



חטיבות הביניים 2021 תשפ"א



משרד החינוך
המזכירות המדעית
אגף חינוך מדעי, תוכנית חינוך מדעי ומדענות
אגף חינוך מדעי, תוכנית חינוך מדעי ומדענות



IASA
המרכז הישראלי למדענות בילדים



משרד המדע
והטכנולוגיה



ח' שבט תשפ"א
21 בינואר 2021

משימות הכנה לקראת שלב ג' - אולימפיאדת החלל

ברכות לבתי הספר העולים לשלב ג' של האולימפיאדה!

במסגרת השלב השלישי בתחרות, תעמיקו את ידיעותיכם בחומר שלמדתם בשלב א' ותרחיבו את ידיעותיכם בתחומים נוספים הקשורים לליווינים. במהלך משימות ההכנה:

1. תערכו היכרות עם חוקי קפלר והמסלולים האליפטיים.
2. תכירו מסלולי לוווינים אופייניים.
3. תלמדו על לווין המחקר הישראלי-צרפתי "ונוס".
4. תיצרו מצגת מוקלטת כסרטון על לווין לבחירתכם.
5. תבצעו פעילות חקר על מסלולי לוווינים סביב כדור הארץ ותעקבו באופן יומיומי אחרי תהליך הנמכת המסלול היזומה של הלוויין "ונוס" המתרחשת בימים אלו.

גם כאן, כמו בשלב א', מומלץ להתחלק לקבוצות מומחים, כשכל קבוצה אחראית על למידה והכנה של אחד מהנושאים תוך שיתוף הידע עם שאר הקבוצות.

הנחיות לקראת שלב ג'

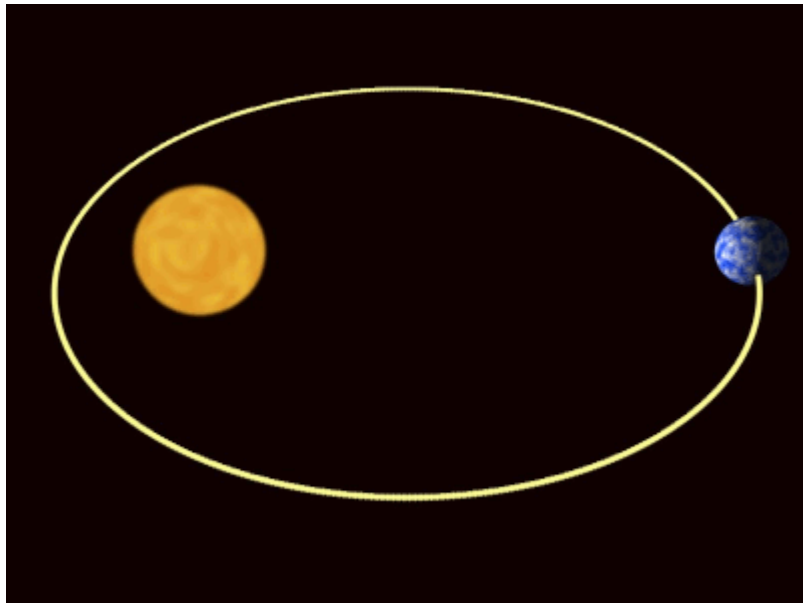
1. חוקי קפלר - והמסלולים האליפטיים במערכת השמש

קראו את המאמר הבא בנושא "חוקי קפלר":

<https://davidson.weizmann.ac.il/online/askexpert/astrophysics> /מהם-חוקי-קפלר

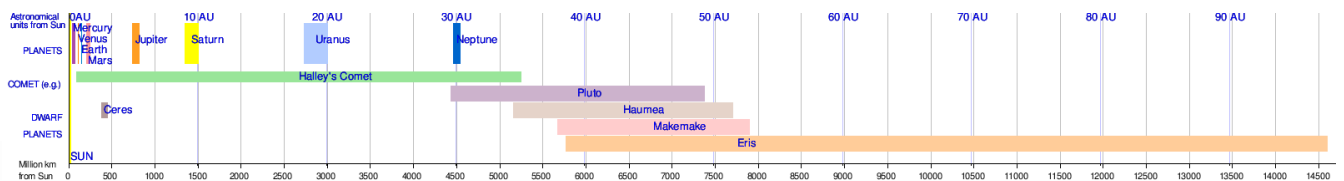
קפלר הראה חוקיות מתמטית בתנועת כוכבי הלכת סביב השמש. ניתן לזהות את החוקיות כשמנתחים את מיקום כוכבי הלכת בשמים, תחת ההנחה שהמסלול שהם מבצעים הוא סביב השמש ולא סביב כדור הארץ. זיהוי החוקיות המתמטית היה צעד משמעותי בהפרכת **המודל הגיאוצנטרי** (גיאו - ארץ, צנטר - מרכז) שהיה מקובל בתקופתו של קפלר לפיו כל הגופים השמימיים מקיפים את כדור הארץ. **החוק הראשון של קפלר** קובע שמסלולי ההקפה של כוכבי הלכת הם אליפטיים ושהשמש איננה ממוקמת במרכז האליפסה אלא באחד משני מוקדי האליפסה (ראו לדוגמה איור

מספר 1). על פי חוק זה, המרחק בין כוכב הלכת המקיף את השמש לבין השמש אינו בהכרח קבוע כמו במעגל מושלם.



איור 1: אנימציה המציגה את אליפטיות מסלול כדור הארץ בהגזמה (אם אינכם רואים את התנועה, לחצו על התמונה עם סמן העכבר + Ctrl. כדי לפתוח קישור לאנימציה)

חקרו את הגרף הבא המציג את המרחק המשתנה של גופים שונים מהשמש לאורך מסלול ההקפה סביבה (הגדילו בעזרת פקדי הגדלת התצוגה כדי לראות את הפרטים הקטנים):



איור 2

באיור 2 מוצגים מרחקים של גופים נבחרים במערכת השמש ממרכז השמש, שנמצאת בצד השמאלי של הגרף. כל מקטע צבעוני מייצג עצם שמימי המקיף את השמש. הקצה השמאלי של כל מקטע צבעוני הוא הפריהליון - הנקודה הקרובה ביותר לשמש במסלול ההקפה האליפטי, והקצה הימני האפהליון - הוא הנקודה הרחוקה ביותר. מקטעים ארוכים מציינים מסלולים עם אקסצנטריות (מידת אליפטיות) גבוהה והמקטעים הקצרים מייצגים מסלולים הקרובים למעגל. רדיוס השמש הוא כ- 0.7 מיליון ק"מ ומוצג בהגזמה כפס צהוב הקרוב לראשית הצירים בקצה השמאלי. לצפייה במסלולי כוכבי הלכת הפנימיים השתמשו בכפתורי הגדלת התצוגה. ענו על השאלות הבאות:

- מבין כוכבי הלכת הפנימיים - לאילו שני כוכבי לכת האקסצנטריות הגדולה ביותר?



משימת הכנה לקראת שלב ג'

- האם יש כוכב לכת שמתקרב לשמש יותר מכוכב השביט האלי? אם כן, מיהו?

2. מסלולי לוויינים אופייניים - קראו המאמרים הבאים וסכמו לעצמכם תשובות לשאלות הבאות:

- מה הם סוגי המסלולים השונים שקיימים עבור לוויינים, מהם המאפיינים של כל מסלול?
 - מה מאפיין משימות של לוויינים בכל אחד מסוגי המסלולים?
 - מהם היתרונות והחסרונות של הצבת לוויין בכל אחד מהמסלולים?
- היכנסו לערך "לוויין" בוויקיפדיה ולתת-נושא "סוגי מסלולי לוויינים"

<https://he.wikipedia.org/wiki/לוויין>

קראו והכירו את כל אחד מהערכים המורחבים תחת תת נושא זה.

קראו את המאמרים הבאים בנושא מסלולי לוויינים:

<http://www.space.gov.il/inspiration/222>

<http://www.space.gov.il/inspiration/223>

3. ערכו היכרות עם לוויין התצפית הישראלי-צרפתי "ונוס" (Venus) ועל סמך הסרטון והמאמר

בסעיף זה ענו וסכמו לעצמכם את התשובות לשאלות הבאות:

- מה המשימות של הלוויין?
- מהן המערכות העיקריות של הלוויין ומאפייניהן?
- איזה סוג מסלול מבצע הלוויין בחלל?
- במה שונה מנוע יוני ממנוע רקטי רגיל?

קראו את המאמר הבא וצפו בסרטון שבסופו המאמר (פתחו את הסרטון בעמוד youtube והפעילו את הכתוביות עם תרגום אוטומטי לעברית):

<http://www.space.gov.il/research-and-development/1032>

שימו לב: אין צורך להגיש את החישובים והתשובות שלכם לשאלות המנחות שבסעיפים 1-3

המופיעים לעיל, אך אלו עשויים לסייע לכם לענות על השאלות במהלך החידון.

בסעיפים 5,4 מוצגות משימות להגשה שהציון עליהן יהווה חלק מהציון שלכם בשלב ג'.

4. סרטון הצגת לוויין והצגת הקבוצה - הכינו סרטון בן שתי דקות בו תציגו את עצמכם, את

משימת הלוויין שתבחרו ואת המאפיינים הטכניים שלו.

- בחרו לוויין תצפית ששמו מתחיל באותה אות בה מתחיל שם בית הספר שלכם מתוך פורטל לווייני התצפית בקישור למטה (שמות הלוויינים באות a מוצגים מימין בתיבה הכחולה ואותיות אחרות מתחתיהם):



משימת הכנה לקראת שלב ג'

<https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/a>

- למדו על הלוויין מתוך המסמך ובנו מצגת קצרה שאותה תציגו כסרטון הכולל וידאו ואודיו באורך שתי דקות. הסרטון יוצג בפני תלמידי הקבוצות האחרות במהלך החידון המסכם של שלב ג' ואלה מאפייניו:

א. פריים הפתיחה של הסרטון יכלול את שם המשימה שבחרתם, שם בית-הספר ושם היישוב.

ב. משך הסרטון לא יעלה על 2:00 דקות.

ג. יש להעלות את הסרטון ליוטיוב, בהרשאות הצפייה הסרטון יוגדר כ-Unlisted (פתוח לצפייה לבעלי קישור בלבד).

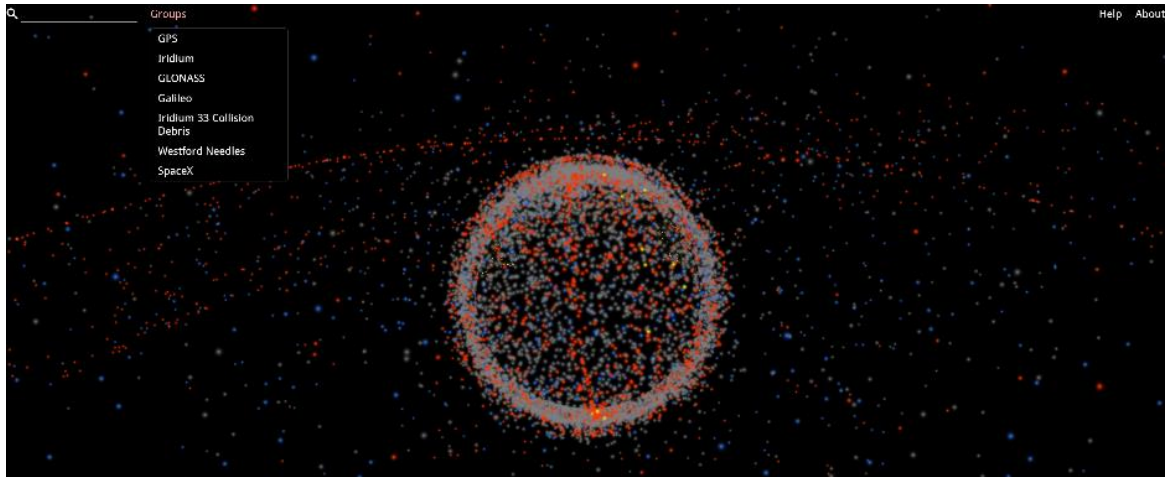
הגשת הסרטון: יש לשלוח את הקישור לסרטון לימית שמני, דוא"ל Yamit@iasa.org.il עד לתאריך ה-16.2.21, בשעה 15:00.

5. **משימת מעקב אחר מסלולי לוויינים** - במשימה זו תחקרו את מסלולי התנועה של שלושה

לוויינים במסלול הקפה. הלמידה תעשה באמצעות תצפית ממוחשבת, וניתוח של הנתונים על גבי 'גיליון אלקטרוני' שיתופי Google Sheets. ודאו שכל המדידות שמורות **בקובץ אחד** כשלכל לוויין **גיליון עבודה נפרד**. לוויין 1 - GPS

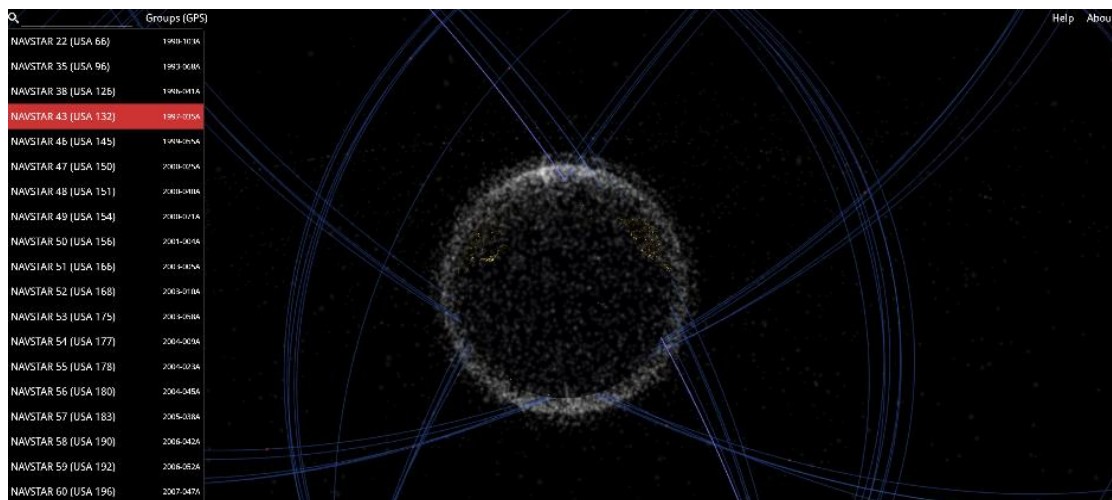
בקישור <http://stuffin.space/> ניתן לעקוב אחר נתוני המסלול הרגעיים של לוויינים רבים אשר מקיפים את כדור הארץ. המידע מתבסס על מדידות רדאר של מערכת מעקב הלוויינים האמריקאית SSA - Space Situational Awareness ועל סימולציה המחשבת את מסלול הלוויין בהתאם למדידות המעודכנות ביותר. אם דפדפן הכרום שלכם אינו תומך יותר ב FLASH, לא יוצגו מסלולי הלוויינים באתר. השתמשו בדפדפן EDGE של מיקרוסופט או דפדף אחר שמאפשר לכם לראות את מסלולי הלוויינים באתר.

- בחרו את קבוצת לווייני GPS מהתפריט העליון בצד שמאל ב- "Groups" (ראו איור 3):



איור 3

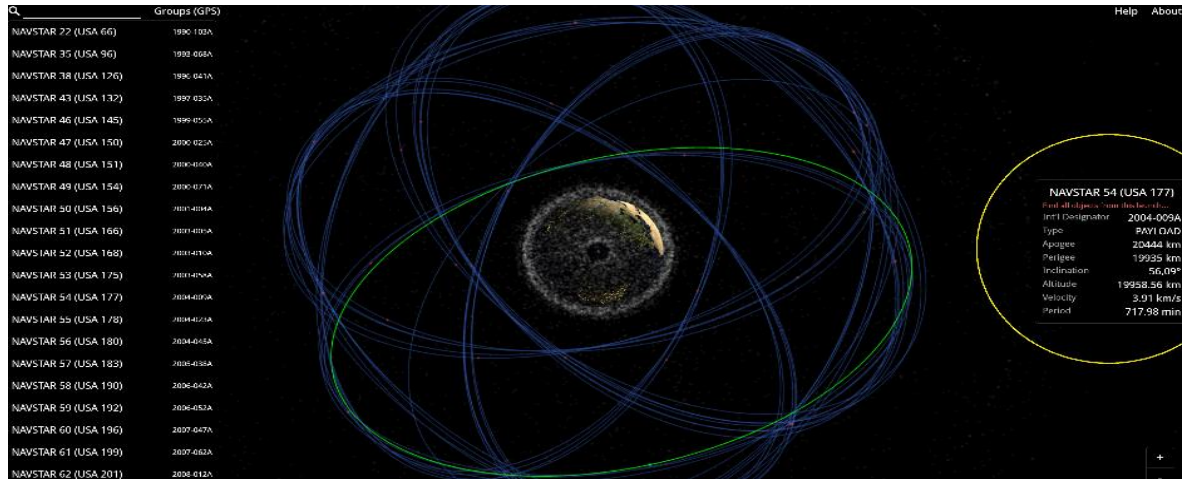
- בחרו לוויין GPS מהתפריט שנפתח באמצעות לחיצה על שמו ברשימה. רשמו לעצמכם את שמו המלא כפי שמופיע בתפריט. לאחר בחירת הלוויין יפתח תפריט נתוני הלוויין בצד ימין של המסך ומסלולו יוצג בצבע ירוק. הפריגיאה היא המקבילה הארצית של הפריהליון והיא הנקודה במסלול בה הלוויין הכי קרוב לכדור הארץ, האפוגיאה היא הנקודה בה מרחק הלוויין מכדור הארץ הוא הגדול ביותר לאורך המסלול בדומה לאפואהליון סביב השמש. שימו לב - בנתונים שבתפריט רשומים **ערכי הגובה** בפריגיאה ובאפוגיאה מפני כדור הארץ בעוד שהערכים האמיתיים של מרחק האפוגיאה והפריגיאה של המסלול בהתאם לחוק האליפסות של קפלר נמדדים ממרכז כדור הארץ.



איור 4

- עליכם לדגום את מסלול הלוויין בפרקי זמן קבועים כך שתהיינה לכם כ-60 דגימות בכל מחזור הקפה. רשמו לעצמכם את זמן המחזור (Period) של הלוויין כפי שמופיע בתפריט. תכננו לכם את זמני הדגימה ורשמו אותם בגיליון האקסל השיתופי. בכל דגימה רשמו בטבלה את

זמן המדידה, מהירות הלוויין (Velocity) ואת גובהו מעל פני הקרקע (Altitude). אם המדידה לא נעשתה בדיוק בזמן המיועד (למשל: אם אתם מודדים כל רבע שעה עגולה, ושכחתם למדוד בשעה 16:15:00, ונזכרתם רק ב-16:20:08, רשמו 16:20:08 כזמן המדידה, ובצעו את המדידה הבאה ב-16:30:00 כמתוכנן). בצעו את המדידות במשך שני מחזורי הקפה שלמים. חלקו ביניכם את המשימה כך שכל תלמיד או זוג תלמידים יהיו אחראים על מספר מדידות.



איור 5

- השתמשו בתוכנת אקסל (Excel) או Google sheets לצורך ביצוע המשימות הבאות:
 - א. שרטטו גרף של מרחק הלוויין **ממרכז כדור הארץ** כפונקציה של הזמן.
 - ב. שרטטו גרף של מהירות הלוויין כפונקציה של הזמן.
 - ג. הדגישו בטבלת האקסל את שתי המדידות בהן מרחק הלוויין ממרכז כדור הארץ הוא הקטן ביותר (המדידות הקרובות ביותר לפריגאה). הדגישו את שתי הנקודות בהן המרחק הוא הגדול ביותר (הקרובות ביותר לאפוגיאה).

לוויין 2 - רקטה משומשת של SpaceX

- מתוך הקבוצה (Group) "SpaceX" בחרו לוויין **בעל מסלול אליפטי מובהק עם גובה אפוגיאה העולה על 30,000 קילומטר**.
- חזרו על **כל** התהליך שביצעתם ללוויין ה-GPS עבור הלוויין של SpaceX שבחרתם, מלאו את הטבלאות ושרטטו את הגרפים.
- אחרי שסיימתם, בצעו הערכה של שעת האפוגיאה ושעת הפריגיאה הבאים ורשמו בגיליון האלקטרוני.



משימת הכנה לקראת שלב ג'

- בהתאם להערכתכם, בצעו תצפית בזמן אמת אחר הלוויין סביב שעת הפריגיאה וסביב שעת האפוגיאה (התחילו את תצפית כחצי שעה לפני הזמן המצופה). רשמו במדויק בגיליון האלקטרוני ברזולוציה (אבחנה) של \pm שנייה מנקודת האפוגיאה ומנקודת הפריגיאה : מהן המהירויות והמרחקים של הלוויין ממרכז כדור הארץ בשתי הנקודות.

לוויין 3 - Venus

- במסגרת משימת הלוויין הישראלי-צרפתי "ונוס" מתבצע כעת ניסוי הנמכת מסלול באמצעות **מנוע יוני** שיופעל לסירוגין, על פני תקופה של חצי שנה, במהלכה ירד הלוויין מגובה של כ 700 קילומטר עד לגובה סופי של 400 קילומטר. דחף המנוע היוני מופעל בכיוון ההפוך לכיוון מהירות הלוויין והדבר גורם לו לאבד מהירות וגובה. משך הפעלת המנוע בכל הקפה תלוי במידת הטעינה של סוללת הלוויין ולכן קצב הנמכת הלוויין אינו תמיד קבוע. ייתכנו גם ימים בהם לא יבוצעו הפעלות מנוע.
- בצעו מעקב יומי (פעם ביום) בכל יום בין ה- 28 לינואר לבין ה- 11 בפברואר אחר מסלולו של הלוויין ורשמו בגיליון האלקטרוני. משימתכם תהיה לזהות את ירידת הגובה של הלוויין. בכל יום רשמו בטבלה את נתוני הגובה של הלוויין בפריגיאה ובאפוגיאה.
 - בסיום השלב נשלח לכם את נתוני האמת של מפעילי הלוויין בתעשייה האווירית לצורך השוואה.

הגשת המשימה

עליכם להגיש קובץ אקסל או Google sheets ובו גיליונות עבודה נפרדים עבור כל אחד ממסלולי הלוויינים שמדדתם. הציגו את תוצאות כל התצפיות שביצעתם ואת הגרפים שנתבקשתם לשרטט.

הקפידו על כל הכללים להצגת מידע בטבלה ובגרף, כפי שלמדתם בנושא החקר המדעי.

הקבצים שתשלחו יוערכו ויהוו חלק מהציון שלכם בשלב ג'. יש לתייק את הקבצים בתיקייה שנפתחה עבורכם בדרייב בשלב ב' עד לתאריך ה- **22.2.2021, בשעה 15:00.**

תזכורת: הגשת **הסרטון**, כפי שמוסבר בתחילת מסמך זה, הינה עד לתאריך **16.2.21.**

בהצלחה!