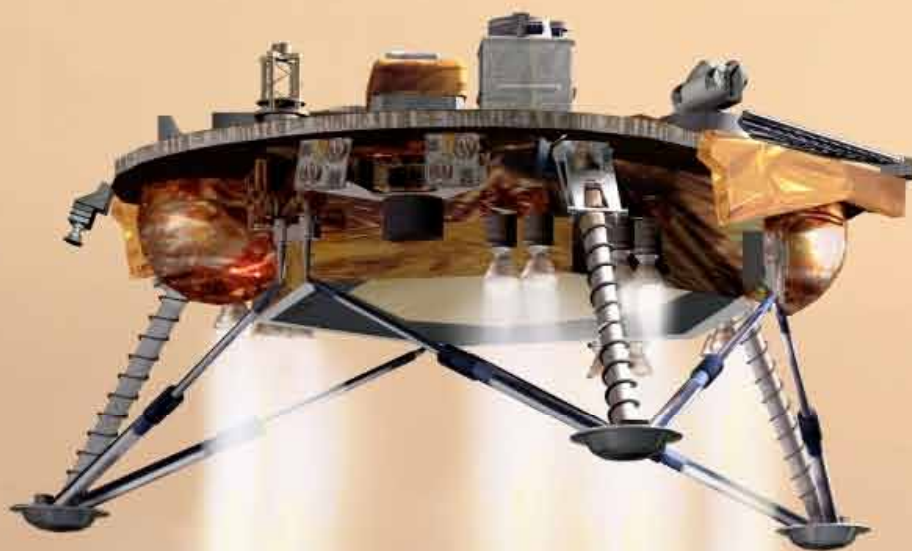


אסטרונומיה

ביטאון האגודה הישראלית לאסטרונומיה



בחזרה
למאדים

נחיתת הפניקס

כוכבי שביט

קבוצות הקיץ

חטיבת המטאורים

גלריה מורחבת

מחיר:
40 ש"ח

קיץ 2008

גיליון 3

כרך 34

בעת עריכת עיתון זה, מציין לוח השנה שני אירועים חשובים מאוד בתחום האסטרונומיה. האחד משמח, והוא נחיתת חללית הפניקס על המאדים (ראו תמונת השער ומאמר בעמ' 7). השני פחות סימפטי, והוא ציון חלוף 100 שנים מאז התרסק גוף שמיימי מסיבי מעל חבל טונגוסקה שבמחוז סיביר ברוסיה. למרות שלאירוע זה היו מעט עדים בזמן אמת, השפעות הפיצוץ ניכרות היטב גם במרחק אלפי קילומטרים ממוקדו משוער. למרות שעדיין לא ברור האם מדובר במטאוריט סלעי או כוכב שביט עשוי קרח, ידוע כי מדובר בגוף בקוטר בין 30-50 ק"מ שהגיע מהחלל. אירוע כזה, משוער שמתרחש אחת למאה שנים. זה הזמן לשאול את עצמנו עד כמה אנו באמת מכירים את סביבתו של כדור הארץ? כיום אנו מכירים במספר תופעות העלולות לפגוע בנו פגיעה אנושה (כגון זו שחוזה חבל טונגוסקה). אולם ידע זה שטחי יחסית ואינו מאפשר תכנון מגננה מפני הסכנה או מניעת הקטסטרופה מלכתחילה. בכך שאתם עוסקים באסטרונומיה, קוראים, שואלים, משתתפים בפעילויות ומספרים על חוויותיכם לאחרים, אתם מסייעים לנו להחדיר את האסטרונומיה לדעת הקהל בישראל, מה שיוכל להביא להפניית יוצר משאבים למחקרים בתחום.

בכתבה העיקרית בגיליון זה, סוקר ד"ר יגאל פת-אל מחקר של סימולציית פליטת גזים מכוכב שביט – דבר המשפיע על מידת סכנותו במקרה של פגיעה בכדור הארץ (טל איזיק יחזור אלינו עם בסדרתו המאלפת בנושא התפתחות הטלסקופ בגיליון הבא). אריה מורג מסכם עבורכם את משימת הפניקס שנחתה על מאדים לפני מס' שבועות, ומסמלת ניסיון נוסף של מין האנושי להעמיק את חקר מערכת השמש בה הוא מתגורר. ד"ר דיאנה לאופר מספרת על האולימפיאדה הצעירה ע"ש אילן רמון וצוות קולומביה שנספו לפני כחמש שנים בעת חזרת לכדור הארץ ממשימתם בחלל. מרים אוריאל סוקרת ארבע קבוצות שמים שניתן לראות בלילות הקיץ החמים, ומספרת את סיפורי הקבוצות ועל עצמי החלל העמוק שבהן. ד"ר רוני מועלם מחליף את מיכל גנות והכין עבורכם את לוח הפעילויות של האגודה. חבר האגודה הנמרץ שי חלצי מעדכן אתכם בפעילות חטיבת המטאורים שהייתה ושתהיה, ובאילו מטרי מטאורים כדאי לצפות ברבעון הקרב. מיכל לוינשטיין מביאה רשמיה מספרו של אייזיק אסימוב, "שקיעה", בו מתואר עולם עם ליקוי חמה שמתרחש כל אלפיים שנה לערך. חדשות האסטרונומיה ויומן השמים מוגשים לכם כרגיל, אך הגלריה הורחבה כדי לתת לכם מקום לפרסם את תמונותיכם האסטרונומיות.

אנו, המערכת והכותבים, תקווה שתיהנו מפרי עמלנו הצנוע. נבקש להזכיר כי מלאכת הכתיבה, העריכה וכל הכרוך בהבאת העיתון אליכם נעשה, כרגיל, בהתנדבות וללא כל תרומה. באם תרצו להציע שינוי או ביקורת בונה – נשמח לשמוע (פרטי ההתקשרות בעמ' 36).

המפכת שמים

9910 אהבה

9910

אסטרונומיה

ביטאון האגודה הישראלית לאסטרונומיה
כרך 34 גיליון מספר 3 קיץ 2008

מצפה הכוכבים בגבעתיים, גן העלייה השניה גבעתיים

ת.ד. 149 גבעתיים 53101

מערכת "אסטרונומיה"

ביטאון האגודה הישראלית לאסטרונומיה,"

טלפון: 03-7314345

פקס: 03-5422863

<http://www.astronomy.org.il>

עמותה מס' 58-004-867-6

ISRAELI ASTRONOMICAL ASSOCIATION

THE GIVATAYIM OBSERVATORY

SECOND ALIYA PARK

P.O.BOX 149, GIVATAYIM, 53101

TELEPHONE NO 03-7314345, Fax No 03-5422863

המערכת

עורך.....עודד אברהם

עריכה מדעית.....ד"ר דיאנה לאופר, ד"ר יגאל פת-אל

עריכה לשונית.....עודד אברהם

הגהה.....עודד אברהם

עימוד ועיצוב.....עודד אברהם

שער קדמי: נחיתת החללית פניקס על פני מאדים,

25/5/2008 (איור אמון, מקור: אתר ה"פניקס").

שער אחורי: ערפילית הלגונה כפי שצולמה ע"י יוסי

חורי, ותמונות חובבים נוספות.

תוכן העניינים		
2	דבר העורך	עודד אברהם
3	מה באגודה	אלברט כליפא
4	לוח פעילויות האגודה	ד"ר רוני מועלם
5	אולגה צופה	אילן מנוליס
5	אסטרונומיה באנגלית	שוני לוטן
6	האולימפיאדה הצעירה ע"ש אילן רמון וצוות קולומביה	ד"ר דיאנה לאופר
7	מה באסטרונומיה	אריה מורג/ עודד אברהם
13	גופי אסטרונומיה בישראל	
14	סימולציות של שחרור גז מפני שביט	ד"ר יגאל פתאל
23	בחטיבת המטאורים	שי חלצי
27	קבוצות הקיץ	מרים אוריאל
33	מפת ויומן שמים	עודד אברהם
35	מדור תרבות	מיכל לוינשטיין
37	הגלריה	

מה באגודה / אלברט כליפא

דיווח על פעילותה השוטפת של האגודה מאת מזכיר האגודה

נדחתה פעם אחרי פעם בגלל תנאי מזג אוויר גרועים דווקא בזמנים המיועדים. השבוע הוחלט לבטלה ולקיימה במקום אחר, כפי הנראה באכסניה בקי"מ ה-101 בדרך לאילת.

סניפים

חבר הוועד שי חלצי עושה מאמצים להחיות ולהדק את הקשר עם החברים בסניף באר שבע תוך שיתוף פעולה עם מנהל המרכז האסטרונומי באוניברסיטת באר שבע. גם הקשר עם החברים בירושלים ומעלה אדומים יהודק בעזרת החברה הוותיקה תמר אוליצקי. לאור הני"ל החברים באותם סניפים מתבקשים להושיט עזרה לשי בנדון.

ספריות

במסגרת המדיניות של הוועד הנוכחי לפיה האגודה הישראלית לאסטרונומיה תשמש מנוף מרכזי להפצת האסטרונומיה בארץ, בייחוד בשנת 2009 שהוכרזה כשנת האסטרונומיה העולמית, החליטה האגודה לשלוח 60 עותקים מחוברת "אסטרונומיה", היחידה בעברית בארץ, ל-60 ספריות מרכזיות ללא תמורה. במידה ותהיה דרישה ישלחו עוד חוברות לספריות נוספות בכל רחבי הארץ.

תצפית אסטרונומית בפונדק ה-101

ב-30.05.08 התבצעה תצפית בעזרת טלסקופים בפונדק ה-101. בתצפית השתתפו כ-40 איש, רובם חברי אגודה. האוטובוס יצא מהמרכז בשעה 15:30 וחזר בשעה 8 בבוקר ביום למחרת. באי התצפית נהנו משמיים נקיים לחלוטין מעננים ומאבק. האוויר היה יציב ויבש והחברה טובה. משך התצפית ניתנו הסברי שמים ע"י עופר גבז ומרים אוראל, הרצאה בנושא מטאורים ע"י שי חלצי ואנה לוי, חולקו פלנספירות עליהן ניתנה הדרכה, ונענו שאלות המשתתפים. כמו כן התקיים חידון קצר בדרך לתצפית בו זכתה משפחת מזרחי (ברכותינו לזוכים בפרס – טקטיט אמיתי). תודתנו נתונה לויני ואן דר אורד המארחת, לכושי רימון בעל הפונדק, למביאי הטלסקופים וכמובן לנדב רוטנברג שארגן את התצפית המעולה.

טיול לסין

בעקבות הצלחתו של טיול התצפית בליקוי החמה בתורכיה לפני כשנתיים, החליט וועד האגודה לתכנן טיול דומה לתצפית בליקוי החמה שיחול בעוד שנה וחצי ושיראה מסין. הליקוי יתרחש בתאריך ה-22.07.09 ואורך שיאו יהיה כשש דקות וחצי. הטיול יארך 15 יום ועד כה נרשמו אליו קרוב ל-40 נוסעים. המסלול תוכנן (ראו מודעה בהמשך הגיליון) אך המחיר לא נקבע כי חברות התעופה והמלוונות בסין עדיין לא פרסמו את מחיריהם לשנת 2009. יש מקום למי שחפץ להתנסות בחוויה המוזרה והבלתי נשכחת של חושך בצהרי היום. על המעוניינים להתקשר בהקדם לכליפא אלברט: 054-4868006.

תצפיות מחוץ לעיר

התצפית בפונדק ה-101 שהייתה מתוכננת לתחילת יולי התבטלה עקב חוסר משתתפים. מידע על תצפיות נוספות יגיע דרך רשימת התפוצה. (המשך המדור בעמ' 36)

קורס צילום למתקדמים

קורס למפעילי טלסקופים וצילום CCD התחיל ב-04.05.08 ובו 17 משתתפים מהם שמונה חברי האגודה ועוד תשעה המניין מצטרפים חדשים. בקורס משתתפים גם מדריכי המצפה לשם שיפור ידיעותיהם בהפעלת טלסקופים. מנהל הקורס והמרצה בו הוא ד"ר יגאל פתאל ולידו עוזר התצפיתן הראשי עופר גבז. הכנסות הקורס ישמשו לעזרה ברכישת ציוד לטלסקופ אינטרנט חדש לאגודה. בסיום הקורס מתוכננת סדנה במושא כוכבים משתנים.

תצפית רחוב ארצית

ב-10.7.08 יתקיים אירוע אסטרונומי ייחודי: התקבצות כוכבי הלכת שבתאי ומאדים. משך ההתקבצות ניתן יהיה לראות את שני כוכבי הלכת בשדה אחד (מרחק זוויתי של כ-45') בשעות הערב. לרגל ההתקבצות מתארגן אירוע תצפית רחוב ארצי ראשון מסוגו, בו חובבים בכל הארץ יעמדו ברחובות אזור מגוריהם ויציעו לעוברים ולשבים לצפות חינם בתופעה מבעד לטלסקופים. ומיד לאחר השקיעה. בהמשך הערב ניתן יהיה לצפות על הירח וכוכב הלכת צדק.

סוף שבוע

סוף השבוע האסטרונומי שהיה אמור להתקיים ב-02.05.08 בהר מירון בוטל עקב מיעוט נרשמים, כנראה בגלל הקרבה לגמר תקופת החגים. במקומו ייערך סוף שבוע תצפיתי אחר, המתוכנן לקראת הסתיו. בסוף השבוע ניתן יהיה לשמוע הרצאות בנושאי אסטרונומיה, ולצפות בטלסקופים של מתנדבי האגודה.

חידון אילן רמון

האגודה השתתפה בהכנת החידון של מכון וייצמן על שם אילן רמון (ע"י ד"ר יגאל פתאל וד"ר דיאנה לאופר). החידון יועד לתלמידי בתי הספר בארץ והאגודה הקציבה גם פרסי חברות שנתית לזוכים במקומות הראשונים (ראו אייטס נפרד).

סריקת חוברות

וועד האגודה החליט על סריקת כל חוברות האגודה לתוך קובץ מיוחד ובעלות מינימלית לשם שמירת תוכנם לעתיד. הסריקה מתבצעת ביוזמת חבר האגודה עודד אברהם, וכוללת את החוברות שהאגודה הוציאה במשך כל 52 שנות קיומה, קרי משנת 1956 ועד היום. הסריקה מתבצעת בסיוע חברת גאודע.

ספריית האגודה במצפה הכוכבים בגבעתיים

בימים אלה מתקיימים מאמצים רבים ע"י צוות בראשות שי חלצי לסידור הספרייה של האגודה ועדכון קובץ הספרים שבה. בגמר העבודות קובץ הספרייה מתוכנן להיות זמין לחברי האגודה, והחברים יוכלו לעיין בספרים או לשאול אותם לתקופה קצובה (ראו בהמשך הגיליון).

תצפית נשיונאל ג'יאוגרפיק

התצפית למנויי נשיונאל ג'יאוגרפיק, שהייתה אמורה להיערך באחד מימי השישי של מרס באזור ירושלים,

חוזר הרצאות: חודשים יולי-ספטמבר 2008

הרצאות וערבי עיון בימי חמישי לחברי האגודה ולקהל הרחב:

מצפה הכוכבים בגבעתיים פתוח בימי שלישי וחמישי לקהל הרחב. הפעילות מתחילה בשעה 20:00, וכוללת הסברים כלליים באסטרונומיה ותצפיות בטלסקופים. בנוסף לפעילות זו של המצפה, מדי יום חמישי בשעה 21:20 מקיימת האגודה הרצאות נושא. פירוט על תוכן ההרצאות יפורסם באתר האגודה. עלות כניסה למצפה: 20 ש"ח למבוגר, 15 ש"ח לילד, 10 ש"ח לסטודנטים, חיילים וגמלאים. הכניסה לחברי האגודה היא ללא תשלום.

מאת: ד"ר יגאל פתאל ¹	- התקבצויות כוכביות	10.7.08
מאת: ד"ר יגאל פתאל ¹	- כוכבים קומפקטיים	17.7.08
יפורסם בהמשך	-	24.7.08
יפורסם בהמשך	-	31.7.08
מאת: שי חלצי ואנה לוי ¹	- מטר הפרס אידיים	7.8.08
מאת: אילן מנוליס ²	- השפעות אסטרונומיות על איכות הסביבה	14.8.08
יפורסם בהמשך	-	21.8.08
מאת: רון פלד ¹	- סין ואסטרונומיה	28.8.08
מאת: שי חלצי ¹	- תרומת חובבים לאסטרונומיה – מדע, חינוך והפצת ידע	4.9.08
מאת: ד"ר יוסי אליה ³	- מדריך הטרמפיסט בגלקסיה	11.9.08
מאת: ד"ר רוז תמיר ⁴	- ננו-לוינים	18.9.08
מאת: דוד זוסימן ⁵	- ממצאים ממאדים	25.9.08

1. האגודה הישראלית לאסטרונומיה 2. הטכנודע 3. מכון וייצמן למדע 4. העמותה הישראלית ללוינות זעירה (INSA) 5. מבת-חלל, התעשייה האווירית.

עדכונים בדבר הרצאות וערבי העיון יפורסמו באתר האגודה:

www.astronomy.org.il

אולגה צופה / אילן מנוליס

מצפה הכוכבים של הטכנודע מזמין לבקר באתרו משודרג

הכוכבים פתוח לתלמידי הטכנודע במהלך כל השבוע ולקהל הרחב פעם בשבוע.

צמוד למצפה נמצא הפלנטריום שלנו, ובו כיפה מתנפחת בקוטר של 5 מטרים ומקרן. בפלנטריום מתקיימת סימולציה של כיפת השמיים להכרת השמיים מקרוב. הפלנטריום משמש צוהר דרכו ניתן ללמוד מושגים בסיסיים באסטרונומיה כגון זריחה, שקיעה, מציאת כיווני השמיים העיקריים, התנועה היומית של הכוכבים, קבוצות הכוכבים העיקריות, כיצד נראים השמיים ממקומות שונים על-פני כדור הארץ, ועוד.

בואו ליהנות מההזדמנות להרים את המבט מעלה ולחוות חוויה שלא מהעולם הזה. רשימת ההרצאות הקרובה תתפרסם בסוף חודש יוני באתר החדש של הטכנודע: <http://www.technoda.org.il>

מצפה הכוכבים שלנו נחנך ב- 2007 והוא מהגדולים והמצויידים בארץ. במרכז המצפה, בתוך כיפה מסתובבת, ניצב הטלסקופ המצויד בתוכנת הפעלה מתקדמת המאפשרת הכוונה אוטומטית לעשרות אלפי גופים שמימיים. הטלסקופ מסוגל "להינעל" על גרם השמיים ולעקוב אחריו לאורך זמן. כמוכן, ניתן "לחייג" את שמו של גרם השמיים והטלסקופ ינוע לעברו.

במצפה הכוכבים חמישה טלסקופים נוספים, ובהם שני טלסקופים המיועדים לתצפית שמש. אחד משני הטלסקופים אף מצויד בפילטר מיוחד, המאפשר צפייה בהתפרצויות הגעשיות על פני השמש. במצפה ציוד חישה רגיש מאוד, בין היתר מצלמת ווידאו המסוגלת להקרין את תמונות השמש, הירח או כוכבי הלכת על המסך באודיטוריום של הטכנודע בזמן אמיתי. במצפה מצויה מצלמה מיוחדת לצילום אסטרונומי (CCD), המשמשת למטרות מחקר של תלמידי תיכון וסטודנטים. מצפה

אסטרונומיה באנגלית – במצפה הכוכבים בגבעתיים / שוני לוטן

בימים אלה מסתיים מיזם ייחודי של לימודי אסטרונומיה באנגלית לתלמידי כתות ז' מכל בתי הספר היסודיים בגבעתיים. יוזמות התכנית הן הגב' אסתר אריאל, מנהלת אגף החינוך בעיריית גבעתיים, והגב' מרשה חכמון, המפקחת על האנגלית ומצפה הכוכבים בגבעתיים.

תכנית הלימוד, שכללה שיעורי הכנה בביה"ס ע"י המורות לאנגלית, ויום שיא במצפה הכוכבים בעיר, נכתבה ועובדה ע"י ד"ר דיאנה לאופר וגב' מרים אוריאל – שתיהן מורות לאסטרונומיה מהמצפה שגם העבירו את יום השיא בהפעלות יחד עם עופר גבזו. הפעילות כללה תצפיות והיכרות בסיסית עם עולם האסטרונומיה בשפה האנגלית. הייתה זו לתלמידים חוויה מיוחדת ללמוד תחום מדעי מרתק מחד ובשפה זרה מאידך. המיזם זכה להדים חיוביים ביותר גם ע"י המורות לאנגלית מכל בתי הספר בעיר וכן בקרב התלמידים שנחשפו לחוויה יוצאת דופן. השמיים הם הגבול – ולא רק בעברית.



טיול ליקוי חמה מלא בסין – 2009

ליקוי חמה מלא של כ-6 דקות יתרחש בסין ב-22 ביולי, 2009. בואו לצפות בליקוי הארוך במאה ולטייל בסין 15 יום!

המסלול המוצע (נתון לשינוי)

גני יו יואן, מגדל הטלוויזיה, מוזיאון מרכזי, רובע יהודי, יום ליקוי החמה
טרסות האורז, מופע בנות השבט, מופע האחיות, שיט בנהר ג'יאנג
מערת החלילים
שמורת דוב הפנדה, אתר בודהה
הר אמי
חיילי הטרקוטה, מופע פולקלור, מוזיאון, פגודת אווזי הבר, הרובע המוסלמי
כיכר טיין-אן-מן, העיר האסורה, סיור ריקשות, החומה הסינית, שדרת הרוחות, מפעל
קלזנהנה, ארמון הקיץ, מוזיאון המשי, מקדש השמיים, מקדש הארץ.

שנגחאי	4 ימים
גוילין	יומיים
יאנגשו	יום 1
צ'נגדו	יום 1
אמישאן	יום 1
שיאן	יומיים
בייג'ינג	4 ימים

חברת נסיעות: 'אשת טורס'.

טיסות: 'אל על'.

רמת מלונות: 4 כוכבים, לרוב 2 ארוחות ביום.

הדרכה: מדריך ישראלי ומקומי.

מחיר: הצעת מחיר תפורסם לאחר בירור נוסף עם הסוכן המקומי בסין

המעוניינים להצטרף מתבקשים להתקשר עד סוף אפריל 2008 לאלברט כליפא (054-4868006)

האולימפיאדה הצעירה ע"ש אילן רמון וצוות קולומביה / ד"ר דיאנה לאופר



אילן רמון ז"ל – האסטרונאוט הישראלי הראשון.

דגם, מצגת ופוסטר. שיא האולימפיאדה היה ביום עיון ארצי שהתקיים במכון דוידסון ברחובות בהשתתפות נציגי חיל האוויר ומשפחת רמון, ובו חולקו הפרסים לזוכים.

הפרס הראשון השנה היה ביקור בן שבוע במחנה מדע בטורקיה, בו זכה תיכון חדש ע"ש א. ליהמן מדימונה. פרסים נוספים היו טלסקופ, מדליות, ספרים, מנויים לכתב העת "ראש גדול" וסיינטיפיק אמריקן בעברית, ביקור במוזיאון המדע בחיפה, ביקור במצפה הכוכבים גבעתיים, חברות באגודה הישראלית לאסטרונומיה ופרסים של גב' רונה רמון.

נותני הפרסים הם: חברת טבע, מכון דוידסון לחינוך מדעי, מכון ויצמן למדע, האוניברסיטה הפתוחה, מדעטק- המוזיאון הלאומי למדע, טכנולוגיה וחלל בחיפה, האגודה הישראלית לאסטרונומיה ומצפה הכוכבים בגבעתיים, כתב העת ראש גדול, כתב העת סיינטיפיק אמריקן בעברית, קוסמוס – המרכז לציוד אסטרונמי וגב' רונה רמון.

כתובת אתר האינטרנט שליווה את האולימפיאדה:

http://space.ort.org.il/@home/scripts/frame.asp?sp_c=334541100

האולימפיאדה המדעית הצעירה לזכרו של אילן רמון ז"ל וצוות קולומביה בסימן "חלל, אנרגיה וסביבה" לבתי הספר בחטיבות הביניים התקיימה זו השנה החמישית. האולימפיאדה היא פרי שיתוף פעולה של משרד החינוך, עם מרכז המורים הארצי למדע ולטכנולוגיה בחט"ב, מכון ויצמן, מכון דוידסון לחינוך מדעי וטכנולוגי שליד מכון ויצמן, החוג לגיאופיזיקה ולמדעים פלנטריים באוניברסיטת תל אביב, מצפה הכוכבים גבעתיים, מדעטק - המוזיאון הלאומי למדע, טכנולוגיה וחלל בחיפה, וגב' רונה רמון. המטרה של פרויקט האולימפיאדה היא לטפח מצינויות מדעית-טכנולוגית דרך תחרות הדורשת מתלמידים לפתור בעיות אמיתיות בתחומי חקר החלל. בחידון השנה השתתפו כ 100 בתי ספר מתוכם 20 מהמגזר הערבי. השנה, לראשונה השתתפו באולימפיאדה תלמידים מיישובת רמז (RAMAZ) מניו יורק, בארצות הברית, ושישה מתלמידיה ביקרו בארץ.

החידון התנהל בשלושה שלבים. כמדי שנה, החל השלב הראשון ב-16 בינואר - היום בו החל מסעה של המעבורת קולומביה לפני חמש שנים. שלב זה כלל שאלון מקוון באתר האינטרנט של מוט-נט, שכלל 17 שאלות רבות ברירה ("שאלות אמריקאיות"), 3 שאלות פתוחות ושאלת בונוס, שבה התבקשו המתחרים להציע לוגו לתחרות.

30 קבוצות עלו לשלב השני. שלב זה של החידון התקיים בחודש מרס והוצעו בו משימות בשלושה נושאים:

- ניקוי החלל סביב כדור הארץ משאריות פסולת חלל ושאריות טילים ישנים
- חקירת קיום חיים בתוך הירח אירופה של כוכב הלכת צדק
- משימת מחקר לאסטרואיד קרוב

התלמידים התבקשו לבחור משימה אחת מבין השלוש ולהסביר כיצד היו מבצעים אותה. בכל פתרון, נדרשו התלמידים להתייחס ליתרונות ולחסרונות שבפתרון המוצע על ידם, לבחון פתרונות קיימים, לבצע הערכות כמותיות ולבדוק מגבלות טכנולוגיות וכלכליות של בנייה ותפעול. בנוסף, היה עליהם לאמוד לויז' לפרויקט. לשם גיבוש פתרון למשימה, חלק מהקבוצות התייעצו עם מומחים בתחום ושתי קבוצות ביקרו במפעל מבי"ת (חברת בת של התעשייה האווירית).

לקראת סיום השלב השני הגיעו הקבוצות המתמודדות למרכז המורים הארצי במכון דוידסון לחינוך מדעי, הציגו את פתרונן בפני צוות שופטים ואף הוזמנו לביקור בגן המדע של מכון ויצמן.

צוות השופטים של התחרות כלל את ד"ר אילנה שמידט-הופפלד (מרכזת האולימפיאדה), ד"ר צבי פלטיאל (ראש צמ"ד, יו"ר), ד"ר דיאנה לאופר, ד"ר רוני מועלם, ד"ר יגאל פתאל, ד"ר רונן יעקובי ועליזה מויאל (מפקחת ארצית).

13 קבוצות עלו לשלב האחרון בתחרות. בשלב זה בו נדרשו הקבוצות להציג שיפורים למשימתם באמצעות

מה באסטרונומיה

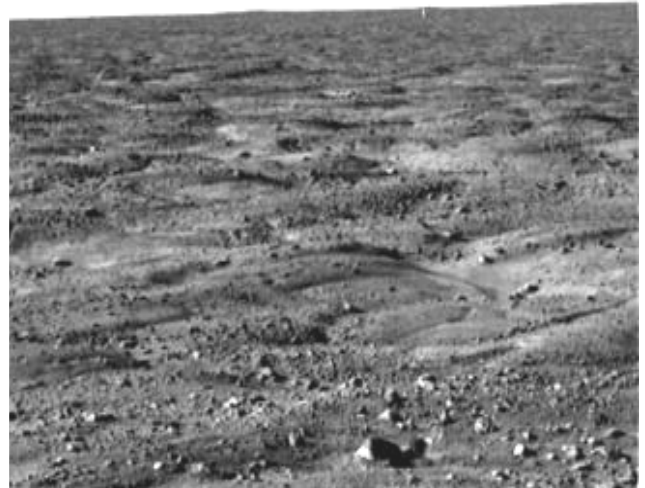
עדכוני משימות חלל ותגליות אסטרונומיות עד למועד סגירת הגיליון

הפניקס נחתה!!

חללית המחקר "פניקס" (Phoenix) של נאס"א נחתה באזור הקוטב הצפוני של מאדים, ובכך לפתוח חזית מחקר חדשה במאדים.

החללית נחתה במקום בו אף גשוש לא נחת לפניו – למישורים הצפוניים של הפלנטה, המכונים Vastitas Borealis.

"לפני 10 שנים, לא היינו בוחרים באתר זה, היות והוא נראה כמו כל חלק אחר על מאדים. הרבה מן הצורות/מבנים גיאולוגיים באזור, אין להם אפילו שם", אומר פטר סמית מאוניברסיטת אריזונה, מנהל המחקר של ה"פניקס".



שדה המצולעים על רקע שמי מאדים הבהירים - מהתמונות של הפניקס ששחררו ע"י נאס"א (מקור: אתר נאס"א).

הציפייה לאיתור המבנים הגיאולוגיים הנמצאים מתחת לפני השטח הקפואים ורמזים המצביעים על הימצאות של קרח-מים, אשר אותרו ב-2002 על-ידי לוויינים, גברו על חוסר הכרת השטח ודרבנו את מהנדסי נאס"א וחוקריה לשגר, באוגוסט האחרון, את החללית "פניקס", בעלות של כ-420 מיליון דולר.

ה"פניקס" תוכננה לחפור באדמת מאדים בעזרת זרוע רובוטית, ולאסוף דוגמיות שיתכן ויתגלה בהן קרח-מים. הדוגמיות הוכנסו לתוך תנור קטן הנמצא בתוך החללית, כדי לבחון אם באתר הנחיתה היו אי-פעם, מושבות בקטריאליות.

"אנחנו מאמינים שהקרח נמצא בעומק של 4 עד 6 סנטימטרים, מתחת לפני השטח. זה לא יהיה קרח חלק, לבן וזוהר כמו במשטח החלקה. זאת כנראה תהיה תערובת של אדמה, אבק, לכלוך וקרח – הכל מעורבב יחד", אומרת דבורה בס (Deborah Bass), מנאס"א.

רק חללית אחת בלבד – חסרת מזל, שהייתה אמורה לנחות באזור הקוטב של המאדים – איתרה אי-פעם, אתר המתאים למחקר, אך חללית זאת התרסקה, ממש לפני הנחיתה, בקרבת הקוטב הדרומי של הפלנטה, בדצמבר 1999, לאחר שכיבתה את מנועיה מוקדם מדי, במהלך הנחיתה.

"פניקס" מצטרפת לשורה של המשימות המוצלחות ביותר של נאס"א, כגון חלליות ה"ויקינג" של שנות ה-70 וה-80, ורכבי החלל "ספיריט" ו"אופורטוניטי" שעדיין חוקרים את פני השטח של הפלנטה. אך בניגוד לחלליות במשימות אלו שנחתו באזורים הקרובים לקו המשווה, ה"פניקס" נוחתת באזור הקוטב הצפוני של מאדים.

"ההיסטוריה של שינויי אקלים כדור הארץ, ואבני הבניין של החיים, נשמרו בתוך הקרח שבאזור הים הקוטבי. אנחנו תוהים באם דברים אלה נכונים גם לגבי מאדים", אומר סמית.

הברירה הנוספת של "פניקס"

אתר הנחיתה של "פניקס" נמצא בתחום אליפסה, אשר אורכה כ-80 ק"מ ורוחבה כ-30 ק"מ, ומכתש ("עין") בעמק רדוד, בעומק של כ-250 מטרים.

קר למדי באזור אתר הנחיתה. הטמפרטורה הממוצעת שתשרור במהלך ששת החודשים הראשונים של משימת "פניקס" צפויה לנוע בין מינוס 73 למינוס 33 מעלות צלסיוס. החללית נחתה על מאדים לקראת סוף האביב של כוכב הלכת, על-מנת לנצל את ימי השמש הארוכים לאגירת אנרגיה למערכות הכוח שלה.

אתר הנחיתה, הידוע גם כאזור D, לא היה הבחירה הראשונה של צוות משימת "פניקס". הוא נבחר לאחר בחינת תמונות ברזולוציה גבוהה, אשר הגיעו משך הזמן לנאס"א מלווין הסריקה של מאדים. בסריקה התגלו גם



מצולעים בהגדלה (מקור: אתר נאס"א).

שדות של סלעים ענקיים שהיו עלולים להרוס את "פניקס".

"מצולעים אותם ראינו ואשר זהים לכאלה שניתן לראות בקטבים של כדור-הארץ, הם צורות סדוקות הנוצרות בעקבות שינויים מתחת לפני שטח הקרח. איזור הנחיתה D מכיל צורות אלו. מצאנו משטח מנומר, הנוצר מן הקרח המתפשט מתחת לקרקע, וגורם לצורת פני-השטח", מוסיף סמית.

המפתח להבנה הוא התשובה לשאלה האם קרקע המאדים תכיל שאריות של מלחים שונים, אשר נותרו מהתאדות מים – אירוע שחוקרי מאדים קבעו כבסיסי להימצאות חיים. עד כה, רכבי "ספיריט" ו"אופורטוניטי" מצאו עדות למינרלים שנוצרו בסביבה מימית, באזורי נחיתתם.

אנחנו צועדים בעיניים עצומות אל המישורים הצפוניים של הפלנטה במטרה פשוטה – למצוא עדות לחיים שהתקיימו בעבר.

נחיתה

חללית המחקר "פניקס" נחתה בלילה שבין 25 ל-26 במאי, באיזור הקוטב הצפוני של כוכב הלכת "מאדים". החללית הלא מאוישת עברה 680 מיליון קילומטרים, במהלך טיסה שארכה עשרה חודשים.

החללית תשהה על "מאדים" כשלושה חודשים, במהלכם תבדוק האם התנאים שם מאפשרים חיים.



הפניקס מגיעה לבסיס בשיגור בפלורידה (מקור: אתר נאס"א)

לאחר צלילה דרך האטמוספירה של "מאדים", בה "פניקס" הורידה את מהירותה מ-19,300 קמ"ש ל-8 קמ"ש בלבד (!) לקראת הנגיעה בקרקע, הופעלו מנועי האטה ונפרש מצנח אשר הפחית את מהירות צלילתה לכזו שמתאימה לנחיתה "רכה".

"זאת התגשמות חלומו של כל מדען" אמר פיטר סמית, לאחר שזוהה אות רדיו מה"פניקס", אשר העיד על נחיתה מוצלחת.

שעות ספורות לאחר הנחיתה, הדהימה "פניקס" את המדענים, בהצצה בראשיתית, על איזור הקוטב הצפוני של הכוכב האדום. שטף התמונות ששלח לכדור-הארץ חשף שטחים הדומים לפני השטח על כדור-הארץ. התמונות מראות אזורים בהם האדמה קפואה בתבניות גיאומטריות, אשר ייתכן והן תוצאה של קיפאון והפשרה בקרקע.

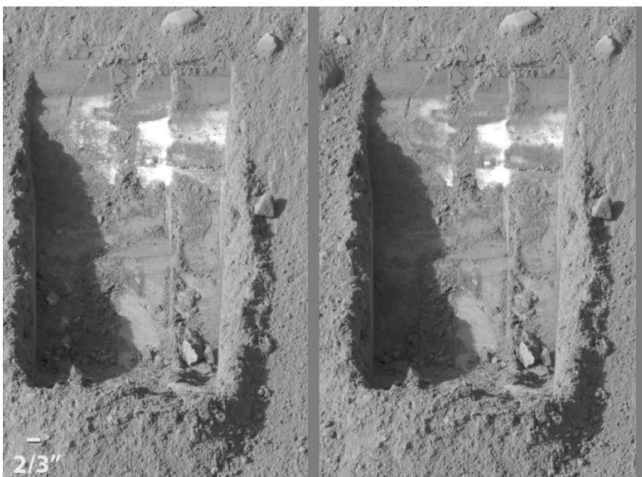


נחיתת הפניקס על מאדים (צד שמאל למטה) כפי שצולמה ע"י ה-Mars Reconnaissance Orbiter המקיפה את מאדים. (מקור: אתר APOD)

התמונות מאשרות כי ה"פניקס" במצב תקין. היא פרשה את הלוחות הסולאריים, הניפה את תורן מכשור מזג האוויר ופתחה את כיסוי המגן שעטף את הזרוע הרובוטית, שאורכה 2.4 מטרים.

ה"פניקס" אמורה להישאר במקום קבוע ולחפור בקרקע הכוכב, בחיפוש אחר קרח-מים.

היא אף אמורה לבדוק דגימות קרקע להימצאות שרידים של מרכיבים אורגניים. אם יימצאו מרכיבים אלה, יהיה זה סימן שהתקיימו תנאים להיווצרות צורות חיים פרימיטיביות על המאדים.



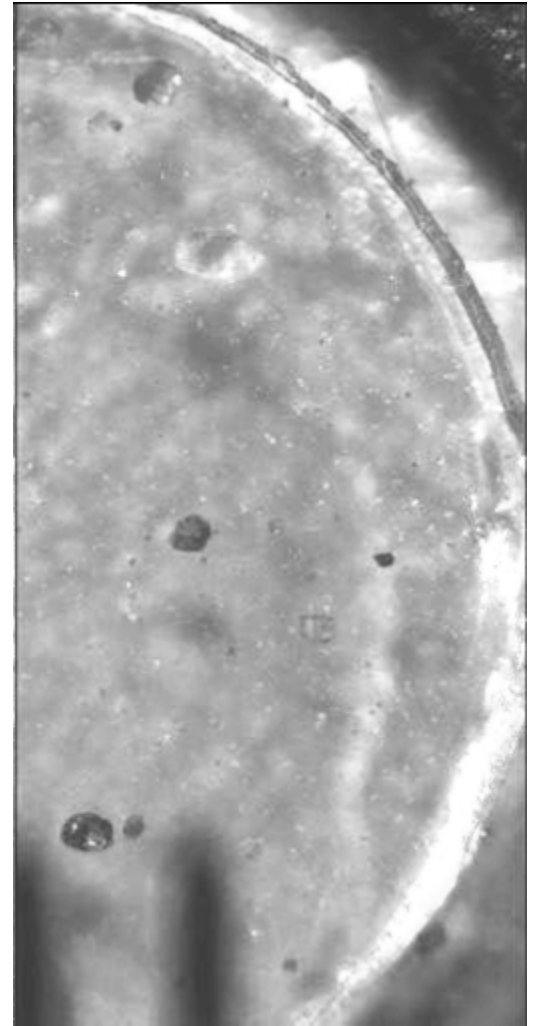
נכון לכתיבת שורות אלו, נראה כי החומר הלבן שנגלה מעט מתחת לאתר הנחיתה של הפניקס הוא קרח שצורתו משתנה עם הפיכתו לזו ע"י השמש. (מקור: אתר APOD)

התכנית לטווח ארוך של נאס"א מצביעה על שאיפה להנחית אדם על מאדים בסביבות שנת 2036. תוכנית זו אמורה להתבצע לאחר הקמת בסיס קבע על הירח, ממנו יתבצע השיגור אל מאדים. משימה זאת מורכבת בהרבה מן המשימות שבוצעו עד-כה. המרחק למאדים גדול כמעט פי 150 מהמרחק לירח. המשימה תימשך כ-3 שנים ותחייב כמויות אדירות של דלק ואספקה.

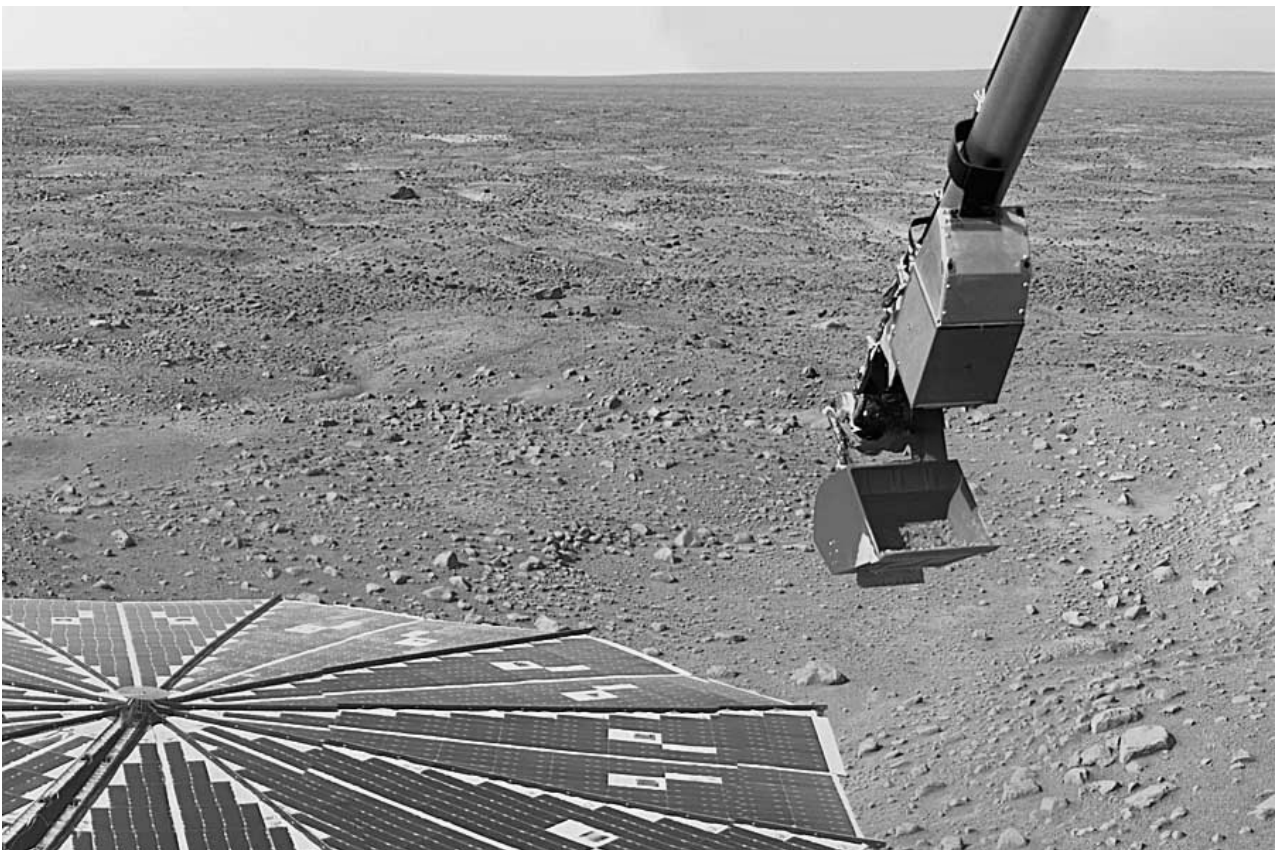
לעיון נוסף:

<http://phoenix.lpl.arizona.edu>

אריה מורג



למעלה: חבר האגודה חיים מזר הציע כי החומר הלבן על
 מוט החללית הינו כפור (Frost) שהצטבר מאז נחתה החללית
 על מאדים. מימין: גרגרי חול כפי שנצפו במיקרוסקופ
 החללית (רדיוס משטח הבדיקה העגול שבתמונה: 3 מ"מ).
למטה: ה"פניקס" חופרת באדמת מאדים.



תאונת חלל סיכנה חיי שלושה אסטרונאוטים

רכב חלל ובו שלושה אסטרונאוטים שחזרו מתחנת החלל הבינ"ל ביצע כניסה לא מבוקרת לאטמוספירה ונחת במרחק של 400 ק"מ מנקודת הנחיתה המיועדת. במהלך הנחיתה הופעל כוח ג'י גבוה פי 8.2 יותר מאשר על פני כדור הארץ. בנוסף, נגרם נזק לרכב הנחיתה וחלקים שלא היו מוגנים ע"י מגן החום נשרפו, כולל אנטנת התקשורת



מודדים את מידת הקרינה באתר נחיתה האונס של הסויוז ברוסיה (מקור: אתר הניו-יורק טיימס)

שמשמשת את האסטרונאוטים לתקשורת עם העולם החיצון. הקשר הראשון עם האסטרונאוטים נוצר כאשר מפקד המשימה, קולונל יורי מלנצ'נקו, הצליח לצאת מהרכב ולהשתמש בטלפון לווייני כשלושים דקות לאחר הנחיתה.

לאחר חודשיים שבהם הואפלו העובדות, התבררה הסיבה לתאונה: תקלה טכנית שאירעה לפני הכניסה חזרה לאטמוספירה, מנעה מאחד משלבי של רכב החלל להיפרד בזמן, וגרמה לרכב כולו להיכנס לאטמוספירה במסלול נחיתה "בליסטי". מסלול כזה מסוכן יותר מאשר הכניסה שהייתה מבוקרת. בכניסה מבוקרת, מבנה הרכב יוצר כוח עילוי המאפשר מהלך אטמוספרי ארוך ויכולת תמרון לנחיתה מדויקת. בנוסף, בנחיתה זו מופעלים כוחות פיזיקליים סבירים על הצוות. במסלול "בליסטי", זווית הכניסה חדה יותר, תמרון כמעט ואינו מתאפשר, והכוחות הפיזיקליים הפועלים על הצוות מכבידים מאוד.

השלב ה"סורר" נפרד לבסוף מגוף החללית, אולם לא ברור כיצד ובאיזה חלק בנחיתה. כתוצאה מהתקלה, נחת הרכב במרחק כה רב מנקודת הנחיתה המיועדת. לאחר הנחיתה זחלו הקוסמונאוטים החוצה ונעזרו בתושבי המקום שהגיעו לרכב לפני כוחות ההצלה הרוסים.

רכבי הסויוז משמשים לתחבורה שוטפת אל תחנת החלל וממנה, והם בשימוש במשימות חלל משנת 1967 (עם שינויים קלים). קיימת אפשרות שעם פרישתן המתוכננת של מעבורות החלל ממשימות נאס"א בשנת 2010, ימלאו רכבי הסויוז את המרווח שבין אותה שנה ושנת 2015, בה אמור להיכנס לפעולה רכב האוריון שנמצא כעת בפיתוח אמריקני. אולם יש לציין שאין זו הפעם הראשונה שתקלה מסוג זה מתרחשת, ובאוקטובר שעבר התרחשה אותה תקלה זהה עם תוצאות דומות.

האירוע מזכיר עד כמה מסוכן עלול להיות מסע לחלל או בחזרה ממנו. אולם דאגה נוספת עולה כאשר התבררה הדרך בה התייחסו גורמים רשמיים בסוכנות החלל הרוסית לאירוע. זמן רב לקח עד שהתבררו העובדות והוסרה ההאפלה על טיבה של התקלה. עד אז הסברים שונים ומשונים ניתנו על ידי גורמי חלל רוסיים רשמיים. התבטאות אחת שגרמה לסערה מובנת הייתה שהכנסת אישה לחללית מביאה "מזל רע" (בצוות החוזר הייתה גם אסטרונאוטית). כיום מובן שהתבטאויות מסוג אלו, כמו ניסיונות לטייח מחדלים, רק יפגעו במאמצי הרוסים בחלל.

עודד אברהם

חובב אסטרונומיה גילה את העצם המסתובב המהיר ביותר במערכת השמש

אסטרונם חובב בריטי בשם ריצ'ארד מיילס, גילה בעזרת טלסקופ רובוטי באוסטרליה את העצם הסובב סביב צירו במהירות הגבוהה ביותר במערכת השמש – האסטרואיד HJ2008 סובב סביב צירו מדי 42 שניות. השיא הקודם הוחזק כ-8 שנים ע"י האסטרואיד DOH2008 שסבב סביב צירו אחת ל-78 דקות.

מידותיו של HJ2008 הן 42X12 מ' – פחות ממגרש טניס. מסתו מוערכת בקצת מעל 5000 טונות. בסוף אפריל נצפה האסטרואיד חולף על פני כדור הארץ במרחק של 1 מיליון ק"מ ובמהירות של 45 ק"מ בשנייה.

התגלית נעשתה בעזרת טלסקופ אינטרנט של מצפה פולקס (Faulkes) הבריטי (הטלסקופ עצמו ממוקם בדרום אוסטרליה). מצפה פולקס מקיים קשרים עם מספר בתי ספר ומוסדות בבריטניה אשר חולקים זמן טלסקופ בפרויקטים שונים הקשורים באסטרואידים ובעצמים קרובי-ארץ (NEOs).



למעלה: ריצ'ארד מיילס. למטה: מצפה Faulkes שבדרום אוסטרליה

האגודה הישראלית לאסטרונומיה בוחנת האפשרות להפעיל טלסקופ אינטרנט בו יוכלו חברי אגודה, מוסדות שונים והציבור הרחב לנסות לגלות בעצמם תגליות מדעיות.

עודד אברהם

האם פנים המאדים קר יותר משחשבו?

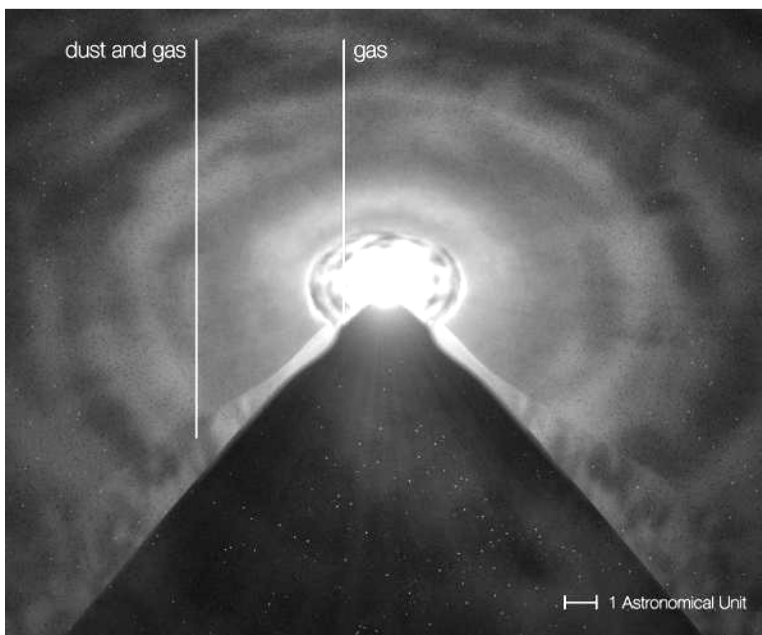
תצפיות מחללית ה-MRO האמריקנית שמקיפה כעת את מאדים מראות שקרומו החיצוני של כוכב הלכת וחלקה העליון של המעטפת שלו קרים וקשחים יותר ממה שנחשב עד כה.

הממצאים מרמזים על כך שאם קיימים מים בצורה נוזלית מתחת לפני השטח של מאדים, הם ימצאו עמוק יותר ממה שקיוו מדענים.

"מצאנו הקרקע שמתחת לכיפות הקרח כוכב הלכת אינה מתכופפת תחת לחץ המשקל", כך רוג'ר פיליפס ממכון הסאות'-ווסט ריסרץ' שבבולדר, קולורדו, ארה"ב. "הדבר מראה שפנים של כוכב הלכת קשיח יותר, ועל כן קר יותר".

תצפיות שנעשו על אזור הקוטב הצפוני של מאדים הראו גבול חלק ושטוח בין שדות הקרח וקרום מאדים החשוף והסלעי הקבור מתחת. בכדור הארץ, בגבול בין כיפת הקרח לקרקע, נראית צמיגות מסוימת. העובדה שקרקעתו של כוכב הלכת מאדים אינה מתכופפת תחת הנטל מרמזת על ליתוספירה (שכבה המערבת בין קרום כוכב הלכת למעטפתו) עבה וקרה. ככל שעבה הליתוספירה, כך החום עולה יותר בהדרגה. אם קיימים מים נוזליים באקוויפרים תת-קרקעיים שבתוך כוכב הלכת מאדים, הם יהיו קבורים עמוק יותר ממה שחושב עד כה. אקוויפר תת-קרקעי יכול להיות בית גידול לחיים.

"הליתוספירה בכוכב לכת סלעי היא החלק הקשיח. על כדור הארץ, זו הליתוספירה שנסדקת בעת רעידת אדמה. יכולת החללית לראות מבעד לשכבות הקרח שהקרקע מתחתן אינה מתגמשת, מאפשרת לנו להעריך לראשונה את טמפרטורת היוםיום בתוך כוכב הלכת עצמו", אומרת סוזאן סמרקר, ממדעני הפרויקט.



איור אמן המתארת את החלוקה לשכבות גז (פנימית) וגז ואבק (חיצונית) בדיסקת החומר סביב הכוכב 147 MWC. יחידת המרחק המשוורטטת בפניה הימנית תחתונה היא 1 י"א. (מקור: sciencedaily.com)

קיום מים נוזליים הוא באחד ממוקדי המחקר הקשור במאדים. כיום אין דרך לדעת האם מים זורמים עיצבו את פני המאדים, או האם קיימים אקוויפרים תת-קרקעיים במאדים. אם התשובות לאחת משאלות אלו חיובית, האפשרות שהתקיימו, או מתקיימים, חיים כפי שאנו מכירים על מאדים הופכת לממשית יותר. לא מכבר פרסמה נאס"א את כונתה לבדוק האפשרות לשיגור חללית שתחפור מתחת לפני השטח של מאדים בחיפוש אחר מים

נוזליים או מוצקים. כנראה שיהיה צורך לשקול מחדש מהלך משימה זו, אם המים שאותם תחפש החללית יהיו בעומק שנמדד בקילומטרים ולא במטרים. התקווה היא כי חללית המחקר "הפניקס" שנחתה על המאדים לא מכבר (ראו ידיעה נפרדת) תספק מידע מעודד יותר.

עודד אברהם

מדענים חוקרים דיסקת חומר סביב כוכב צעיר

אסטרונומים שהשתמשו בטלסקופ ענק של ESO (המצפה הדרומי האירופאי), הצליחו לחקור את התווך בדיסקת חומר סביב כוכב צעיר. מדובר בדיסקה העשויה להתפשט עד כדי פי 100 מן המרחק שבין כדור-הארץ והשמש (סה"כ כמיליארד וחצי ק"מ).

בקרבת הכוכב אותרה גם פליטה של גלי אינפרא-אדום. (IR) שמקורם במסה חמה מאד. מקור הקרינה הוא האבק שבדיסקה החיצונית של הכוכב.

החוקרים הצליחו להבחין כיצד הכוכב הצעיר סופח מסה לפני היותו לכוכב בוגר. הם צפו באובייקט המכונה MWC 147, הנמצא בקבוצת הכוכבים "חד-קרן" (Unicorn) ובמרחק של 2,600 שנות-אור מאיתנו.

MWC 147 שייך למשפחת עצמים המכונה Herbig Ae/Be. אלו הם עצמים בעלי מסה הגדולה ממסת השמש שלנו. עצמים אלו עדיין "צומחים", בשל "בליעת" חומר הנמצא בדיסקה שמסביבם וכך מסתם הולכת וגדלה.

MWC 147 הוא בן פחות מחצי מיליון שנה – ממש תינוק בן-יומו, בהשוואה לגיל השמש שלנו, שהיא בת 4.6 מיליארד שנה.

הטלסקופ בו השתמשו החוקרים הוא בקוטר של 8.2 מטרים ומהווה חלק ממערכת אלקטרונית משולבת של שניים-שלושה טלסקופים.

קיימות עדיין מחלוקות בין המדענים באשר למורפולוגיה של התווך הפנימי של כוכבים צעירים. המשך המחקר וקבלת נתונים נוספים תביא, כמובן, להבנה טובה יותר של תהליך היווצרותם של כוכבים ובני הלווייה שלהם.

לראשונה, תצפיות משולבות בגלי אינפרא אדום קצרים ובינוניים על MWC 147, סיפקו מידע על גודל הדיסקה, בטווח רחב של אורכי גל שונים. הנתונים שרטטו את התפלגות הטמפרטורה על-פני הדיסקה. כמו כן, ניתוח נתוני הדיסקה אפשר לבחון את הגיאומטריה שלה, וגם להציג את השתנות הטמפרטורה כפונקציה של המרחק מהכוכב, כך אומר סטפן קראוס, מחבר דו"ח תוצאות המדידות.

התצפיות הצביעו על חומר לוהט בטמפרטורה של אלפי מעלות, באזור הפנימי ביותר של הדיסקה, כאשר וגם על קיום אבק חם פחות, בחלקה החיצוני יותר של הדיסקה.

עוד הצביעו התצפיות על-כך ששינוי הטמפרטורה לאורך רדיוס הדיסקה הוא חריף יותר מאשר השינוי אותו "ניבאו" מודלים מוקדמים.

צופים בניו-זילנד ודרום אוסטרליה יכלו לצפות בליקוי חלקי של השמש, במשך אחר-הצהרים של ה-7 בפברואר.

20-21 בפברואר: ליקוי ירח מלא

אירוע זה הינו האירוע העיקרי השנה, התרחש בערב ה-20 לחודש, לרוחב אירופה ומערב אפריקה. בבוקר ה-21 הירח המלא גלש אל תוך הצל (Umbra) ב-20:43 E.S.T. הליקוי המלא התרחש ב-22:00 ונמשך 52 דקות. מספר ליקויים חלקיים יתרחשו בעתיד הקרוב אך ליקוי מלא של הירח יתרחש רק ב-20-21 בדצמבר 2010.

1 באוגוסט: ליקוי חמה מלא

נתיב צר של ליקוי חמה מלא, הראשון מאז הליקוי במרס 2006, חוצה את צפון קנדה והקוטב, מרכז רוסיה, לתוך מונגוליה ומסתיים בסין. באמצע הליקוי, ליד "נדים" (Nadym) בצפון רוסיה, צופים יוכלו לצפות בליקוי המלא שיימשך 2 דקות ו-27 שניות. מעבר לנתיב המרכזי, המופעים (פאזות) החלקיים של הליקוי יראו לרוחב כל אסיה (למעט יפן), במרכז ומזרח אירופה ובצפון קנדה.

16 באוגוסט: ליקוי ירח חלקי

ליקוי חלקי של הירח מסיים את עונת הליקויים של 2008. דיסקת הירח תחלוף במחצית הצפונית של צל כדור-הארץ, ויגרום לליקוי ירח חלקי שימשך 3 שעות ו-9 דקות. ליקוי זה ייראה באפריקה, אירופה ומרכז אסיה. בדרום אמריקה, דרום-מזרח אסיה ואוסטרליה יראה הליקוי בעת הזריחה או השקיעה של הירח המלא. הליקוי יראה חלקי מישראל מהשעה 19:20 (שעון קיץ).

צפון אמריקה לא חוותה ליקוי חמה מלא מזה זמן רב. אבל ההמתנה לא תימשך הרבה והיא תסתיים בעוד כעשר שנים - ב-21 באוגוסט 2017.

מידע על פעילויות בנושא ליקויים ניתן למצוא בסמוך לתאריך הליקוי באתר האגודה (www.astronomy.org.il) ובפרסומיה, ובאתרי גופי אסטרונומיה נוספים בארץ (ראו בעמוד הבא).

לעיון נוסף:

<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/LEplot/LEplot2001/LE2008Aug16P.GIF>

<http://www.education.org.il>

אריה מורג

באחד באפריל נתיישב על מאדים



וירגל: 100,000 מתיישבים על המאדים עד 2018. (מקור: theregister.com)

בזכות שיתוף פעולה בין שני גופים בינלאומיים ועיתרי ממון, ידע וכוח, נוצרה מתיחת האחד באפריל האולטימטיבית (עד כה, ורק אם אתם מתעניינים באסטרונומיה).

קבוצת וירגין, בבעלות המיליארדר צ'רלס ברנסון, אשר זכתה לא מכבר

מכאן, הסיקו החוקרים כי רוב החומר הנפלט משתנה מחומר חם ביותר (קרוב לכוכב), בתוך התווך שאורכו פעם או פעמיים המרחק בין כדור-הארץ והשמש, דהיינו 1-2 יחידות אסטרונומיות (י"א = 150 מיליון ק"מ).

עובדה זאת אף מרמזת שאבק אינו יכול להתקיים כה קרוב לכוכב, היות והאנרגיה הגדולה המוקרנת מהכוכב, מחממת והורסת, בסופו של דבר, את גרגירי האבק.

"ביצענו סימולציות מספריות מדוקדקות, במטרה להבין את תוצאות התצפיות שנערכו. הגענו למסקנה שאנו צופים לא רק בדיסקת האבק החיצונית, אלא מודדים גם פלט חזק מהתווך הלוהט, הגזי, הפנימי של הדיסקה", קראוס ממשיך.

"הדבר מצביע על-כך, שהדיסקה אינה 'אדישה' או פסיבית, ואינה ממחזרת פשוט את האור הנובע מהכוכב – הדיסקה פעילה, אקטיבית, ואנו רואים את החומר, המשוגר מחלקיה החיצוניים של הדיסקה לעבר הכוכב הנוצר.

"המודל המדויק ביותר הוא של דיסקה המתפשטת עד כדי 100 י"א, ובמרכזה כוכב אשר מסתו צומחת עד כדי 7 מיליון מסות שמש לשנה!", מסכם קראוס.

"המחקר שלנו ממחיש את העוצמה של טלסקופ ה-ESO, באמצעותו ניתן לחקור את המבנה הפנימי של דיסקה סביב כוכב צעיר, ולחשוף כיצד כוכבים משיגים את המסה הסופית שלהם", אומר קראוס.

לעיון נוסף:

www.astronomy.com/asy/default.aspx

אריה מורג

ליקויי חמה / ירח – ב-2008

ליקויי מאורות מופיעים בשתי צורות: ליקוי חמה וליקוי ירח. לכל סוג המופע והמשתנים שלו. ליקוי חמה מתרחש כאשר הירח חולף, ישירות, בין כדור-הארץ לבין השמש. אירוע זה יכול להתרחש רק בעת התחדשות הירח. אם דיסקת הירח מסתירה לחלוטין את השמש, אפילו לרגע קט, הליקוי מלא.

כאשר הירח עובר בין כדור-הארץ לבין השמש אך אינו מכסה אותה לחלוטין, הליקוי הוא ליקוי טבעתי, כינוי זה נקבע כי במרכז הליקוי, טבעת אור השמש מקיפה את דיסקת הירח. מעבר לאזור הטבעתי, הליקוי הוא ליקוי חלקי.

ליקוי ירח מתרחש כאשר צל כדור הארץ נופל על-פני הירח. סוג הליקוי (חלקי או מלא) מותנה בעומק החדירה של הירח אל תוך הצל המרכזי (Umbra) של כדור-הארץ.

להלן סקירה קצרה של ליקויי השמש והירח, שהתרחשו ויתרחשו השנה:

7 בפברואר: ליקוי חמה

הליקוי הראשון לשנת 2008 היה ליקוי חמה טבעתי, שחצה פינה קפואה של אנטרקטיקה ואת מימיו הדרומיים של האוקיינוס הארקטי. מדובר במופע קצר בן שתי דקות.

הוסיפו שהישרדות המין האנושי בעזרת התיישבות על מאדים תהיה מוסרית ותאפשר לשמר את הטוב שבטוב – שלו מגיע לשרוד. התוכנית שפורסמה כללה את בחירת מתיישבים בין השנים 2008-2010, מסע מאויש ראשון למאדים בשנת 2016, הקמת מושבה מוניציפאלית ראשונה על מאדים בשם וירגל-סיטי, והגעה לכמות של 100,000 מתיישבים עד שנת 2018. סה"כ 10 שנים של פעילות.

כלי תקשורת רבים בעולם נתנו הד להודעה זו, שהתבררה בדיעבד כמופרכת לחלוטין.

עודד אברהם

בתחרות ה-X-Prize בה נבחנו יכולות מוסדות פרטיים לשלח חללית זולה לכ-100 ק"מ מעל פני הקרקע ולהחזירה בשלום, וחברת האינטרנט גוגל בבעלות סרגיי ברין לארי פייג', הוציאו הודעה משותפת על מפעל משותף חדש: הקמת מושבה אנושית על המאדים. תאריך הכרזה היה האחד באפריל השנה.

בהודעה ששחררה לעיתונות באחד באפריל השנה, התייחס ברנסון לחברה המאוחדת של וירג'ין וגוגל – וירגל – ככזו עם רוח גילוי הלא-נודע כמו שהייתה למרקו פולו ולכריסטופר קולומבוס כשיצאו לגלות עולמות חדשים, "אולם עם קצת יותר יעילות" קיווה ברנסון. מייסדי גוגל

גופי אסטרונומיה בישראל

גופים נוספים העוסקים נוספים העוסקים בפעילות* אסטרונומית ציבורית:

צמ"ד, מכון וייצמן, רחובות

סדרת אסטרונומיה לכולם - גילאי 17+. ההרצאות מתקיימות ברחבת צמ"ד במכון וייצמן למדע, רחובות ע"י ד"ר דניאל ללוש. לעיתים תינתן הנחה לחברי אגודה. תצפיות תתקיימנה במידה ומזג האוויר יאפשר זאת.

לפרטים נוספים: 08 - 9343943 www.weizmann.ac.il/young

המועדון האסטרונומי של אוניברסיטת תל אביב

ההרצאות מתקיימות בחינם באולם "לב", בנין הפקולטה למדעים מדויקים באוניברסיטת תל אביב.

לפרטים נוספים: 03 - 6405121 www.astroclub.tau.ac.il/board

הרצאות בחמד"ע, ת"א:

כל ההרצאות חינמיות, ומתקיימות בבית חמד"ע ברחוב הפרדס 7 תל אביב (ליד העירייה).

לפרטים נוספים: 03 - 52100800 www.hemda.org.il

פעילויות של אגודת החלל הישראלית, הרצליה:

הפעילויות מתקיימות בבית חיל האוויר בהרצליה.

לפרטים נוספים: 09 - 9510260 www.space.org.il

הרצאות מסלול, הטכניון חיפה:

הפעילויות מתקיימות לרוב בפקולטה לאווירונאוטיקה בטכניון, חיפה.

לפרטים נוספים: 04 - 8292111 www.maslul.org

מצפה הכוכבים אל מוטראן, נצרת:

הפעילויות מתקיימות בערבי שישי, בין השעות 18:00 ל-21:00.

לפרטים נוספים: 04 - 6567711

המוזיאון הלאומי למדע, טכנולוגיה וחלל, חיפה:

הדרכות פלנטריום בימי שבת וחג.

לפרטים נוספים: 04 - 8614444 www.madatech.org.il

מרכז אילן רמון לנוער, אוניברסיטת בן גוריון, ב"ש:

תצפיות, הרצאות, ימי עיון ועוד.

לפרטים נוספים: 08 - 6652068 www.ilanramon.bgu.il

המרכז האסטרונומיה של בית יציב, ב"ש:

הדרכות מגוונות בתיאום מראש.

לפרטים נוספים: 08 - 6271490 www.madatech.org.il

* יש להניח כי הפעילויות הינן בתשלום אלא אם צוין אחרת. לעיתים תפורסם הנחה לחברי אגודה. קיום תצפיות תלוי בתנאי מזג האוויר במקום הפעילות.

סימולציות של שחרור גז מפני שביט / ד"ר יגאל פתאל

כוכבי שביט

האסטרונם האנגלי אדמונד האלי, היה הראשון שניסה לחשב מסלול של שביט בהתאם לחוקי ניוטון. האלי ניסה לחשב את מסלולו של שביט בהיר, שעבר בשמים בשנת 1682. חישוב המסלול היה דבר קשה מאוד והאלי נעזר גם בנתוני תצפיות על שביטים אחרים שנעשו בעבר. האלי הבחין במהלך עבודתו, כי שביט זה, ושביטים שהופיעו בשנים 1607, 1531 ו-1456 נעים באותו מסלול בשמים. האלי גם מצא כי תדירות הופעתם של השביטים האלה היא 76 שנה, בקירוב. לכן, האלי הגיע למסקנה כי המדובר באותו שביט שניע במסלול אליפטי מוארך מאוד, ולכן הוא מתגלה רק כל 76 שנה, כאשר הוא מגיע לפריהליון של מסלולו.

למרבה האירוניה, האלי לא יכול היה להיווכח אם תחזיתו נכונה או לא, כיוון שהופעתו הבאה של השביט, כפי שחזה, היתה אחרי מותו. אולם, התיאוריה של האלי הוכחה כנכונה, ומשנת 1682 ואילך נקרא השביט, שאת חזרתו חזה האלי, בשם: שביט האלי. מאז, השביטים נחשבים כחלק בלתי נפרד ממערכת השמש, שניתן לחשב את מסלולם בדיוק רב.

סוגי שביטים

עננת אורט (Oort) וחגורת קויפר (Kuiper)

במשך שנים רבות תהו האסטרונמים מהו מקורם של השביטים. על סמך תצפיות נראה שישנם שני מקורות עיקריים לשביטים: עננת אורט שהיא מקור השביטים ארוכי המחזור, וחגורת קויפר, שהיא מקור השביטים קצרי המחזור.

עננת אורט

קיומה של עננת אורט (Oort cloud), הוצע לראשונה בשנת 1950 ע"י האסטרונם ההולנדי יאן אורט, שחישב את מסלוליהם ההתחלתיים של כ-20 שביטים ארוכי מחזור, לפני שמסלולם הופרע על ידי כוכבי הלכת, על סמך השערה של אופיק (Opik) שני עשורים קודם לכן (Opik 1932, Oort 1950). אורט מצא שהשביטים נעים במסלולים אליפטיים מוארכים שאורכם נע מ-100,000 עד 150,000 יחידות אסטרונומיות ללא כיוון מועדף ולכן העננה כדורית סביב מערכת השמש. ממצאיו של אורט התבררו כבלתי מדויקים, וכיום מוערך

רדיוסה של עננת אורט בכ-20,000 עד 50,000 יחידות אסטרונומיות. למרות שיפור שיטות התצפית, לא ניתן לצפות בגופים כה קטנים רחוקים כל כך. הסף התחתון

שביטים הם גופי קרח גז ואבק בקוטר בין 10-300 קמ', שמקורם בקצה מערכת השמש והם בין גרמי השמים המרשימים ביותר - הופעת שביט בשמים, כאשר זנבו משתרך לעתים על כל רוחבה של כיפת השמים - היא מראה מלא הוד והדר שבימים עברו הטיל מורא על בני האדם.

עדויות על שביטים שחלפו בשמי כדור הארץ קיימות אלפי שנים. הופעה של שביט נחשבה בעבר כאות מבשר רעות, וזאת משום שבניגוד ליתר גרמי השמים במערכת השמש, הופעת השביטים בשמים אינה סדירה, ולא ניתן היה לצפות את בואם ואת מראם. גם צורתם של השביטים עוררה חרדה - לשביט, בניגוד לשאר גרמי השמים, צורת עיגול זוהר ואביך, וזנב ארוך שנשרך מאחוריו. הזנב הזכיר את שיערן הפזור של נשים השרויות באבל, 'עדות מוצקה' לכך שהשביט מסמל רעות. שמו הלטיני של השביט - cometa נגזר מצורתו: כוכב שער.

הפילוסוף היווני, אריסטו, האמין כי כיפת השמים קבועה ולא משתנית; לפיכך, השביטים, שמופיעים ללא אזהרה מוקדמת, אינם נמנים על גרמי השמים. אריסטו סבר, שהשביטים הם דליקות באטמוספירה, שנמשכות פרק זמן מסוים, הנע בין שבוע למספר חודשים. כיוון שכך, מרחקו של השביט מכדור הארץ קטן מאוד, קטן אפילו ממרחקו של הירח מכדור הארץ. בשלהי המאה ה-16, ניסה טיכו ברהה לקבוע את מהו המרחק לשביט שנצפה באותה תקופה. טיכו השתמש בשיטה הגיאומטרית של מדידת מרחק המכונה: פרלקסה. מהמדידה נבע, שהשביט רחוק מהארץ, מרחק הגדול פי



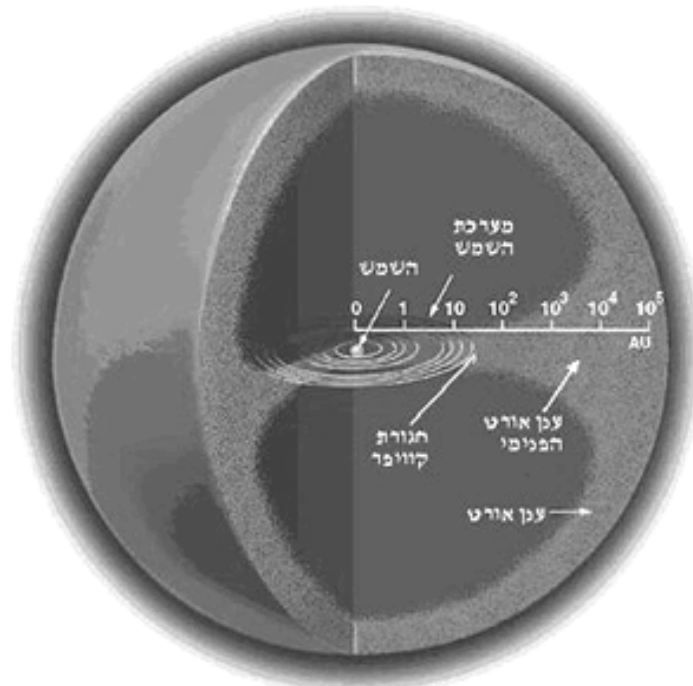
כוכב השביט הייל בופ. (מקור: אתר נאס"א)

ארבעה, לפחות, ממרחקו של הירח מכדור הארץ. ממצא זה עזר לקפלר, עוזרו של טיכו, לבסס את טיעונו בדבר ריחוקה של כיפת השמים מכדור הארץ.

ואריס (*Eris*) הם בגודלו של כוכב הלכת פלוטו (*Brown et al. 2005*) ולמעשה משנים את חלוקת מערכת השמש בין כוכבי לכת, כוכבי לכת ננסיים, שביטים וגופי *KBO*.

חגורת קויפר מחולקת לכמה אזורים עיקריים:

Plutinos – גופים אלה, בדומה לפלוטו שמעמדו שונה בשנת 2006 למעמד של כוכב-לכת ננסי, לכודים במסלולו של נפטון (מסלולו של פלוטו חוצה את מסלולו של נפטון). גופים אלה מצויים עד מרחק של $35AU$ ביחס רוונס של 2:3 ממסלולו של נפטון (*Murdin P. 2001*).



מיקום עננת אורט וחגורת קויפר במערכת השמש. סקלת המרחקים היא לוגריתמית במונחי יחידות אסטרונומיות. (תמונה א-1).

Classical Belt KBO – מצויים בין $40-48 AU$ (*Gladman et al. 2001*)

Trans-Neptunian Objects – גופים שמצויים מעבר למסלולו של נפטון (למעט 2 הקבוצות הקודמות). (*Trujillo and Brown, 2002*)

שביטים ממשפחת Jupiter – זו תת-מחלקה של שביטים קצרי המחזור. על שביטים אלה נמנים השביטים שזמן המחזור שלהם $< 20 Years$ והאינקלינציה שלהם ביחס למישור המילקה קטנה או משתווה לאינקלינציה של שביטים בחגורת קויפר. מקורם של שביטים אלה בחגורת קויפר אך הם נלכדו על ידי כוח הכבידה של צדק, ששינה את מסלולם. דוגמה לכך היא השביט *SL-9* שנלכד בכוח הכבידה של צדק בשנת 1993 למסלול סגור סביב צדק שהביא לנפילתו של השביט על צדק בשנת 1994.

מיון שביטים לפי זמן מחזור הקפתם את השמש

השביטים ממוינים על פי זמן המחזור שבו הם מקיפים את השמש:

למספר השביטים בעננת אורט נאמד ב- $10^{11} \times 1-2$ שביטים (*Neslusan et al. 2005*). כתוצאה מפרטורבציות של כוכבים אחרים הפועלות על השביטים בעננת אורט, נזרקים כ-10 שביטים בשנה אל פנים מערכת השמש (*García-Sánchez et al. 1999*) בהתבסס על התצפיות בשביטים במאתיים השנים האחרונות, מוערך קצב כניסת שביטים מעננת אורט אל פנים מערכת השמש. יש שלוש סיבות עיקריות לערעור, מקומי, של עננת אורט:

1. השפעות הכבידה של כוכבים חולפים על יציבותה של עננת אורט.
2. מעבר של מערכת השמש באזורים של גז ואבק בגלאקסיה. השפעה זו מחזורית, בהתאם לסיבוב זרועות הגלקסיה סביבה.
3. השפעת הפוטנציאל הכבידתי הכולל של הגלאקסיה, על עננת אורט עצמה.

מקורם של השביטים בעננת אורט הוא מאזור הפלנטות הגזיות הענקיות צדק ושבתאי. בעת יצירת מערכת השמש, גרמו ההשפעות הכבידתיות של שתי הפלנטות להעפתם של גושי הקרח שנוצרו באזור זה אל מסלולים בעלי אקסצנטריות גבוהה מאוד, וחלקם אף נזרקו למסלולים פרבוליים. חישוב מסלוליהם של השביטים הידועים וכן זווית האינקלינציה שלהם ביחס למישור המילקה מאפשר להתוות את מיקומו וגודלו של ענן אורט (*Weissman 1977*).

חלק מהשביטים נלכדו על ידי צדק והם מקיפים את השמש במסלולים בעלי אקסצנטריות קטנה בזמן מחזור של עד 20 שנים והם נקראים *Jupiter family* – ראו להלן (*Licandro et al. 2000, Napier and Clube 1997*).

קיומה של עננת אורט לא פתר את כל השאלות שעלו מהתצפיות על מסלולי כוכבי השביט ושכיחותם. היה צורך במודל נוסף:

חגורת אדג'וורת' - קויפר *Edgeworth - Kuiper - KBO Belt Objects*

במחצית המאה ה-20 העלו קנת אסקס אדג'וורת' וג'ררד קויפר את ההשערה כי מקורם של השביטים קצרי המחזור (זמן מחזור קטן מ-200 שנה) בעלי אינקלינציה קטנה, הוא בחגורה שטוחה יחסית (עוביה כ-40 מעלות) של שביטים שמצויה מעבר למסלולו של נפטון (*Edgeworth 1949*), חגורה זו מכונה: **חגורת אדג'וורת' - קויפר** (*Kuiper 1951*). חגורה זו מכונה: **חגורת אדג'וורת' - קויפר** (*Edgeworth - Kuiper belt*) והיא, כנראה, שריד של הענן השמשי, ממנו נוצרה מערכת השמש. שלא בדומה לעננת אורט, שמקיפה את מערכת השמש כענן ספירי מכל עבריה, חגורת קויפר מצויה על מישור המילקה ורוחבה, מכל צד, אינו עולה על 20 מעלות. חגורת קויפר מאכלסת לפחות כ- 7×10^4 שביטים שקוטרם גדול ממאה קילומטר. אם כי גופים קטנים יותר בקוטר של ק"מ בודדים נתגלו גם באמצעות טלסקופ החלל *ע"ש האבל* (*Cochran et al. 1995*), גודלה של חגורת קויפר הוא בין $30-65 AU$ ומסתה הכוללת נאמדת בכ-0.1 מסות ארץ (*Jewitt et al. 1998*). עד היום נתגלו כ-600 גופים רת *Kuiper* מהם כ-1/3 שביטים (*Trujillo et al. 2001*) ויתרם גופי סלע-קרח, שהגדולים מביניהם סדנה

שביטים מלחכי שמש רבים וכאלף מהם התגלו במהלך 5 השנים האחרונות. עד כה החללית SOHO גילתה 1,481 שביטים

מבנה השביטים

השביטים מורכבים משלושה חלקים עיקריים: גרעין, הילה וזנב. השביטים מבילים את רוב זמנם במרחקים גדולים מהשמש וזאת בשל מסלולם המוארך. הגרעין מורכב בעיקר מקרח, גזים ואבק. עם התקרבותו אל השמש, השביט מפתח בהדרגה הילה (coma). ההילה נוצרת כתוצאה מהשתחררות גז ואבק מהגרעין המתחמם. כאשר השביט מוסיף להתקרב לשמש, הוא מפתח זנב שמגיע לגודלו המקסימלי סמוך לפריהליון.

גרעין השביט

החלק העיקרי של השביט, הוא הגרעין (nucleus). גודלו של הגרעין, במרבית השביטים, אינו עולה על עשרים ק"מ, אולם מספר שביטים כגון: שביט האל-בופ (Hale-Bopp, 1977), התגלו כבעלי גרעינים שקוטרים הגיע ל 40 ק"מ (Fernández, Yanga R., 2002) ועם גילוי השביטים בחגורת קויפר, מעבר למסלולו של נפטון, נמצאו גם שביטים שגודל גרעינם הגיע גם למאות ק"מ. גרעין השביט בנוי רובו קרח (מים), בטמפרטורה נמוכה מאוד של קרח אמורפי. בין גבישי הקרח לכודים חלקיקי אבק. המודלים המקובלים של מבנה השביט הם של 'קרח מלוכלך' (dirty snowball), שהוצע לראשונה על ידי פרד וויפל (Whipple, 1951). על פני גרגרי סיליקאטים נדבקו קרח מים בהם לכודים הגזים השונים. על פי מיקומם של המקורות של השביטים במערכת השמש – אזור כוכבי הלכת הגזיים ומעבר למסלולו של נפטון, השביטים נוצרו בטמפרטורה נמוכה. בטמפרטורה כזו של היווצרות, כ- K27, הקרח הוא אמורפי עם גזים לכודים. מחקרים הראו שקיימים הבדלים בין שביטים שמקורם בעננת אורט, שנוצרו כפי הנראה באזור הענקיים הגזיים צדק ושבתאי, לבין שביטים שמקורם בחגורת קויפר שנוצרה רחוק יותר מעבר למסלולו של נפטון (Mumma et al. 2000).

שביטים שחלפו פעמים רבות סביב השמש, ואיבדו את מרבית הגז שלהם, הינם בעלי גרעין של סלע וקרח. החללית האירופאית, ג'יוטו (Giotto), גילתה שהגרעין של שביט האלי עטוף מעטה כהה מאוד, שכנראה עשוי מתרכובות של חומרים המכונים CHON (חומרים אורגניים שנוצרו על פני השטח המכילים בעיקר את היסודות פחמן, מימן, חמצן וחנקן) (Keller et al. 1986, Reinhard et al. 1986, Sagdeev et al. 1986). ג'יוטו חלפה במרחק 500 ק"מ משביט האלי, בעת מעבר הפריהליון האחרון שלו בשנת 1986. עם התקרבות השביט לשמש, מתחמם הקרח בשכבה החיצונית של הגרעין ומתנדף, תוך שחרור הגזים והאבק הכלואים בתוכו. הגז והאבק פורצים החוצה בצורת סילונים מבעד לסדקים ובקעים, הנפערם במעטה הכהה העוטף את הגרעין. הסילונים מאיצים את המהירות שבה השביט סובב סביב צירו. התופעה נצפתה היטב בשביט האל-בופ, ששני הסילונים העיקריים שפרצו ממנו, השוו לו מראה של ממתרה מסתובבת (Lederer et al. 1999). **שנצפו היטב גם במצפה הכוכבים בגבעתיים לפני מעברו בפריהליון.**

בשנת 2004 חלפה חללית Stardust ליד שביט Wild-2 ודגמה דגימות מההילה וזנב אותם החזירה לכדור הארץ

שביטים קצרי מחזור (Short period comets)

זמן מחזור של שביטים מסוג זה נע בין מספר חודשים לעשרים שנה, ומקורם בחגורת קויפר. מסלולם חוצה את מסלולי כוכבי הלכת, ולכן הם מושפעים מאוד מפרטורביציות, שמקורן בכוחות המשיכה של כוכבי הלכת, וכתוצאה מכך, מסלוליהם משתנים. השביטים קצרי המחזור נשחקים בשל מעבריהם התכופים סמוך לשמש - בכל מעבר, מאבד השביט חומר, ומלאי הגז והאבק שבו מתכלה. לכן, אורך החיים של השביטים קצרי המחזור קצר יחסית.

שביטים בעלי מחזור ביניים (Intermediate period comets)

אלה שביטים בעלי זמן מחזור הנע בין עשרים שנה למאתיים שנה. שביט האלי הוא הדוגמה לשביט בעל מחזור כזה, ומכאן כינויים: 'שביטים מסוג האלי'. שביטים בעלי מחזור ביניים הם מועטים, ולכן קשה לדעת נתונים סטטיסטיים עליהם. כנראה שגם מקורם בחגורת קויפר.

שביטים בעלי מחזור ארוך (Long period comets)



תאור סכמטי של מבנה שביט. הגרעין קטן מאוד ולמעשה מוסתר בתוך ההילה. זנב היוניים קלש יותר והוא ישר, מופנה בדיוק לכיוון השמש לאורך קווי השדה המגנטי שלה. זנב האבק עשוי להיות מפוצל לכמה זנבות (שביט West).

שביטים בעלי זמן מחזור הגדול ממאתיים שנה, העשוי להגיע גם למאות אלפי שנים. מקורם של השביטים ארוכי המחזור הוא בעננת אורט. כנראה, שחלק מהשביטים ארוכי המחזור נקלעים לתוך מערכת השמש הפנימית, והופכים לשביטים קצרי מחזור עקב הפרטורביציות של כוכבי הלכת.

שביטים מלחכי שמש (Sun grazing comets)

אלה שביטים, שהפריהליון שלהם מאוד קרוב לשמש, עד כדי כך שהם מגיעים כל כך קרוב לשמש, שהם מושמדים. השביטים מלחכי השמש הם בדרך כלל מאוד מרשימים. כך, לדוגמה, השביט של 1843 שהיה כה גדול ובהיר, עד שנראה באור יום. עם תחילת התצפיות הסדירות על השמש באמצעות הלוויין SOHO מתגלים

בשנת 2006. החללית גם ניפקה צילומי תקריב מעולים של השביט. מדידות ראשוניות של הרכבו הכימי של האבק מראות נוכחות של היסודות Mg, Si, Mn, Fe, Ni, Ca, Ti וממצאים אלה הם בהתאמה של עד 65% מההרכב הכימי שמתקבל מניתוח מטאוריטים שמקורם בשביטים (Flynn et al. 2006).

בשנת 2004 שוגרה החללית Rosseta אל עבר שביט

Churyumov-Gerasimenko

המצוי מעבר למסלולו של צדק והיא עתידה להנחית גשוש על פניו כאשר תגיע אליו בשנת 2014.

פעילות השביט אינה מתרחשת מכל חלקי הגרעין. תצפיות בשביט האלי הראו פני שטח כהים מאוד שאדי מים וגז פורצים מתוך מכתשים וסדקים במעטה האבק. פעילות השביט מכסה רק 3% מפני השטח (A'Hearn et al. 1995). הפעילות אינה אחידה מכל שטח השביט והסילונים

פעילים בעיקר בצד שפונה לשמש (A'Hearn et al. 1986, Keller 1997) וכן בשביטים הגדולים (Biver et al. 1999) והאל בופ (Lederer et al. 1999). גם בשביט קצר המחזור, P/Encke, שבשל זמן המחזור שלו המאוד קצר, 3.3 שנים, אינו מראה כמעט פעילות, נצפתה התופעה של פעילות הסילונים בעיקר מהאזור שפונה לשמש (Festou & Barale, 2000).

הילה

ההילה (coma) מתפתחת רק עם התקרבות השביט לשמש. בגלל סמיכות האבק והגז בהילה, לא ניתן לראות את הגרעין מבעדה. צורתה של ההילה כדורית, והיא מורכבת משני חלקים:

1. הילת הגז והאבק, המצויה קרוב לגרעין.
2. הילה של מימן, המשתרעת אל מעבר להילת האבק והגז, נצפית בקרינת UV הנוצרת כתוצאה מהפוטוליזה של המים.

ההילה מתפתחת ככל שהשביט מתקרב לשמש. במרחקים גדולים מאוד מהשמש ($5 \sim A.U$) מתחיל נידוף הקרח מפני השביט תוך שחרור הגזים הלכודים בקרח אל ההילה ובמרחק של $3 A.U$ קצב שחרור הגזים עולה

(Biver 2002). גודל ההילה והרכבה נגזר מפעילות השביט המתקרב לשמש. בעבודות ניסיוניות קודמות, שנערכו במעבדותינו, הוכח שפעילות השביט תלויה בתהליכי הטרנספורמציה בקרח מים במעברו ממבנה אמופי למבנה גבישי, קובי והקסגוני ובסוף התהליך בנידוף הקרח ושחרור החומרים הנדיפים הכלואים בו (Laufer et al. 1987, Laufer 1988, Bar Nun and Kleinfeld 1989, Bar-Nun et al. 1988).

בדרך כלל ההילה מגיעה לשיא גודלה כשהשביט מצוי במרחק של כ-1.5 עד 2 יחידות אסטרונומיות מהשמש. כאשר השביט ממשיך להתקרב לשמש, ההילה מפסיקה לגדול, והיא אף מתכווצת, למרות הנידוף, בגלל מעבר מהיר של חומר מההילה לזנב בהשפעת רוח השמש. לכך יש סיבה נוספת: יתכן גם, שהסדקים הפעורים במעטפת הגרעין, מבעדס משתחרר הגז והאבק, נסתמים מעט על ידי אבק ושברים הנופלים מההילה חזרה אל פני השביט. תצפיות בשביט האלי הראו שפני השביט כהים מאוד, כתוצאה מיצירת חומרים אורגניים על פני השטח על ידי קרינת UV היוצרים שכבת בידוד של חומר אורגני שסותם את פני השביט (Whipple, 1987. Clark et al. 1987).

המקור הראשי לגזים בהילה הם הגזים שמשחררים משכבות שונות בקרח המתחמם בעת התקרבות השביט לשמש, אך גם גרגירי קרח גדולים שמועפים להילה מתנדפים כתוצאה מאינטרקציה עם קרינת השמש ורוח השמש ומהווים מקור משני לגזים בהילה. שכיחות הגזים בהילה אינה זהה לשכיחות הגזים הכלואים בקרח בגרעין השביט וחלקם הם תוצאה של פירוק מולקולות מורכבות יותר, כדוגמת HCHO (פורמלדהיד) שנצפו מקרוב בשביט האל בופ (Biver et al. 1999) ובשביט האלי (Eberhardt et al. 1987).

גודל ההילה וצורתה מושפעת מהתלות במרחק מהשמש. כיוון שאין אפשרות למדוד ישירות נוכחות של מולקולות מים (H_2O) בהילה, כתוצאה מהפירוק ל- OH ו- H , מודדים את כמות ה- OH . הזדמנות טובה לביצוע מדידה השוואתית של נוכחות הגזים בהילה ביחס למים נקרתה בעת מעברו של שביט האל-בופ ומעברו האחרון של שביט האלי, כיוון ששני השביטים נצפו ונחקרו עוד כשהיו במרחק גדול מ- $5 AU$ מהשמש.

זנבות שביטים

כאשר השביט מתקרב למערכת השמש, הוא מפתח זנב, שנוצר עקב שחרור הגזים והאבק הלכודים בגרעין.

במרבית השביטים, נצפו שני זנבות, אם כי נצפו גם שביטים רבים, להם היו יותר משני זנבות. ההבדל בין שני זנבות השביט הוא הרכבם הכימי והתכונות הפיזיקליות של הגז והאבק המצויים בזנב. הזנב בעל הגוון הכחלחל הוא זנב יונים, והזנב הלבן הוא זנב גזים ואבק.

זנב גזים ואבק

זנב הגז והאבק (dust tail), נוצר עקב לחץ הקרינה של השמש הדוחף את ההילה לכיוון המנוגד לשמש. החומר ממנו מורכב הזנב הוא גרגירי אבק שגודלם האופייני הוא $1\mu m$, המשתחררים מגרעין השביט בתהליך הסובלימציה וכן גזים הנפלטות תוך כדי התהליך. זנב האבק נראה היטב הודות לקרני השמש המפוזרות מחלקיקי האבק שנמצאים בזנב. ככל שהשביט מתרחק מהשמש, בהירותו של זנב האבק והגזים יורדת, בגלל התפזרות גרגירי האבק אל החלל. צורתו ואורכו של זנב האבק של השביט, כפי שהוא נראה לעיננו, מושפעים ממיקומו של כדור הארץ ביחס למסלול המישורי של השביט. הזווית שנוצרת בין כיוון תנועתו של השביט, השמש וכדור הארץ, היא שקובעת כיצד ייראה זנב האבק של השביט. גורמים נוספים המשפיעים על הצורה בה רואים את זנב האבק והגז של השביט הם: בהירותו של הזנב (כמות גרגירי האבק בזנב), רמת זיהום האור באטמוספירה (מרחק ממקומות יישוב, לחות, אבק וכדומה), ואור הירח.

זנב יונים (פלסמה)

זנב היונים (ion tail) מאופיין בגוון כחלחל הנובע מנוכחות גבוהה של יונים וגזים מיוננים. מקור הגזים בזנב היונים הוא בפליטתם מהגרעין והתפזרותם סביבו בצורת ההילה. מרבית הגז בהילה מורכב ממולקולות מים, המיוננות על ידי הקרינה העל סגולה מהשמש. היונים נשרכים מאחורי הגרעין למרחק שנע בין עשרה מליון למאה מליון קילומטרים. רוחבו של גז היונים הוא בערך כעשירית מאורכו. זנב היונים מוטה בזווית של כ-5° מהקו הדמיוני הנמתח בין השמש והשביט וצורתו וכיוונו נובעים מאינטרקציה עם קווי השדה המגנטי של השמש.

מבנה כימי והרכב שביטים

השביטים הם, לפי הגדרתו של פרד וויפל, "קרח מלוכלך" (Whipple, 1951) והקרח מהווה את החומר העיקרי ממנו בנוי גרעין השביט (כ-31%). יתר המרכיבים הם: סיליקאטים וחומרים אורגניים - CHON – שיחדיו מהווים כמחצית ממסת השביט. שכיחויות אלה מראות את סדר הגודל של התפלגות החומרים בשביטים ובין שביטים שונים עשויים להיות הבדלים של אחוזים לכאן ולכאן. דוגמה להתפלגות חומרים בשביט (C/1999 S4) (LINEAR) אפשר לראות בטבלה שבהמשך.

התכונות מים נוזליים בגרעין השביט

הקרח מים בגרעין נובע מהטמפרטורות הנמוכות מאוד באזורים שבהם נוצרו השביטים. אולם במקרים של שביטים גדולים מאוד, על פי מודלים מתמטיים, ייתכן מצב בשלבים הראשונים של היווצרות השביט שהלחץ

הגדול במרכז השביט וכן התפרקות של חומרים רדיואקטיביים בגרעין השביט כגון ^{26}Al שמסוגלים לחמם את השביט לתקופה קצרה, עשויים לאפשר קיומם של מים במצב נוזלי במרכז השביט. היתכנותם של תנאים המאפשרים קיום מים נוזליים בשביט לא הוכחה עד כה בניסויים או בתצפיות. אולם מודלים מתמטיים מראים שבנוכחות של חומרים רדיואקטיביים וגודל מינימלי של גרעין שביט (15km) מתאפשר קיום מים נוזליים בגרעין (Podolak and Prialnik 2000., Merk et al. 2002). לשאלת היתכנותם של מים נוזליים בגרעין השביט, ולו אף לתקופה קצרה בתחילת חיי השביט חשיבות רבה בשאלת התפתחות החיים במערכת השמש כיוון ששילוב של מים נוזליים וחומרים אורגניים המצויים בשפע יחסי בשביט עשוי לאפשר התפתחות אבני הבניין של החיים.

חומר	אחוז ממסת השביט
קרח מים (H_2O)	31%
סיליקאטים	26%
אורגניים	24%
CO_2	3%
CO	2.4%
CH_3OH	1.7%
H_2CO	0.5%
חומרים נדיפים אחרים $SO, SO_2, HCOOH, HC_3N, CH_3COOH, NH_2CHO$	4%

א-5: שכיחות חומרים שונים בשביט (C/1999 S4) (LINEAR) – בניסויים השתמשנו בארגון (Bockelee-Morvan et al. 2001). הערה – בניסויים השתמשנו בארגון ובמים כבדים למרות ששכיחותם בשביטים היא אפסית. כיוון שאי אפשר להשתמש בגז CO במעבדה בגלל רעילותו, נבחר ארגון בגלל שתכונות הלכידה שלו בקרח דומות לאלה של CO . שכיחות HDO בשביטים היא אפסית ואנו בחרנו ב- HDO וב- D_2O בניסוי נדידת מים בקרח לבקרה.

אבק סיליקאטים בשביטים

זנב האבק הוא החלק המרשים ביותר בשביטים והוא המקנה להם את יופיים הרב. האבק הכלוא בשביט משתחרר בעת החימום. הפעם הראשונה שבה בוצעה מדידה ישירה של האבק המצוי בזנב השביט הייתה בעת מעברו האחרון של שביט האלי ליד כדור הארץ כאשר החללית Giotto חלפה בתוך זנב השביט בין ה-13 ל-14 במרס 1986 ומכשיריה מדדו את הרכב החומרים בזנב השביט. (Pankiewicz, et al. 1988, Jessberger et al. 1988). יחס האבק לקרח שנמדד הוא 1:1. החללית גיוטו מדדה קצב ייצור אבק של $10^6 g/s$ כאשר חלקיקי האבק שנמדדו היו בטווח מסות שבין $10^{-17} g$ – $10^{-2} g$ עם עדיפות לאבק אורגני על סיליקאטי. (Kissel et al. 1986). בנוסף מתצפיות ב-IR (באורך גל $10\mu m$) בין היתר בשביטים האלי ואנקה. במדידות בתחום $10\mu m$ של שביט האל-בופ נמדדו 5 סוגי מינרלים אמורפיים וגבישים מועשרי מגנזיום. סוגי המינרליים שנמדדו בשביט האל-בופ הם:

המרכיבים בחומרים האורגניים (Fomenkova et al. 1999). בין המולקולות זווה מולקולות מורכבות של חומצות אמינו, טבעות ארומטיות של 5-6 פחמנים ושרשראות פחמן C4 ו-C6. תרכובות HCOOH , CH_3COOH , NH_2CHO ו- HCHO נמצאו בשביטים וכן בעננים בין-כוכביים מולקולריים כהים כמו ערפילית אוריון (טבלה א-8) וכדומה (Boklee-Morvan et al. 2002).

הדמיון בין שכיחות החומרים הנדיפים בשביטים לבין שכיחותם בעננים מולקולריים קרים בהם נוצרות שמשות חדשות (טבלה א-8) מראה כי מקור החומרים הוא בעננים אלה. חומרים אלה נלכדו ללא שינוי בקרח השביטים בעת יצירת הערפילית הסולרית (Geiss et al. 1999). גם גילוי תרכובות עם פחמן – מימן כגון C_3H , C_4H , CH_3CN , $\text{C}_2\text{H}_5\text{CN}$ בהילת השביט האלי תומכת בהשערה זו. ידיעה טובה יותר על ההרכב של החומרים האורגניים בשביטים תהיה לנו לאחר ניתוח הסופי של הממצאים של משימת Stardust בשלהי 2006 ובשנת 2007 ובעיקר לאחר משימת ה-Rosetta לקראת שנת 2015.

תרכובות פחמן	אחוז פחמן ותרכובות פחמן מתוך החומרים האורגניים בשביט Halley
תרכובות אורגניות מורכבות	60%
Hydrocarbons	20%
C-Phases	10%
Carbonates	5%
(C,N) & (C,O) Polymers	5%

א-7: התפלגות תרכובות פחמן בשביט Halley (Kissel and Krueger, 1986).

חומרים נדיפים בשביטים

בגרעין חומרים נדיפים כלואים במבנה הקרח ומשתחררים כאשר הקרח מתחמם ומתנדף. אומדן טוב לחומרים הנדיפים המצויים בשביטים ביחס למים התקבל כבר בתצפיות שנעשו בשביטים האל-בופ, היאקוטקה, האלי וכן במשימות *Deep Impact* ו-*Stardust*. מניתוח ספקטרלי של החומרים הנדיפים בשביטים נמצאה התאמה בין הרכב השביטים לבין הרכב האבק הביןכוכבי באזורים החמים בערפילית אוריון, שהם הבסיס להיווצרות מערכות שמש חדשות (Greenberg & Hage, 1990, Ehrenfreund & Schutte, 2000). חלקיקים אלה נלכדו בשולי הערפילית הסולארית ומרחקם מהמרכז המתחמם בהדרגה של הערפילית הסולארית אפשר להם ליצור קרח ללא שינוי בהרכבם (Irvine et al. 1996, 1998, 2000, Ehrenfreund et al 1999).

יצירת סדקים, מכתשים לא מעגליים וקרעקע כאוטית; מדידת אנרגיה קינטית של חלקיקים שמועפים מהקרח

מטרות המחקר

תצפיות בשביטים (*Halley*, *Wild-2*, *Tempel-1*) הראו שנידוף הקרח ושחרור הגזים אינו מתרחש מכל פני השטח אלא רק מסדקים ומכתשים על פני השטח

פירוקסן אמופרי, אורתו פירוקסן גבישי (Mg_mFe_n) Si_2O_6 , קלינופירוקסן גבישי $(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6$ (Al , Ca , Mg , Fe), אוליבין אמופרי $(\text{Mg}_m\text{Fe}_n) \text{SiO}_4$, אוליבין גבישי, (Wooden et al. 1999).

חלקיקי האבק שנצפו בשביט האלי באמצעות החללית ג'יוטו הכילו בעיקר חומרים אורגניים אך גם סיליקאטים:

פירוקסן $(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6$, פוסטרית Mg_2SiO_4 - *forsterite*, אוליבין $(\text{Mg}_m\text{Fe}_n) \text{SiO}_4$, אנסטטית (Mg_2) - *enstatite*, Si_2O_6

וכן תרכובות שונות XY כאשר:

$X = \text{Ca}, \text{Li}, \text{Mn}, \text{Na}, \text{Mg}, \text{Zn}, \text{Fe}^{2+}$

$Y = \text{Cr}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn}, \text{Sc}, \text{Ti}, \text{Va}$

(Laufer, 2004)

היחס הגבוה בין סיליקאטים גבישים לאמופרים (0.3-0.9) שנמדד בשביטים האל בופ (Bockelee-Morvan et al. 2002) וכן בשביט C2001 Q4 Neat (Wooden et al. 2004) מלמד על מקורו של האבק. המדידה החשובה ביותר בוצעה בשנת 2004 כאשר החללית Stardust חלפה בתוך זנבו של שביט Wild-2 ודגמה חלקיקים מתוך החומר שמרכיב את זנבו. החומר שנספג בתוך מיכל מיוחד הוחזר לכדור הארץ בשנת 2006. מניתוח תוצאות ראשוני נראה שישנם גם סיליקאטים שנוצרו בטמפרטורות גבוהות מאוד ליד השמש תוך שהן מתערבבות בנבולה הסולארית. מבנה החלקיקים נע מגרגירים בעלי מבנה מינרלי צפוף ועד לאגרגטים פולימריים בעלי קשרים רופפים, שגודלם נע מעשרות ננומטרים עד לגודל של עשירות מילימטר (Hörz et al. 2006).

סיליקאטים גבישיים מועשרי מגנזיום עשויים להיווצר בתנאים הבאים (Wooden et al. 2004):

1. תוך כדי דחיסה מענן כוכבי בטמפרטורות של 1450 K
2. ליבון בטמפרטורות נמוכות יותר (1000 K) של סיליקאטים אמופריים מועשרי מגנזיום באזור שבין 10 AU – 5 AU
3. מעבר רדיאלי אל ומהערפילית השמשית הקדומה.

אבק – CHON

לחומרים אורגניים בשביטים יש חשיבות רבה בהקשר לתרומת השביטים להתפתחות חיים על כדור הארץ. התצפיות הראשונות שנעשו In-situ בשביט האלי היו בשנת 1986 ואז הובחן שהאלבדו של השביט נמוך $> 5\%$ מה שהצביע על פני שטח כהים מאוד, לא אופייניים לקרח אלא לפני שטח מכוסים בחומר כהה מאוד. צילומים של השביט גילו פני שטח שחורים. ספקטרומטר מסות על החללית ג'יוטו שהתקרבה עד למרחק של 500 km מגרעין השביט גילתה נוכחות של חומרים אורגניים ביחס של 1:1 בין CHON לאבק (Kissel and Krueger, 1986), ואת התפלגות תרכובות הפחמן בשביט (טבלה א-7) וחושבה גם נוכחות הפחמן שבין

(Brownlee et al. 2004). הסיבה לכך היא קרום קשיח שעשוי מאבק אורגני וסיליקאטים שהשתחררו בעת נידוף הקרח ונותרו על פני השטח, חוממו ויצרו קרום קשיח. פני השטח של השביטים Wild-2 ו- Tempel-1 שצולמו מקרוב הראו פני שטח כאוטיים, עשירים במכתשים שנוצרו מקריסת אזורים על פני השטח, חריצים, שברים ומצוקים. במהלך הניסוי של ירית הקליע בשביט בניסוי Deep Impact נצפה חומר שנזרק מפני השביט כתוצאה מהפגיעה. בצעתי את סדרת הניסויים הבאה כדי לקבל תוצאות ניסיוניות של

לצורך כך ביצעתי ניסויים של בדיקת שחרור CO2 כלוא כגו בשתי מערכות הניסוי, הקטנה והגדולה, כאשר המטרה היא מדידת התנהגות של שחרור הגז הכלוא מתחת לקרח בעת החימום הן בשכבה דקה והן בשכבה עבה. מהלך הניסויים בשתי המערכות צולם. ניתוח הצילומים אפשר לחשב את מהירות החלקיקים ואת האנרגיה הקינטית שלהם.

שכיחות חומרים נדיפים בערפילית אוריון ביחס ל- *H ₂ O	שכיחות חומרים נדיפים בשביטים ביחס ל- H ₂ O			חומרים
	Hale-Bopp	Hyakutake	Halley	
1	1	1	1	H ₂ O
<10	0.2	0.06-0.3	0.15	CO
<0.02-0.6	0.06-0.2	0.02-0.04	0.03	CO ₂
-	0.006	0.007	0.002-0.01	CH ₄
<0.02	0.02	0.02	0.01-0.02	CH ₃ OH
<0.001-0.01	0.01	0.002-0.01	0.01	H ₂ CO**
<0.005	0.005	0.001	-	OCS
<0.08	0.007-0.02	0.005	0.001-0.02	NH ₃
-	0.003	0.004	-	C ₂ H ₆
<0.00008	0.00069	-	-	HCOOH
-	-	-	-	¹³ OCN
<0.04	0.025	0.001	0.001	HCN
<0.0002	0.0004	0.0001	-	HNC
<0.0006	0.0006-0.001	0.0007	-	HNCO
<0.03-0.1	0.001	0.005	-	C ₂ H ₂
<0.002	0.0002	0.0001	-	CH ₃ CN
<0.001	0.0006	-	-	HCOOCH ₃
<0.0004	0.0002	-	-	HC ₃ N
<0.00002	0.0001	-	-	NH ₂ CHO
<0.01	0.15	0.008	0.0004	H ₂ S
<0.0001	0.0002	-	-	H ₂ CS
<0.005	0.002-0.008	-	-	SO
<0.006	0.001	-	-	SO ₂

א-8: השוואת חומרים נדיפים בשביטים ובערפילית אוריון (Laufer 2004)

* קיימת אי-ודאות לגבי שכיחות H₂O בערפילית אוריון ולכן הערכים עבור שכיחות החומרים הנדיפים ביחס ל- H₂O בערפילית באוריון הם ערכים מרביים.
** ל- H₂CO יש מקור נוסף בהילת השביט.

הפרמטרים הבאים:

השוואה בין תוצאות הניסוי לניסוי Stardust

במפגש של החללית Stardust עם השביט Wild-2 נצפו על פני השטח של השביט סדקים ומכתשי-שקיעה. כמו כן נצפו עקבות של סילונים שנבעו מהסדקים על פני השטח של השביט (Brownlee et al. 2004). בניסויים שערכתי נצפתה היווצרות שברים על פני השטח של דגימת הקרח, שנבעה משחרור של גזים שהיו כלואים בכיסים מתחת לפני השטח. פני השטח של דגימת הקרח לא היו חלקים אלא ללא צורה מוגדרת. כמו כן נצפו בניסוי גרגירי קרח שנזרקו מפני השטח של דגימת הקרח

- התנהגות של שכבת קרח מים שמתחתיה כלואים כיסים של גז קפוא בעת מעבר גל חום פנימה.
- השפעת שחרור אלים של גז הכלוא בכיסים מתחת לפני הקרח על המורפולוגיה של פני הקרח
- מדידת פרמטרים פיזיקליים של חלקיקי קרח הנזרקים מפני הקרח בעת שחרור הגז.

אל ה"הילה" של דוגמת הקרח. לפחות 3 גרגרים נצפו בבירור ונמדדו המאפיינים הפיזיקליים של 2 מהם – מימדים, מהירות ואנרגיה קינטית (ראו להלן).

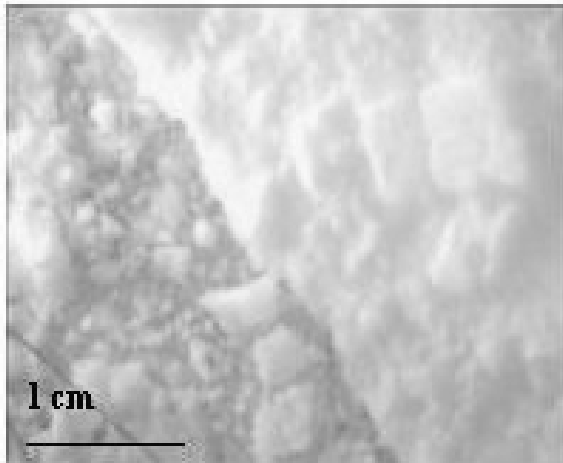
חשוב להדגיש כי כל הניסויים שערכנו במעבדה נתונים להשפעת כבידת הארץ בעוד שבשביט מתקיימים תנאי מיקרו-כבידה. במקומות בהם אפשר לכמת את ההשפעה (מהירות חלקיקים) צוינו ההבדלים הנובעים מהשפעות הכבידה.

המכתשים שנצפו על פניו של שביט Wild-2 אינם בעלי קווי מתאר חלקים ואינם בעלי צורה גיאומטרית מוגדרת של עיגול או אליפסה והיא נובעת מקריסה של פני שטח אל תוך חלל שהתהווה מתחתם. גם פני השטח של השביט Tempel-1 עשירים במצוקים ותוואי שטח "פראיים" כפי שצולמו בעזרת החללית Deep Impact (ראו תמונות). הניסוי הראה שגל החום מגיע אל כיס הגז הקפוא הכלוא מתחת לפני הקרח שמתחמם. הגז הקפוא עובר לפאזה הגזית תוך הגדלת נפחו ויצירת לחץ על הקרום. כתוצאה מהלחץ על הקרום הגז פורץ החוצה תוך שהוא שובר את פני השטח. פני השטח של הקרח קורסים אל החלל שנוצר לאחר יציאת הגז תוך שבירת פני הקרח (בתמונות שבעמוד זה).

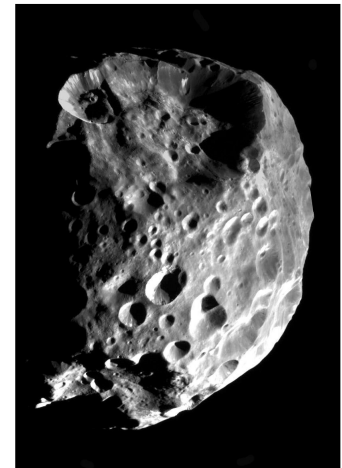
מתצפיות בשביטים, כגון שביט האלי, נראה על פני השטח של השביט קרום כהה שמכיל אבקה אורגני

ומינרלים, שנותרו לאחר נידוף שכבת הקרח. עובדה זו אף נצפתה בניסוי מעבדת KOSI (Gruen et al. 1993). לקרום של האבק מוליכות תרמית נמוכה מאוד ולמעשה הוא משמש כמבודד של פני השטח מקרינת השמש ומקשה עליה לחדור אל פנים השביט. כמו כן הקרום, שצפיפותו גדולה יותר מדוגמת הקרח, פרוזי פחות מדוגמת הקרח, וגז המבקש לפרוץ החוצה מתוך

השביט יתקשה לחדור את הקרום הקשה של הקרח (שבשביטים מתווסף עליו האבק). לכן הדרך היחידה בפני הגזים לפרוץ מתחת לקרום החוצה היא לשבור את הקרום וזה נעשה כאשר מצטברים כיסי גז מתחת לקרום שמתחממים ויוצרים לחץ מספיק שגורם לקרום להיסדק ולהישבר. סדקים אלה מאפשרים הן לגזים לצאת החוצה והן לגל חום נוסף להיכנס פנימה אל השביט. תהליכים אלימים במיוחד יוצרים מכתשים גדולים: (Prialek and Bar-Nun, 1992) שכמותם נצפו בשביט האלי. אפשרות שניה היא התמוטטות של קרום האבק אל כיסים שנוצרו מתחתיו באופן שהקרח מתחת נחשף שוב לקרינת השמש. התמוטטויות כאלה יוצרות פני שטח כאוטיים, כפי שנצפו בשביט Wild-2 (Brownlee et al. 2004) ושביט Tempel-1 וכן בניסוי המעבדה.



צילום של דגימת הקרח בתום הניסוי בשכבה עבה של CO_2 קפוא ומעליו שכבת קרח אמורפי של H_2O . פני השטח הכאוטיים שנוצרו כתוצאה מהשחרור האלים של CO_2 שהיה כלוא מתחת לפני השטח מזכיר מאוד את פני השביטים Wild-2 ו- Tempel-1. בתמונה מימין אפשר לראות מכתש שנוצר מקריסה של קרום הקרח (סמוך לפינה השמאלית התחתונה). בתמונה השמאלית נראים מצוקים ושברי קרח.



אזור על פני השביט Tempel-1 כפי שצולם באמצעות החללית Deep Impact. בולטים קווי מתאר של מצוקים ושברים על פני השטח.

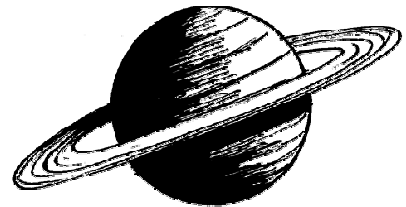
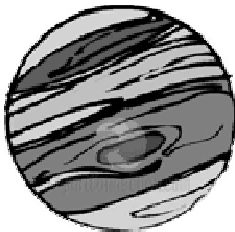
מימין: פני השטח של ירחו של שבתאי – פבה (Phoebe). המכתשים על פניו נוצרו מפגיעת מטאוריטים וצורתם עגולה או אליפטית – בהתאם לזווית הפגיעה. משמאל: פניו של השביט Wild-2 – קווי המתאר של המכתשים אינם חדים וחלקים כמו מכתשי הפגיעה והם אינם בעלי צורה גיאומטרית מוגדרת.

האגודה הישראלית לאסטרונומיה

מזמינה אתכם לערב

תצפיות רחוב!

ב-10 ביולי, בשעות הערב שמיד לאחר השקיעה (20:15 ואילך), יתקבצו כוכבי הלכת שבתאי ומאדים וייראו בטלסקופ בשדה ראייה אחד (מרחק זוויתי ביניהם כ-40', מעט יותר מקוטרו הזוויתי של הירח המלא). כמו כן באותו זמן יהיה ירח יפה בן שבוע ימים בשמיים, וכוכב הלכת צדק יעלה לגובה המאפשר תצפית בהמשך הערב (בשעה 22:00 גובהו יהיה כ-25 מעלות).



חובבי אסטרונומיה מתנדבים יפעילו מוקדי תצפית בערים שונות ברחבי הארץ, במטרה לחשוף ולמשוך את הציבור להתעניין באסטרונומיה.

באתרי התצפית יחולקו דפי מידע על הירח כוכבי הלכת הנצפים.

להלן רשימת מוקדי תצפיות הרחוב שיתקיימו בכל רחבי הארץ*, ביום חמישי ה-10 ביולי החל מהשעה 20:00 בערב ועד סביבות 21:00-21:30:

מיקום	יישוב
נמל ת"א, בקצה הדרומי של משטח העץ, סמוך למגרש החניה ליד ארומה	תל אביב
בטיילת, בכיכר הגדולה שבין חוף זמיר לבין חוף דדו	חיפה
מיקום מדויק יימסר בהמשך	ירושלים
מיקום מדויק יימסר בהמשך	באר שבע
בפארק אילן רמון	גבעת שמואל
בחצר משפחת רבין ביישוב	מושב היוגב
במרכז היישוב	דולב (שומרון)

*ייתכן ויפורסמו מוקדים נוספים במהלך השבוע, כדאי לעקוב.

אנא חזרו והתעדכנו ביום חמישי בבוקר על מנת לוודא כי התצפית הקרובה למקום מגורכם מתקיימת וכן כי תנאי מזג האוויר מאפשרים זאת.

שאלות כלליות ניתן להפנות לכתובת דואר אלקטרוני: sidewalk@astronomy.org.il

חובבי אסטרונומיה (עם או בלי טלסקופ) נוספים הרוצים להפעיל אתר תצפית באזור מגוריהם או להצטרף לאתר קיים מוזמנים לשלוח מייל ל sidewalk@astronomy.org.il

בחיבת המטאורים / שי חלצי

חגיבת המטאורים בהילוך גבוה לקראת מטרי המטאורים הקרבים

סיכום סדנת תצפיות מטאורים שהתקיימה

בחודשים מרס-מאי

בחודשים מרס-מאי קיימנו סדנת תצפיות מטאורים בהנחיית אנה לויין ושי חלצי. לסדנא נרשמו 11 משתתפים שזכו להשתתף בשלושה מפגשים עיוניים ובתצפית מעשית אחת על מטר ה-η-אקוורידים. להלן רשמיהם של שני חברי אגודה, אשר השתתפו בסדנא:

בהתחלה התלבטתי אם להיכנס לכל העניין הזה של מטאורים – הגם שלא נחשפתי יותר מידי לנושא, היה נראה לי שצריך רקע נרחב באסטרונומיה שאולי חסר לי. אולם במבט לאחור זו הייתה אחת ההחלטות המוצלחות של השנה.

בשני המפגשים הראשונים למדנו בעיקר תיאוריה: מערכות קוארדינטות, כיצד להעריך בהירות של מטאורים, כיצד מחשבים בהירות גבולית ומהו קצב זניט שעתי. קצת מתימטיקה אבל לא אינטגרלים כפולים או משוואות דפרנציאליות מסדר שלישי...

לאחר מכן הציגה לנו אנה שתי שיטות לספירת מטאורים – שיטת "המזכיר" ושיטת "האקוורידיון" (או כמו שאנה קראה לה: "הגרמושקה" – סוג של אקוורידיון רוסי, מילה סנסציונית שמתגלגלת על הלשון וכולם השתמשו בה מאז בכל משפט ובכל הזדמנות).

מפגשים אלו היו גם הזדמנות להכיר את חברי הקבוצה, ומסתבר שגיוס האנשים ע"י אנה ושי היה מוצלח. הגיעו חברי רציניים, אבל גם נחמדים וכיפיים.

בשלב השני יצאנו חלקנו לשטח, למכתש הגדול במסגרת תצפית סטנדרטית. התאמנו בחישוב בהירות גבולית, הערכת בהירויות של כוכבים וסתם נהנינו מהטלסקופים, האווירה והסברי השמים.

שיא הפעילות שלנו היה שיא מטר האטא-אקוורידים בלילה שבין ה-5 ל-6 במאי. לא המטר הכי פופולרי השנה – קצב זניט צפוי של 60 מטאורים בשעה לערך, אבל מצויין בשביל סטאז'רים כמונו.

אבי אושר ואני הגענו ראשונים לנחל ברק וחשכו עינינו – עננות כיסתה את השמים וכבר חשבנו שנשאר את הגרמושקה בתיק, אולם לאחר שכל החבריה הגיעו, ותפסנו שינה לשעה-שעתיים, העננות התפזרה והתחלנו סוף-סוף למלא את הגרמושקות.

אנה ושי ממש מקצועיים: נתנו הנחיות והסברים כיצד לנווט ביעילות בין קבוצות הכוכבים ואיך להעריך בהירויות.

בסוף, תוצאות התצפית הוזנו לבסיס הנתונים של ארגון המטאורים הבינלאומי ה-IMO (כן, יש דבר כזה...) והנה, תרמנו את תרומתנו הצנועה למדע. באתר של IMO אפשר לראות נתונים סטטיסטיים על המטר המבוססים על הדיווחים שלנו ושל צופים מכל רחבי העולם. דבר אחד בטוח – לישראל יש הפעם נציגות גדולה ומכובדת. אנחנו על המפה!

נתי הרשקוביץ

מה הקשר בין מרוץ החלל של הרוסים והאמריקאים, ובין סדנת מטאורים שלנו? מה הקשר בין תאים סולריים לרישום מטאורים?

סדנת המטאורים כללה שני מפגשי הקדמה שהועברו על ידי שי ואנה. הסדנה נבנתה כך שתתאים גם לחסרי רקע אסטרונומי בכלל. ומפגש הראשון הוסבר והודגמו המושגים הבסיסיים של מה זה מטאורים, כולל הדגשת ההבדלים בין מטאוריד, למטאור ולמטאוריט, ותיקון שגיאות נפוצות בנושא. כמו כן הוסברו המושגים הקשורים להכרת כיפת השמים. המפגש השני כבר היה מתקדם יותר וכלל הנחיות פרקטיות לביצוע התצפית: ההכנות לפני התצפית, ההתנהגות בזמן התצפית והעברת התוצאות. אנה הדגימה איך מקפלים דף נייר לצורך התצפית כך שיצאו הרבה ריבועים קטנים שבכל אחד מהם רושמים מטאור אחד. דף הנייר זכה לשם



חגיבת המטאורים לאחר ליל התצפית. משמאל לימין: גדי אידלהייט, שי חלצי, נתנאל הרשקוביץ, אבי אושר, הודיה דג'י, אנה לויין, אמיר כץ וחברתו, בן אבינר וחברתו. צילום טיימר: גדי אידלהייט.

"גרמושקה". האמת היא שבשלב הזה ההנחיות נשמעו מסובכות וחלקנו היינו קצת מבולבלים.

המפגש השלישי היה הדבר האמיתי: תצפית בשיא המטר אטא-אקוורידים ורישום מסודר של התצפית. לאחר נסיעה לא קצרה אך נעימה, הגענו לשטח קצת אחרי חצות והתחלנו להתארגן לקראת התצפית וגם

תחזיות לפעילות מטרי מטאורים בחודשי הקיץ

בוטידים של יוני

הבוטידים של יוני הינו מטר מטאורים לא סדיר – בדרך כלל חלש וכמעט שאינו מורגש, אך לעתים מתפרץ בעוצמה ויופי רב. התפרצויות אחרונות של המטר נצפו ב-1998 ו-2004, עם קז"ש 50-100 ו-20-50 בהתאמה. הקז"ש לא ודאי כי ההתפרצויות לא היו צפויות ונרשמו ע"י צופים מעטים.

גם השנה אין תחזית להתפרצות מיוחדת, אך התנאים לתצפית טובים, לכן שווה "לשים עין" על השמים. שיא הפעילות חזוי ללילה שבין 26 ל-27 ביוני, בשעה 05:30 בבוקר שעון ישראל. הרדיאנט ישהה בשמיים כל הלילה אך יחל להנמיך לקראת שקיעה בסופו. עד השעה 01:00 תצפיות יוכלו להתבצע בשמיים חשוכים יחסית, אך משעה זו ואילך אורו של הירח יהווה הפרעה משמעותית. אם כי כדאי לבצע תצפיות בכל מקרה. ככל הנראה חברי חטיבת המטאורים יצאו לתצפית באיזור ירושלים או לכיש ועל כן ניתן יהיה להתעדכן בפורומים.

מיקום הרדיאנט: עליה ישרה 15h00m 0015h, נטיה 47°-כ-10° מעלות צפונית ל-β רועה דובים (Boötes).

מטר חדש אפשרי ב-10 ביולי?

מעט לפני כתיבת שורות אלו קראתי הודעה על שביט חדש שהתגלה ושמו *מקנאוט C/2008 J4*. יש הטוענים שייתכן כי במעברו האחרון סמוך למסלול כדה"א, השאיר מאחוריו שובל אבק רחב מספיק כדי לגרום למטר מטאורים חדש ב-10 ביולי. טענה זו היא רק חלק מדיון ראשוני המתפתח כעת בקהיליית המטאורים וחוות דעת של חוקר מטאורים רציני או תחזית עדיין לא פורסמה. אם אכן תהיה התרעה למטר חדש, נפרסם אותה ברשימת הדיוור האלקטרוני של האגודה (מי שאינו בטוח בהרשמתו – ההרשמה בצידו הימני של דף הראשי באתר האגודה).

δ אקוורידים דרומיים ומטרי מטאורים קטנים נוספים של סוף יולי

בסוף חודש יולי מגיעים לשיאם ה-δ אקוורידים הדרומיים, ועוד מספר מטרי מטאורים קטנים יותר. הרדיאנטים מפוזרים באיזור דלי, גדי ודגים דרומיים. כאמור ה-δ אקוורידים הוא המטר החזק והבולט ביותר, עם קז"ש של כ-20 בשעה. מאפיין בולט של ה-δ אקוורידים הוא בהירותם, אלו מטאורים חיוורים מאוד בדרך כלל. לכן ייראו היטב רק ממקום בעל שמיים חשוכים מאוד. גם הפייסיס אוסטרנידים (מטאורים היוצאים בשמיים מקבוצת דגים דרומיים), חיוורים כמו הדלתא-אקוורידים. שני מטרי מטאורים אלו סובלים מכמות נתונים נמוכה של תצפיות, כיוון שהם מופיעים כאשר חורף בחצי הכדור הדרומי (בו יש מעט צופי מטאורים גם כן), וכן קשה לצפות בהם מחצי הכדור הצפוני, כיוון שהרדיאנטים דרומיים מאוד. ישראל נמצאת במקום אידיאלי כדי לתרום בתצפית עליהם – המיקום הדרומי שלנו, אך עדיין על חצי הכדור הצפוני, מבטיח אפשרות לתצפית אפקטיבית בשילוב עם מז"א אוויר קייצי טוב לתצפיות.

פגשנו שועל סקרן שבא לבדוק מי המשיגנעס שפלשו לו לשטח... התצפית עצמה החלה בשעה 02:40 לאחר שהראות הדקות הראשונות לא ראיתי שום מטאור, אבל לאחר מכן העניינים השתפרו. היתרון בתצפית בקבוצה היא שגם יותר מעניין וגם כשרואים מטאור אפשר לנהל דיון מהיר על בהירותו. קביעת בהירות המטאורים דורשת נסיון רב ולכן לרוב עשינו ממוצע בין שי לאנה.

העבודה עם הגרמושקה אכן דורשת ניסיון. הקיפולים אצלי היו גסים ומהירים מאוד, לעומת הקיפולים היפים והמסודרים של אנה. כאשר סיימתי עמודה נאלצתי להדליק פנס (אדום, לא לדאוג) כדי לראות שאני מקפל בכיוון הנכון ולא רושם על אותן משבצות שוב. הגרמושקה גם הזכירה לי תאים סולריים של לווינים וחלליות שמשוגרים במצב מקופל ונפתחים רק כשצריך.

רגע השיא של התצפית היה ללא ספק כאשר נתי גילה שבעט עפרון שלו אין כלל חודים והצעקות של שי: "זה מה שאמרתי לך!" (שהרי שי הבהיר חזור והבהר שיש להשתמש רק בעפרון פשוט על מנת למנוע תקלות). נזכרנו בבדיחה שהאמריקאים השקיעו עשרות מיליונים ופיתחו עט שכותב בחלל ובכל כיוון ואילו הרוסים השתמשו בעפרון. ועל זה אומרים KISS : Keep it simple... s... בכל מקרה היה זה לקח חשוב ומעשי וכאילו מוזמן מראש. אבל עכשיו לכולם ברור. רק עפרון ישן וטוב.

את התצפית סיימנו בשעה 05:00 לערך, כשהיה כבר הרבה אור. היה מטר יפה, פחות או יותר בקצב הצפוי, ללא אירועים מיוחדים. ייתכן שמבחינה תצפיתית זה מטר "מאכזב" שכן אין בו קצב מהיר וגם בולידים לא היו אבל למטרות התנסות ברישום מטאורים זה היה קלאסי. לא יותר מדי ולא פחות מדי.

לקראת 06:00 התפרקה החבורה לאחר שתית קפה על הבוקר וקצת עוגות ונשנושים לנסיעה צפונה. שי ואנה לקחו את דפי התצפית של רוב הצופים על מנת לשלוח את הנתונים. אני החלטתי לעשות את זה בעצמי. לאחר שעתיים מנוחה וכמה טלפונים עם שי, גם משימה זו צלחה בידי ואכן ראיתי שהשד אינו נורא כל כך. ההרגשה שאני שותף במשהו שצופים בו עשרות אנשים מכל העולם ושולחים תוצאות בצורה מרוכזת (ובאתר של IMO אפשר לראות כל תוצאה חדשה בזמן אמת), הייתה טובה מאוד. הנתונים מכל העולם זמינים לכולם, כך שגם חובבים יכולים להשתמש בהם ולנתח אותם ולנסות לעשות מחקר בדרך הקלאסית והטובה: השערה, תצפיות, אישוש או הפרכה של ההשערה.

מפגש רביעי ואחרון התקיים לאחר התצפית על מנת לבצע ניתוח משותף של הנתונים והסברים מדויקים על אופן העלאתם לאתר עבור מי שלא ביצע זאת בעצמו.

התוכניות לעתיד כוללות הצטרפות ונסיעה לתצפיות נוספות (על כך יעדכן שי) וכן כניסה לתחום של צילום המטאורים. בתצפית ניסיתי לצלם ללא הצלחה (הפעם) ואנסה שוב בתצפיות הבאות. הצילום הוא כרגע למטרת הנאה כיף ואסתטיקה, אולם התוכנית לעתיד היא להשתמש בצילום בצורה מדעית באמצעים שאינם מסובכים ולהשתמש בו גם באופן מדעי לקביעה מדויקת של נקודת הרדיאנט, למציאת רדיאנטים חדשים ולחישוב מהירות המטאורים.

גדי אידלהייט

חמישה רדיאנטים פעילים לעומת בין שמונה (!) כפי שהיה עד היום.

כדה"א. חוקר המטאורים פטר ג'ניסקנס (Peter Jenniskens) בדק האם ייתכן כי גוף זה אחראי למטר מטאורים, וחישב לו רדיאנט תאורטי ותאריך הופעה. החישוב חזה דבר מעניין: מטר מטאורים באמצע אוגוסט שהרדיאנט שלו שוכן בקבוצת ברבור. המשמעות ברורה: גוף זה אחראי למטר ה-k-סיגנידים. מחקר נוסף גילה כי הגוף קטן מדי מכדי להיות אחראי לזרם מטאורידים מסיבי כמו של ה-k-סיגנידים, ולכן ההערכה היא כי מדובר בשארית של שביט גדול יותר שהתפרק לפני בין 3600 ל-6000 שנים.

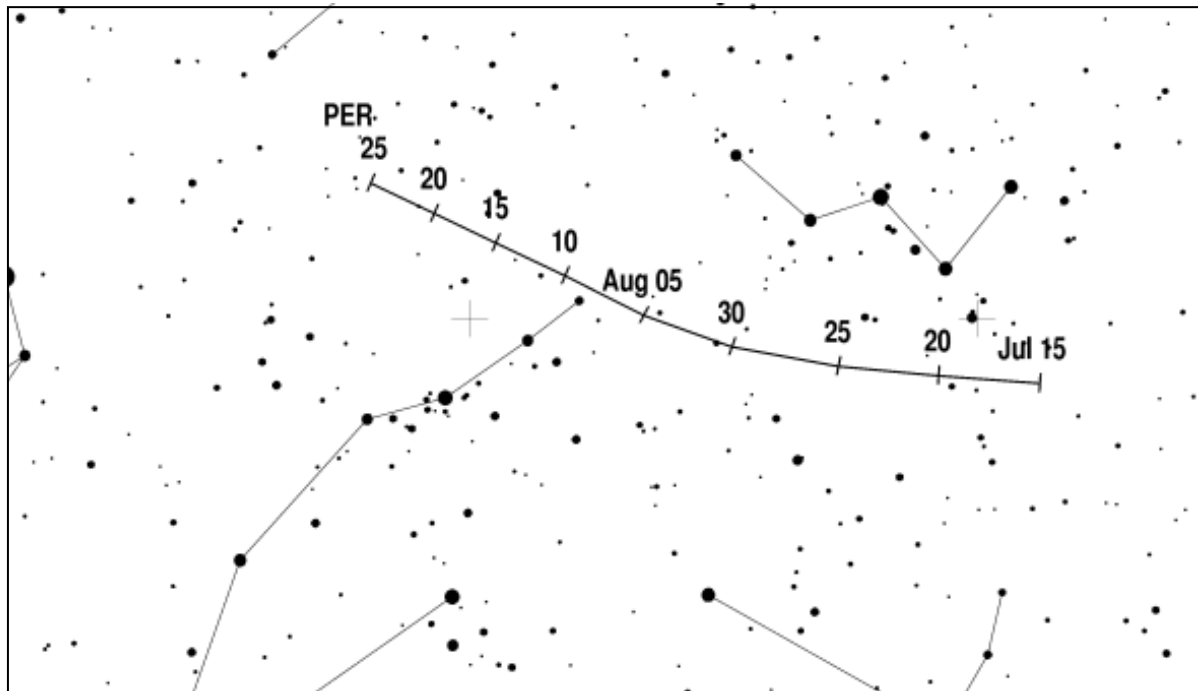
A אאורגנידים

מטר קטן שהרדיאנט שלו סמוך (מעלות בודדות דרום-דרום-מזרחית) לכוכב הבהיר קפלה (Capella), בקבוצת עגלון. המטר יהיה פעיל בתאריכים שבין ה-25/8-8/09 ויגיע לשיאו ב-30 באוגוסט, בשעה 22:00 שעות ישראל, עם קז"ש ממוצע של 7. הרדיאנט יזרח בשעה 23:30, מעט לאחר השיא, לכן כדאי לנסות ולצפות בזמן זה במטאורים "לוחכי ארץ" (Earthgrazers) הנראים ארוכים ואיטיים לאורך האופק בעת זריחת הרדיאנט. מטר זה ידוע בהתפרצויותיו שהתרחשו בעבר, אשר תועדו כבר 4 פעמים, בשנים 1935, 1986, 1994 ולאחרונה בשנת 2007, אז הגיע הקז"ש לסביבות ה-150 (לא נראה ולא נצפה

לפרסאידים שיא רחב שיכסה בחלקו גם את שני הלילות שלפני ואחרי ה-12 באוגוסט. כלומר, הקז"ש יהיה גבוה בשני הלילות שבין התאריכים 11-12-13 באוגוסט. אך עומדת לפנינו בעיה אחרת שמקשה מאוד על ביצוע תצפיות – הירח. השנה במהלך הפרסאידים הירח ישלוט בשמיים עד שקיעתו בשעה 01:30 (בליל 11-12) רק לאחר שקיעת הירח יגבר משמעותית קצב המטאורים הנראה ויעניין את הצופה הממוצע. בלילות הבאים לאחר מכן הירח ישקע אף מאוחר יותר, בכל לילה "ינגוס" כ-50 דקות מזמן התצפית שלנו על המטר. עבור אלו המעוניינים לראות קצת מטאורים רק בשביל הכיף, המלצתי היא לצאת מהבית בלילה שבין 11-12 באוגוסט בסביבות חצות ולנסוע לאתר חשוך קרוב יחסית (לכיש, הרי ירושלים, הכרמל, צפון הארץ).

K סיגנידים

זהו מטר קטן הפעיל בתאריכים 3/8-25/8 ושיאו ב-18 באוגוסט. השיא חלש מאוד בעין בלתי מזוינת, קז"ש 3 בלבד. המטאורים איטיים ויש סיכוי לזהות כדורי-אש (בולידים). בשיאו של המטר, הרדיאנט (הנקודה) השמימית שנראית כמקור המטאורים (נמצא בברבור, סמוך לקצה כנפו השמאלית, בקואורדינטות עלייה ישרה 19h05m ונטיה $+59^\circ$).



מיקום הרדיאנט של הפרסאידים לאורך זמן פעילותו. מקור: IMO.

מישראל). ייתכן שהיו התפרצויות נוספות שלא תועדו. את ההתפרצויות ב-1986 ו-1994 תיעדו 3 צופים בלבד.

כדאי לצפות, או לפחות "לשים עין" בימים שלפני, אחרי ובמיוחד בליל השיא. אולי תזהו התפרצות של המטר. במקרה כזה כדאי להודיע לחטיבת המטאורים ול-IMO (ארגון המטאורים הבינ"ל) במהירות.

פעילות החטיבה בקרוב:

בשבוע שלפני הפרסי אידם תתקיים סדנת מטאורים אחת(ונוספות עכל פי דרישה). עדכונים יופצו בפורומים וברשימת התפוצה של האגודה.

לתגובות ולשאלות: shy@astronomy.org.il

השנה בליל השיא הירח ישקע בשעה מוקדמת, ולא יפגע בתנאי התצפית. אך כדאי לשים לב בזמן תצפית על הפרסאידים – אולי תזהו כמה קפא-סיגנידים בודדים במהלך הלילה.

מעניין לציין כי בעוד שבכדה"א ה-k-סיגנידים הוא מטר קטן, מסלול המטאורידים חוצה גם את מסלולו של כוכב הלכת נוגה. שם מופיע המטר בעוצמה רבה הרבה יותר, למרות שאין מי שיצפה בו.

ועוד חדשה מעניינת על מטר זה: ב-11 במרס השנה התגלה גוף קטן שבהמשך זכה לשם 2008ED69. במהרה נמצא גם כי מסלולו של הגוף עובר קרוב למסלול

כוכבי הקיץ / מרים אוריאל

מיהם הבתולה ונושא הנחש, מאין המאזניים, ומי בורח כשעקרב זורח?

M49 היא גלקסיה אליפטית ענקית, התשיעית בבהירותה מבין הגלקסיות שבצביר זה. היא גדולה

ובהירה במקצת מ-M87 הנמצאת במרכז הצביר. M87 היא גלקסיה אליפטית ענקית, ואחת הגדולות ביותר הידועות לנו. בטלסקופ מקצועי טוב ניתן להבחין בסילון הפורץ ממרכז הגלקסיה, דבר המעיד על חור שחור במרכזה. מסתו של חור זה מוערכת בכ-3 מיליארד מסות שמש. מהגלקסיה נפלט סילון במרחק של 5000 שנות ואורו פולט קרינות גאמה, X ורדיו. חור שחור זה ידוע לרדיו-אסטרונומים כ"וירגו A". בטלסקופ חזק אפשר לראות למעלה מ-4000 צבירים סגורים העוטים את מרכזה של M87, ואלו הם הגופים הזקנים ביותר בגלקסיה.

M84 ו-M86 הן שתי גלקסיות אליפטיות גדולות וסמוכות שגם כן ניתנות לצפייה בטלסקופ.

NGC4567, או "התאומים הסיאמיים", הוא למעשה שתי גלקסיות סמוכות הנראות לנו כדבוקות יחד כמו תאומים סיאמיים. שתי הגלקסיות נמצאות במרחק של כ-41 מיליון שנות אור מאתנו.

M104 היא גלקסיית "הסומבררו". זו גלקסיה ספירלית יפהפייה הנמצאת בקצה הדרומי של צביר הגלקסיות, על הגבול בין הקבוצות בתולה ועורב, ועדיין נחשבת כשייכת לצביר בתולה. M104 היא הבהירה מכל הגלקסיות של הצביר. שביל אבק כהה עוטף את מרכזה מסביב לקו המשווה שלה וגורם לה להראות ככובע סומבררו. הגלקסיה נמצאת במרחק של 35 מיליון שנות אור מאתנו. בטלסקופ, צורתה מזכירה את כוכב הלכת שבתאי.

ליד פורימה, הכוכב השלישי בזוהרו בקבוצת בתולה, נמצא אחד הקוואזרים הבהירים והמפורסמים ביותר: 3C 273. הקוואזר נמצא במרחק של שני מיליארד שנות אור מאיתנו, וזהו העצם המרוחק ביותר שחובבים יכולים לראות בטלסקופ. בהירותו מתאימה לעוצמה של 2 טריליון כוכבים, פי 100 מבהירות הגלקסיה שלנו. ממרכזו נפלט סילון באורך של 100,000 שנות אור המעיד על קיום חור שחור פעיל במרכזו.

מיתולוגיה

בתולה, היא קבוצת כוכבים הקשורה לחקלאות. השמש עוברת בה באמצע ספטמבר, כלומר בעונת הסתיו, שהיא תקופת האסיף. היא מופיעה בשמים בחודשי מאי ויוני

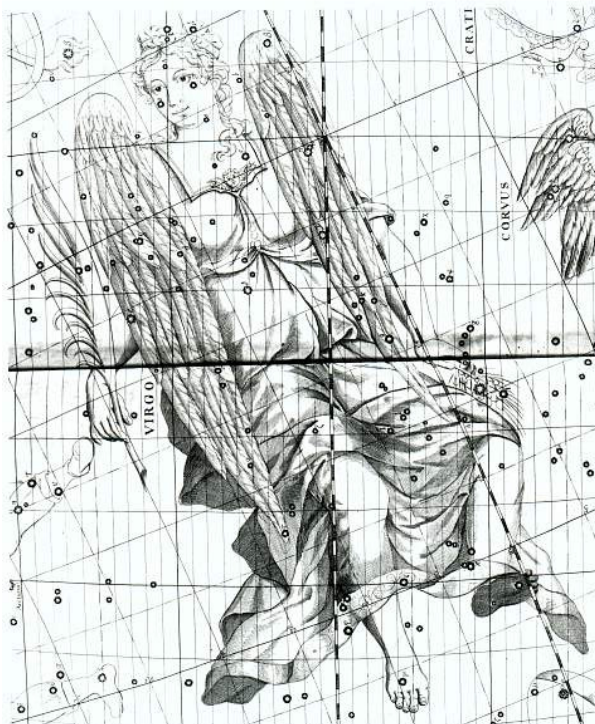
מבין קבוצות הכוכבים הניתנות לצפייה בשמי הקיץ הצפוני, על ארבע מהן נדבר היום: קבוצת הכוכבים בתולה הבולטת בכוכב הבוהק ספיקה (שיבולת), מאזניים, שאותה כדאי לנסות לראות מחוץ לשמי העיר המזוהמים, עקרב, שדווקא כן נראית במלוא הדרה גם מאזורים מוארים, ונושא נחש אשר מספרת את סיפורו של אֶסְקֶלְפִּיוס הרופא הטוב.

בתולה

בתולה היא קבוצת הכוכבים השנייה בגודלה בשמים לאחר קבוצת הכוכבים הידרה. זו אחת משלוש קבוצות הכוכבים המזוהות עם המין הנשי: קסיופאה, אנדרומדה ובתולה. בתולה היא הדמות הנשית היחידה השייכת למעגל המזלות (הזודיאק). אפשר לראותה במילואה בשמי חצי הכדור הצפוני בחודשים אפריל, מאי ויוני. בחודשים הבאים תיעלם מעינינו.

קבוצת בתולה שרועה על המעגל האקליפטי, אשר לאורכו מסודרים מזלות הזודיאק. כדי למצוא את

הקבוצה, אנו ממשיכים מהידית של העגלה (הדובה) הגדולה הלאה בעיקול כלפי דרום עד שנגיע לארקטורוס, הכוכב הבוהק ביותר בקבוצת בּוֹטִיס (רועה הדובים). אם נמשיך הלאה כלפי דרום נגיע לכוכב בוהק נוסף - ספיקה, הכוכב הבוהק ביותר בבתולה המסמל אגודת שיבולים שהיא מחזיקה בידה.



קבוצת בתולה כפי שאוירה באטלס של ג'ון פלאמסטיד.
(מקור: www.ianridpath.com)

מ-13,000 גלקסיות משתרעות מבתולה עד שערות ברניקה וקבוצת אריה. צביר זה, הידוע בשם צביר בתולה, מוערך להימצא במרחק של 65 מיליון שנות אור מאיתנו.

נביא כאן מספר קטן של נציגים מתוך השפע שבצביר הגלקסיות בבתולה:

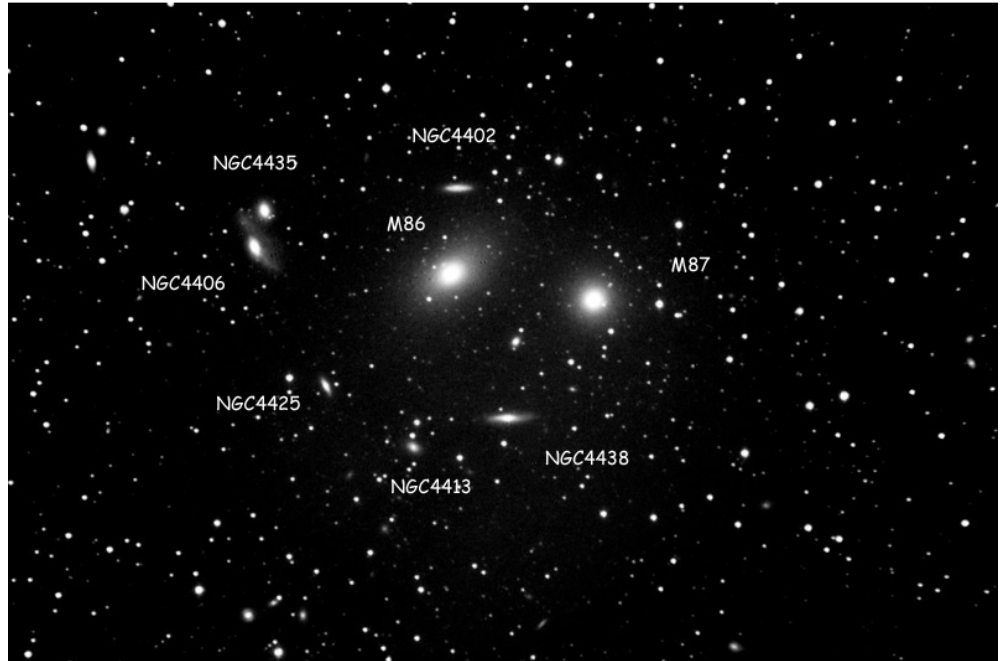
שבהן מתבצע הקציר המסומל על ידי אגודת השיבולים שהבתולה מחזיקה בידה.

עמים שונים ראו בבתולה אֵלָה מהתרבות שלהם. הרומאים זיהו אותה עם אלת הצדק אסטריה, המחזיקה במאזני הצדק הקבוצה שעליה, או כקרב אלת הקציר והאסיף שמחזיקה בידה אגודת שיבולים. מלבד היותה קרב אלת התבואה הרומית, היא הייתה גם אלת הבריאות, הנישואין והלידה. היוונים ראו בקבוצה את האלה דמטר אלת הקציר והאסיף הנושאת אגודת שיבולים בידה, או את פרספונה, בתה של האלה דמטר.

התחתון ומצאה אותו, אך גם היא עצמה נעשתה אסירה בעולם זה. כאשר האלים שבשמים ראו את מצבה המצער של האדמה, שלחו שליח לשומר העולם התחתון כדי שישחרר את אישתאר ותמוז.

גם בתנ"ך מדבר הנביא יחזקאל על נשים בישראל אשר יושבות בשער בית המקדש ומבכות את תמוז: "וַיָּבֹא אֵלַי אֶל פֶּתַח שַׁעַר בֵּית יְהוָה אֲשֶׁר אֶל הַצִּפּוֹנָה וְהָנָּה שָׁם הַנָּשִׁים יֹשְׁבוֹת מִבְּכוֹת אֶת הַתְּמוּזִי" (ספר יחזקאל פרק ח', פס' י"ד)

אגדה זו אומצה אחר כך על ידי המיתולוגיה היוונית-רומית. שם מסופר על דמטר (קרב) אלת היבול (שילדה לזיאוס בת בשם פרספונה), ועל צמחי המאכל, האסיף וקציר החיטה במיוחד. הנערה גדלה והפכה ליפהפייה וכולם אהבו אותה. יום אחד כאשר קטפה פרחים בשדה עם חברותיה, לפתע נפתחה האדמה ומתוכה יצא האדס (פלוטו) מלך השאול, נולדה לדמטר בת מזיאוס אבי האלים. בתה, הקרויה גם קורי שפירושו עלמה, מוכרת לנו בשמה פרספונה. העלמה הייתה יפה מאוד עד שהליוס אל השמש הרואה הכל סיפר לה מה קרה. דמטר כעסה מאוד, סירבה להישאר באולימפוס ולמלא את תפקידיה.



צורר אובייקטים בקבוצת בתולה. העיניים (NGC 4406 ו-NGC 4435) בצד שמאל. (מקור: www.mdas.net)

היא התחפשה לאישה זקנה ונדדה בעולם. הדגן חדל לצמוח וכך שאר תבואות האדמה ורעב החל להתפשט בעולם. זאוס והאלים חיפשו אחריה וכאשר מצאו אותה, בקשו ממנה שתניח לתבואה לגדול. דמטר סרבה ואיימה להמית את כל האנושות ברעב אם בתה לא תחזור אליה. זאוס שלח את הרמס-מרקורי אל האדס אל השאול כדי להחזיר את פרספונה מעולם המתים אל אמה.

חוק העולם התחתון קובע כי מי שאכל משהו בעולם זה יישאר בו לעולם. פרספונה אהבה מאוד רימונים והאדס פיתה אותה לאכול מפרי הרימון. פרספונה לא יכלה לעמוד בפני הפרי האהוב עליה ואכלה מספר גרגרים. אכילה זו חתמה את גור דינה, אולם זאוס פסק שתשעה חודשים תבלה פרספונה עם אמה באולימפוס ובחורף תחזור אל האדס, בעלה, בעולם התחתון, עולם המתים. ברגע שחזרה פרספונה אל אמה בא האביב והפוריות חזרה לקרקע. האדמה לבשה ירוק, פרחים לבלבו והרעב פסק. כאשר הגיע זמנה של פרספונה לחזור לשאול נבל הצומח והאדמה הפכה שוממה, הטבע כמו גם את שנתו.

מאז, בכל שנה, כאשר נמצאת פרספונה בשאול, שולטים החורף והשממה בעולם עד שפרספונה עולה אל פני האדמה וחוזרת לאמה ואז מתעורר הטבע מחדש.

במצרים זוהתה קבוצת בתולה עם איזיס האלה האם העיקרית שמגינה על החיים והמתים. מספרים שפעם הפחידה אותה המפלצת טיפון והיא ברחה במהירות. במנוסתה שמטה מידה את אלומת השבולים שהתפזרו על פני מסלול הזודיאק בו רצה. מעניין, שהסינים קוראים למעגל הזודיאק בשם "הדרך הצהובה", דבר המזכיר את שבולי החיטה הזהובים.



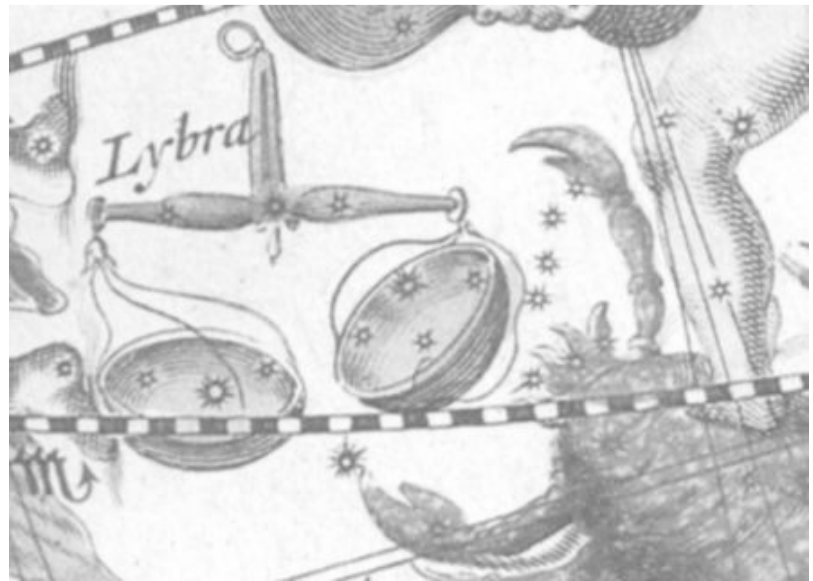
הגלקסיה M104 (מקור: Hubblesite.org)

במסופוטמיה העתיקה זיהו את קבוצת בתולה עם האלה אישתאר. שבעלה, תמוז, נוצח על ידי מלך החורף וגרר לעולם התחתון, עולם השאול. אישתאר הזניחה את השדות. החורף השתלט עליהם, כיסה אותם בשלג וקרח ושום דבר לא גדל. אישתאר חיפשה את תמוז בעולם

מאזניים

מזל מאזניים נמצא בין בתולה (ממערב) לבין עקרב ונושא הנחש (ממזרח). מתחת למאזניים נמצאת הקבוצה הגדולה ביותר מבין קבוצות הכוכבים - הידרה.

קבוצת הכוכבים מאזניים היא האחרונה שנוספה לגלגל המזלות, והיחידה שהוכרה כאחת משנים עשר מזלות הזודיאק, למרות שמאזניים הם עצם דומם ואינם קשורים לגוף מן החי. יש לציין שקבוצת דלי, שאף הוא עצם דומם לכאורה, מוכר בעולם כ"נושא המים" ומתואר כאדם המחזיק כד מים בידו. הערבים, אשר לפי דתם אסור להם לעשות פסלים או תמונות דמויי אדם, קראו לקבוצה דלי. לעומת זאת, למאזניים לא מתווספת שום דמות (אלא אם נחבר שני מזלות סמוכים ונצרף את מאזניים לבתולה).



קבוצת מאזניים ולידה קבוצת עקרב. הקו החוצה הוא מישור המילקה (מקור: www.johnpratt.com)

עד היום לא יודעים מי יצר את קבוצת מאזניים ומתי. יש החושבים שהיא נוצרה כאשר הרומאים ערכו "ניתוח" לקבוצת עקרב, קיצצו את הצבתות שלו והפכו אותן לקבוצה נפרדת. הקבוצה הופיעה לראשונה בלוח היוליאני בשנת 46 לפני הספירה וחזרה והופיעה שוב בשנת 43 לפני הספירה.

מאחר שזו קבוצה חדשה ביחס לשאר קבוצות הזודיאק, היא לא הייתה ידועה לאסטרונומים הקדומים באיזור הים התיכון. לגביהם, כוכביה היוו את צבתות העקרב. ולכן, שני הכוכבים הזוהרים ביותר במאזניים נושאים שמות שניתנו להם על ידי האסטרונומים הערביים. הכוכב הבוהק ביותר בקבוצה נקרא "צבת העקרב הדרומית" והכוכב השני בזוהרו בקבוצה נקרא "צבת העקרב הצפונית". גם היוונים הקדמונים ראו בקבוצה את צבתות העקרב.

כוכביה של קבוצה זו בהירים מאוד ואין בה ייחוד רב מבחינה אסטרונומית.

בקבוצה קיים צביר כוכבים סגור ועגול הנקרא NGC5897, הנמצא במרחק של 42,000 שנות אור מאיתנו.

כאמור, הכוכב הזוהר ביותר בקבוצת כוכבים זו נקרא "צבת העקרב הדרומית". זהו כוכב כפול כחול-לבן עם בן זוג לבן הנמצא במרחק של 77 שנות אור מאיתנו. הכוכב השני בזוהרו נקרא "צבת העקרב הצפונית". ייחודו בברק ירקרק והוא מרוחק מאיתנו 160 שנות אור. הכוכב השלישי בקבוצה נקרא "צבתות העקרב". זהו ענק צהוב המרוחק מאיתנו 152 שנות אור. הכוכב הרביעי בזוהרו בקבוצה הוא כוכב משתנה המשנה את בהירותו כל 2.3 ימים בגלל ליקוי של כוכב מקיף שאורו עמום יותר. ניתן לראות זאת בעין רגילה גם ללא עזרת משקפת. הכוכב המשתנה נמצא במרחק 304 שנות אור מאיתנו.

מיתולוגיה

מאזניים הם סמל עתיק להרמוניה, איזון, צדק ומשפט, הן בימי חייו של האדם והן לאחר מותו. המצרים הקדמונים שקלו במאזניים את לבו של המת כנגד נוצת האמת לפני האל אוסיריס, שחרץ את גזר דינו. אצל הרומאים היו אלו המאזניים שהחזיקה אלת המשפט והצדק אסטריה בידה האחת כסמל למשפט ללא משוא פנים, ובידה השנייה החזיקה חרב, שהיא חרב התגמול.

המיתולוגיה היוונית מספרת, שיום אחד שמעה אפרודיטה קול של תינוק צוחק הבא מכיוון גזע של עץ. היא ניגשה למקום וראתה שהגזע נבקע לאיטו לשניים ובחלל שבתוכו שוכב תינוק יפהפה בן יומו, הצוחק בקול רם. לקחה אפרודיטה את התינוק, ששמו היה אדוניס – נסיך, אך רצתה שמישהו יעזור לה לגדל אותו. היא גחנה אל האדמה וקראה לפרספונה שתעלה אליה מן העולם התחתון. האדמה נבקעה ופרספונה עלתה אל פני האדמה. ברגע שראתה פרספונה את התינוק היפה מיד התאהבה בו גם היא והשתיים החליטו לגדלו ביחד. חצי שנה תטפל בו אפרודיטה וחצי שנה - פרספונה.

כאשר גדל אדוניס והפך לנער יפה תואר, רצתה כל אחת מהאלות שהוא יישאר אצלה כל הזמן, לאורך כל השנה. רבו שתי האלות ביניהן ולא יכלו להגיע לפתרון. הלכו אל זיאוס, אבי האלים ובקשו ממנו שישפוט ביניהן. זאוס היפנה אותן אל תמיס, אלת התבונה שתפסוק ביניהן. תמיס פסקה שארבעה חודשים ישהה אדוניס עם אפרודיטה, ארבעה חודשים עם פרספונה ושאר ארבעת החודשים יעשה כרצונו. אדוניס בחר להישאר עם אפרודיטה וכך הסתיים הסכסוך בין האלות ולזכר משפט צדק זה נקבעה קבוצת כוכבים בשמים - מזל מאזניים.

עקרב

זוהי אחת מקבוצות הכוכבים היפות והבולטות בשמים הדומה מאוד לשמה.

מערכת הכוכבים עקרב היא אחת משש המערכות העתיקות של הזודיאק. כבר לפני 5000 שנה הכירו אותה תושבי מסופוטמיה בשם זה. בתקופה הבבלית היו בזודיאק ששה מזלות בלבד, מכיוון שחילקו את השמים

ל- 60° ולא ל- 30° כפי שמקובל כיום. למשל, מזל שור מסומל כיום רק במחציתו ואילו בתקופה הבבלית היה המזל מסומל על ידי שור שלם.

קבוצת עקרב המקורית השתרעה מקשתו של הקשת ועד לרגלי הבתולה. הקבוצה הכילה גם צבטות שלאחר מכן נלקחו ממנה וצורפו לקבוצת מאזניים.



חלק משביל החלב השזור בקבוצות הכוכבים עקרב ונושא-נחש (אנטרס הוא הכוכב הבהיר ביותר במקבץ הכוכבים שמתחת לצדק – העצם הבהיר ביותר בתמונה כולה). (מקור: APOD)

כאשר אנו מסתכלים בלילה בשמי הקיץ ניתן לראות בברור את העקרב. חלקו התחתון עד לבו טובל בשביל החלב. לכן, הוא עשיר בגופים שמימיים.

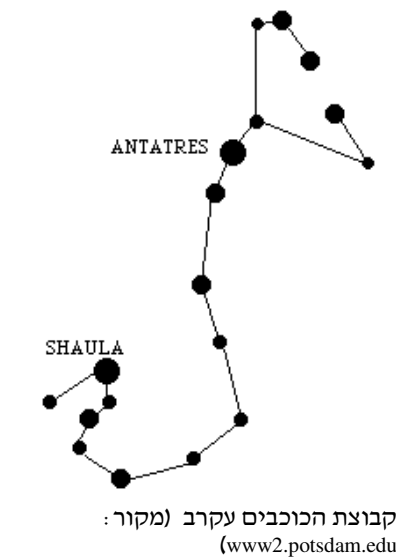
בחלקו הצפוני אפשר להבחין בשלושה כוכבים הנמצאים בשורה, המסמלים את ראש העקרב. הכוכב האמצעי שבראש נקרא בשם *דְּשֻׁבָּה* (דסצ'ובה = אל ג'בה) שפרושו מצח, כפי שהוא נקרא בפי הערבים, שנתנו את מרבית השמות לכוכבים. זהו הכוכב הרביעי בזוהרו בקבוצה זו. אולם, מדי עשר שנים (יולי 2000) זוהר הכוכב ארבע שנים ברציפות והופך לכוכב השני בזוהרו. לאחר מכן מתעמעם אורו. זהו כוכב לוהט ועצום בגודלו שהקוטר שלו גדול פי 6 מזה של השמש שלנו. הוא מרוחק מאתנו כ-402 שנות אור. למעשה זו מערכת הכוללת 4 כוכבים. שניים מהם, הכוכב הראשי ובן לווייתו, הקרוב אליו מאוד, סובבים זה את זה כל 20 יום לערך. כל המערכת מוקפת ענן של גז. הכוכב הראשי מסתובב במהירות ומשליך גז זוהר מהאזור המשווני שלו. בהירותו הולכת ומתעמעמת כאשר בן לווייתו הקרוב מתקרב אליו מדי עשור לערך וחולף על פניו וכך ממעיט את אורו.

ממרכז מצחו של העקרב אפשר לרדת לאורך גופו המתפתל עד לעוקץ. מכל כוכבי הקבוצה בולט במיוחד לבו האדמדם של העקרב – *אֶנטַאָרְס*. פירוש שמו הוא אנטי-ארס (אנטי = נגד, ארס = מרס = מאדים, נוגד מאדים). הוא גם מוכר כליבו של העקרב. אנשים שאינם מכירים במיוחד את כוכבי השמים עשויים לטעות בקלות ולחשוב שזהו כוכב הלכת מאדים.

אנטארס הוא ענק-על (סופרג'יינט) אדום בקוטר של כ-1500 מיליון ק"מ (פי 830 מקוטר השמש שלנו). זוהר עולה על זוהרה של השמש פי 11,000. אנטארס נמצא במרחק של כ-520 עד 600 שנות אור מאיתנו. כלומר,

אור הכוכב שמגיע מדי ערב לעינינו יצא ממנו לפני מאות שנים. במילים אחרות, אנחנו רואים היסטוריה.

זהו הכוכב ה-15 בבהירותו בשמים. אך הטמפרטורה שלו



קבוצת הכוכבים עקרב (מקור: www2.potsdam.edu)

נמוכה במחצית מזו של השמש, כ-3000°C. למעשה, זהו כוכב בינארי, שהוא ובן זוגו סובבים סביב מרכז משותף אחת ל-878 שנים. ניתן לראותו באיזור מלא בערפיליות גז צבעוניות. אילו היה אנטארס מחליף את השמש שלנו במרכז מערכת השמש הוא היה מגיע כמעט עד צדק. הסינים הקדמונים התייחסו אליו כאל "האש הגדולה", שהיא ליבו של דרקון המזרחי.



מעצמי קבוצת עקרב: הערפילית M20 (צילום: אנדריאס היידנרייך. צולם מפונדק הק"מ ה-101 בעזרת הטלסקופ של ויני ואן דר אורד)

לפי אמונת הקדמונים, *אֶנטַאָרְס* היה אחד מארבעת הכוכבים המלכותיים, ששמרו על השמים לאורך כל עונות השנה. אנטארס - הלב של העקרב שמר בקיץ. פּוֹמְלֵהוּט (פּאָם אֶל חוּט, פּאָם אֶל חוּטָה - פי הלוויתן) - הפה של הדג הדרומי שמר בסתיו. אלדבראן - העין של השור שמר בחורף. וְגִּוְלוּס - לבו של האריה שמר באביב.

משקפת קל יותר לראות את הצבירים גם במקומות פחות חשוכים.

בקבוצת עקרב אפשר למצוא גם ערפיליות יפות כמו ערפילית החרק המזכירה זה חיפושית או פרפר (לשיפוטכם), וכן הערפילית הפלנטרית העגולה כטבעת NGC6337.

בגלל קיצוצו של מזל עקרב שוהה בו השמש רק שבוע ימים ולא חודש שלם. בשאר הזמן היא שוהה בקבוצת נושא הנחש שהיא הקבוצה היחידה שהשמש נכנסת אליה ואינה משייכת "רשמית" לזודיאק. כבר במאה השנייה גילה תלמי שרוב כוכבי הקבוצה נמצאים צפונית למישור המילקה, ואילו ארבעה כוכבים מקבוצה זו נמצאים מדרום לו. כלומר, השמש עוברת דרך קבוצת כוכבים זו. אך בזמן שתלמי גילה זאת, כבר חולק הרקיע ל-12 חלקים שווים המתאימים ל-12 מזלות. לכן, קבוצה זו אינה נכללת במעגל המזלות, אין לה משמעות אסטרונומית ואף לא סמל אסטרונומי. בשנת 1995 נודע באמצעי התקשורת שאסטרונומים גילו, לכאורה, קבוצת מזלות חדשה - קבוצת הנחש. אולם תגלית זו לא התקבלה ע"י אחרים העוסקים באסטרונומיה. קבוצה זו הייתה שם כל הזמן ולא נכנסה לרשימת מזלות הזודיאק, אולי משום שאז תהינה 13 קבוצות ומספר זה אינו חביב במיוחד בעולם הנוצרי. היהודים החוגגים בר מצווה דווקא בגיל זה. הסינים והיפנים מתייחסים לזודיאק כמונה 13 קבוצות ולא 12 כמקובל.

נושא הנחש

קבוצת נושא הנחש (Ophiuchus) קשורה לקבוצת עקרב לא רק בחלוקת הזמן שבה שוהה השמש בשתיהן, אלא אף בסיפור המיתולוגי הקשור בשתיהן גם יחד.

קבוצת נושא הנחש מורכבת למעשה משתי קבוצות כוכבים נפרדות: אדם ונחש. האדם מחזיק בידיו נחש מתפתל המחולק בעצם לשניים. ראשו ביד אחת וזנבו בשנייה. האיש בקבוצה זו מזוהה עם הרופא היווני המהולל אֶסְקֵלְפִיוס (בנו של אפולו), שהיה רופא כה טוב, שאיש מבין מטופליו לא מת והוא אפילו יכול היה להחזיר לחיים אדם שמת. הקבוצות עקרב ונושא הנחש מייצגות למעשה דבר והיפוכו - מוות וחיים.

הכוכב הזוהר ביותר בקבוצת הנחש מסמל את לבו והכוכבים השני והשלישי בזוהרם מסמלים את ראשו עם כוכבים נוספים.

יש בקבוצה זו ריכוז צפוף של צבירי כוכבים כדוריים ליד שביל החלב. שניים מהיפים ביותר הם M10 ו-M12, שם הכוכבים מפוזרים יותר וניתן לראותם במשקפת או בטלסקופ קטן. צבירים נוספים הם: M14 ו-M9 העשירים בכוכבים. לצביר M19 צורה אובאלית ול-M62 יש צורה אי סדירה. את כל הצבירים אפשר לראות במשקפת, אך מוטב לצפות עליהם בטלסקופ.

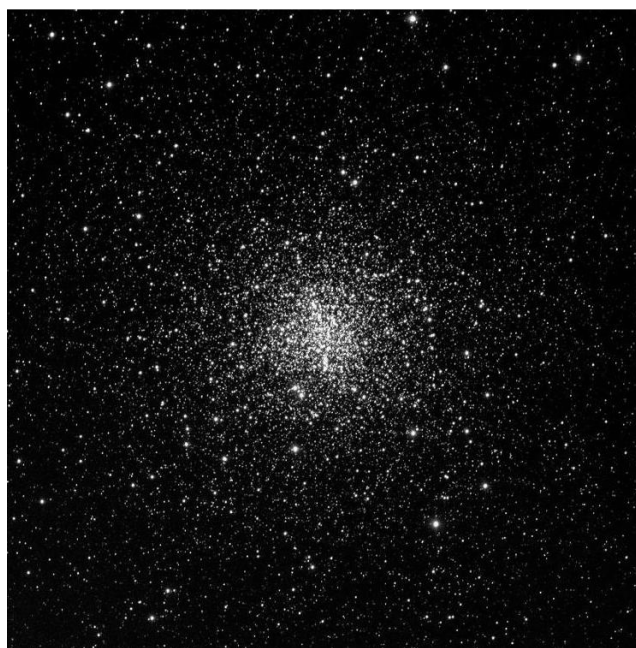
מיתולוגיה

אמו של אסקלפיוס, הנסיכה קורוניס היתה בת תמותה. היא מצאה חן בעיני אפולו ומהרומן ביניהם הרתה הנסיכה. אולם אפולו היה אל עסוק ולא היה לו זמן

בעקרב יש כמה צבירי כוכבים הבולטים במיוחד. בעזרת משקפת ניתן לראות מערבית לאנטארס את הצביר הכדורי M4 שהוא צביר כוכבים כדורי מהקרובים ביותר לשמש (כ-7200 שנות אור). זהו אחד הצבירים המרשימים ביותר בשמים, אלא שהוא מואפל על ידי עננים כבדים של חומר בינוכבי שחור. האור הבוקע מהצביר נבלע על ידי אותו חומר, שמעניק לצביר צבע כתום-חום. בצביר נמצאים לפחות 43 כוכבים משתנים ידועים.

ב-1987 נתגלה ב-M4 פולסר. פולסר הוא כוכב נויטרונים, הסובב במהירות עצומה ושולח פעימות יותר מ-300 פעמים בשנייה. ב-1995 גילה הטלסקופ של האבל ננסים לבנים בצביר זה, שהם בין הכוכבים הזקנים ביותר בגלקסיית שביל החלב. במשקפת נראה הצביר כעננה אך בטלסקופ קטן של 4 או 6 אינץ' (100 עד 150 מ"מ) ניתן לראות כוכבים בודדים.

בין הכוכב האמצעי של הראש, דשובה, לבין ליבו של העקרב מעט לכיוון צפון-מזרח נמצא צביר כדורי נוסף: M80 (בהירות 7.3). בצורתו הוא דומה מאוד לשביט



הצביר M4 שבעקרב (מקור: cseligman.com)

וכאשר התגלה ע"י שארל מסייה בארבעה בינואר, 1780, הוא קוטלג כערפילית יחד כוכב הדומה לליבת שביט. צביר זה מכיל מאות אלפי כוכבים, והוא מהצבירים הכדוריים הצפופים ביותר בגלקסיית שביל החלב שלנו. ויליאם הרשל, שגילה את כוכב הלכת אורנוס, הגדיר צביר זה כאחד הצבירים העשירים והדחוסים ביותר של כוכבים קטנים שראה מעודו.

במקום חשוך, נוכל לראות שני צבירי כוכבים גדולים ופתוחים הנמצאים מעט צפונית לעוקץ העקרב. הצפוני יותר נקרא M6 (בהירות 4.2), "צביר הפרפר" על שום צורתו. לא הרחק לידו, מעט דרומית-מזרחית נמצא הצביר הנוסף שקל יותר לראותו: M7 (בהירות 3.3). צביר זה נקרא גם "צביר תלמי" כי כבר בשנת 130 לספירה היה צביר זה ידוע לתלמי (פטלמיאוס), שתיאר אותו כערפילית ליד העוקץ של העקרב. יתכן שתלמי כלל בתיאור זה גם את M6, אך אין הדבר ברור. בעזרת



אסקלפיוס - אל הרפואה היווני (מקור: hkbma.homestead.com)

בין המתים
שהחזיר
לחיים היה
אוריון הצייד,
שטען כי
ביכולתו
להרוג את כל
החי על פני
האדמה.
דבריו אלו לא
נעמו לגאיה,
אלת הארץ,
ולדיאנה,
אלת הצייד,
שאוריון
השתייך
לחבורתה.
עקרב נשלח
כדי לעקוץ
את אוריון
למוות.
דיאנה,

שאהבה את אוריון התחרטה על מעשה זה ושלחה את אחיינה אסקלפיוס להחזיר אותו לחיים. נושא הנחש רמס את העקרב ברגלו וריפא את אוריון.

אולם מעשה זה לא נשא חן בעיני פלוטו (האדס) אל השאול, שנשאר מחוסר עבודה וממלכתו הייתה בסכנה: לא רק שחולים לא מתו, אלא גם אלו שכבר מתו הוחזרו לחיים.

פלוטו התלונן בפני יופיטר (זאוס) וביקש שיפסיק את פעילותו של אסקלפיוס. יופיטר הכה את אסקלפיוס בחץ הברק שלו והרגו. אולם אסקלפיוס היה אדם ראוי. לכן, העלה אותו יופיטר בדרגה, הפך אותו לאל הרפואה וקבע אותו עם הנחש, שהחזיק בפיו את עשב המרפא, כקבוצת כוכבים בשמים. אולם, כדי לשמור שאסקלפיוס לא יעסוק יותר ברפואה, קיבע יופיטר את הנשר שלו עם אחד מחצי הרעם בכנפו בסמוך לאסקלפיוס. אוריון, שלמד את הלך שומר מרחק מהעקרב וכאשר העקרב זורח (במזרח) אוריון בורח (במערב).

סמל הנחש מקובל בעולם כולו כסמל הרפואה. בתי מרקחת, ואף חילות רפואה שונים משתמשים בסמל זה. בתורת ישראל מסופר על בני ישראל במדבר, שאלוהים העניש אותם בעקרבים ונחשים. כאשר ביקש משה רחמים עליהם, אמר לו אלוהים שיתקע מוט גבוה באמצע המחנה ויתלה עליו נחש נחושת וכל מי שיכיש אותו נחש או עקרב, יביט אל נחש הנחושת וירפא.

לבלות עם אהובתו. הוא השאיר את העורב שלו, שהיה לבן ובעל קול של זמיר, שישמור על הנסיכה ויודיע לו מה קורה. הנסיכה שנשארה לבד התאהבה בגבר אחר. זמן קצר לפני הלידה, נזכר העורב במשימתו ומיהר לבשר לאפולו על ההתרחשויות. אפולו הזועם קילל את העורב ומקללה זו השחירו נוצותיו וקולו השתנה לקרקור. אולם, אפולו הקנאי והזועם עדיין לא נרגע. הוא תפס את הזוג והעלה אותו על המוקד. כאשר אחזה האש בבשרה של קורוניס, חטף אפולו את בנם המשותף, שטרם נולד ומסר אותו לקנטאור כירון, שיגדל אותו. הנער גדל ולמד את אומנות הרפואה.

מינוס מלך כרתים הזמין את אסקלפיוס, ששמעו יצא למרחוק, שיבוא לאי וירפא את בנו החולני גלאוקוס. הוא הבטיח לו עושר רב אם יצליח לרפא את הבן. כאשר הגיע אסקלפיוס לארמון וראה את מצבו של הנסיך הבין שאף הוא לא יוכל לעזור לו. המלך כעס וסגר את אסקלפיוס בצינוק ממנו לא יוכל להשתחרר, אלא אם ירפא את הבן. אסקלפיוס המיואש ישב בתא הכלא כאשר לפתע החליק נחש לתוך התא. אסקלפיוס הכה בנחש במטה שבידו והרגו. לפתע, נכנס נחש נוסף מאותו חור שבקיר כשהוא נושא בפיו עשב. הנחש הניח את העשב בפי הנחש המת וזה קם מיד לחיים ושני הנחשים עזבו את תא הכלא. אסקלפיוס חטף את העשב והודיע לשומר, שהוא מוכן לרפא את הנסיך. היא הניח את העשב בפי הנסיך וזה קם מיד בריא ושלם. המלך שאל את אסקלפיוס איך יוכל לגמול לו ואסקלפיוס ביקש שירשה לו לאסוף את העשב הזה שגדל באי ומאז היה בכוחו להחיות מתים.



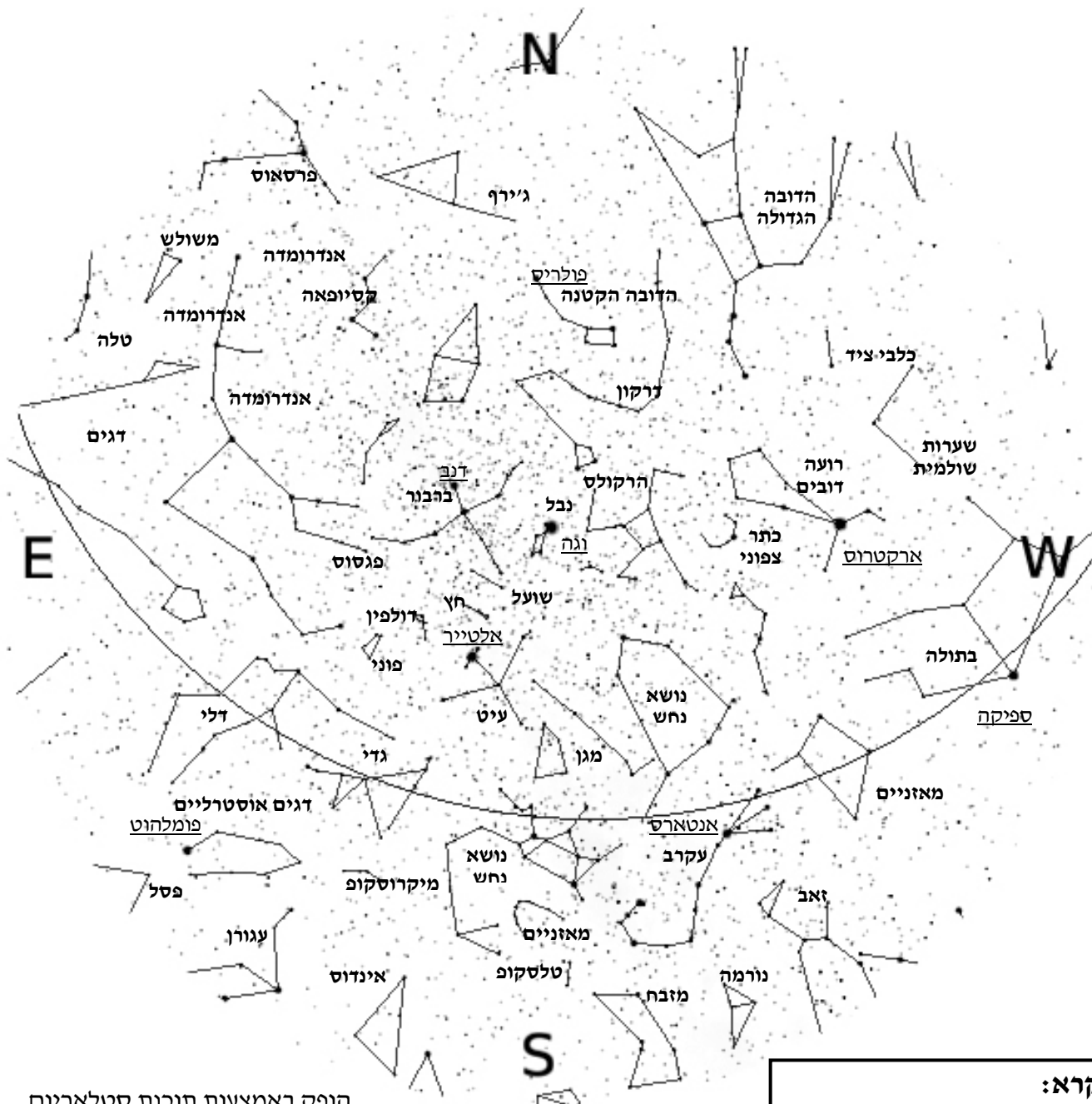
אפרודיטה ואדוניס (פרנסואה למוין, 1729). (מקור: utexas.edu)

מפת שמים – רבעון 2, 2008

הוראות:

1. מצאו מקום חשוך.
2. הפנו הגב לצפון.
3. סובבו את המפה כך שהאות N תופנה כלפי מעלה.
4. הרימו המפה לנקודה שמעל הראש.
5. השוו בין הכוכבים שעל המפה לבין הכוכבים שבשמים.

כך ייראו השמים ב:
15 ביולי, 24:00.
15 באוגוסט, 22:00.
15 בספטמבר, 20:00.
(לא כולל כוכבי לכת וירח)



מקרא:

N – נקודת כיוון

אנדרומדה - קבוצת כוכבים

אלטייר - כוכב

הופק באמצעות תוכנת סטלאריום.
הורדה בינם :

www.Stellarium.org

יומן שמים / מאלמנד האגודה

מופעי ירח				
תאריך לועזי	תאריך עברי	שעה	מופע	קבוצה
3/7	ל' בסיון	06:19	מולד	תאומים
10/7	ז' בתמוז	08:35	רבע ראשון	בתולה
18/7	ט"ו בתמוז	11:59	ירח מלא	קשת
25/7	כ"ב בתמוז	22:41	רבע אחרון	דגים
1/8	כ"ט בתמוז	14:12	מולד	סרטן
9/8	ז' באב	00:20	רבע ראשון	מאזניים
17/8	ט' באב	01:17	ירח מלא	גדי
24/8	כ"ג באב	03:50	רבע אחרון	שור
30/8	כ"ט באב	23:58	מולד	אריה
7/9	ז' באלול	18:04	רבע ראשון	עקרב
15/9	ט"ו באלול	13:13	ירח מלא	דלי
22/9	כ"ב באלול	09:04	רבע אחרון	שור
29/9	א' בתשרי	12:12	מולד	בתולה

הזמנים חושבו עבור אופק גבעתיים בשעות חורף.

תנועת כוכבים וכוכבי לכת				
חודש	יום	שעה	אירוע	אמצעי
7	3	15	נגה 1.7° דר' מהירח	מ/ט
7	6	21	מאדים 2.3° צפ' מהירח	ע/מ
7	10	19	מאדים 0.6° דר' משבתאי	ע/מ/ט
7	10	19	מאדים 0.6° דר' משבתאי	ע/מ/ט
7	27	-	שיא מטרס אקוורידים דרומיים (קז"ש 20)	--
7	29	-	שיא מטרס אקוורידים (קז"ש ~7)	--
7	30	-	כוכב חמה מתחיל להיראות ככוכב ערב	--
8	1	14	ליקוי חמה מלא (כ-2% מצפון ישראל)	ע/מ
8	2	14	נוגה 2.1° צפ' מהירח	מ/ט
8	2	22	רגולוס 1.5° צפ' מהירח	ע/מ
8	6	4	נוגה 1.0° צפ' מרגולוס	ע/מ
8	10	20	אנטרס 0.3° צפ' מהירח	ע/מ/ט
8	12	-	שיא מטר הפרסאידים (קז"ש חלש)	ע
8	13	18	נוגה 0.2° דר' משבתאי	ע/מ/ט
8	15	21	כוכב חמה 0.6° דר' משבתאי	ע/מ/ט
8	16	19	נפטון 0.7° דר' מהירח	ע/מ/ט
8	21	19	כוכב חמה 1.0° דר' מנוגה	ע/מ/ט
9	1	22	כוכב חמה 2.5° צפ' מהירח	ע/מ
9	5	-	שבתאי מתחיל להיראות ככוכב בוקר	--
9	8	19	כוכב חמה 2.6° דר' ממאדים	ע/מ
9	19	5	נוגה 2.4° צפ' מספיקה	ע/מ
9	22	16	נקודת שיוויון הסתיו	--
9	25	5	מאדים 2.3° צפ' מספיקה	ע/מ
9	30	17	ספיקה 2.6° צפ' מהירח	ע/מ

אמצעי תצפית מינימלי: עין בלתי מצוידת, משקפת 8X50, טלסקופ 125 מ"מ (4 אינץ').
ומעלה. מידע נוסף לגבי חל מהאירועים באתר האגודה (קרוב למועד).

התכסויות כוכבים בירח					
תאריך	שעה	מהלך	בה'	שם הכוכב	אמצעי
13/7	22: 48	D	5.6	Scorpii 4	מ/ ט
11/8	22: 08	D	5.3	Oph 43	מ/ ט
13/8	22: 59	D	5.8	--	מ/ ט
23/8	22: 33	R	4.3	Taurus 19	מ/ ט
23/8	22: 43	R	3.9	Taurus 20	מ/ ט
28/8	03: 01	R	5.3	Cancer μ	מ/ ט
8/9	20: 59	D	5.8	--	מ/ ט
9/9	17: 23	D	3.2	Sagittarius Φ	מ/ ט
9/9	23: 54	D	2.1	Sagittarius σ	מ/ ט
27/9	04: 41	R	5.1	Leo 48	מ/ ט
D = היעלמות מאחורי הגוף המסתיר. R = הופעה מחדש בתום התכסות.					

הירח - פריגאה ואפוגאה			
תאריך	שעה	אירוע	מרחק בק"מ
2/7	01:26	פריגאה	359515
14/7	08:12	אפוגאה	405453
30/7	03:23	פריגאה	363885
11/8	00:19	אפוגאה	404558
26/8	07:58	פריגאה	368697
7/9	19:00	אפוגאה	404213
20/9	07:30	פריגאה	368890

התכסויות כוכבים בכוכבי-לכת, ירחיהם ובאסטרואידים							
תאריך	שעה	משך התופעה	M	שם הגוף המכסה	עלייה ישרה	נטייה	אמצעי
22/6	23:59	161m	11.6	Jupiter	19h24m2s	-22°11'38"	מ
23/7	22:48	158m	11.9	Jupiter	19h7m27s	-22°45'26"	מ
12/8	19:39	229m	11.8	Jupiter	18h58m45s	-23°01'23"	מ

M = בהירות הכוכב המוסתר. אמצעי תצפית מינימלי: עין בלתי מצוידת, משקפת 8X50, טלסקופ 125 מ"מ (4 אינץ') ומעלה. מומלץ לצפות ממקום חשך.

”שקיעה” / מיכל לוינסטיין

אייזיק אסימוב ז”ל כתב על עולם עם ליקוי חמה מלא פעם ב-2049 שנים

גדולה מהכוכבים ותשרוף הכול. בנוסף לאלה, אנו מכירים פסיכולוג המקדיש את חייו לחקר את השפעת החשיכה עול תושבי לאגאש.

במהלך העלילה מתחיל הקורא להבין מדוע נשמדת הציוויליזציה שעל פני לאגאש במחזוריות – האימה האוחזת בתושבים למראה החשיכה הנופלת עליהם ומראה מיליוני שמשות בשמיים החשוכים, גורמת להם לאובדן שפיות. הם מדליקים אש כדי לראות ולהתחמם ומעלים בלהבות את כל תרבותם.

האירוע הבלתי נמנע מתרחש, אך יש תקווה – הבודדים הנאבקים לשמר את הידע לדורות הבאים שיוכלו אולי למנוע את הקטסטרופה הבאה.

בשנת 1990 פורסם הספר המורחב ”שקיעה” ע”י אייזיק אסימוב ורוברט סילברברג. הספר כולל את הסיפור הקצר המתאר את האירועים עד ליום הליקוי והמשך המתאר את יום הליקוי עצמו והאירועים בעקבותיו. הספר מוסיף לעלילה דמויות נוספות, כגון: העיתונאי רמון, האסטרונם בינאי, ואשתו הארכיאולוגית טיפרה.

עיבודי הסרטים לספר יצאו בשנים 1988 ו-2000. בשני המקרים נשאו הסרטים את השם ”שקיעה” וגורלם היה זהה: כשלון מסחרי, וביקורת רבה מצד המבקרים, המעריצים ואסימוב עצמו.

ליקויי חמה נחשבו משחר ההיסטוריה כמבשרי אסונות. בזמנים עתיקים שררו אמונות על דרקונים או נחשי ענק בולעים את השמש. כדי לגרש אותם היו מתופפים, יורים חצים בוערים אל השמיים ועוד. כמובן שכל השיטות ”הצליחו”. לפני כ-3,000 שנה הבינו האסטרונמים שהירח הוא הגורם לליקויים.

ליקוי חמה מתרחש כאשר כוכב לכת, ירח שלו והשמש אותה הוא מקיף נמצאים על אותו מישור וניכרת הסתרה של השמש על ידי הירח. כאשר הירח מכסה את השמש כולה זהו ליקוי חמה מלא.

לליקויי חמה ייצוג גם בהיסטוריה האנושית. ליקוי החמה הראשון שתועד התרחש ב-2,134 לפנה”ס בסין. שני האסטרונמים הקיסריים שילמו אז בראשם על כך שהיו שיכורים ולא התריעו בזמן מפני הליקוי. בספר עמוס (פרק ח' פסוק ט') מנבא הנביא ליקוי שכלל הנראה התרחש בשנת 763 לפנה”ס: ”והיה ביום ההוא, נאום ה',

”אם על הכוכבים להופיע, לילה אחד בלבד בכל אלף שנים, היאך יאמינו בני האדם, ואיך יעריצו או ישמרו,

למשך דורות רבים, את זכרה של עיר האלוהים?” שורה זו של הוגה הדעות והמשורר

האמריקני ראלף ואלדו אמרסון (1803-1882) עוררה את סופר המד”ב אייזיק אסימוב לפרסם בשנת 1941 את הסיפור

”שקיעה”

(”NightFall”).

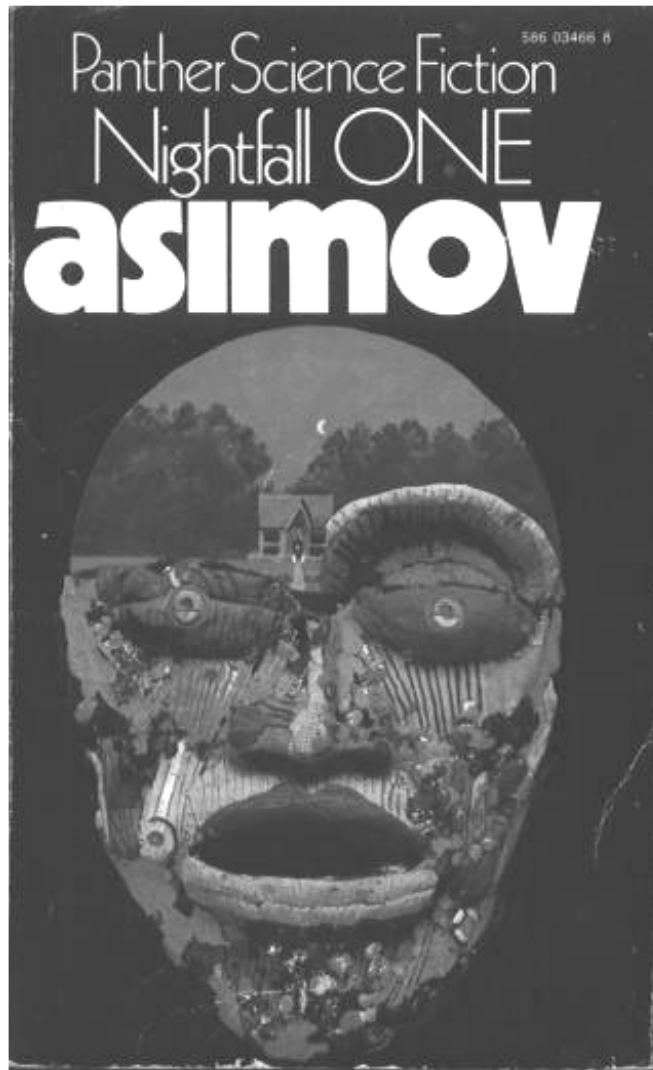
אסימוב אומנם פירסם את ”שקיעה” כאשר היה רק בן 21, אולם היצירה הוכתרה כסיפור המד”ב הטוב ביותר מאז ומעולם ע”י אגודת סופרי המד”ב בארה”ב ב-1968.

ב”שקיעה” מסופר על העולם לאגאש המוקף על ידי שש שמשות, שלפחות אחת מהן מאירה את שמי בכל רגע נתון ולכן תושביו רגילים לאור תמידי. במחזוריות של 2,049 שנים

הירח של לאגאש (שתושבי לאגאש אינם מודעים לקיומו) מלקה (מלשון ”ליקוי”) את השמש היחידה הנמצאת בשמיו וחשכה מוחלטת משתררת על העולם. ההיסטוריה והפאניקה האוחזים בציוויליזציה שלמה שיורד עליה החושך באופן פתאומי, גורמים להחרבתה באופן מחזורי כל אירוע כזה.

במהלך ”שקיעה” אנו מתוודעים למספר קבוצות אנשים במקביל: קבוצת אסטרונמים הצופים בתנועת השמשות ומגלים את חוק הכבידה, שמביא אותם להבין שתנועת השמשות בשמיים נגזרת מהימצאותו של גוף שמימי נוסף (לא ידוע בינתיים) ועל ידי כך לצפות את הליקוי הממשמש ובא.

קבוצת ארכיאולוגים החופרים בתל עתיק ומגלים שאחת לאלפיים שנה לערך הוחרבה התרבות בשריפה אדירה. קבוצת כמרים המטיפים לצאן מרעיתם על יום הדין הקרב ובא, שבו תרד חשיכה על העולם, תצא אש



עטיפת ”שקיעה” – חלק א'. (מקור: alexholden.net).

פרויקט שיקום והשמשות הספרייה

בימים אלה נערכים מאמצים רבים לסדר ולהשמיש את ספריית האגודה ע"י צוות בראשות שי חלצי ועדה ארנון, ובעזרתן הרבה של לילך מור ומיכל לוינשטיין. בגמר הפרויקט יופץ לחברים קטלוג הספרים שהכין בזמנו נדב רוטנברג (אשר בינתיים הוספו לו הירחונים וספרים שנתרמו לאגודה).

נתונים על ספריית האגודה

בקטלוג הספרייה מופיעים כ-500 ספרים בנושאים מגוונים הקשורים לאסטרונומיה, וכן אלפי גיליונות ירחונים שונים. בנוסף, נמצאו ספרים רבים באנגלית ובגרמנית, ומספר ספרים בשפות אחרות. בין השאר ניתן למצוא בספרייה כמה ספרים ייחודיים ונדירים, כגון ספרי אסטרונומיה של נחמן יעקובי משנות החמישים והשישים, סדרת הספרים המקורית "Amateur Telescope Making" חלקים 1-3, ספרי תצפית של David H. Levy, ספרי טבע בגרמנית מהעשור הראשון של המאה ה-20 (בני למעלה ממאה שנים!), ביוגרפיות נדירות בעברית, גיליונות "הכוכבים בחודש", "כל כוכבי אור" ו"אסטרונומיה" בעברית משנת הקמת האגודה ועד היום, ירחוני מדע וטבע עבריים משנות ה-60, מרבית חוברות Sky and Telescope סוף שנות ה-40 ועד היום וחוברות רבות של Astronomy, Scientific American, Journal of British Astronomical Association, ופרסומי AAVSO משנים שונות. בנוסף לאוסף המדעי, נמצאו גם ספרים בעלי ערך היסטורי: ספרי עליה בגרמנית שכנראה היו שייכים למקימי האגודה שעלו בעליה החמישית, ספר "רשפים" (אוסף סיפורת שנדפס בעברית בוורשה בשנת 1919) ועוד.

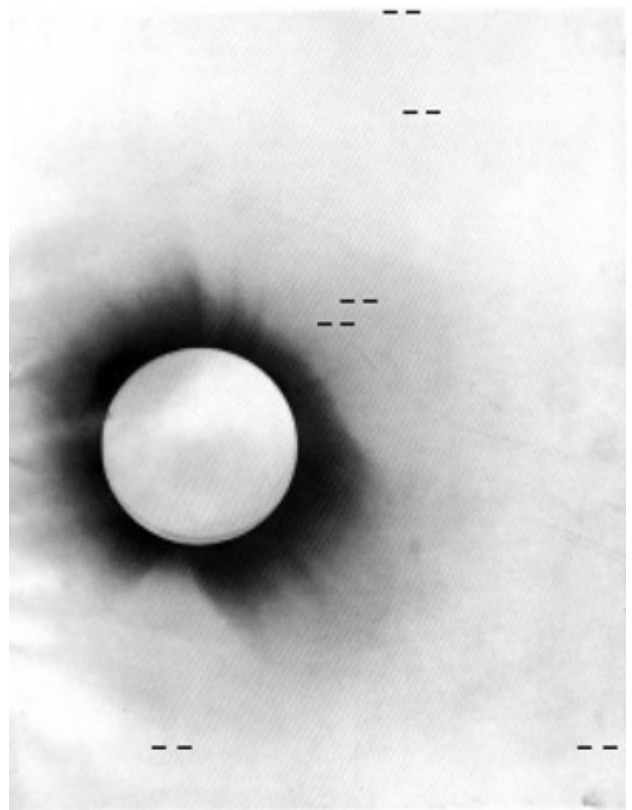
ערב השקת הספרייה

נשקלת האפשרות כי החברים יוכלו לעיין ולשאול ספרים לתקופה קצובה. ערב השקת הספרייה מחדש יתקיים ככל הנראה בתאריך שיפורסם מראש (יש להתעדכן בלוח האירועים שמופיע באתר האגודה ובעדכונים הנשלחים לרשימת התפוצה). מומלץ להגיע לערב ההשקה כדי לשאול ספרים פופולאריים לפני ש"יחטפו" ויועברו לרשימת המתנה. כמו כן ניתן יהיה לרכוש גיליונות ישנים של פרסומי האגודה ופרסומים אחרים.

שי חלצי

והבאתי השמש בצהריים והחשכתי לארץ ביום אור". בליקוי שארע בשנת 585 לפנה"ס היו צבאות הפרסים והיוונים באמצע קרב במסגרת מלחמה בת חמש שנים. כיוון שראו בו סמל משמיים, המלחמה הופסקה. משוער כי הקיסר לואיס מבוואריה מת מפחד בשנת 840, בעקבות ליקוי חמה מלא שנמשך חמש דקות.

אירוע היסטורי חשוב הרבה יותר התרחש בעקבות הליקוי שארע ב-29/5/1919, שישה חודשים לאחר תום מלחמת העולם הראשונה. אלברט איינשטיין העלה סברה כי לכבידה יכולת השפעה על האור, המרחב והזמן. כתוצאה מכך, ניתן יהיה למדוד סטייה של אור כוכב מרוחק כאשר הוא עובר ליד השמש. בשנת 1919 התרחש ליקוי מעל האי פרינסיפה (Principe Island) לחוף אפריקה המערבית. על האי, צילם צוות בראשותו של האסטרונום ארתור סטנלי אדינגטון את הליקוי ומדד את מיקום הכוכבים שנראו בשמים בעת שהושכו ע"י השמש. מיקום הכוכבים נראה שונה מאשר בלילות אחרים, דבר שעלה בקנה אחד עם סברתו של איינשטיין והוכיח את צדקת אחד העקרונות הראשיים בתורת היחסות הכללית. לימים הפך איינשטיין למדען אולי המפורסם ביותר בעולם ואדינגטון קיבל תואר אבירות.



תמונת תשליל שצולמה בעת הליקוי ב-29/5/1919. על התמונה מסומנים מיקומי הכוכבים כפי שנצפו בעת הליקוי. (מקור: esa.int).

ב-2006, קבוצה של חברי האגודה צפתה בליקוי החמה המלא שהתרחש בשמי תורכיה. את רשמי הקבוצה ניתן לקרוא בגיליון 2 של כרך 32. רון פלד, אחד מחברי האגודה, תיעד התצפית גם באינטרנט: (<http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-3235574,00.html>).

ב-2009 מתוכננת תצפית בליקוי החמה הארוך שיתרחש בסין (ראו מודעה בחוברת זו).



ספרו לנו!

מכתבים למערכת נא להפנות אל:
מערכת "אסטרונומיה"
האגודה הישראלית לאסטרונומיה
תד' 149, גבעתיים, מיקוד 53101
טל': 03-7314345
פקס: 03-5422868
astronomy@astronomy.org.il

הגלריה

אלו המעוניינים שתמונותיהם יופיעו במדור זה מוזמנים להעלותן
לפורומי האסטרונומיה בפורטלי YNET ו/או נענע, או לשלחן לכתובת
Astronomy@astronomy.org.il בצירוף פרטי התקשרות (נא לא לשלוח
קבצים בנפח העולה על 1 מגה-בייט).



M63 בקבוצת כלבי צייד (כולל הילתה החיוורת). אנדריאס היידנרייך. 273 חשיפות של 15 שניות
כ"א. טלסקופ 14 אינץ' RCX של Meade, f/8, focal reducer 0.33, מצלמת Meade DSI2-Pro CCD, פילטר
H-Alpha. צולם בפונדק ה-101.



M94 בקבוצת כלבי צייד (כולל הילתה החיוורת). אנדריאס היידנרייך. 165 חשיפות של 15 שניות כ"א. טלסקופ 14 אינץ' RCX של Meade, f/8, focal reducer 0.33, מצלמת Meade DSI2-Pro CCD, פילטר H-Alpha. צולם בפונדק ה-101.



חלקה הדרומי של ערפילית הרוזטה (NGC2237 שבקבוצת חד-קרן). אנדריאס היידנרייך. 75 חשיפות של 30 שניות כ"א. טלסקופ שמידט-קאסיגריין 10 אינץ' LX50 של Meade, $f/10$, focal reducer 0.33, מצלמת Meade DSI3-Pro CCD, פילטר H-Alpha. צולם ממצפה ארכנהולד, גרמניה.



NGC253 (בקבוצת פסל). יוסי חורי. טלסקופ Meade, 10 אינץ', $f/6.3$, מצפה רמון.



NGC1491 שבקבוצת פרסאוס. אנדריאס היידנרייך. 46 חשיפות של 15 שניות כ"א (מתוך 136). טלסקופ שמידט-קאסיגריין 10 אינץ' LX50 של Meade, focal reducer 0.33, f/10, Meade DSI3-Pro CCD, פילטר H-Alpha. צולם ממצפה ארכהולד, גרמניה.



הצביר הפתוח M41 (בקבוצת כלב גדול). יוסי חורי. Bresser Messier R-152, f/5, 5 דקות חשיפה בעקיבה.



הגלקסייה NGC5128 (סנטאורוס A שבקבוצת שור). יוסי חורי. צולם בשנת 1992 ממצפה רמון. הצילום עבר דיגיטציה מפילם.



ערפילית הלגונה (M8) ולווין חולף. יוסי חורף. Tele-View NP-127 is, 5 אינץ', f/5.2, 8 דקות חשיפה ועקיבה.

מימין למעלה : כוכב הלכת מאדים. מימין למטה : כוכב הלכת שבתאי. אור דובנוב רז. Meade
Maksutiv-Cassigrain, 7 אינץ', f/15, מצלמת LPI Meade. שבתאי : 100 חשיפות של 0.3 שניות כ"א.
למטה : דיאגרמת HR, עשויה מכדורי קלקר על לוח קאפה שנבנתה בחוג אסטרונומיה לילדי
כיתות ג-ד מחוננים בהדרכת עופר גבז, במרכז למחוננים באשקלון.

