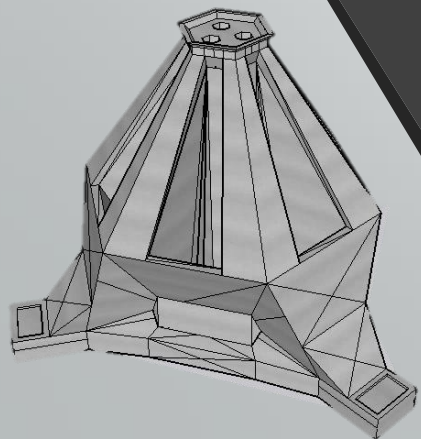


איסוף דגימות מן האסטרואיד "HO3-2016"

התיכון שליד האוניברסיטה – העתודה המדעית טכנולוגית, כיתה ט'

ינואר 2017



תוכן עניינים

- פתיחה
- השיגור והדרך אל האסטרואיד
- הדמיית המסלול
- מבנה הגשושית
- תהליך ההתמקמות והדגימה
- הבאת הדגימה לכדור"א והשימוש בה
- מקוריות הרעיון ותועלתו

- ביבליוגרפיה
- השותפים לעשייה

פתיחה

לשלב הגמר של האולימפיאדה ע"ש אילן רמון התבקשנו לבחור בין שתי משימות, ובחרנו לתכנן גשושית שתיקח דגימות מהאסטרואיד HO3-2016, אסטרואיד חצי לוייני הסמוך לכדור הארץ בלבד.

קראנו לגשושית ALPHA, שהם ראשי תיבות של: *The Atuda of Leyada's Probe for the Ho3-2016 Asteroid*

- נמריא מכדור הארץ ונקיף אותו במסלול אליפטי גדל עד שנגיע לאסטרואיד. כל הדרך נערוך צילומים ומדידות ונחקור את מסלולו של האסטרואיד וצפיפותו.
- ALPHA תכנס אל מסלול מעגלי סביב האסטרואיד להתמקמות, ולאחר מכן תדגום אותו בעזרת מערכת מתקדמת. הדגימות יישלחו אל כדור הארץ דרך קפסולה מתואמת.
- מטרת הפרויקט היא ללמוד על אסטרואידים, תכולתם ומקורם ובכך לקדם את החקר בנושא החלל, העבר של מערכת השמש והאסטרואידים הסמוכים אלינו.
- התקציב מוערך בכ-100,000,000 דולרים, שכלול של מחירי המנועים, הדלק, השיגור, התפעול וכו'.

שיגור

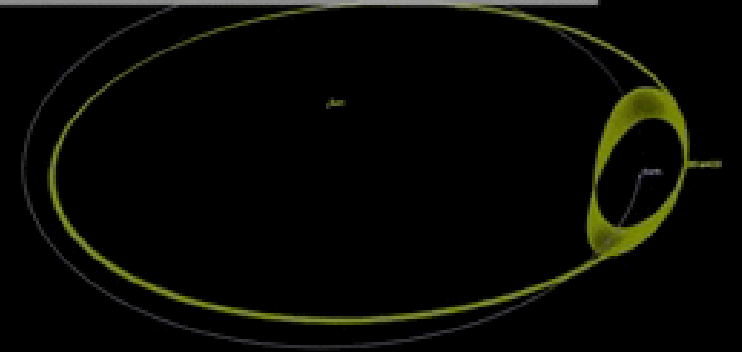
חלון השיגור הינו מן ה-18 בספטמבר עד לחמישי באוקטובר בכדי להגיע לאסטרואיד בין התאריכים 18 במרץ ה-5 באפריל.

אנחנו משתמשים במערכת שיגור לוויינים של NASA הנקראת delta IV וכוח הדחף של מערכת זו הוא 110 אלף ניוטון. היא משתמשת במנוע של NASA הנקרא RL10.



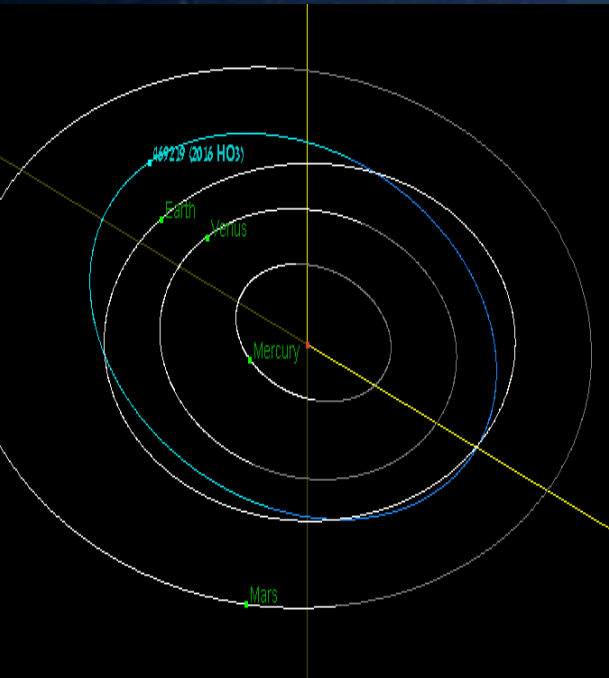
אל האסטרואיד

Recently discovered asteroid 2016 HO3 is the best example to date of a near-Earth companion, or "quasi-satellite."



imgflip.com

- מהתאריך ה-18 במרץ ועד ל-5 באפריל האסטרואיד נמצא במרחק הרחוק ביותר מהשמש, ולפיכך גם התנועה האיטית ביותר, לפי החוק השני של קפלר. אנחנו מתכוונים להגיע אליו בתאריכים אלו.
- נגיע לאסטרואיד באמצעות ארבעה מסלולים אורביטליים סביב כדור הארץ במסלולים הגדלים בהדרגה. נעשה זאת כך ולא במסלול ישיר משיקולים של חסכון באנרגיה דיוק והימנעות ממפגש עם הירח. האורביטל האחרון יהיה המהיר ביותר.
- במשך זמן הסיבוב ייצבר חשמל מן הלוחות הסולאריים, אשר ישמש את ALPHA במהלך איסוף הדגימות.



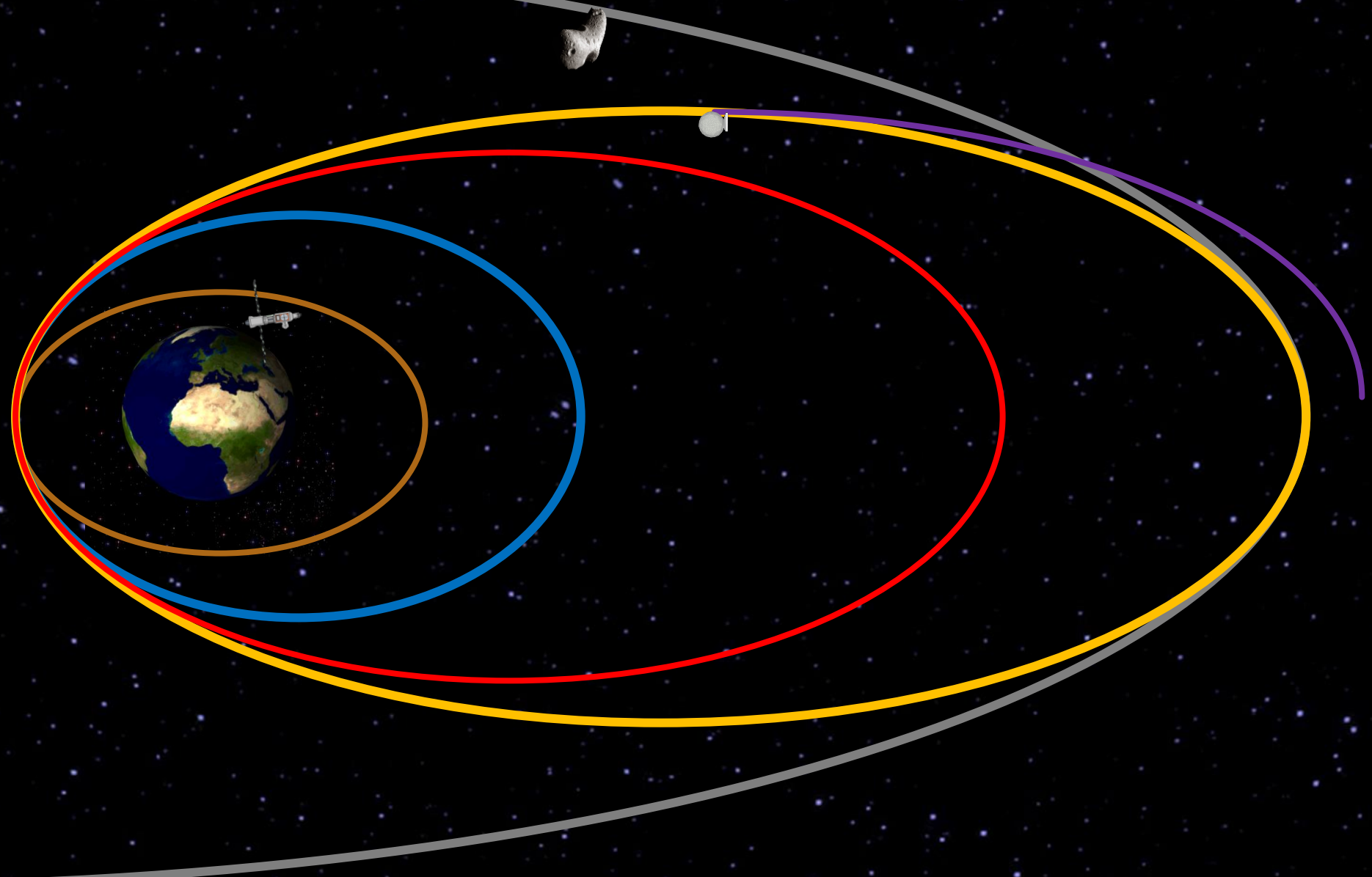
חישובים של המראה ושל מעבר בין אורביטלים

• בעזרת הנוסחה למהירות המילוט מצאנו את מהירות המילוט

מכדוה"א $11.2 * 10^3 \left[\frac{m}{s} \right]$, ולאחר מכן את הכוח $35.3 * 10^4 [N]$.

• מכיוון שהמהירות המקסימלית במסלול אליפטי היא מהירות המילוט הכנו את עצמנו למקרה ובו נצטרך להאיץ למהירות הזו. הזמן המקסימלי שייקח הוא 15.7 דקות.

הדמיית מסלולה של ALPHA אל האסטרואיד



מבנה הגשושית ALPHA

מצלמות

וסורקים

שלושת משדרי

הרדיו

כדור הסנסורים

(מתנתק לפני הדגימה)

קפסולת

ההשבה

זרוע הדגימה

(מאחור)

מדחפי הגז

סולאריים

לוחות

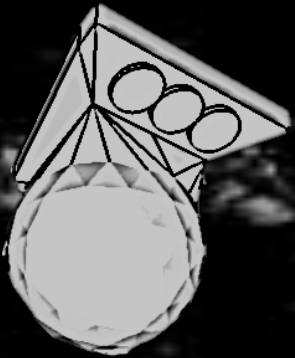
מנועים אחוריים

הנעה

- ההנעה תתבסס על מנוע היונים MPDT אשר מונע על ידי חשמול והפקת יונים של מימן.
- למנוע זה דחף של 88.5 ניוטון והוא ישמש למעברים בין האורביטלים.
- מסביב למנוע MPDT שמונה מנועי HiPEP, מנועי יונים של קסנון חלשים יותר (דחף של 460 – 670 מיליונטון), שישמשו לייצובה של ALPHA במסלולה.

התמקמות לתחילת הדגימה

- כל הדרך אל האסטרואיד, ALPHA תצלם ותסרוק את האסטרואיד, תחשב את מסתו, נפחו, מסלולו וצפיפותו, ותבחר אתר משוטח המותאם לאיסוף דגימות, בעזרת כדור סנסורים אשר יסתובב סביב האסטרואיד שישלח במהלך האורביטל הרביעי וישמש למדידות מדויקות של האסטרואיד.

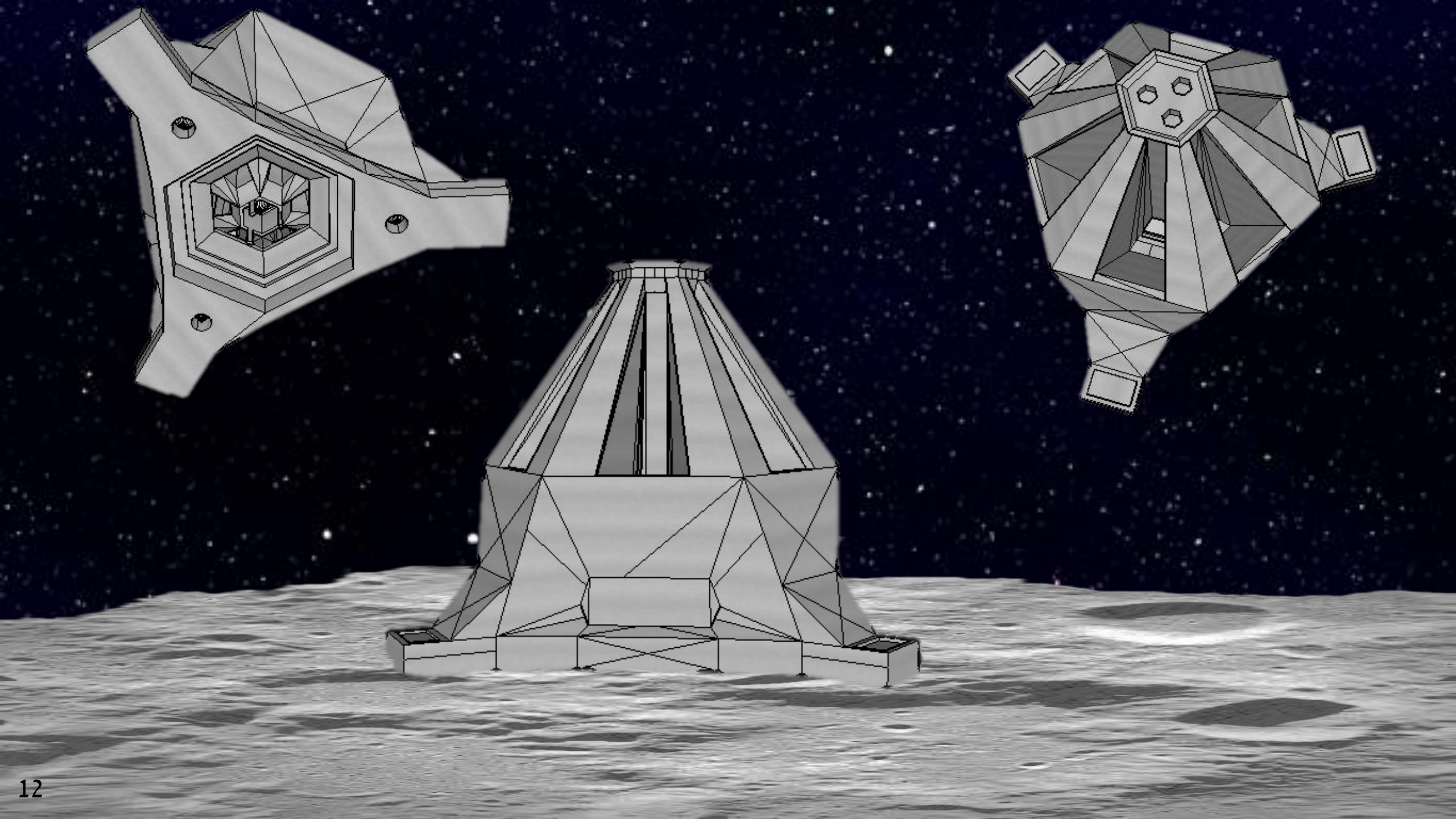


- לאחר ש ALPHA תגיע במסלולה סביב כדור"א אל נקודת המפגש (בתאריך 19.3) יופעלו מ ALPHA מדחפי גז אשר ייצבו אותה במסלול מקביל לאסטרואיד. ALPHA תמשיך פליטה מזערית של גז כל זמן הסיבוב כיוון שכוח המשיכה של האסטרואיד על ALPHA לא חזק במיוחד (מחישובים תיאורטיים).

הדגימה

- לאחר שייבחר אתר נחיתה, תתפרס מתוך ALPHA זרוע משוכללת וגמישה אשר תקרב את הדוגם אל האסטרואיד.
- בעזרת מערכת מדחפי הגז האחוריים יתקבעו שלשת מקדחי הייצוב ויחלו בדגימה.
- הדוגם ירסס את פני השטח בגז אציל (הליום – קל לדחיסה) ויאסוף את הרסס אל תוך תאי אחסון אוטומטיים.
- בדוגם שישה תאים, כאשר ארבעה מהם יוקדשו לדגימת האבק על פני השטח בעוד השניים הנותרים ידגמו את הסלע אשר יפורר על ידי המקדח הפונקציונאלי. דגימה כזו נעשית כדי לקחת שני סוגים של דגימות: אחת מכילה אבק קוסמי ואילו השנייה לא.
- לאחר הדגימה הזרוע תכניס את הדוגם אל קפסולת השיגור ותתקפל חזרה פנימה.





חשיבות הבדלת העומקים

קרינת שמש מפרקת את
רכיבי פני השטח
ליסודות סמוכים

אבק קוסמי שמצטבר
על האסטרואיד ועשוי
משרידי אסטרואידים
אחרים

השיבה ארצה

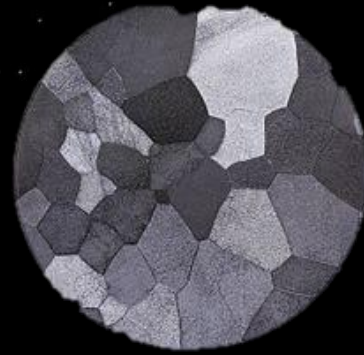
לאחר איסוף הדגימות והכנסתן אל קפסולת שיגור, המנועים יופעלו מחדש ו-ALPHA תשוב אל המסלול האורביטלי (סביב כדור הארץ). ALPHA תבחר מיקום ממנו היא תשגר את הקפסולה אל עבר כדור הארץ.



הקפסולה עצמה תהיה עשויה סגסוגת ונדיום טיטניום ואלומיניום, אשר עמידה לטמפרטורות קיצון (התכה 1910°C), לעומת טמפי חיכוך עם האטמוספירה, שהיא 1200°C), קלה יחסית ועמידה למים.

אל הקפסולה יצורף איתורן GPS ומצנח, והיא תתרסק באוקיינוס השקט, לאחר תיאום עם רשויות התעופה, ותיאסף.

הקפסולה תהיה אטומה לחלוטין ותפתח רק בתנאי מעבדה סטרילית.



תקשורת

התקשורת עם כדור הארץ
תתבסס על שלוש צלחות רדיו
בעלות תדרים שונים.

איסוף המידע יבוצע בעזרת שתי
מצלמות UV, סורק לייזר,
מצלמות אור נראה וכדור
הסנסורים.

המחקר הכימי והביולוגי

לאחר החזרת הדגימות יחלו ניסויים כימיים לחקר תכולת האסטרואיד:

חומרים ייחודיים
הימצאות חומרים בעלי
מקור מעורפל כמו זהב
או מים

פליאומגנטיזם

שינויים בשדות מגנטיים ביקום
המתועדים בסלעים מאגמטיים

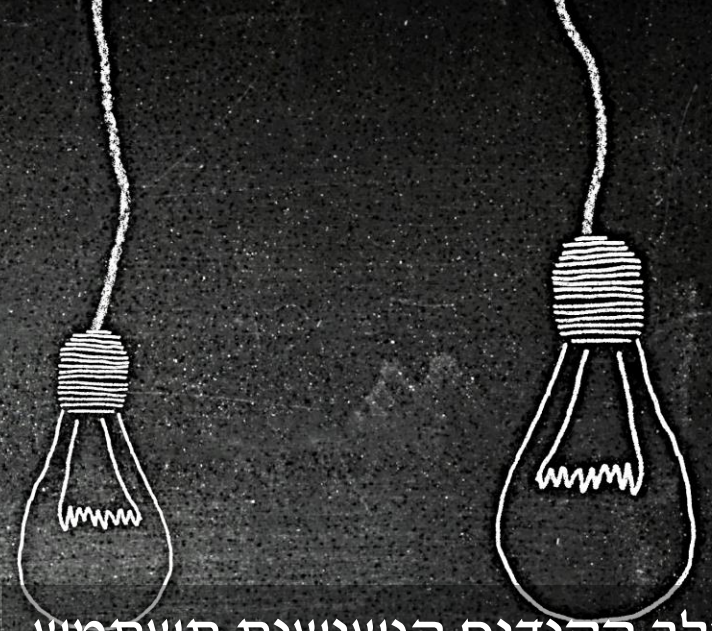
יסודות כבדים
הימצאות יסודות
רדיואקטיביים

חומרים חיוניים
הימצאות חומרים
הנצרכים לתרכובות
אורגניות

חידוש



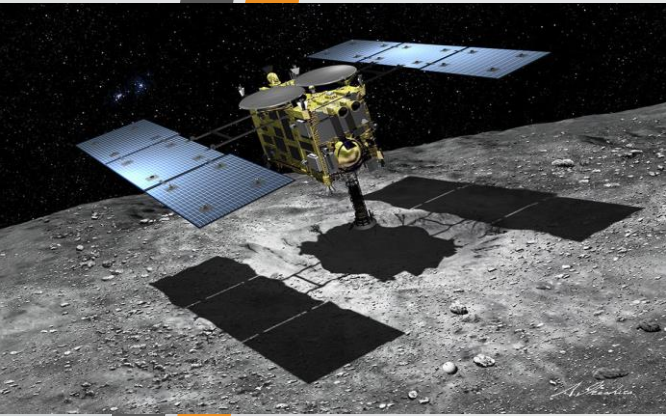
החידוש במשימתנו התאפיין בזה שלקחנו כמה פרויקטים חללים, למדנו את חסרונותיהם והפקנו את יתרונותיהם לכדי יצירת גשושית יעילה יותר.



בשלב הקידוח הגשושית תשתמש במערכת מתקדמת שתבדיל בין האבק על פני השטח לבין הסלע המרכיב את האסטרואיד ותאפשר לנו לחפש הבדלים ביניהם.

HO3-2016 אינו אסטרואיד רגיל. הוא קוואזי אסטרואיד, כלומר בעל מסלול חצי לווייני. אין הסכמה בין החוקרים לגבי הסיבות למצב זה, אך ניתן לברר אותן על ידי בדיקה מעמיקה של חומרים בעומקים שונים באסטרואיד.

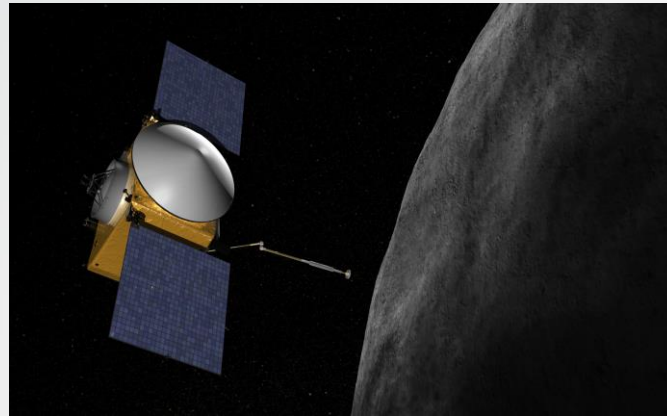
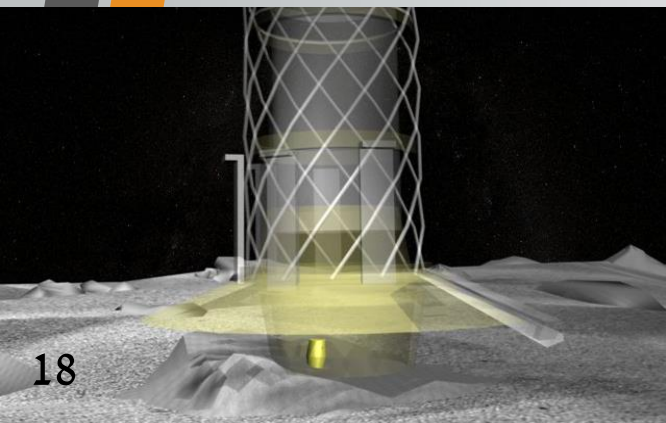
מקורות השראה לדגימה



HAYABUSA

JAXA

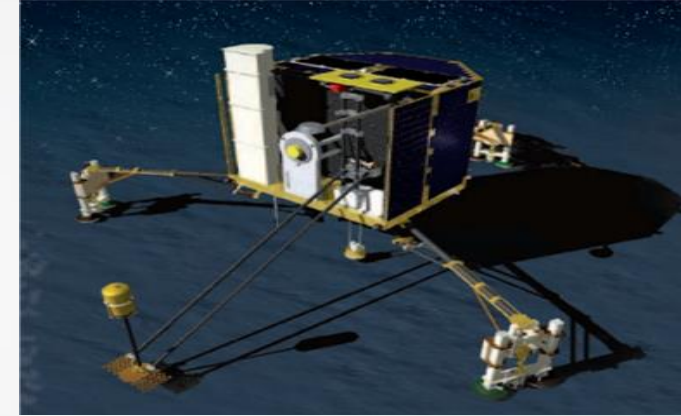
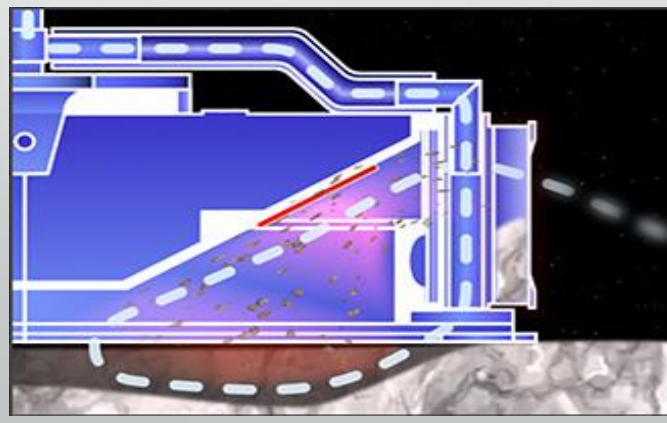
פיצוץ מבוקר



OSIRIS-REx

NASA

יניקת אבק



ROSETTA

ESA

מקדח חד כיווני



מקורות וביבליוגרפיה

- אתרי האינטרנט של סוכנויות החלל היפנית, האירופית, הישראלית, והאמריקאית: [JAXA](#), [ESA](#), [iSA](#), [NASA](#).
- אתר [מטי"ח](#)
- אתר [אסטרופדיה](#)
- אתר [JPL](#)
- אתר [space.com](#)
- אתר [ויקיפדיה](#)
- אתר [Business Insider](#)
- אתר [JPL Small-Body Database Browser](#)
- אתר [The Sky Live](#)

רשימת מעורבים

תלמידי הקבוצה:

- שני בירון
- בנימין בר רבי
- דן גרנדר
- ליאור כהן
- תומר מוז
- זוהר מילמן
- שירלי מלול
- סתיו מרדכי
- אביהוא נוסבאום שקולניק
- אמיר ניר
- יהונתן סבוב
- גל פולק
- דניס פיאיבריטוב
- יובל פרידמן
- שגיא פריעד
- אורי פרקש
- אלון צמת
- מאיה קלנג
- איתי שופרו

מורים וגורמים בביה"ס:

- ולנטינה לבריק, מורה מנחה
- ראובן תל-דן, מורה יועץ
- בוריס יבלוקוב, לבורנט
- גלעד אמיר, מנהל ביה"ס
- יפעת אלטשולר, רכזת השכבה
- ארז הקר, מנהל חט"ב
- איילת שטראוס, מורה מסייעת

תודה רבה

