

הפקולטה להנדסת אוירונטיקה וחלל

על שם סטיבן קליין

חברי הסגל האקדמי

דיקן הפקולטה
יוסילבסקי גיל

פרופסורים

בן-אשר יוסי
גורפיל פנחס
זלזו דניאל
מירקין לאוניד
רווה דניאלה
שימא טל
תאופיליס וסיליס

פרופסורים חבריים

אידן משה
אינדלמן ואדים
ג'קובי איאן
מנלה אבשלום
לפקוביץ יוסף
מייקלס דן
צ'יקורל בני
שפרמן ויטלי

מרצים בכירים

גלזמן יגאל
גליץ, פבל
גרסלר כריסטיאן
דגן יובל
טרזיס אלכסנדרוס
מרזוק אמיר
פריידין מקסים
קרפ מיכאל

אורחים אקדמיים

מודריק לירז

עמיתי מחקר

אליהו-ניב שאול
בן-גיודה הדר
גולן עודד מרדכי
ורבין דב
ינוקא דוד
לוי יובל
מרטינושי ולדימיר
קלארק אנה

פרופסור מחקר אמריטוס

ויס דניאל

פרופסורים אמריטי

אושמן יעקב
גבעולי דן
גלמן משה
גני אלון
גרינברג ג'ורלד ברי
דורבן דוד
וולר תנחום
טמבור יורם
כהן יעקב
לוי ישעיהו
נתן בני
פרנקל יצחק
קרפל מרדכי
רוזן אביב

חברי סגל בגמלאות

אברמוביץ חיים
ברקוביץ אברהם
גרונולד ארתור
יודילביץ גיל
לנדקוף בנימין
שטריקר יוסף

תיאור היחידה

הפקולטה להנדסת אוירונטיקה וחלל בטכניון פתחה את שעריה בשנת 1954, לאחר שראש הממשלה הראשון של המדינה, מר דוד בן-גוריון, הבין שלא תיתכן עליונות אווירית ישראלית בסביבה העוינת בה הוקמה המדינה ללא עליונות מדעית וטכנולוגית, ושעליונות כזאת לא ניתנת לרכישה מן המדף, אלא יש לפתחה ולחזקה "בבית" פנימה. גם כיום, למעלה מ-61 שנה לאחר היווסדה, זאת הפקולטה היחידה להנדסת אוירונטיקה וחלל במדינה, והיא נושאת באחריות הכבדה של חינוך דורות של מהנדסי אוירונטיקה וחלל המשולבים בכל דרגי ההנדסה והפיתוח בתעשיות האוויר-חלל בישראל.

חזונה של הפקולטה הוא ביסוסה כמרכז אקדמי מהשורה הראשונה בעולם באוירונטיקה ובאסטרונטיקה, מוקד להרחבת

גבולות הדעת והפצת רעיונות וידע במדעי ההנדסה תעופה וחלל. יעדיה הם בחינוך והכשרה של מנהיגות מדעית וטכנולוגית וקידום בדרך המחקר את מדעי התעופה והחלל ואת תעשיית התעופה והחלל הלאומית.

הפקולטה התרחבה והתפתחה במהירות, במקביל להתפתחותן של התעשיות האוירונטיות והתעשיות עתירות הידע בישראל. התרחבות הפקולטה, בהוראה ובמחקר, הואצה משמעותית לאחר מלחמת ששת הימים בעקבות ההרחבה הניכרת בהיקף הפעילות בהנדסה אוירונטית בפתוח ובייצור מערכות מוטסות בתעשייה האווירית, ברפאל ובתעשיות הביטחוניות, ועם תחילת עידן הפיתוח והייצור של מטוסים כחול-לבן בתעשייה האווירית, שהביאו להגדלת הביקוש למהנדסים אוירונטיים ולצורך בביצוע מחקרים ופיתוחי תשתית רבים.

מהנדסי האוויר-חלל בישראל, בוגרי הפקולטה, מעורבים בפיתוח, בתיכון, בייצור בהפעלה, בבקרת טיסה ובתחזוקה של מערכות מוטסות, באטמוספירה ובחלל, כגון: מטוסים ומסוקים, כלי טייס בלתי מאוישים, טילים ומערכות לשיגור טילים, אמצעי הנעה סילוניים ורקטיים, מערכות נשק מוטסות ולוויינים, וכן בפיתוח התשתית של מדעי התעופה והחלל כחלק ממדעי ההנדסה. הודות לבוגרי הפקולטה, ישראל היא כיום מעצמה בקנה מידה עולמי בתחום כלי הטיס הבלתי-מאוישים (היא היצואן מס' 1 בעולם של מערכות אלו, לפני ארה"ב ומעצמות אחרות), והיא נמנית על מועדון מצומצם של מדינות המפתחות, בונות, ומשגרות לוויינים עבור מגוון רחב של יישומים, מלווייני ביון ועד לווייני תקשורת. המערכות הטיליות המפותחות במדינה, הכוללות את מערכות הטיילים נגד טילים "חץ", "כיפת ברזל", ו-"שרביט קסמים", כמו גם טילי אויר-אוויר מהמתקדמים בסוגם, הפכו לשם דבר בעולם, והתעשייה האווירית מפתחת ובונה את מטוסי המנהלים הטובים בעולם בקטגוריה שלהם.

מסגרת הפעילויות הרחבה והמגוונת באוויר-חלל מאפשרת למהנדס לבחור תחום שבו יינתן ביטוי לנטיותיו האישיות. כיום חלק ממהנדסי האוירונטיקה והחלל עוסק בעבודות ניסוי במעבדות; אחרים מפתחים תוכנות מחשב לצרכים אוירונטיים; יש העוסקים בעבודה עיונית ומתמטית במדעי התעופה והחלל ויש המתכננים מערכות או מנהלים פרויקט באחד התחומים של הנדסת אוירונטיקה וחלל. חשוב לציין שהידע הרחב, שמקבל בוגר הפקולטה, כמו גם החינוך הייחודי והמערכתי מיוחד, מספקים לו את הכלים ואת היכולת להשתלב בתחומי מדע, טכנולוגיה והנדסה רבים – לא רק בהנדסת אוירונטיקה וחלל. השליטה בתחומי פעילות שונים ומגוונים מאפשרת לבוגר לעבוד גם בתחומים נוספים, ולפיכך מומלץ למי שרוצה להיות מהנדס טוב לבחור בפקולטה ללימודי התואר הראשון שלו – גם ללא קשר לעיסוק שלו בהמשך הקריירה.

לבוגרי המסלול אפשרויות תעסוקה שונות ומגוונות. חלקם מועסק ע"י גופים גדולים כגון התעשייה האווירית, על כל מפעליה, אלביט מערכות, רפאל ומערכת הביטחון (חיל האוויר, התעשייה הצבאית). רבים ממהנדסי האוירונטיקה והחלל בישראל מועסקים גם ע"י חברות עתירות ידע שונות, פרטיות וציבוריות, לפיתוח כלי טייס לאטמוספירה ולחלל ולפיתוח טכנולוגיות חדשות. ניתן למצוא חלק גדול מהבוגרים כמהנדסי מערכת בתעשיות שונות ובעמדות ניהול בכירות הדורשות הבנה והתמצאות רב-תחומית.

תכנית הלימודים מורכבת מרכישת ידע ומיומנויות במדעים הבסיסיים ובמדעי ההנדסה, וביסודות של כל תחומי האוירונטיקה והחלל: אווירודינמיקה; מבנים; הנעה; בקרה; ניווט והנחיה; הנדסת חלל, ותכן וייצור של כלי טייס. בסמסטרים האחרונים ללימודים מועמק הידע בתחומים שונים לפי בחירת הסטודנט ומוקנה ידע במקצועות מערכתיים כלליים. בשנת הלימודים האחרונה הסטודנטים מבצעים, לפי בחירתם, פרויקט בו מפותחת מערכת מורכבת מתחומי האוירונטיקה או החלל (מטוס, טיל, לוויין וכדומה).

תוכנית הלימודים

מגמת אירונותיקה/אסטרונותיקה (מוביל לתואר "מוסמך למדעים בהנדסת אירונותיקה וחלל") 008008-1-000

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 160 נקודות לפחות לפי הפרוט הבא:

נק'	87.0	מקצועות חובה
נק'	8.5	מקצועות חובה במגמה (מסומנים ב-*)
נק'	17.0 או 18.0	מקצועות ברירה פקולטיים
נק'	34.5 או 35.5	מקצועות בחירה פקולטיים
נק'	12.0	מקצועות בחירה כלל טכניונית:

(הכוללים: 4 נק' בחירה חופשית, 6 נק' העשרה, 2 נק' חני"ג)

מקצועות החובה – השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

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

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 1
4	2	-	5.0	01040047 חדו"א 1מ3
4	2	-	5.0	01040067 אלגברה 1מ3
2	1	-	2.5	01140051 פיסיקה 1
2	2	2	4.0	02340128 מבוא למחשב-שפת פייתון
2	2	-	3.0	01250001 כימיה כללית
4	-	-	3.0	03240033 אנגלית טכנית-מתקדמים ב
18	9	2	22.5	

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 2
4	2	-	5.0	01040043 חדו"א 2מ1
2	1	-	2.5	01040131 משוואות דיפ. רגילות ח'
3	1	-	3.5	01140052 פיסיקה 2
3	2	-	4.0	00840506 מכניקת המוצקים
2	1	-	2.5	03140200 מבוא להנדסת חומרים לתעופה
16	9	-	17.5	

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 3
2	1	-	2.5	01040215 פונקציות מרוכבות א'
2	2	-	3.0	01040228 משוואות דיפרנציאליות חלקיות מ'
3	2	-	4.0	00840213 תרמודינמיקה
3	2	-	4.0	00840225 דינמיקה מ'
3	2	-	4.0	00940411 הסתברות ת'
13	11	-	17.5	

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 4
2	1	-	2.5	00840135 אנליזה נומרית מ'
3	1	-	3.5	00840311 אורודינמיקה בלתי דחיסה
2	1	-	2.5	00840515 מבוא לתורת האלסטיות
2	4	-	4.0	00840630 שרטוט הנדסי ממוחשב
2	1	1	3.0	00840737 מערכות דינמיות
3	1	-	3.5	01140054 פיסיקה 3
14	9	1	19.0	

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 5
-	-	-	-	00440102 קורס בטיחות במעבדות חשמל (*)
2	1	-	2.5	00840312 זרימה דחיסה, כונסים ונחירים
3	1	-	3.5	00840314 זרימה צמיגה ומעבר חום
3	1	-	3.5	00840641 תכן וייצור תעופתי

תכנית הלימודים של הפקולטה הינה ארבע-שנתית ומובילה לתואר "מוסמך למדעים בהנדסת אירונותיקה וחלל". למעוניינים בהעמקת הידע, בעקר המדעי, הפקולטה מאפשרת ומעודדת לימודים לתואר שני (מגיסטר), עם וללא תזה, ולתואר דוקטור. סטודנטים מצטיינים יכולים להיכלל בתוכנית לימודים מיוחדת אשר במסגרתה יוכלו לסיים תואר שני בחמש שנות לימוד במסגרת תכנית "סילון" לעתודאים ותכנית "גבהים" ללא עתודאים. התכנית מיועדת לטפח את מצטייני הפקולטה ולקדם אותם לקראת מחקר כבר במהלך לימודי התואר הראשון. פרטים על תכנית זאת מצויים באתר האינטרנט של הפקולטה. בנוסף קיימת בפקולטה תכנית לתואר משותף אירונותיקה-פיזיקה.

מקצועות בחירה

יש לבחור 24 נק' לפחות בשלושה מתוך שבעת האסכולות המפורטים בהמשך, 8 נק' לפחות בכל אסכול. את שאר הנקודות הנדרשות ניתן לבחור מתוך כלל מקצועות הבחירה של הפקולטה והן מתוך רשימת מקצועות הבחירה של פקולטות אחרות המפורטת באתר הפקולטה. היקף מקצועות הבחירה מפקולטות אחרות לא יעלה על 9 נק'. מקצוע שנלחם כמקצוע ליבה אינו יכול להיחשב כמקצוע בחירה. רשימת מקצועות הבחירה מתעדכנת מכל לעת. יש לשלם כל פרסומים באתר הפקולטה ובמוכריות.

מקצועות אשכול אורודינמיקה ואירואקוסטיקה

ה'	ת'	מ'	נק'
3	-	-	008503222 אורידנימיקה שימושית
-	2	-	008503268 סדנא לאורידנימיקה חישובית
3	-	-	008509255 מבוא לפיסיקה של הגזים
3	-	-	008601721 שיטות נומריות בהנדסת אויר
3	-	-	008603201 מעבר חום בהנדסת אויר-חלל
3	-	-	008603211 נושאים נבחרים בתורת הזרימה 1
3	-	-	008603255 דינמיקה ויציבות זרימות רב-פאזיות
3	-	-	008603261 קוונטיזציה ודינמיקת בועות
3	-	-	008603271 שיטות נומריות בייציבות זרימה
3	-	-	008603366 מבוא לזרימה טורבולנטית
3	-	-	008603376 אורידנימיקה חישובית
3	-	-	008603380 מבוא לשכבות גבול
3	-	-	008603385 מבוא לזרימת גזים קלושים
3	-	-	008603399 אורידנימיקה של גופים וכנפיים
3	-	-	008603955 אורואקוסטיקה של כלי טייס
3	-	-	008603901 מבוא לאורואקוסטיקה
3	-	-	008604841 שיטות מדידה מתקדמות בזרימה והנעה
3	-	-	008607871 בקרה תרמית של חלליות
3	-	-	008608001 יסודות הזרימה השגיא קולית
3	-	-	008608021 שיטות בדמיות והערכה
3	-	-	088001021 אורידנימיקה חישובית 2
3	-	-	008803181 תורת הכנף
3	-	-	008803201 אויר-והידרו-דינמיקה של הנעה בטבע
3	-	-	008807801 יציבות של שכבות גבול

מקצועות אשכול אווירנוטיקה

[illegible]

מקצועות אשכול אסטרונוטיקה

ה'	ת'	מ'	נק'
2	1	-	2.5
3			3.0
3	1	-	3.5
2	1	-	2.5
3	-	-	3.0
3	-	-	3.0
3	-	-	3.0
3	1	-	3.5
2	-	-	2.0
3	-	-	3.0
3	-	-	3.0
3	-	-	3.0
3	-	-	3.0
3	-	-	3.0
3	1	-	3.0

3.0	1	1	2	00840738	תורת הבקרה
2.5	3	-	1	00840154	שיטות ניסוי בהנדסת אויר-חלל
2.5	-	1	2	**	(מקצועות ברירה - ליבה אווירונאוטיקה או אסטרונאוטיקה (2.5 נק'), ראו פרוט בהמשך)
17.5	4	5	13		

(*) 4 שעות הרצאה, חד-פעמי. חובה לפני ביצוע המעבדות בקורס מבוא להנדסת חשמל לתעופה וחלל. ללא זיכוי בנקודות.

סמסטר 6

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 6
3	1	1	4.0	00440098 מבוא להנדסת חשמל לתעופה וחלל
-	-	6	2.5	שיטות ניסוי מתקדמות ***
			5 או 6	מקצועות ברירה מתוך ליבות **
				אירונאוטיקה או אסטרונאוטיקה (ראו פרוט בהמשך)

סמסטר 7

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 7
2	1	-	3.0	**** פרויקט תכן 7
-	2	-	1.0	**** סמינריון

סמסטר 8

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 8
2	1	-	3.0	פרויקט תכן 8 ****

מקצועות ברירה

מקצועות ליבה אווירונאוטיקה:

ה'	ת'	מ'	נ'	
2	1	-	2.5	00840220 מכניקת הטייס 1 (סמסטר 5)
2	1	-	2.5	00840221 מכניקת הטייס 2 (סמסטר 6)
2	1	-	2.5	00850406 הנעה רקטית או 0850407 מנועי סילון (סמסטר 6)

מקצועות ליבה אסטרונאוטיקה:

ה'	ת'	מ'	נק'	
2	1	-	2.5	00840913 יסודות הנדסת חלל (סמסטר 5)
3	1	-	3.5	00850915 מכניקת גופים בחלל (סמסטר 6)
2	1	-	2.5	00850406 הנעה רקטית או 0850920 הנעה חשמלית לחלל (סמסטר 6)

הערות

חובה לבחור אחת מבין שתי קבוצות מקצועות הליבה המוזכרות למעלה **

יש לבחור קורס אחד בשיטות ניסוי מתקדמות מבין, 00850305
מעבדה בזרימה, 00850405 מעבדה בהנעה, 00850455 מעבדה במנועי
סילון וטורבינות, 00850505 מעבדה במבנים, 00850705
בבקרה, 00850220 מעבדה במכניקת הטיס, 00850905 מעבדה
במערכות חלל ולוויות, 00850156 פרויקט ניסוי. מומלץ כי הבחירה
תעשה בהתאם לבחירת המאשיכולות.

פרויקט תכנ 7 ו-8 מרכיבים את פרוייקט הסיום השנתי. הם יבחרו כצמד מבין פרויקט אוירונטיקה (00840651) בחורף ו-00840652 באביב) או פרויקט אסטרוניקה (00840653) בחורף ו-00840654 באביב).

**** יש לבחור **סמינריון** אחד בלבד מבין: 00850801 סמינריון בנושא זרימה, 00850802 סמינריון בנושא מבנים, 00850803 סמינריון בנושא הנעה, 00850804 סמינריון בנושא בקרה, 00850805 סמינריון בנושא חלל, 00850806 סמינריון בנושא תכן, 00850807 סמינריון בנושא רובוטיקה ובינה מלאכותית. מומלץ כי הבחירה תעשה בהתאם לבחירת האשכולות.

3.0	-	-	3	00860901 מבוא למערכות מבנים נבונים
3.0	-	-	3	00870532 תורת היציבות של מבנים
3.0	-	-	3	00880504 בעיות שפה והתחלה בשית אלמנט סופי

מקצועות אשכול תכן והנדסת מערכות

ה'	ת'	מ'	נק'	
2.5	-	1	2	00840143* הנדסת מערכות אויר-חלל
3.0	-	-	3	00850600 מבוא לתכן משגרי לווינים
2.0	-	4	-	00850634 פרויקט תכן מכני
2.0	-	-	2	00850640 תמיכה כוללת במוצר אויר-חלל
3.0	4	-	-	00850605 מעבדה באוויניקה ותוכנת הטסה
3.0	-	-	3	00850691 מבוא לתכן מכני של לוויין
3.0	-	-	3	00850695 תכן ראשוני של מטוסים
3.0	-	-	3	00860233 נושאים נבחרים בהנדסת מערכות
2.0	-	-	2	00860650 תכן מערכות סרוו
2.0	-	-	2	00860651 תכן מערכות מכ"ם

*לבוחרי אשכול זה, קורס 0840143 הנדסת מערכות אויר-חלל הינו חובה

מקצועות בחירה נוספים

ה'	ת'	מ'	נק'	
1.0	-	-	1	00850000 חשיפה למחקר
2.5	3	-	2	00850156 פרויקט ניסוי
3.0	-	-	-	00850851 פרויקט מחקר 1
3.0	-	-	-	00850852 פרויקט מחקר 2
3.0	-	-	-	00880103 מתמטיקה שימושית 1
3.0	-	-	-	00880104 מתמטיקה שימושית 2

מקצועות בחירה חופשית בלבד

ה'	ת'	מ'	נק'	
1.5	-	2	-	00850101-4 תעופה ספורטיבית
2.0	-	-	2	00850201* מבוא להנ' אוירונטיקה וחלל

*ניתן ללמוד את הקורס רק בסמסטר הראשון ללימודים

מידע נוסף:

מוזכירות לימודי הסמכה בפקולטה טל': 073-378-2758

ac.ug.ad@technion.ac.il

אתר האינטרנט של הפקולטה להנדסת אוירונטיקה וחלל:

<http://aerospace.technion.ac.il>**מקצועות אשכול הנחיה, ניווט, בקרה, ומערכות אוטונומיות**

ה'	ת'	מ'	נק'	
3.0	4	-	-	00850605 מעבדה באוויניקה ותוכנת הטסה
3.0	-	-	3	00860170 יסודות מתמטיים-אנליזה ואלגברה
3.0	-	-	3	00860289 בקרת מערכות רבות קלט פלט
3.0	-	-	3	00860290 בקרת מסלולי לווינים
3.0	-	-	3	00860312 בקרה לא ליניארית
3.0	-	-	3	00860721 נושאים נבחרים בבקרה תעופתית 1
3.0	-	-	3	00860723 נוש' נב' ברובוטקה ובינה מלאכותית
3.0	-	-	3	00860730 בקרה של מערכות מרובות סוכנים
3.0	-	-	3	00860733 תהליכים אקראיים
3.0	-	-	3	00860755 דינמיקה ובקרה אוטומטית של כלי טיס
3.0	-	-	3	00860759 מערכות ניווט
3.0	-	-	3	00860760 עקרונות הנחיה וביות
3.0	-	-	3	00860761 ניווט ומפוי מבוסס ראייה ממוחשבת
3.0	-	-	3	00860762 ניווט וחישת עולם אוטונומיים
3.0	-	-	3	00860777 תורת השערוך
3.5	-	1	3	00860789 תכן ניווט לוויני מבוסס GPS
3.0	-	-	3	00860926 בקרת הכוון חלליות
3.0	-	-	3	00880751 בקרה אופטימלית במערכות תעופתיות 1
3.0	-	-	3	00880752 בקרה אופטימלית במערכות תעופתיות 2
3.0	-	-	3	00880759 נושאים מתקדמים בהנחיית טילים
3.0	-	-	3	00880792 בקרה איתנה

מקצועות אשכול הנעה והמרת אנרגיה

ה'	ת'	מ'	נק'	
2.5	-	1	2	00850406 הנעה רקטית
2.5	-	1	2	00850407 מנועי סילון
3.0	-	-	3	00850925 מבוא לפיסיקה של הגזים
3.0	-	-	3	00860200 ניהול תרמי של מערכות
3.0	-	-	3	00860320 מעבר חום בהנדסת אויר-חלל
3.0	-	-	3	00860401 מערכות הנעת כלי טיס
3.0	-	-	3	00860403 הנעה רקטית בהודף מוצק
3.0	-	-	3	00860414 מנועי מגח סילון
3.0	-	-	3	00860461 נושאים נבחרים באמצעי הנעה 1
3.0	-	-	3	00860470 מבוא לשריפה על קולית
3.0	-	-	3	00860478 תהליכי שריפה
3.0	-	-	3	00860480 טורבו מכונות
3.0	-	-	3	00860483 זרימה מעבר חום ובצועי מנועי סילון
3.0	-	-	3	00860484 שיטות מדידה מתקדמות בזרימה
3.0	-	-	3	00860485 ניהול תרמי תעופתי
3.0	-	-	3	00860865 אינטגרציה של מערכות
3.0	-	-	3	00880413 דינמיקה ושריפה של תרסיסי דלק

לבוחרים אשכול זה חובה ללמוד את הקורסים הנעה רקטית 00850406

ומנועי סילון 00850407

מקצועות אשכול מכניקת מבנים וחומרים

ה'	ת'	מ'	נק'	
3.0	-	-	3	00860241 אוירואלסטיות 1
3.0	-	-	3	00860051 הידוד זורם מבנה
3.0	-	-	3	00860520 בעיות מצומדות בחומרים פונקציונליים לא ליניאריים
3.0	-	-	3	00860521 נושאים נבחרים במבנים אויר-חלל 1
3.0	-	-	3	00860530 אנליזה של מבנים דקי דופן
3.0	-	-	3	00860534 מבוא לניטור בריאות מבנים
3.0	-	-	3	00860535 מכניקת השבר במבנים תעופתיים
3.0	-	-	3	00860574 אלמנטים סופיים בהנדסה אוירונטית
3.0	-	-	3	00860576 תורת האלסטיות
3.0	-	-	3	00860577 דינמיקת מבנים
3.0	-	-	3	00860580 שיטות אופטימיזציה בתכן מבנים אויר
3.0	-	-	3	00860583 תכן מבנה מטוסים

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 4
3	1	-	3.5	00840311 אוירודינמיקה בלתי דחיסה
2	1	1	3.0	00840737 מערכות דינמיות
2	1	-	2.5	00840515 מבוא לתורת האלסטיות
4	2	-	5.0	01150203 פסיקה קוונטית 1
4	2	-	5.0	01140036 פיס. סטט. ותרמית
-	-	3	1.5	01140037 מעבדה לפסיקה 4 מח'
20.5				

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 5
1	3	2.5	00840154	שיטות ניסוי בהנדסת אויר חלל
2	1	2.5	00840312	זרימה דחיסה, כונסים ונחירים
3	1	3.5	00840314	זרימה צמיגה ומעבר חום
2	1	3.0	00840738	תורת הבקרה
4	2	5.0	01150204	פסיקה קוונטית 2
-	-	3.0	01140250	מעבדה לפסיקה 5 ת
-	-	2.5	***	מקצוע ברירה מתוך ליבות אוירונאוטיקה או אסטרונוטיקה (ראו פרוט בהמשך)
22.0				

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 6
2	1	2.5	00840135	אנליזה נומרית מ'
3	1	4.0	00440098	מבוא להנדסת חשמל לתעופה וחלל
4	2	5.0	01140246	אלקטרומגנטיות ואלקטרו דינמיקה
-	-	5	***	מקצועות ברירה מתוך ליבות אוירונאוטיקה או אסטרונוטיקה (ראו פרוט בהמשך)
-	-	6	****	סמינריון
-	-	1.0	18.5/17.5	

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 7
מקצועות בחירה				
ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 8
2	4	4.0	00840630	שרטוט הנדסי ממוחשב
מקצועות בחירה				

מקצועות ברירה באוירונאוטיקה/אסטרונוטיקה

מקצועות ליבה אוירונאוטיקה:

ה'	ת'	מ'	נק'	
2	1	-	2.5	00840220 מכניקת הטייס 1 (סמסטר 5)
2	1	-	2.5	00840221 מכניקת הטייס 2 (סמסטר 6)
2	1	-	2.5	00850407 מנועי סילון (סמסטר 6)

מקצועות ליבה אסטרונוטיקה:

ה'	ת'	מ'	נק'	
2	1	-	2.5	00840913 יסודות הנדסת חלל (סמסטר 5)
3	1	-	3.5	00850915 מכניקת גופים בחלל (סמסטר 6)
2	1	-	2.5	00850920 הנעה חשמלית לחלל (סמסטר 6)

*** חובה לבחור אחת מבין שתי קבוצות מקצועות הליבה המוזכרות למעלה

**** יש לבחור סמינריון אחד בלבד מבין: 00850801 סמינריון בנושא זרימה, 00850802 סמינריון בנושא מבנים, 00850803 סמינריון בנושא הנעה, 00850804 סמינריון בנושא בקרה, 00850805 סמינריון בנושא חלל, 00850807 סמינריון בנושא רובוטיקה ובינה מלאכותית.

מגמת אוירונאוטיקה / אסטרונוטיקה ופיזיקה (מוביל לתואר "מוסמך בהנדסת אוירונאוטיקה וחלל ובפיזיקה במתכונת דו-חוגית") 000-1-00008181

מטרת התוכנית המשותפת היא להכשיר בוגרים בעלי ידע בסיסי רחב בלימודי הפיזיקה ובהנדסת האוירונאוטיקה והחלל. בוגרי התוכנית יצברו ידע במגוון קורסי החובה שבכל אחת מתוכניות ההסמכה הנפרדות, וילמדו בנוסף שורת קורסים מתקדמים מכל אחת מן התוכניות לבחירתם. התוכנית מיועדת לבעלי רקע קודם של לימודי מתמטיקה ופיזיקה ברמה ראוייה בתיכון, ותעניק לבוגריה השכלה מדעית-הנדסית מעמיקה שתאפשר למצטיינים להמשיך ללימודי תואר גבוה בכל אחת מהפקולטות. בוגרי התוכנית צפויים להשתלב במגוון רחב של תעשיות, ובפרט כאלו שעוסקות בתחום החלל.

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 178 נקודות לפחות לפי הפרוט הבא:

נק'	94.5	מקצועות חובה
נק'	27.5	מקצועות חובה במגמה (מסומנים ב-~)
נק'	8.5 או 9.5	מקצועות ברירה
אוירונאוטיקה/אסטרונוטיקה		
מקצועות בחירה		
נק'	22.0 או 23.0	אוירונאוטיקה/אסטרונוטיקה
מקצועות בחירה פיזיקה		
נק'	12.5	מקצועות בחירה כלל טכניונית:
נק'	12.0	(כוללים: 4 נק' בחירה חופשית, 6 נק' העשרה, 2 נק' חני"ג)

מקצועות החובה – השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

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

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 1
-	-	-	-	00440102 קורס בטיחות במעבדות חשמל (*)
2	-	1	2.0	01040100 מוכנות מתמטית לפיזיקה (**)
4	2	-	5.0	01040067 אלגברה 1 מ'
4	3	-	5.5	01040012 חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 1 ת
4	2	-	5.0	01140074 פיסיקה 1 פ'
-	-	3	1.5	01140020 מעבדה לפיסיקה 1 מ'
2	2	2	4.0	02340128 מבוא למחשב שפת פייתון
4	-	-	3.0	03240033 אנגלית טכנית-מתקדמים ב
24.0				

(*) 4 שעות הרצאה, חד-פעמי. ללא זיכוי נקודות.

(**) קורס בחירה חופשית בלבד. מומלץ כהכנה לקורס פיסיקה 2 פ'.

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 2
4	3	-	5.5	01040013 חדו"א 2 ת'
2	1	-	2.5	01040038 אלגברה 2 מ'
3	2	-	4.0	01040136 מד"ר מ'
4	2	-	5.0	01140076 פיסיקה 2 פ'
3	2	-	4.0	00840506 מכניקת המוצקים
-	1.5	-	1.5	01140021 מעבדה לפיסיקה 2 מ'
22.5				

ה'	ת'	מ'	נק'	סמסטר 3
3	1	-	3.5	01040034 מבוא להסתברות ח'
2	1	-	2.5	01040220 משווא. דיפ. חלק. ת.
2	1	-	2.5	01040214 טורי פורייה והתמרות אינטגרליות
2	1	-	2.5	01040215 פונקציות מרוכבות א'
3	1	-	3.5	01140086 גלים
3	2	-	4.0	01140101 מכניקה אנליטית
3	3	-	1.5	01140035 מעבדה לפיסיקה 3 מ'
20.0				

מקצועות בחירה אורינוטיקה/אסטרונוטיקה:

יש לבחור 23 נקודות (לבחורים בליבת אוירונוטיקה) או 22 נקודות (לבחורים בליבת אסטרונוטיקה). מקצוע שנלקח כמקצוע ליבה אינו יכול להיחשב כמקצוע בחירה. רשימת מקצועות הבחירה מתעדכנת מעת לעת. יש לשים לב לפרסומים באתר הפקולטה ובמזכירות.

מקצועות בתחום איירודינמיקה ואירואקוסטיקה

ה'	ת'	מ'	נק'
3	-	-	00850322
-	2	-	00850326
3	-	-	00850925
3	-	-	00860172
3	-	-	00860320
3	-	-	00860321
3	-	-	00860325
3	-	-	00860326
3	-	-	00860327
3	-	-	00860366
3	-	-	00860376
3	-	-	00860380
3	-	-	00860385
3	-	-	00860389
3	-	-	00860395
3	-	-	00860390
3	-	-	00860484
3	-	-	00860787
3	-	-	00860800
3	-	-	00860802
3	-	-	08800102
3	-	-	00880318
3	-	-	00880320
3	-	-	00880780

מקצועות בתחום אווירונאוטיקה

2.5	-	1	2	מכניקת הטייס 1	00840220
2.5	-	1	2	מכניקת הטייס 2	00840221
3.0	-	-	3	אווירואלסטיות 1	00860241
3.0	-	-	3	בליסטיקה חיצונית ודינמיקת קליעים	00860201
3.0	-	-	3	דינמיקה ואווירודינמיקה של מסוקים	00860219
3.0	-	-	3	דינמיקה ובקרה אוטומטית של כלי טיס	00860755
3.0	-	-	3	אוויר-והידרו-דינמיקה של הנעה בטבע	00880320

מקצועות בתחום אסטרונאוטיקה

2.5	-	1	2	00840913	יסודות הנדסת חלל
3.0			3	00850600	מבוא לתכן משגרי לווינים
3.5	-	1	3	00850915	מכניקת גופים בחלל
2.5	-	1	2	00850920	הנעה חשמלית לחלל
3.0	-	-	3	00860290	בקרת מסלולי לוויינים
3.0	-	-	3	00860385	מבוא לזרימות גזים קלושים
3.0	-	-	3	00860787	בקרה תרמית של חלליות
3.5	-	1	3	00860789	תכן ניווט לווייני מבוסס GPS
2.0	-	-	2	00860821	נושאים נבחרים בהנ' אויר-חלל 1
3.0	-	-	3	00860920	הנעה חשמלית בחלל
3.0	-	-	3	00860921	נושאים נבחרים בהנדסת חלל 1
3.0	-	-	3	00860923	אסטרודינמיקה
3.0	-	-	3	00860924	יסודות הנ' פלסמה ואויר-חלל
3.0	-	-	3	00860926	בקרת הכוון חלליות
3.0	1	-	3	00880900	מערכות חלל מבוזרות

מקצועות בתחום הנחיה, ניווט, בקרה, ומערכות אוטונומיות

ה'	ת'	מ'	נק'
-	-	4	00850605 מעבדה באיוניקה ותוכנת הסטה
3			00860170 יסודות מתמטיים-אנליזה ולאגברה
3	-	-	00860289 בקרת מערכות רבות קלט פלט
3	-	-	00860290 בקרת מסלולי לוויינים
3	-	-	00860312 בקרה לא ליניארית
3	-	-	00860721 נושאים נבחרים בבקרה תעופתית 1
3	-	-	00860723 נוש' נב' ברובוטיקה ובינה מלאכותית
3	-	-	00860730 בקרה של מערכות מרובות סוכנים
3	-	-	00860733 תהליכים אקראיים
3	-	-	00860755 דינמיקה ובקרה אוטומטית של כלי טיס
3	-	-	00860759 מערכות ניווט
3	-	-	00860760 עקרונות הנחיה וביות
3	-	-	00860761 ניווט ומיפוי מבוסס ראייה ממוחשבת
3	-	-	00860762 ניווט וחישת עולם אוטונומיים
3	-	-	00860777 תורת השערוך
3	1	-	00860789 תכן ניווט לוויני מבוסס GPS
3	-	-	00860926 בקרת הכוון חלליות
31	-	-	00880751 בקרה אופטימלית במערכות תעופתיות
32	-	-	00880752 בקרה אופטימלית במערכות תעופתיות
3	-	-	00880759 נושאים מתקדמים בהנחיית טילים
3	-	-	00880792 בקרה איתנה

מקצועות בתחום הנעה והמרת אנרגיה

ה'	ת'	מ'	נק'
2	1	-	00850406 הנעה רקטית
2	1	-	00850407 מנועי סילון
3	-	-	00850925 מבוא לפיסיקה של הגזים
3	-	-	00860200 ניהול תרמי של מערכות
3	-	-	00860320 מעבר חום בהנדסת אויר-חלל
3	-	-	00860401 מערכות הנעת כלי טיס
3	-	-	00860403 הנעה רקטית בהודף מוצק
3	-	-	00860414 מנועי מנח סילון
3	-	-	00860461 נושאים נבחרים באמצעי הנעה 1
3	-	-	00860470 מבוא לשריפה על קולית
3	-	-	00860478 תהליכי שריפה
3	-	-	00860480 טורבו מכונות
3			00860483 זרימה מעבר חום ובצועי מנועי סילון
3	-	-	00860484 שיטות מדידה מתקדמות בזרימה
3	-	-	00860485 ניהול תרמי תעופתי
3	-	-	00860865 אינטגרציה של מערכות
3	-	-	00880413 דינמיקה ושריפה של תרסיסי דלק

ובחורים אשכול את חובה ללמוד את הקורסים הנעה רקטית 00850406 ומנועי סילון 00850407

מקצועות בתחום מכניקת מבנים וחומרים

3.0	-	-	3	008602411 אווירואלסטיות 1
3.0	-	-	3	008600511 הידוד זורם מבנה
3.0	-	-	3	008605201 בעיות מצומדות בחומרים פונקציונליים לא ליניאריים
3.0	-	-	3	008605211 נושאים נחרים במבנים אויר-חלל 1
3.0	-	-	3	008605301 אנליזה של מבנים דקי דופן
3.0	-	-	3	008605341 מבוא לניטור בריאות מבנים
3.0	-	-	3	008605351 מכניקת השבר במבנים תעופתיים
3.0	-	-	3	008605741 אלמנטים סופיים בהנדסה אווירונוטית
3.0	-	-	3	008605761 תורת האלסטיות
3.0	-	-	3	008605771 דינמיקת מבנים
3.0	-	-	3	008605801 שיטות אופטימיזציה בתכן מבנים אויר
3.0	-	-	3	008605831 תכן מבנה מטוסים

תכנית התמחות מְשִׁנָּה בין-פקולטית ברובוטיקה

התכנית מיועדת לסטודנטים בתואר ראשון בפקולטות המשתתפות, בכפוף להרשמה ומיון. מילוי דרישות התכנית יקנה תעודה טכניונית בנוסף לתואר הפקולטי. הפקולטות המשתתפות בתכנית הן הנדסת אירונותיקה וחלל, מדעי המחשב, הנדסת חשמל, מדעי הנתונים וההחלטות והנדסת מכונות. מילוי דרישות התכנית יקנה תעודה טכניונית בנוסף לתואר הפקולטי. התכנית מכילה רשימות קורסים מהפקולטות המשתתפות המהווים בסיס נרחב לתחום הרובוטיקה על מגוון היבטים, ובהם גם קורסי מעבדה מעשית. להשלמת התכנית, הסטודנטים נדרשים לצבור 27 נקודות זכות מתוך הרשימות להלן, ושאינן כלולות במקצועות החובה בפקולטת הָאָם אליה הם רשומים. סף הכניסה להרשמה לתכנית הינו ממוצע מצטבר 87.0 לפחות, ולאחר צבירת 60 נקודות זכות. יש לקחת קורסים על פי הרשימות כלהלן.

רשימה 1 – מקצועות קדם: יש לקחת לפחות קורס אחד מתוך הרשימה.

00340040	מבוא לבקרה	3.0 נק'
00350188	תורת הבקרה	3.5 נק'
00440191	מערכות בקרה 1	4.0 נק'
00440268	מבוא למבני נתונים ואלגוריתמים	3.0 נק'
00440202	אותות אקראיים	3.0 נק'
00840738	תורת הבקרה	3.0 נק'
00860733	תהליכים אקראיים במע' אויר'	3.0 נק'
00940224	מבני נתונים ואלגוריתמים	4.0 נק'
00940312	מודלים דטרמיניסטיים בחקר ביצועים	4.0 נק'
02340268	מבני נתונים ואלגוריתמים	3.0 נק'

רשימה 2 - קורסי מבוא לרובוטיקה: יש לקחת קורס אחד מתוך הרשימה.

00350001	מבוא לרובוטיקה	2.5 נק'
00460212	מבוא לרובוטיקה ח'	3.0 נק'
02360927	מבוא לרובוטיקה	3.0 נק'

רשימה 3 – למידה ובינה מלאכותית: יש לקחת לפחות קורס אחד מתוך הרשימה.

00360049	רשתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה	2.5 נק'
00460195	מערכות לומדות	3.5 נק'
00960411	למידה חישובית 1	3.5 נק'
02360766	מבוא ללמידת מכונה	3.5 נק'
00960210	יסודות בינה מלאכותית ויישומיה	3.5 נק'
02360501	מבוא לבינה מלאכותית	3.0 נק'

רשימה 4 - מעבדה מעשית: יש לקחת לפחות קורס אחד מתוך הרשימה.

00340401	מעבדה מתקדמת לרובוטים	2.5 נק'
00850705	מעבדה בבקרה	2.5 נק'
00950111	תכן מערכות ייצור	3.5 נק'
02360006	נושאים בבינה מלאכותית ורובוטיקה	3.0 נק'
00460214	*פרויקט ברובוטים ניידים	1.0 נק'

* קורס זה ניתן בצמוד לקורס 046213, הנמצא ברשימה 5

רשימה 5 – קורסי ליבה ברובוטיקה: יש לקחת לפחות 4 קורסים מתוך הרשימה, ומתוכם לפחות 2 מחוץ לפקולטת הָאָם.

00360026	קינמטיקה דינמיקה ובקרה של רובוטים	2.5 נק'
00360044	תכן תנועת רובוטים וניווט ע"י חיישנים	3.0 נק'
00860762	ניווט וחישת עולם אוטונומיים	3.0 נק'
	או (קורס מכיל):	
00970252	תכנון אוטונומי בתנאי אי ודאות	3.5 נק'
00860761	ניווט נעזר ראייה ממוחשבת	3.0 נק'
00460213	רובוטים ניידים	3.0 נק'
00460203	תכנון ולמידה מחיזוקים	3.0 נק'
00970244	רובוטים קוגניטיביים	2.5 נק'
00960208	בינה מלאכותית ומערכות אוטונומיות	2.5 נק'
02360767	אלגוריתמים לתכנון תנועה רובוטי	3.0 נק'
02360770	בינה מלאכותית ורובוטיקה	3.0 נק'

00860901	מבוא למערכות מבנים נבונים	3	-	-	3.0
00870532	תורת היציבות של מבנים	3	-	-	3.0
00880504	בעיות שפה והתחלה בשיטת אלמנט סופי	3	-	-	3.0

מקצועות בחירה נוספים

00850000	חשיפה למחקר	1	-	-	1.0
00850156	פרויקט ניסוי	2	-	3	2.5
00850851	פרויקט מחקר 1	-	-	-	3.0
00850852	פרויקט מחקר 2	-	-	-	3.0
00880103	מתמטיקה שימושית 1	-	-	-	3.0
00880104	מתמטיקה שימושית 2	-	-	-	3.0

מקצועות בחירה פיזיקה:

יש לבחור 10.5 נק' לפחות ממקצועות בחירה מתוך רשימה 2 ועוד 2 נק' לפחות ממקצועות בחירה מתוך רשימה 3. ניתן לבצע פרויקט לפי בחירה.

רשימת בחירה 2

ה'	ת'	מ'	נק'		
3	1	-	3.5	פיזיקה של מצב מוצק (סמסטר א)	01160217
3	1	-	3.5	אופטיקה (סמסטר ב)	01160210
3	1	-	3.5	מבוא לביופיזיקה (סמסטר א)	01160029
3	1	-	3.5	אסטרופיזיקה וקוסמולוגיה (סמסטר א)	01160354
3	1	-	3.5	מבוא לאינפורמציה וחישוב קוונטים (סמסטר ב)	01160031
3	1	-	3.5	פיזיקה של גרעינים וחלקיקים יסודיים (סמסטר ב)	01160004
3	1	-	3.5	תורת הרצף (סמסטר ב)	01160027

רשימת בחירה 3

ה'ת'	מ' נק' מסמסטר		
4	2.0	- 2	מרחבי זמן וחורים שחורים 01140102
5	1.0	- 1	דו"ח סגל מחקר סתיו 01140226
5	1.0	- 1	דו"ח סגל מחקר אביב 01140227
6	3.5	- 1 3	פיזיקה של לייזרים ואופטיקה קוונטית 01160041
5	2.0	- 2	סמינר בפרקים נבחרים בפיזיקה-חורף 01160028
5	2.0	- 2	סמינר בפרקים נבחרים בפיזיקה –אביב 01160030
6	2.0	- 2	פיזיקה של האטמוספירה 01160110
6	2.0	- 2	תהליכים גרעיניים באסטרופיזיקה 01160033
6	3.0	- 3	מערכות קוונטיות מקרוסקופיות 01160034
6	3.5	- 1 3	תורת הקוונטים של החומר 1 01160035
6	2.5	- 1 2	מבנים קוונטים במוליכים למחצה 01160036
6	2.0	- 2	מחשוב קוונטי רועש 01160037
6	2.0	- 2	פיז. של אטומים ומולקולות קרים 01160039
6	2.0	- 2	אינפורמציה קוונטית מתקדמת 01160040
6	2.0	- 2	טכנולוגיות קוונטיות 01160083
5	2.0	- 2	פיזיקה חישובית 01160094
6	2.0	- 2	פיזיקה של סדרי גודל 01160095
5	2.5	1 - 2	חיפוש פיזיקה חדשה בניסויים קטנים 01160096
4	2.5	- 1 2	שיטות סטטיסטיות ונומריות בפיזיקה 01160105
6	3.0	- 3	דינמיקה לא ליניארית וכאוס 01160106
6	3.0	- 3	נושאים בפיזיקה תיאורטית 1 01160161
6	3.0	- 3	נושאים בפיזיקה ניסויית 1 01160163
5	3.0	- 3	ביו-פיזיקה של התא 01160321
5	2.0	5 - -	מעבדה בחישוב קוונטי פיסיקה וכימיה 01160355
6	3.0	- 6 -	מעבדה בטכנולוגיות קוונטיות 01160356
5	2.0	- 2	נ' נבחרים בפיסיקה של מערכות חיות 01160611
6	3.0	- 3	תורת המיתרים למתחילים 01170001
5	3.0	- 3	אי לינאריות וכאוס 01170002
6	3.0	- 3	פיזיקה של מים ותמיסות מימיות 01170003
6	2.0	- 2	שיטות ניסיוניות באלקטרונים מתואמים 01170004
6	3.5	- 1 3	פיזיקה מזוסקופית קוונטית 01170006
6	2.0	- 2	שיטות ניסיוניות במצב מוצק 1 01170010
6	3.5	- 1 3	פיזיקה של אטומים ומולקולות 01170015
6	3.5	- 1 3	מבוא לפיזיקת הפלזמה 01170016
6	3.0	- 3	על מוליכות ועל נוזליות 01170021
5	3.0	- 3	אופטיקה מתקדמת 01170066
6	2.5	- 1 2	אסטרופיזיקה תצפיתית 01170090
5	3.0	- 3	כאוס המילטוניאני-קלסי וקוונטי 01170098
6	3.5	- 1 3	תורת החבורות בפיזיקה 01170140
4	3.0	- 3	דרכי הוראת הפיזיקה 1 02140301