

אסטרונומיה

ביטאון האגודה הישראלית לאסטרונומיה

חדשות אסטרונומיה
עצמי שמי חורף למשקפת
מקור קבוצות הכוכבים
אסטרונומיה אצל בטהובן
הגלריה

כרך 34

גיליון 5 חורף 2008

דבר העורך

אסטרונומיה

ביטאון האגודה הישראלית לאסטרונומיה
כרך 34 גיליון מספר 5 חורף 2008 מחיר: 40 ש"ח

400 שנה לאחר שהחל הרומן של גלילאו גליליי עם הטלסקופ, מציין העולם את שנת האסטרונומיה הבינ"ל, היא שנת 2009. בשנה זו יפעלו גופים שונים, וביניהם האגודה, למען קידום מדע האסטרונומיה, יותר מתמיד. בחגיגה נוטלים חלק ארגוניים מקומיים, לאומיים ובין-לאומיים, כגון UNESCO. והיכן מקומכם? פה איתנו, צופים, מצלמים, קוראים וכותבים.

בעיתון זה תמצאו מספר לא מבוטל של כתבות. גדי איידל הייט מידע אותנו לגבי השמש ותופעותיה, בהן ניתן לצפות בזהירות, אך ללא ציוד מיוחד. נח פרביאש מספר על פעילותו של מרכז האסטרונומיה בבית יציב ומראה שיש פעילות אסטרונומית, גם בדרום. עדן אוריון מספק רשימה ארוכה של עצמים שניתן לצפות בהם במשקפת פשוטה. ד"ר יגאל פת-אל, יו"ר האגודה, מלמד אותנו מה מקורן של קבוצות הכוכבים המוכרות לנו כיום. מרים אוריאלי מסיעת לך למצוא את משולש החורף – אסטרונומיה שמלווה אותנו במשך החורף. חברת האגודה אתי דניאלי כותבת את החגיגה על אסטרונומיה כשהיא מאזינה ליצירותיו של לודוויג ואן בטהובן. בנוסף, חדשות האסטרונומיה מובאות אליכם בשיתוף אבי בליזובסקי מאתר הידען ובהשתתפות אריה מורג. מזכיר האגודה אלברט כליפא מעדכן בהתפתחויות האחרונות באגודה ובהמשך הגיליון תמצאו מפת שמים לרבעון הקרוב. כמו תמיד, בסוף הגיליון תמצאו את הגלריה ובה תמונות של חובבי אסטרונומיה ישראלים – "הקציר" של שלושת החודשים האחרונים.

הפקת עיתון היא פרויקט מורכב ודורשני, בנוסף, הפקת עיתון זה היא פרויקט התנדבותי לחלוטין. לכל המתנדבים, חברי אגודה ואחרים, אשר סייעו בצורה כזו או אחרת ביצירת גיליון זה – אנו מוקירים לכם רוב תודות. לקוראינו נזכיר כי איש במערכת אינו משלה את עצמו (או עצמה) שנוכל לכסות את כל היריעה במגוון שיוצא בטפטוף אחת לשלושה חודשים, כשבחוץ משתוללת סופת מידע. לכן, בנוסף לריכוז חדשותי סמלי, אנו מנסים להביא לכם מדי רבעון את סיפור האסטרונומיה בישראל. אם שמעתם על משהו שמתרשש, או אם תרצו שנסקור אירוע מסוים – אנא הודיעו לנו.

ואם בהודעות עסקינות, יתכן כי חלק מהודעות המייל שנשלחו אלינו בתקופה האחרונה לא הגיעו ליעדן עקב תקלה טכנית. התקלה תוקנה ואנו זמינים.

בין אם בתצפיות, הרצאות, כנסים או מעל גבי עיתון זה – נתראה.

בהצבת שמיים 3116
מספר 3316
2016



אסטרונומיה, ביטאון האגודה הישראלית לאסטרונומיה, מצפה הכוכבים, גן העלייה השנייה,

ת.ד. 149, גבעתיים, 53101

טלפון: 03-7314345

פקס: 03-5422863

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

עמותה מס' 6-004-867-58

ISRAELI ASTRONOMICAL ASSOCIATION
THE GIVATAYIM OBSERVATORY
SECOND ALIYA PARK
P.O.BOX 149, GIVATAYIM, 53101
TELEPHONE: 03-7314345
FAX: 03-5422863

המערכת

עורך.....עודד אברהם
עריכה מדעית.....ד"ר דיאנה לאופר, ד"ר יגאל פת-אל
עריכה לשונית.....שוני לוטן, עודד אברהם
עימוד ועיצוב.....עודד אברהם

תוכן עניינים

2	דבר העורך	עודד אברהם
3	מה באגודה	אלברט כליפא
6	מה באסטרונומיה	
11	גופי אסטרונומיה בישראל	
12	בעין צופייה	גדי איידל הייט
17	אסטרונומיה בפסטיבל המדע של בית יציב	
18	הולכים לאיבוד דרך משקפת	נח פרביאש
24	תולדות קבוצות הכוכבים ושמותיהן	עדן אוריון
28	משולש החורף	מרים אוריאלי
33	מפת שמים	
34	חוויות אסטרונומיות בסימפוזיום של בטחובן	אתי דניאלי
39	גלריה	

שער קדמי: התקבצות כוכבי הלכת נגה וצדק, ולידה הירח.
צילום: ירון עיני, www.yaroneini.com.
שער אחורי: אזור ערפילית ראש הסוס, עדי כהן.

כל המפות בחוברת זו יוצרו בשורת SkyMap Pro 11, אלא אם כן צויין אחרת. בכל המפות צפון הוא למעלה. המפות שרטטו ע"י עודד אברהם. ניתן להוריד את תוכנת SkyMap ב: www.skymap.com

מה באגודה / אלברט כליפא

דיווח על פעילותה השוטפת של האגודה

כונן גיבוי

באוקטובר השנה נרכש כונן גיבוי לחוברות שנסרקו למסמכי האגודה, הקובץ יאוחסן מחוץ למצפה ויעודכן לפי הצורך.

ספר "המפץ הגדול"

לאחרונה יצא למדפים ספר מומלץ מאוד, המספר את סיפור האסטרונומיה מימי קדם ועד ימינו. האגודה רכשה אותו בהנחה של 40% והוא נשלח לחברי האגודה שהזמינו עותקים ממנו.

תצפיות חוץ

נסיעות התצפיות הלילות שנערכו הקיץ הופסקו בספטמבר מחמת החורף ויחודשו בקרוב ביתר שאת לרגל שנת האסטרונומיה שתחול בשנת 2009. התצפיות ייערכו במקומות קרובים יותר, כמו הר הטייסיים על יד ירושלים, וזאת במטרה למשוך קהל רב יותר.

חוג מטאורים

בהדרכת חברת האגודה אנה לוין ובעזרת החבר שי חלצי ממ"ש ייד החוג בפעילות של תצפיות מטאורים לילות ודיווח מסו"ד עליהם למוסדות בינלאומיים, יש עוד מקום למצטרפים חדשים לשם הגברת הפעילות בנושא.

טיול ליקוי לסיין

האגודה התקשרה עם החברה הגיאוגרפית לשם עריכת טיול ליקוי לסיין לחברי האגודה. הטיול ייערך בחודש יולי 2009 לקראת הליקוי שיחול ב-22 בחודש ושיהיה אחד הליקויים הארוכים (כ-6 דקות). לטיול יהיו שתי ורסיות אחת של 10 יום וורסיה נוספת של 15 יום. יש עדיין מקום בטיול למשתתפים נוספים (ראו מודעה בחוברת).

פלנטריום

האגודה רכשה פלנטריום חדש. עבור הפלנטריום נרכש גם אוהל תצפית ע"י עיריית גבעתיים. בעזרת הפלנטריום ניתן יהיה לערוך בקרוב הצגות לקהל על גרמי שמיים. הפלנטריום ימוקם במצפה (ברחבה בחוץ) או ישמש להצגות שמיים בבתי ספר, מועדונים או אולמות שונים ברחבי הארץ. הן האגודה והן עיריית גבעתיים יוכלו להשתמש בפלנטריום במקומות ציבוריים לשם הצגות שמיים בתשלום בהזדמנויות שונות, בחופשות או בחגים.

מצלמה חדשה

מצלמה חדשה ומשוכללת שנקנתה ע"י האגודה הותקנה על הטלסקופ הראשי. יו"ר האגודה ד"ר יגאל פת אל יכין תכנן להפעיל אותה בצורה ממוחשבת לכל מזמין בתשלום דרך האינטרנט. בינתיים הצילומים ממשיכים עם הציוד הקיים.

קורס מתחילים

קורס אסטרונומיה למתחילים נפתח במצפה ב-02.11.08 בו לוקחים חלק כ-22 משתתפים בעלות של 900 ₪ למשתתף. הקורס יימשך כ-5 חודשים ויודרך ע"י ד"ר יגאל פת אל, ד"ר דיאנה לאופר ומר עופר גבזו. המשתתפים יקבלו תעודה מתאימה בגמר הקורס. האגודה מאחלת הצלחה למשתתפים.

כנס האגודה

בגלל שנת האסטרונומיה העולמית שתחול בשנת 2009 יידחה כנס האגודה בשבועיים מחנוכה 2008 ל-2 בינואר 2009 וזאת לרגל פתיחת שנת האסטרונומיה העולמית. בכנס יושם דגש על הפעילויות הצפויות בשנת האסטרונומיה וינתנו הרצאות שונות. בנוסף לכך יתקיים בכנס מושב האגודה השנתי בו תהיה סקירה על פעילות האגודה ואישור המאזן שלה.

בואו להשתאות מיופי השמיים והארץ!

הצלם הנודע נוח (ניל) פולברג פרסם עשרות צילומים המשלבים נוף ארצי עם נוף אסטרונומי בספרו "שמים וארץ".

חברי אגודה המעוניינים לרכוש את הספר במחיר 105 ₪ (לאחר הנחה של 40% וללא דמי משלוח) מוזמנים ליצור קשר עם האגודה בטלפון 03-7314345 או במייל astronomy@astronomy.org.il.

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



האגודה הישראלית לאסטרונומיה

הכנס השנתי ה-56

הכנס יתקיים ביום שישי 02.01.09 בין השעות 08:00 - 14:00
באשכול פיס, אוהל-שם, רחוב רוקח, 118 רמת גן
הכנס פתוח לקהל הרחב

פתיחת אירועי

"השנה הבינלאומית לאסטרונומיה"

תכנית הכנס:

	08:00 – 08:20 כינוס ורישום
ד"ר יגאל פתאל	08:20 – 08:30 דברי פתיחה: יו"ר האגודה
ד"ר שי צוקר	08:30 – 09:15 בחיפוש אחר כדור-הארץ החדש
	09:15 – 10:00 תרומת נסויי מעבדה למשימות החלל
פרופ' עקיבא בר-נון	Cassini-Huygens ו-Deep Impact
	10:00 – 10:30 הפסקה + כיבוד קל
ד"ר דניאל ללוש	10:30 – 11:15 מאיץ החלקיקים CERN והמפץ הגדול
ד"ר רוני מועלם	11:15 – 12:00 תפיסות שגויות באסטרונומיה
ד"ר יגאל פתאל	12:00 – 12:30 400 שנה לטלסקופ
	12:30 – 13:00 הפסקה + כיבוד קל
	13:00 – 14:00 <u>המושב השנתי של האגודה הישראלית לאסטרונומיה</u>
	<u>דיווחי סניפים ובחירת מוסדות האגודה</u>

דמי כניסה לכנס:

חינם	לחברים המחדשים חברות לשנת 2009
חינם	למצטרפים חדשים לאגודה לשנת 2009
₪ 30	לחיילים ולילדים עד גיל 18
₪ 50	לקהל הרחב
₪ 150	דמי חבר שנתיים לאגודה

עדכונים בדבר הכנס יפורסמו באתר האגודה:
www.astronomy.org.il

טיול- ליקוי חמה בסין - 2009

ליקוי חמה מלא של כ-6 דקות יתרחש בסין ב-22 ביולי, 2009

בואו לצפות בליקוי הארוך במאה ולטייל בסין

ניתן לבחור בין שתי אפשרויות:

14 יום (12 לילות) 23.07.09 – 10.07.09 \$ 3100 ליחיד בחדר זוגי 4 טיסות פנימיות

בייג'ינג 3 ימים כיכר טיאננמן, העיר האסורה, החומה הסינית, דרך הרוחות, ארמון הקיץ, מופע קונג פו

שיאן יומיים חיילי הטרקוטה, פגודת אווזי הבר, הרובע והמסגד המוסלמי, שוק צמחי מרפא

צ'נגדו יומיים שמורת דוב הפנדה, פסל בודהה, שייט בנהר, אמיי שן

גוילין יום 1 מערת החליל, גבעת חדק הפיל, טרסות האורז

יאנגשו יום 1 שייט על נהר לי, שדות האורז, שוק ססגוני

שנגחאי 3 ימים גני יו, טיילת הבונד, גיאשינג- ליקוי חמה, מגדל ג'ין מאו רובע יהודי, מופע אקרובטיקה

10 יום (8 לילות) 23.07.09 – 14.07.09 \$ 2300 ליחיד בחדר זוגי 2 טיסות פנימיות

בייג'ינג 3 ימים כנ"ל

שיאן יומיים "

שנגחאי 3 ימים "

רמת מלונות:

תוספת ליחיד בחדר:

תוספת ליחיד בחדר:

תוספת לאורחים (לא חברי אגודה):

דמי ביטול:

דמי ביטול קרובים יותר:

מקדמה בהרשמה:

תשלומים:

דרגה ראשונה- חצי פנסיון

\$ 500 (ל 14 יום)

\$ 400 (ל 10 יום)

\$ 100

\$ 100 מהרשמה עד חודשיים לפני הטיסה

\$ 200 חודש לפני הטיסה עד \$ 1000 שבוע לפני הטיסה

\$ 200

היתרה ב 3 תשלומים חודשיים החל מ 01.06.09

(בגלל המועד המיוחד של הטיול, המחיר מבוסס על עלות טיסה בינלאומית היום של \$900, וישתנה בהתאם)

(דמי חבר לחברות שנתית באגודה 150 ₪)

המעוניינים להצטרף מתבקשים להתקשר עד 15 בינואר 2009

(לא ניתן לשמור מקום להרשמה מאוחרת כי מספר האנשים לאוטובוס מוגבל)

אלברט כליפא (054-4868006)

מה באסטרונומיה

עדכוני משימות חלל ותגליות אסטרונומיות עד למועד סגירת הגיליון

הוכרז מותה של הפניקס

מהנדסי נאס"א לא קיבלו כל אות מהחללית פניקס מאז ה-2 בנובמבר, היום בו הצליחו לגרום לה לחדש לזמן קצר את התקשורת שלה עם כדור נחת הפניקס. מקור: נאס"א הארץ.

בהשוואה לאיזורי הנחיתה של כל החלליות עד כה. כדי לנחות נפתחו מצנחים והופעלו מנועים שהאטו את הירידה. המשימה על פני השטח תוכננה לאורך שלושה חודשים, אך החללית המשיכה לפעול למעלה מחמישה חודשים. משך המשימה חפרה הזרוע הרובוטית של החללית בחיפוש אחר מים. מכשירים אחרים על סיפון הפניקס הריחו, אפו בתנור מיוחד, ובדקו באמצעים אחרים את דוגמאות הקרקע.

המטרה העיקרית של המבצע היתה בקרח המים שאמור היה להימצא סנטימטרים אחדים מתחת לפני השטח. המצלמות קלטו כי גושי קרח התאדו לפני שהדגימות הגיעו לתוך הנחתה. "היינו מרותקים ועסקנו בכך במשך חמישה חודשים" אמר החוקר הראשי של הפרויקט, פיטר סמית' מאוניברסיטת אריזונה בטוסון, אריזונה. "חפרנו בקרח, אנו יודעים את עומקו, וראינו כיצד הוא משתנה בבואו במגע עם פני השטח, ראינו סוגים שונים של קרח מים."

התגלו שברי המטאור הקנדי

מטאור גדול האיר את שמי מערב קנדה בתאריך ה-20/11, 17:30 שעות מקומי. המטאור הגיע לבהירות של -20 (פי 600 מהירח המלא) ושרד את הכניסה לאסטרמוספירה.

חלק מהשברים נמצאו על פניו של אגם קפוא. ניתן היה לראות אותם סימני פגיעה בקרח האגם. גודלו של השבר הגדול ביותר שנמצא הוא כשל ראש אדם בוגר, ומשקלו 13 ק"ג. הרכבו נראה ברזלי ברובו.

המדען הפלנטרי והגיאולוג ד"ר אלן הילדבראנד, ותלמידת המחקר אלן מילי מאמינים כי 2000 רסיסים מהמטאוריט שמסתו מוערכת ב-10 טון

נות, משתרעים על פני שטח של כ-20 קמ"ר. החוקרים לא חשפו את האיזור המדויק שבו נמצאו השברים, אך רק מסרו כי באופן כללי מדובר באיזור הנמצא מדרום לקהילה בשם

פניקס, שנחתה באיזורי הקוטב הצפוני של מאדים במאי 2008, נאבקה בקור המתגבר ובאפלה של החורף. בנאס"א מוסרים כי ימשיכו לנסות ליצור קשר עם החללית אך בסוכנות כמעט משוכנעים שלא ישמעו ממנה שוב.

"אנו מפסיקים את פעולת הצוות ומכריזים על סוף המשימה בנקודה זו" אמר מנהל הפרויקט מטעם המעבדה להנעה סילונית של נאס"א בפאסאדינה, בארי גולדסטין. עם זאת, המידע שנאסף יישאר כמורשת וימשיך להעסיק חוקרים שעבדו בפרויקט ואחרים ברחבי העולם.

ואולם מכיוון שכבר היו הפתעות מעמידותה של חללית זו, ההאזנה לפניקס נמשכה פרק זמן נוסף. החלליות המקיפות את מאדים עוברות מעליה מדי שעותיים בערך, והפעילו את מכשירי הרדיו בנסיון לתקשר עם הפניקס כדי לראות אם היא עדיין מתפקדת. בתאריך ה-1/12/08 הודיעה נאס"א כי גם נסיונות אלו נפסקים לעת עתה.



החללית פניקס שוגרה מכדור הארץ באוגוסט 2007 והגיעה למאדים ב-25 במאי, היום בו נחתה בנקודה הצפונית ביותר

קרים נאלצו להמתין למציאת השברים כדי להיות בטוחים שמדובר במטאור.

קוטרו של הגוף מוערך להיות זה של שולחן כתיבה ממוצע. מדובר בעצם קטן בהרבה מזה שהתרסק בשנת 1908 מעל טונגוסקה שבסיביר. אסטרואידיים גדולים מתקרבים אף הם מדי פעם לכדור הארץ, אבל לרוב מחטיאים אותו, כפי שקרה בשנת 2006.

כארבעה שבועות לאחר היראות המטאור הקנדי, נצפה מטאור בהיר עוד יותר מעל שמי צפון אמריקה. מטאור זה הוערך להיות בבהירות 18-, אולם לא דווח על מציאת שברים כלשהם עד לכתיבת שורות אלו.

החללית צ'אנדריאן הטילה קלע לירח

החללית ההודית צ'אנדריאן-1 המקיפה את הירח, שגרה חל לית קלע קטנה שביצעה ריסוק מתוכנן על פני הירח. שמה של חללית הקלע הוא Moon Impact Probe, או MIP בקיצור. MIP היוותה מטען אחד מבין 11 המטענים על החללית צ'אנדריאן-1. התאריך שנבחר לפגיעה, ה-14/11, היה יום הולדתו של ראש ממשלת הודו פאנדיט ג'אוהראל נארו, שניהן בתפקידו כאשר החלה תוכנית החלל ההודית ב-1962. זוהי החללית ההודית הראשונה שהגיעה אל הירח.

משקלה של MIP בעת השיגור היה 34 קילוגרמים. החללית בנויה בצורת קופסה הכילה שלושה מכשירים: מערכת הדמיית וידאו, מכשיר למדידת גובה באמצעות מכ"מ ומכשיר ספקטרומטר-מסות. המצלמה נועדה לצילום תמונות בעת הירידה אל הקרקע. מד הגובה נועד למדוד את קצב ירידת החללית אל פני השטח. מכשירים אלה שימשו הפעם לנחיתת ריסוק אך הם עשויים יום אחד לשמש גם במשימות שידרשו נחיתות רכות. ספקטרומטר המסות הותקן כדי לחקור את אטמוספירת הירח הדקה במיוחד.

המסע לקרקע ארך 25 דקות. מיד לאחר שיגורה מתוך צ'אנדריאן, החלה החללית בסדרת תהליכים אוטומטיים. מנועיה הופעלו והופנו כך שיסייעו לכוון את הירידה אל הנקודה הרצויה על פני הירח (בקרב הקוטב הדרומי). והחלה בירידה מהירה אל עבר פני השטח של הירח. בסופו של דבר נחתה MIP נחיתת ריסוק על פני השטח של הירח ומכשיריה חדלו לפעול.

כל הנתונים ממכשירי ה-MIP שודרו אל החללית צ'אנדריאן-1. המידע נשמר ב צ'אנדריאן, וישודר לארץ בקרוב.

בסוכנות החלל ההודית מרוצים ואומרים כי המבצע הסתיים בהצלחה. עוד בטרם מבצע MIP, החלו בסוכנות בהפעלת שניים מהמכשירים שעל סיפון צ'אנדריאן-1 – מצלמת מיפוי פני השטח, ומנטר הקרינה. בקרוב יופעלו שאר שמות המכשירים בימים הקרובים.

צ'אנדריאן-1 שוגרה בהצלחה על גבי טיל PSLV C11 ב-22 באוקטובר 2008 ממרכז החלל של הודו בסאטיש דאוואן,

אלפי בני אדם ראו את המטאור חוצה את השמים והגיע לבירותו הגבוהה. אינספור מצלמות אבטחה ומספר צלמים חובבים שהיתה להם מצלמה זמינה בדיוק ברגע כניסת הגוף לאטמוספירה הנציחו את המחזה המדהים. לדברי הילדבראנד, מדובר באחד המטאורים הגדולים שנראה במדינה בעשור האחרון. המטאור נצפה ע"י אלפי אנשים.

המטאור התפצל לכמה חלקים בסדרת התפוצצויות. תמונות שצולמו ע"י צופים מראות את שלבי ההתפוצצות בבירור. אחד הצופים, אנדי ברלט, צילם את המטאור מחלון ביתו באדמונטון באמצעות מצלמת קנון A510. "כדור האש הבהיר נראה קרוב יותר מאשר מטוס שנראה בקצה הימני העליון של הוידאו" העיד. תיעוד וידאו של המטאור צולם ע"י מצלמה המורכבת על מכונית משטרה שפיטרלה ברחובות העיר. את סרט הוידאו ותמונות נוספות של המטאור ניתן לצפות באתר Spaceweather.com.

לפני שנודעה זהותו האמיתית של העצם היו שסברו כי מדובר בחלק מטיל רוסי, אך השערה זו הוצאה מכלל חשבון, והחור



למעלה: שבר המטאור הגדול. מקור: UniverseToday.org
למטה: צמד המגלים עם שבר קטן יותר. מקור: blogs.discovery.com

שריהאקוטה. בתחילה שוגרה החללית למסלול אליפטי ראשוני סביב כדור הארץ. לאחר מכן הוגבה המסלול בהדרגה והחללית חלפה בקרבת הירח. בהמשך הופעלו מנועיה והיא למסלול מעגלי, בגובה 100 קילומטרים מעל פני השטח. בעת כתיבת שורות אלו, מסתכמים שידורי צ'אנדריאן במדידות הטלמטריה המגיעות למרכז הבקרה בבנגלור, תוך הסתייעות באנטנות רשת החלל העמוק של הודו בביאלו.

גוגל ונאס"א מפתחות אינטרנט בין פלנטרי

שיתוף הפעולה בין נאס"א לגוגל מתהדק, ויוזמת גוגל לרשת אינטרנט בין פלנטרית מגיעה לשלב הניסויי. ניסוי בטכנולוגיה החדשה יבוצע בתחנת החלל בעוד מספר חודשים. הכוונה היא שהתחנה תהווה אב טיפוס של תחנת ממסר אינטרנטית בין פלנטרית, ותביא ליצירת פרוטוקול התקשורת אחיד בין כדור הארץ לגופים מלאכותיים בחלל כגון לוויינים וחלליות מחקר. עד כה, פרוטוקולי תקשורת חלליים לא עודכנו מאז הונהגו בתחילת עידן החלל. התקווה היא שבסיום פרויקט הקמת רשת האינטרנט חדשה ויציבה, יוכלו גם חלליות רובוטיות לתקשר בינן לבין עצמן ללא הב"עיות הכרוכות בכך כיום, בעיות הנובעות מאי תאימות בין מערכות התקשורת הקיימות.

"הפרויקט החל לפני עשר שנים כן" סיון להעריך אילו תקנים של רשת ניתן יהיו שימושיים בתמיכה בתקשורת בין פלנטרית. "אמר וין סרף, סמנכ"ל גוגל, בראיון שהתקיים עמו לאחרונה. "קחו בחשבון שיש לנו ציוד רובוטי מוסף בקצה מערכת השמש ובכוכבי לכת, אסטרואידיים, שביטים מאז שנות השישים. הצלחנו ליצור קשר עם המכשירים הרובוטיים החללית צ'אנדריאן-1. מקור: סוכנות החלל ההודית. הללו וכן עם טיסות מאוישות באמצעות תקשורת רדיו מנקודה לנקודה. ברבות מהמשימות הללו הפעלנו רשת תקשורת ייעודית המכונה "רשת החלל העמוק" שנבנתה בידי JPL בשנת 1964.

"למעשה, הפכה רשת החלל העמוק לעמוד השדרה של התקשורת הבין פלנטרית במשך עשורים רבים. כעת נדרש שידור של הרשת ככל שאנו רוצים להגדיל את צי המשימות הרובוטיות החוקרות הכל - מפני השטח של מאדים ועד לאיזורים החיצוניים של מערכת השמש. האם לא היה נחמד אם רשת תקשורת תוכל להיות סטנדרטית לפני שבני האדם יחלו לצאת ממסלול המקיף את כדור הארץ?"

"כאשר אנו משגרים חללית בעלת סדרה ייחודית של חיישנים בתוכה, אנו נאלצים לכתוב תוכנת תקשורת ויישומים ייעודיים המתאימים לאלו של מערכת ההפעלה של החיישנים ובנוסף לבצע מניפולציות" אמר סרף בהסבירו מדוע נדרש תקן אחיד.

האינטרנט המוכרת לנו משימו ביתי עוש שימוש בפרוטוקול TCP/IP הסטנדרטי, המאפשר למיליארדי ישויות מקוונות תמיד להיות תואמות זו לזו. אף כי יש מגבלות גם לאינטרנט, הוא הוכח כמערכת גמישה ניתנת להרחבה (סקאליבילית). בעזרת גוגל, נאס"א מקווה לדחוף קדימה את האינטרנט אל מחוץ לכדור הארץ. "מטרת פרויקט האינטרנט הבין-פלנטרי היא לפתח סדרת תקני תקשורת ומפרטים טכניים לתמיכה בקיומה של רשת עשירה בסביבת החלל" הוסיף סרף.

הכל נשמע מעניין, אך מדובר באתגר לא קטן ומלא במכשולים, ולכן מערכת כזו תדרוש פיתוח ויישום של כמה טכניקות חדשניות. כיצד ניתן לטפל במגבלת מהירות האור? אחרי הכל, לאור לוקח 40 דקות לגמוע את המרחק אל מאדים ומנו, ועד 12 שעות לפלוטו וחזרה. כיצד מתאימים את המערכת לסיבוב כוכבי הלכת סביב צירם וסביב השמש? המשימה ריס והקולטים לא יהיו תמיד בצד הנכון של כוכב הלכת. מה יקרה אם אות המגיע מלוויין המקיף כוכב לכת אחר ייחסם בידי כוכב לכת, השמש או הירח?

לדברי סרף, פיזור שידורי המידע חייב להתחשב בעובדת ההשהיה ולכן הרשת צריכה להיות סובלנית להשהיות וסובלנית להפרעות. עקב כך, שמה של הרשת החדשה הוא (DATA TOLERANT NETWORK או בקיצור DTN). "רשת זו תאפשר לנו לקיים תקשורת ביעילות גבוהה יותר, נוכל לשדר ולקבל הרבה יותר נתונים מכיוון שלא נצטרך להיות בקו ראייה ישיר עם הקולט הסופי לצורך העברת הנתונים" אמר סרף.

DTN תתבסס על גישת "אחסן והעבר הלאה" שבה נעשה שימוש במערכות TCP/IP. אם יש הפרעה בעת העברת האות, תחנת ממסר תעצור את חבילת הנתונים עד שהאות יתחדש. ואולם פרוטוקול ה-DTN יהיה הרבה יותר קשיח, ויתחשב גם בפער השידור הבין פלנטרי – אפילו פער בן שעות רבות כמו זה הקיים בין כדור הארץ לקצה מערכת השמש.

פרוטוקול ה-TCP/IP יפעל בשקיפות מול ה-DTN, ויאפשר למשימות פלנטריות לשמור על אינטרנט מבוזר משל עצמן תוך שימוש ב-DTN כקשר דרך החלל הבין פלנטרי. עכשיו רק נותר לחכות שהאסטרונוטים הראשונים שינחתו על מאדים יפתחו בלוג.

משימה חדשה לצדק – יונו (Juno)

לאחר מספר ביטולים משימות לחקר כוכב הלכת צדק, בעיקר משיקולים כלכליים, נאס"א הכריזה על משימה חדשה לחקר כוכב הלכת הענק. משימת Juno אמורה לצאת לדרך באוגוסט 2011, ולהגיע לצדק ב-2016.

במשך שנה, תקיף יונו את צדק 32 פעמים מגובה 5000 ק"מ מעל שכבות העננים העליונות. על סיפון החללית תשעה מכ



שירי מחקר, ומצלמה. המכשירים יחקרו את קיומה של מעבר יונו ליבת קרח-סלע בצדק, השדה המגנטי של כוכב הלכת, על פני צדק (איור קיום מים ואמוניה בשכבות עננים עמוקות ואת תופעת זוהר הקוטב בצדק. המצלמה תצלם את שכבות העננים הצבעוניות של כוכב הלכת.

צדק מרוחק מהשמש כ-650 מיליון ק"מ וקרינת השמש באזורו היא נמוכה מאוד. יונו היא החללית הסולארית הראשונה שתבצע משימת מחקר במרחק כה רב מן השמש. "החללית תוכננה להיות יעילה מאוד מבחינת שימוש באנרגיה", כך בולטון.

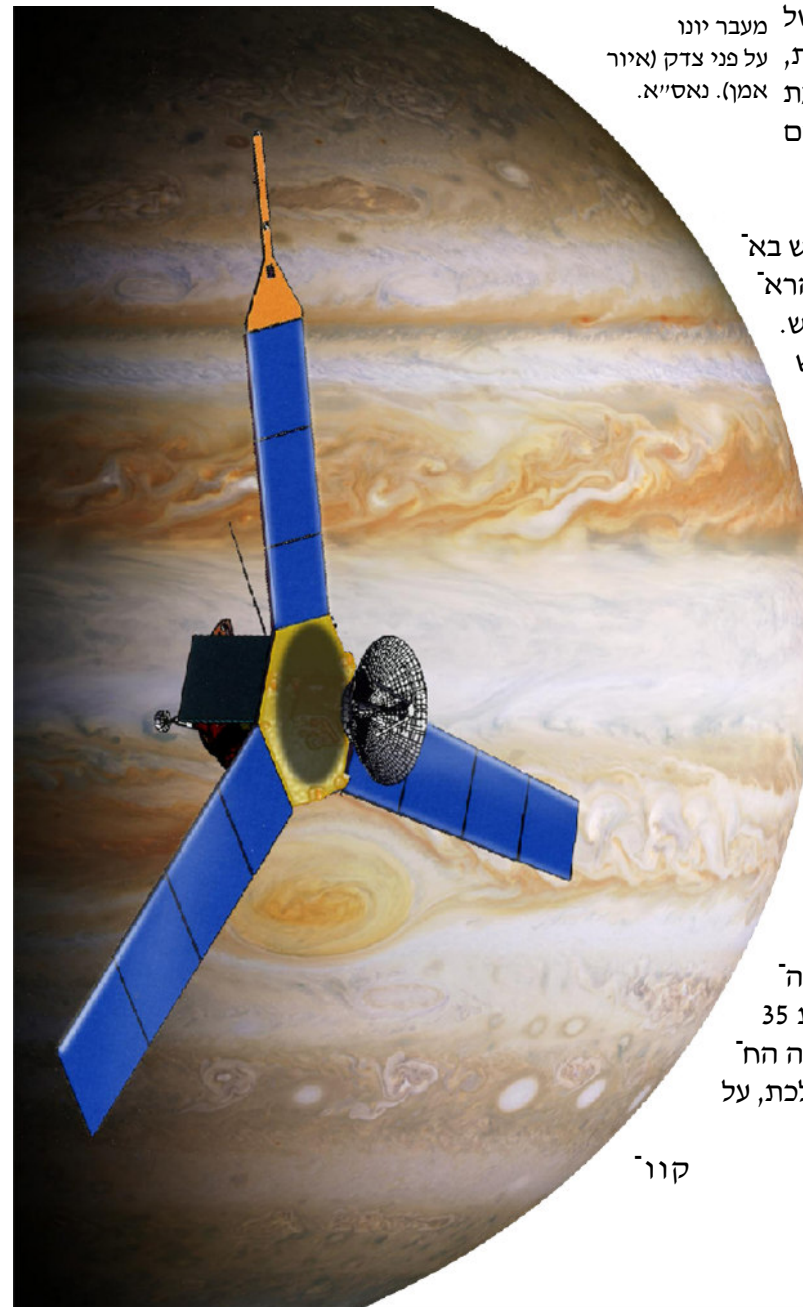
מדענים בנאס"א מדגישים את חשיבותה של המשימה בכך שתחקור את צדק על ירחיו – מערכת הדור מה למערכת השמש שלנו. "בניגוד לכדור הארץ, מסתו של צדק מאפשרת לו להחזיק ברוב ההרכב המקורי שלו, מה שמאפשר לנו להתחקות אחר עברה של מערכת השמש", כך סקוט בולטון, המדען הראשי של השימה ממכון המחקר סאות'וודסט בסאן אנטוניו, טקסס. הבנת אופן היווצרותו של צדק הכרחית להבנת התפתחות שאר מערכת השמש. בדומה לשמש, צדק מורכב ברובו ממימן והליום. אולם קיימים בו יסודות כבדים במידה רבה יותר מאשר בשמש.

המשימה האחרונה לצדק היתה משימת גלילאו. במהלך משימה זו הקיפה החללית גלילאו את כוכב הלכת 35 פעמים בין השנים 1995 ל-2003. בסיום משימת הופלה החללית במכוון לתוך האטמוספירה הסמיכה של כוכב הלכת, על מנת שלא תתרסק על אחד מירחיו ותגרום לזיהום.

החללית IBEX תחקור את קצה מערכת השמש

חללית חדשה החלה לחקור את קצה מערכת השמש אך דווקא ממסלול קרוב לכדור הארץ. החללית (IBEX (Interstellar Boundary Explorer

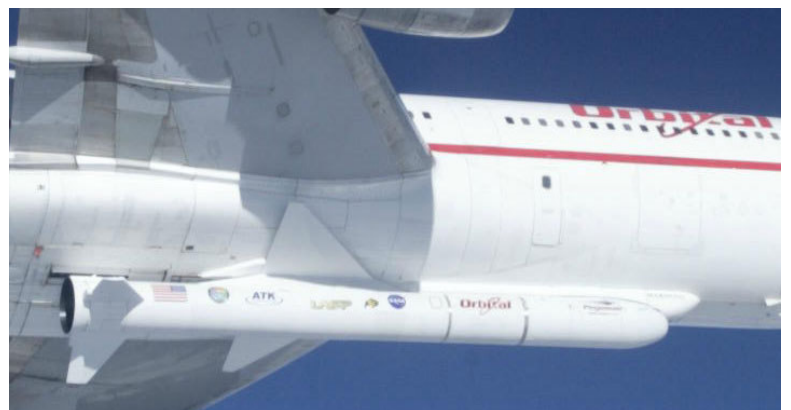
שוגרה בהצלחה ביום ה-19/10/2008 בעזרת מטוס שהמריא מקליפורניה, ועבר מעל קבוצת איי



קו

גילין באוקיאנוס השקט. החללית היתה מורכבת על טיל פג'סוס, שנורה מהמטוס ונשא אותה למסלול. החללית נפרדה מהשלב השלישי של טיל הפגסוס שבע דקות לאחר שיגורה ואנשי הצוות כבר הפעילו את מערכות השליטה והבקרה שלה. "לאחר 45 ימים של בדיקות במסלול, תחל החללית במשימתה המדעית" אמר גרג פרייזר, מנהל המשימה מטעם מרכז טיסות החלל גודארד של נאס"א במרילנד.

IBEX תהיה החללית הראשונה שתצלם ותמפה את האינטראקציות הדינמיות בקצה מערכת השמש שלנו. שתי חלליות, וויאג'ר 1 וויאג'ר 2, כבר נמצאות באיזורים אלה, כ-30 שנה לאחר שיגורן. אולם חלליות אלו מסוגלות לשדר כמויות מוגבלות של מידע אודות איזור זה בחלל, שבו לעשה מסתיימת מערכת השמש ומתחיל החלל הבינכוכבי. מדובר באיזור המרוחק מהשמש פי 3 ממסלולו של פלוטו (וויאג'ר 1 מרוחקת מהשמש 108 יחידות אסטרונומיות, ווי

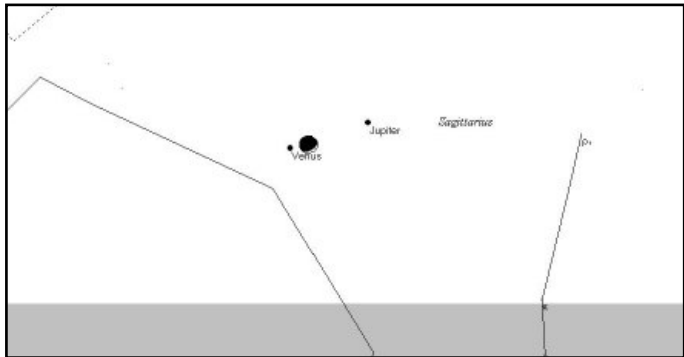
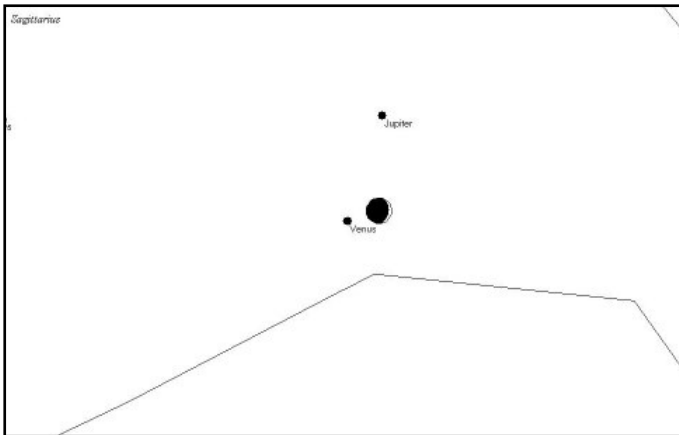


טיל פגסוס על מטוס בואינג. מקור: lasp.colorado.edu.

התכסות זו לא נצפתה בשמי ישראל שכן השלישיה שקעה והיתה מתחת לאופק בעת ההתכסות. במקום זאת, העלו חו" בבי אסטרונומיה מישראל תמונות לפרומי האסטרונומיה השונים. כמו כן, ההתקבצות הוזכרה באמצעי התקשורת המוניים לפני ואחרי התרחשותה.

בשנת 2009 צפויה התקבצות של נגה והירח, אולם צדק לא יהיה שחקן בהופעה זו.

התקבצות מתרחשת כאשר שני גרמי שמים מצויים על אותו קו אורך שמיימי. באלמנך האגודה ניתן למצוא מידע על זמני התקבצויות והתכסויות של כוכבי לכת, הירח, ואפילו אסט" רואידים וכוכבים.



נגה, צדק והירח בתאריך ה-12/08, לקראת שקיעתם. ההתקבצות התרחשה בקבוצת קשת. האזור האפור במפה התחתונה מסמן את אופק הצופה.

החדשות מובאות בשיתוף אתר הידען:
www.hayadan.co.il

(המשך החדשות בעמ' 32)



הבהרה

שלא כפי שצויין, תמונה הירח שפורסמה בגלריה שבגיליון שעבר, צולמה ע"י חבר האגו" דה ערן זגיב. עימכם הסליחה.

"איש לא ראה עדיין תמונות של ההתנגשות בין רוח השמש לבין החלל הבינכוכבי בקצה מערכת השמש." אומר החוקר הראשי בפרויקט IBEX, דייוויד מקקומאס ממכון המחקר סאות'וסט בסן אנטוניו, טקסס. "אנו יודעים כי אנו עומדים להיות מופתעים."

"גבול ההליוספירה הוא עצום, וחלליות וויאג'ר חצו את גל ההלם שנוצר כתוצאה מההתנגשות בין רוח השמש לחלקי קי האבק הבינכוכבי", אומר מדען נאס"א אריק קריסטיאן. משך החצייה הן דגמו שני איזורים קטנים מהגבול, במרחק של 16 מיליארד ק"מ זו מזו, הוא מוסיף. וויאג'ר 1 חצתה את הגבול ב-2004 וויאג'ר 2 – ב-2007. IBEX תישאר במסלול סביב כדור הארץ, מסלול אליפטי המרוחק מהשדה המגנטי של כדור הארץ ושם תדגום חלקיקים ותאתר את כיוונם.

רוח השמש היא זרם של חלקיקי גז בעלי מטען חשמלי נעים החוצה מהשמש במהירות של כ-1.5 מיליון קמ"ש. בקצה מערכת השמש מתנגשת רוח השמש כנגד החומר הבינכוכבי. התנגשות זו יוצרת בועת הגנה המקיפה את מערכת השמש שלנו, המכונה ההליוספירה. כאשר רוח השמש מגיעה להליוספירה, נוצר גל הלם שאותו חוו שתי חלליות הוויאג'ר.

כמו צייר אימפרסיוניסטי שמרכיב את התמונה מטיפות צבע זעירות, IBEX תבנה את תמונת המעטפת החיצונית של מערכת השמש מפגיעה בחללית של אטומים נייטרליים מבחינה אלקטרומגנטית. חלקיקים אלה נוצרים בגבול מער" כת השמש. חשוב לחקור איזור זה משום שהוא מגן על כדור הארץ ממרבית הקרניים הקוסמיות שלולא ההליוספירה היו שוטפות אותו.

"IBEX תמפה את כל השמים אחת לחצי שנה ותנסה להבין מהיכן מגיעים האטומים הללו וכמה מהר הם נעים. בעזרת מידע זה נוכל לגלות כיצד נראית הבועה, וללמוד אודות הת" כונות של הענן הבינכוכבי הנמצא מאחורי הבועה." אומר הפיסיקאי הקרב פונסטון, מהמעבדות הלאומיות בלוס-אלמוס של משרד האנרגיה האמריקני.

IBEX היא העדכנית שבסדרת חלליות קטנות, זולות שפותחו במהירות. מכון המחקר סאות'וסט פיתח את משימת IBEX ביחד עם צוות בינלאומי. מרכז גודארד של נאס"א מנהל את תוכנית המשימות המדעיות הקטנות עבור מנהלת המשימות המדעיות של נאס"א בווישנינגטון.

התקבצות נגה, צדק והירח

לא היה קשה לראות את ההתקבצות של צדק ושבתאי ביום ה-12/08. שני כוכבי הלכת התקרבו זה אל זה למרחק זוו" תי של כשתי מעלות בשמי דמדומי הערב. באירוע אסטרונומי מרהיב זה ניתן היה לצפות ללא טלסקופ, ואכן כך עשו רבים. שני כוכבי הלכת יצרו משולש שווה שוקיים בעזרת סהר הירח שהצטרף לחגיגה. בהמשך מסע ההתקבצות שמים, התכסותה נגה על ידי הירח.

גופי אסטרונומיה בישראל

גופים נוספים העוסקים בפעילות אסטרונומית ציבורית

האגודה הישראלית לאסטרונומיה

תצפיות, טיולים, קורסים, הרצאות, מגזין, אלמנך ורשימת דיור. כניסה חינם למצפה הכוכבים בגבעתיים
לפרטים נוספים: 03 - 7314345
www.astronomy.org.il

מצפה הכוכבים בגבעתיים

תצפיות, קורסים למבוגרים וחוגים לילדים, ביקורי קבוצות. הכניסה חינם לחברי אגודה.
לפרטים נוספים: 03 - 5731152
www.astronomy.org.il

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 האגודה. 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

חמד"ע:

כל ההרצאות חינמיות, ומתקיימות בבית חמד"ע ברחוב הפרדס 7 תל אביב (ליד העירייה).
לפרטים נוספים: 03 - 5210800
www.hemda.org.il

אגודת החלל הישראלית:

הפעילויות מתקיימות בבית חיל האוויר בהרצליה.
לפרטים נוספים: 09 - 9510260
www.space.org.il

מצפה הכוכבים של הטכנודע, גבעת אולגה, חדרה:

פעילויות, הרצאות ותצפיות.
לפרטים נוספים: 04 - 6333505
www.technoda.org.il

מצפה הכוכבים אל מוטראן, נצרת:

פעילויות, הרצאות ותצפיות.
לפרטים נוספים: 04 - 6567711

המוזיאון הלאומי למדע, טכנולוגיה וחלל, חיפה:

הדרכות פלנטריום בימי שבת וחג.
לפרטים נוספים: 04 - 8614444
ilwww.madatech.org.

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

תצפיות, הרצאות, ימי עיון ועוד.
לפרטים נוספים: 08 - 6652068
ilwww.ilanramon.bgu.

מרכז האסטרונומיה של בית יציב, ב"ש:

הדרכות מגוונות בתיאום מראש, והרצאות לקהל הרחב.
לפרטים נוספים: 08 - 6271490
ilwww.madatech.org.

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

בעין צופייה / גדי איידלהייט

יש לנקוט באמצעי הגנה מתאימים כאשר צופים בשמש ובתופעותיה

השמש ובעיית האינדוקציה

האמונה כי השמש זורחת ושוקעת מדי יום הייתה כל כך חזקה עד שהיא משמשת דוגמה לבעיית האינדוקציה. אם השמש זרחה אתמול וגם לפני אתמול, הרי ברור שהיא תזרח גם מחר. מבחינה לוגית היסק זה אינו נכון ואף הופרך כאשר שבו ראשוני מגלי הארצות מאזורי הקר"טב ודיווחו שהשמש אינה שוקעת וזורחת במשך חודשים (וראו "אינדוקציה", "בעיית האינדוקציה" ו-"קרל פופר" בויקיפדיה).

במזרח ושוקעת במערב. משך הזמן בין זריחה אחת לשנייה הינו "יום".

תופעה מחזורית קשה יותר לזיהוי על בסיס יומי, אבל בולטת בהפרשים של כמה ימים היא השינוי במשך הזמן בו השמש שוהה בשמים (או במ"ל אחרות, אורך היום). הימים הולכים ומתארכים ואז

שוב מתקצרים ואחר כך שוב מתארכים וכן הלאה. גם מקום זריחת השמש משתנה. למרות שמקובל לומר שהשמש זורחת במזרח, הרי שנקודת הזריחה משתנה בין דרום מזרח לצפון מזרח על פני תקופה, ולא במזרח בדיוק. בתצפית גם ניתן לראות את השמש כעולה בשמים עד לשיא גובהה בכל יום, ואז מתחילה להיראות כיורדת עד השקיעה. הזמן בו השמש בגובה מירבי נקרא מיצהר (מלשון צהריים) והוא בדיוק במ"ל חצית היום (הרגע בו השמש חוצה קו דמיוני בשמים המחבר בין צפון לדרום).

כאשר הימים ארוכים, השמש זורחת בצפון מזרח ומגיעה לגובה רב יותר בשמים. כאשר הימים קצרים השמש זורחת בדרום מזרח ומגיעה לגובה נמוך הרבה יותר בשמים.

בכתבה זו נעסוק בכוכב בעל ההשפעה המרכזית ביותר עלינו והוא השמש. עיקר המאמר ינתח את תנועת השמש הנראית בשמים ובסיומו נדון בקצרה בתצפיות על כתמי שמש בעזרת אמצעים אופטיים.

מידע כללי על השמש

השמש, כוכב בקוטר ממוצע של 1.4 מיליון קילומטר, ונפח המסוגל להכיל את כדור הארץ 1.3 מיליון פעמים, הינה הכוכב המרכזי במערכת השמש. מסת השמש מהווה למעלה מ-99% מכלל המסה במערכת השמש, והיא מורכבת בעיקר מהיסודות הקלים ממימן והליום. השמש הינה בעלת חשיבות עצומה עבורנו מאחר ואורה הוא שמאפשר את קיום החיים על פני כדור הארץ.

הוראות בטיחות

תצפית על השמש, מחייבת כמובן שימוש בפילטר שמש מיוחד. אין להביט בשמש ללא אמצעי הגנה מתאים! אמ"צעים כגון פילם של מצלמה, זכוכית מפויחת, תקליטור או דיסקט ומשקפי שמש (גם אם מצוין עליהם כמגינים מפני קרינת UV) עלולים לגרום לנזק ראייתי בלתי הפיך, ואסור להשתמש בהם!!

כמו כן תצפית שמש מתבצעת בשמש חלים עליה כללי זהירות הרגילים: כובע, משקפי שמש, קרם הגנה ושתייה מרובה של מים. רצוי להימנע מתצפיות בשעות החמות כשהשמש גבוהה בשמים, מה שהופך את התצפית ללא נוחה ואף מסוכנת.

תצפית ישירה בשמש בשקיעה ובזריחה

מאז ומעולם נהנו בני אדם מהמחזה המרהיב של שקיעה וזריחה. שימו לב: צפייה ישירה ממושכת בעין או באמצעים אופטיים מסוכנת גם בשקיעה ובזריחה. במבט על השמש אפשר לשים לב שהשמש נראית כמו סגלגל ולא ככדור מושלם. אמנם השמש באמת אינה כדור מושלם אבל צורתה בשקיעה נובעת מכך שהקרניים בחלקה התחתון של השמש עוברות מרחק רב יותר באטמוספירה ונוצר עיוות הגורם לכך.

תנועת השמש בשמים

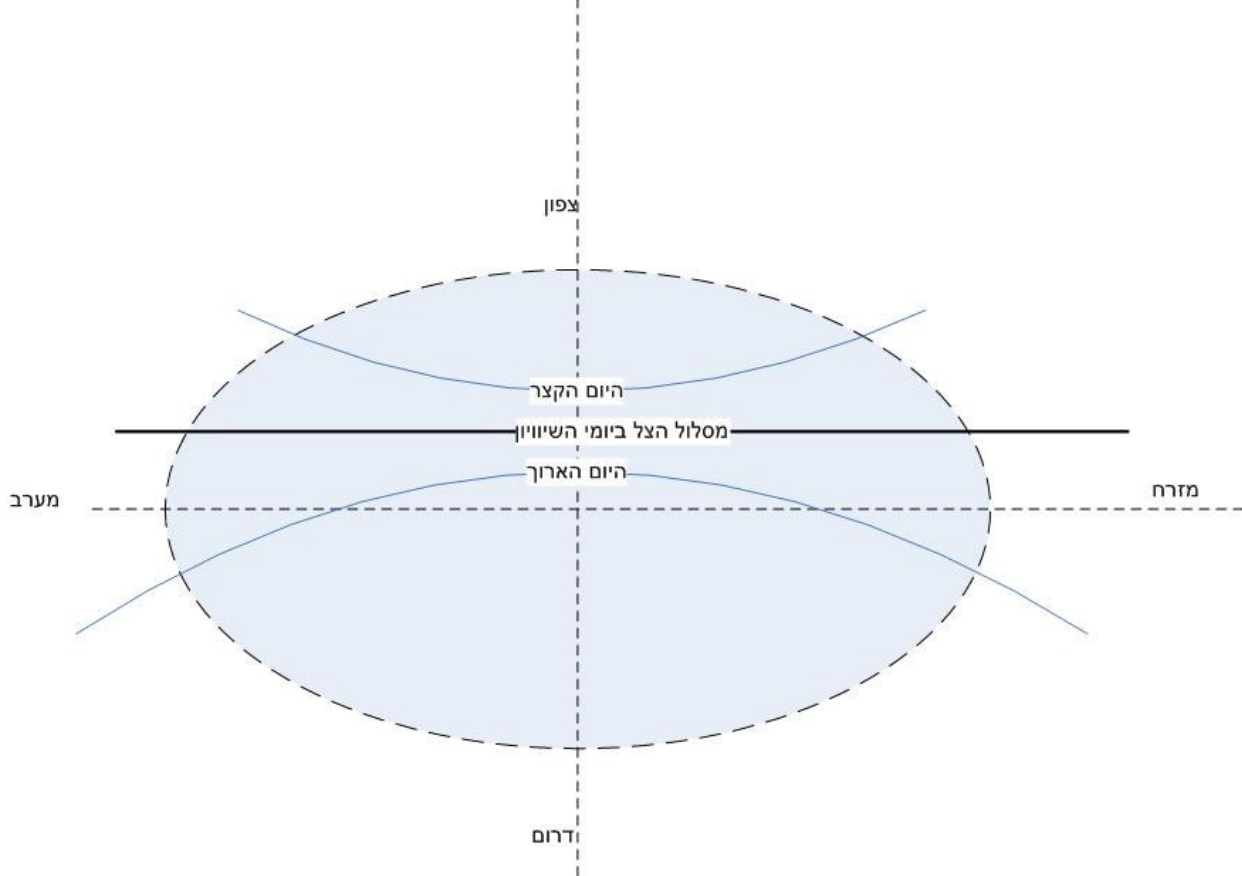
ניתוח תנועת השמש בשמים במאמר זה, יודגם עבור צופה הנמצא בישראל (קו רוחב 32 מעלות). בהמשך, נתאר את התנועה עבור צופה בקו המשווה ובקטבים.

התופעה הקלה ביותר לזיהוי הינה מחזורית ונקראת "יום". השמש נראית כעולה



נפשו את תו התקן האירופי על משקפי הליקוי. מקור: www.magnifier.com.tw

איור מספר 1: היטלי הצל בימי השיויון היום הקצר והיום הארוך כפי שנראה מישראל. המקל ממוקם במרכז האליפסה. השמש תמיד נמצאת במיצהר בדרום (ולכן הצל בצפון) ולעולם לא בזנית (בדיוק מעל הצופה). תנועת הצל מהווה היטל של תנועת השמש בשמים. ניתן לראות לפי אורך הקשת (האורכים בקירוב בלבד) שמשך הזמן שהשמש בשמים שונה מהותית בין היום הארוך לקצר. בבוקר הצל נמצא במערב התמונה ובערב במזרח. הזכיות על האיור שמורות למחבר



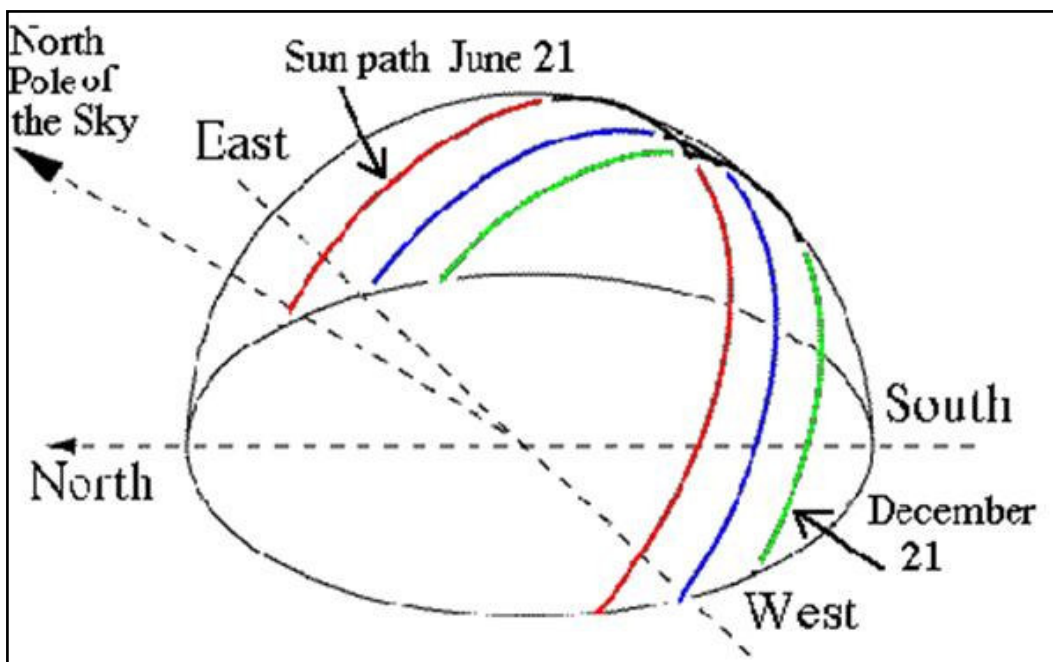
מעוּתם הינו מרתק אך חורג ממסגרת סדרה זו.

ביצוע תצפיות עקיפות בתנועת השמש

תצפית עקיפה (תצפיות בהן לא צופים באופן ישיר בשמש) אפשרית על ידי הסתכלות על צל השמש. בהסתכלות על צל השמש ניתן לצפות בתנועתה היומית המדומה בשמים. מעקב אחר התנועה היומית של השמש יכול להסביר לנו תופעות

רבות וגם ללמֵדנו פרק בהיִסטוריה של האסטרונומיה. ננסה להתחיל מלוח חלק, לבצע חלק מהתצפיות ולִשחזר בקיצור נמרץ את המִסקנות (המוֹטעות אמנם) שהגיעו אליהם המדענים הקִדמונים. ניתן לבצע תצפיות אלו בקלות וזהו תרגיל

תוך מספר שבבים כאלו נשים לב למחזוריות מסויימת. מחזוריות זו תיראה בין שני ימים בהם השמש מגיעה לגובה מירבי בשמים. משך הזמן הוא בערך אחת ל-365 יום. למחזור זה של 365 ימים נקרא: "שנה". במהלך השנה מתרחשות תופעות טבע ומזג אוויר (גשמים, פריחה, נדידות ציפורים, חום גדול וכו') במחזוריות, ובעקבות כך בוצעה חלוקה נוספת של השנה ל-"עונות". השנה חולקה לארבע עונות שאורכן כמעט זהה.



אלו הם כל מושגי הזמן שאנו מגדִלים בעזרת השמש. ברִבוי העולם קיימים מבִנים ארכיאולוגיים רבים ה בנויים סביב תאֵר כי השנה כאשר הידוע שבהם הינו סטונה דגִ שבאנגליה. תיאור המִבנים ברחבי העולם ומשֵׁ

איור מספר 2: מסלולי השמש ביום הקצר והשיויון: מקור: אתר נאס"א

מעניין ביותר. על מנת לעשות זאת כל מה שצריך הוא משטח החשוף לאור שמש לאורך כל שעות היום (גג, חצר) ומקל קטן. יש להעמיד את המקל בצורה ישרה ולעקוב אחרי תנועת קצה הצל לאורך היום. אפשר לבדוק פעם בשעה ולשרטט את קשת התנועה. יש לבצע ניסוי זה שלוש פעמים בשנה. ביום הארוך ביותר, ביום הקצר ביותר וביום השוויון. לחילופין ניתן לצלם את הצל כל כמה דקות ולערוך את רצף התמונות לסרט וידאו. התוצאה המתקבלת נראית כמו באיור מס' 1 (מבט מלמעלה, במרכז האליפסה מצוי המקל המכוון בדיוק כלפי מעלה).

מודל המסביר את תנועת השמש

על מנת להסביר את תנועת השמש בשמים יש לצאת מתוך הנחות היסוד (שהיום אני יודעים כי הן שגויות) של האסטרונומיה הקדומה:

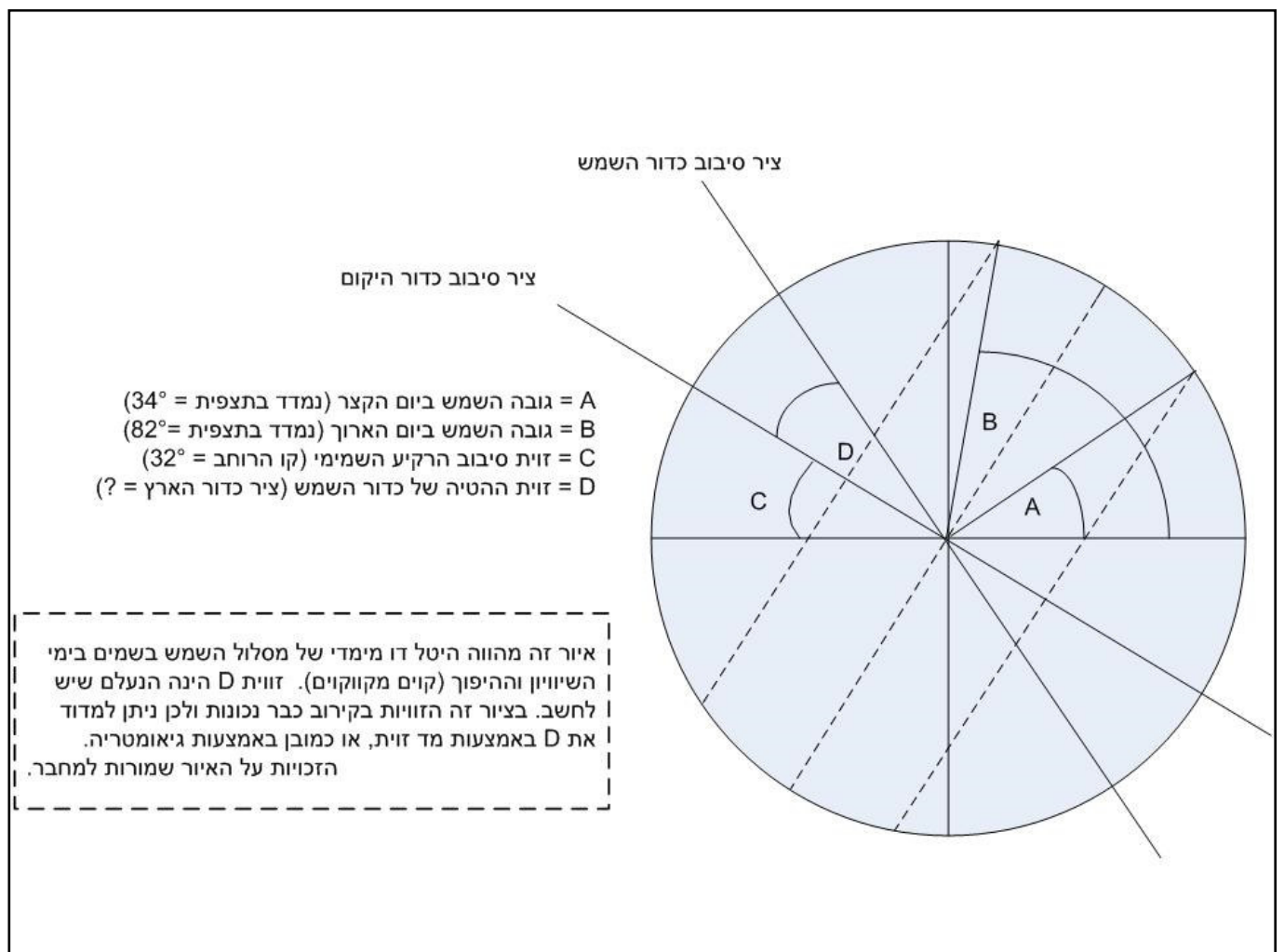
- * כדור הארץ הינו עיגול מושלם ונמצא במרכז היקום.
- * כדור הארץ זניח בגודלו לגבי שאר היקום.
- * שאר היקום הינו גם כדור מושלם הכולל את כל הכוכבים.
- * היקום סובב אחת ליממה סביב ציר העובר דרך מרכז כדור הארץ.

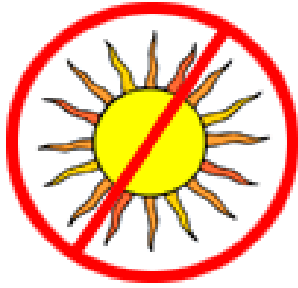
היקום הסובב הינו סטטי ולכן הכוכבים זורחים ושוקעים תמיד באותו המקום. לפי מודל זה גם השמש צריכה לשקוע ולזרוח באותו מקום אולם כפי שרואים בתצפית, לא כך הדבר ולכן יש לשכלל את המודל. המודל העתיק אינו מדעי, הוא אינו מציע תיאוריה ובוחן אותה מול תצפיות, אלא מנסה להתאים את המודל לתצפיות. על מנת להתאים את השינוי

בתנועת השמש למודל, הופרדה השמש מ"כדור" היקום והוצאה אל כדור משלה הנמצא בין הארץ לבין שאר היקום, שגם צירו עובר דרך מרכז כדור הארץ אבל בזווית מסוימת (בהמשך נראה איך מוצאים מהי זווית זו). התנועה המשולבת של שני הכדורים יוצרת את תנועתה היומית של השמש בשמים.

התוצאה של הוספת כדור השמש היא היווצרות שלוש קשתות לאורך השנה. בקשת הראשונה היום והלילה שווים באורכם (הנקראים ימי השוויון). בקשתות השניה והשלישית נוצרות ביום הארוך ביותר והקצר ביותר בשנה (הנקראים ימי ההלי פוך) ובהם השמש מגיעה לגובה מירבי או מיזערי בהתאמה. מודל זה מתאים לתנועה הנראית של השמש בשמים.

על מנת להשלים את המודל יש למצוא את זווית ההטיה בין שני הכדורים (כדור השמש וכדור היקום) הסובבים את כדור הארץ. הדרך לקביעת הזווית מומחשת באיור מספר 3 (הזווית אותה אנו מחפשים הינה זווית D). האיור מטיל את תנועת השמש ממרחב תלת מימדי לתוך מישור דו מימדי. מציאת זווית D הינה בעיה גיאומטרית ודורשת קודם כל את מציאת זוויות A ו-B. כדי למדוד את גובה השמש ביום נתון (ערכי הזוויות A ו-B) יש לשים מוט ישר באדמה, ולמדוד את אורך הצל (S) ואורך המקל (G) במימדיה (בזמן זה אורך הצל יהיה הקצר ביותר באותו יום). הזווית הינה תוצאה הפונקציה $\text{ArcCos}(S/G)$. זווית C הינה למעשה קו הרוחב של הצופה. לא נדון במאמר בדרכים למדוד את זווית C. העניין מוסבר באיור מס' 2:





בעת תצפית בשמש יש לנקוט
אמצעי זהירות!

יותר מאשר בקיץ בחצי הדרום
מי במעלה עד שתיים בממוצע
(ובחורף הפוך). נתון זה מסביר
למה בקוטב הדרומי קר יותר
מאשר בקוטב הצפוני.

תנועת השמש בקו המשווה

בקו המשווה, תנועת השמש
שונה מהותית מאשר בישראל.
אל. בישראל השמש בשיא גובה
תיראה תמיד בדרום. בקו

המשווה תיראה השמש בשיא גובהה לעיתים בצפון ולעיתים
בדרום. זווית הנטייה של כדור הארץ (24° מעלות) גורמת
לכך שבימי ההיפוך השמש מגיעה לגובה 66° מעלות ($90^\circ - 24^\circ$)
אך פעם בדרום ופעם בצפון.

לעומת זאת בימי השיווי, השמש נמצאת בשיא גובהה בדיוק
מעל הצופה (נקודה זו מכונה "זנית") כלומר בגובה 90° מעלות
בדיוק. בחישוב קל נצליח לגלות את המקומות היחידים בהם
השמש בזנית ביום הארוך ביותר וזהו קו רוחב 24° המכונה
"חוג הסרטן" מצידו הצפוני של קו המשווה ו- "חוג הגדי"
מצידו הדרומי. בין שני קווי רוחב אלו השמש תיראה בזנית
במיצהר, מתישהו במהלך השנה ובמהלכה תנוע מצפון לדרום
צפונה ודרומה מקווים אלו השמש לעולם לא תיראה
בזנית ותיראה תמיד בדרום (בחצי הכדור הצפוני) או בצפון
(בחצי הכדור הדרומי).

תנועת השמש

בקטבים

בקטבים, זווית
כדור הארץ גורמת
לכך שבמשך
מחצית השנה
השמש לא תזרח
כלל ובמחצית
השנייה, השמש
לא תשקע כלל.
תנועת השמש תזרח
כיר ספירלה בה
השמש מטפסת
גובה יותר ויותר
עם כל יום שעובר
תוך שהיא עושה
סיבוב מלא ממזרח
למערב ושוב

למזרח. לפי הנוסחאות שהבאנו קודם, גובה השמש ביום הא
רוך ביותר יהיה 24° מעלות ($90^\circ + 24^\circ$). תופעה זו של שמש
שאינה שוקעת למשך תקופה, ניתנת לצפייה החל מקו רוחב
 66° ($90^\circ - 24^\circ$). בקו רוחב אלו השמש תיראה כלא שוקעת/זורחת
לפחות יום אחד בשנה. קווים אלו הינם "חוגי הקוטב" הצפוני
והדרומי.

מציאת הזווית D הינה בעיה גיאומטרית ודורשת ידע גיאומטרי
ומוצגת בצורה יפה בהרצאת הוידאו של דר יעבץ שהפנייה אליה
מובאת בסוף המאמר (בהרצאה גם מתוארים הבעיות הנוספות
במודל זה, עליהן התגברו באמצעות הוספת עוד ועוד כדורים ומעגלים.
המודל השמימי השלם של תלמי Almagest- כלל למעלה מ-50 כדורים).
לחילופין, מאחר והזוויות באיור מדויקות ניתן להשתמש במד זווית ולמדוד
ישירות את זווית D. תוצאות החישוב או המדידה מראות
שערך הזווית D הוא 24° מעלות.

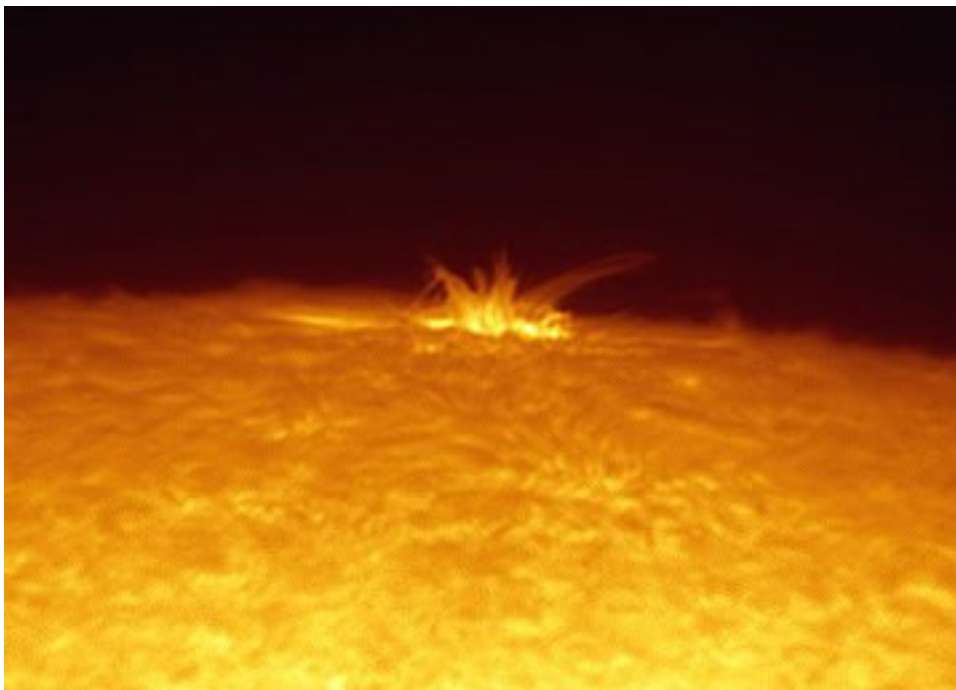
לאחר שמצאנו את הערך של 24° מעלות (בקירוב), כל הערכים
שנמדדו קודם מוסברים באופן הבא:

ישראל נמצאת בקו רוחב 32° ולכן גובה השמש ביום השוויון
הינו: $58^\circ = 90^\circ - 32^\circ$
גובה השמש ביום הקצר ביותר: $34^\circ = 90^\circ - 24^\circ - 32^\circ$ וביום
הארוך ביותר: $82^\circ = 90^\circ - 32^\circ + 24^\circ$

במחשבה לאחר הנוסחה פשוטה אף יותר: זווית הנטייה היא
בדיוק מחצית מהפרש הזוויות בימי ההיפוך. בימינו ידוע כי
זווית זו הינה זווית הנטייה של ציר כדור הארץ לעומת מישור
מסלול ההקפה שלו (שימו לב שגם בגלובוס, כדור הארץ נוטה
בזווית). הערך המדויק קרוב יותר ל- 23.5° אבל נשתמש בערך
 24° גם בהמשך המאמר.

עונות השנה

זווית הנטייה של
כדור הארץ גורמת
לשונות באורך
היום והלילה ולכן
מהווה את הגורם
לעונות השנה:
כאשר השמש במסלול
גובה היא מקרינה
אנרגיה במשך זמן רב
יותר, ומחממת את
כדור הארץ וזוהי עונת
הקיץ. כאשר השמש נמוכה
בשמים היא מקרינה
פחות אנרגיה, פחות
מחממת את כדור הארץ
וזוהי עונת החורף. בין לבין



התפרצות שמש כפי שנצפתה דרך טלסקופ שמש. צילום: Larry Alvarez

יש את עונות "אביב" ו-"סתיו" בהם חלים ימי השיוויון.
קיים גורם נוסף המשפיע על העונות אם כי בצורה משמעותית
פחות והוא העובדה שמסלול כדור הארץ אליפטי ומהירות
ההקפה של כדור הארץ, משתנה בהתאם למיקומו במסלול
(לפי חוקי קפלר). נתון זה גורם לכך שעונות השנה אינן
שוות באורכן והשפעתה על הטמפרטורה מועטה. בקיץ בחצי
הכדור הצפוני, השמש רחוקה יותר ולכן מזג האוויר קריר

בכך הסברנו את משמעות כל חמשת קווי הרוחב המיוחדים על כדור הארץ: קו המשווה, חוג הגדי, חוג הסרטן ושני חוגי הקוטב.

תרגילים להבנת תנועת השמש בשמים

תרגיל יפהפה הינו לרשום את מיקום השמש בשמים באותה שעה כל כמה ימים (מספר קבוע של ימים) במהלך שנה שלמה. סדרת רישומים אלו תראה את השינוי היומי בתנועת השמש ואת הצורה שהשמש עושה בשמים. כדי לעשות זאת ניקח גליון נייר גדול ונסמן באמצעו את המקום בוא נקבע את המוט (חשוב מאד להניח את המוט תמיד באותו מקום וגם שקצה צל המוט לא יחרוג מגדול הנייר). כל כמה ימים, תמיד באותה שעה, נסמן על הנייר את קצה הצל. לאחר שנה השמש תחזור לאותה נקודה והתרישים יושלם. הצורה המתקבלת מכונה אנלמה (annalema). לא נגלה איך נראית הצורה אבל מומלץ מאד לחפש את הערך הנ"ל ברשת (בויקיפדיה למשל) ולהסתכל בתמונות של מי שצילם סדרה כזו (ובפרט בסידרה בה אחד הצילומים התבצע בדיוק בשיא ליקוי חמה מלא).

תרגיל נוסף הוא לבצע את הניסויים המחשבתיים הבאים. נסו לצייר את איורים מספר 1 ו-2 תוך שינוי מספר פרמטרים (לחוד ו/או בבת אחת): שנו את מיקום הצופה (לקו המשווה, לקוטב, לחצי הכדור הדרומי) וראו איך זה משפיע על המסלולים. שנו את זווית הנטייה של כדור הארץ. מה קורה אם אין נטייה כלל (בכל מיני קווי רוחב). מה קורה אם הנטייה

השמש ביהדות:

תיאור המאורות בבריאת העולם - תפקידם של המאורות, לקבוע את הזמנים על כדור הארץ, מופיע כבר בתיאור בריאת העולם בספר בראשית: "...וַיְהִי לַאֲתָת וּלְמוֹעֲדִים, וּלְיָמִים וְשָׁנִים" (בראשית א' י"ד).

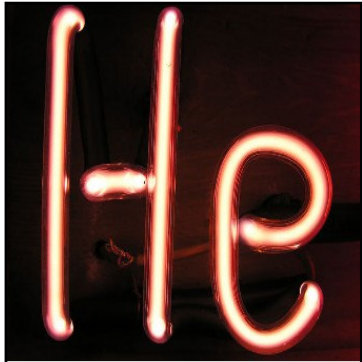
אדם הראשון והשמש - בתלמוד בבלי מסכת עבודה זרה דף ח עמוד א מסופר על אדם הראשון המתבונן בשמש ומזהה את מחזוריות הימים והעונות: "...יום שנברא בו אדם הראשון כיון ששקעה עליו חמה אמר אוי לי שבש"ביל שסרחתי עולם חשוך בעדי ויחזור עולם לתוהו ובוהו וזו היא מיתה שנקנסה עלי מן השמים היה יושב [בתענית] ובוכה כל הלילה וחוה בוכה כנגדו כיון שעלה עמוד השחר אמר מנהגו של עולם הוא..."

לפי שראה אדם הראשון יום שמתמעט והולך אמר אוי לי שמא בשביל שסרחתי עולם חשוך בעדי וחזור לתוהו ובוהו וזו היא מיתה שנקנסה עלי מן השמים עמד וישב ח' ימים בתענית [ובתפלה] כיון שראה תקופת טבת וראה יום שמ"אריך והולך אמר מנהגו של עולם הוא..."

ברכת החמה – מצוות ברכת החמה נוהגת ביהדות פעם ב-28 שנים ותמיד ביום רביעי (יום בריאת השמש). השנה תחול בירכת החמה ביום רביעי י"ד בניסן, שהוא גם ערב פסח. המנהג הוא לקיים את הברכה מוקדם ככל האפשר - בזמן הזריחה (ראו "ברכת החמה" בויקיפדיה).

היסוד הליום

הליום הינו היסוד השני בטבלה המחזורית, והוא התגלה מחקירת הספקטרום של השמש בשנת 1868 וקיבל את שמו היווני של אל השמש (Helios). בכדור הארץ התגלה ההליום רק כ-30 שנה מאוחר יותר על ידי הכימאי האנגלי ויליאם רמזי. ההליום שימש במילוי ספינות אוויר,



כתחליף למימן הדליק שגרם לאסונות תעופה, וגם כיום משתמשים בו למילוי בלונים מטאורולוגיים, בלונים לילדים ובלוני צלילה מיוחדים. ההליום שימושיים רבים נוספים ותכונה מעניינת שלו היא שבלחץ רגיל הוא אינו קופא.

היא בזווית של 90 מעלות (כמו בנפטון). נסו לחשוב איך היו מושפעות עונות השנה (עוצמתן ואורכן) משינויים אלו.

כתמי שמש והתפרצויות שמש

תופעה מיוחדת הינה כתמי השמש. השמש נראית ככדור חלק ואחיד למדי, אולם לא כך הדברים. השמש מורכבת מגזים, אינה עשויה מיקשה אחת ואינה אחידה בחומה. בגרעין השמש מתבצע תהליך היתוך המימן להליום המייצר אנרגיה גיה בחום אדיר של 15 מיליון מעלות. מערכת הסעת אנרגיה מורכבת ואיטית מסיעה את האנרגיה ממרכז השמש לפניו במשך מיליוני שנים ולכן פני השמש קרים יותר בטמפרטורה של כ-6000 מעלות. הפרשים של כמה מאות עד מעלות בטמפרטורות פני השמש יוצרים תופעה שנקראת כתמי שמש, אזורים קרים יותר הנראים ככתמים או נקודות שחורות על פני השמש (למרות שהכתם בפני עצמו מאיר בעוצמה גבוהה פי 50 מהסביבה, הוא נראה שחור מאחר וסביבתו מאירה הרבה יותר). כתמי השמש אינם מופיעים תמיד אלא במחזוריות של 11 שנה. אנו עכשיו בתחילתו של מחזור חדש ופני השמש היו ללא כתמים במשך רוב השנה. רק לאחרונה התגלה כתם שמש ראשון למחזור זה על השמש.

קיימות שתי שיטות עיקריות לתצפיות בכתמי שמש: ישירה או באמצעות הקרנה. שתייהן מחייבות סיוע אמצעי אופטי, זהירות מרובה ושמירה קפדנית על כללי בטיחות. בשיטת הצפייה הישירה מסתכלים ישירות על השמש (תוך שימוש בפילטרים מתאימים). בשיטת ההקרנה מקרינים את דמות השמש היוצאת מהטלסקופ או המשקפת על נייר או קרטון וכך אפשר להסתכל בנוחות מרובה יותר וגם להראות את התצפית לקבוצה. מסגרת המאמר אינה מאפשרת להרחיב בנושא ויש לחפש הפניות בספרות המתאימה, אולם כדאי לעקוב אחרי הפרסומים על התפרצויות שכן כתמים גדולים במיוחד ניתן לראות אפילו בעין (כאשר השמש בזריחה, שקיעה או מאחורי עננים קלים או ענני אבק).

אסטרונומיה בפסטיבל המדע של בית יציב / נצח פרביאש

כעשרת אלפים איש נהנו בפסטיבל המדע בדרום, ומהפעלותיו האסטרונומיות

רשמה לתוכניות מדעיות של מרכז אילן רמון.

במתחם הפסטיבל נראו ילדים כשהם סוחבים אתם תוצרים שבנו בתחנות. אלו שבנו שעוני שמש מצאו מקומות שבהם ניתן היה לבחון את פאר יצירתם ולהבין כיצד היא עובדת. אחרים, בחנו לאיזו מהירות תגיע המכונית שלהם. הפלנטריום היווה אטרקציה בפני עצמו, וילדים ומבוגרים כאחד נסו לתוכו כדי ללמוד מעט על שמי הלילה. גם השנה, המדען המטורף ריתק את כל מי שהגיע לראות את הרעיונות החדשים שהגה ושהדגיש עליהם היה "את זה אסור לנסות בבית!". בתחנות המשקופר, בנית משקפי תלת ממד והקולנוע התלת ממדי, למד הקהל כיצד עובדת העין וכיצד ניתן לתעתע בה ולראות במסך דו ממדי, כאילו היה בעל עומק.

לראשונה, שולבה השנה תחנת "מנהרת הזמן" שעסקה בגיאולוגיה. בצורה חווייתית ומרתקת התוודעו המשתתפים בתחנה לצפונות כדור הארץ ולעולם המסתורי שעליו מספרות האבנים. תחנות הכימיה הופעלו ברחבת הדא כדי לאפשר ביצוע ניסויים ריחניים במיוחד.

כשיצאו משפחות המבקרים מהמתחם, לאחר שעות בילוי ארוכות בו, הן נשאו איתן תוצרים רבים שהכינו הילדים בתחנות השונות, שישמשו מקור למשיחק, סקרנות ומזכרת מיום מיוחד במינו.

בשידור חי בגלי צה"ל, סיפרתי על התרגשותי הרבה לראות כיצד אנשים מכל רחבי הארץ הגיעו והשתתפו היום מדע מרתק, שהופעל בחלקו על-ידי בני נוער מבאר-שבע, דימונה, ערד, קרית-גת, קרית מאלכי, אופקים ועוד ישובים בדרום. אין די מילים לתאר את תחושת הסיפוק של הנוער ושל צוות מרכז אילן רמון לנוכח קהל רב שמגיע לשעות ארוכות שכולן בילוי מדעי בבאר-שבע.

בשנה הבאה, יתקיים פסטיבל המדע השלישי במתכונת מורחבת ויימשך יומיים. מי שהיה מוזמן לחזור ולהתרחש מתחנות חדשות, לחזור על דברים שאהב בפעם הקודמת ולהשלים מה שלא הספיק בפעם האחרונה. אחרים, שטרם היו, מוזמנים להגיע לדרום ולראות שיש עשייה מדעית יוצאת מן הכלל בבירת הנגב.

מרכז אילן רמון קיים השנה, בפעם השנייה, פסטיבל מדע בבית-יציב שבבאר-שבע. הפסטיבל, חגיגה ססגונית של מדע לכל המשפחה, נפתח בשעת בוקר מוקדמת, אירח כ-1500 אנשים מכל רחבי הארץ וכלל הדרכה חווייתית לטווח גילאים של קרוב למאה שנים. הפסטיבל הסתיים רק לאחר שאחרי רוני המבקרים עזבו כשכבר החשיך (והרבה אחרי שתוכנן לסיים...). תחושה של סיפוק וגאווה מילאה את עשרות אנשי הצוות שלקחו חלק במשימה המתאגרת אליה נערכו במשך שבועות ארוכים.

מעל עשרת אלפים ילדים, נוער ומבוגרים משתתפים בתוכניות המדעיות של מרכז אילן רמון, אותן מפעיל צוות מדריכים איכותי ומיומן במשך שנת הלימודים כולה. בקיץ מתקיימים מחנות קיץ מדעיים בדגש על נושא האסטרונומיה ואשר כוללים סיורים מדברים אל תוך הלילה כדי להנות ממראה הכוכבים המרהיב. אולם, גולת הכותרת של תחילת שנת לימודים, שמתאפיינת בריבוי חגים, הוא בפסטיבל המדע שפותח למעשה את השער לעשייה הרבה בשנת לימודים חדשה.

צוות ותיק עומל במשך שבועות ארוכים על מציאת והמצאת רעיונות שונים ומגוונים, בדיקת הרעיונות, מדידת משך זמן ההפעלה שלהם והחיבור המדעי של הנושא אל קהל יעד שאינו הומוגני וכולל משפחות ומשתתפים מכל טווח הגילאים. צוות מדריכים צעירים, אשר לוקחים חלק בתוכנית למנהיגות מדעית, מסייעים בהפעלת תחנות מדעיות רבות בפסטיבל ועמלים רבות על בנית המעטפת הלוגיסטית לאירוע.

עם כניסתם לקמפוס החינוכי בית-יציב, קיבלו המבקרים בפסטיבל כרטיס כניסה לפלנטריום, כניסה חופשית לכל התחנות האחרות ושובר לפיתה על סאג' במתחם האוכל. שלטי הכוונה רבים שהוצבו מבעוד מועד על-ידי צוות המדריכים הצעירים אפשרו ניווט נוח במתחם הקמפוס והנאה משפע הפעילות. צוות סדרנים פעל במקום וסייע לכל מי שנקק להכוונה.

לרשות המבקרים עמדו בשבעה מתחמים שונים התחנות הבאות: פלנטריום, מנהרת הזמן, משקופר, תא לחץ, הכנת משקפי תלת ממד, קולנוע תלת ממד, אסטרונומיה ממוחשבת, הכנת פלניספרה (מפת כוכבים), בנית סקסטנט, מנהרת הזמן, תחנות כימיה, צניחה חופשית, שעון כוכבים, קולנוע מדעי, שעון שמש, שיגור רקטות, המנהרה החשמלית, עולם המגנטים, מבוך הלייזרים, ארכימדס במתח, מרוץ מכוניות רקטיות, המדען המטורף, פינת יצירה ומתחם אוכל שבו התקיימה אפיית פיתות ואפיית פיצות. בנוסף, הקהל התרחש ממיצג פוסטרים שחלקם ניתנים לרכישה, מזכרות שונות וה

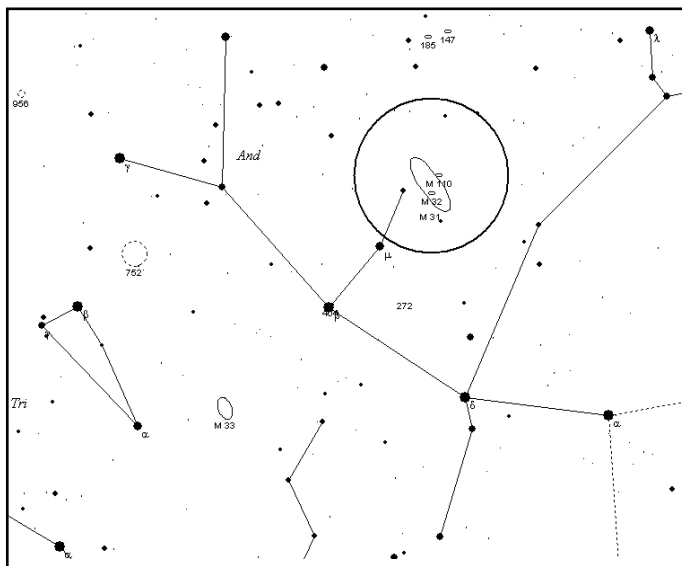


פעילות לקהל הרחב בבית יציב

מדי יום ג', בין השעות 7 ל-30:8, יתקיימו בבית יציב ערבי תצפית לקהל הרחב. הפעילות תכלול הדרכת פלנטריום, ותצפית שקיומה תלוי בתנאי מזג האוויר. עלות הביקור נעה בין 30 ל-10 ש"ח (ניתן לרכוש מנוי שנתי). מידע נוסף ניתן למצוא באתר <http://ilanramon.bgu.ac.il>.

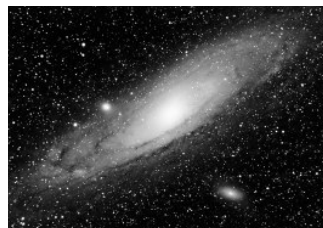
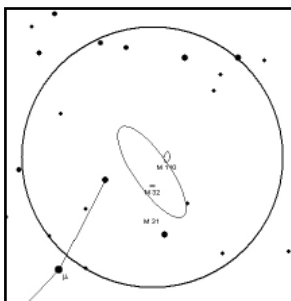
לא הולכים לאיבוד דרך משקפת / עדן אוריון

אילו עצמי שמי החורף ניתן לראות במשקפת?



מכל אמצעי התצפית שיכולים לעמוד לרשותו של חובב אסטרונומיה, משקפת היא הרב-גונית והחיונית ביותר. למרות זאת, משקפות באשר הן, אינן זוכות לכבוד המגיע להן מחו"ב בבי אסטרונומיה, ובמיוחד לא מאלה העושים את צעדיהם הראשונים בתחום. זאת למרות שמשקפות מצויות כיום בבתי רבים. מרבית בעליהן, אינם נוטים אפילו לחשוב ולנסות ולכוון אותן אל עבר השמים. חובבים רבים שברשותם משקפת טובה שקנו או קיבלו בהזדמנויות קודמות, רוכשים טלסקופים יקרים לפני שאפילו בדקו מה המשקפת שנמצאת ממילא ברשותם נותנת כאשר מסתכלים דרכה אל הרקיע, בחושבם כי רק באמצעות טלסקופ יקר ניתן ליהנות מיופיו.

אולם למשקפת מספר יתרונות לא מבוטלים. מעבר לקלות האחסנה, ההובלה והשימוש, ניתן לצפות במשקפת בשתי עיניים – מה שמגדיל את יכולת הצפייה ב-40%. בעזרת כיסא נוח וחצובה למשקפת, ניתן לצפות בנוחות רבה (המהדרין ייצרו הכל בעבודה עצמית). במקום חשוך ללא תאורת ירח, משקפת 7X50 (שהיא הנפוצה ביותר) תאפשר לראות יותר מ-150,000 כוכבים, (לעומת 3000 שניתן לראות בעין בלתי מצוידת). צבעי הכוכבים נראים בבירור כאשר צופים בצבירי כוכבים, או כאשר "שטים" עם המשקפת על נוף שביל החלב העשיר בכוכבים. מחירים סבירים לאופטיקה טובה משלמים את העסקה ומאפשרים לחובבים מתחילים או מתקדמים לרכוש משקפת טובה במחיר שוו לכל נפש.



הגלקסיות M31 ו-M32 ו-M110. צילום: ארנון שטרליד.

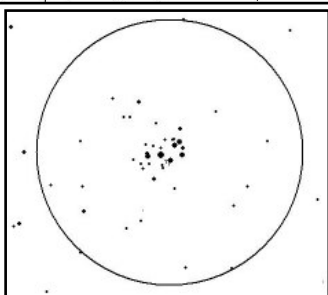
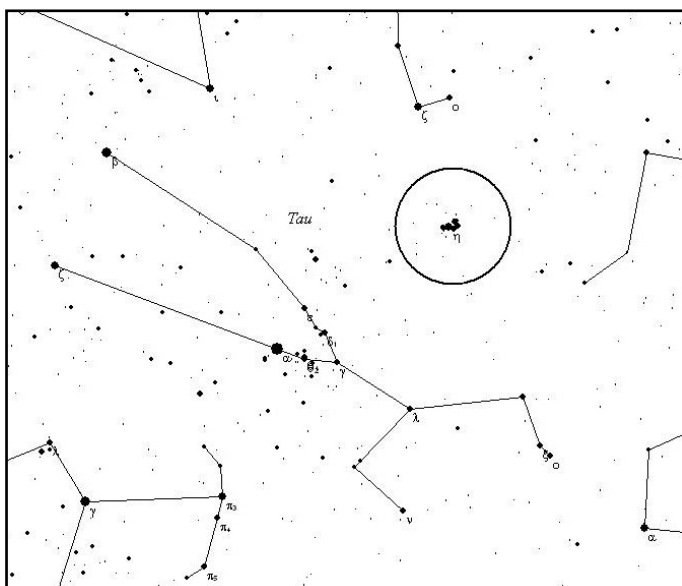
הנה רשימה של מספר אובייקטים בשמי החורף בהם כדאי לצפות בעזרת משקפת.

M31 - גלקסיית אנדרומדה (Andromeda Galaxy), קבוצת אנדרומדה

גלקסיית אנדרומדה נחשבת לגלקסיה ה"שכנה" שלנו במרחק אסטרונומי קטן יחסית של כ-2.5 מיליון שנות אור. בלילות חשוכים במיוחד ונטולי זיהום אור, ניתן לראות את גלקסיית אנדרומדה אפילו בעין בלתי מצוידת. גלקסיית אנדרומדה נחשבת לאחד מגרמי השמים הנצפים טוב יותר בעזרת משקפת מאשר באמצעות טלסקופ. הסיבה היא שבמשקפת שדה הראייה רחב ומאפשר לראות את כל הגלקסיה, כאשר בטלסקופ ניתן בדרך-כלל לצפות בגרעין הגלקסיה בלבד. גודלה הזוויתי של הגלקסיה הוא כ-4 מעלות (לשם השוואה, קוטר הירח המלא הוא חצי מעלה בלבד!). קוטרה של הגלקסיה עוד על כ-220,000 שנות אור והיא מכילה כטריליון (אלף מיליארד) כוכבים.

M45 - צביר הפליאדות (Pleiades Cluster), קבוצת שור

הפליאדות הוא שמו של צביר כוכבים פתוח המונה אלפי כוכבים. צביר זה ידוע גם בשם הקטלוגי M45. הצביר קרוי על שם הפליאדות, שבע אחיות מן המיתולוגיה היוונית, שכן בעין בלתי מצוידת ניתן להבחין בשבעה כוכבים בתוכו. אולם



צביר הפליאדות. צילום: יוסי חורי.

במשקפת ובטלסקופ ייראו מאות כוכבים. השם העברי לפלי אדות הוא "כימה". שם זה מוזכר בספר איוב ובתלמוד הבבלי, בהם מוסבר השם כימה - "כמאה", כלומר מאה כוכבים המרכיבים את הצביר. ביפנית שמו של הצביר הוא "סובא-רו", והסמל של יצרן המכוניות היפאני סובארו הוא ציור של הצביר כפי שהוא נראה בעין בלתי מצוידת. צביר הפליאדות נמצא במרחק של כ-440 שנות אור מכדור הארץ.

Mel25 - צביר ההיאדות (Hyades Cluster), קבוצת שור

צביר הכוכבים ההיאדות מציין את פניו של השור המאוייר בקבוצה. זהו הצביר השני בקרבתו אלינו, במרחק של 150 שנות אור. גילם של הכוכבים בצביר מוערך בכ-750 מיליון שנים. הכוכב אלדברן (Aldebaran) ענק אדום במרחק 68 שנות אור מעימנו, נמצא באותו קו ראייה עם הצביר ולכן נראה כחלק ממנו. בפועל, כ-80 שנות אור מפרידות בין שני האובייקטים שנפרדים זה מזה לחלוטין. גודלו הזוויתי של הצביר כ-3.5 מעלות – מתאים מאוד לתצפית משקפת.

Mel20 - צביר אלפא פרסאי (Alpha Persei Cluster), קבוצת פרסאוס

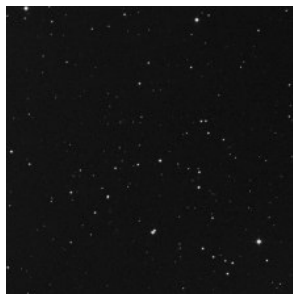
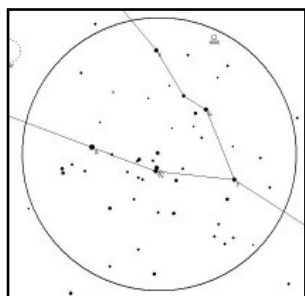
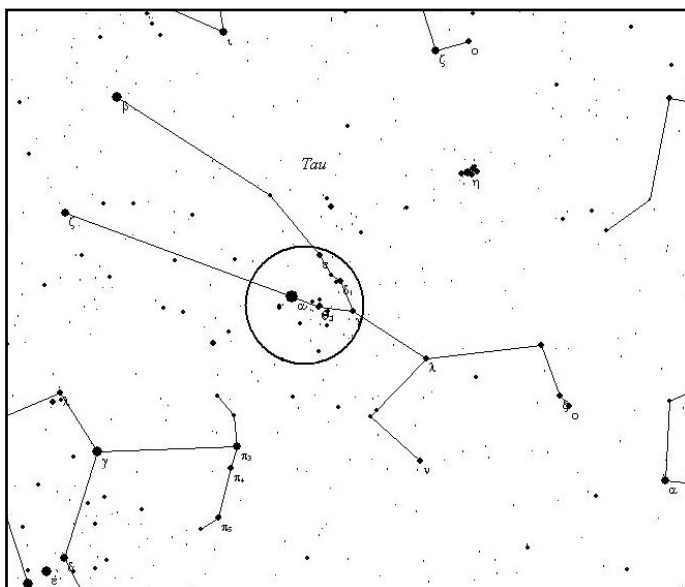
קוטרו הזוויתי של צביר זה הוא 4 מעלות. כפי שראינו במקרה של אנדרומדה, קוטר זה גדול מדי לצפייה במרבית הטלסקופים. אולם בעזרת משקפת ניתן לקבל תמונה נאה שלו. בצביר צעיר זה (14 מיליון שנים), נאמד מספר הכוכבים בכ-100. משקפת באיכות טובה תאפשר הבחנה בין גווי הכוכבים השונים שבצביר. כוכבים צעירים נראים בצבע לבן בוהק (הדומה לצבעו של צביר הפליאדות), ומבוגרים יותר בצבע אדום. צביר זה, הנמצא במרחק של 750 שנות אור, הוא השמיני במרחקו מעימנו.

NGC869 ו-NGC884 - הצביר הכפול (Double Cluster), קבוצת פרסאוס

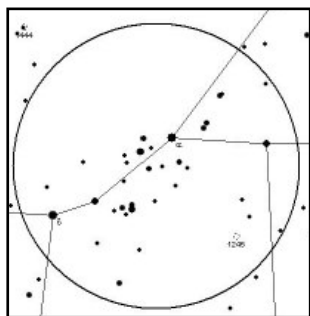
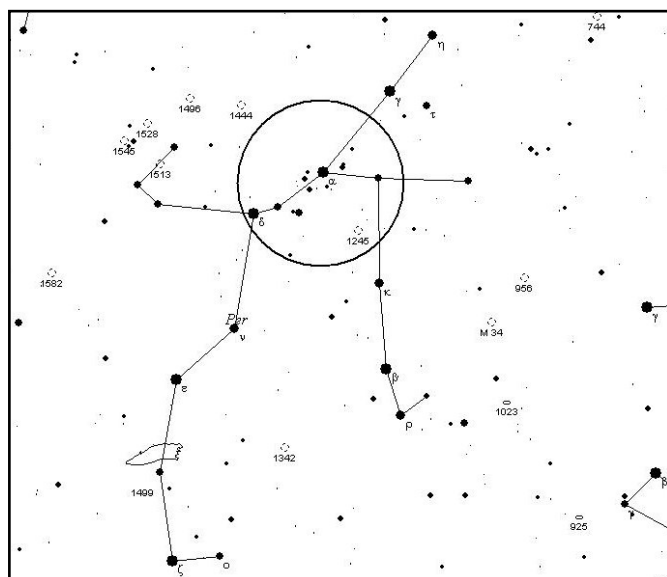
למרות ששני צבירים מרהיבים אלו נמצאים במרחק זוויתי של כמעלה אחת זה מזה, עדיין לא ברור האם יש קשר פיזי ביניהם. הזוג נמצא במרחק כ-7000 שנות אור והמרחק בין הצבירים עצמם הוא 100 ש"א. מחקרים העלו את הסברה כי גילו של NGC869 הוא 11.7 מיליון שנה ואילו גילו של NGC884 עומד על 10.8 מיליון שנה. יש לציין שהבדל זה הוא מזערי בקנה מידה אסטרונומי. כך או כך מדובר בשני צבירים גדולים יחסית. NGC869 מכיל כ-3900 מסות שמש ו-NGC884 מכיל כ-3300 מסות שמש. גודלו הזוויתי של כל אחד מהצבירים הוא כ-35 דקות קשת (כחצי מעלה). הגודל הפיסי של הצבירים נמדד בכ-70 שנות אור. בעוד שמרבית הצבירים שנראים בשמי החורף נמצאים על "זרוע אוריון" של גלקסיית שביל החלב, הרי ששני צבירים אלו נמצאים על זרוע אחרת של הגלקסיה – "זרוע פרסאוס".

Gamma Leporis - גאמה לפוריס, קבוצת ארנב

כוכב כפול זה קל ל"פיצוח" בעזרת משקפת. מרחקו מעימנו כ-29 שנות אור. בן זוגו החיוור של הכוכב הראשי בזוג מרוחק ממנו כ-95 שניות קשת. המרחק האמיתי בין השניים הוא כ-



בלבו של צביר ההיאדות. צילום: DSS.

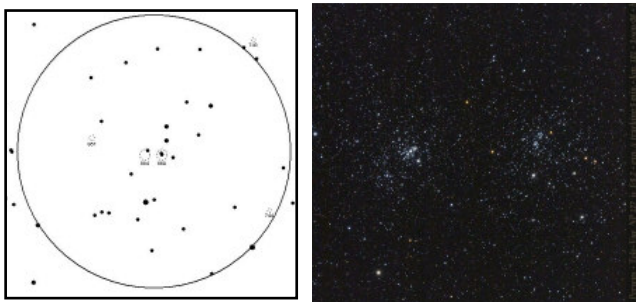
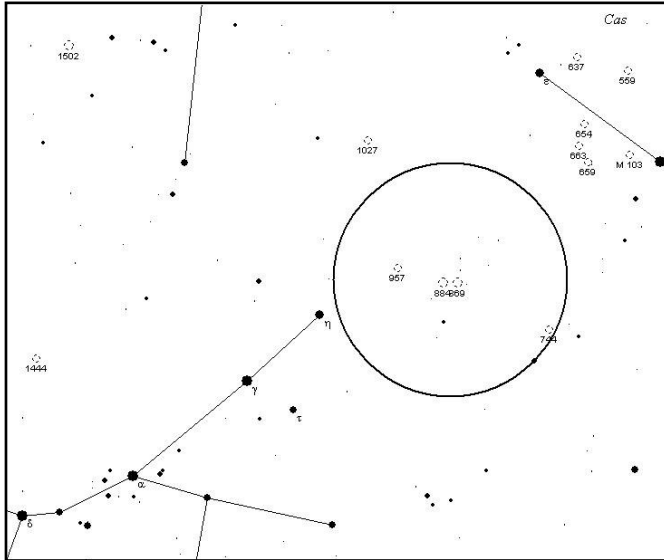


הכוכב אלפא פרסאוס משמש כמגדלור המכוון לצביר אלפא פרסאי. צילום: DSS.

5.6 ימי אור (בערך 1000 פעמים המרחק בין כדור הארץ לשמש). בהירויות הכוכבים נעות בין 3.6 לכוכב הבהיר ו-6.2 לכוכב החיוור.

M42 - ערפילית אוריון (Orion Nebula), קבוצת אוריון

ערפילית אוריון היא אחת הדוגמאות הטובות ביותר ל"בית גידול" לכוכבים. התצפיות בערפילית גילו שבתוכה קיימים לפחות 700 כוכבים בשלבי התפתחות שונים. הטרפזיום, הוא קבוצה של ארבעה כוכבים צעירים ובהירים במרכז הערפילית וניתנת לזיהוי גם בטלסקופים בינוניים. יש הסוברים כי אורה של הערפילית נובע מאורם של הכוכבים שבתוכה. ערפילית אוריון, או M42 כפי שהיא נקראת בשמה הקטלוגי המפורסם ביותר, נמצאת כ-1600 שנות אור מעמנו וקוטרה מוערך בכ-33 שנות אור.



הצביר הכפול. צילום: יוסי חורי.

Alpha Orionis - ביתאלג'וז, קבוצת אוריון

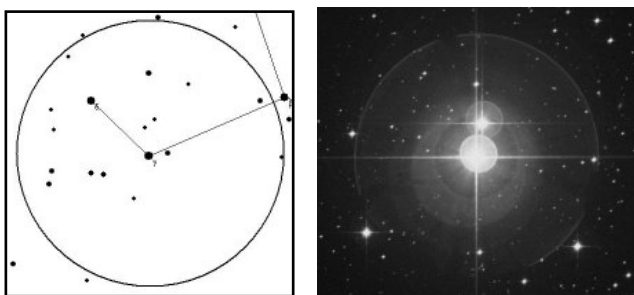
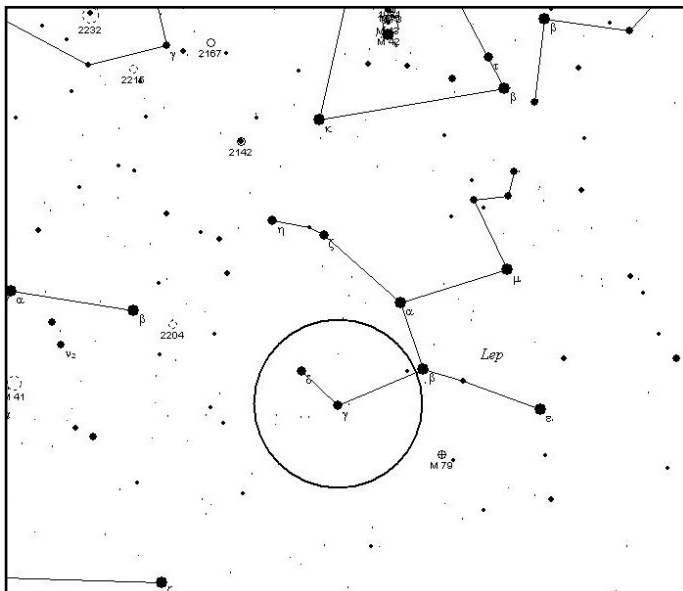
הכוכב הכתום-אדום הזה בוהק מאוד יחסית למרחקו - 520 שנות אור מכדור הארץ. הסיבה לבהירותו היא גודלו העצום. ביתאלג'וז הוא על-ענק אדום וגודלו נאמד פי 1000 מקוטרה של השמש שלנו (אם היה מונח בקומה של השמש היה בולע את כל כוכבי הלכת עד לצדק!). ביתאלג'וז בהיר מהשמש פי 10,000 בערך.

Kemble's Cascade ו-NGC1502 - מדרגות קמבל וצביר פתוח, קבוצת ג'ירף

"מדרגות קמבל" נראות כקו עדין של 20 כוכבים בבהירויות של 5 עד 10 הנמתחות לגודל זוויתי של 2.5 מעלות. ליד צידן הדרום-מערבי ניתן לראות כוכב בהיר ומעין "מריחה" מס' ביבו. "מריחה" זו היא הצביר הפתוח NGC1502, הנמצא במרחק של 2600 שנות אור מעמנו. בצביר כ-45 כוכבים. כדי לאתר את מדרגות קמבל, יש למתוח קו דמיוני בין שני הכוכבים העליונים בקצוות צורת ה-W של קסיופאה, להמשיך את הקו באותו אורך לכוון השמאלי ולהביט אל הנקודה באמצעות המשקפת.

M35 - צביר פתוח, קבוצת תאומים

צביר פתוח זה המונה כ-120 כוכבים נמצא במרחק משוער של 2,200 שנות אור מעמנו. הוא נראה היטב במשקפת וחלק ניכר מכוכביו הם בבהירות 8 ו-9. הצביר משתרע על פני 30 דקות בשמים, וגודלו הזוויתי דומה לזה של הירח. קוטרו האמיתי הוא כ-24 שנות אור. גילו של המשוער של הצביר עומד על כ-70 מיליון שנים, כך שהכוכבים שבו נמצאים בתקופת גיל ההתבגרות שלהם.



הכוכב הכפול גמא לאפוריס. צילום: DSS.

M41 - צביר "הכוורת הקטנה" (Little Beehive), קבוצת כלב גדול

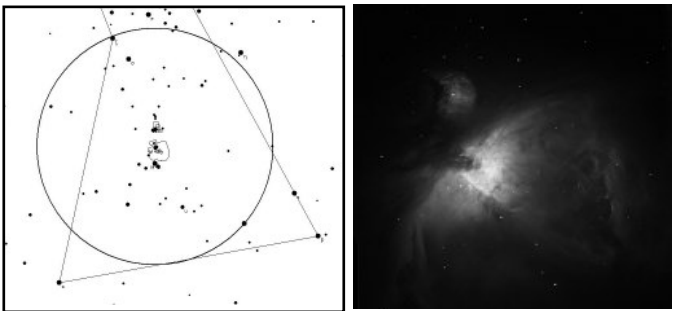
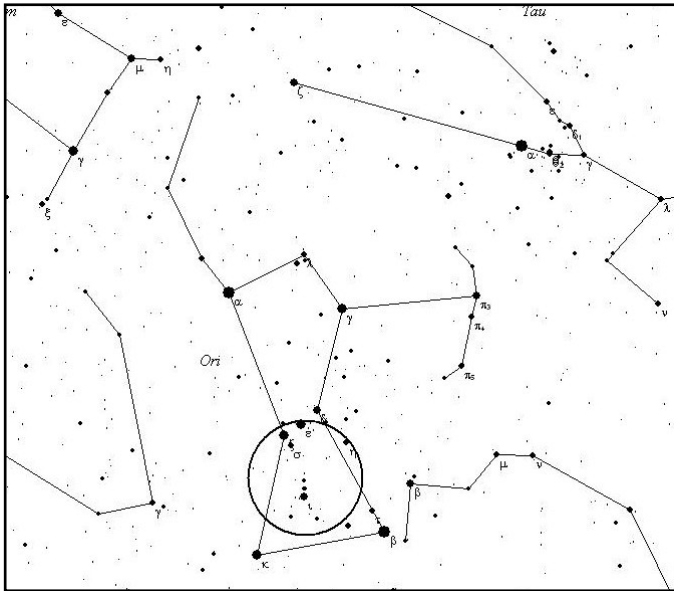
צביר פתוח ועדין זה מכיל כ-50 כוכבים ונמתח לגודל זוויתי של כ-30 דקות. מרחקו של הצביר מכדור הארץ הוא כ-2500 שנות אור. הצביר נמצא על אותה זרוע ספיראלית בגלקסיה בו שוכנת גם מערכת השמש שלנו - זרוע אוריון. קוטרו של

הצביר עומד על כ-20 שנות אור. גילם הממוצע של הכוכבים מוערך בכ-100 מיליון שנים.

NGC2244 ו-NGC2264 - צביר כוכבים וערפילית

הרוזטה, קבוצת קבוצת חד-קרן

הצביר פתוח וגס זה כמעט ונעלם על הרקע עמוס הכוכבים של שביל החלב. ניתן לזהותו כצורה דומה לריבוע שבקוד קודיו כוכבים בהירים. בעזרת משקפת תחת שמיים כהים, ניתן אף לראות את ערפילית הרוזטה המצויה על רקע צביר זה ועוטפת אותו כמו זר דקיק. גילם של כוכבי הצביר נאמד בחצי מיליון שנים בלבד – גיל צעיר מאוד בקנה מידה אסטרונומי! הצביר והערפילית מרוחקים מעמנו כ-4900 שנות אור. גודלם המשותף נאמד ב-115 שנות אור, מה שהופך את הערפילית לערפילית פולטת-הקרינה הגדולה ביותר בגלקסיה שלנו – עד כה. עצמים אלו יש לנסות לתפוס בשעות הערב שלילות החורף.



הערפילית M42. צילום: ד"ר אנדריאס היידנריך.

M44 - צביר הכוורת (Beehive Cluster), קבוצת

סרטן

צביר זה נמצא במרחק של 525 שנות אור מעמנו. הוא הצביר הפתוח החמישי במרחקו מכאן. זהו צביר זקן יחסית וגילו נאמד בכ-700 מיליון שנים. קוטרו כ-13 שנות אור ובו כ-1000 כוכבים.

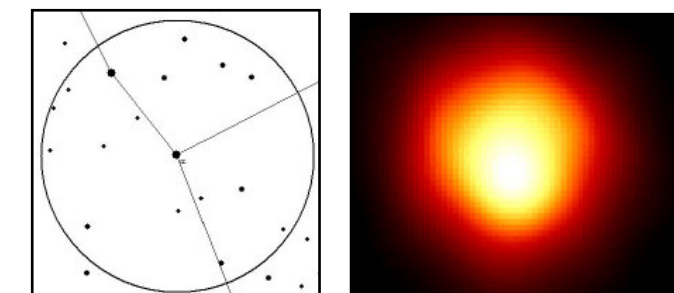
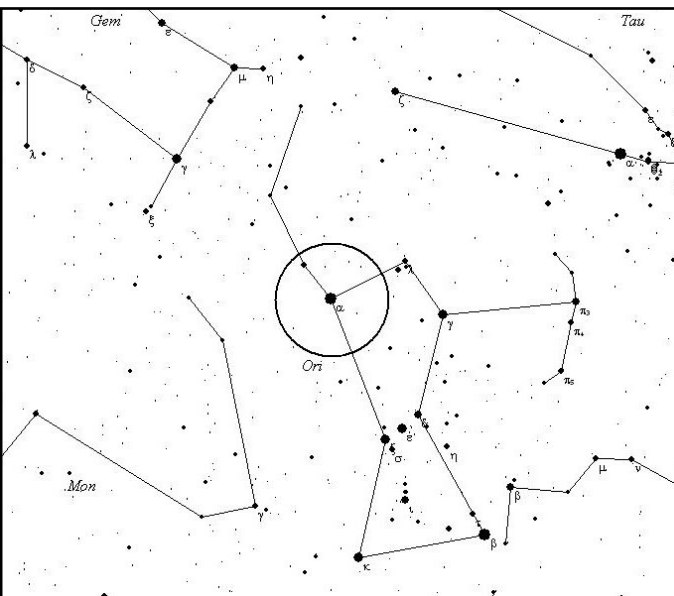
M81 ו-M82 - גלקסיות בקבוצת העגלה הגדולה OK

זוג גלקסיות אלו, השוכנות בליבה של קבוצת "הדובה הגדולה", נמצאות במרחק "קטן" יחסית של 13 מיליון שנות אור מהשמש שלנו. אלו העצמים הרחוקים ביותר ברשימה זו. בדרך כלל הצפייה בגלקסיות רחוקות דורשת כוח קירוב של טלסקופ. אולם בגלקסיות אלו ניתן לצפות גם בעזרת משקפת, בלילות חשוכים. M81 תיראה כאליפסה קטנה בעוד M82 תיראה כעין מחט הפונה לכיוון מזרח-מערב. המרחק המפריד בין הגלקסיות עומד על כ-150,000 שנות אור. שתי הגלקסיות נמצאות באינטראקציה זו עם זו, וחומר עובר מאחת לשניה.

M64 - שערות ברניקי (Bernice Hair), קבוצת שערות

ברניקי

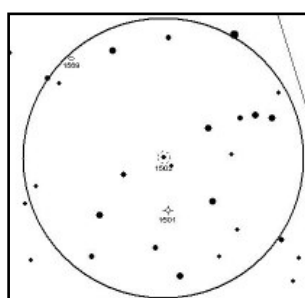
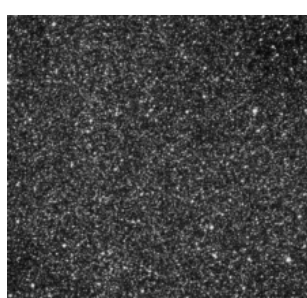
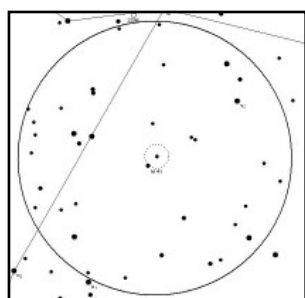
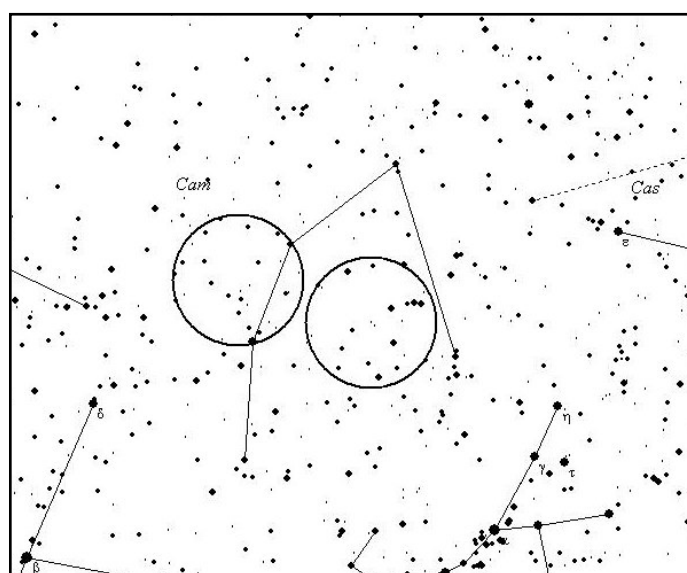
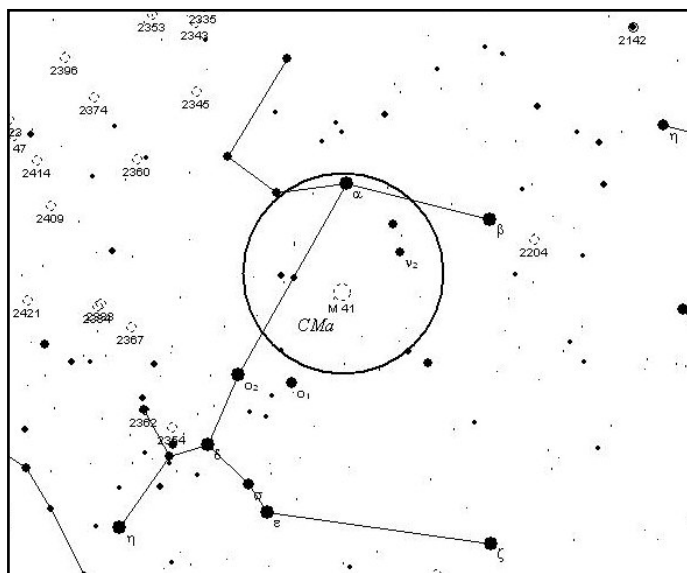
צביר זה, הנמצא במרחק של 250 שנות אור מעמנו, הוא הצביר המשתנה השלישי במרחקו מכדור הארץ אחרי "הדובה הגדולה" (גם היא נחשבת לצביר כוכבים פתוח משתנה) וה"היאדות" (בתחילת רשימה זו). הצפייה המיטבית בצביר זהה נעשית באמצעות משקפת עקב קוטרו הזוויתי הגדול (כ-5 מעלות). גילו של הצביר כ-500 מיליון שנים, אולם עקב תנועתו הוא איבד מספר רב של כוכבים והידלדל לכדי 80 כוכבים בלבד. קוטרו עומד על 22 שנות אור, ומסתו מוערכת ב-100 מסות שמש. בניגוד לצבירים פתוחים אחרים, צביר זה אינו נמצא בזרוע כלשהי של שביל החלב או בדיסקתה. אולם מפאת מרחקו הקצר יחסית, עדיין ניתן להחשיבו כחלק מהגלקסיה שלנו.



הכוכב אלפא אוריוניס (ביתאלגיוז). צילום: Hubble.

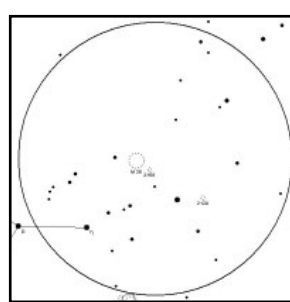
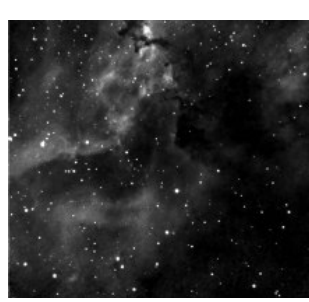
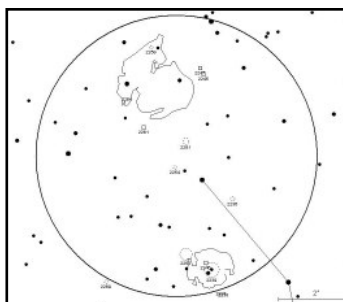
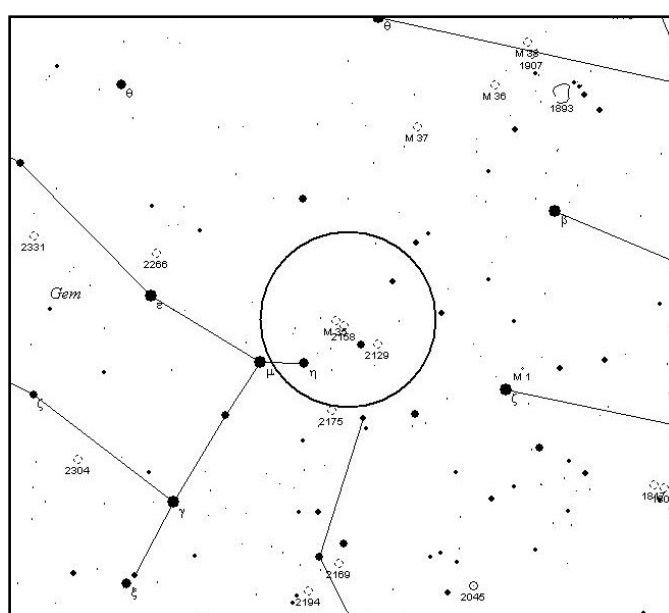
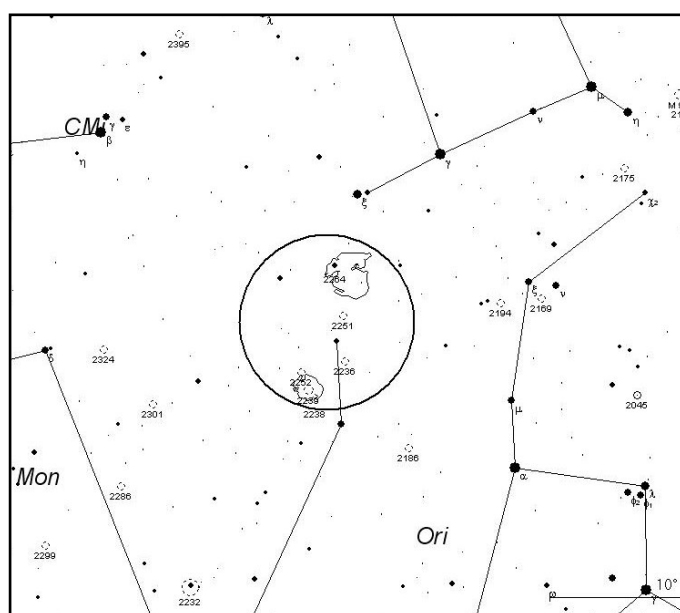
M3 - צביר כדורי, קבוצת כלבי צייד

שמי החורף אינם משופעים בצבירים כדוריים, בעיקר משום



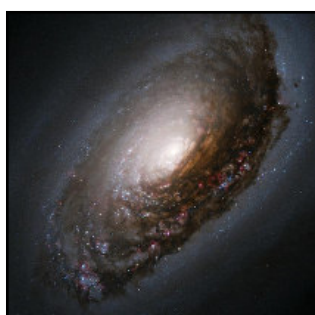
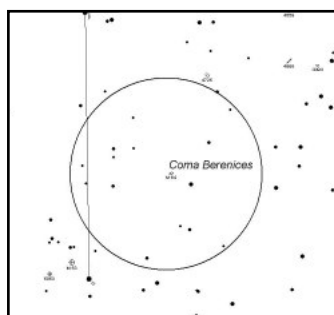
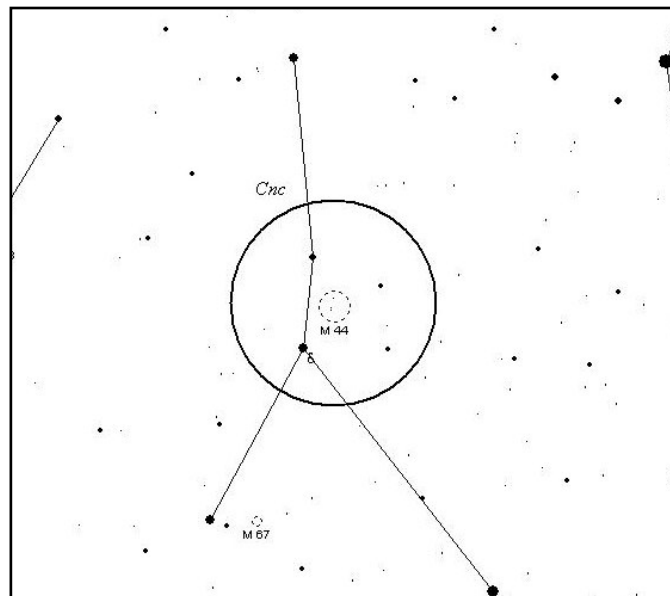
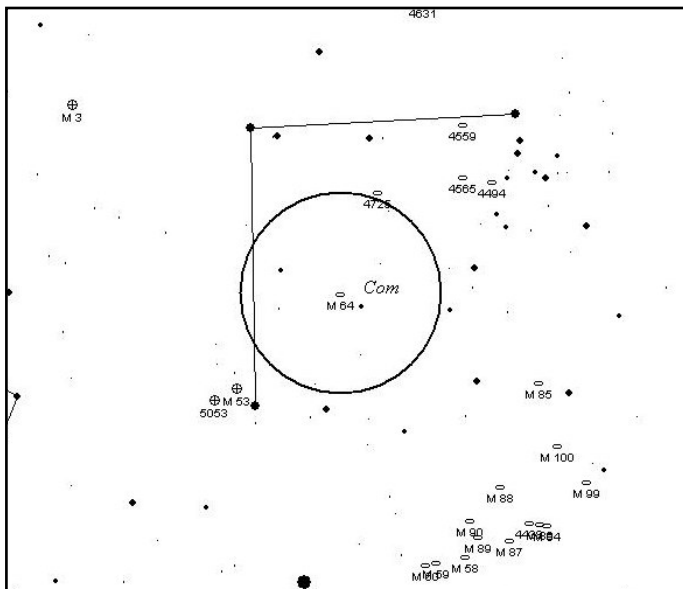
ליבו של הצביר M41 בחשיפה ארוכה. צילום: DSS.

הצביר NGC1502. מקור: DSS.

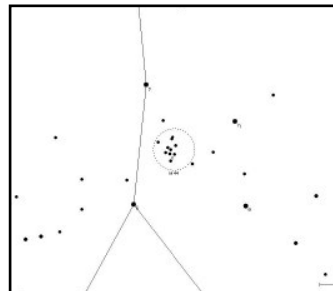


מצבורי חומר בליבה של NGC2244 בצילום: אנדריאס היינריך.

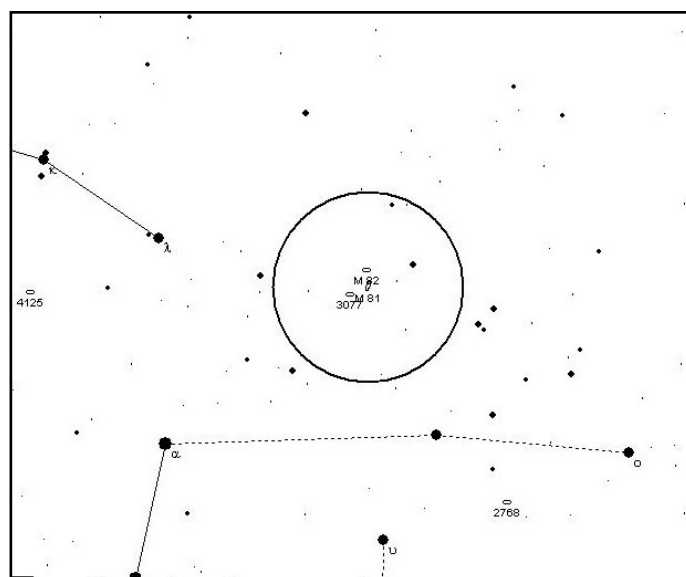
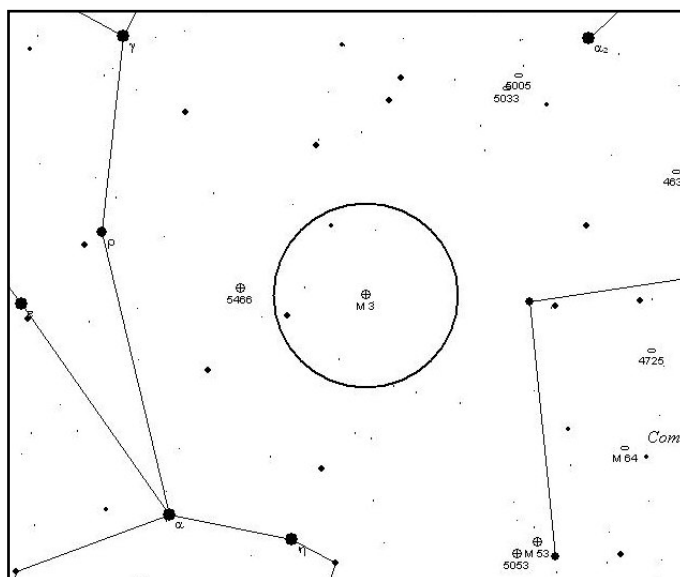
הצביר M35. צילום: הראל בורן.



הגלקסיה M64. צילום: Hubble.



שלישיית כוכבים בלב הצביר M44. צילום: DSS.



תולדות קבוצות הכוכבים ושמותיהן / ד"ר יגאל פת-אל

מהיכן שמות קבוצות הכוכבים שאנו מכירים?

הידועים סביב כדור הארץ. הוא גם שרטט מפת שמים ובה 45 קבוצות כוכבים. על פי מפת שמים זו, כתב אראטוס (בערך 270 לפני הספירה), את הפואמה שלו פנומנה, שעליה מתבסס חלק ניכר מהידוע לנו על קבוצות הכוכבים בימי היוונים. אריסטו המשיך באותם רעיונות גיאוצנטריים והשקפתו על קביעות היקום שימשה את הכנסייה הנוצרית מאות שנים מאוחר יותר במאבקה כנגד התורה ההליוצנטרית. הרקלידוס (המאה ה-4 לפני הספירה) היה הראשון שהבין שכדור הארץ סובב סביב צירו ואילו נוגה סובב סביב השמש.

הראשון שמיקם את השמש במרכז מערכת השמש ואת כדור הארץ וכוכבי הלכת כסובבים סביבה היה אריסטרכוס שחי בתקופת הפריחה באלכסנדריה בתחילת המאה ה-3 לפני

הספירה. אפולוניוס, עשור מאוחר יותר, תיאר את כוכבי הלכת כסובבים במסלול אקסצנטרי לשמש ולכדור הארץ בו-זמנית. בשלהי המאה ה-3 לפני הספירה מדד ארכימדס את היקף כדור הארץ ואת המרחק לשמש ולירח, וכמוהו גם ארכימדס שכתב את קבוצות הכוכבים, החיבור המלא הראשון שקושר בין קבוצות הכוכבים למיתולוגיה היוונית. האסטרונום הראשון של העת המודרנית היה היפארכוס, שחי באלכסנדריה במאה ה-2 לפני הספירה. הוא הניח יסודות לטריגונומטריה, למד את תנועות השמש והירח, אך תרומתו החשובה ביותר היתה הקטלוג הראשון של השמים (850 כוכבים).

שיטת הבהירות שלו, שסיווגה את הכוכבים לפי שש דרגות בהירות, שימשה אסטרונומים במשך יותר מ-1,000 שנים, עד לפני כמה מאות שנים בלבד. כמו כן הוא גילה את תופעת הנקיפה של ציר כדור הארץ. את החותם הגדול ביותר על מדע האסטרונומיה הטביע היווני תלמי האלכסנדרוני (פטולומאוס), שחי באלכסנדריה במאה ה-2 לספירה. תלמי ערך את הקטלוג שלו, שהתבסס על עבודתו של היפארכוס. הקטלוג מנה 1,028 כוכבים (בקטלוג

ממוינים הכוכבים לפי מיקומם: קווי אורך ורוחב שמימיים וכן בהירותם) בקטלוג הופיעו גם 48 קבוצות כוכבים. הידע של תלמי רוכז ב-13 הכרכים של האלמגסט, ששימש את האסטרונומים עד ימי קופרניקוס. תלמי שכלל את המודל הגיאוצנטרי לדרגת שלמות ויצר את מסלולי האפיציקלואידה המסובכים של כוכבי הלכת. מודל זה היה לנכס צאן ברזל של האסטרונומיה ושל הכנסייה הנוצרית והחזיק מעמד עד תום המאה ה-16. ברומא הושפעו התרבות והמדע השפעה

תולדות ימי מדע האסטרונומיה כתולדות ימי האנושות המודרנית. בימים עברו, מששקעה השמש, נגלה המחזה של שמי הלילה עטורי הכוכבים. באין אורות רקע של יישובים ועם האטמוספירה הנקייה מכל זיהום שעתידים צאצאי אותם קדמונים לזהם בו את האוויר, היו השמים מן הסתם צלולים ובהירים יותר מהיום. כל מי שראה את השמים זרועי הכוכבים בלילה נטול ירח ונקי מאבק, מלחות או מעננים, אינו יכול שלא להתפעל מאלפי הכוכבים המשובצים כיהלומים על רקע השמים הכהים.

מספר הכוכבים הנראים בעין אינו עולה על כמה אלפים בודדים. הקדמונים הבחינו שיש כוכבים בהירים יותר ובהירים פחות. הקדמונים גם הכירו את מסלול השמש והירח על כיפת

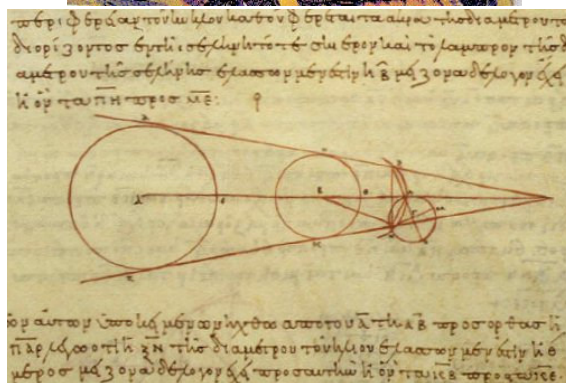
השמים ושמו לב לכמה כוכבים שהיו מצויים על מסלולם של השמש ושל הירח בשמים. ידיעה זו של מיקומם של השמש והירח על כיפת השמים וכן הידיעה שהכוכבים הנראים בחורף אינם הכוכבים הנראים בקיץ היו הבסיס למדע האסטרונומיה.

יוון

במחצית האלף הראשון לפני הספירה החלה להתפתח ביוון המחשבה המדעית הרב-תחומית. בעוד שהבבלים ראו באסטרונומיה כלי שדרוש לחישוביהם האסטרונומיים במקביל לחיזוי תופעות אקלימיות (אותו דבר נכון לגבי האצט

גנינים הסינים), התעסקו היוונים באסטרונומיה כמדע לשמו. כך, מסקנתו של אנקסימנדר במאה ה-6 לפני הספירה, שהארץ היא כדור שתלוי לו בחלל, היתה פריצת דרך שהקדימה את דרך המחשבה המדעית באותם ימים. באותה תקופה הכריז גם פיתגורס שהאדמה היא כדורית. 100 שנים בלבד מאוחר יותר טען אנקסגורס שליקויי ירח נגרמים בגלל מעבר כדור הארץ בין הירח לשמש, ואילו אורו של הירח הוא אור השמש המוחזר מפניו.

פילולאוס, בן תקופתו של אנקסגורס, טען שהכוכבים, כמו כדור הארץ, הם כדורים שסובבים סביב מרכז של אש (הוא לא זיהה את המרכז הזה עם השמש). אירוני שדווקא פילוסוף בעל שיעור קומה כאפלטון, שחי במאה ה-4 לפני הספירה, קטע את הכיוון הנכון של החשיבה המדעית היוונית והציב את כדור הארץ במרכז מערכת השמש והיקום. תפיסה שגויה זו עתידה להחזיק מעמד כ-2,000 שנה. אאודוקסוס המשיך את רעיונות מורחו אפלטון והסביר את תנועות כוכבי הלכת



למעלה: קלאודיוס תלמי. למטה: חלק מגרסה "מודרנית" של כתבי תלמי, שפורסמה בסוף המאה ה-15.

ישירה מהיוונים. אחד הרומאים שתרגמו תרומה חשובה לתחום האסטרונומיה היה לא אחר מאשר יוליוס קיסר, שקבע את הלוח היוליאני הנושא את שמו בשנת 47 לפני הספירה. יוליוס קיסר גם קבע את מזל מאזניים כמזל נפרד וכתב חיבורים בנושא אסטרונומיה בהשפעת היפארכוס.

יחסי גומלין בין קבוצות הכוכבים למיתולוגיה היוונית

במקביל להתפתחות המדעית, נודעה חשיבות רבה לתרומתם של המשוררים היוונים והרומאים, אשר המורשת המיתולוגית העשירה של אגן הים התיכון הועברה אלינו באמצעות חיבוריהם, שהם הבסיס לשמות קבוצות הכוכבים המודרניות. אגדות אלו קיפלו בתוכם את אמונותיהם של הקדמונים באשר לבריאת האדם והיקום ולכל תופעות הטבע שסבבו אותם. בין המשוררים האלה אפשר לציין את הומרוס (המאה ה-9 לפני הספירה), שהנחיל לנו את האיליאדה. לאחריו הסיר דוס (המאה ה-8 לפני הספירה), שכתב את התיאוגוניה הדנה באלים וביצירת העולם. אוריפידס (המאה ה-5 לפני הספירה) ואפנוניוס מרודוס, (המאה ה-3 לפני הספירה), שסיפורו על גיזת הזהב נדון באריכות בספר זה במסגרת הקבוצות אוניית ארגו וטלה. המשוררים הרומים שחיו במאה הראשונה לפני הספירה ולאחריה כבר לא האמינו באלים, אך יצירותיהם חשובות בשל משקלן הספרותי ובשל המידע הרב על המיתולוגיה היוונית ובכלל זה שמותיהן הלטיניים של קבוצות הכוכבים. שניים מהחשובים שבהם הם וירגיליוס (המאה הראשונה לפני הספירה) ובן זמנו אווידיוס, בני תקופתו של הקיסר אוגוסטוס. אווידיוס הוא ללא ספק המשורר הלטיני החשוב ביותר, ומרבית סיפורי המיתולוגיה הפופולריים היום הם פרי עטו או גרסאות כפי שהוא כתב. חלק גדול משמות הכוכבים והקבוצות הלטיניים שנשתיירו עד היום הם שמות שנתן הוא. מאוחר יותר, במאה הראשונה לספירה, כתב מניליוס שירה בשם אסטרונומיקה, שנוגעת בעיקר לנושאים אסטרונומיים. באותם ימים כתב גם היגינס את פואטיקה אסטרונומיה. שני אלה הם מקור חשוב לשמות הלטיניים של קבוצות הכוכבים היווניות.

ימי הביניים

לאחר ימי תלמי ועליית קרנה של הנצרות וכן של הכנסייה הנוצרית, החלה אירופה לשקוע אט-אט בחשכת ימי הביניים. דעיכת הקיסרות הרומית באירופה ועליית הקיסרות הרומית במצרים הביאו לפריחה בחלק זה של העולם. עם עליית האסלאם והשתלטות הערבים על חצי האי ערב ועל צפון אפריקה עבר מרכז הכובד המדעי לעולם הערבי שמרכזו היה במצרים, בבגדד ובדמשק. הח'ליפים הנאורים עודדו את המדע ואת האמנות והערבים ראו את עצמם כיושבי הפילוסופים היוונים. עבודותיהם של הללו, ובראשן עבודותיו של היפארכוס ולאחריו האלמגסט של תלמי, תורגמו לערבית. מסיבה זו נשכחו שמות הכוכבים של הנוודים הערבים, אבותיהם של המוסלמים, לטובת השמות היווניים. הערבים אימצו את שמותיהן היווניים של הקבוצות, כיוון שבני המדבר לא ראו בכוכבים קבוצות אלא כוכבים בודדים. חלק משמות הכוכבים הבודדים היו תרגום לערבית של שמות הכוכבים היווניים כפי שהופיעו בעבודה הכבירה של תלמי, האלמגסט.

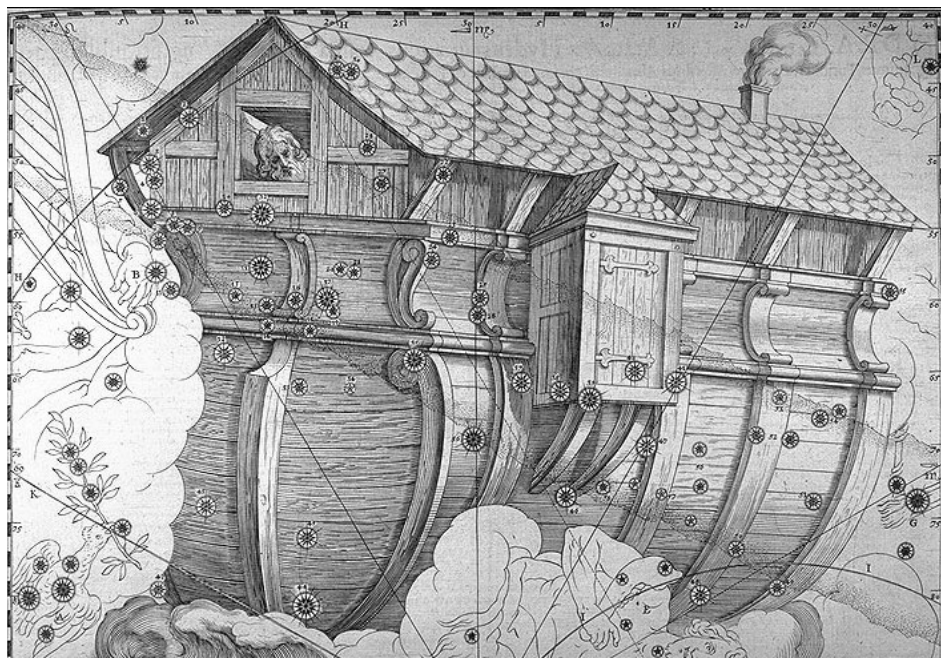
אחד האסטרונומים הערבים בשלהי האלף הראשון היה אל-בירוני, שאחראי לשמן של כמה מקבוצות הכוכבים ולשמות הערביים של הכוכבים, כמו גם לשמות הודיים של כוכבים וקבוצות כוכבים. כאן המקום לציין שהשמות ההודיים המאוחרים יותר הושפעו רבות מהשמות היווניים הקדומים יותר בגלל כיבושיו של אלכסנדר מוקדון והשפעה היוונית על הודו, וההפריה ההדדית בין שתי התרבויות – ההודית והיוונית. עם התרחבות האסלאם לפרס ולסמרקנד, נבנו ספריות ומצפים ברחבי העולם המוסלמי. האסטרונום החשוב ביותר בתקופת זו (המאה ה-11 לספירה) היה עבד אל-רחמן אבן עומר אבן מוחמד אבן סהל אבו חוסיין אל-צופי אל-רזי, שמפאת קוצר היריעה של כתבה זו הסתפקתי בשמו המקוצר – אל-צופי. אסטרונום דגול זה, שחי בבגדד, יצר אטלס מדויק שמנה 1,018 כוכבים וכן קבוצות כוכבים וכלל את מיקומו המדויק ואת בהירותו המדויקת ביותר של כל כוכב וכוכב. עבודתו של אל-צופי היתה מקור למידע מהימן לגבי מיקום הכוכבים ובהירותם עד לפני 200 שנים בערך.

ימי הזהר של התרבות הערבית

במקביל לפריחת התרבות הערבית במזרח התיכון ובפרס החלה לפרוח התרבות המוסלמית בספרד. במאה ה-13 כתב המלך הנוצרי אלפונסו ה-10 מקסטיליה את לוחות אלפונסו. בלוחות הללו הפך אלפונסו את השמות הערביים לשמות בעלי צליל אירופי. כך הפך אל-נסר אל-נוקיע לווהגה, אל-נסר אל-טאיר לאלטאיר, ד'נב אל-דג'נה לד'נב וכדומה. היתה זו ראשית פריחת המדע באירופה במקביל לשקיעת התרבות הערבית והמוסלמית. חיסולה של התרבות המוסלמית



חלק מהריסות מצפה אולוג בק.



קבוצה שלא תפסה: תיבת נוח מאטלס באייר.

מאוחר יותר פרסם קפלר את טבלאות

רודולפינה. אנדראו סלריוס פרסם בשנת

1660 את אטלס שני חצאי כדור הארץ עם היטלי קבוצות הכוכבים על רקע מפת כדור הארץ. באותה תקופה חי באיטליה האסטרונום ריצ'יולי שחקר, בין היתר, את מקורם של שמות קבוצות הכוכבים. בשנת 1679 פרסם אסטרונום החצר הבריטי, אדמונד האלי, את הקטלוג של השמים הדרומיים, ובאותה שנה התפרסמו הטבלאות של אוגוסטין רויאר. אחת העבודות החשובות ביותר היתה של יוהאנס הווליוס, מפת השמים והכוכבים השלמה. אטלס זה הכיל 1,564 כוכבים והתבסס על טבלאות זיג של אולוג בג. במצפה גריניץ' שבאנגליה הכין ג'ון פלמסטיד את העבודה ההיסטוריה של השמים. פלמסטיד ציין את הכוכבים בכל קבוצה במספר סידורי, בהתאם לעלייה הישרה של הכוכבים ממערב למזרח, אך בספרו שפורסם בשנת 1712 לא הופיעו הכוכבים ממוספרים. הגרסה המלאה פורסמה מאוחר יותר בידי ניוטון והאלי בשנת 1725, וכללה את מספרי פלמסטיד.

סוף דבר

בשנת 1863 פרסם פרידריך וילהלם ארגלנדר את הקטלוג הר"אשון המודרני של כוכבים וקבוצות. קטלוג זה, המכונה BD, הכיל יותר מ-210,000 כוכבים ו-88 קבוצות. ארגלנדר נאלץ להרחיב את תחומי קבוצות הכוכבים הקיימות ולמחוק כמה קבוצות כוכבים כדי שכל כוכב וכל עצם שמימי יהיה כלול בתחומי קבוצת כוכבים כלשהי. בשנת 1928 החליט האיגוד האסטרונומי העולמי לקבוע את גבולות הקבוצות במקביל לקווי העלייה הישרה והנטייה, תוך שמירת 88 הקבוצות, שמירת מספרי פלמסטיד ואותיות באייר של הקבוצות, ובכך לשמר את מורשת אלפי השנים של קבוצות הכוכבים שהורישו לנו אבותינו.

המפוארת מדמשק מזרחה בא מערבות מונגוליה, מידי הגייסות צמאי הדם של גייגיס חאן, שגייסותיו של אחי"נו שרפו את בגדד בשנת 1258. למרבה המזל, ניצל חלק ניכר מהכתבים שהיו בספרייה העשירה של בגדד. כתבים אלה שימשו להעברת ידע אסטרונומי ומתמטי אל המזרח הרחוק. בתקופה זו החל השימוש בטריגונומטריה לשימושים ארציים. אחד מהכובשים הטטרים היה טימור ששלט בסמרקנד במאה ה-13. עבודתו של נכדו, אולוג בג, היתה שירת הברבור של האסטרונומיה הערבית-מוסלמית. הגלובוס שלו ויצירתו טבלאות זיג היו והם עדיין המקור המהימן ביותר למקורות הערביים של שמות הכוכבים המודרניים. מקורם של שמות הכוכבים באטלס זה היה באלמגסט, אך בעזרת המצפה המרשים שבנה, הגיע אולוג בג לדיוק של 6 דקות קשת בקביעת מיקומם של הכוכבים בשמים. עבודתו שימשה את האסטרונומים האירופים עד לפני 200 שנים בערך.

סוף ימי הביניים באירופה

לקראת תום ימי הביניים החל מדע האסטרונומיה לפרוח שוב באירופה. לקבוצות הכוכבים ניתנו שמות דתיים והם ייצגו קדושים נוצרים או דמויות תנ"כיות. דוגמה טובה אפשר לראות באטלס סלריוס מהמאה ה-17 וכן בעבודתו של יוליוס שילר, כוכבי השמים הנוצריים שפורסם בשנת 1627. אך האסטרונומיה העיונית החלה לפרוח בעיקר במרכז ובמערב של אירופה. בשנת 1515 פרסם פטרוס ליכטנשטיין את התעתיק הלטיני של האלמגסט של תלמי, ובו מופיעים שמות הכוכבים והקבוצות בלטינית. באותה מאה חי גם אסטרונום ערבי בשם אל-תיצ'ני שביאר את השמות הלטיניים באלמגסט ובלוחות אלפונסו על פי מקורם הערבי. בשנת 1543, בעיר נירנברג, פרסם אסטרונום פולני ספר בשם ההקפות במסלול לים השמימיים. אסטרונום זה, ששהה כמה שנים באיטליה, התוודע בין היתר לעבודתו של אריסטראכוס והתרשם עמוקות מתורתו שהשמש היא במרכז מערכת השמש. שמו של האסטרונום היה ניקולאי קופרניקוס.

בשנת 1603 פרסם הגרמני יוהאנס באייר את האטלס שלו, אורנומטריה. באטלס זה הופיעו 12 קבוצות שמים דרומיות חדשות. האיורים שבאטלס אורנומטריה נלקחו רובם מהאיורים של קבוצות השמים שעשה דירר בשנת 1515. החידוש שבאורנומטריה היה ש-709 כוכבים בו סומנו באותיות יווניות, החל ב- α לכוכב הבהיר בכל קבוצה וכן הלאה, וכל כוכב צוין בשם הקבוצה הלטיני בסמיכות. כך α אוריון הוא Orionus ובקיצור α Ori, הכוכב γ דגים הוא Piscium γ וכדומה.

בינתיים התרחב הידע התצפיתי שנרכש באמצעות הטלסקופ. בשנת 1624 התפרסם האטלס של ג'ייקוב ברטש ושלוש שנים

מתוך הספר "האנציקלופדיה של קבוצות הכוכבים", מאת ד"ר יגאל פת אל, בהוצאת מעריב.

7X50 ו-10X50.

ה-7X42, ו-8X40.

מתאימות גם הן למי שהמשקל הנמוך חשוב לו. כיום יש בנמצא גם משקפות 9X63 מעולות העומדות על הגבול של החזקה ידנית. משקפות אלו מצוידות במתאם לחצובה הפותר את הבעיה.

מושגים:

שנת אור: המרחק שהאור עובר משך שנה, כעשרת אלפים מיליארד קילומטרים.

גודל זוויתי: גודל של כוכב כפי שהוא נראה לצופה מכדור הארץ. בד"כ נמדד במ"עלות.

קוטר אישון יציאה: קוטר קונוס האור היוצא מהמשקפת אל העין. ערך זה הוא פונקציה של חלוקת קוטר העוצ' מית בכושר ההגדלה. למשל, משקפת 7X42 תהיה בעלת קוטר אישון יציאה של 6 מ"מ.

בעלי משקפיים יכו'

לים לקפל פנימה את כוסות הגומי שעל העיניות על מנת להקל על השימוש במשקפת. לחילופין, ניתן לרכוש משקפות High Eye Point שמתוכננות במיוחד עבור משתמשי משקפיים, אך הן יקרות יותר ממשקפות רגילות.

למה יש לשים לב לפני שקונים משקפת?

* **משקל:** כאמור, על המשקפת להיות קלה ככל האפשר כדי שניתן יהיה להחזיקה ביציבות משך זמן מה. עבור משקפות השוקלות יותר מקילוגרם יש לשקול רכישת חצובה.

* **מנסרות:** החזיקו את המשקפת כ-20 ס"מ מן העין והסתכלו לו בצורת אישון היציאה. משקפות בעלות איכות בנייה זולה (או תכנון לקוי) יראו שדה ראייה מרובע. משקפות איכותיות יותר יציגו שדה ראייה עגול.

* **איכות בניה:** בדקו את כל החלקים הנעים. אסור שיהיה חופש בגלגל הפוקוס, שמן או גרזי גלויים יעברו על או בתוך המשקפת או לכלוך כלשהו על העדשה.

* **איכות אופטיקה:** בחנו את המשקפת ביום ובלילה (מרכז התמונה חייב להיות חד כתער). ביום, צפו על עצם חד (עלה או פרט כלשהו בבניין). עם מתגלה נימה כחולה-ירוקה בת' מונה, מדובר באיכות אופטית נחותה. ביום נסו להתמקד על מנורה רחוקה.

* **ציפויים:** מטרת הציפויים היא הגדלת חדירות האור למשקפת. המשקפות הטובות ביותר מגיעות עם מגוון ציפויים, אותם ניתן לראות על העדשות הקדמיות באור יום, בגווני כחול/ירוק/סגול. מידע על סוגי הציפויים במשקפת ימצא בחוברת היצרן שמתלווה אליה. ציפוי MultiCoat מגבירים את חדירות האור עד ל-99%.

* **קולימציה:** משקפת מורכבת משתי מערכות אופטיות מקבילות. זו לזו. בעיות קולימציה נוצרות כאשר שתי המערכות האופטיות הללו אינן מקבילות לגמרי. מצב זה עלול להיווצר אם המשקפת קיבלה מכה חזקה, או סתם נופלת מהידיים. שימו לב שאינכם מתעייפים תוך כדי צפייה במשקפת. בעיות קולימציה ניתנות לתיקון אצל טכנאים או אופטיקאים מקצועיים. מומלץ תמיד להחזיק את המשקפת בעזרת חבל הנ' שיאה כרוך סביב הצוואר.

שהמקום ממנו אנו צופים (מערכת השמש) ממוקם בפאתי גלקסיית שביל החלב והרחק ממרכזה, שם מקום משכנם של הצבירים הללו שנראים לעיתים כחופן אבני חן.

כדי לצפות בצביר זה יש לחכות לשעות הלילה המאוחרות או לאביב, אז יורח M3 מעל האופק המזרחי. מרחקו של הצביר מכדור הארץ עומד על כ-38,000 שנות אור. עובדה זו הופכת אותו לצביר הרחוק ביותר מעמנו (אולם עדיין במסגרת הגלקסיה שלנו). קוטרו המשוער עומד על כ-220 שנות אור והוא מכיל כ- חצי מיליון כוכבים. במשקפת יופיע ככתם אפור בגודל של 18 דקות קשת.

משקפת אידיאלית לאסטרונומיה

יש לשקול את הנקודות הבאות לפני שבוחרים משקפת לשימוש אסטרונומי:

* **עדשות חיצוניות גדולות יותר** משמעותן תמונה בהירה יותר. משקפת בעלת עדשות גדולות מ-50 מ"מ תדרוש חצובה לשימוש נוח. חלק מהמשקפות מגיעות עם מתאם חצובה מובנה.

* **קוטר אישון יציאה של 7 מ"מ** הוא המקסימום שהעין יוכל לקבל. עבור רוב הצופים 5 מ"מ יבטיחו שימוש אופטימלי לי באור שתאסוף המשקפת. לכן כדאי לבחור משקפת שהגדלתה היא חמישית מקוטר העדשה החיצונית.



קוטר אישון יציאה רחב ועגול מצביע על איכות משקפת טובה. מקור: www.aoe.com.au

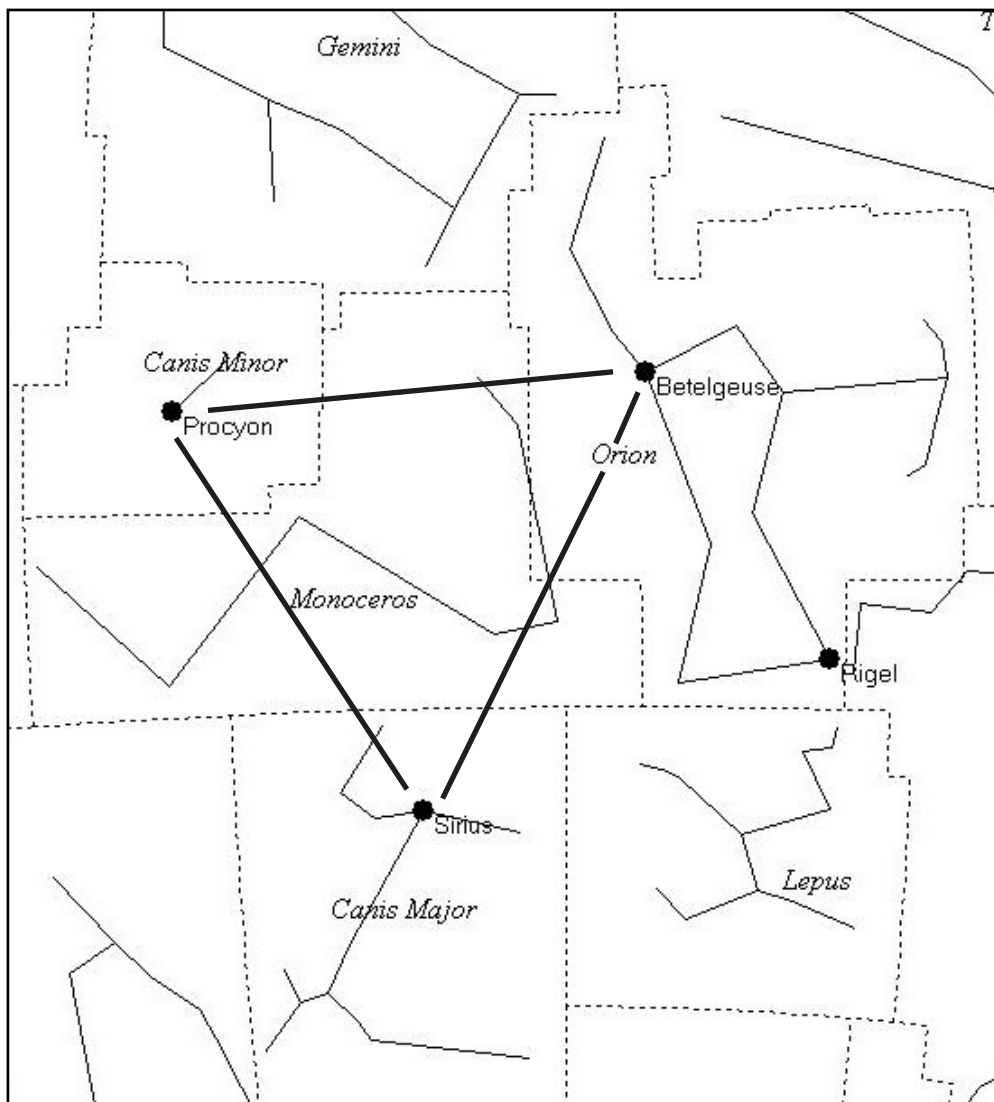
* **הגדלות גבוהות** משמעותן תמונה מופרדת יותר טוב, אולם הדבר דורש אופטיקה מעולה ויקרה עד למאוד.

* **משקל.** בהגדלה גבוהה, ובהחזקה ידנית של המשקפת, התמונה המתקבלת נוטה לקפוץ עקב רעידות הידיים. גורם זה מגביל את יכולת ההגדלה של משקפת למקסימום פי 10, לכן יש לשקול קניית חצובה מתאימה.

המשקפות הנפוצות ביותר בשימוש אסטרונומי הן ה-

משולש החורף / מרים אוריאל

לא רק בקיץ, גם בחורף יש משולש בשמים



קבוצות משולש החורף: אוריון, כלב גדול וכלב קטן.

בלילות הקיץ, בסתיו ואפילו בתחילת החורף אפשר לראות בשמי הלילה שלושה כוכבים זוהרים היוצרים יחד משולש גדול. לכן, זכו שלושת הכוכבים הללו לשם: "משולש הקיץ הגדול". הכוכבים היוצרים את המשולש הם: "וגה" מקבוצת הנבל, "דנב" מקבוצת ברבור ו"אלטאיר" מקבוצת הנשר.

גם החורף אינו מקופח ואף לו יש משולש משלו, שהוא בעצם חלק מהאסטר יזמה הידועה משושה החורף. משולש החורף דומה למשולש שווה צלעות והוא קטן יחסית למשושה. בניגוד למשולש הקיץ, שבו אין קשר בין שלושת הקבוצות המרכיבות אותו, הרי שבמשולש החורף קיים קשר בין שלוש הקבוצות שכוכביהן מרכיבים את המשולש. כוכבים אלו, אגב, הם מהכוכבים הבהירים ביותר בשמים בעונה זו.

הקודקוד המערבי של משולש החורף נוצר מהכוכב β תאֵלְגִיֹז הנמצא בכתף קבוצת אוריון. שני הקודקודים האחרים מורכבים מכוכבים הנמצאים בשני הכוכבים המלווים את אוריון הצייד: הדרומי - "סיריוס" בקבוצת הכלב הגדול והמזרחי - "פרוקיון" בקבוצת הכלב הקטן.

ביותר בשמים, יותר מכל הכוכבים אשר בכל עונות השנה.

אין פלא ש"סיריוס" ו"פרוקיון", כוכבי משולש החורף, כה זוהרים. הסיבה היא שהם בין הכוכבים הקרובים ביותר לכדור הארץ. "סיריוס" נמצא במרחק של 8.7 ש"א ואילו "פרוקיון" במרחק של 11.4 ש"א.

בהיטנו בכוכב כלשהו, אנו רואים היסטוריה. הכוכב נראה לנו כפי שהיה לפני שנים כאשר האור עזב את פניו ונע בחלל במהירות של 300,000 ק"מ/שנייה עד שהגיע לעינינו. המרחק בין הכוכב לבינינו נמדד בזמן שלוקח לקרן האור להגיע מהכוכב עד אלינו. לכן, כאשר האור עזב את "סיריוס" ואת "פרוקיון" נולדו ילדים שהם כיום בני 9 ו-11½ שנים.

האור שמגיע לעינינו כיום, למעשה יצא מ β תאֵלְגִיֹז לפני 640 שנים (כלומר, בשנת 1369), בשנה בה נלחמה ונצחה נגד הפלישה ההונגרית ואילו התורכים פלשו לבולגריה. גם כן באותה שנה, הבסטיליה הוקמה בפרזי והרחק באסיה הכריז טימור לנג על סרמקנד כבירת האימפריה שלו.

מקומו של משולש החורף הוא בשמים הדרומיים, מתחת מישור המילקה (האקליפטק) בו צועדת השמש ואחריה כוכבי הלכת.

דרך קלה למצוא את משולש החורף היא לאתר את קבוצת הכוכבים אוריון. זו אחת הקבוצות היפות והידועות ביותר בשמים הנראית כעניבת פרפר הפוכה, או כשעון חול. במרכז הקבוצה בולטת חגורה של שלושה כוכבים המסודרים באלכסון. יש החושבים שהפירמידות במצרים נבנו לפי תבנית זו.

באחת מפנינות קבוצת אוריון זוהר כוכב אדמדם זהו α תאֵלְגִיֹז, שיבוש המלה הערבית 'בית השחי' - בית אל אגוז. אם נמשיך β תאֵלְגִיֹז בקו ישר מזרחה נראה כוכב בוהק במרחק מה. זהו "פרוקיון" - המזרחי מבין כוכבי המשולש. נרד לאורך כוכבי החגורה של אוריון ישר לכיוון דרום מזרח ונגיע ל"סיריוס" המשלים את המשולש. זהו הכוכב הזוהר

בכל צבעי הקשת. הדבר הולם את שמו "סיריוס" שפרושו - המנצנץ. בעברית מכונה הכוכב בשם אֶבְרָק, שרומז לנו על הברק שלו.

בִּיתָאֲלִיּוֹ

לא קשה למצוא את סִירְיוֹס. הוא נמצא בקבוצת הכלב הגדול שבשמי הדרום. עקב גלל מיקומו בקבוצה זו יש הקוראים לו "כוכב הכלב". פרט לשמש, סִירְיוֹס הוא הכוכב הבוהק ביותר בשמים. אין כוכב בוהק ממנו לאורך השנה כולה. ההשוואה, כמובן, נעשית מול כוכבים אחרים ולא מול כוכבי לכת בזה"קם כמו נוגה, או צדק.

לאמיתותו של דבר, הכוכב סִירְיוֹס הוא מערכת זוגית המורכבת משני כוכבים: סִירְיוֹס A, וסִירְיוֹס B. חוקרים מעריכים את גיל המערכת ב-230 מיליון שנה לערך. בתחילת חייהם היו השניים כוכבים כחולים לבנים ששבבו זה את זה במסלול אליפטי. בתחילה, דווקא סִירְיוֹס B היה הגדול מהשניים והתפתחותו המהירה הביאה אותו למצבו הנוכחי.

סיריוס A

סיריוס A בהיר פי 20-25 מהשמש, הרדיוס שלו רק 1.711 רדיוסי שמש והמאסה שלו היא פי שתיים ממנה. הטמפרטורה על פניו היא 9,940 מעלות קלווין ומהירות הסיבוב שלו 16 ק"מ/שנייה.

בשל עוצמת זוהרו התייחסו תרבויות שונות אל סִירְיוֹס A עוד בימי קדם. המצרים הקדמונים זיהו את הכוכב עם האלה

בִּיתָאֲלִיּוֹ הוא הכוכב העשירי בזוהרו בשמים וזוהר פי 135,000 מהשמש שלנו. למרות שהוא מסומן ככוכב מספר אחד בקבוצת אוריון (אלפא אוריוניס), הוא הכוכב השני בזוהרו בקבוצה זו בפועל. כיום, הכוכב הבהיר ביותר בקבוצת אוריון הוא "ריגל", למרות שהוא מסומן ככוכב השני בבהירותו. אגב, ריגל הוא הכוכב השביעי בזוהרו בשמים.

בִּיתָאֲלִיּוֹ הוא על-ענק אדום, אחד הכוכבים הגדולים ביותר הידועים לנו. למרות היותו רק בן 8.5 מיליון שנים הוא כבר נמצא בסוף חייו. התפתחותו מהירה מאוד עקב גודלו העצום. המאסה של בִּיתָאֲלִיּוֹ היא שווה לזו של 20 כוכבים כמו השמש שלנו, והרדיוס שלו גדול פי 950 מזה של השמש. הוא גדול יותר מקוטר מסלול צדק סביב השמש. כאשר יגיע יומו, ואולי זה כבר קרה (כאמור נדע על כך רק בעוד כ-640 שנה), הוא יסיים את חייו בהתפוצצות סופרנובה מרהיבה. הסופרנובה תשאיר אחריה, ככל הנראה, כוכב נייטרונים בגודל של עיר קטנה. ביום בו יגיע אלינו האור מאותה סופרנובה, בִּיתָאֲלִיּוֹ יראה בהיר כמו חצי ירח. אור זה יוכל להטיל צל לים בלילה ולהיראות ביום.

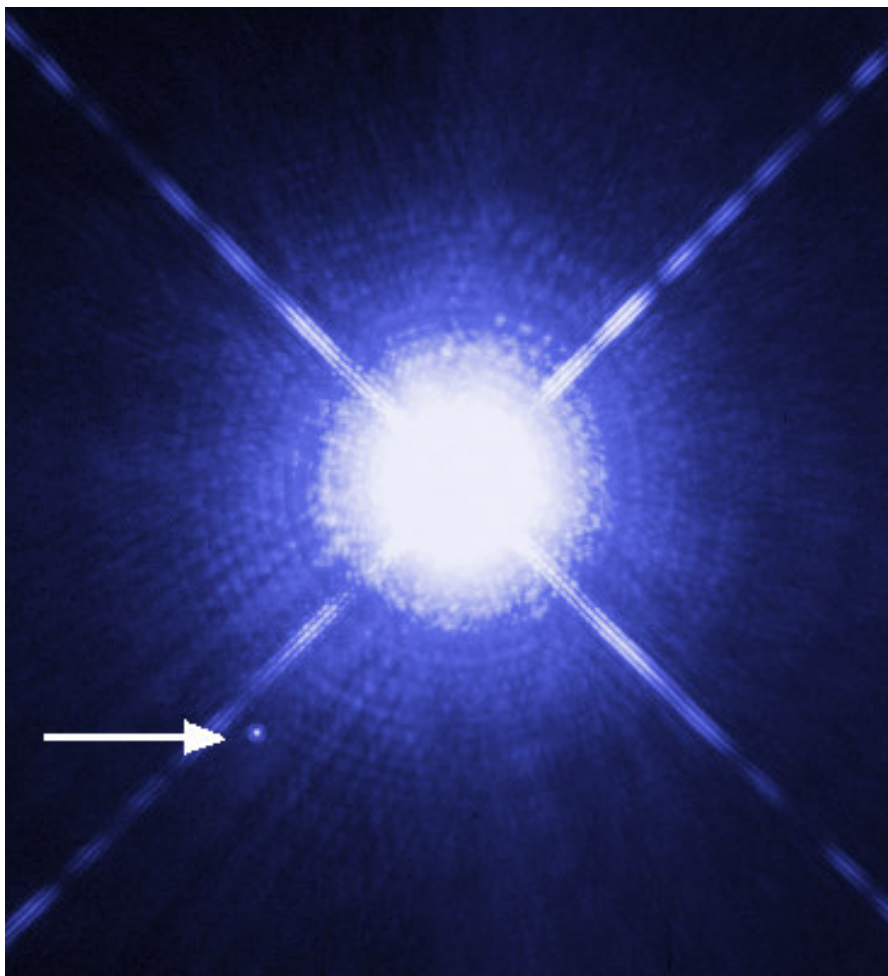
בִּיתָאֲלִיּוֹ מסמל את כתפו של אוריון הצייד. בגלל צבעו האדום המזכיר דם כינו את בִּיתָאֲלִיּוֹ "הלוחם". פירוש שמו של "בלאטריקס", הכוכב המסמל את הכתף השנייה הוא "לוחמת". שם זה ידוע לכל חובבי הארי פוטר. כי זהו שמה של אחת המכשפות החזקות והרעות ביותר שבספר. מכאן, שבכתפי הצייד יש לוחם ולוחמת.

בתצפיות שנערכו על בִּיתָאֲלִיּוֹ בעזרת טלסקופ מכדור הארץ ובעזרת טלסקופ החלל האבל, התגלו לראשונה כתמים בכוכב, הדומים לכתמי השמש שלנו. לכתמים כאלו קוראים "כתמי כוכב". מאחר שיש לנו רק שמש אחת, הרי ש"כתמי כוכב" נפוצים יותר מ"כתמי שמש".

הטמפרטורה על פני הכוכב היא כ-3,600 מעלות קלווין ו"האטמוספירה" שלו מתנפחת פי 7 מקוטרו. מהירות הסיבוב בִּיתָאֲלִיּוֹ היא 14.6 ק"מ/שנייה. תוך כדי סיבוב משליך הכוכב סביבו חומר כתוצאה מרוחות חזקות ולכן הוא מוקף בקליפת אבק ענקית פרטית משלו. הדבר מפריע לנו לראות את פני הכוכב בפועל ולקבוע בדיוקנות את גודלו.

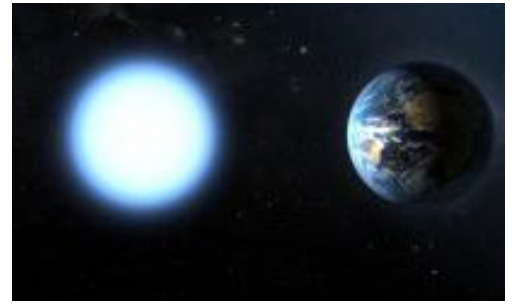
סיריוס

כאשר מסתכלים בכוכב סִירְיוֹס דרך הטלסקופ - רואים כוכב כחלחל, אשר בגלל הפרעות אטמוספיריות הוא זוהר כיהלום



הכוכבים סיריוס A (הבהיר) וסיריוס B (מסומן בחץ). מקור: commons.wikimedia.org.

איזיס, אלת
הפריון והט
בע. חשיבות
נוספת של
סיריוס נבעה
מעיתוי הופ
עתו השנתית,
ש ת ח י ל ת ה
סימנה את
תחילת עונת
ההצפה של
אגן הנילוס.



תצפיות הראו שלמרות שמסתו של סיריוס B דומה לזו של השמש, קוטרו קרוב לזה של כדור הארץ. מקור: www.sciencedaily.com

בעונה זו היו נזרעים השדות, ולכן היתה קריטית לחקלאות המצרית.

סיריוס B

את הכוכב השני במערכת, סיריוס B, ניתן לראות באמצעות טלסקופ בלבד. המרחק בין שני הכוכבים הוא כ- 20 יחידות אסטרונומיות, בערך כמרחק בין השמש לאורנוס. סיריוס A הוא הבוהק מבין השניים וסיריוס B, המכונה גם "הכלבלב", עמוס פי 10,000 מסיריוס A. סיריוס B הוא הננס הלבן הראשון שהתגלה ורק כעבור כמאה שנה הוכר כשארית של כוכב. זהו ננס לבן הקטן מכדור הארץ. קוטרו 11,700 ק"מ (כ-92 אחוז מקוטרו כדור הארץ), אך מסתו כמעט זהה לזו של השמש. סיריוס B הוא בין הננסים הלבנים המסיביים ביותר ולכן יש ביכולתו להשפיע על סיריוס A. כפית חומר אחת של סיריוס B היא כה דחוסה עד שהיא תשקול 5 טון על פני כדור הארץ. פני סיריוס B קשים פי 300 מאלו של יהלום, והצפיפות בחל"קו הפנימי גדולה פי 3,000 מזו של יהלום. וסיריוס B חג סביב צירו 23 פעמים בדקה ויוצר תוך כדי כך שדה מגנטי עצום סביבו.

סיריוס ושבת הדוגון

מסורת עתיקת ימים של שבת דוגון המתגורר במאלי שבמערב אפריקה, מספרת על בן הלוויה של סיריוס ועל המסלול בן 50 השנים בו מקיפים השניים זה את זה. כל הידע הזה מצוי אצלם שנים רבות לפני שהכוכב נחקר על ידי האסטרונומים המערביים ומבלי שהיה להם טלסקופ בכלל.

החל מהמאה ה-13 עורכים הדוגון טכסים כדי לחגוג את מחזור סיריוס A ו-B. שבת הדוגון התייחסו אפילו לכוכב שלישי המלווה את סיריוס A וסיריוס B. המידע על סיריוס B נמצא במרכז לימודי הדת שלהם. הם מכנים אותו בשם פו טולו (PO TOLO). טולו פירושו כוכב ופו פירושו זרע קטן ביותר. הם יודעים שהוא סובב על צירו והדחיסות שלו רבה. הם גם יודעים ששני הכוכבים סובבים זה את זה במסלול אליפטי המזכיר DNA. במסלול זה סיריוס A משמש כנקודת ציר אחת, כפי שהדבר במציאות, ואורך המחזור הוא 50 שנה. הכל נכון! לטענתם, יש כוכב שלישי במערכת זו המלווה את סיריוס A וסיריוס B. בן הלוויה זה נקרא בפי הדוגון אמה יא (EMME YA) ויש לו לוויין אחד. עד היום לא נמצא הכוכב הזה, אך אין זה אומר שהוא לא קיים.

הידע של הדוגון נראה עתיק יומין ולכן, עולה השאלה מהיכן הגיע.

כיצד מסבירים אנשי הדוגון את הימצאות הידע בידיהם? לטענתם, נחתה ספינת חלל בעלת שלוש רגלים משולשות ("תיבה") לפני כ-5,000 שנים. בספינה היו יצורים אמפיביים מכוערים למראה ובעלי חזות אנושית. היצורים הללו באו ממערכת סיריוס שם הם חיים על כוכב לכת המקיף את הכוכב השלישי במערכת. מרבית המדענים מפקפקים בעובדה זו וטוענים שמערכת סיריוס אינה יכולה לתמוך בקיום חיים.

הדוגון מספרים, כי כאשר נחתו האורחים, הם הכניסו מאגר מים לתוך האדמה וצללו פנימה. למרות היותם יצורי מים יכלו להלך, לדבר ולחיות על פני היבשה. היצורים הללו סיפקו לדוגון מידע רב ובראש וראשונה סיפרו להם על סיריוס B. הדוגון מאמינים שאותם יצורים, הנקראים נומוסים ישובו יום אחד לארץ.

בנוסף לידע על סיריוס B, הציג שבת הדוגון ידע גם על טבעות שבתאי וארבעת הירחים הגדולים של צדק.

לשבת ארבעה לוחות שנה: אחד עבור השמש, אחד לירח, אחד לסיריוס ואחד לנוגה. כמו כן, אנשי שבת הדוגון יודעים שכו"כבי הלכת סובבים את השמש. הדוגון טוענים, שהנומוס הם אלו שמסרו לבני השבת את המידע על מערכת השמש שלנו. כל אלו הן עובדות שהתגלו במערב רק אחרי שגלילאו גליליי חקר את השמים בעזרת הטלסקופ.

קארל סאגאן טוען שידע זה בא, כנראה, אל השבת על ידי אנשי שים מן המערב, שדנו בענייני אסטרונומיה עם הכוהנים של השבת. יתכן והיו אלו חברי משלחת צרפתית שבאו לאיזור בשנת 1893, כדי לצפות בליקוי חמה. הכוהנים הכלילו את המידע החדש לתוך המסורת העתיקה וזה הוליד שולל את האנתרופולוגים.

למרות שנשמעת נימה של אמת בחלקים רבים באגדת הדוגון, הרי שיש חלקים אחרים שהם בפירוש אינם נכונים. אחת מאמונות הדוגון היא שסיריוס B היה תחילה במקום שבו נמצאת השמש שלנו עכשיו. מחקרים שוללת זאת לחלוטין. חוץ מזה אם לפי אמונת הדוגון מקיף סיריוס B את סיריוס A כל 50 שנה, מדוע הם חוגגים כל 60 שנה?

מעניין שגם במיתולוגיות של הבבלים, האכדים והשומרנים מופיעות דמויות ימיות. אפילו האלה המצרית איזיס מתוארת לפעמים כבתולת ים וקשורה לכוכב סיריוס.

את סיפור הדוגון מביא רוברט טמפל (Robert Temple) בספרו "המיתוס של סיריוס", שיצא לאור בשנת 1976.

תצפיות בסיריוס

בשנת 1718 הבחין אדמונד האלי (Edmond Halley)

הערות מערכת: לאגדת הדוגון עדיין לא נמצא ביסוס מדעי.

עשו מנוי ל-

Sky&Telescope

ב-20% הנחה

לחברי אגודה בלבד

לפרטים:

אריה מורג

050-7851007

או

ariem@astronomy.org.il

דרושים מתנדבים

כדי שנוכל להוציא אתכם

לתצפיות במקומות חשוכים...

כדי שנוכל לכתוב לכם מה

קורה באסטרונומיה בישראל...

כדי שנוכל להרצות לכם על

נושאים שמעניינים אתכם...

עזרו לנו לעזור לכם

התקשרו לקו החם:

03-7314345

או שילחו מייל ל:

astronomy@astronomy.org.il

דמי חבר לשנת 2009 הם

150 ש"ח בלבד

ניתן להירשם באתר האגודה

או

בטלפון: 03-7314345

(המשך מעמ' 10)

נתגלו כוכבים ה"ננעצים" לתוך חור שחור

רובנו, למדנו כי חורים שחורים הם בעלי מסה וכבידה כה רבי-עוצמה, עד כי כל אשר סביבם נשאבים לתוכם. עובדה זאת נכונה מאד בקרבת חור שחור מסיבי במיוחד, השוקל כ-3.5 מיליון מסות שמש ו"אורב" במרכז הגלקסיה שלנו.

אך, במהלך העשור האחרון, אסטרונומים למדו כי נחילי כוכבים סובבים סביב לוע זה במסלולים צמודים במיון חד. רבים מן הכוכבים הם מסיביים לחלוטין ולכן צעיריים. גילם לא עולה על מספר מיליוני שנים. קוסמולוגים היו חפויי ראש, וחסרי אמונה בתצפיות אלו. אחת מן השתיים, או שכוכבים "שמנים" אלו נוצרו אי-שם, באזור אחר ובאופן כלשהוא "היגרו" פנימה, או שהם התרכזו מן העננים הגדולים של גז מולקולרי אשר נסחפו דרך אזור הליבה. אף על פי כן, האם כוח הכבידה של החור השחור לא אמור היה לקרוע את העננים לרסיסים ו"לגרור" אותם לאבדון?

לא כך המקרה, בהתבסס על תוצאות סימולציות מחשב חדשה אשר הופיעה בהוצאה של ה-22 באוגוסט של Science. יאן בונל מאוניברסיטת סנט אנדריו וקן רייס מאוניברסיטת אדינבורו, עקבו אחר התפתחות ענני גז מסיביים כאשר הם "נופלים" לתוך ליבת שביל החלב. התברר, כי חלק מהגז אינו נבלע על-ידי החור השחור המסיבי ובמקום זאת, הוא יוצר דיסקה אליפטית סביבו. אז, נוצרים כוכבים בתוך הדיסקה.

באופן מדהים, שמשות רבות מסיימות חייהן במסלול, כאשר הן ברדיוס של עשירית שנת-אור מהחור השחור. כפי הנראה, בכל-עת שענן גז צולל דרך ליבת הגלקסיה נוצרים כוכבים חדשים.

ביצירת המודל סייע מחשב-העל של האוניברסיטה הסקוטית לפיסיקה. כפי שרייס הציג, המפתח היה טמון ביצירת מודל של חימום וקירור הגז. "זה הבהיר לנו כמה מסת גז דרושה ליצירת כבידה מספקת כדי להתגבר על הלחץ העצמי הפנימי של הגז", הוא ציין, "וכך נוצר כוכב".

(אריה מורג)

(המשך מעמ' 16)

גאות, שפל וליקוים

תופעות נוספות הניתנות לצפייה והקשורות בשמש הינן תופעות הגאות והשפל של הים (לא נצפית מישראל) וליקוים. התופעות האלו קשורות גם ובעיקר לירח ולכן נדון בהן בכתבה הבאה בסדרה שתעסוק בירח.

מידע נוסף

הרצאת וידאו של ד"ר עדו יעבץ באתר המועדון האסטרונומי של אוניברסיטת תל אביב: "על בבלים, יווניים, ומקורות המחשבה המדעית". ההרצאה מלווה בהמחשות המסבירות היטב את תנועת השמש בשמים. ההרצאה מומלצת ביותר ותתרום להבנה טובה יותר של המאמר.

מפת שמיים - רבעון 1/2009

כך ייראו השמים ב:

15 בינואר, 24:00.

15 פברואר, 22:00.

15 במרס, 20:00.

(לא כולל כוכבי לכת וירח)

הוראות:

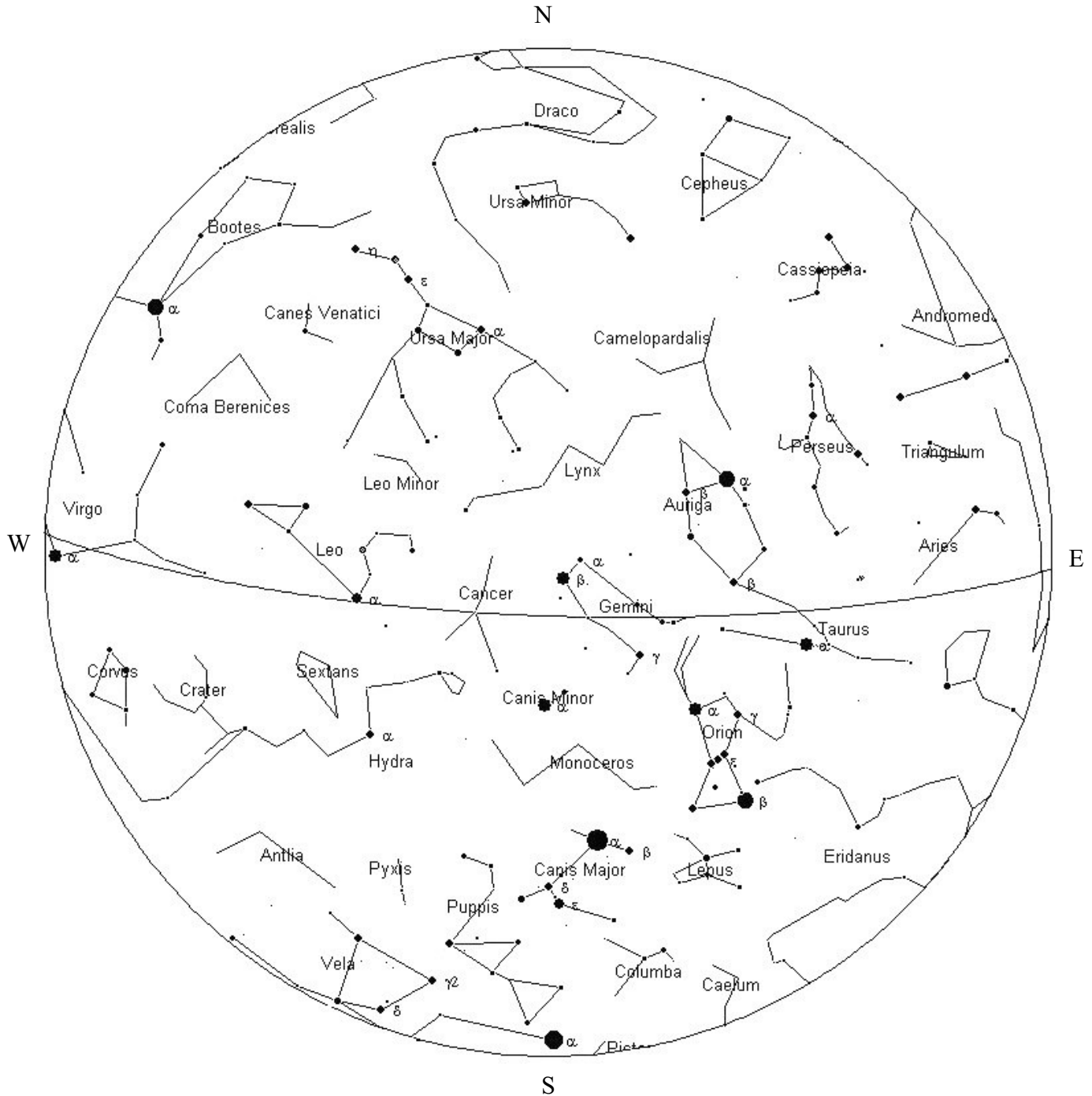
1.מצאו מקום חשוך.

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.



הופק באמצעות התוכנה Cartes

Du Ciel. הורדה חינם:

www.stargazing.net/astropc/download.html

מקרא:

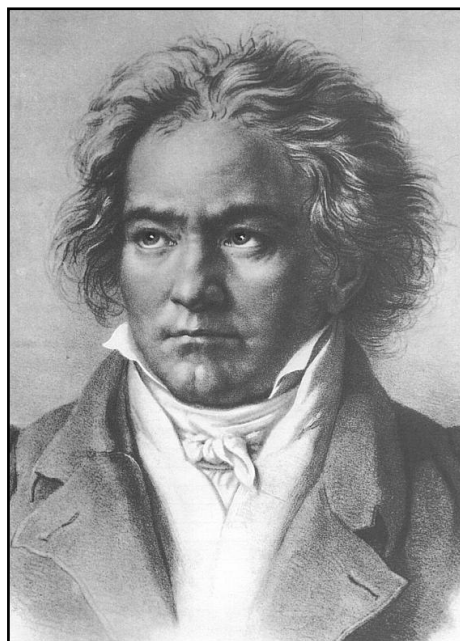
N – נקודת כיוון

Andromeda – קבוצת כוכבים

α – כוכב

חוויות אסטרונומיות בסימפוניות של בטהובן / אתי דניאלי

"ההרמוניה היפה ביותר נוצרת כאשר הניגודים נפגשים." (דמוקריטוס 370-460 לפנה"ס).



לודוויג ואן בטהובן.

7.4.1805. בבִּי

צוע בשנת 1806 בטהובן נתן את הכותרת הסימפוניה ההרואית ("הגבורה" באל־טלקית). במקורה הוקדשה הסימפוניה לנפוליון. אולם, בהמשך הכתרתו לקיסר צרפת עוררה את כעסו של בטהובן והוא שינה את ההקדשה וכתב במקומה "סימפוניה הרואית לזכרו של אדם גדול". בכך הוֹרִיד בטהובן את

לודוויג ואן בטהובן (1770-1827) הוא "המפץ הגדול" של הצורות המוסיקליות בכלל והסימפוניות בפרט. דבר זה בא לידי ביטוי במספר ניגודים מוסיקליים העוברים כחוט השני לאורך יצירותיו:

1. מזיור (שמח) מינור (עצוב).
2. טמפו איטי לעומת טמפו מהיר.
3. עוצמה חזקה ושקטה.
4. יצירת מתח והרפיה במוסיקה.

כל אלה יוצרים הרמוניה, שלפי דעתי, היא חוויה אסטרונומית המשקפת בצורה מושלמת גם את מערכת השמש. ללא ספק, החיבור האסוציאטיבי בין הסימפוניות מאת בטהובן לבין היקום האינסופי והמתפשט אשר החל "במפץ הגדול" הוא ההרמוניה היפה ביותר.

אם נתבונן ביקום באמצעות פרטיטורה גדולה (ספר תווים של יצירות מוסיקליות ובו תווים לכל כלי הנגינה יחד), נוכל להבחין בתו, המציין צליל מסוים ומתהדהד לאורכה ולרוחבה של היצירה כחוט השני. תו זה הוא הזיכרון המוסיקלי של התהוות היקום.

בטהובן "שמע" תהודה זו ותרגם אותה בעזרת כישרונו ל-9 סימפוניות, הממחישות בעיני את הניגודים שהזכרתי. דוגמא לניגודים אלו הם התהוות היקום והיווצרות מערכת השמש מאין ליש.

הסימפוניות

הסימפוניה הראשונה של בטהובן היתה חסרת שם (רק לסימפוניות השלישית והחמישית ניתנו שמות). סימפוניה זו בוֹצעה לראשונה ב-1800.2.4, וזכתה להדים חמים על מקוריותה. מקוריות זו באה לידי ביטוי בהרחבת הקודה (הפרק המסיים). הקצב האיטי והניגודים המוסיקליים מזכירים לי את השמש: על פני השטח אוררה פסטוראלית לכאורה, אולם מתחת מתהווים תהליכים אלימים הגורמים להתפרצויות על פני השמש. הטמפו המהיר בפרק האחרון של הסימפוניה מזכיר לי את מרקורי "שליח האלים", שהיה נע במהירות עם סנדליו המכונפים.

הסימפוניה השנייה של בטהובן, שגם היא חסרת שם, נכתבה בשנת 1803. באותה תקופה התגברה חירשותו של בטהובן (שהחלה בשנת 1799). למרות הסבל הכרוך בירידה בשמיעתו, בחר בטהובן למצוא את הטוב בכל דבר. בחירה זו באה לידי ביטוי בסימפוניה זו. בפתיחת היצירה, המקצבים, שהם אורך הצליל הנשמע, והטמפו, מהירות הקצב המוזיקלי, המהירים ממחישים עבורי את סיבובו המהיר של מרקורי סביב השמש. מצאתי "אזכור" להתנגשויות גופים על פני כוכב הלכת בקיום הניגודים וההדגשות במוסיקה שביצירה.

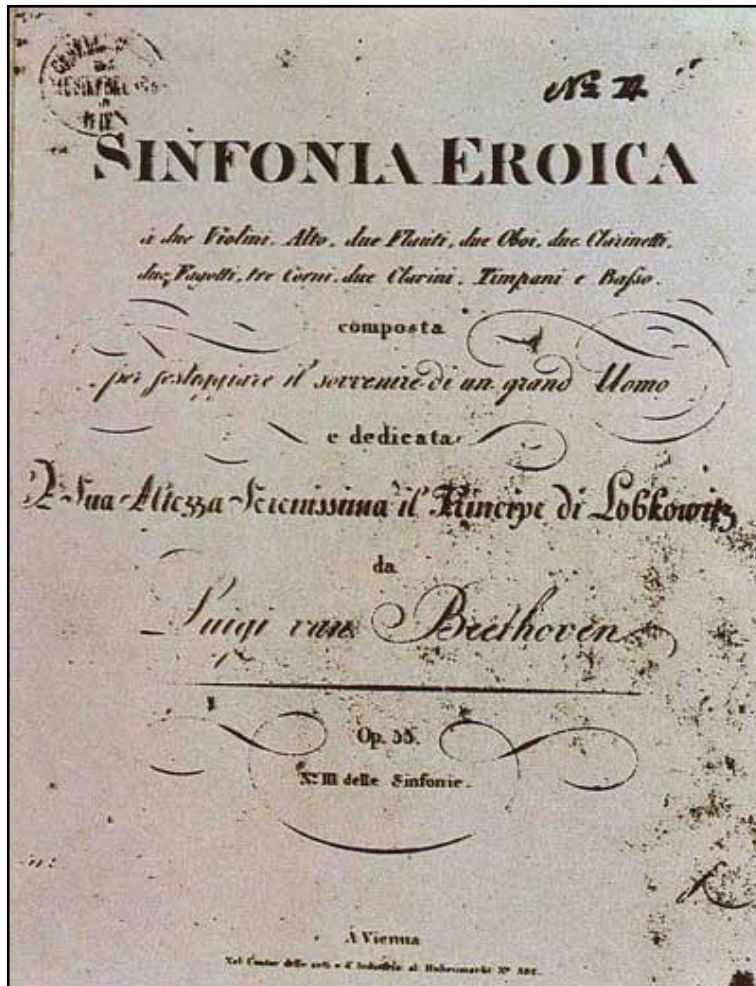
הסימפוניה השלישית "אראיקה" בוצעה לראשונה בווינה ב-

שמו של נפוליון מהקדשת הסימפוניה. אולם בעיני בטהובן נפוליון היה אדם אומלל. במארש האבל שכתב בטהובן בשנת 1801, הוא ניבא את סופו המר של נפוליון. בסימפוניה זו, המוסיקה משקפת את רוח התקופה, ובפרק האחרון תיאר בטהובן את הסיפור של פרומתאוס, אשר הביא את האש לא־נושות, והיה אל המלאכה ומבשר התרבות. בפתיחת הפרק האחרון, שני האקורדים הדומיננטיים (צרוף של שניים של־שה צלילים ביחד) נשמעים כתרועות מלחמה ומעוררים בי את האסוציאציה של כוכב הלכת מאדים כסמל מלחמה בשל צבעו האדום המזכיר דם ולהבות אש (מאדים נודע כמרס – אל המלחמה במיתולוגיה הרומית). כמו כן, הגברה (קֶרֶשׁ נדו) והחלשה (דימינואנדו) של המוסיקה ממחישים בעיני את סופות האבק שעל פני כוכב הלכת.

הסימפוניה הרביעית וחסרת השם נכתבה בשנת 1806. בשנה זו בטהובן התארס לתיריזה פון ברינסויק שבילדותה למדה אצלו לנגן. הסימפוניה הוקדשה לאחיה הרוזן פרנץ. בעת האזנה לסימפוניה זו אני מדמינת את נוגה, המכוסה בעֶשֶׂנוֹת סמיכה. המלודיה (המנגינה) הנעימה רבת הניגודים (שקט - forte) חזק - חזק (piano) וההדגשות, משקפים בעיני את יופייה של הפלנטה מחד, ואת התנאים הבלתי נסבלים השוררים על פניה מאידך.

הסימפוניה החמישית הוקדשה לגנרל הולין שכבש את הבסטיליה תחת פיקוד נפוליון. נקראת סימפוניה "הגורל", בגלל שמוטיב הפתיחה המפורסם "קצר קצר קצר ארוך" המופיע בפתיחה זוהה עם "הגורל הנוקש בדלת".

כתיבתה של הסימפוניה החמישית של בטהובן התרחשה במ־



הכריכה הקדמית של "הארואיקה".

קביל לסיום כתיבת הסימפוניה השישית שלו. בביצוע הבכורה של החמישית שנערך ב-22.12.1808 הסימפון ניה השישית הופיע כמספר 5 והסימפוניה החמישית הופיע כמספר 6 עקב בלבול. יש לציין שמשך מלחמת העולם השנייה הבריטים פתחו את מהדורת החדשות באותו מוטיב (נושא) המצוין למעלה, ובמורס רצף זה מסמל את האות V (שבעצמה מסמלת ניצחון). הסימפוניה פותחת במוטיב של 4 אקורדים דומיננטיים, החוזרים בהמשך במוסיקה דרמטית הכוללת גם מקצבים והפסקות. מוסיקה זו, יש בה שונות רבה משאר הסימפוניות עד כה. בשונות זו אני רואה את המפץ הגדול, שהיווה נקודת מפנה בתולדות היקום שלנו, וגם את אורנוס, שסיבובו על צירו בזווית של 98 מעלות למישור המילקה, שונה מזה של שאר כוכבי הלכת.

הסימפוניה השישית הידועה בשם "הסימפוניה הפס"טוראלית" היא סימפוניה תוכניתית. בסימפוניה מסוג זה הקומפוזיטור מתאר בצורה מוסיקאלית מקום, נוף, מזג אוויר או אפילו רעיון מסוים. המלודיה הזורמת של סימפוניה זו יוצרת אווירה פסטורלית על ידי צלילים הנשמעים לי כתיאור הנופים המגוונים ותנאי מזג האוויר השוררים על פני כדור הארץ. זאת למרות שבטהובן הדגיש בקשר לזה שאין מדובר בתיאור מזג אוויר וטבע.

הסימפוניה השביעית נכתבה במשך מספר חודשים בשנת 1812. ניתן לומר שזו סימפוניה הומוריסטית ובסיומה חגיגה דיסאוניסטית (על דיוניסוס, אל היין). החגיגה הדיסאוניסטית היתה נושא שבטהובן חשב עליו (זאת לפי רישומיו). בסימפוניה זו אני שומעת את שבתאי וטבעותיו. הפרק השני בסימפוניה ממחיש לי את התנועה האליטית של שבתאי סביב השמש על ידי שימוש בטמפו איטי, וכמו כן את סיבובו המהיר סביב עצמו באמצעות טמפו מהיר שכלול גם הוא בפרק.

הסימפוניה השמינית נכתבה תוך 5 חודשים בלבד בשנת 1812 – מעט זמן ליצירה כה מורכבת. הסימפוניה בוצעה לראשונה ב-27.2.1814, ולא מצאה חן בעיני הקהל. כאן, כמו בסימפון ניה השביעית, בטהובן השתמש בפרק ראשון מהיר והסימפון נפתח בקצב מהיר וקליל, המזכירה לי את סיבובו המהיר של צדק סביב צירו. בפרק השני והאיטי, המוסיקה "הכבדה" מתארת את גודלה העצום של הפלנטה, והמלודיה העוצמתית מאפשרת לנו "לחוות" את סופות ההוריקן המתחוללות על פניו.



כוכב הלכת שבתאי. צילום: Hubble.

הסימפוניה התשיעית היא הראשונה מבין הסימפוניות של בטהובן בה משתתפת מקהלה – המבצעת את "האודה לש" מחה" - Ode To Joy – מאת הסופר הגרמני פרידריך שילר (1759-1805). כתיבת הסימפוניה עצמה נמשכה למעלה מ-10 שנים. הביצוע הראשון של הסימפוניה נערך ב-7.5.1824 בווינה בניצוחו של בטהובן שבנקודה זו כבר היה חרש לחלוטין ולא שמע את מחיאות הכף הסוערות של הקהל. רק לאחר שאחת הזמורות הפנתה אותו אל הקהל, ראה בטהובן את האנשים שעמדו והריעו לו. הסימפוניה התשיעית כוללת 4 פרקים והיא אודה לשמחה מבוצעת בפרק האחרון. תחילה חשב בטהובן לתת לסימפוניה סיום תזמורתי, אולם לבסוף החליט להוסיף מקהלה בפרק האחרון, אלמנט המוסיף עוצמה רגשית רבה. בחג המולד של 1989 נוגנה "אודה לשמחה" בברלין, בניצוחו של לאונרד ברנשטיין לציון נפילת החומה. בסימפוניה זו נפ"טון נשמע לי במלודיה הבאה ממרחקים, המתארת את מיקומו הרחוק ומסלולו האיטי סביב השמש. היתכן שצלילי הסימפוניה המרגשת הזאת היו "מחממים" את הפלנטה הקרה?

בטהובן היה עילוי בעולם המוסיקה. הוא השכיל, באמצעות ניגודים, ליצור הרמוניה מוסיקלית שבאה לידי ביטוי ב-9 סימפוניות. סימפוניות אלה מהוות מערכת של יצירות מופת השזורות הקשורות האחת בשניה בדומה ליקום בכלל ולמערכת השמש בפרט.

הגלריה

תמונות של חובבי אסטרונומיה בישראל

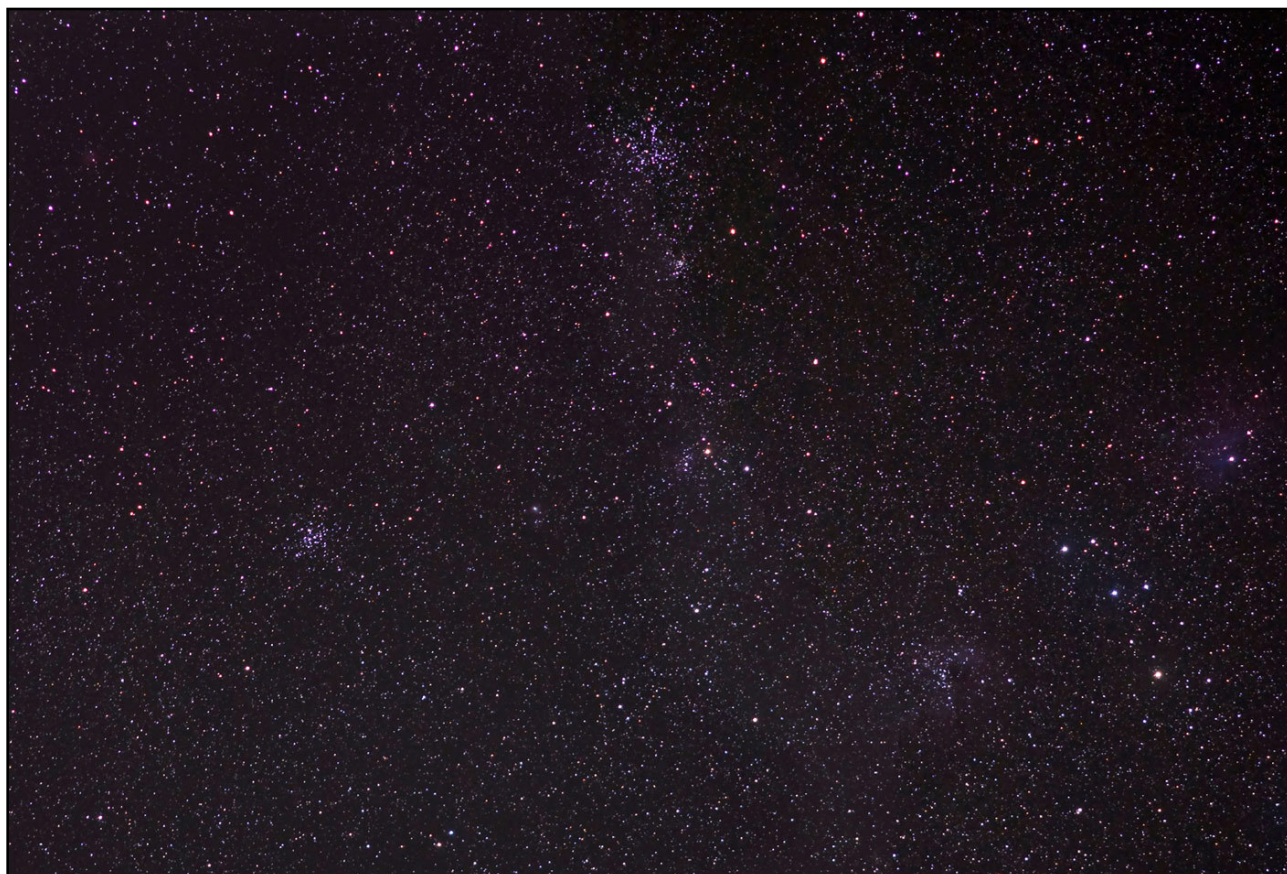


קבוצת קשת, נוח פולברג, מדבר יהודה. צולם בעזרת מצלמת Rolleiflex.



NGC253, ארנון שטלריד, פונדק הק"מ ה-101. מצלמת קאנון 40D, טלסקופ Megrez 90 mm של William Optics, סך חשיפות: 88 דקות על ISO1600. אתר: www.arnons.co.il.

שמאל: מעבר תחנת החלל בשמי המדבר, ויני ואן דר אורד, פונדק ה-101. מצלמת קאנון 400D, ב-f/4, חשיפה אחת של 2.5 דקות ב-ISO800. **למטה:** M33, הראל בורן, מערות חזן. מצלמת קאנון 450D, טלסקופ Meade LX75-sn10, חשיפות: 55 של 67 שניות כ"א ב-f/2.8, ISO1600.



פנינים בעגלון (M36, M38, NGC1893), יוסי חורין, נחל נקרות. מצלמת קאנון 40D, עדשת קאנון 200 מ"מ, f/2.8, סך חשיפות: 4 דקות, ISO1600, צילום פנורמה.



מוזאיקת צילומי ירח. מצפה הכוכבים של מרכז אילן רמון בב"ש. מצלמת DSI-3 של Meade, טלסקופ LX200-R.

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 5 מגה-בייט).



עליון: NGC281, ד"ר אנדריאס היידנריך, מצפה ארכנהולד, גרמניה. מצלמת DSI-3 Pro של Meade, טלסקופ LX-50 של f/10 של Meade בקוטר 10", פילטר H-Alpha. חשיפות: 211 של 15 שניות כל אחת. תחתון: M81-M82, הראל בורן, הק"מ ה-101. מצלמת Canon 450D, טלסקופ LX-75 של Meade בקוטר 10", f/10. חשיפות: 25 באורך כולל של 61.5 דקות. בעמוד הבא: אזור ערפילית ראש הסוס, עדי כהן. מצלמת קאנון 20D, טלסקופ Orion ED80 f/7.5. זמן חשיפות מצטבר: שעה ו-43 דקות. אסטרוטמיה, גיליון חורף, 2008

