

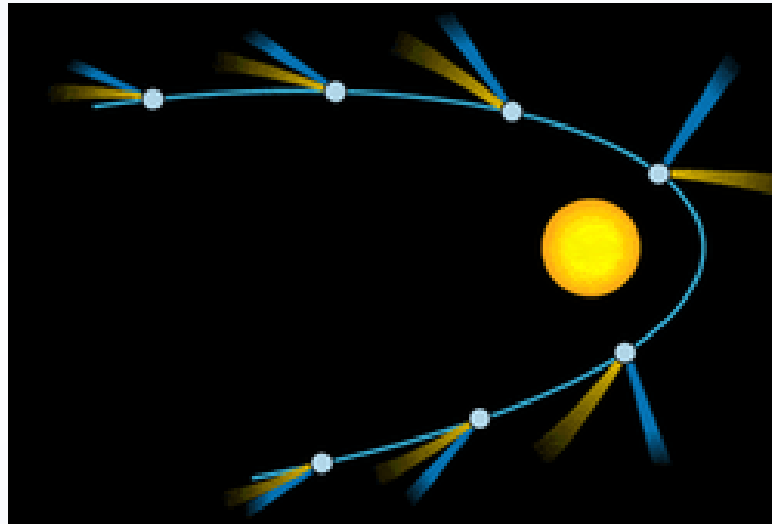
# אולימפיאדה צעירה על שם אל"מ אילן רמון וצוות קולומביה – תשע"ה



תלמידי כיתות עתודה מדעית (ז', ח', ט')  
חטיבת הביניים הרב תחומי "נופרים בגליל", טבריה  
בהנחיית: סיגל סמון

# המשימה שלנו

מסע אל לב שביט -  
החזרת דגימה מגרעין של שביט



# בחרנו בשביט "טמפל 1"

סרקנו וחקרנו מאפיינים של שביטים שונים המוכרים לאדם. השווינו בין השביטים בפרמטרים כמו מרחק מכדור הארץ, טופוגרפית פני השטח ועוד. מצאנו כי תכונותיו של השביט "טמפל 1" מתאימות לנו מבין כולם. טמפל 1 הוא שביט מחזורי שהתגלה ב-3 באפריל 1867 על ידי האסטרונום הגרמני ארנסט טמפל שעבד במרסיי שבצרפת.

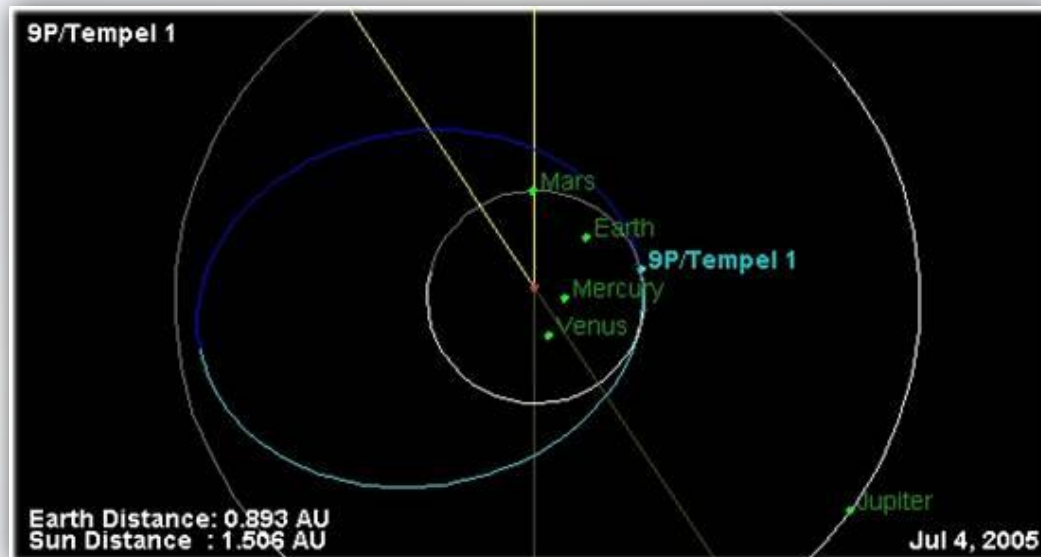


# מדוע דוקא טמפל 1? (השוואה לצ'וריומוב)

מאפיינים	טמפל 1	צ'רמיוב (השביט של רוזטה)
אפהליון	708,655,200 ק"מ	850,150,000 ק"מ
פריליון	225,297,600 ק"מ	518,060,000 ק"מ
גודל השביט	7.6 אורך 4.9 רוחב (ק"מ)	6.6 אורך 5.7 רוחב (ק"מ)
זמן הקפה סביב השמש	5.68 שנים	6.44 שנים
זמן סיבוב עצמי	40.7 שעות	12.4 שעות
טמפ' ממוצעת בשביט	-140	-218
קטגוריה (מחזורי\לא מחזורי)	שביט מחזורי	שביט מחזורי
צפיפות השביט	0.6 לגרם/במ"ק	0.4 גרם/סמ"ק
חומרים מהם מורכב השביט	מעטפת חיצונית קרח מבפנים אבק וגזים וסלעים	מעטפת חיצונית קרח מבפנים אבק וגזים וסלעים
נטייה ממישור המילקה	10.5301	7.0405
טופוגרפיית פני השטח	לא הרריים חלקים יחסית	הרריים יחסית
בהירות	+11	+20
מסת השביט	72-79 מיליארד טון	כ-110 מיליארד טון
קוטר	6 ק"מ	4 ק"מ

# מסלול השביט

משך ההקפה של השביט סביב השמש הוא 5.68 שנים בערך.  
כיוון שהוא עובר מדי פעם ליד כוכב הלכת צדק, כוח  
המשיכה של צדק גורם להפרעה במסלולו.  
השביט הופך פעיל כאשר הוא במרחק של כ-400 מיליון ק"מ  
מהשמש.



# תכנון המשימה



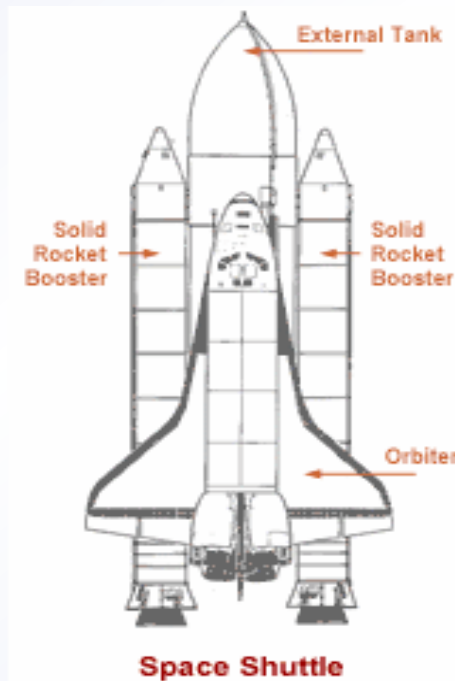


Tempel 5.avi

סרטון הדמיה של המשימה

# המראת החללית

החללית תמריא באמצעות שתי רקטות האצה העובדות על דלק מוצק (בעירה ללא חמצן) גובהו יהיה 5.5 מ'. לחללית יהיה מיכל דלק נוזלי (מימן נוזלי) והוא יעבוד על אנרגיה רקטית גובהו 7 מ' ומשקלו 9.5 ק"ג. בערך במרחק של 15.5 ק"מ מההמראה, ינותקו רקטות ההאצה מהחללית, כאשר החללית תצא האטמוספירה ינותק מיכל הדלק.



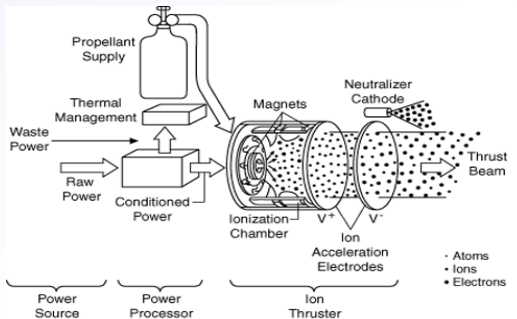
מהירות היציאה מן האטמוספירה תהיה 11.2 ק"מ לשנייה.



# המראת החללית (המשך)

בחללית יהיו גם מערכות דחף יוניות שיופעלו בזמן ההקפה של כדור הארץ ומאדים (מסלול ההומן). מנועים אלה מייצרים דחף סגולי גבוה מאוד ביחס למנועים רקטיים רגילים ולכן ישמשו להנעת החללית בהמלטות מכוח המשיכה של כוכבים ולצורך תיקוני מסלול. מנועים יוניים מופעלים לתקופות ממושכות, בניגוד למנועים כימיים המופעלים כל פעם למשך שניות ספורות. מערכות אלה הודפות יוני קסנון לצורך יצירת דחף, ומסוגלות להעניק לרכבי חלל מהירות מקסימלית גבוהה יותר מאשר כל רקטה הזמינה כיום.

האצת היונים והדיפתם לאחור, לצורך יצירת כוח הדחף המניעת החללית. אטומי החומר הנהדף מוזנים לתא היינון. בתא נחשפים האטומים "למטח" אלקטרוניים "הנורים" ממערכת האצה חשמלית. אלקטרון הנתון באטום של החומר הנהדף - הנפגע מאלקטרון מואץ - נחלץ מהאטום שלו ומותיר יון חיובי.

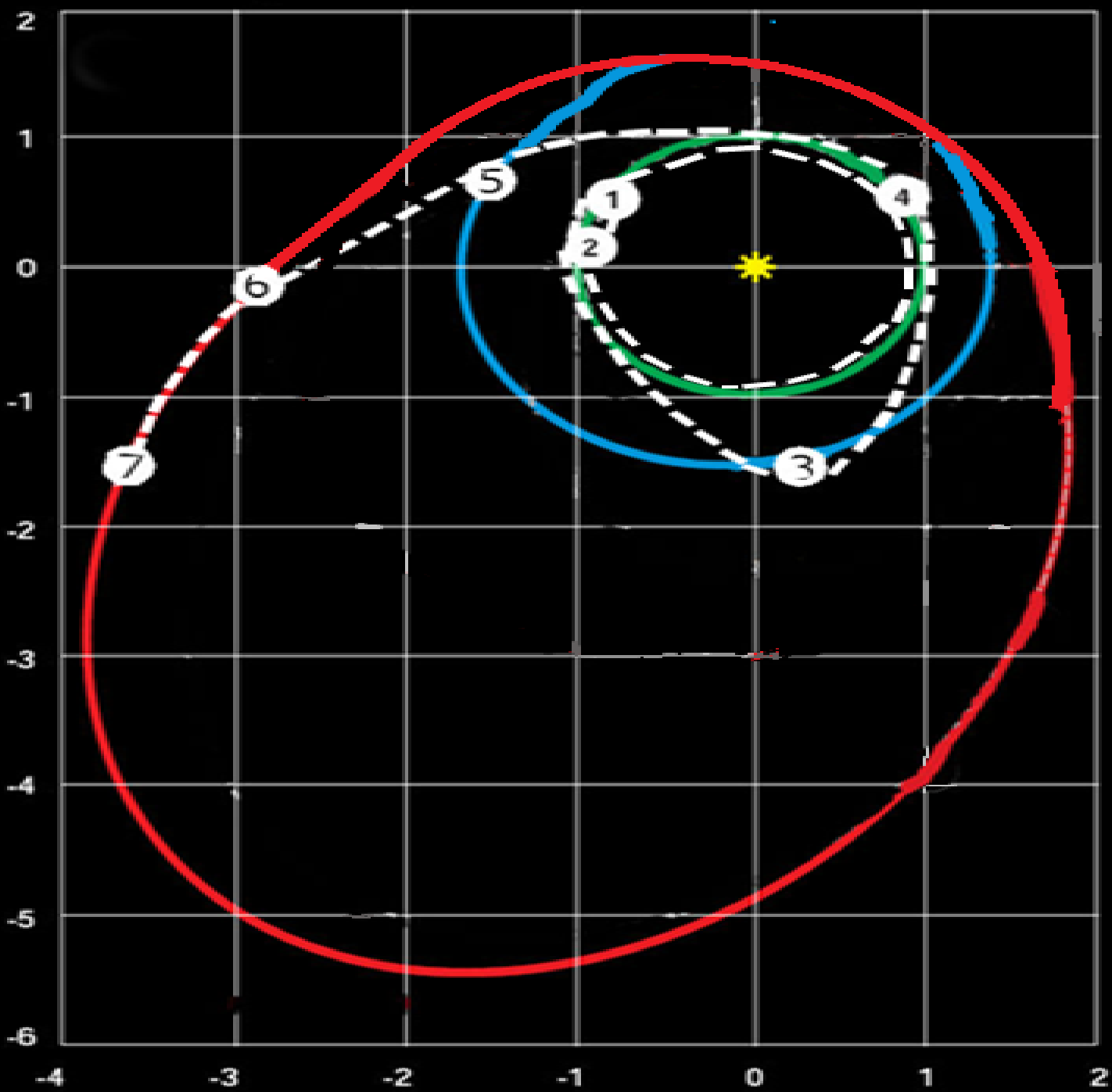


# דגם של החללית "Talpa carrier"



# מבנה החללית

מאפייני החומר	החומרים	חלקי החללית
עמידות בטמפ' קיצונית (טמפ' היתוך כ- 5000 מעלות צלזיוס).	קרמיקה	ציפוי חיצוני של החללית
קשיות. (צפיפות-7.9 גר' לסמ"ק)	ברזל	תאי לחץ
עמידות בטמפ' גבוהות. (טמפ' היתוך- 1710°C)	אריחי סיליקה	מנועים
חזק, נקודת היתוך גבוהה	פלדה בציפוי פח אלומניום	מיכל דלק
קשיח, עמיד בחום. (טמפ' ההיתוך 1668 מעלות צלזיוס)	טיטניום	גוף החללית



- 1 שיגור  
15/3/2015
- 2 פגישה ראשונה  
עם כדור הארץ  
17/3/2016
- 3 פגישה ראשונה  
עם מאדים
- 4 פגישה שניה עם  
כדור הארץ  
21/3/2018
- 5 פגישה שניה עם  
מאדים  
9/11/2018
- 6 מפגש ראשון עם  
השביט  
14/5/2019
- 7 נחיתה  
3/11/2019
- 6/5/2020

— כדור הארץ  
— מאדים  
— סמפל 1

# בדרך לשביט: המסלול

# מקום הנחיתה

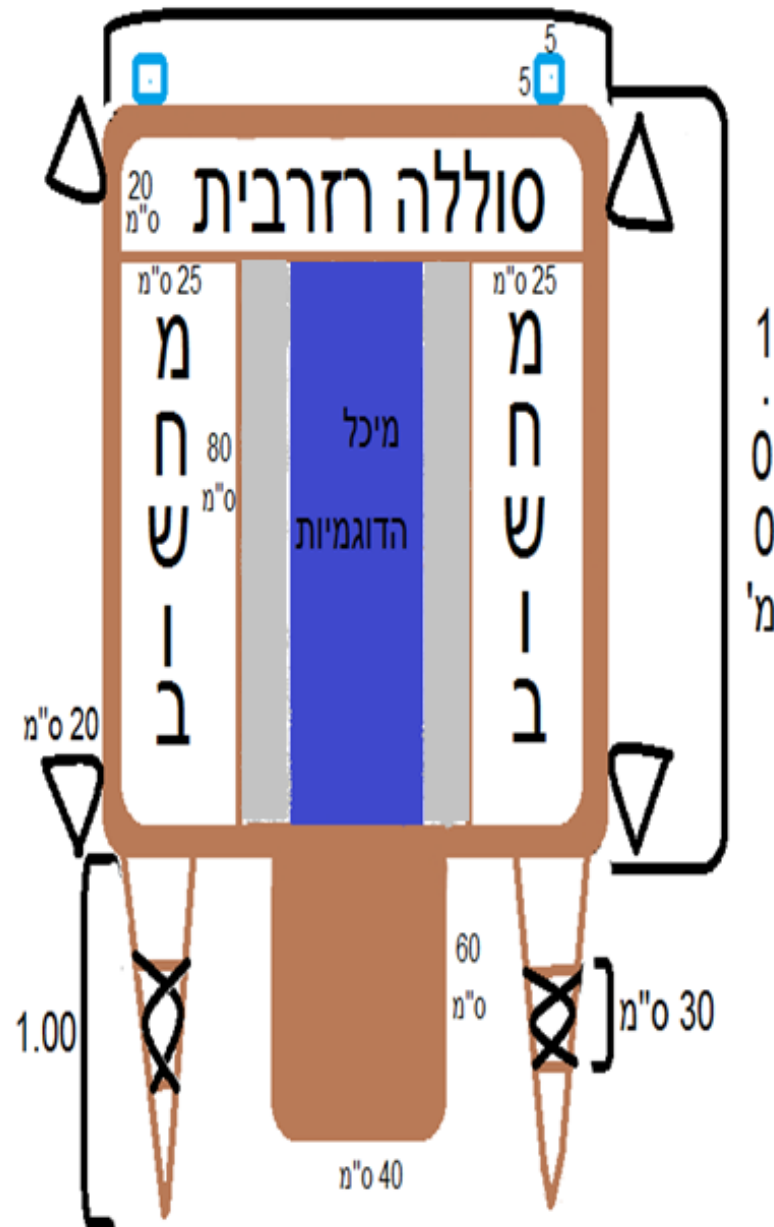
החללית תיכנס למסלול סביב השביט מכיוון צפון מערב לשביט, ותנעל על נקודת הנחיתה: מכתש, (מרחק של כ-1.04 מהגרעין). פני השטח של השביט מכוסים בחומר במרקם של שלג לכן הנחתת תנעץ רגליים בעלות קצה מחודד (באורך 40 ס"מ) בקרקע. קצה הרגליים יפתחו (באמצעות קפיץ שיופעל במפגש עם הקרקע) בצורת שושנה לנעימה טובה יותר.



# מבנה הנחתת "נופר"

מבט מבפנים

1.00 מ'

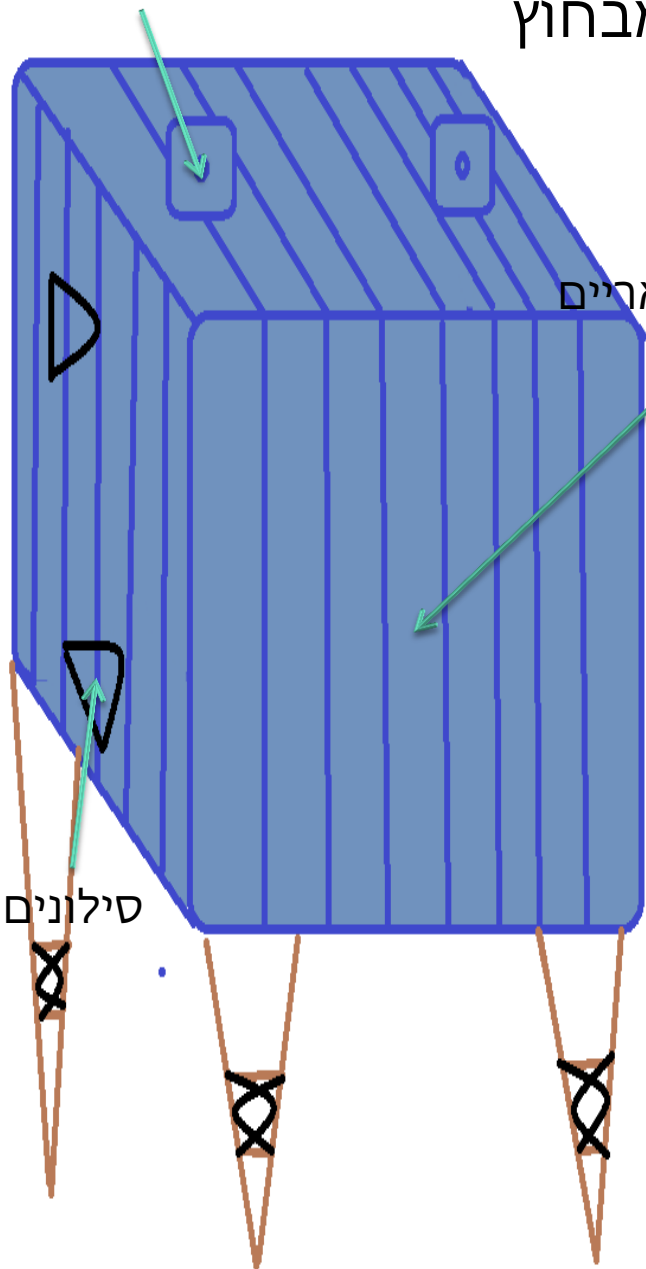


מצלמות

מבט מבחוץ

לוחות סולאריים

סילונים



# חומרים מהם בנויה הנחתת

חלקים	מאיזה חומרים הם בנויים	מאפייני החומר
שלדת גוף הנחתת	טיטניום	קשיח, עמיד
הקפיצים	ברזל	קשיות גבוהה (צפיפות-7.9 גר' לסמ"ק)
הרגליים	פלדת וולפרם	חזק וקשיח (צפיפות- 19.25 לגר' במ"ק)
הסילונים	ברזל	עמידות בלחץ
הלוחות הסולאריים	סיליקון רב גבישי	מוליך חום טוב
מיכל הדוגמיות	אירוג'ל	קשיח ומבודד
הגזים לשמירת הדוגמיות	פריאון והליום	פריאון-מבודד חום טוב(טמפ' היתוך $157.7^{\circ}\text{C}$ ) הליום- טמפ' היתוך נמוכה מאוד( $-268.93^{\circ}\text{C}$ )

# איסוף הדגימות- החפרפרת "כנרת"

את הדגימות תאסף "חפרפרת רובוטית" המונעת באמצעות סוללה גרעינית סוללה גרעינית היא מתקן אשר נעשה בו שימוש באנרגיה הנוצרת מהתפרקות של איזוטופים ראדיואקטיביים (כמו פלוטוניום) כדי לייצר אנרגיה חשמלית.

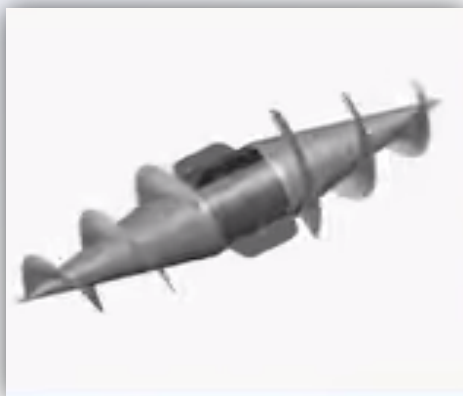
החפרפרת מסוגלת לקדוח לשני הכיוונים, באמצעות מקדחים העשויים סגסוגות רותניום, פלטינה ופלדיום המקנים להם חזק, ולכן אין צורך בפינוי חומר מהבור שנפער. החפרפרת תקבל הוראות הפעלה ממרכז הבקרה בכדור הארץ. תהיה בהמצלמה מיוחדת בעלת 2 אורות אדומים, 2 ירוקים ו-4 כחולים להאיר את דוגמאות הקרקע בעת איסופם ואבחונם.

השביט מורכב ברובו ככולו מאותם חומרים ולכן מטעמי חסכון באנרגיה נסתפק בקידוח

לעומק של כ-10 מטרים. הדגימות יאספו לתא דגימות המכיל אירוג'ל.

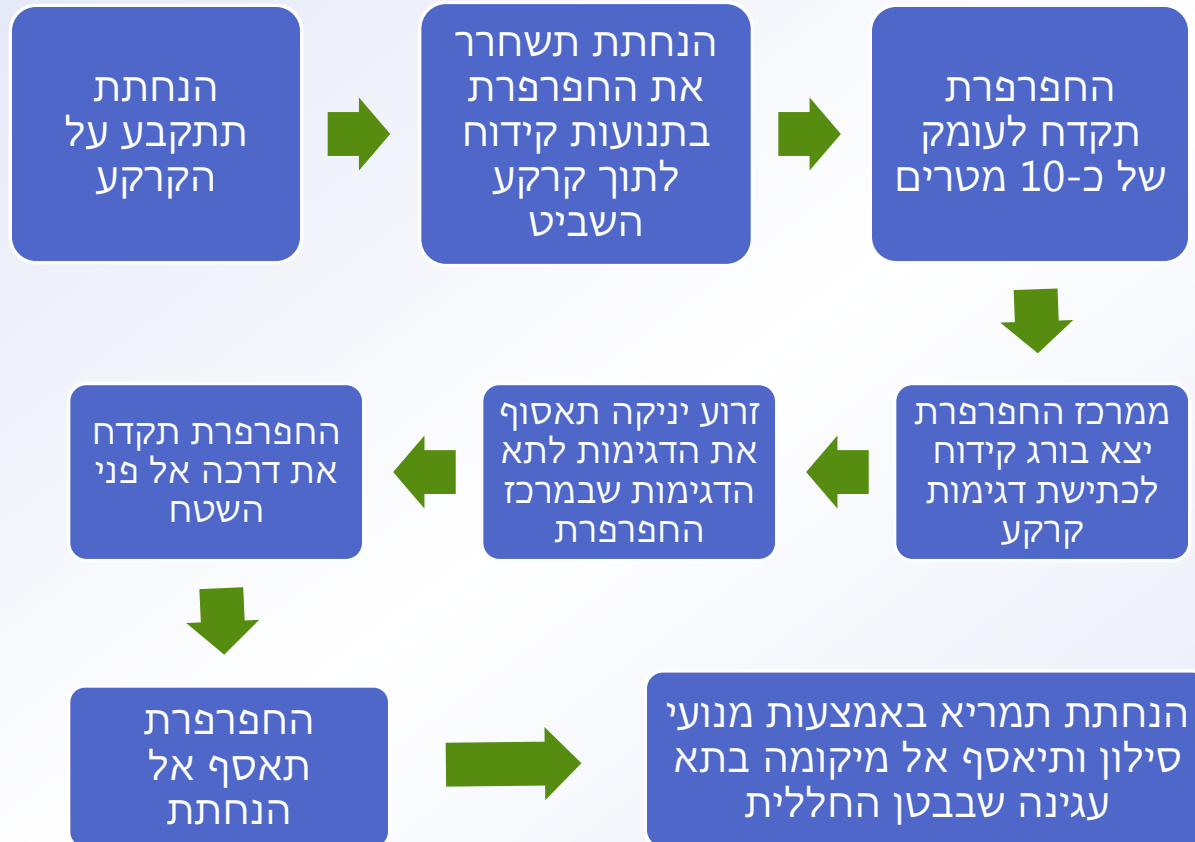
אירוג'ל (Aerogel) הוא חומר חזק מאוד, מבודד טוב, בעל

צפיפות נמוכה וניתן להקנות לו תכונות הידרופוביות.



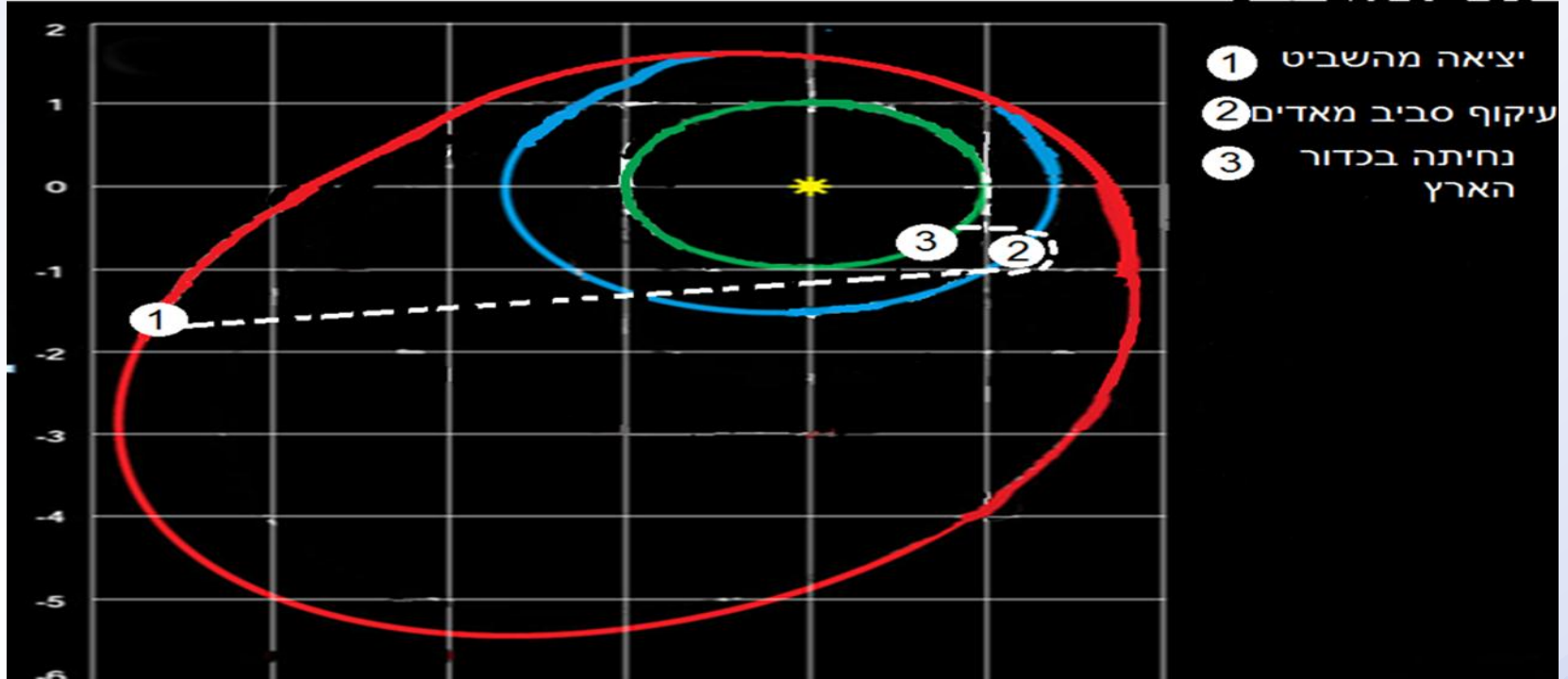


# שלבם באיסוף הדגימות



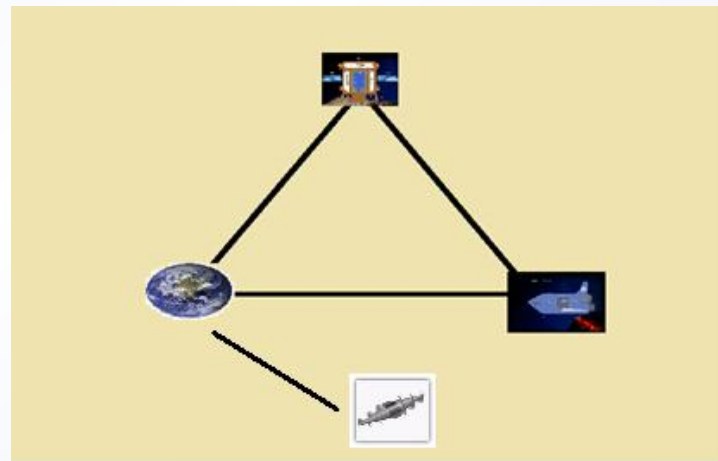
# חזרה לכדור הארץ

- החללית תקלוט את הנחתת באמצעות זרועה רובוטית
- החללית תנוע לכיוון המסלול בעזרת הדלק הנוזלי
- החללית תכנס למסלול הוהמן ותקיף את מאדים
- כאשר החללית תתקרב לכדור הארץ היא תכנס לאטמוספירה בזווית 45 מעלות על מנת להקטין את החיכוך
- החללית תצניח את הנחתת על האוקיינוס השקט
- הנחתת תאסף לספינה ב 12.11.2021.



# איך נתקשר עם החללית החפרפרת והנחתת?

אנו נשתמש בקשר משולש, כדור הארץ יתקשר בעזרת אותות עם החללית והנחתת, הנחתת תקשר עם כדור הארץ והחללית, והחללית תקשר עם כדור הארץ והנחתת. אם אחד הקשרים מתנתק נוכל לתקשר עם מי שאנחנו רוצים בעזרת הקשר השני. למשל אם הקשר של כדור הארץ עם הנחתת מתנתק נוכל לתקשר אתו דרך הקשר של כדור הארץ עם החללית.



# ביבליוגרפיה

אתרי אינטרנט:

ויקיפדיה (הערכים: רוזטה (גשושית), כדור הארץ, טמפל 1, מעבורת חלל.  
וואלה (מחקרים ומאמרים)

<http://news.walla.co.il/item/741178>

"הידען" (נקודות ממשימות קודמות)

<http://www.hayadan.org.il/back-to-tempel-1-241111>

ראשית מדע - (להבין איך דברים עובדים).

[http://www.reshitmada.org/L10042005\\_Ionic\\_propulsion.htm](http://www.reshitmada.org/L10042005_Ionic_propulsion.htm)

# ביבליוגרפיה

YNET (מחקרים ומאמרים)

<http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-3107848,00.html>

NASA (מידע על משימות קודמות)

[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/deepimpact/mission/index.html#.VLzXG9KsVic](http://www.nasa.gov/mission_pages/deepimpact/mission/index.html#.VLzXG9KsVic)

ESA (נקודות ממשימות קודמות)

[http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Rosetta/Touchdown!\\_Rosetta\\_s\\_Philae\\_probe\\_lands\\_on\\_comet](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta/Touchdown!_Rosetta_s_Philae_probe_lands_on_comet)

# תודות

למאי ברז'יק, ולהדר רודשטיין תלמידות כיתה ט עתודה שסייעו לנו והנחו אותנו במהלך פתרון המשימה.

לאלינור דדון מעמותת חתני נובל, שיעצה לנו בתכנון המשימה

לדר' עמי שטיינר על ייעוץ בנוגע לתנועה בחלל

תודה לסיגל סמון על הנחיית הפרוייקט

תודה לכרמית חזות מנהלת בית הספר שתמכה ואפשרה מסגרת לפרוייקט





תודה על  
ההקשבה!