת התואר "מוסמך אוניברסיטה".

סמסטר	דרישות קדם	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	ס' קורס
			סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
7	קינטיקה; תרמודינמיקה; קוונטים וקשר כימי	2	2	-	-	2	שיטות מתקדמות בכימיה אנליטית	0351.3402
8	שיטות מתקדמות בכימיה אנליטית; מעבדה בכימיה פיזיקלית (שנה ב')	4	4	4	-	-	מעבדה בשיטות מתקדמות בכימיה אנליטית	0351.3407
8	סימטריה	2	2	-	-	2	כימיה אי-אורגנית מתקדמת	0351.3408
8	ספקטרוסקופיה מגנטית או יישום שיטות פיזיקליות בכימיה אורגנית	2	2	-	-	2	שימושים נבחרים של תהודה מגנטית גרעינית בכימיה אורגנית, בביוכימיה וברפואה	0351.3813
7	קינטיקה; תרמודינמיקה; קוונטים וקשר כימי	3	3	-	-	3	מבוא לדינמיקה כימית	0351.3814
8	קוונטים וקשר כימי; סימטריה	3	3	-	-	3	ספקטרוסקופיה	0351.3818
8	כימיה אורגנית 2	2	2	-	-	2	כימיה של סוכרים	0351.3819
6		5	5	5	-	-	מעבדה בכימיה חישובית	0351.4810

פקולטות אחרות

סמסטר	דרישות קדם	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' קורס
			סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
8		4	4	-	-	4	מבוא לביולוגיה מולקולרית	0455.2549