



מבנה השביט

גרעין - גודלו בדרך-כלל מספר קילומטרים והוא מורכב **מקרח**. בקרח לכודים גרגרי אבק, גרגרי אבן, גזים: פחמן חד חמצני, פד"ח, מתאן, אמוניה

ההילה - ראש השביט - עשויה מגזים זוהרים שנפלטים מן הגרעין, בעיקר מימן. גודל ההילה מגיע לכמה מאות אלפי קילומטרים

זנב - זנב השביט עשוי מגזים, מים ומאבק הזוהרים באור השמש. הוא יכול להגיע לאורך של עשרות מיליוני קילומטרים

כל עוד השביטים מרוחקים מהשמש הם **מצויים בטמפרטורות נמוכות**. רק כאשר הם מתחילים להתקרב אל השמש, הקרח עובר ממצב מוצק למצב גזי (המראה) מפניהם וכן האבק והגזים הכלואים בו משתחררים תוך כדי כך, ומתחילים ליצור את ההילה. אז השביט מתחיל להיראות **וכן נוצר זנב שכוונו הוא תמיד מהשמש והלאה בגלל חלקיקי השמש (רוח השמש) ההודפים את הזנב.**

החוג לגיאופיסיקה ולמדעים פלנטריים / אוניברסיטת תל אביב

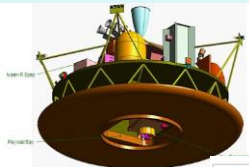
קריטריונים לבחירת שביט

- א. שביט מחזורי בעל מחזור קצר מועד (SHORT PERIOD COMET) שיאפשר הוצאת דגימה מגרעינו, כאשר השביט אינו פעיל מול השמש.
- ב. שביט, שנמצא במערכת השמש ולא מעבר לצדק. מרחקו הממוצע של צדק מהשמש הוא 5.2 י"א, מרחקו הממוצע של צדק מכדור הארץ הוא אם כן 4.2 י"א כאשר שניהם נמצאים באותו צד של מסלולם סביב השמש. כאשר כדור הארץ נמצא בצד הנגדי, המרחק ביניהם יגדל ל 6.2 י"א.
המרחק מהווה שיקול חשוב בחישוב מקור האנרגיה של החללית ומשך זמן התקשורת (50 דקות לערך)
- ג. שביט, שמרחקו מהשמש, יהיה גדול יותר מ 3 י"א (התחלת פעילות השביט ויצירת ההילה) על מנת שהחללית החוקרת לא תפגע מרסיסים הנזרקים ממנו בעת התקרבותו לשמש.
- ד. שטח בשביט שיאפשר נחיתה, חלק ללא סלעים, בצד השביט המרוחק מהשמש.
- ה. שביט שטרם נחקר עד כה, כדי שנוכל ללמוד ולגלות עולמות חדשים.

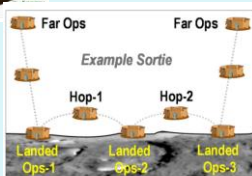
שביט בעל מחזור קצר

WIRTANEN-וירטנן

קוטר: 1.2 ק"מ
 מחזור הקפה: **5.46 שנות ארץ**
 פריהליון: 1.06 י"א מהשמש בשנת 2008 .
 פריהליון הבא: דצמבר 2018
 נטית ציר הסיבוב: 11.7 מעלות
השביט ייחקר במשימת HOOPER
 החללית תצא למסעה ב 2015 ותפגוש את השביט ב 2022. המחקר יארך כ 2.5 שנים ויעקב אחר שינויים בשביט מפריהליון לאפהליון.

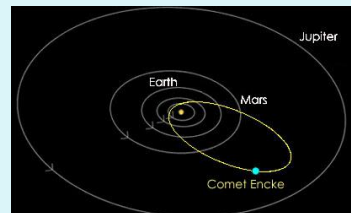


משימת HOOPER

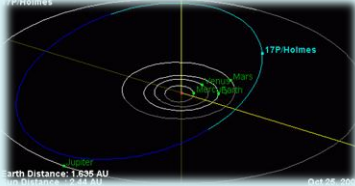
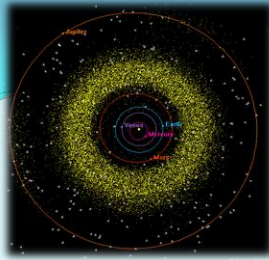


השביט אנקה

קוטר הגרעין: 4.8 ק"מ
 מחזור ההקפה **3.3 שנים**.
 פריהליון- מרחק של 0.34 י"א מהשמש
 מסלול אליפטי בין מאדים לחמה.
 מהירות סיבוב: 30 ק"מ לשנייה.
 טמפרטורה: **258-** מעלות צלסיוס כשהוא רחוק מהשמש
 אלבדו: החזרת אור מפני השטח- 4%



שביט הולמס - שביט בעל מחזור קצר



זמן מחזור: 6.9 שנים

פריהליון - 2.05 י"א מהשמש (307 מיליון ק"מ), בשנת 2007 וכך היה ב 2014, 2021 מעבר למסלולו של מאדים.

אפהליון: 5.2 י"א מהשמש (777 מיליון ק"מ) בקרבת מסלולו של צדק. שיד למשפחת שביטי "צדק"

מרחק מכדור הארץ: 4.2 י"א או 5.2 י"א

גרעין השביט מוערך כבעל קוטר של 3.4 ק"מ.

טמפרטורה משוערת: מינוס 270 - 250 מעלות צלסיוס.

השביט נע באותו כוון כמו תנועתו של כדור הארץ.

מסלולו אליפטי.

זווית נטית מסלולו ביחס למישור המילקה היא 19 מעלות.

מהירות הבריחה: 1מטר לשנייה



מיבנה השביט (משוער)

גרעין השביט:

יש השערה שצורתו של גרעין השביט מזכירה כדור רוגבי.

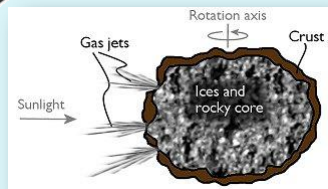
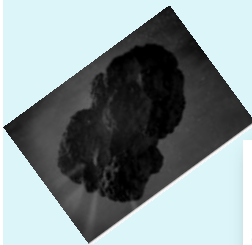
הגרעין מורכב מקרח מים, פחמן חד חמצני, פד"ח, אבק, חומרים אורגניים כמו מתאן, אמוניה וגרגרי אבק. החומרים נמצאים במצב צבירה מוצק עקב טמפרטורה ולחץ נמוכים מאוד..

הקרח נמצא בצורתו האמורפית ויש בו כיסים הכולאים פד"ח ופחמן חד חמצני.

פני הגרעין מכוסים בקרום כהה המכיל תרכובות של פחמן

ותרכובות אורגניות אחרות. אלה אוטמות את פני השביט.

עוביו מספר מטרים.



בפני השביטים נמצאים מכתשי פגיעה, כמו גופים אחרים

במערכת השמש, אך יש גם מכתשים שנוצרו כנראה מקריסה של פני הקרקע

כאשר כיס גז מתחת לפני הקרקע התחמם והגז פרץ החוצה.

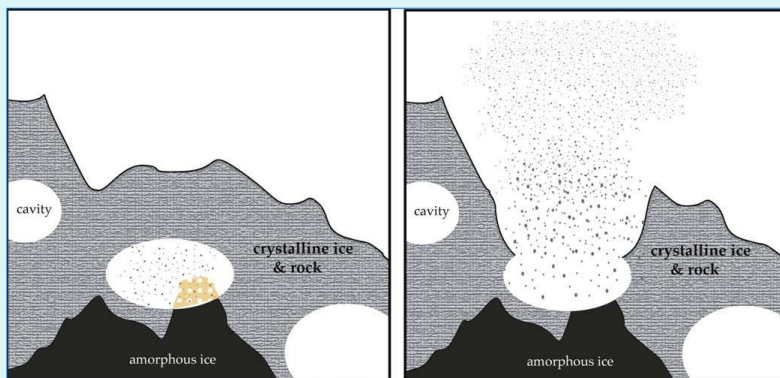


צולם על ידי חללית סטארדאסט במרחק של

500 ק"מ מעל שביט ווילד 2

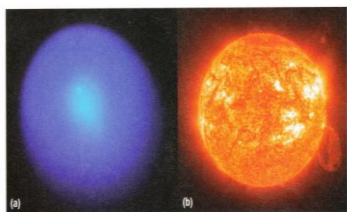
הדמית מצב התפרצות גזים בשביט הולמס:

בשעה שהשביט חולף ליד השמש, החללים הנמצאים בסמוך לקרח אמורפי מתרחבים בלחץ הגזים הכלואים בקרח. בנוסף לחום השמש משתחרר חום בעת מעבר הקרח האמורפי למצבו הקריסטאלי לאחר שחרור הגז. הלחץ משפיע על חללים נוספים הנמצאים בסמוך לו עד אשר הוא מצליח לגבור על חוזק השכבה החיצונית של השביט ומתפרץ החוצה.



הדמיה אפשרית לפני התפרצות

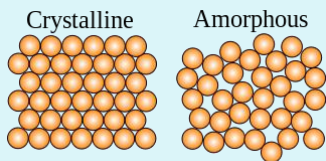
הדמיה אפשרית לאחר התפרצות הגזים



שנת 2007 השביט פלט כמויות גדולות של גז ואבק ויצר הילה שהגדילה מאוד את קוטר השביט כך שקוטרו היה אפילו גדול מקוטר השמש. אירוע דומה ארע בשנת 1892.

מה המנגנון שגרם לפיצוץ כה גדול בשביט?

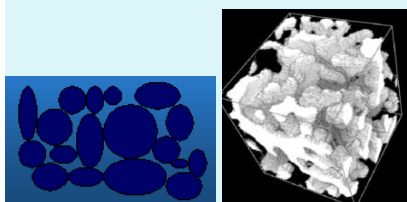
קרח מים, שנוצר בלחץ נמוך ובטמפרטורה נמוכה הוא **אמורפי** - **נקבובי** ובעל צפיפות נמוכה **0.25 גרם / סמ"ק** יכול ללכוד בתוכו גזים שונים. (בכדור הארץ צפיפות הקרח היא **0.91 גרם לסמ"ק** באפס מעלות)



חומר גבישי לא מסודר חומר גבישי מסודר

בתוך הקרח נוצרים "כיסים" ובהם לכודים גזים.

אחד הגזים שיכול להלכד בתוך הקרח הוא גז **CO**. בשעה שהשביט התקרב לשמש, גל חום חדר לגרעין השביט, הגז יחד עם הקרח בצע המראה מהירה שהובילה לעליה בלחץ הגז מעבר ללחץ המקסימאלי שהגרעין יכול לשאת ולכן נוצר פיצוץ, שפלט כמויות גדולות של חומר. פיצוץ כזה עשוי להסביר את ההתבהרות הגדולה מאוד של שביט הולמס. לאחר הפיצוץ פני שטח השביט יכולים לקרוס פנימה לתוך חלל.



קרח אמורפי

חקר שביטים: שביט הולמס לא נחקר



סטארדאסט
2004, ויילד 2

nucleus of comet Wild 2

רוזטה - 2014



שביט צ'ורי



HGA with 2-axis gimbal
Flyby Spacecraft
7.5 m² solar array
MRI
HRI
Smart, Instrumented Impactor

דיפאימפקט
שביט טמפל 1 2005

שביט הארטלי 2 ב 2010

דיפספייס 2001



שביט בורלי

שביט האלי צולם על ידי צי חלליות רובוטיות שנשלח לחלוף בקרבת **השביט** ולאסוף נתונים על מבנה גלעינו (גויטו, וגה ועוד)

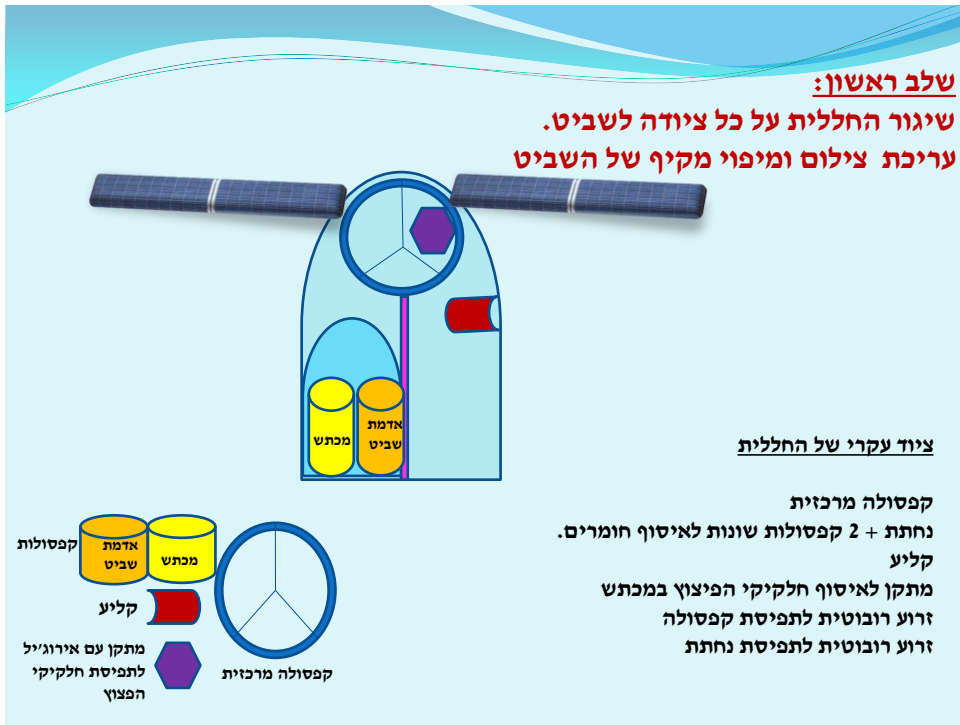
הפתרון ההנדסי

מטרה מרכזית:
הבאת דגימות מאתרים שונים ובעומקים שונים של שביט הולמס לכדור הארץ במסה כוללת של 150 גרם

מטרות

- עריכת צילום ומיפוי מקיף של השביט מבחינה טופוגרפית, מינרולוגית, טמפרטורה, שדה כבידה מגבהים שונים
- עריכת מפה טופוגרפית של השביט
- בחירת 2 אתרים לנחיתה:
- אתר חלק, נוח לנחיתה על פני שטח הגרעין לצורך קדיחה בעומק של 30 ס"מ
- אתר בעל מכתש טבעי, שיופצץ על ידי קליע, ליצירת התפרצות מלאכותית של סילוני גז וקרח וכן לקדיחה בעומק של 50 ס"מ
- איסוף חומר כולל במסה של 150 גרם (מאדמת השביט, ממכתש השביט וכן חלקיקים שיאספו בעיקבות הפצוץ)
- שמירת הדגימה בקפסולה מיוחדת מוגנת מחום לחדירה דרך אטמוספירת כדור הארץ.

שלב ראשון:
שיגור החללית על כל ציודה לשיביט.
עריכת צילום ומיפוי מקיף של השיביט



ציוד עקרי של החללית

קפסולה מרכזית
נחתת + 2 קפסולות שונות לאיסוף חומרים.
קליע
מתקן לאיסוף חלקיקי הפיצוץ במכתש
זרוע רובוטית לתפיסת קפסולה
זרוע רובוטית לתפיסת נחתת

קפסולות
מכתש
אדמת שיביט
קליע
מתקן עם אירוג
תפיסת חלקיקי הפצוץ
קפסולה מרכזית

שלב שני

נחיתה על השיביט

```

    graph TD
      A[נחיתה על השיביט] --> B[נחיתה לא מוצלחת על השיביט]
      A --> C[נחיתה מוצלחת על השיביט]
      C --> D[בצוע משימת קדיחה ואיסוף חומר לקפסולה א']
      D --> E[נחתת ממריאה ומתחברת לחללית חללית מאתרת מכתש טבעי]
      E --> F[שיגור קליע למכתש. איסוף חומר על ידי מתקן + אירוג'ל. מתקן עם חלקיקי חומר נכנס לקפסולה מרכזית]
      F --> G[הנחתת נחתת למכתש לאחר הפיצוץ ואיסוף דגימה. שיגור קפסולה עם חומר לחללית. קפסולת מכתש מתחברת לקפסולה מרכזית.]
      G --> H[קפסולה מרכזית + חללית משוגרות לכדור הארץ נחתת נשאת במכתש עד להכחדתה.]
  
```

נחיתה לא מוצלחת על השיביט

נחיתה מוצלחת על השיביט

בצוע משימת קדיחה ואיסוף חומר לקפסולה א'.

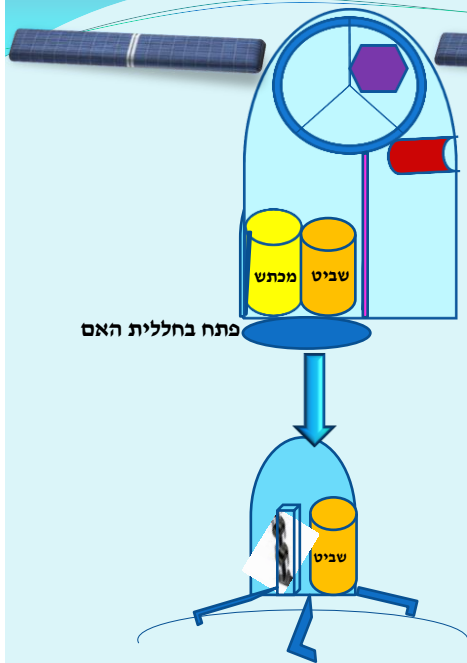
נחתת ממריאה ומתחברת לחללית חללית מאתרת מכתש טבעי

שיגור קליע למכתש. איסוף חומר על ידי מתקן + אירוג'ל. מתקן עם חלקיקי חומר נכנס לקפסולה מרכזית

הנחתת נחתת למכתש לאחר הפיצוץ ואיסוף דגימה. שיגור קפסולה עם חומר לחללית. קפסולת מכתש מתחברת לקפסולה מרכזית.

קפסולה מרכזית + חללית משוגרות לכדור הארץ נחתת נשאת במכתש עד להכחדתה.

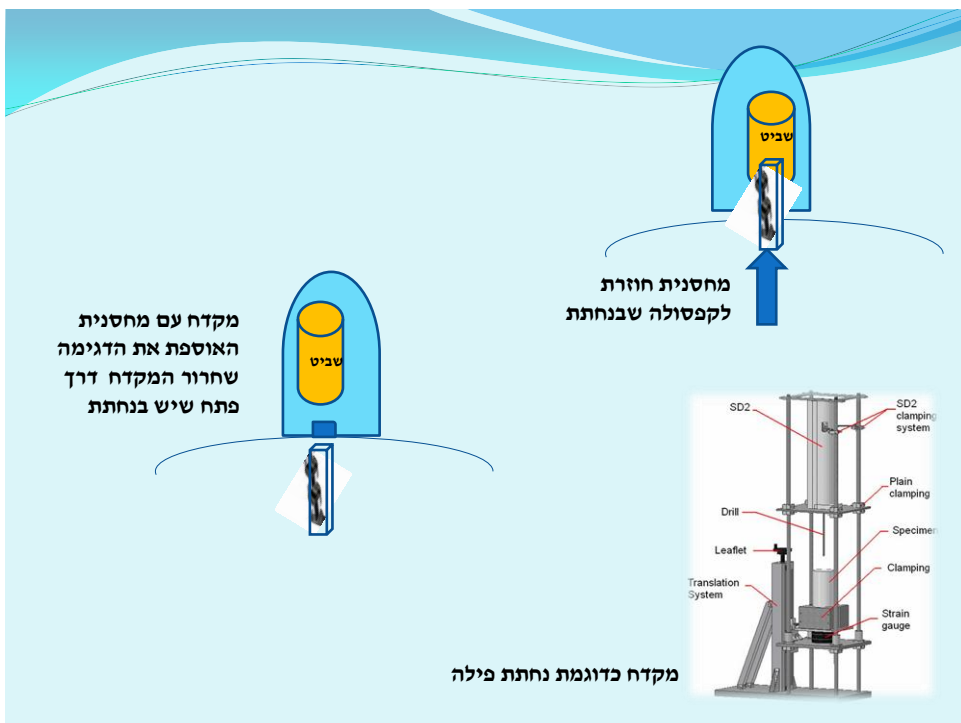
נחיתה מוצלחת על השביט



הנחתת נחתת עם קפסולה אחת לאדמת הגרעין באתר חלק ונוח לנחיתה בצד המרוחק מהשמש.

הצמדת נחתת לאדמה תעשה ע"י 2 מנועים שיספקו גז חנקן. בנוסף ברגלי הנחתת ימצאו מיכלים שירססו את רגלי הנחתת במים, שיהווה כ"דבק". המיכלים יהיו בעלי בידוד כך שיאפשרו ריסוס מהיר של מים.

המקדח יקדח לעומק של 30 ס"מ כדוגמת מקדח של רוזטה. החומר ייאסף לתוך קפסולה מיוחדת בכמות של 60 גרם.



מקדח כדוגמת נחתת פילה

נחתת ממריאה ומתחברת לחללית, וחללית מאתרת מכתש טבעי ומתמקמת במרחק ממנו.

נחתת ממריאה לחללית עם מנוע גז חנקן.
 הנחתת נתפסת על ידי זרוע רובוטית היוצאת מגוף החללית.
 הקפסולה של השביט מחליקה על גבי הצינור המרכזי ונכנסת דרך פתח מיוחד למקומה בקפסולה המרכזית.
 החללית משנה את מקומה בהתאם למקומו של המכתש.

שגור קליע למכתש

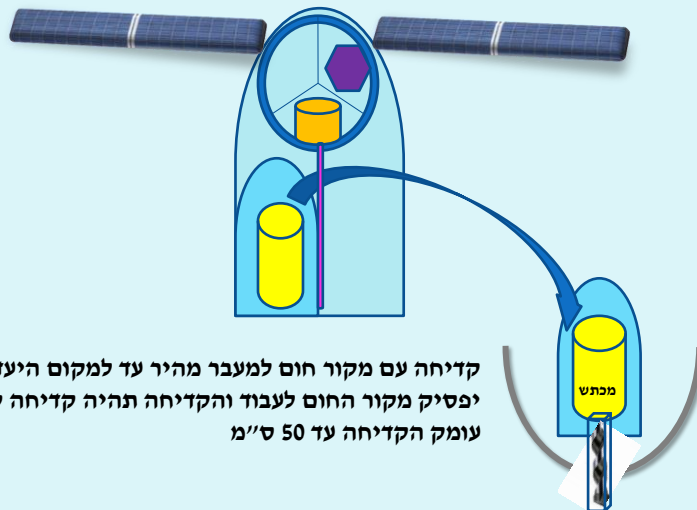
חללית משנה את מקומה למצב "בטוח" איסוף חומר על ידי מתקן + אירוג'ל. מתקן עם חלקיקי חומר נכנס לקפסולה מרכזית

גובה החללית מעל אדמות השביט כ 200-250 ק"מ

מכתש טבעי עם כיסי גז

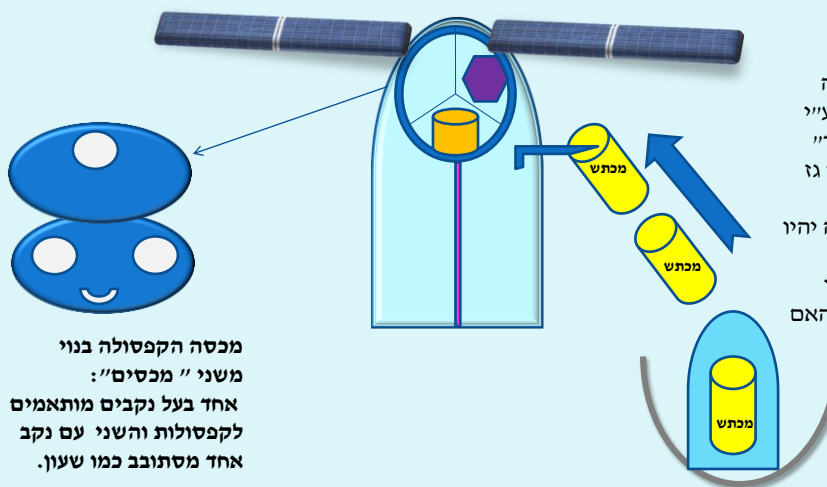
קפסולות אדמות שביט מכתש קליע מתקן עם אירוג'ל לתפיסת חלקיקי הפיצוץ קפסולה מרכזית

הנחת נחת למכתש לאחר הפיצוץ ואיסוף דגימה



קדיחה עם מקור חום למעבר מהיר עד למקום היעד. שם יפסיק מקור החום לעבוד והקדיחה תהיה קדיחה קרה. עומק הקדיחה עד 50 ס"מ

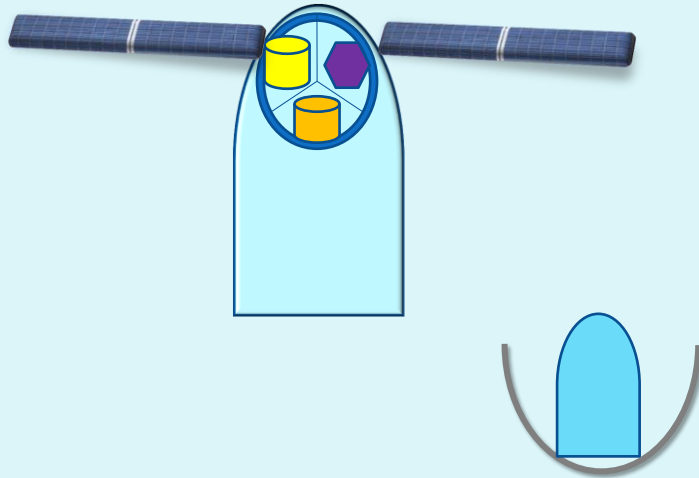
שיגור קפסולה עם חומר מכתש לחללית קפסולה ממריאה ונתפסת על ידי זרוע רובוטית



הקפסולה תמריא ע"י "מנוע קר" המשחרר גז בלחץ. לקפסולה יהיו סמנים שיאפשרו לחללית האם לזהותה

מכסה הקפסולה בנוי משני "מכסים": אחד בעל נקבים מותאמים לקפסולות והשני עם נקב אחד מסתובב כמו שעון.

**קפסולת מכתש מתחברת לקפסולה מרכזית
נחתת נשארת במכתש.**



קפסולה מרכזית + חללית משוגרות לכדור הארץ

קפסולה משתחררת מפתח
העליון של החללית



מכשירי החללית

מכדור הארץ תשלח חללית אם, שתישא עמה נחתת וכן **קפסולה** אחת גדולה להכלת כל הדגימות

החללית תצויד ב:

קליע

מתקן מיוחד לקליטת חלקיקי הפיצוץ עם חומר אירוגיל **זרוע רובוטית** ללכידת הנחתת

זרוע רובוטית קטנה ללכידת קפסולת המכתש.

רדאר, אנטנה

מצלמה לצילום חומרי השביט בעקבות הפיצוץ, **טלסקופ**. **מכשירים למדידות טופוגרפיות, מגנטומטר, גרביטומטר**

מערכות הכרחיות: מחשוב, בקרת טמפרטורה, מערכת

הנעה יונית, מערכת נווט והנחיה

מקור אנרגיה: תאים סולריים להפקת אנרגיה חשמלית מאנרגית השמש

RTG - כור גרעיני הדורש פלוטוניום, במידה ויוצר על ידי סוכנות החלל האמריקאית. במידה ולא יהיה בנמצא

ששתמש גם **בסוללות ליתיום**

מטרות החללית

א. להוביל נחתת לשביט

ב. לבצע מיפוי מקיף של השביט

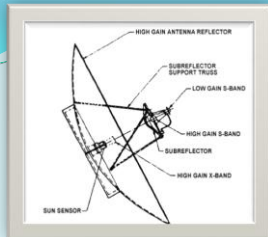
ג. לאתר אתרי נחיתה

ד. מהווה מרכז תקשורת בין הנחתת

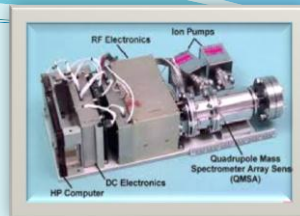
לבין החללית ובין החללית לכדור

הארץ.

ה. לאפשר החזרת הדגימות לכדור הארץ



אנטנה מופנית לכדור הארץ



ספקטרומטרים לזיהוי חומרי הפצוץ וחומרי הדגימה



מצלמה רב כונית

תקשורת עם **רשת חלל עמוק** - (Deep Space Network)

בכדור הארץ הכולל שלושה

אתרי שידור וקליטה

המצוידים באנטנות ענק (70

מטר) שמאפשרות תקשורת עם

חלליות במרחק רב מאד)

(תקשורת רב כונית)

נווט והנחיה:

• **מדיד שמודד את כוון השמש** לפי עוצמת אור.

• **עוקב כוכבים**: נווט על פי מפת הכוכבים בשמיים

• **שינוי כוון מסלול**- ע"י גלגלי תנופה.

גלגלים אלה הם בעלי מנוע חשמלי שפועלים כמו סביבונים)

(REACTION WHEEL).

בדרך כלל משתמשים ב 3 גלגלים +

1 לגיבוי. כל גלגל מיועד לכוון אחר

קליע

בקוטר של 120 מ"מ

זרוע רובוטית לתפיסת

קפסולת מכתש

וכן לתפיסת נחתת

מערכת סולרית

קליע

קליע בנוי מאלומיניום ונחושת
 קוטר הקליע: 120 מ"מ
 מסת הקליע: 120 ק"ג (ביחס הקטן פי 4
 בהשוואה לטמפל 1)
 מהירות : 5 ק"מ בשנייה
 הקליע מצויד בחישן מטרה, מצלמה ומנוע דחף
 קטן בעל מערכת הנעה רקטית כולל דלק הידרזין,
 טלסקופ, אנטנה



קליע של דיפאימפקט שורה לטמפל 1



מכתש שנוצר בשביט טמפל 1 ע"י קליע של
 דיפאימפקט (מסתו 370 ק"ג) בקוטר 100 מטר
 ובעומק של 25 מטר.

קפסולה מרכזית

בקפסולת האם ימצא מתקן שיוכל להכיל קפסולה של אדמת השביט, קפסולה ממכתש השביט וכן מתקן שאוסף חלקיקים כתוצאה משגור הקליע. המסה הכוללת - 150 גרם.
 מסה כוללת של הקפסולה יגיע ל 125 ק"ג.

הקפסולה תכיל חומר לשמירת הטמפרטורה בעת כניסת הקפסולה דרך אטמוספרת כדור הארץ : חנקן נוזלי (- 200 מעלות) בנוסף בחללית האם יש מקור אנרגיה לשמירת טמפרטורה נמוכה.

קפסולת האם תכוסה **במגן חום** שעשוי מחומרים קרמיים שעמידים בטמפרטורה של עד 3000 מעלות

הקפסולה תשתחרר מהחללית עם כניסתה לאטמוספרת כדור הארץ ותכוון נחיתה כאשר מגן החום מופנה כלפי כדור הארץ. הקפסולה תנחת נחיתה רכה בעזרת מצנח גדול על היבשה.

קפסולת האם תצויד באנטנה, רדאר ובמצנח.




זרוע רובוטית של החללית לתפיסת נחתת וקפסולות

חללית האם תשלוף זרוע רובוטית ארוכה לקליטת הקפסולה שתמריא מהמכתש וכן לתפיסת הנחתת. טכנולוגיה זאת ידועה מהפעלתה בתחנת החלל הבינלאומית



מיבנה החללית

החללית בנויה מחומרים קלים וחזקים במיוחד: אלומיניום תעופתי + סיבי פחמן וגרפיט אלומיניום תעופתי הינו סגסוגת המכילה גם מגנזיום וסיליקון ההופכים אותה לסגסוגת בעלת חוזק מכאני רב. החללית תחזוק על ידי **מגן מיוחד** מפני פגיעת חלקיקים העלולים לפגוע בה לאחר הפצוץ. המגן יעשה מחומרי מתכת + צפוי של פולימר פלסטיק (kapton) העמיד בטווח טמפרטורה של - 270 מעלות צלסיוס - 400+ מעלות צלסיוס.

מערכת הנעה יונית: מנוע יוני יואץ על ידי גז קסנון, למרות ההאצה האיטית, המהירות מצטברת ויכולה להגיע לממדים רצויים, וזאת בפחות משקל הדלק הדרוש לאותה האצה עם מנועים כימיים. כמו כן מאפשר תיקוני מסלול מדוייקים הרבה יותר כמו למשל לרדת לגובה של 200 קילומטר בלבד מעל פני השטח

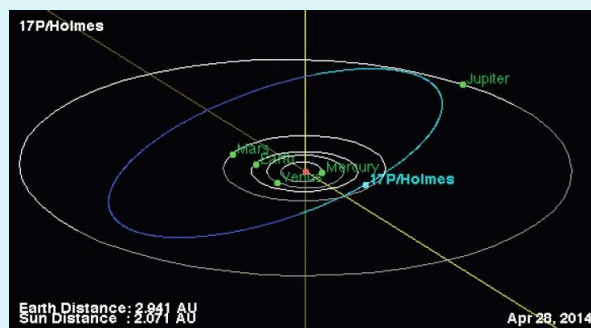
לאור בדיקות שערכנו בחלליות אחרות שהונעו על ידי מנוע יוני וביחס למסתה של החללית שלנו (2000 ק"ג), מסת הגז קסנון תהיה בערך 280 ק"ג)

החללית תמריא עם טיל רב שלבי מסוג אטלס 5

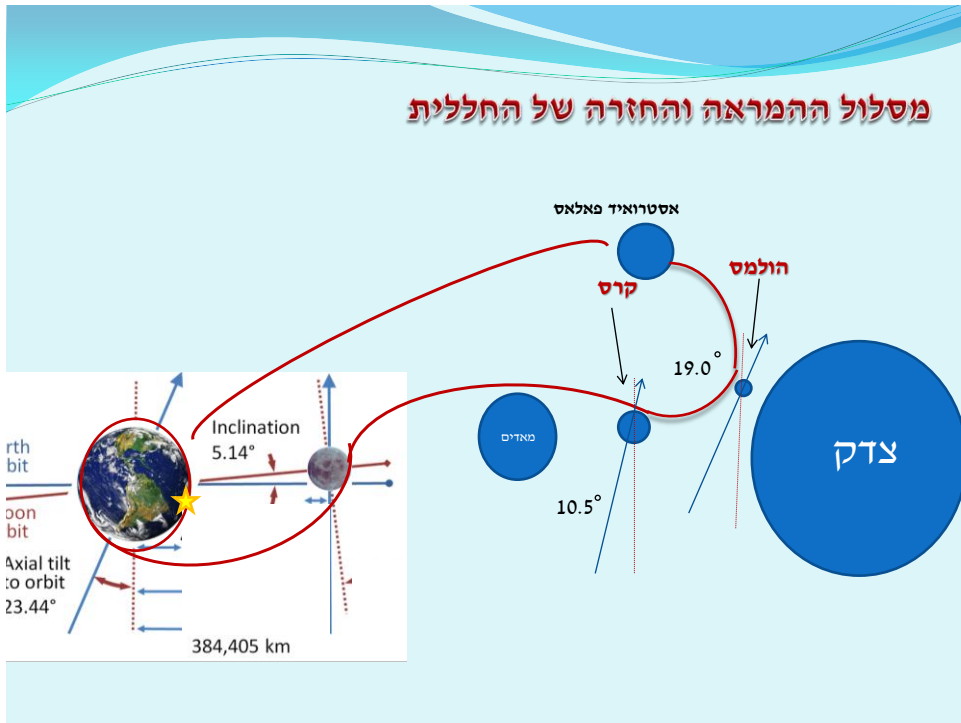
מהירות הבריחה מכדור הארץ: 11,200 מטר לשנייה

| מכשיר | תפקיד | מסה בק"ג |
|-------------------------------------|---|-----------------|
| מצלמת חלל | | 5 ק"ג |
| ספקטרומטר | | |
| אנטנה בחללית | תקשורת עם כדור הארץ ועם הנחתת | |
| קליע " חכם " | פיצוץ המכתש כדי להגיע לעומק רב יותר | 120 ק"ג |
| מערכת הנעה יונית | מנוע יוני בסיוע גז קסנון | 280 ק"ג |
| קפסולה מרכזית | איחסון דגימות | 125 ק"ג |
| גרביטומטר | מכשיר לבדיקת שדה כבידה | |
| תאים סולריים בשטח של 64 מ"ר | לספק אנרגיה חשמלית של החללית בהספק של 850 וואט במרחק של 3 י"א ו 395 וואט במרחק של 5 י"א | 466 ק"ג |
| סוללה ליתיום | | |
| זרועות רובוטיות | | |
| מערכות פנימיות: מחשוב, בקרה, ניווט. | | |
| קפסולה לאיסוף אדמת מכתש | | 25 ק"ג |
| מסה כוללת שלד | | 1500 ק"ג |

מסלולו של שביט הולמס



ידוע שבפריהליון ב 2007 וב 2014 המרחק הקצר בין השמש להולמס יהיה **2 י"א**.
 אם כך המרחק לכדור הארץ יהיה רק **1 י"א** אם השביט נמצא מול כדור הארץ
 או **3 י"א** אם כדור הארץ נמצא בצד הנגדי.
 (זה תלוי באיזה צד של השמש כדור הארץ יהיה באותו הזמן)

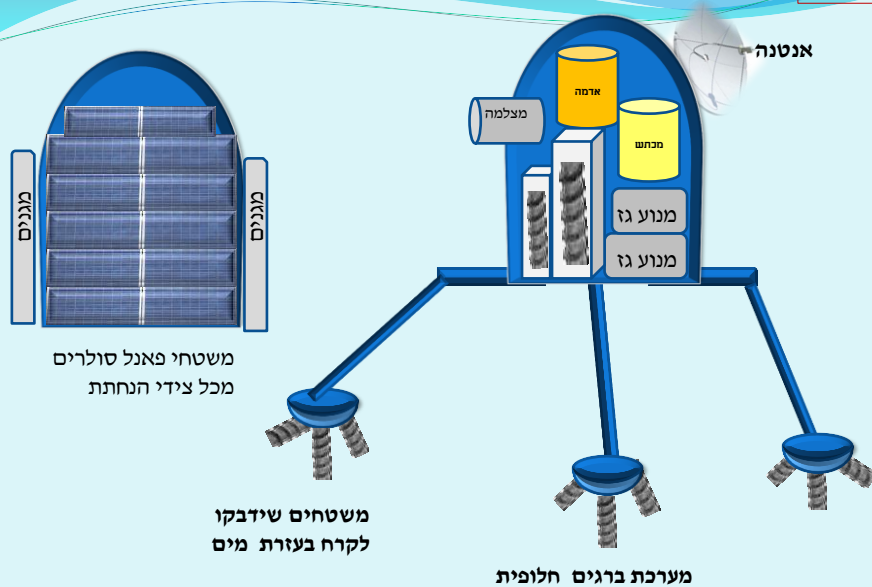


- ### הנחתת
- " 3 רגליים" שירחיבו את בסיס הנחתת לצורך נעיצה בקרח ולהגדלת היציבות.
 - כמות מים אשר תשמש ל" הדבקת " הנחתת לאדמה . המים יהיו במיכלים קטנים בתחתית הרגל.
 - פקק שיוסר יגרום לשפיכת המים ולהקפאתם בשביט. המיכלים יהיו מוגנים מבידוד
 - 2 מנועי גז חנקן אשר יצמידו את הנחתת לאדמת השביט ויאפשרו הנעה ממקום למקום
 - תאים סולרים לאספקת אנרגיה חשמלית+סוללות
 - מצלמה
 - אנטנה לתקשורת
 - קפסולה לאיסוף הדגימה- "קפסולה אדמה"
 - חישנים לבדיקת נתונים על השביט: טמפרטורה/קרקע/כבידה ועוד
 - מקדח אשר יוכל לקדוח עד 30 ס"מ מפני השטח מדגם SD2 מקדח ששימוש בחללית רוזטה. את
 - המקדח יש לעגון באדמה על ידי עוגן/ צילצל. מסתו כ 5 ק"ג
 - מקדח בעל מקור חום שיוכל להעמיק במכתש עד לעומק של 50 ס"מ. בהגיעו למטרה יפסיק את
 - מקור החום ויחפור כמקדח קר.
 - מגן חיצוני של הנחתת שיגן עליה מפני פגיעת חלקיקים
- *מסת הנחתת: 150 ק"ג

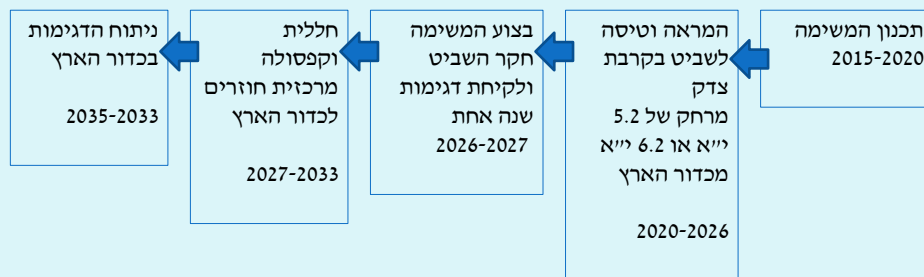
מכשירי הנחתת

| מסה | תפקיד | מכשיר |
|---------|--------------------|---|
| | | אנטנה |
| | | רדאר |
| 5 ק"ג | | מצלמה |
| | | 2 מנועי גז חנקן להצמדת הנחתת לקרקע ולהמראתה |
| 5.1 ק"ג | קדיחה של עד 30 ס"מ | מקדח SD ₂ |
| 6-7 ק"ג | קדיחה של עד 50 ס"מ | מקדח עומק למכתש |
| | | תאים סולריים |
| | | סוללה ליתיום |
| | | קפסולה לאיסוף אדמת שביט |
| | | מיכלי תרסיס של מים " דבק" |
| | | מערכת ברגים חלופית |
| 150 ק"ג | | מסה כוללת |

הנחתת



לוח הזמנים של המשימה



הצוות הדרוש למשימה

| | | |
|---|--|--|
| <p>קביעת לוח זמנים של המשימה - אנשי מדע והנדסה</p> <p>כלכלנים</p> <p>בדיקת עלויות של המשימה</p> <p>ייצור החללית והנחתות - אנשי תעשייה</p> | <p>אנשי תקשורת לתכנון מערכות התקשורת</p> <p>אנשי הנדסת כימיה</p> <p>לבחירת סוגי החומרים המתאימים ביותר למיבנה החללית, מיבנה הנחתות, קפסולות קטנות וקפסולה מרכזית</p> <p>המראה ושיגור מהנדסי חלל</p> | <p>צוות מדעי</p> <p>חקר השביט הולמס קביעת מטרות המשימה</p> <p>צוות הנדסי</p> <p>תכנון החללית והנחתות</p> <p>צוות לתכנון</p> <p>מסלול הטיסה (אסטרונומיה)</p> <p>צוות לתכנון מכשירים בחללית ובנחתות</p> <p>(ידע של הנדסת חשמל ואלקטרוניקה)</p> |
|---|--|--|

ביבליוגרפיה

http://solarsystem.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Com_2PEnce

שביט
אנקה

http://en.wikipedia.org/wiki/Comet_Holmes#mediaviewer/File:Wid2_3.jpg

שביט
הולמס

<http://www.fallofathousandsuns.com/comet-wirtanen.html#comet-wirtanen-orbital-period>

שביט
ווירטנן

<http://neo.jpl.nasa.gov/images/wirtanen.html>

http://en.wikipedia.org/wiki/Comet_Hopper

<http://www.hayadan.org.il/japanese-fly-to-a-second-astroid-2908149>

2908149 היאבוסה 2

<http://futureplanets.blogspot.co.il/2012/05/chopper-comet-hopper-discovery-proposal.html> -

משימת הופר

מסה קריטית - יואב לנדסמן

משימת הופר

<http://futureplanets.blogspot.co.il/2012/05/chopper-comet-hopper-discovery-proposal.html>

[http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/r](http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/releases/2011/11-033.html)

leases/2011/11-033.html

<http://neo.jpl.nasa.gov/images/wirtanen.html>

46P/Wirtanen is a small short-period comet with a current orbital period of 5.4 years

http://en.wikipedia.org/wiki/Comet_Hopper

http://en.wikipedia.org/wiki/Comet_Wirtanen

<http://www.fallofathousandsuns.com/comet-wirtanen.html#comet-wirtanen-orbital-period>

http://www.hwdsb.on.ca/hillpark/Departments/Science/Watts/SNC1D/Assigned_Work/Space/The_Solar_System_-_The_Sun_and_the_Planets.pdf

שביט הולמס

http://en.wikipedia.org/wiki/Comet_Holmes

<http://www.asteroidmission.org/>

<http://www.windows2universe.org/comets/comets.html>

משימת אוסיריס רקס

<http://www.windows2universe.org/comets/>

comet_model_interactive.html

<http://www.geek.com/science/nasas-ice-drilling-europa-robot-gets-tested-in-alaska-1600265/>

<https://www.sciencenews.org/article/ice-distant-moon>

http://www.windows2universe.org/comets/wild_2/wild_2_nucleus.html