

מערכת השמש :**טלסקופים :**

הטלסקופ החדש ביותר כיום נמצא בצ'ילה, שמו *VLT* (*very large telescope*). כמו כן יש באיים הקנריים, צרפת, אריזונה, הוואי – הטלסקופ הגבוה ביותר. עדשות בקטרים של 5-8 מ'. הטלסקופ המפורסם ביותר הוא *PR* (פורטו ריקו), מחפש אותו מהחלל. מצלמות *CCD* : קבלת תמונות באיכות גבוהה.

בנוסף ישנם טלסקופים בחלל, האבל הוא המפורסם ביותר, *Spitzer IR*, *Chandra*, ו-*CYGNUS* המחפש אותו בחלל. יכולת התצפית של טלסקופים אלו גדולה יותר מאשר מכד"א. תחנת החלל הבינ"ל גם כן תורמת לתחום, ומשמשת לפיתוח טכנולוגי במטרה ליישום בכד"א. מעבורות חלל : בעיקר משמשת היום למשימות לתחנת החלל, להבאת ציוד וחלקים. אורכה 26 מ' ומשמשת בין היתר לתצפית על כדה "א. תחנת החלל *Soyuz* – תחנת חלל רוסית. מדינות נוספות נכנסות למירוץ לחלל, כגון סין והודו. ישראל נמצאת במקום 8-9 מבחינת טכנולוגיית חלל.

מה חוקרים :

- מטאוריטים המגיעים לכד"א.
- השוואת נופי פלנטות לנופי כדה"א. מנסים להבין תהליכים בכד"א על סמך השוואה.
- איסוף דגימות מהתווך הבינפלנטרי ומכוכבי שביט, ומבצעים עליהם מחקר.
- מעבדות לחקר תהליכים.

רוב המחקר כיום תיאורטי מתמטי בו מציבים את כל הנתונים המתקבלים מהדגימות והמחקר במעבדות.

גלקסיית שביל החלב :

שייכת לגלקסיית שביל החלב. הגלקסיה היא קישורית – יש לה מעין "מוט" במרכזה (תמונה במצגת). גלקסיה – קבוצה מסודרת של מיליארדי כוכבים. גלקסית שביל החלב מכילה 200 מיליארד כוכבים.

מבנה הגלקסיה : דיסקה ; אנו נמצאים כ-28 אלף שנות אור ממרכז הגלקסיה – *buldge*.

מערכת השמש החדשה :

בעקבות התצפיות החדות עברה אנליזה : מורכבת מהשמש, פלנטות ופלנטות ננסיות. מרחק כדה"א מהשמש מוגדר כיחידה אסטרונומית אחת שהיא 150 מיליון ק"מ (8.3 דקות אור).

חמה ; נגה ; ארץ ; מאדים ; קרס – פלנטה ננסית ; צדק ; שבתאי ; אורנוס ; נפטון – פלנטות גז ענקיות ; פלוטו – פלנטה ננסית ; אריס – גם ננסית. פלנטה – גדולה מ-1500 ק"מ קוטר, ננסית – פחות.

5 פלנטות ננסיות :

- קרס (צ'רס) במערכת השמש הפנימית – אסטרואיד ליד מאדים.
- פלוטו, בעל 3 ירחים.
- ארס – בעל ירח.
- שני גופים חדשים שנכנסו לקיטלוג לאחרונה: מקמקה וחומיה (צורה של ביצה עם שני ירחים).

השמות מבוססים על שמות ממיתולוגיות שונות

את הפלנטות במערכת השמש ניתן לראות די בבירור כיוון שהן קרובות לכדה "א (יחסית). האסטרונומיה העתיקה סיווגה את הכוכבים לפי צורות , והאסטרונומיה המודרנית ממשיכה דרך זו, שכן דרך זו נוחה לזיהוי קבוצות כוכבים. ניתן לראות את כוכבי הלכת על קו אחד, זהו מישור המלקה.

השמש מכילה 98% ממסת מערכת השמש. בהשוואת כדה"א ליתר הגופים במערכת השמש יש חלוקה לפלנטות ארציות לעומת גזיות : צדק ושבתאי – פלנטות גזיות ענקיות; אורנוס ונפטון – פלנטות קרח ענקיות.

רוב הגופים במערכת השמש מאוד קטנים, וכיום גבול הראיה של גוף הוא 4 ק"מ (כגון ירחים של צדק). מערכת השמש הפכה למערכת מאוד מורכבת לעומת כפי שהוגדרה בעבר. השקופית עם הכותרת *summary* – לא רלוונטית.

כדה"א – רדיוסו 6400 ק"מ בערך, כאשר אנו חיים רק על קרום כדה"א.

מדידת גיל מערכת השמש :

נקבע ע"פ גיל סלעים, בודקים את תכולת Ar^{40} (גז). כמות הגז מעידה על כמה פוטסיום 40 (חומר רדיואקטיבי) היה בסלע, וכך נקבע הגיל. סלעים בכדה"א – 4 מיליארד שנה, על הירח ממוצע – 4.4 מיליארד שנה, מדידת סלעים ממטאוריטים – 4.6. התאוריה היא שהשמש נוצרה בהתחלה ומהשאריית שלה – ערפילית – נוצרו שאר הפלנטות.

כוכב ופלנטה – הגדרות והשוואה במצגת.

בפלנטה אין תהליכים של היתוך גרעיני אך יש תהליכי פירוק גרעיני כגון פוטסיום המתפרק לאטומים פשוטים קטנים יותר.

הרכב השמש:

בעיקר מימן, הליום ועד כה הצליחו לזהות כ-60 יסודות מוכרים בשמש.

מרחקים מהשמש:

הפלנטות הארציות מאוד קרובות לשמש, הענקיות רחוקות יותר. אוראנוס ונפטון – כמעט זהים בהרכבם וגודלם, אך במרחק מאוד גדול אחד מהשני. טמפי' השמש על פני השטח הוא כ-2 מליון מעלות.

מבנה פנימי של הפלנטות:

הפלנטות הארציות מכילות ליבה מותכת, יתכן שגם הירח נכלל בהגדרה זו, מעטפת וקרום. בכוכב חמה חושבים שיש ליבה מאוד גדולה, אך לא בטוחים בכך. הפלנטות הענקיות בעלי ליבה סלעית ענקית (בגודל כמה כדורי ארץ), מעל זה מעטפת מימן מתכתי בעל תכו נות מתכת, שדה מגנטי גדול. על פני זה מעטפת גזית ונוזלית. אוראנוס ונפטון – מעטפת קרח עבה וגז מתאן הנותן את הצבע הכחול. צדק ושבתאי – הרכב דומה לשמש, בעיקר מימן והליום.

צירי סיבוב:

אינו אחיד בין הפלנטות. לכדה"א, שבתאי ומאדים יש זווית נטיה. טוענים כי גוף זר שהגיע אחרי היווצרות הכוכבים גרם לנטיות השונות של הפלנטות

מבנה מערכת השמש:

מתואר במצגת. חגורת קויפר – פלנטות ננסיות, כוללת שביטים. עננת אורט – עננה כדורית המקיפה את כל מערכת השמש. משנת 95 החלו לחפש פנטות מחוץ למערכת השמש, נכון להיום מוכרים 348 פלנטות מחוץ למערכת השמש. מחפשים פנטה תואמת לכדה"א, כאשר הקריטריונים הם חיפוש פלנטה ביחס לשמש שם מים יכולים להתקיים במצב נוזלי – כתנאי הכרחי לחיים. רצועת החיים – רצועה המתאימה למים במצב נוזלי. ככל שהכוכב גדול יותר – רצועת החיים רחוקה יותר מהשמש. ככל שהוא קטן – כך רצועת החיים ביחס אליו קרובה יותר. רצועה זו מכילה גם את נגה ומאדים במערכת השמש, אך זה לא מדויק.

ירחים:

גופים הנעים סביב פלנטות. לכדה"א – 1; למאדים – 2 (גופים קטנים שנלכדו במסלול); חגורת אסטרואידים. לצדק יש כ-100 ירחים, כאשר החשובים ביותר הם אלו שגלילאו גילה, גדולים מהירח של כדה"א. אירופה – ירח צדק שחושבים שיש בו אוקיינוס תת קרקעי. ההבדל בים ירח לפלנטה – סביב מה חג.

אסטרואידים: יש חגורת אסטרואידים ליד צדק. רוב האסטרואידים (95%) נמצאים בין מאדים לצדק.

גופים נוספים במערכת השמש:

אסטרואידים, לפעמים עם ירח; שביטים המתקרבים לפעמים לכדה"א, עשויים קרח מתנדף היוצר זנב; גופים הפוגעים בכדה"א מהחלל – מטאוריטים. אסטרואידים – נמצאים בעיקר בחגורת האסטרואידים, עשויים סלע. עלולים להתנגש אחד בשני ולפגוע בכדה"א. גופים מעניינים ומסוכנים ובמרכז המחקר החללי.

שביטים – גופים מקרח אבק וגז המגיעים מקצה מערכת השמש. עלולים לפגוע בכדה"א. שביטים המתקרבים למרכז מערכת השמש מפתחים את השובל מאבק וגזים.

שמש:

- טמפי' פני השטח: 6000 מעלות. בכתמי שמש – 4500 מעלות. במרכז: 15 הליון מעלות כתוצאה מריאקציות של היתוך גרעיני

- צפיפות ממוצעת: 1.4.

פני השטח של השמש – הפוטוספירה ב-6000 מעלות, איזור ביניים – כרומוספירה – מגיעה עד 25 אלף מעלות. הליבה כאמור – 15 מליון מעלות.

הטבלה הענקית – לא צריך לדעת מספרים, אך לדעת יחסיות בין הנתונים (!!!)

הרכב פלנטות ארציות – חשוב: הסיבה שמאדים ונגה למרות היותם ברצועת החיים שונים מכדה"א הוא הרכב האטמוספירה. נגה – פחמן דו חמצני רב באטמ', אפקט חממה מוגבר – אין מים נוזליים, 90 ק"ג לס"מ לחץ אטמ', לעומת 1 בכדה"א. בנוסף יש בנוגה עננים של חומצה גופריתית מרוכזת. חלליות שביקרו שם נמסו עקב ענני החומצה היוצרים גשם חומצי. במאדים: הלחץ האטמ' מאית מכדה"א. האטמ' מכילה 95% פחמן דו חמצני, אך לא מספיק לאפקט חממה בפלנטה זו. מרובה קרח, מים, שלג ורוחות. שכבות פחמן דו חמצני וקרח מים. בגלל ריחוק מהשמש רוב האטמ' קפואה.

נוף:

חמה – אין אטמ', נראה כמו מהירח. נוגה – עננים צפופים. מאדים – שמים צהובים.

כוכב חמה:

ביקרו בו 2 חלליות. דומה במבנה שלו לירח. הוא מסתובב מהר מאוד סביב השמש ולאט מאוד סביב הציר, דבר הגורם להפרשים גדולים מאוד בין צד היום לצד הלילה. הערה: לא צריך לזכור נתונים בעי"פ, אך כן צריך לדעת יחסיות של הפלנטות מבחינת נתונים. בצד הלילה – 180 מעלות, בצד השמש – 450 מעלות. בתמונות מ-2008 מקסינג'ר רואים עדויות לפגיעות גופים בפלנטה שהביאו חומר חדש אליה.

מכתשים:

נראים לכל אורך מערכת השמש. ככל שהם יותר ברורים וצעירים הם יותר קטנים. ניתן לראות למשל מכתש גדול שבתוכו קטנים – צעירים יותר מהגדול. עומק המכתשים ניתן להערכה לפי הצל מהשוליים זו הוכחה לכיצד נוצרה מערכת השמש (ידובר שיעור הבא).

כאשר גוף פוגע, אם הפגיעה חזקה, ניתן לראות גלים, כתוצאה מסלע מותך. תופעה נוספת: שברי וחתיכות גופים שנשברו בפגיעה גילוי קרח מים בקוטב הצפוני של כוכב חמה – גופי קרח שביטים שנפלו על פני השטח של כוכב חמה בקטבים או שפרצו מבפנים וקפאו בקטבים.

נגה:

עטופה עננים, הגוף הזוהר ביותר בשמי הלילה. הטמפר' בנוגה קבועה בגלל המעטה הצפוף של העננים – 480 מעלות ללא הבדל יום ולילה. העננים נמצאים בגובה 50 ק"מ. נגה נחשבת התאום של כדה "א. בשנות ה-60 חשבו שיש חיים ויערות טרופיים, אך זאת טרם המידע על החומציות בפלנטה זו. נגה מסתובבת סביב הציר הפוך מכדה"א – הזריחה במערב. משך היממה ארוכה מהשנה (!) – שנה היא 225 יום, משך יממה 243 יום.

הרכב אטמוספירי: צריך לזכור בע"פ: הרכב עיקרי 2CO ויש עננים של חומצה גופריתית מרוכזת

תכונות בהשוואה לכדה"א: כמעט זהה אבל לא, בגלל שאין שם מים.

החלליות הרוסיות שחנתו בנוגה בשנות ה-70 שיגרו תמונות בודדות. בתמונות מ-82 רואים פס צבעוני ושנתות לשם השוואת צבע וגודל. חללית אחרת בדקה את נוגה ברדר (לא צריך לזכור בע"פ את כל החלליות), שמה מגלן, ומיפתה את נגה.

הנוף בנוגה: מתקבל מעיבוד תמונה של מדידת גובה והערכות זרימת לבה מהרי געש. במשך הקפת חללית את נגה לא נראתה פעילות טקטונית או התפרצות הרי געש, אך רואים מכתשים כעדות לפגיעות. כיום ליד נגה יש חללית המודדת את הרכב האטמו – ונוס אקספרס (צרפתית).

כדה"א:

הגוף הצפוף ביותר במערכת השמש. המבנה הפנימי של כדה"א: דובר עם שמוליק.

זהר הקוטב הצפוני:

דובר.

הירח:

הגוף השמימי הקרוב ביותר לכדה"א, והיחיד שאילו הגיע האדם. בצד הקרוב אלינו היו כל הנחיתות של אפולו. הירח מלא אזורים כהים, קרוי ימות. כמו בכוכב חמה גם על הירח יש עדויות של פגיעות – מכתשים.

הרכב פני השטח: הרכב הירח דומה להרכב קרום כדה"א. הגיעו להבנה לתהליך שיצר את מערכת השמש: גוף בגודל מאדים פגע ב קרום כדה"א לפני שהתגבש, בשלב ההתכה, פגע כנראה באזור האוקיינוס ההודי, ומההתנגשות נוצר כדה"א והירח.

הירח נראה במופעים – הוא מקבל כל פעם אור מזוית אחרת. הירח מסתובב כך שרואים כ-60% מהירח. תנועה זו של הירח סביב כדה"א התייצבה, ותמיד רואים את הירח מול כדה"א. מצב שיווי משקל עם כוכב הלכת הוא תכונה ידועה של ירחים עם כוכבי לכת הירח מתרחק מאיתנו 3.8 ס"מ בשנה. המשמעות: עם הזמן לא ניתן יהיה לראות ליקוי ירח מלא.

מטאוריטים ומטאורים:

במהלך ההיסטוריה של האנושות פגעו גופים שונים בכדה"א. האבן במכה – מטאוריט. מה שנופל בכדה"א – מטאוריט. מה שנשרף באטמוספירה – מטאור. בוליד – מטאור גדול שמתפוצץ וזוהר מאוד. מה שחולף על פני כדה"א ולא פוגע – מטאוריד.

ישנם מטאוריטים שונים, חלקם מתכתיים וחלקם סלעיים. חושבים שהשביטים והמטאוריטים הביאו את החומר הבסיסי, ויחד עם התנאים בכדה"א הביאו את החיים בכדה"א.

שביטים:

גופי קרח אבק וגז שכאשר מתקרבים לשמש מתחילים להתמחם ולפלוט חלק מהחומר בגרעין. הגרעין קטן – 100 ק"מ, אך הזנב יכול להגיע ל-100 מליון ק"מ. שביט Halley – שביט מפורסם שהיווה בסיס מחקר חשוב לשביטים. לא צריך לזכור שמות שביטים.

מטר מטאורים: מדי פעם כדה"א עובר דרך זנבות שביטים ורואים מטרי מטאורים, "כוכבים נופלים". כל חודש יש מטר מטאורים. ממטרים אלו הצליחו לאסוף חלקיקים גרגריים מזנבות המטאורים ולהבין ממה מורכבים השביטים.

גופים יותר גדולים שפגעו בכדה"א גרמו למכתשים, כגון מכתש אריזונה – בקוטר של 1.2 ק"מ. בגלל המבנה הגיאולוגי המיוחד של כדה"א, כמעט לא רואים פגיעות של מכתשים, אך יש עדיין כ-200 פגיעות של גופים מהחלל.

אירוע טונגוסקה (צפון סיביר) – גוף שהתפוצץ באוויר וחרך את העצים במקום, 1908.

מדוע הפגיעות נחקרות:

ישנה תיאוריה שלפני 65 מליון שנה פגע מטאוריט באזור מקסיקו שגרם להכחדת הדינוזאורים

ניסו לקטלג את דרגת האסונות שיכולות להגרם ע"י פגיעת אסטרואידים. כיום מנסים לגלות גופים שעלולים להקרב יותר מדי לכדה"א עם פוטנציאל לפגיעה, ודרגת הגילוי במגמת עליה. כיום יש גופים רבים סביבת כדה"א שעלולים לפגוע בו. בינתיים אין סיכון ממשי ידוע, אך יש גופים שרואים ברגע

האחרון.

אריאל סטולמן

מאדים: לא עברנו ונקווה שלא נעבור על זה