



סילבוס מפורט

שם הקורס	
מכניקת המסלולים ובקרת הכוון של לוויינים	
מרצה	
ד"ר דניאל פורטנוי	
סמסטר	
א'	
דרישות הקורס	
דינמיקה של גוף קשיח	
הרכב הציון הסופי	
30% תרגילי בית (מגן) ו-70% מבחן סופי	
מבנה הקורס	
תאריך / מס' שיעור	נושא השיעור ותכני השיעור (מטלות, רשימת קריאה, משימות וכיו"ב)
	מסלולים
1	תנועה בשדה כובד מרכזי: חוקי קפלר, חוקי ניוטון, משוואת המסלול, שימור אנרגיה ותנע זוויתי. תמרונים בסיסיים בין מסלולים: מעבר אוהמן בין מסלולים מעגלים, מעבר דו-אליפטי, חליפה הירפבולית במסע בינפלנטרי
2	משוואת הזמן והגדרות פרמטרי המסלולים הקלסיים שינוי פרמטרי המסלול ע"י פולס מהירות: שינוי באפוגיאה, בפריגיאה ובגובה המסלול, שינוי באקסנטריות, שינוי באינקלינציה
3	קביעת פרמטרי המסלול מתוך מדידות המסלול משוואות אוילר-היל של שני גופים בחלל: מפגשים בין רכיבי חלל (rendezvous) במסלול
4	הפרעות למסלולים: פחיסות כדור הארץ, גרר אטמוספרי, קרינה וגרביטצית שמש וגרביטצית הירח מסלולים מיוחדים: מסונכרן שמש, פריגיאה יציבה, גיאוסטציונרי, מסלולי מולנייה (Molniya)
5	שיגור לוויינים גרדיאנט הכובד
בקרת הכוון	
6	מערכת הכוון: תפקיד ופונקציית המערכת, סנסורים ומפעילים שדה מגנטי של כדור הארץ: תיאור ומודלים קיימים
סנסורים:	
7	מגנטומטר: עקרון פעולה, מדידת הכוון בעזרת השדה המגנטי של כדור הארץ ודיוקים סנסור השמש: עקרון פעולה, מדידת הכוון ע"י כיוון קרינה מהשמש ודיוקים



סילבוס מפורט

8	סנסור כדור הארץ: עקרון פעולה, קביעת נאדיר המסלול ע"י סריקת קרינת אינפרה-אדום של כדור הארץ ודיוקים עוקב כוכבים: עקרון פעולה, קביעת הכוון הלוויין ע"י צילום השמיים וזיהוי קונסטלציות כוכבים ודיוקים מערכת למדידה אינרציאלית: עקרון פעולה, מדידת מהירות זוויתית בעזרת סביבונים ודיוקים
	מפעילים:
9	מגנטורקר: עקרון פעולה, שימוש בשדה מגנטי של כדור הארץ להפעלת מומנט על הלוויין גלגל תגובה: עקרון פעולה, עקרון חוק שימור תנע זוויתי ע"מ לשנות את הכוון הלוויין
10	מיצב גרביטציוני: עקרון פעולה, שימוש בשדה גרביטציוני של כדור הארץ כדי לייצב לוויינים במסלול אמצעי הנעה חללית: עקרון פעולה, מנועי רקטה לשינוי גובה המסלול והכוון הלוויין ופריקת תנע זוויתי
	חישוב בקרת הכוון של הלוויין:
11	מערכות קואורדינטות: אינרציאלית, צמוד כדור הארץ, צמוד מסלול וצמוד ללוויין
12	מכניקה של גוף קשיח: משוואות תנוע של גוף קשיח, זוויות אוילר, מטריצות למעבר בין מערכות שונות ואלגברה של קוורטניונים
13	קביעת הכוון הלוויין בחלל ע"י מדידת של הסנסורים השונים חוגי בקרת קלסיים למעבר בין מצבים זוויתיים שונים: PID, PI, P
קריאת חובה	
	אין
קריאת רשות	
	רשימת מקורות מומלצים תפורסם ב-Moodle של המקצוע
הערות	
	1. נוכחות חובה 2. 4 שעות שבועיות 3. ילמד ויעשה שימוש בתרגילים של תוכנה STK (Satellite Tool Kit) שהפקולטה רכשה 4. קהל היעד: סטודנטים שנה ג' וד'
<p>הקורס מכסה את הדינמיקה של לוויין בחלל בשני הביטים: תנועה של הלוויין מסביב לכדור הארץ, מסלול, המטופל ע"י הדינמיקה השמימי (celestial mechanics), לפי חוקי קפלר וניוטון, ודינמיקה של הלוויין מסביב למרכז המסה, דינמיקה של גוף קשיח, המתארת את ההכוון הזוויתי של הלוויין בחלל. שתי הדיסציפלינות האלו חשובות להבנת התנהגות הלוויין בחלל, והן קשורות להנדסת מכנית החוקרת ומפתחת את הדינמיקה של גופים בתנועה, במקרה הזה לוויין חלל. יש לציין שאוניברסיטת תל אביב נכנסה לעידן החלל, עם שיגור TAUSAT1 ו-TAUSAT2, ושני הנושאים הללו הינם קרדינליים לצורך שליטת הלוויין בחלל.</p>	