

אסטרונומיה

ביטאון האגודה הישראלית לאסטרונומיה



חדשות חלל

כנס החלל הבינלאומי

תצפיות ירח

מדידת מרחקים ביקום

מיתולוגיה

הגלריה



פלנטריום חדש

במצפה הכוכבים בגבעתיים

לאחרונה נרכש פלנטריום חדש למצפה הכוכבים בגבעתיים. הפלנטריום הוא מכשיר המדמה במדויק את כיפת השמיים וקבוצות הכוכבים על ידי הקרנה של תמונות השמיים על גבי כיפה. הפלנטריום נרכש ע"י האגודה הישראלית לאסטרונומיה ומצפה הכוכבים בגבעתיים. הביקור בפלנטריום מתאפשר מידי יום חמישי ושלישי בשעה 19:30 ונכלל בפעילות הרגילה של המצפה בימי חמישי ושלישי - הכניסה לפעילות במצפה הכוכבים היא חינם לחברי אגודה ★

התצפית שלא הייתה

בחודש ינואר הכרזנו על קיום תצפית בחניון האגם בלילה הירח החדש. ההיענות היתה המונית ורבים רצו להגיע - זו הייתה אמורה להיות מסיבה של ממש... ביום המיוחל, מזג האוויר אכזב והתצפית נדחתה. כך קרה בשלוש הפעמים הנוספות בהם ניסינו לקיים את התצפית. חודשיים שלמים העננים לא אפשרו קיום תצפיות דווקא בסופי שבוע. לפיצוי, החלטנו לעשות תצפית מיוחדת בחודש מרס-מרתון מסייה ★

מרתון מסייה – 27.03.09

ב-27/03/09 קיימו מרתון מסייה. מדובר בתצפית לילה שלם בו ניסינו להתחקות אחר 110 האובייקטים שקטלג מסייה ולראות כמה שיותר. בעוד ש-110 הוא מספר שאפתני מאוד לתצפית לילית אחת, בכל זאת הצלחנו לראות ולהסביר על כמה שיותר מהאובייקטים בקטלוג. התצפית התקיימה בקילומטר ה-101 שבערבה והסעות מאורגנות יצאו ממרכז הארץ ומבאר שבע. פרטים על התצפיות הבאות באתר האגודה ★

100 שעות אסטרונומיה

בתאריכים 02-04/05/09 התקיים בכל העולם אירוע "100 שעות אסטרונומיה" אשר כלל פעילות אסטרונומיה רציפות בכל העולם הפתוחות ומיועדות לקהל הרחב כחלק מפעילויות שנת האסטרונומיה הבינלאומית. בישראל פעלו מספר מוקדים לפעילויות אסטרונומיות, ביניהם מצפה הכוכבים בגבעתיים בלילות חמישי ושישי לתצפיות והרצאות ללא הפסקה ★

ליקוי החמה

ביום חמישי, ה-05/03/09 שמענו הרצאה מפי חבר האגודה, מר רון פלד, אודות המסלול המיועד לטיול לליקוי החמה בסין אשר יתקיים ביולי. רון סיפר על האתרים השונים בליווי תמונות מהממות וסיפורים מביקוריו בסין. ההרשמה לטיול שבו נצפה בליקוי החמה הארוך במאה עדיין פתוחה, אך לא לעוד זמן רב. פרטים נוספים לגבי מסלול הטיול ועל ליקוי החמה ניתן למצוא באתר האגודה ★

הכנס השנתי ה-56 של האגודה

ביום שישי ה-02.01.09 התקיים הכנס השנתי של האגודה זו השנה ה-56. הכנס אשר התקיים באשכול הפיס, אהל שם, רמת גן. הכניסה לכנס היתה חופשית חברי שנת 2009. הכנס היה השנה בסימן פתיחת שנת האסטרונומיה 2009 וכלל חמש הרצאות ואת המושב השנתי. בין המרצים: ד"ר שי צוקר על "חיפוש כדור הארץ החדש", פרופ' עקיבא בר-נון על "תרומת נסויי מעבדה למשימות חלל Deep Impact-i Cassini - Huygens", ד"ר דניאל ללוש דיבר על "מאיץ החלקיקים CERN והמפץ הגדול" ועל החלק הישראלי בניסוי, ד"ר רוני מועלם דיבר על "תפיסות שגויות באסטרונומיה" וד"ר יגאל פת-אל סיכם את הכנס בהרצאתו "400 שנה לטלסקופ". במושב השנתי של האגודה הוצגו פעילות האגודה בשנה האחרונה והמאזן של שנת 2009 ע"י הגזבר. כמו כן נבחר הועד החדש לשנת 2009 ★

ועד האגודה לשנת 2009

בכל שנה נבחר הועד החדש במושב השנתי לשנת 2009 :

- אהרון בוך
- אריה מורג
- ד"ר דיאנה לאופר
- ד"ר יגאל פת-אל
- מארק מירמלשטיין
- מיכל לוינשטיין
- נדב רוטנברג
- עודד אברהם
- רוברט ברון
- שי חלצי
- ועדת ביקורת:
- דוד דניאלי

איוש תפקידים באגודה לשנת 2009

בישיבות הועד הראשונות של השנה אוישו מגוון תפקידים על ידי חברי הועד השונים. הרשימה מובאת כאן על ידי לאפשר שקיפות ופתיחות בין בעלי התפקידים השונים ובין החברים. הינכם מוזמנים לפנות בכל נושא לבעל התפקיד הרלוונטי (ניתן לבצע את הפנייה דרך אתר האגודה).

להלן התפקידים שאוישו:

- | | |
|---------------|---------------------|
| יו"ר האגודה: | ד"ר יגאל פת-אל |
| סגן יו"ר: | עודד אברהם |
| מזכיר: | נדב רוטנברג |
| עורך: | עודד אברהם |
| גזברית: | ד"ר דיאנה לאופר |
| אחראי תצפיות: | נדב רוטנברג |
| אחראי אתר: | נדב רוטנברג |
| אחראי מנויים: | אהרון בוך |
| אחראי הרצאות: | רוני מועלם ושי חלצי |
| אחראי ידיעות: | שי חלצי |

חדשות | סוכנות החלל האירופאית ממשיכה את משימות מאדים, נוגה וכדור-הארץ

סוכנות החלל האירופאית האריכה פעילותן של שלוש משימות עד לסוף השנה: "מאדים אקספרס", "נוגה אקספרס" ו"צביר" (Cluster). זאת תוך ציון לשבח של מידע מדעית שהתקבל עד כה משלוש המשימות. כל משימה כבר הוארכה בעבר, לפחות פעם אחת. הקהילה המדעית העולמית וסוכנות החלל האירופאית, מודות כי הנתונים שנאספו משלוש המשימות הם מצויינים.

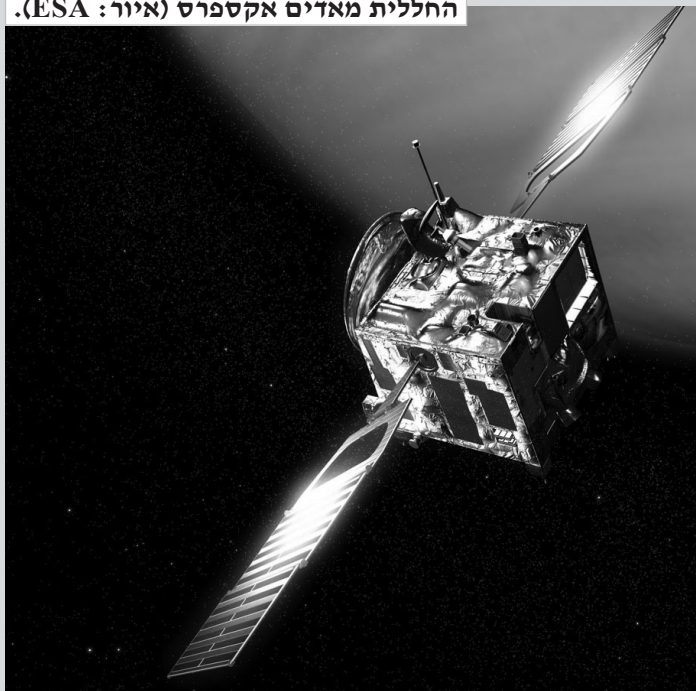
נוגה אקספרס Venus Express

החללית "נוגה אקספרס" הגיעה לנוגה באפריל 2006. מאז מיפתה החללית את האטמוספירה העבה והרעילה של הפלנטה, באופן גלובאלי ובתלת-מימד, לראשונה בהסטוריה. בעזרת המידע שנאסף הצליחו מדענים להכין מפות מטאורולוגיות של נוגה, ולקבוע מדידות של "שדות" רוח, טמפרטורה והרכב כימי של אטמוספירת כוכב הלכת.

"נוגה אקספרס" חוקרת בעיקר את התופעה יוצאת הדופן של אטמוספירת נוגה. החללית צפתה במערכת העננות הדינמית של הכוכב, הכוללת המערבולת "כפולת העיניים" המדהימה הדומיננטית בקוטב הדרומי. היא איתרה מולקולות של מים הנפלטות לחלל, עדויות להיווצרות ברקים באטמוספירת נוגה והצצה חטופה על פני השטח החמים.

ההארכה הנוכחית של משימת החללית תעניק לה שנתיים נוספות של פעילות. הארכה זו תשמש מדענים להבין כיצד פועלת מערכת האקלים של נוגה וחיפוש אחר אתרים וולקניים חשודים, על פני הפלנטה ★

החללית מאדים אקספרס (איור: ESA).



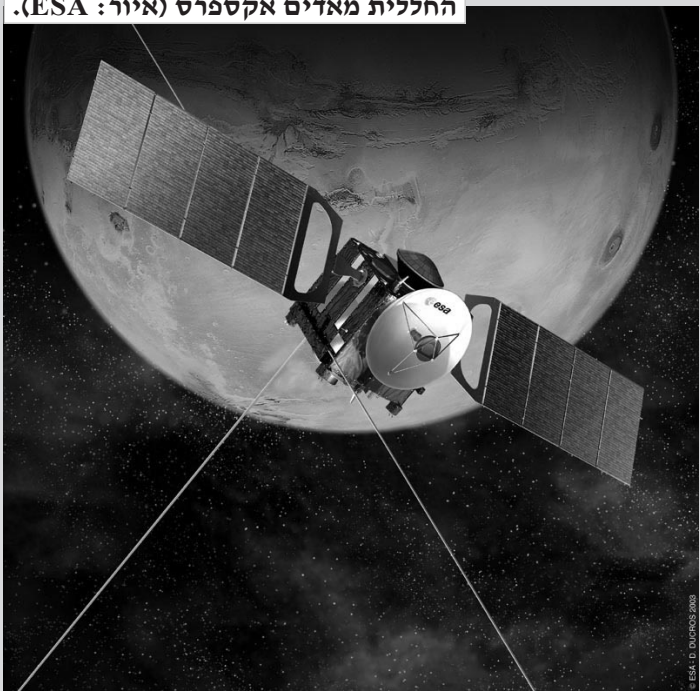
מאדים אקספרס Mars Express

חללית אירופאית זו היא הראשונה שנשלחה לפלנטה האדומה מן היבשת המאוחדת. "מאדים אקספרס" מקיפה את מאדים מאז 2003, ומאז מספקת מלאי של נתונים. בנוסף לתמונות צבעוניות, ברזולוציה גבוהה של פני השטח, החללית שידרה עדויות מינרליות על קיום מים נוזלים בעברו של מאדים, וחקרה ביסודיות את הצפיפות של קליפתו.

"מאדים אקספרס" הייתה החללית הראשונה, לאתר מתאן באטמוספירת כוכב הלכת, מגובה מסלול ההקפה וללא ירידה אל פני השטח. המכ"מ של החללית, אשר זו לו הפעם הראשונה להישלח למאדים, סלל את הדרך למדידות בתדר על-קולי אשר הצביעו על שכבות תת-קרקעיות של קרח-מים. המשימה אף סללה את הדרך לצפייה אל תוך האטמוספירה של מאדים, גילוי הזוהר בקו המשווה ופיתוח אומדן חדש לערך בו אטמוספירת המאדים "דולפת" לחלל.

המשימה הווארכה פעמיים, וסיומה נקבע למאי 2009. ההארכה השלישית תאפשר המשך חקר המאדים, שיכלול, בין היתר, מחקר השכבה אשר מתחת לפני השטח, חקר השכבות העליונות של האטמוספירה בתנאים סולריים משתנים, בחינה של המתאן באטמוספירה ומיפוי, ברזולוציה גבוהה, של פני השטח ★

החללית מאדים אקספרס (איור: ESA).

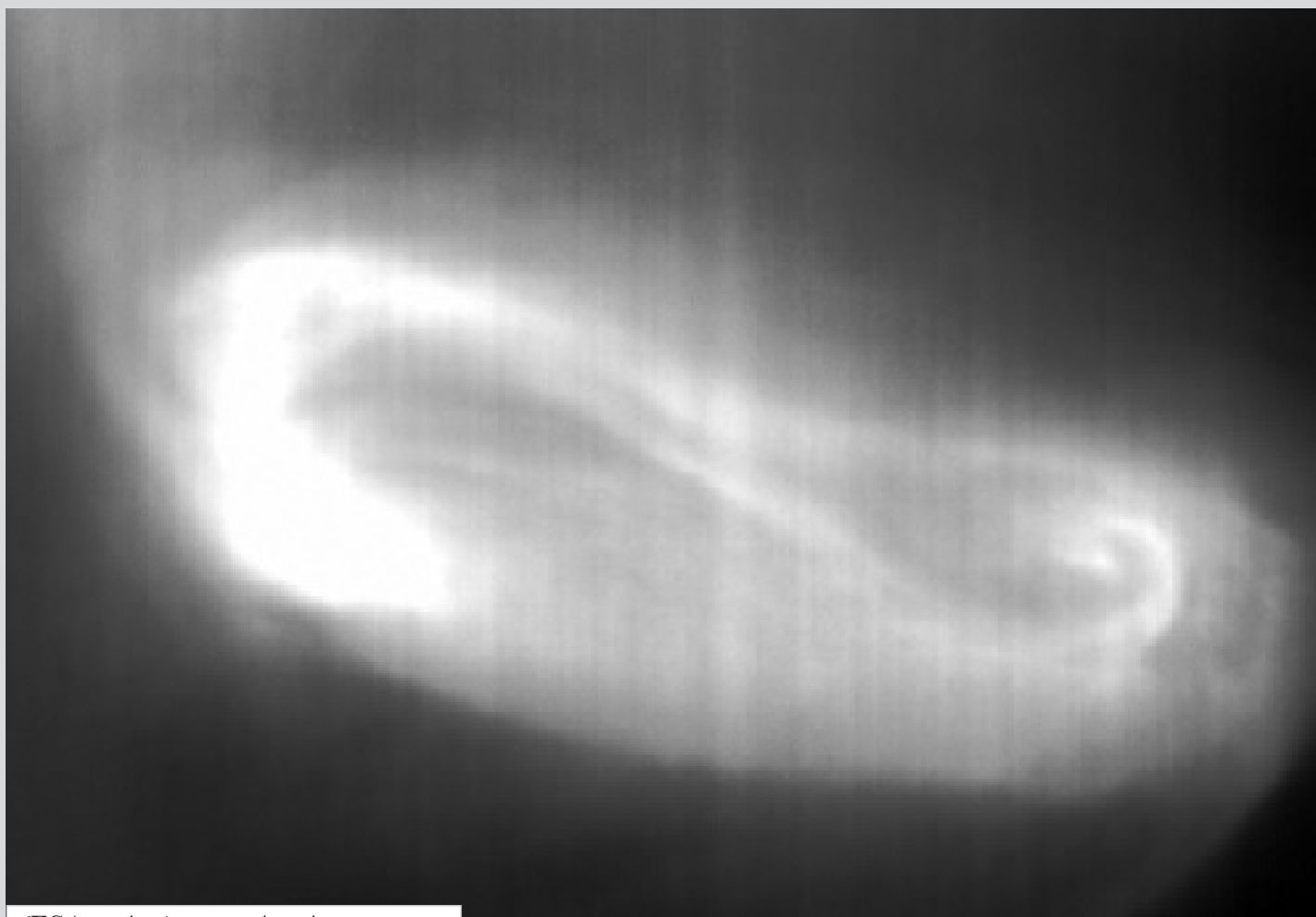


אסטרונאוט, גיליון אביב, 2009



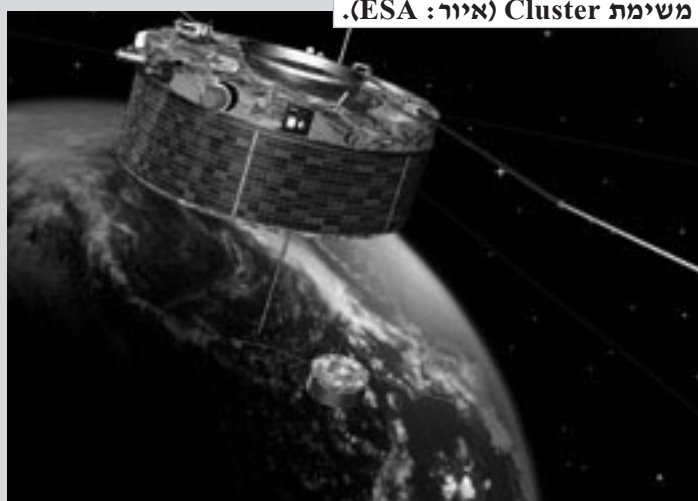
אריה מורג

morag13@bezeqint.net



הסופה הכפולה על פני נגה (צילום: ESA).

משימת Cluster (איור: ESA).



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

משימת צביר Cluster

משימת "צביר" מורכבת ממערך של ארבע חלליות זהות, המשיטות יחדיו, בגובה שבין 19,000 עד 119,000 ק"מ מעל פני כדור הארץ.

מערך החלליות שוגר לחלל בקיץ 2000 והחל לפעול בתחילת 2001. מאז, ארבע החלליות החלו "לרגל" אחר המגנטוספירה של כדור-הארץ – הבועה המגנטית המקיפה את הפלנטה שלנו. פעילותן של החלליות הניבה תובנה חדשה להשפעת פעילות השמש על הסביבה הקרובה לכדור-הארץ.

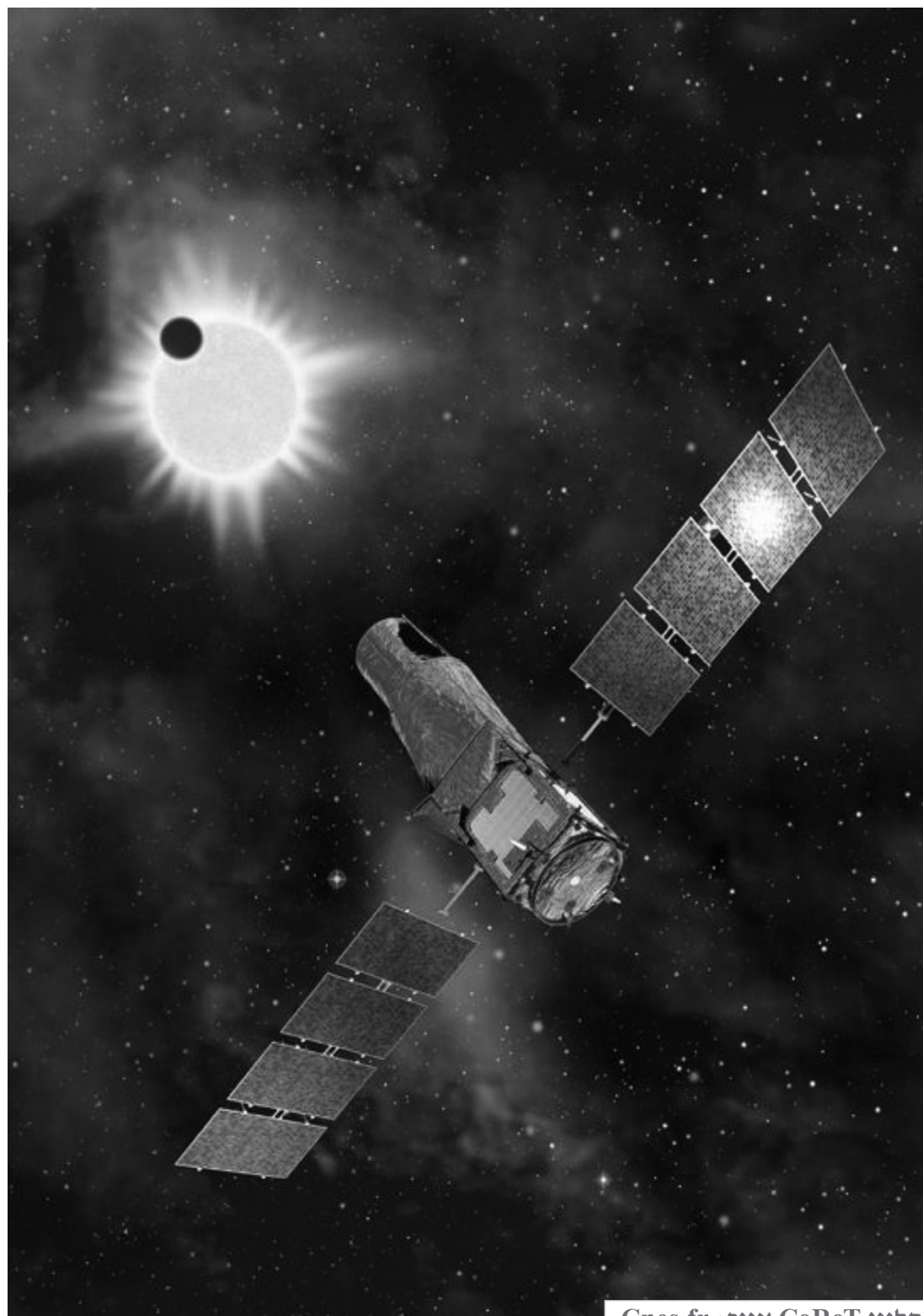
מערך החלליות ביצע מדידות של זרמים חשמליים בחלל, חשף את אופי האורורה השחורה – תופעה חשמלית היוצרת "חורים" באזורים בשמים בהם נצפים הזוהר הצפוני והדרומי ("אורורה"). בתצפיות תלת-מימדיות במסגרת המשימה אף התגלתה, לראשונה, התופעה יוצאת הדופן של שחרור כמויות אדירות של אנרגיה דרך השדה המגנטי של כדור הארץ.

משימת הצבירים הוארכה, בעבה, פעמיים, עד ליוני 2009. הארכה החדשה תאפשר לחקור את אזור הזוהר הקוטבי מעל לקוטבי כדור-הארץ ולהרחיב את המחקר של המגנטוספירה בכלל והמגנט ספירה הפנימית בפרט ★



חדשות | צוות ישראלי שותף לגילוי כוכב לכת דמוי כדור הארץ

אתר הידען



הלויין CoRoT איור: Cnes.fr

צוות ישראלי מאוניברסיטת תל אביב, המורכב מד"ר שי צוקר מהחוג לגאופיזיקה ולמדעים פלנטריים, ופרופ' צבי מזא"ה ותלמידו אבי שפורר מהחוג לאסטרופיזיקה נוטל חלק במחקר המחפש פלנטות מחוץ למערכת השמש. החיפוש מתבצע בעזרת הלויין קורו (CoRoT) של סוכנות החלל הצרפתית. ההודעה על הגילוי התפרסמה בכנס שערך הצוות המדעי של הלויין בחודש פברואר בפריס.

שמה של הפלנטה שהתגלתה הוא 7b CoRoT Exo, והיא מרוחקת כאלף שנות אור מכדור הארץ. הפלנטה בעלת רדיוס הגדול מזה של כדור הארץ בכ-70%, ומסתה גדולה בערך פי ארבעה. זוהי הפלנטה הקטנה ביותר שהתגלתה עד כה סביב כוכב מחוץ למערכת השמש. תגלית זו מקרבת את האסטרונומים צעד נוסף לגילוי פלנטות שעליהן יכולים להיווצר ולהתפתח תנאים לקיום חיים ואולי אף חיים עצמם. כפי הנראה, הפלנטה CoRoT Exo 7b עדיין אינה מתאימה לקיום חיים על פניה: היא סובבת את הכוכב שלה אחת ל-20 שעות, והיא קרובה אליו מאוד. אי לכך, הטמפרטורה על פניה מוערכת ביותר מאלף מעלות צלסיוס.

נחלש בכ-3 מאיות האחוז בלבד. רק מדידות ע"י לויין מחוץ לאטמוספירה מאפשרות רגישות כזו בעת מדידת עקומות אור. למרות שישראל אינה שותפה במימון בניית הלויין ושיגורו, שותפו המדענים הישראלים בניתוח תצפיות הלויין, לאור יכולותיהם שהוכחו בעבודות קודמות עם הצוות המדעי של הלויין ★

הלויין CoRoT תר אחר אירועי ליקוי, בהם פלנטה המקיפה כוכב רחוק, מסתירה לזמן קצר חלק מן האור הנפלט ממנו. אירוע כזה, החוזר על עצמו בכל הקפת הפלנטה את כוכבה, מאפשר לחוקרים למדוד את רדיוס הפלנטה. בעזרת תצפיות נוספות מכדור הארץ ניתן להעריך גם את מסתה. כאשר הפלנטה מסתירה את הכוכב, האור המגיע אלינו ממנו

אסטרונמיה, גיליון אביב, 2009

חדשות | אסטרונומים באוניברסיטה העברית גיבשו הבנה חדשה על היווצרות הגלקסיות ביקום

אתר הידען

הן דיסקות מסתובבות גדולות ובהן גושים גדולים שהכוכבים נוצרו בתוכם. תצפיות מהפכניות אלה בוצעו על ידי אסטרונומים גרמניים ואמריקאים שותפים של קבוצת המחקר הישראלית. בעקבות הגילוי, עלתה השאלה כיצד יצרו גלקסיות אלו כוכבים בשלב כה מוקדם, באופן כה מהיר ובכמות כזו גדולה, שלא באמצעות התמוזגויות מסיביות, כפי שהציע המודל המקובל.

לדברי פרופ' אבישי דקל מהאוניברסיטה העברית "פיתחנו מודל תיאורטי חדש אשר מסביר את התצפיות שהיו בלתי מובנות עד עתה. החישובים התיאורטיים מגובים על ידי הדמיית מחשב באיכות חסרת תקדים של התפתחות היקום, שבוצעה באמצעות מחשב-על על ידי שותפי מחקר צרפתיים. הגודל והדיוק של הדמיה ייחודית זו אפשרו לראשונה מחקר מפורט של התהליך שבו חומר מצטבר בגלקסיות, תהליך שאפשר את צמיחתן ויצירת הכוכבים בהן".

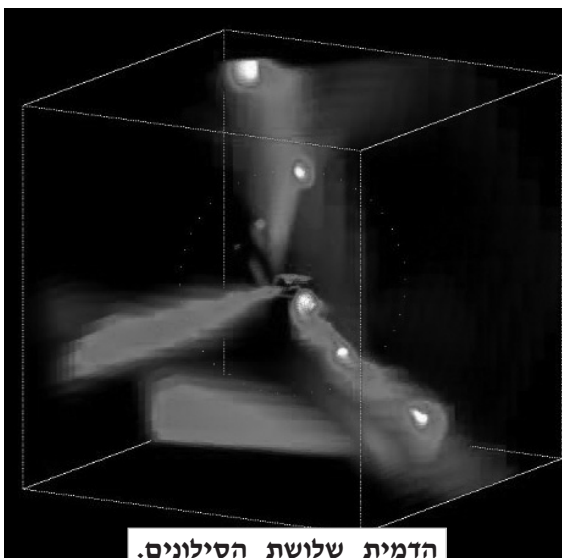
על פי ההדמיה החדשה, מרבית הגלקסיות נבנות באמצעות סילונים רציפים של גז קר ולא באמצעות התנגשויות של גלקסיות. בממוצע, שלשה סילונים בונים גלקסיה. סילוני הגז עוקבים אחר המבנה הקוסמי דמוי קורי עכביש של החומר ביקום (Cosmic Web) - קורים שלאורכם זורם גם החומר האפל אל הגלקסיות. כפי שנראה לראשונה בהדמיית המחשב, זרמי הגז הקר חודרים דרך כדור החומר האפל, שבו גז חם, אל מרכז הכדור. שם הזרמים יוצרים דיסקה מסתובבת. הגז הצפוף בדיסקה,

בהשפעת כוחות המשיכה שלו עצמו, מתפרק לגושים גדולים שבהם הגז הופך לכוכבים בעילות רבה. פרופ' דקל וקבוצתו הראו שקצב היווצרות הכוכבים על פי המודל התיאורטי של הסילונים אכן תואם לקצב המהיר שנמדד בטלסקופים. "בניגוד למודל שהיה מקובל עד כה, להתנגשויות בין גלקסיות תפקיד משני בלבד ביצירת הגלקסיות" אומר פרופ' דקל.

"בשיתוף עם עמיתי, פרופ' ראם סרי, פיתחנו תיאוריה פיסיקאלית שמסבירה את היווצרות גושי הענק בדיסקה ומנבאת גם היווצרות מוקדמת של גלקסיות אליפטיות, כתוצאה מנדידת גושים אל מרכז הדיסקה והתלכדותם שם למבנה כדורי", מוסיף פרופ' דקל. באמצעות הדמיות מחשב חדשות, מתקדמות יותר מכל מה שהיה מקובל עד כה, הוכיחו פרופ' דקל ועמיתיו שהמודל התיאורטי שפיתחו מסביר את התהליכים המורכבים שהתרחשו בעת היווצרותן של הגלקסיות ביקום המוקדם. "זוהי הדרך העיקרית להיווצרות גלקסיות" אומר דקל. המחקר מסייע להבנה חדשה של אופן היווצרות המבנים ביקום - אותם עצמים שהובילו בסופו של דבר להיווצרות החיים ★

קבוצת חוקרים בראשות פרופ' אבישי דקל ממכון רקח לפיסיקה באוניברסיטה העברית בירושלים הראתה בעזרת הדמיות מחשב מתקדמות שהגלקסיות נוצרו ביקום הקדום באמצעות סילוני חומר בעלי עצמה רבה, ואילו להתנגשויות בין הגלקסיות היתה השפעה מועטה בלבד על התפתחות הגלקסיות, בניגוד למה שמקובל לחשוב. תוצאות המחקר הניבו מאמר בכתב העת היוקרתי Nature.

הגלקסיות הן אבני הבניין של היקום. כל גלקסיה מכילה כמאה מיליארד כוכבים מאירים הפועלים באותו עיקרון בו פועלת השמש שלנו. כל גלקסיה שוכנת במרכזו של כדור גדול ומסיבי פי עשר מאוסף הכוכבים המאירים, העשוי בעיקר מחומר אפל. זהו חומר שאינו פולט אור ושיטבו אינו ידוע, אולם ניתן לזהותו באמצעות כוח המשיכה שהוא מפעיל על הכוכבים הנראים בטלסקופים.



הדמיית שלושת הסילונים.
באדיבות פרופ' אבישי דקל.

קיימים שני סוגים עיקריים של גלקסיות: ספיראליות ואליפטיות. הגלקסיות הספיראליות (כמו גלקסיית "שביל החלב" שלנו) הן דיסקות מסתובבות העשירות בגז מימן. גז זה הופך בהדרגה לכוכבים חדשים, בקצב של כוכבים אחדים בשנה. הכוכבים הצעירים מעניקים לגלקסיות הספיראליות גוון כחול. לעומת זאת, לגלקסיות האליפטיות מבנה כדורי. הן נטולות גז ומכילות בעיקר כוכבים מבוגרים שלהם גוון אדום. הניסיון להבין את האופן שבו נוצרו הגלקסיות משני הסוגים הוא

האתגר הגדול בתחום חקר היקום כיום. היווצרות הגלקסיות הוא השלב הראשון בתהליך הקוסמולוגי שהוביל בסופו של דבר להיווצרות החיים.

המודל המקובל של היווצרות גלקסיות התבסס על שני עקרונות: האחד הוא נפילה של גז מכל עבר אל מרכזי הגלקסיות, השני הוא התנגשויות בין גלקסיות. ההנחה היתה שדיסקות של גז מימן נוצרו ראשונות ויצרו בתוכן כוכבים בקצב איטי. כאשר שתי דיסקות התנגשו ביניהן, הן התמוזגו והפכו לכדור של כוכבים. על פי המודל הזה, ענני הגז המתנגשים יוצרים הבזק של כוכבים חדשים בקצב מוגבר של מאה כוכבים בשנה ויותר.

החוקרים החליטו לבחון מחדש את המודל הזה בעקבות תצפיות אסטרונומיות בטלסקופים חדשניים, שמקנים מבט לעומק רב ביקום ובכך מאפשרים חקר של הגלקסיות כפי שהיו לפני למעלה מעשרה מיליארד שנה (כשלושה מיליארדי שנים בלבד אחרי המפץ הגדול). הגלקסיות הגדולות, כפי שהן נראות בתקופות קדומות אלה, יצרו כוכבים בקצב גבוה מאוד, אך הן אינן נראות כהתמוזגויות. בניגוד לצפוי, הגלקסיות הללו

חדשות | רפליקת הטלסקופ של גלילאו מוצגת במצפה הטכנודע

אתר הידען



עדשות מזכוכית הדומה בתכונותיה האופטיות לעדשות הטלסקופ המקורי של גלילאו. השחזור המדויק כלל גם את הפגמים בעדשותיו של הטלסקופ המקורי. חברת אל-אופ ייצרה שישה סטים של העדשות. סט אחד לא שרד את תהליך הייצור, סט נוסף נשאר בארכיון החברה וכך נותרו ארבעה סטים. ד"ר יעקב זיק שלח סט אחד לשותף מחקר בהולנד, ותרם סט אחד לטכנודע. זהו סט העדשות המהווה את הבסיס לטלסקופ המשוחזר.

הדיוק בשחזור לא פסח על שפופרת הטלסקופ. שפופרת הטלסקופ בנויה מרצועות עץ דקות וקלות המודבקות על בד לבד. הבד גולל לצורת גליל ונעטף בשני סוגים של עור טבעי – אותן שיטות בהן השתמש גלילאו לבניית הטלסקופ שלו.

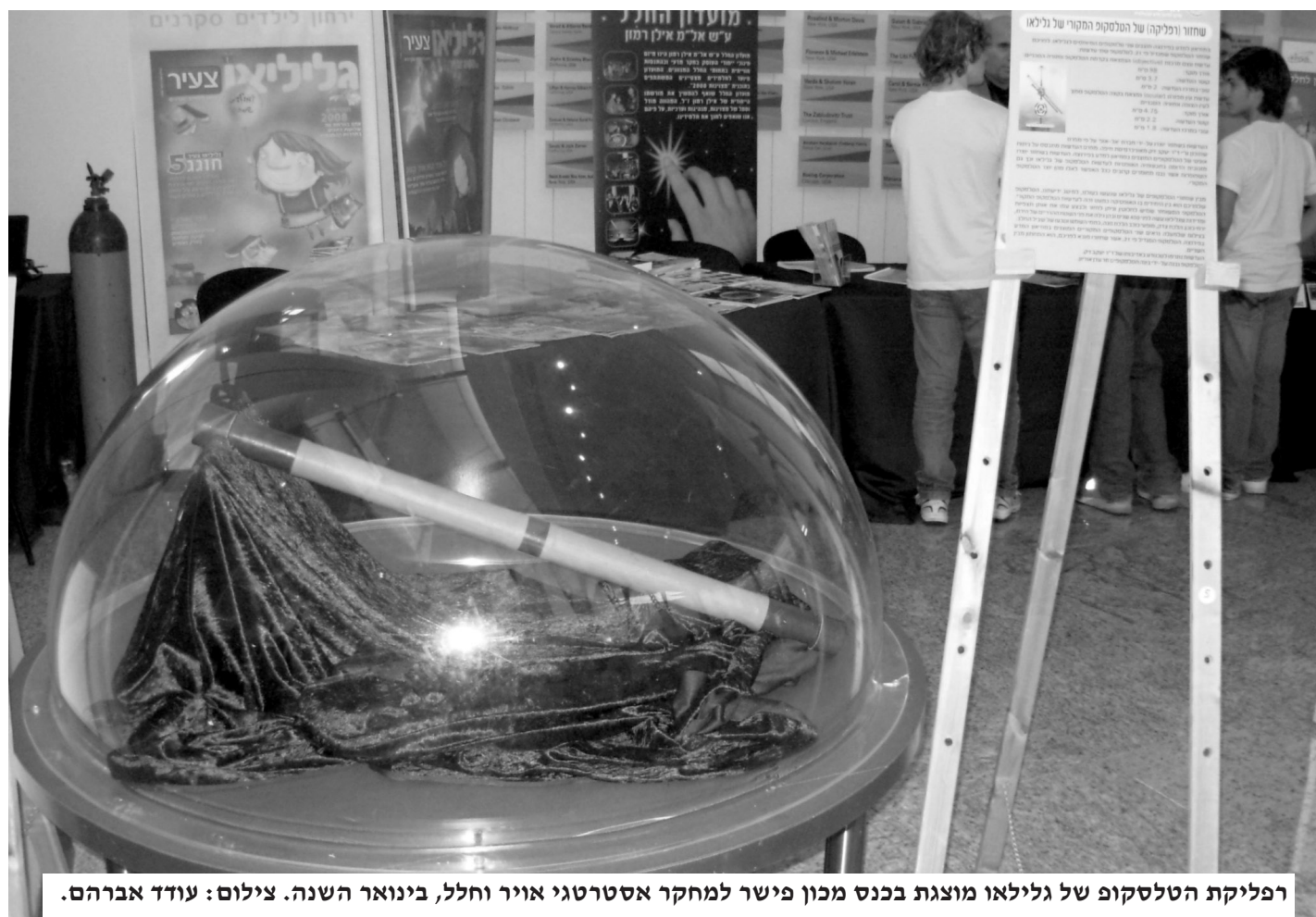
מבין שחזורי הטלסקופים של גלילאו שנעשו בעולם, הטלסקופ שבמצפה גבעת אולגה הוא היחיד בו האופטיקה כמעט זהה לעדשות הטלסקופ המקורי. הטלסקופ המשוחזר שמיש לחלוטין וניתן לחזור ולבצע עמו את אותן תצפיות ומדידות שגלילאו עשה לפני 400 שנים. בעזרת תצפיות הוא גילה את פני השטח ההרריים של הירח, ירחי כוכב הלכת צדק, מופעי כוכב הלכת נוגה, כתמי השמש ואת טבעו של שביל החלב ★

במצפה הכוכבים של הטכנודע שבגבעת אולגה מוצגת רפליקה של אחד משני הטלסקופים שבהם השתמש גלילאו גליליי. עדשות הטלסקופ נתרמו לטכנודע באדיבותו של ד"ר יעקב זיק, והטלסקופ נבנה על-ידי בונה הטלסקופים עדן אוריון (הכותב את מדור התצפית במשקפת בעיתוננו) הטלסקופ שוחזר מאותם חומרים שבהם נבנו טלסקופים בימיו של גלילאו ומתבסס על רפליקות המוצגות במוזיאון למדע בפירנצה, איטליה.

מנהל מצפה הכוכבים של הטכנודע, אילן מנוליס, אומר כי הטלסקופ, שפועל היטב, מגדיל פי 21.

לטלסקופ שתי עדשות. בקדמת הטלסקופ נמצאת עדשת עצם מרכזת (Objective) בעלת אורך מוקד של 98 ס"מ, קוטר של 3.7 ס"מ ועובי מרכז עדשה של 2 מ"מ. בקצה הטלסקופ הסמוך לעין הצופה נמצאת עדשת עין מפזרת (Ocular) בעלת אורך מוקד של 4.75 ס"מ, קוטר של 2.2 ס"מ ועובי מרכז עדשה של 1.8 ס"מ.

עדשות הטלסקופ המשוחזר יוצרו בחברת 'אל-אופ' על פי מפרט שתוכן ע"י ד"ר יעקב זיק מאוניברסיטת חיפה. מפרט העדשות מתבסס על ניתוח אופטי של הטלסקופים המוצגים במוזיאון למדע בפירנצה. לאחר תהליך יצירת המפרט, יוצרו



רפליקת הטלסקופ של גלילאו מוצגת בכנס מכון פישר למחקר אסטרטגי אויר וחלל, בינואר השנה. צילום: עודד אברהם.

אסטרונומיה, גלילאו אביב, 2009

גופי אסטרונומיה בישראל

גופים נוספים העוסקים בפעילות אסטרונומית ציבורית

מצפה הכוכבים בגבעתיים

תצפיות, קורסים למבוגרים וחוגים לילדים,

ביקורי קבוצות

הכניסה חינם לחברי אגודה

לפרטים נוספים: 03 - 5731152

www.astronomy.org.il

האגודה הישראלית לאסטרונומיה

תצפיות, טיולים, קורסים, הרצאות,

מגזין, אלמנך ורשימת דיוור

כניסה חינם

למצפה הכוכבים בגבעתיים

לפרטים נוספים: 03 - 7314345

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

המוזיאון הלאומי למדע, טכנולוגיה וחלל, חיפה:

הדרכות פלנטריום בימי שבת וחג

לפרטים נוספים: 04 - 8614444

www.madatech.org.il

חמד"ע

כל ההרצאות חינמיות,

ומתקיימות בבית חמד"ע

רחוב הפרדס 7 תל אביב (ליד העירייה)

לפרטים נוספים: 03 - 5210800

www.hemda.org.il

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

תצפיות, הרצאות, ימי עיון ועוד

לפרטים נוספים: 08 - 6652068

www.ilanramon.org.il

מצפה הכוכבים של הטכנודע גבעת אולגה, חדרה:

פעילויות, הרצאות ותצפיות

לפרטים נוספים: 04 - 6333505

www.technoda.org.il

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

מרכז האסטרונומיה של בית יציב, ב"ש:

הדרכות מגוונות בתיאום מראש,

והרצאות לקהל הרחב

לפרטים נוספים: 08 - 6271490

www.beityatziv.co.il

אגודת החלל הישראלית

הפעילויות מתקיימות

בבית חיל האוויר בהרצליה

לפרטים נוספים: 09 - 9510260

www.space.org.il

מצפה הכוכבים אל מוטראן, נצרת:

פעילויות, הרצאות ותצפיות

לפרטים נוספים: 04 - 6567711

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



האסטרונאוט אילן רמון ז"ל. מקור: נאס"א

כנס החלל הבינלאומי הרביעי על שם אילן רמון נערך בסוף ינואר בבית חיל האוויר בהרצליה. את הכנס עורך ומארגן מכון פישר והוא מתקיים אחת לשנה בסמוך לתאריך פטירתו של אילן רמון. כבר בעיון בתוכנית הכנס היה ניתן לראות את הרצינות הרבה והמחשבה שהושקעה בארגון הכנס ובמשלחות האורחות שהגיעו אליו: משלחות מנאס"א ומאיטליה. לכנס היו פנים רבים והוא חולק לארבעה מושבים שכל אחד מהם עסק בחלל מזווית אחרת, אולם לכל אורך הכנס היה ניתן להרגיש בחפיפה ובקשר הדוק בין התחומים. גם תחום האסטרונומיה השונה מהותית מתחום חקר החלל והשימוש במרחב החלל הקרוב אלינו הוזכר בכל מושב.

בדרכנו למאדים עשוי לכלול שימוש באסטרואידים הנמצאים במסלולים קרובי-ארץ כתחנות עגינה. במקרה זה, ייעשה שימוש באסטרואידים שהרכבם מראה סבירות לגילוי חמצן ומים הניתנים לשימוש. בנוסף, הראה ד"ר וורדן אילו מחקרים ופיתוחים חדשים נדרשים לצורך עמידה ביעד זה. דגש מיוחד הושם על ביולוגיה סינטטית שתייצר בקטריות שיוכלו להפוך את אור השמש והפחמן הדו חמצני שנמצא על מאדים בשפע לחמצן. שינוי זה יאפשר יצירת מחזור חיים שלם על מאדים המשתמש אך ורק במשאבים הטבעיים של כוכב הלכת ובצורה מינימלית בהם. לאחר מכן הפליג ד"ר וורדן לעבר המדע הבדיוני כשציין שבתהליכים של אלפי שנים ניתן למעשה ליצור סביבות יערות ואוקיינוסים על המאדים. ההרצאה הציתה את הדמיון וכל שנשאר לנו לעשות זה לחכות ולראות.

מר מאיר חן, מהתעשייה האווירית, הרצה על היתרונות הגלומים בעבודה עם מספר לויינים (צביר) לעומת לויין בודד ועל אפשרויות הכיסוי הטובות יותר הן מבחינת זמן הכסוי, והן מבחינת פרטי הכיסוי שרשת לויינים כזו מספקת. בנוסף, הדגיש את האפשרות לקבלת מיפוי כלל עולמי תלת מימדי על ידי סריקת כל איזור מכמה לויינים ובכמה זוויות.

למרות שתחום החלל מרכז סביבו בעיקר חברות ביטחוניות ומספר לא גדול של חוקרים, בין מטרות מכון פישר, ניתן למצוא שילוב ועידוד תלמידי בתי ספר להתעניין בנושאי החלל. המכון מימש מטרה זו בהצלחה מרובה כאשר לכנס הוזמנו בני נוער רבים מבתי ספר, הן כשומעים, הן כמציגים בתערוכה שליוותה את הכנס והן כמבצעי קטעי נגינה בתחילת כל מושב. בכנס אף נערך מושב מיוחד בנושא חינוך שאליו הוזמנו מנהלים ומורים. מושב זה הציג את האפשרויות השונות

לשלב תוכניות חלל ואסטרונומיה בתוכנית הלימודים הרגילה. הכנס נפתח בדברי ברכה ובחלוקת מלגות ע"ש אילן רמון לשני חוקרים, האחד החוקר טכנולוגיות חלל והשני המשתמש בטכנולוגיות חלל לצורך מחקר גיאוגרפי חוצה גבולות ומדינות. מיד לאחר מכן החלו ההרצאות המקצועיות. את סדרת ההרצאות פתח ד"ר פיט וורדן, ראש מכון המחקר איימס בנאס"א, בהרצאה על האפשרות של משלוח משימה אנושית למאדים, והשלב הבא החיוני בדרך אליה. אחד משלבים אלו הוא דווקא בניית מושבה על הירח. המושבה תמוקם בתוך מכתש שנמצא באח מקוטבי הירח, ועל כן לא רואה אור שמש (ואולי אף ניתן למצוא בו שרידי מים מקרח שביטי). שלב נוסף

רשמים מהכנס השנתי ע"ש אילן רמון ז"ל

באתר מכון פישר ניתן לצפות בהקלטה של חלק מההרצאות
<http://www.fisherinstitute.org.il>

גדי איידלהייט

מדינות החלל. לו הכנס היה נערך שבוע מאוחר יותר, ניתן היה לכלול התייחסות להצטרפותה של איראן לרשימה המכובדת של מדינות בעלות יכולת שיגור עצמי. בסוף הסקירה הוצגו המלצות להמשך העיסוק בתחום כפי שהועברו לרשויות השונות המטפלות בנושא. לאחר מכן התקיימה הרצאתו של מפקד חיל האוויר, האלוף עידו נחשושן. בהמשך נוהל פאנל נרחב בהשתתפות ראשי סוכנויות החלל והתעשיות הביטחוניות בתחומי החלל, שדן בהרחבה בנושאים שפורטו לעיל. היום השני לכנס נפתח בנושא החלל מזווית מדעית כלכלית וטכנולוגית, והיו בו דוברים רבים מהמשלחת האיטלקית (כולל דברי הקדמה מכבוד שגריר איטליה בישראל). הדוברים סקרו את תוכנית החלל ותעשיית החלל האיטלקית. אנליסט ממכון FUTRON, העוסק ביעוץ וניהול טכנולוגיות, התייחס למדד התחרותיות של ישראל בחלל, שהתגלה כנמוך. אמנם לישראל יש יכולת פיתוח ושיגור עצמית של לויינים, אבל מספר הלויינים המפותחים וכמות השיגורים המעטה שמבוצעים מישראל לא ממש הופכים אותנו למעצמת חלל. הרצאה זו היתה חשובה מאחר ונתנה "קונטרה" לשאר הכנס שהציג את היכולות המרובות של ישראל הן בתחום השיגור והן בתחום פיתוח הלויינים והשימושים המודעיניים בהם, והבהירה שאנחנו עדיין מדינה קטנה בתחום הזקוקה לשיתופי פעולה בין לאומיים (למשל לצורך שליחת לוייני מחקר קטנים). כנראה שכדאי לשמור על פרופורציות ולזכור שבתחום החלל אנחנו אמנם בקבוצת האריות אך בזנבה.

צבירי לויינים מאפשרים שימושים אזרחיים רבים כולל שליטה על ציי התעופה בכל מקום בעולם וגם ניטור ובקרה של אירועים סביבתיים בזמן אמת, החל מרעידות אדמה, דרך סופות טורנדו והתפרצויות של הרי געש ועד ניטור פקקי תנועה. המרצה ציין מספר צבירים קיימים כדוגמת RIMON ו-RapidEye, TRAIN, RadarSat, GMES.

שתי ההרצאות הבאות היו, לדעתי, גולת הכותרת של היום הראשון: הרצאתו של הד"ר סמית ג'ונסון ושל האסטרונאוט גארת רייזמן.

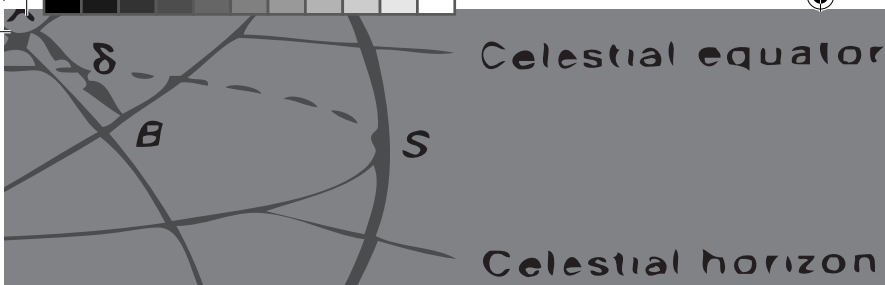
ראשון עלה ד"ר ג'ונסון שתיאר את ההיבטים הרפואיים של טיסות קצרות וארוכות לחלל ואת הפיתוחים שיידרשו למשימות חלל ארוכות ורחוקות בהם אין אפשרות לפנות פצועים או חולים במקרה חירום. בנוסף, סקר הרופא את השינויים העוברים על גוף האדם במהלך שהייה בחלל, כגון איבוד מסת עצם המגבירה את סכנת היווצרות אבנים בכליות, הצטברות עייפות הנובעת ממחזורי שינה המותאמים למשימה ולא לשעון הביולוגי, איבוד דם ואיבוד רפלקסים טבעיים של הגוף. כמו כן, נסקרו גם היבטים פסיכולוגיים של שהייה ארוכה במקום סגור וקטן, בחברת אנשים מועטים.

האסטרונאוט גארת רייזמן סיפר על חוויותיו משהות של שלושה חודשים בתחנת החלל. גארת היה האסטרונאוט היהודי הראשון בתחנת החלל ואפילו הרכיב מזוזה על דלת הכוך שלו. להשלמת האווירה, הגיע גארת להרצאה זו במדי אסטרונאוט. כדי להתרשם יותר מהחיים על תחנת החלל הציג גארת סרטון קצר ומשעשע. גירסה ארוכה יותר של כשעה ניתן למצוא ב-Youtube תחת השם A Day In The Life Onboard The ISS. מומלץ לקחת שעה פנויה ולצפות בסרט כולו.

חלקו השני של היום הוקדש לנושא מרכיב החלל בביטחון. מושב זה היה מורכב בעיקר מאנשי צבא בהווה ובעבר ונפתח בסקירה מקיפה של ד"ר עמוס קובץ, שהציג את מדיניות החלל הישראלית. המדיניות מונעת מצרכים צבאיים, וההוצאה על חקר החלל מועטה גם מבחינה יחסית לגודל המדינה וגם מבחינה אבסולוטית. לישראל יש יכולת שיגור עצמי לכיוון מערב, לוייני דימות (Imaging), הסכמי קבלת מידע ממערכות אמריקאיות ושותפות קטנה בפרוייקט גלילאו האירופאי המיועד לצרכי ניווט והנחייה (GPS). המרצה ציין את התלות המוחלטת של ניהול שדה הקרב באמצעים טכנולוגיים לויינים הנדרשים ברמה הטקטית של מפקדי גדודים ולא רק במפקדה העליונה. ההרצאה תיארה את העליונות האמריקאית המוחלטת בתחום החלל (מבחינת מספר הלויינים והשיגורים, היכולות שלהם וההוצאות בתחום), ואת הדרישות החדשות בתחום החלל במיוחד הגנה על לויינים ואפשרויות התקפה של לויינים. כשבועיים לאחר הכנס אירעה בחלל התנגשות מקרית של שני לויינים במסלולים שונים מאד זה מזה. ללא ספק ההרצאה התייחסה לאפשרויות מכוונות מעין אלו בעתיד של לוחמת החלל. כמו כן תוארו בקצרה תוכניותיהן של שאר



המחבר והאסטרונאוט גארת רייזמן מחליפים חוויות. צילום: עודד אברהם.

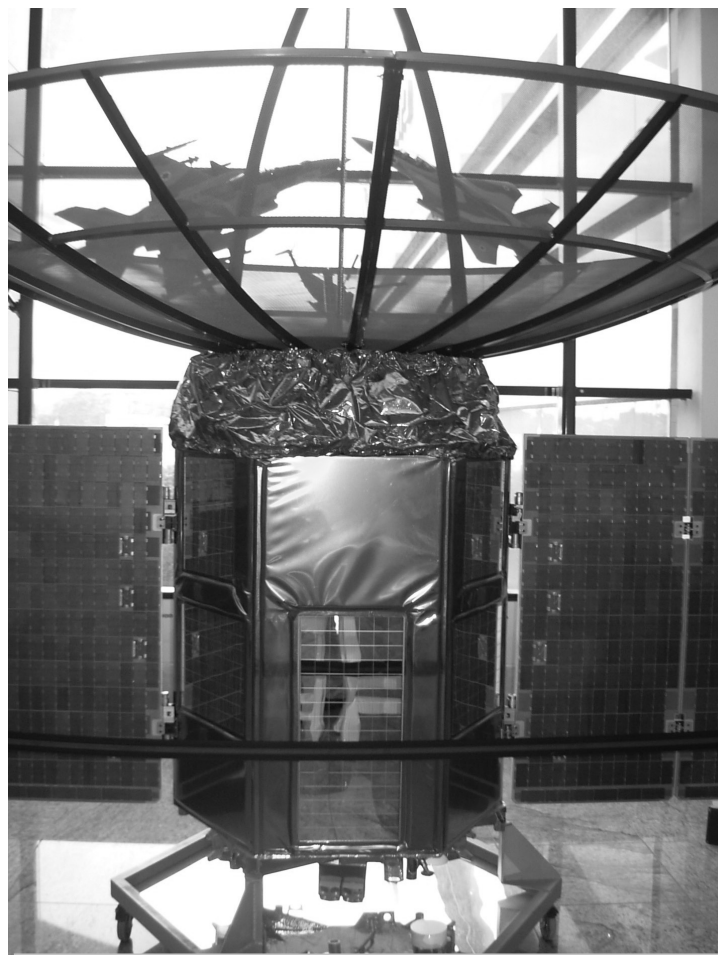


בין באינטרנט ובין באמצעות רדיו חובבים, הרצת ניסויים של תלמידים ועוד. גארת סיפק דוגמה מהעבר הרחוק: ניסוי הפלת הפטיש והנוצה שבוצע על ידי טייסי אפולו 15 שעל הירח על מנת לבדוק האם שני העצמים אכן מגיעים לקרקע באותו זמן כאשר אין כל התנגדות אוויר - צפו בסרטון <http://www.cubesatkit.com> **Feather And Hammer Drop On Moon**. דגש ניתן על האפשרויות לפיתוח לויינים קטנים בנפח ליטר בודד (קוביה של 10*10*10 סנטימטר) ובמשקלים נמוכים שיצורפו לטיסות כמטען גב. הוצגו פרויקט CubeSat האירופאי ו-GeneSat האמריקאי. מאחר ותמונה טובה מאלף מילים אני ממליץ לבקר באתר <http://www.cubesatkit.com> ולהתרשם.

בחלקו השני של מושב זה, תוארו כמה יוזמות חינוכיות בתחומי מדעי החלל ופעילויות המבוצעות במקומות שונים בארץ (כדוגמת המרכז הישראלי למצוינות בחינוך והטכנודע בגבעת אולגה). זכות חתימת המושב והכנס כולו ניתנה לטל ענבר, ראש המרכז לחקר החלל במכון פישר שסקר את הפרוייקטים שבוצעו בבית הספר בבני ציון.

הכנס חידד אצלי מאד את ההבחנה בין האסטרונומיה כתחביב, לבין האסטרונומיה כמדע, לבין תחום החלל והלויינות שהוא תחום בטחוני/אזרחי וכלכלי וחינוכי. באופן אישי אני אוהב מאד לצפות בלויינים (כפי שהובא בכתבה הראשונה בסדרת "עין צופיה", כרך 34, גיליון 4, שנת 2008).

האפשרות לראות את תחנת החלל ואחר כך גם להיפגש ולשמוע חוויות של האנשים שהיו שם (ושנצפו גם במעבורות החלל בדרכם הלך וחזור לתחנה) הצליחו להגביר את ההנאה מתחביב זה. למרות שעיקר העיסוק שלנו כאסטרונומים חובבים, אינו במרחב הקרוב כל כך לכדור הארץ, מרחב זה שופע חיים, דינמי ומשתנה מדי יום. תודתנו נתונה למכון פישר על ההזמנה לאירוע ★



ליון ה-TESCAR של התעשייה האווירית צילום: עודד אברהם.

מן ההרצאות שניתנו ע"י המרצים הישראליים, בלטו שתיים: האחת של ד"ר דוד ברגמן, ראש מינהל משגרים ומערכות חלל של מל"מ, התעשייה האווירית, והשנייה של אל"מ אלי פולק, נציג יחידת הלויינים של חיל המודיעין. ד"ר ברגמן חשף פרטים רבים על משגרים תוצרת ישראל, כולל סרטים שנחשבו מסווגים עד לאחרונה. ד"ר ברגמן גם פירט מעט על יכולות שיגור מוטס שנמצאות בפיתוח. הוסבר גם כי האילוץ של ישראל לשגר מערבה מעל הים ולא מזרחה בכיוון תנועתו של כדור הארץ, מפחית כשלושים אחוז מיכולות השיגור הישראלית ודורש הקטנה משמעותית של משקל הליון באמצעות פיתוחים יחודיים שהוצגו אף הם. אל"מ פולק הציג את אתגרי המודיעין בעידן המודרני ואת המענה הנדרש להם. אמנם לא הוצגו שום יכולות שקיימות בלויינים הצבאיים אבל מתוך הצרכים שהוצגו ניתן היה להבין בין השורות אלו יכולות כבר קיימות ואילו נמצאות בפיתוח מתקדם. חיילים רבים היו נוכחים בהרצאה זו וניתן היה לראות גם את הגאווה שלהם בנושא ההרצאה וגם את העניין שחלקם גילו באסטרונומיה בעקבות עיסוקים הצבאי.

המושב הרביעי והאחרון עסק בחלל כמנוע חינוכי אך גלש במהרה לדיונים בנושא החינוך כולו. המושב נפתח בדברים החריפים של תא"ל אסף אגמון, על כך שלא קיבלו מענה או השתתפות של נציגות בכירה ממשד החינוך ואת חוסר הסיוע של המשד בהליכים הבריקרטיים הדרושים בייבוא הציוד לתחרויות הרובוטיקה לבתי ספר תיכוניים. דבריו החריפים של אגמון לו בדברים חריפים חזקים של דב לאוטמן שציין כי נפגש עם כל המתמודדים בבחירות (הכנס נערך כשבועיים לפני הבחירות) וכולם מכירים בעובדות הכאובות ובצורך לשפרן. נשיא אוניברסיטת החלל מייקל סימפסון תיאר את תוכניות הלימוד באוניברסיטת החלל הבין-לאומית. כוכב הכנס, האסטרונאוט גארת רייזמן, הירצה שוב והודה כבר בפתיחת ההרצאה למורה לפיסיקה שלו. אותו מורה שנתן לו השראה אף הוזמן להיות נוכח באתר השיגור ביחד עם בני המשפחה הקרובים. גארת פירט את הפעילויות החינוכיות שעושים תוך כדי הנסיעות לחלל וכוללות שיחות עם תלמידים,



האגודה הישראלית לאסטרונומיה מצפה הכוכבים בגבעתיים

גן העלייה השנייה ★ ת.ד. 149 גבעתיים 53101 ★ טלפון 03-7314345 ★ www.astronomy.org.il ★ Israeli Astronomy Association

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



האגודה הישראלית לאסטרונומיה

בתמיכת





בעין צופייה

הירח ומירוץ החלל

הירח שימש אתגר ויעד במירוץ החלל בין ארה"ב לברית המועצות בשנות השישים. הסובייטים הקדימו את האמריקאים ושיגרו לראשונה אדם למסלול סביב כדור הארץ. ג'ון קנדי הכריז בנאום בקונגרס, כי עד סוף העשור, ארה"ב תנחית אדם על הירח ותחזיר אותו בשלום לכדור הארץ. החל מאותו שלב הצליחו האמריקאים לסגור את הפער מול הרוסים ולהקדים אותם במירוץ לחלל. אמנם הרוסים היו הראשונים לשגר חללית מסביב לירח והשיגו את התמונות הראשונות מהצד הרחוק של הירח, אבל האמריקאים הקדימו אותם רבות במשימות מאוישות. ניל ארמסטרונג ובז אולדרין נחתו על הירח ב-20.7.69 ומימשו את חזונו של הנשיא המנוח קנדי. גם כיום משמש הירח כיעד במירוץ חלל בין מדינות אסיה: הודו, סין ויפן וגם ארה"ב הכריזה לאחרונה על תוכנית לשיגור אדם אל הירח, כנראה בדרך להקמת מושבה ניסיונית שם.

מופעי הירח

התופעה הבולטת ביותר לגבי הירח הינה המופעים (פאזות) שלו. הירח נראה כחרמש צר ההולך ומתמלא ואז מחסיר שוב עד שהוא נעלם כליל. מחזור זמן זה מכונה בלוח העברי והמוסלמי "חודש". בתחילת החודש הירח נמצא בקו אחד עם השמש ולכן לא נראה כלל (כל האור המגיע אליו מגיע לצדו הרחוק מכדור הארץ). בשמים, נראה הירח כנע בהדרגתיות מזרחה מדי יום ואור השמש מאיר יותר ויותר

הירח הינו העצם השמימי הקרוב ביותר לכדור הארץ והקל ביותר לתצפית בעין. הירח נראה בקלות בעין, גם באור יום, ורואים עליו אזורים בהירים וכהים. רק מבט במשקפת ובטלסקופ יראה שאזורים אלו הינם למעשה ימות, מכתשים והרים, ושהירח אינו חלק אלא מצולק מאד (בעיקר מפגיעת מטאורים). הירח חסר אטמוספירה ואין עליו מים כלל.

צדדי הירח

הירח הינו גוף סלעי המקיף את כדור הארץ אחת ל-27.5 יום. גם זמן הקפת הירח סביב צירו הינו 27.5 יום (אורך היממה על הירח היא 27.5 ימי ארץ). זהות זמנים זו נובעת מכוח המשיכה של כדור הארץ, אשר נועל את הירח וגורם לכך שיפנה את אותו צד תמיד לכיוונו בכל עת. לכן אנו יכולים לראות רק את צידו האחד של הירח ולא את צידו האחר (למעשה, אנו יכולים לצפות ב-60% מפני הירח עקב תנודות בתנועתו). טעות נפוצה היא לכתוב את הצד שאינו נראה בשם הצד האפל של הירח. הדבר אינו נכון. כל איזור על הירח מקבל אור מהשמש במשך יום ירחי אחד, האורך כ-14 ימים ארציים, ואינו אפל כלל. השמות הנכונים לצדדי של הירח הם הצד הקרוב והצד הרחוק (ביחס לכדור הארץ) ☾

הירח ומירוץ החלל

הירח היה אתגר ויעד במירוץ החלל בין ארה"ב לברית המועצות בשנות השישים. הסובייטים הקדימו את האמריקאים ושיגרו לראשונה אדם למסלול סביב כדור הארץ. ג'ון קנדי הכריז בנאום בקונגרס, כי עד סוף העשור, ארה"ב תנחית אדם על הירח ותחזיר אותו בשלום לכדור הארץ. החל מאותו שלב הצליחו האמריקאים לסגור את הפער מול הרוסים ולהקדים אותם במירוץ לחלל. אמנם הרוסים היו הראשונים לשגר חללית מסביב לירח והשיגו את התמונות הראשונות מהצד הרחוק של הירח, אבל האמריקאים הקדימו אותם במשימות מאוישות. ניל ארמסטרונג ובז אולדרין נחתו על הירח ב-19/7/69 ומימשו את חזונו של הנשיא המנוח קנדי המנוח. גם כיום משמש הירח כיעד במירוץ חלל בין מדינות אסיה: הודו, סין ויפן וגם ארה"ב הכריזה לאחרונה על תוכנית לשיגור אדם אל הירח, כנראה בדרך להקמת מושבה ניסיונית שם ☾

יש לנקוט באמצעי הגנה מתאימים כאשר צופים בשמש ובתופעותיה

גדי איידלהייט

gadide@yaho.com

גודלו הנראה של הירח מושפע בעיקר ממרחקו של הירח מכדור הארץ. מרחק זה משתנה במהלך ההקפה החודשית של הירח את כדור הארץ. המרחק הקצר ביותר בין כדור הארץ לירח (פריגאה) הינו כ-360,000 קילומטר. המרחק הארוך ביותר (אפוגיאה) עומד על כ-400,000 קילומטר. הבדל זה במרחק יוצר שוני ניכר בגודלו הנראה של הירח, אבל הבחנה בהבדל בעין בלתי מצוידת היא כמעט בלתי אפשרית. זאת מאחר ובמהלך חודש אחד הירח נראה במרחקים אלו במופעים שונים לחלוטין שמקשים על ההשוואה. ירח מלא בפריגאה וירח מלא באפוגיאה יראו רק בחלוף חודשים רבים. בכדי לזהות את ההבדלים במופעים, יש לבדוק בלוחות ובאלמנט השמיים של האגודה הישראלית לאסטרונומיה מתי הירח באפוגיאה ובפריגאה במילואו, לצלם את הירח בשני המצבים ולהשוות את התמונות. דוגמה לתמונה ניתן למצוא בקישור הבא:

<http://antwpr.gsfc.nasa.gov/apod/ap071025.html>
במופע האחרון של ירח קרוב, הנושא זכה לתהודה רבה בארץ ואף דווח בעיתונים ובמהדורות החדשות. לצערי נאלצתי לענות לרבים ממכרי ששאלו אותי, שהאפקט לא מאד מורגש, וגם שאין כל כך למה להשוות, שכן ההשוואה צריכה להיות בין ירח מלא לירח מלא אחר. למרות זאת טוב היה לדעת שנושא האסטרונומיה עולה לעיתים לכותרות הראשיות

"הילת" הירח

בעיקר בחורף, עשויה להיראות הילה מסביב לירח. ההילה נוצרת סביב הירח עקב גבישי קרח קטנים, המצויים בגובה של 50-60 ק"מ באטמוספירת כדור הארץ. הגבישים שוברים את אור השמש המוחזר מהירח. התופעה היא פיזיקלית ודומה במידה מסוימת לתופעת הקשת בענן. הצפייה בהילה כזו ובמיוחד סביב לירח מלא הינה חוויה. לא ניתן לצפות מראש הופעה כזו, אולם בדרך כלל היא מתרחשת בלילות חורף קרים ללא עננים. הסברים ותמונות רבות ניתן למצוא גם באתר הויקיפדיה באנגלית, תחת הערך halo optical phenomenon

את צידו הנראה. באמצע החודש, הירח נמצא "מאחורי" כדור הארץ וכל צידו הנראה מואר באור השמש. במצב זה נראה בשמיים ירח מלא. ממצב זה, ומחסיר הירח עד שהוא שוב נראה כחרמש דק ההולך ונעלם. היות שצידו המואר של הירח תמיד פונה לשמש, נראה אותו בצידו המערבי של הירח (במחציתו הראשונה של החודש), ובלאחר מכן בצידו המזרחי (במחציתו השנייה של החודש). התמונה למטה מציגה את התופעה

מתי ניתן לצפות בירח

טעות נפוצה נוספת בקשר לירח היא המחשבה שהירח ניתן לראייה רק בלילה. למעשה, בגלל גודלו של הירח ומרחקו הקטן מכדור הארץ, הירח ניתן לראייה בקלות גם ביום. בימים הראשונים והאחרונים בחודש הדבר קשה ומאתגר אולם ככל שהירח מתמלא, תצפית עליו באור יום הופכת קלה יותר. כשהירח מלא לגמרי, זריחתו מתרחשת בסמוך לשקיעת החמה, ושקיעתו מתרחשת בסמוך לזריחתה. לכן בחלק זה של החודש, כמעט ולא ניתן לראות את הירח ביום. ייתכן כי פה מקור הטעות. מומלץ לחפש את הירח גם בשעות היום בימים ה-10 וה-20 בחודש העברי ולבצע את הניסוי הבא, כאשר עומדים עם גבכם לשמש ורואים את הירח: החזיקו בידכם כדורסל או כל כדור אחר וכוונו אותו לעבר הירח. הקפידו שאור השמש יגיע אל הכדור. שימו לב שהאור יגיע לכדור בדיוק באותו מופע בו רואים את הירח. הזיזו את הכדור וראו איך השטח המואר גדל וקטן. חיזרו על הניסוי מספר פעמים במהלך החודש

גודל הירח

חוויה מיוחדת היא הצפייה בזריחת הירח המלא במחצית החודש. הירח הזורח נראה ענקי וגדול באופן שמי הצופה מכדור הארץ. מספר שעות לאחר זריחתו, הירח נראה גבוה בשמים וקטן הרבה יותר. תופעה ידועה זו הינה אשליה אופטית שהסיבות לה לא ממש ברורות. כדי להיווכח בכך, יש לצלם את הירח בזריחתו ויותר מאוחר בלילה (וכמובן לשמור על אורך מוקד, או "זום", זהה בין צילום לצילום). למעשה מדידה מדויקת תראה שהירח קטן יותר דווקא בזריחה. נסו לחשוב מה הסיבה לכך.

מופעי הירח בעת מהלכו של הירח סביב כדור הארץ.





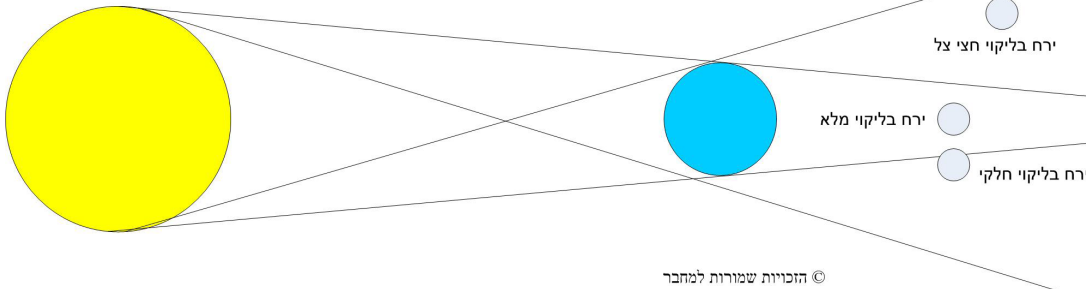
ליקויים

התופעה המיוחדת ביותר הקשורה בירח הינה תופעת הליקויים. הירח קטן מהשמש פי 400 אבל קרוב יותר לכדור הארץ באותו יחס בדיוק. סידור מיוחד זה גורם לכך שגודלם הנראה של הירח והשמש זהה. בתחילת חודש עברי, כאשר ממוקם הירח בין השמש לכדור הארץ, או

באמצעו של חודש, כאשר כדור הארץ בין הירח לשמש, יתכן מקרה בו שלושת הגופים ימצאו באותו מישור, או "קו ראייה". האיורים במאמר זה מדגימים את מצבם היחסי של השמש, הארץ והירח בשעת ליקוי (האיורים אינם בקנה מידה).

בעת ליקוי חמה הירח מטיל צל על כדור הארץ. צופה שנמצא באיזור הצל המלא לא יכול לראות כלל את השמש. צופה שנמצא ליד הצל יראה את השמש חלקית. זה המקום להבהיר שכל צפייה בשמש מחייבת שימוש באמצעי הגנה מיוחדים שאושרו ע"י גוף שמי (למשל נאס"א או האיחוד האירופי). בכל מקום על פני כדור הארץ בו הירח מסתיר למעלה מ-80% משטח השמש, יורגשו בבירור ירידות בבהירות השמש ובטמפרטורת האוויר. בליקוי מלא החשיכה כמעט מוחלטת וניתן לראות כוכבים בשמים. כמו כן ניתן לראות את הילת השמש (קורונה) העוטפת את השמש וגדולה ממנה הרבה יותר. בתנאים רגילים אור השמש חזק הרבה יותר מאור ההילה ולא ניתן לראותה כלל. גודל איזור הצל תלוי במרחקם של השמש והירח מכדור הארץ. כאשר הירח קרוב יותר לכדור הארץ, איזור הצל יהיה גדול יותר (רצועה ברוחב כמה עשרות קילומטרים). כאשר הירח רחוק יותר, ייתכן שנקודת הצל כלל לא תגיע לכדור הארץ, אלא תהיה בחלל. במקרה זה הליקוי מכונה ליקוי טבעתי, מאחר והשמש נראית כטבעת כאשר הירח מכסה רק את אמצעה. כאשר נקודת הצל המלא נמצאת בחלל אבל לצד כדור הארץ (ולא עליו או מעליו), לא יראה ליקוי מלא בכדור הארץ והליקוי יכונה "ליקוי חלקי". משכו של ליקוי מלא קצר מאוד, בין 3 ל-7 דקות (נתון זה תלוי ברוחב המקסימלי של רצועת הצל). לעומת זאת, ליקוי חלקי יכול להימשך כשעתיים-שלוש.

ליקוי ירח



© הזכויות שמורות למהבר

ליקויי ירח מתרחשים בסמיכות לליקוי חמה, כלומר באמצע החודש העברי שלפניו או לאחריו. בזמן זה, הירח עדיין בקו ישר עם כדור הארץ (ולמעשה נמצא "מאחורי" כדור הארץ), וכך חוסה בצלו של כדור הארץ (ראו תמונה).

קוטר כדור הארץ גדול פי ארבעה מזה של מהירח. לכן הירח תמיד יהיה באיזור הצל שמטיל כדור הארץ לירח (אין ליקוי ירח טבעתי). באמצע חודש עברי, ייתכנו ליקויי ירח מלא, או ליקויי ירח חלקי. ליקוי ירח (חלקי או מלא) אורך כמה שעות והשלב המלא שלו (אם יש כזה) אורך כשעה. ליקויי ירח מלא ייראה מאיזורים נרחבים מאוד על פני כדור הארץ. גם בשיאו של הליקוי, הירח המלא לא נעלם לגמרי מעין הצופה. הוא מואר באור קרני השמש שנשברות באטמוספירת כדור הארץ ונפלטות לחלל בגוון אדמדם. לכן הירח נראה אדמדם בעת ליקוי ירח מלא. תופעת הירח האדום נראית היטב בליקוי ירח מלא ומומלצת מאוד לצפייה. לעיתים, לא כל דסקת הירח תעבור באיזור הצל המלא של כדור הארץ ואז מתקבל ליקוי חלקי בלבד. חלק מדסקת הירח תהיה מוארת כמעט כרגיל וחלקה האחר מוצל. תופעת הירח האדום מתרחשת גם בליקוי חלקי אולם בולטת הרבה פחות.

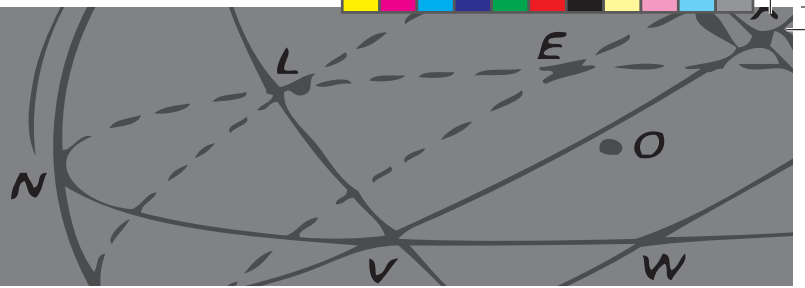
עקב קוטרו הגדול של צל כדור הארץ, ייתכן מצב בו הירח ייכנס לאיזור הצל החלקי בלבד. מבחינה אסטרונומית מצב זה נחשב ליקוי, אולם לוחות רבים כלל לא מציינים ליקויי צל חלקי, ולצופה בעין לא יראה שום שינוי בהופעת הירח.

למה אין ליקוי כל חודש?

מישור הקפת הירח את כדור הארץ אינו זהה למישור הקפת כדור הארץ את השמש (מישור זה של הקפת השמש נקרא "אקליפטיק", או "מישור הליקויים"). לו היו שני המישורים זהים, היו לנו ליקויי ירח ושמש מדי חודש. מסלול הירח נוטה בזווית של כחמש מעלות למישור כדור הארץ. רק כאשר הירח במילואו או במולדו נמצא על האקליפטיק, יתרחש ליקוי. הנקודות בהן הירח נמצא על מישור האקליפטיק מכונות "קשרים". הקשרים עצמם סובבים את כדור הארץ במחזור של 18.6 שנה. מחזוריות זו אובחנה בידי צופים קדמוניים והיוותה את הבסיס הראשוני לתחזיות ליקויים. לאחר 18.6 שנה

בעת ליקוי חמה מומלץ לשים לב ולהסתכל גם לקרקע ולא רק לשמים. צל הירח ייראה כמתקדם במהירות מדהימה של חצי קילומטר בשנייה (ולפעמים אף יותר, תלוי בקו הרוחב). מי שיביט מערבה, שניות לפני שלב הליקוי המלא, יראה פס שחור ענקי נע במהירות לכיוונו, ושניות לפני תום הליקוי המלא יראה פס אור. כמו כן, צופה שיצפה בליקוי לא ממרכז הרצועה אלא משוליה, יזכה לראות תופעה המכונה "חרוזי ביילי": אור השמש מבצבץ בין הרי הירח ויוצר נקודות אור הדומות לחרוזים, או ליהלום על טבעת.

אסטרונומיה, גיליון אביב, 2009



בין קוטר הירח למרחקו מכדור הארץ. בצעו את החישוב וראו אם הגעתם לערכים הקרובים לערכים האמיתיים. ניתן לחזור על ניסוי זה בירח מלא בפריגאה ואפוגיאה כנוכח למעלה אולם ההבדלים יהיו קטנים למדי וקשים למדידה ידנית.

כאשר מרחקו של הירח ידוע ניתן לגשת לחישוב מרחק כדור הארץ מהשמש. החישוב פשוט מבחינה מתמטית אך מדידתו מסובכת ומצריכה דיוק רב, כך שלא ניתן לבצעה באמצעים ביתיים רגילים. החישוב שבוצע לראשונה על ידי אריסטרכוס איש סאמוס במאה השלישית לפני הספירה לא היה מדויק מספיק ונתן ערך רחוק מהאמת (כ-7.5 מיליון קילומטר בלבד במקום כ-150 מיליון ק"מ).

גם ליקויי שמש סייעו רבות למדע. נזכיר שלוש תגליות חשובות: מציאת אורך החודש הירחי. הערך המקורב הינו בין 29 ל-30 יום וקרוב מאד ל-29.5. מדידה של שני ליקויי חמה בהפרשים של מאות שנים אפשרו לחלק את מספר הימים שעברו במספר החודשים שעברו ולחשב ערך מדויק הרבה יותר.

גילוי היסוד הליום, אותו הזכרנו בכתבה הקודמת. ההליום התגלה בזמן ליקוי חמה שאפשר מדידת ספקטרום, לא מהשמש עצמה אלא מההילה שלה (קורונה) ושם התגלה הספקטרום המיוחד ליסוד הליום (ראו כתבה בגיליון זה).

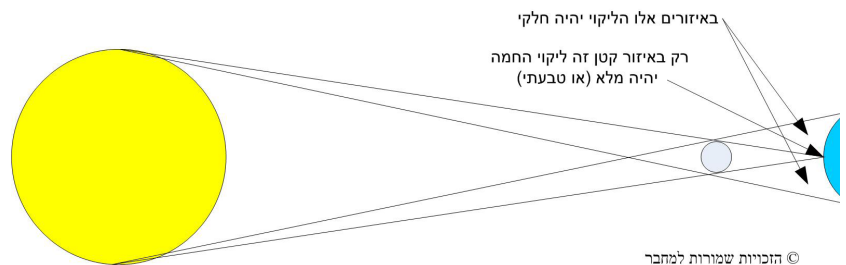
אישוש תורת היחסות של איינשטיין. לפי התיאוריה, כוח המשיכה של השמש צריך לכופף אור של כוכב, כך שהוא יראה במיקום שונה במקצת ממיקומו הצפוי. הכוכב צולם במהלך השנה כאשר הוא במרחק זוויתי רב מהשמש. מטרת הניסוי הייתה לצלם את אותו כוכב בשיאו של ליקוי החמה (כאשר השמש נראית קרובה לאותו כוכב), ולמדוד את תזוזתו בשמים (גם לפי תורת ניוטון הייתה צריכה להיראות תזוזה כלשהי, אולם לפי תורת איינשטיין גודל התזוזה הינו כפול). בשנת 1918 שני צוותי צילום בראשות סיר ארתור אדינגטון נשלחו לצלם את הליקוי שהתרחש בשמי אפריקה וברזיל. הצוותים דיווחו על תוצאות שאיששו את התיאוריה של איינשטיין והפריכו סופית את תיאוריית ניוטון.

גאות ושפל

תופעה נוספת הנגרמת על ידי הירח היא תופעת הגאות והשפל. תופעה זו אומנם ניתנת לצפייה, אך כמעט ואינה מורגשת בישראל, בגלל הפרש הגבהים הנמוך בחוף ים התיכון (עד חצי מטר). התופעה מורגשת היטב באוקיינוסים, שם ההבדלים בגובה פני הים יכולים להגיע למטרים רבים ובמקרים מסוימים נסוגים פני הים במאות מטרים. כאשר הירח נמצא מעל האוקיאנוס, כוח המשיכה שלו מושך את המים לכיוונו ולכן גובה פני הים עולה. הדבר המשונה הוא שגם בצידו השני של כדור הארץ מתרחשת גאות (המים מתרחקים מהירח).

מתרחשים ליקויים דומים מאוד אך עם הבדלים דקים בתזמון, מיקום שמימי ועוד. מחזור ליקויים שלם מתחיל בסדרה של ליקויים חלקיים מאד (או ליקוי חצי צל), ממשיך דרך ליקוי מלא, ושוב דרך ליקויים חלקיים, ונמשך עד סיומו כ-1400 שנה לאחר תחילתו. מחזור שלם כזה מכונה מחזור סארוס. בפרסומים על ליקויים יופיע תמיד מספר המחזור הסארוסי ומספרו הסידורי של הליקוי במחזור.

ליקוי חמה



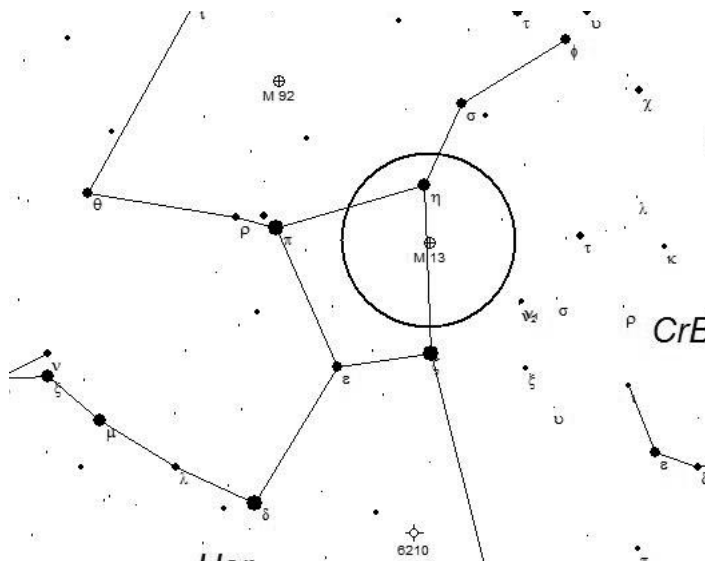
© הזכויות שמורות למחבר

בשנת 2009 שני ליקויי חמה. אחד הוא ליקוי טבעתי שהתרחש ב-26/1/2009 ואחד הוא ליקוי מלא שיתרחש ב-22/7/2009. שני הליקויים לא יראו מישראל. ליקוי ירח חלקי צפוי ב-31/12/09 וייראה מישראל (כיסוי של כ-25% משטח הירח). ליקוי הירח המלא הבא שניתן לצפייה מישראל יתרחש רק בדצמבר 2011. ליקויי חמה מלאים מישראל לא צפויים בעשרות השנים הקרובות.

חשיבותם המדעית של הליקויים

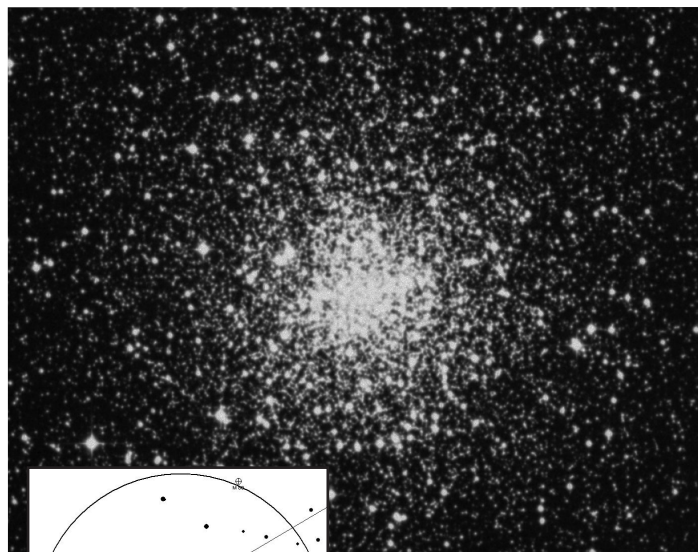
הליקויים אינם רק תופעה אסטרונומית יפה לצפייה. ליקויים סיפקו מידע חשוב ביותר על היקום. באמצעות ליקוי ירח ניתן לחשב את היחס בין קוטרי כדור הארץ והירח. קוטר צל כדור הארץ הוא כמעט כקוטר כדור הארץ עצמו. ניתן למדוד את קשת הצל של כדור הארץ על הירח באמצע הליקוי. אפשר להשלים את שאר העיגול לפי הקשת ולקבל שני עיגולים, אחד של הירח ואחד של כדור הארץ. היחס בין העיגולים יהיה קרוב מאד ליחס האמיתי בין הארץ לירח. מאחר וגודלו של כדור הארץ ידוע (אריסטוטנס חישב אותו כמאתיים שנה לפני הספירה), ניתן לחשב את גודל הירח. בליקוי הירח, נסו לצייר את קשת הצל של הארץ על הירח בשלב החלקי של הליקוי. מדידה זו קשה יותר לביצוע ולכן אם לא תצליחו היעזרו בערך הידוע של קוטר הירח.

כאשר קוטר הירח ידוע, ניתן לחשב את מרחקו מכדור הארץ. על מנת לחשב זאת, בצעו את הניסוי הבא בליל ירח מלא: קחו מטבע של עשר אגורות או חצי שקל והחזיקו אותו בידכם כך שיכסה בדיוק את כל הירח. בעזרת סרגל או סרט מדידה, מדדו את המרחק מהעין למטבע. באמצעות דמיון משולשים, ניתן לראות שהיחס בין קוטר המטבע למרחקו מהעין זהה ליחס



M13. צילום: חבר האגודה ערן זגייר.

M13 - צביר המצוי בקבוצת הכוכבים הרקולס. זהו אולי הצביר הידוע והפופולארי ביותר בשמי חצי הכדור הצפוני. בדומה לצביר M3, אותו הזכרנו בגיליון הקודם, גם M13 מכיל עשרות אלפי כוכבים. משקפת תיתן רק רמז למלוא הדרו של גרם שמים זה, אולם עדיין שווה לצפות בשדה רחב. את קבוצת הרקולס תוכלו למצוא בין הכוכב וגה (הכוכב הבהיר ביותר בקבוצת נבל, או Lyra) ובין ארקטורוס (הכוכב הבהיר בקבוצת רועה הדובים, או Bootes). חפשו טרפו ברור בין שני הכוכבים. שם, בעזרת מפה אתרו את אתא (η) וזתא (ζ) הרקולס. הצביר נמצא בשליש המרחק מאתא לזתא. מרחקו של צביר זה מעמנו הוא כ-25,100 שנות אור. למרות זאת, זהו חופן יהלומים מכובד לכל תצפית אביבית-קיציית. משהו אישי: דרך M13, התחלתי להכיר את השמים בעזרת מפות ונטשתי את הטלסקופ הממוחשב לטובת טלסקופ דובסוני ידני ★

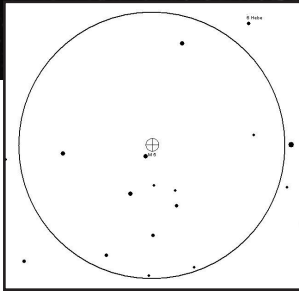
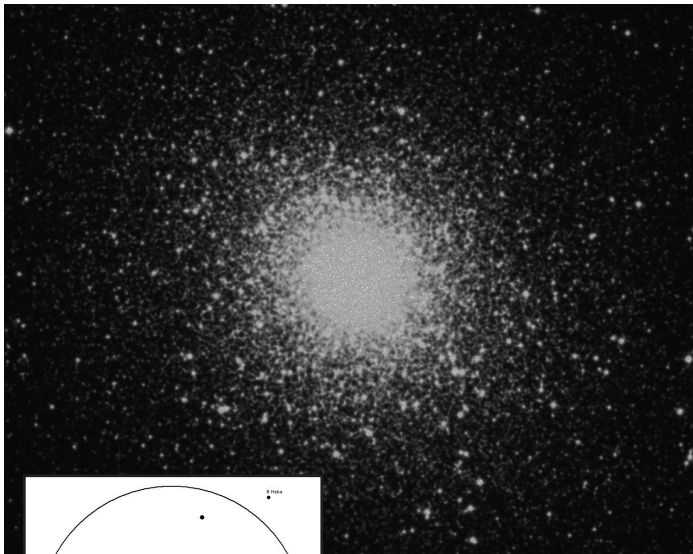


הצביר M4. צילום: DSS

M4 - אחד הצבירים הקלים ביותר לאיתור: מצאו את קבוצת הכוכבים עקרב (Scorpius) ובה את הכוכב הזוהר ביותר שלה, אנטארס. על אנטארס אפשר לכתוב הרבה, שכן שמדובר בענק אדום אמיתי ואימתני... אולם לא באנטארס עסקינן. עם המשקפת שבידכם הסיטו את המבט ממנו מערבה בעדינות עד שתתקלו בגוש אפרפק, שנראה דרך המשקפת כגודל הירח המלא בעין בלתי מצוידת. הגעתם. הצביר M4 שוכן כ-7,200 שנות אור מעמנו. קוטר מוערך בכ-75 שנות אור. גילה אותו ויליאם הרשל בשנת 1783 ★

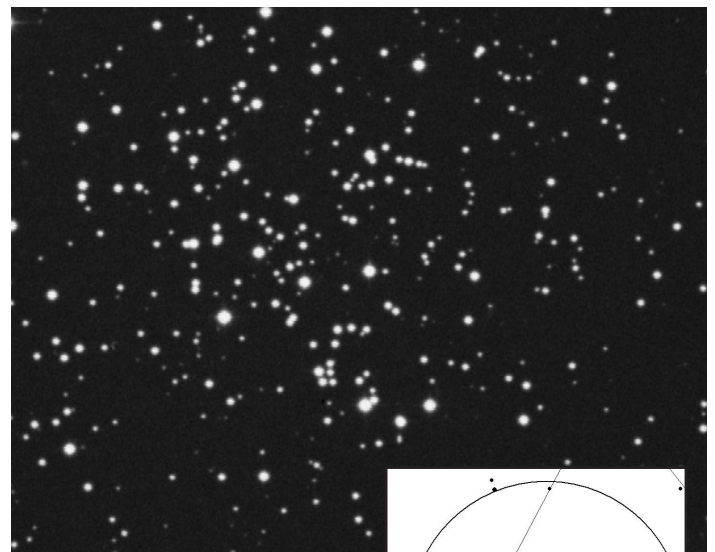
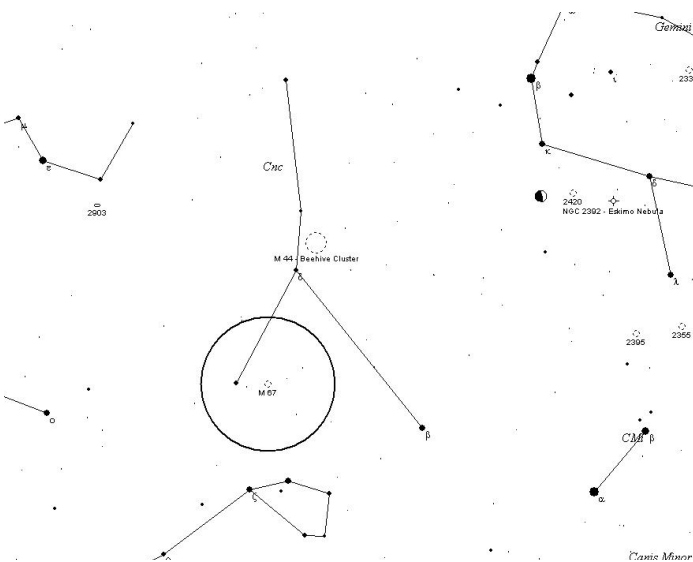
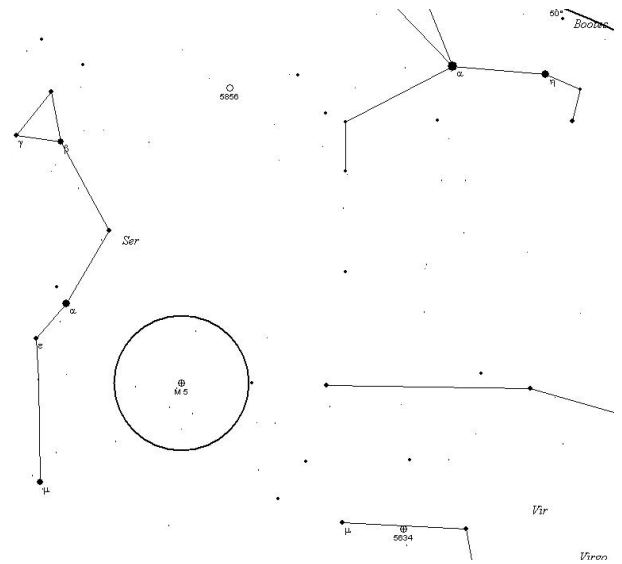
עצמי אביב-קיץ לתצפית במשקפת תצפיות אביב-קיץ

עדן אוריון
eorion2@gmail.com

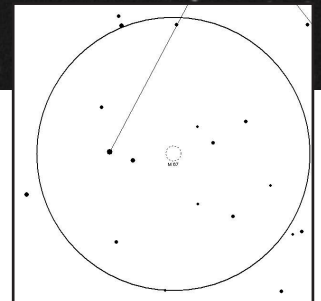


הצביר M5. צילום: DSS.

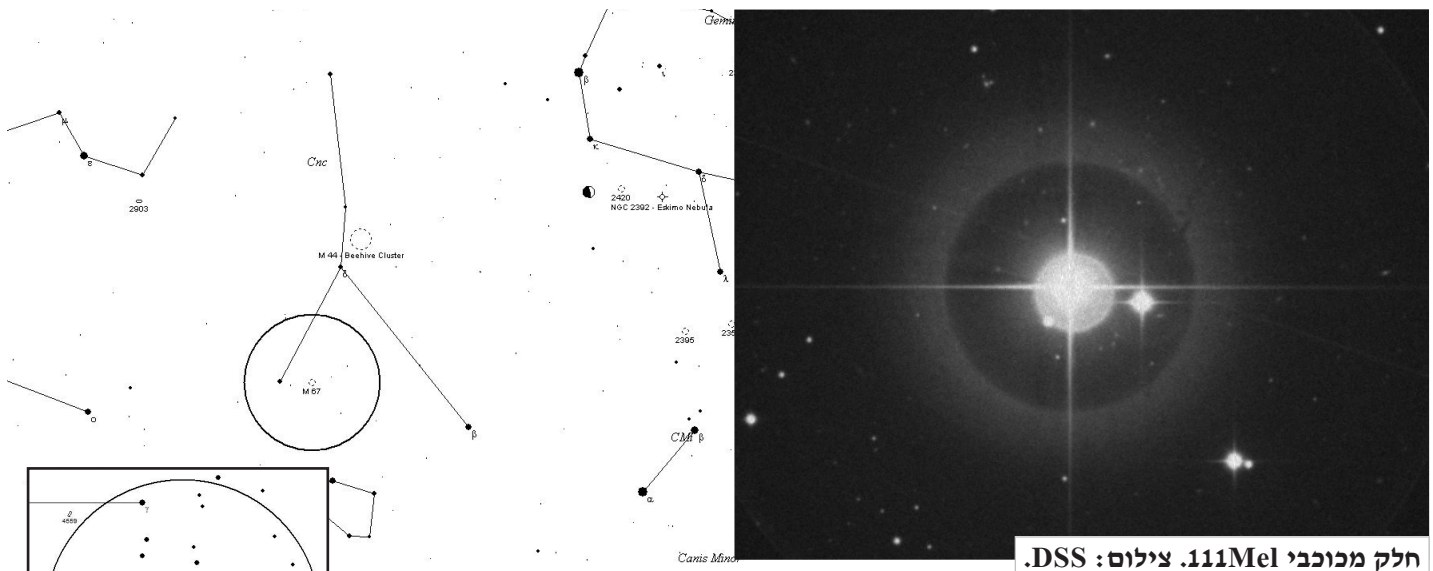
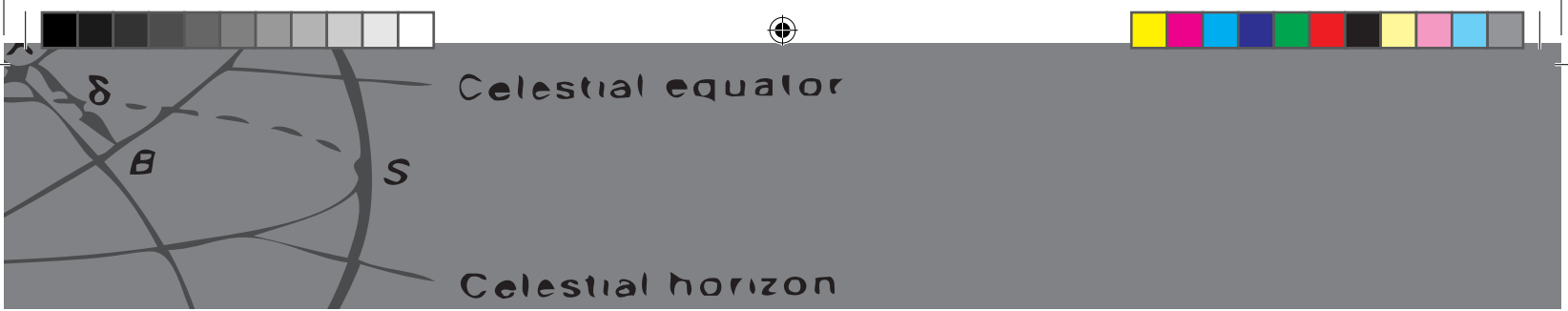
M5 - אולי צביר לא כל כך מפורסם כמו M31, אך גם M5 נחשב לאחד הצבירים ה"סלברטאים". תוכלו למצוא אותו בקבוצת נחש (Serpens בלעז), הסמוכה לקבוצת נושא הנחש (או Ophiuchus). שם, דרומית-מערבית לכוכב הבהיר ביותר בקבוצת נחש, תזהו את הצביר. מרחקו מעמנו עומד על כ-24,500 שנות אור וקוטרו המוערך הוא כ-165 שנות אור, אם כי הצפייה בו נותנת הרגשה של משהו קטן יותר. הצביר נתגלה על ידי גוטפריד קירש בשנת 1702 ★



הצביר M76. צילום: DSS.

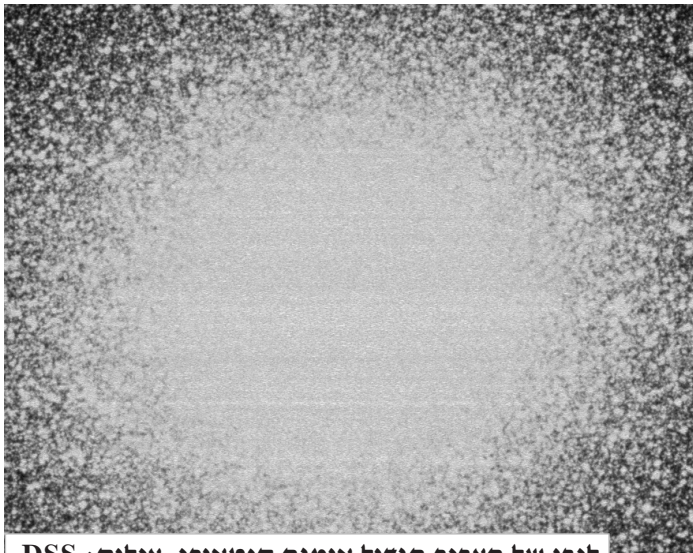


M76 - מזקני הצבירים בגלקסיה שלנו. גילו מוערך בכ-4 מיליארד שנים. כדאי לזכור כי הוא עדיין "צעיר" יותר ממערכת השמש שלנו, אולם חייהם של צבירים קצרים בדרך כלל, ו-M76 מאריך חיים וצפויים לו עוד כ-5 מיליארד שנות חיים. למציאת צביר זה, עליכם לזהות את הכוכב הבהיר ביותר בקבוצת כלב קטן (Canis Minor). זהו הכוכב פרוקיון (Procyon). מצפון-מערב לפרוקיון, זהו את הכוכב ביתא (β) כלב קטן, הלוא זה גומיזה. מגומיזה, נועז לכיוון צפון מזרח, עד שתיתקלו בכוכב ביתא (β) סרטן. המשיכו באותו כיוון עד לכוכב אלפא (α) סרטן. 76M נמצא על הציר בין אלפא לביתא סרטן, קרוב לאלפא. הצביר התגלה לראשונה לפני 1779 על-ידי ג'והן גוטפריד קוהלר, ונתגלה שוב באופן עצמאי ב-1780 על ידי שארל מסייה עצמו. הצביר עצמו מצוי בקבוצת סרטן ונראה כגלקסיה קטנה דרך משקפת ★

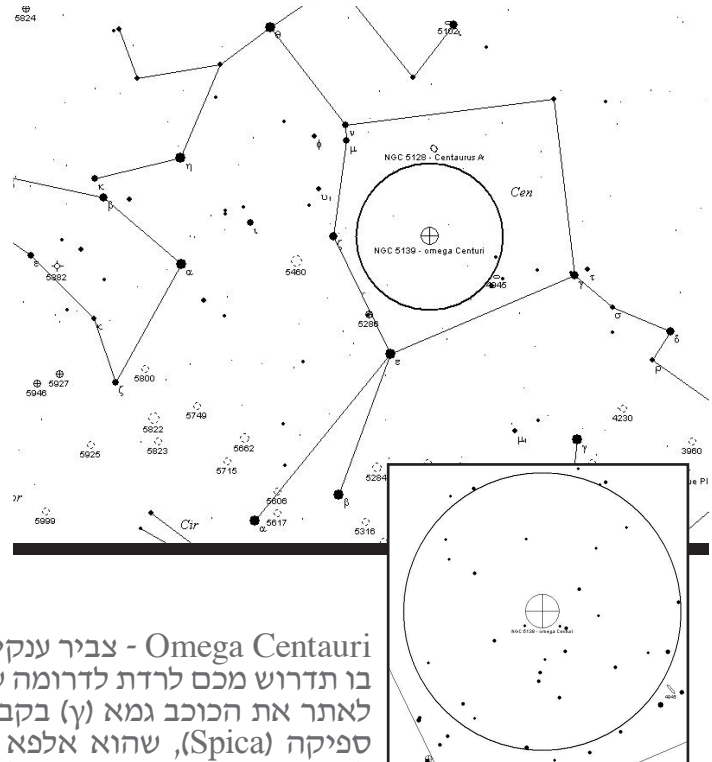


חלק מכוכבי 111Mel. צילום: DSS.

Melotte111 - גרם שמיים יפהפה למשקפת. צביר פתוח זה קוטלג לראשונה על ידי תלמי בשנת 138 לספירה, אולם הוכח כבעל תכונות של צביר רק בשנת 1938. הצביר נמצא בקבוצת "שערות ברניקי" (Coma Berenices). למציאת הצביר, חזרו אל הכוכב ארקטורוס בקבוצת רועה הדובים. כעת נועו מערבה עד לכוכב אלפא (α) בקבוצת שערות שולמית. נועו צפונה עד לביתא (β) שערות שולמית, והמשיכו שוב מערבה עד גמא (γ) שערות שולמית. האזור מרובה הכוכבים מדרום לגמא שערות שולמית הוא הצביר הפתוח Melotte111. גילם של הכוכבים בצביר מוערך בכ-400 מליון שנים ★



ליבו של הצביר הגדול אומגה קנטאורי. צילום: DSS.

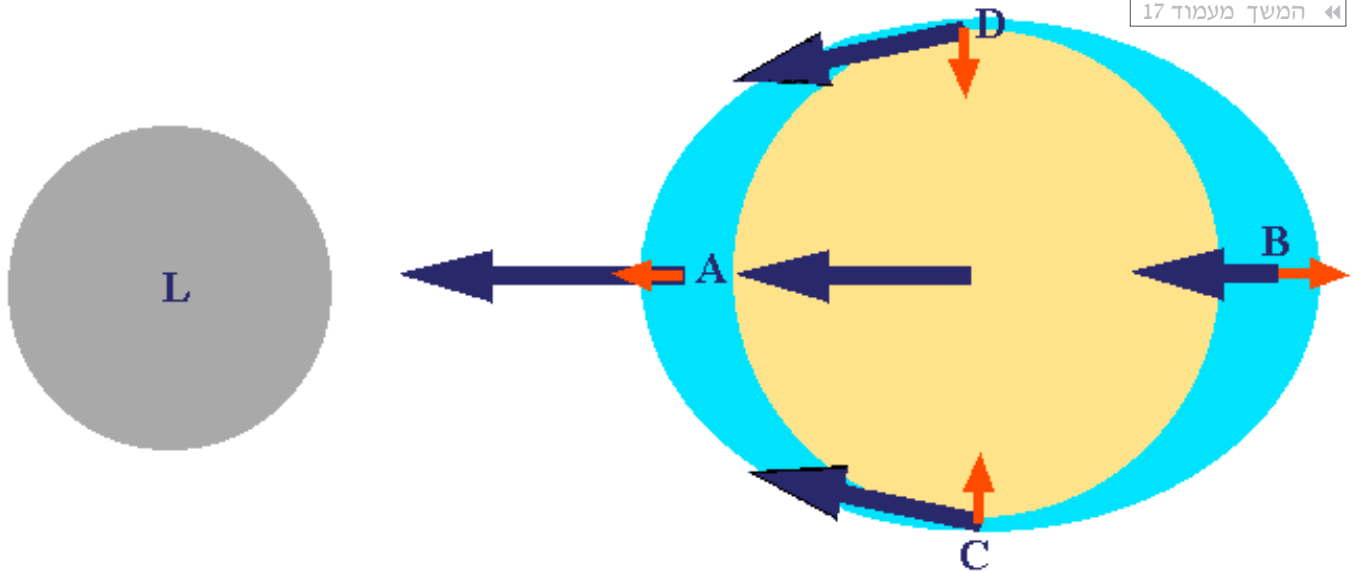


Omega Centauri - צביר ענקי, אולי היפה ביותר מבין הצבירים הנצפים בשמים. הצפייה בו תדרוש מכם לרדת לדרומה של הארץ שכן מיקומו עמוק בשמי החצי הכדור הדרומי. נסו לאתר את הכוכב גמא (γ) בקבוצת הידרה (Hydra). אם אינכם מצליחים, זהו את הכוכב ספיקה (Spica), שהוא אלפא בקבוצת בתולה (Virgo) והורידו אנך לדרום עד שתגיעו לגמא הידרה. כעת המשיכו לרדת דרומה. הצביר נמצא בערך שלוש פעמים המרחק בין ספיקה לגמא הידרה, במרכז מלבן השור עם נטייה קלה מזרחה. הצביר התגלה על ידי אדמונד האלי בשנת 1677. אם כי גם ברישומיו של תלמי מלפני קרוב ל-2,000 שנים מופיע אומגה קנטאורי ככוכב. בלילה צלול וחשוך, ניתן להבחין בו גם בעין בלתי מצוידת בקבוצת קנטאורוס (בדרומה של הארץ - סמוך מאוד לקו האופק). מומלץ ביותר!

ב ה צ ל ה



המשך מעמוד 17



כוחות גאות שמפעיל הירח על ארבע נקודות שונות בכדור הארץ (חץ בהיר) כהפרש בין כוח המשיכה של הירח בכל נקודה (חץ שחור) לבין כוח המשיכה של הירח על מרכז הכובד של כדור הארץ (מקור האיור בויקיפדיה העברית)

העברי קבוע ובעל כללים מדויקים, כך שתחילת החודש העברי אינה נקבעת יותר ע"י עדות ראייה. אולם, ראייה ראשונה של הירח בחודש בעין בלתי מצוידת מהווה לרוב אתגר תצפיתי. הירח בתחילתו נראה כחרמש דקיק. לעיתים פחות מאחוז בודד משטחו מואר וקשה מאד לראותו ללא מכשור. מצב דומה מתרחש גם בסוף חודש, וזו היא "ראייה אחרונה". לראייה זו אין חשיבות ולכן לרוב אין צופים בה. במקרים מיוחדים מאד, יש אפשרות לראות ראייה אחרונה ולמחרת בערב ראייה ראשונה בהפרש של כ-36 שעות בלבד. מצב נדיר זה אולי יהיה אפשרי בראש חודש תמוז הקרוב (22-23 ביוני). ראייה כזו היא קשה ביותר ומהווה אתגר ממשי. לפרטים נוספים אודות ראייה ראשונה של הלוח ניתן לפנות לאתר: "האגודה הישראלית לצפייה בירח החדש" בכתובת הבאה: http://www.geocities.com/royh_il/inmshhtm

הסיבה לכך היא שינוי מרכז הכובד של כדור הארץ. כתוצאה משינוי זה, המים מושפעים פחות משדה הכבידה של כדור הארץ ולכן עולים! הגאות והשפל הינה תופעה יומית. עוצמת התופעה מושפעת גם מהשמש. בתחילת חודש עברי, השמש והירח באותו צד של כדור הארץ והגאות תהיה החזקה ביותר. באמצע חודש עברי, הגאות תהיה חלשה יותר מאחר וכוח המשיכה של השמש מפחית במקצת מכוח המשיכה של הירח.

ראייה ראשונה בחודש

בלוח העברי, נקבעת תחילת החודש כיום הראשון בו ניתן לראות את הירח. מי שראה את הירח נדרש לבוא ולהעיד בבית הדין, כאשר בית הדין מקדש את החודש. כיום הלוח

הירח ביהדות

בכל חודש עברי, כמה ימים לאחר מולד הירח, מברכים את "ברכת הלבנה". הברכה מודה לאלוקים על חידוש המאורות בפרט ועל שאר הבריאה והתנהלות העולם בכלל תוך התנערות מתפיסות אליליות. במהלך הברכה נאמר גם הפסוק: "כשם שאיני יכול לנגוע בך כך לא יוכלו כל אויבי לנגוע בי לרעה". לאחר נחיתת האדם על הירח, הסתבר שאדם יכול לגעת בירח. הרב מנחם כשר התייחס לנושא ופירסם מאמר מייד לאחר הנחיתה המנתח את השפעות המאורע על האמונה היהודית. ניתן לקרוא גירסה מלאה בכתובת:

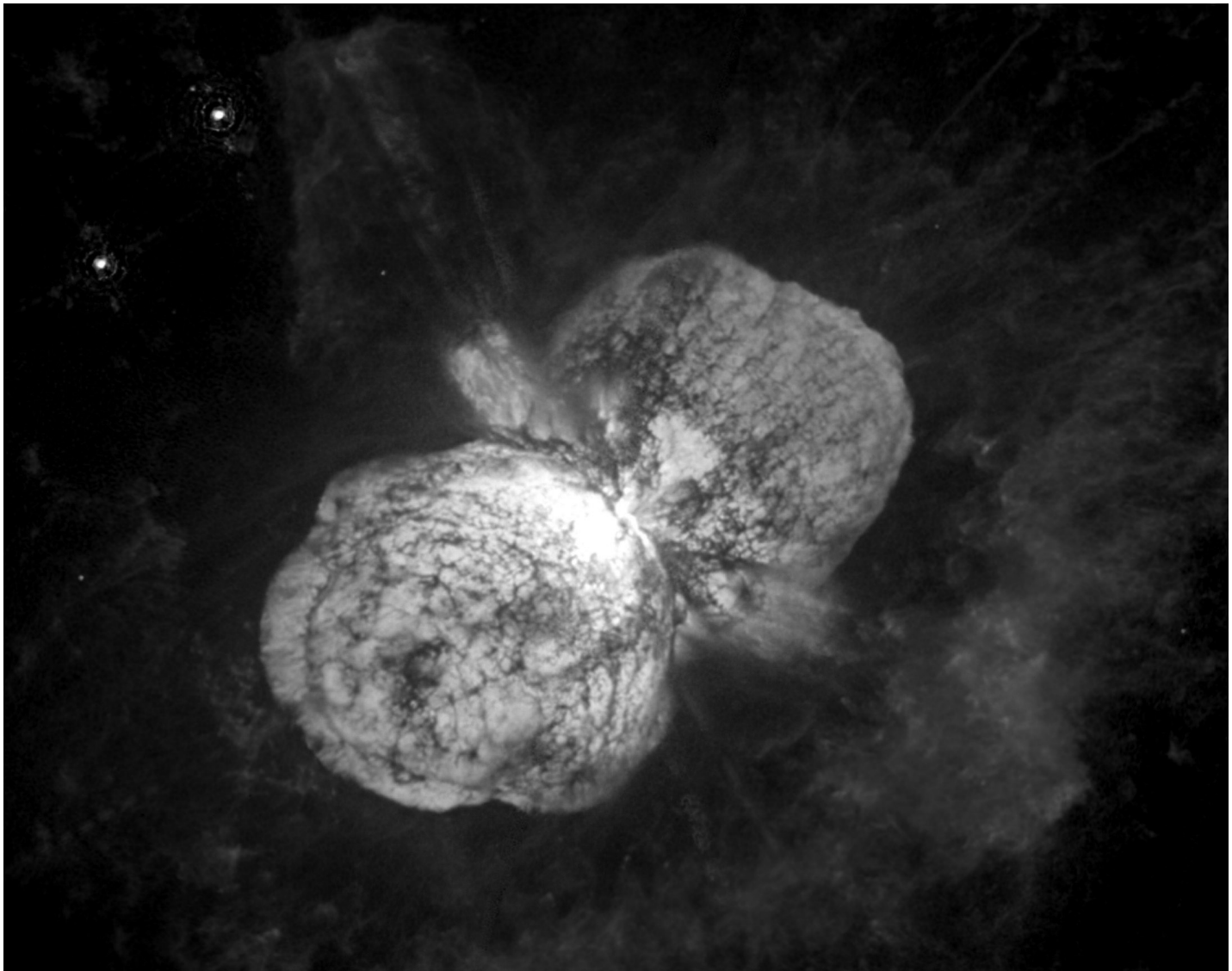
<http://www.hebrewbooks.org/pdfpager.aspx?req=944>



Celestial equator

העניינים מתבחרים

Celestial horizon



תמונה 1 – אטה קרינה וההומונקולוס בתחום הנראה של הקרינה האלקטרומגנטית (צילום ע"י טלסקופ החלל על שם האבל). ניתן להבחין במבנה ובצורה של החלקים השונים. החומר המרכיב את המבנה שנראה כמו שעון חול, נזרק בהתפרצות שהתרחשה לפני 170 שנים ונמשכה 20 שנים. החומר בחלק הימני התחתון נזרק מזוג הכוכבים בזמנים קדומים יותר. מקור: נאס"א.

פעמים מסת שמש. מחזוריות הכוכב המשני סביב הראשוני היא 5.54 שנים, והמסלול שלו אליפטי מאוד כך שהמרחק בנקודה הרחוקה ביותר גדול פי שלושים מהמרחק בנקודה הקרובה ביותר.

"ענקים כחולים בהירים" נוטים להתפרץ התפרצויות אדירות בהן ההארה של הכוכב גדלה וכמויות גדולות של מסה נזרקות החוצה מהכוכב. התפרצות שכזו חווה אַטְה קרינה בין השנים 1837-1856, בה ההארה עלתה ל- 20 מיליון פעמים הארת השמש וכמות של כתרסר מסות שמש נזרקה לתווך שמסביב לכוכב. למעשה במהלך ההתפרצות הכוכב ההארה היתה כה גבוהה, עד כדי כך שהוא היה הכוכב השני הכי בהיר בשמי הלילה של החצי הכדור הדרומי למרות ריחוקו הרב מכדור הארץ. התפרצות זכתה לשם "ההתפרצות האדירה", כנראה מכיוון שלאחריה, בשנות ה- 90 של המאה התשע-עשרה התרחשה התפרצות נוספת, חלשה יותר שמכונה "ההתפרצות

בימים אלה נושאים האסטרונומים עיניים אל עבר זוג הכוכבים העל-כבדים, במערכת המכונה אטה-קרינה, בעונת התגובה החזקה בין הכוכבים: עונה המכונה 'תקופת המינימום'. תגובה חזקה זו הנמשכת 10 שבועות והחוזרת על עצמה במחזוריות של 5.54 שנים, עושה את זוג הכוכבים לאחד מזוגות הכוכבים המעניינים ביותר בגלקסיה שלנו (שביל החלב), בנוסף על היותו זוג הכוכבים הכבד ביותר המוכר לנו.

הכוכב הכבד בזוג משתייך לקבוצה מצומצמת של כוכבים הנקראים "ענקים כחולים בהירים", ומסתו לפחות פי 120 ממסת השמש שלנו. הכוכב כה גדול שרדיוסו שקול כמעט למרחק שבין השמש לכדור הארץ (יחידה אסטרונומית). גם ההארה שלו עצומה – פי חמישה מיליון מההארה של השמש, קרוב מאוד לערך התיאורטי המקסימלי שכוכב יכול להאיר. לכוכב הראשוני בן זוג (כוכב משני) במסה של כשלושים



זוג הכוכבים הכבד ביותר המוכר לנו יוצא מתקופת המינימום

פרופ' נועם סוקר ועמית קאשי

לאחר ששכחה ההתפרצות האדירה, נרגעו שני הכוכבים, וכמעט חזרו למצבם קודם ההתפרצות. שני הכוכבים פולטים רוחות חזקות מאוד (כלומר, פולטים גז לחלל). הכוכב הראשוני פולט רוח צפופה מאד במהירות איטית יחסית של כ-500 ק"מ לשנייה (מהירות דומה למהירות רוח השמש), ובן זוגו פולט רוח דלילה פי 30, אולם מהירה פי 6 בערך.

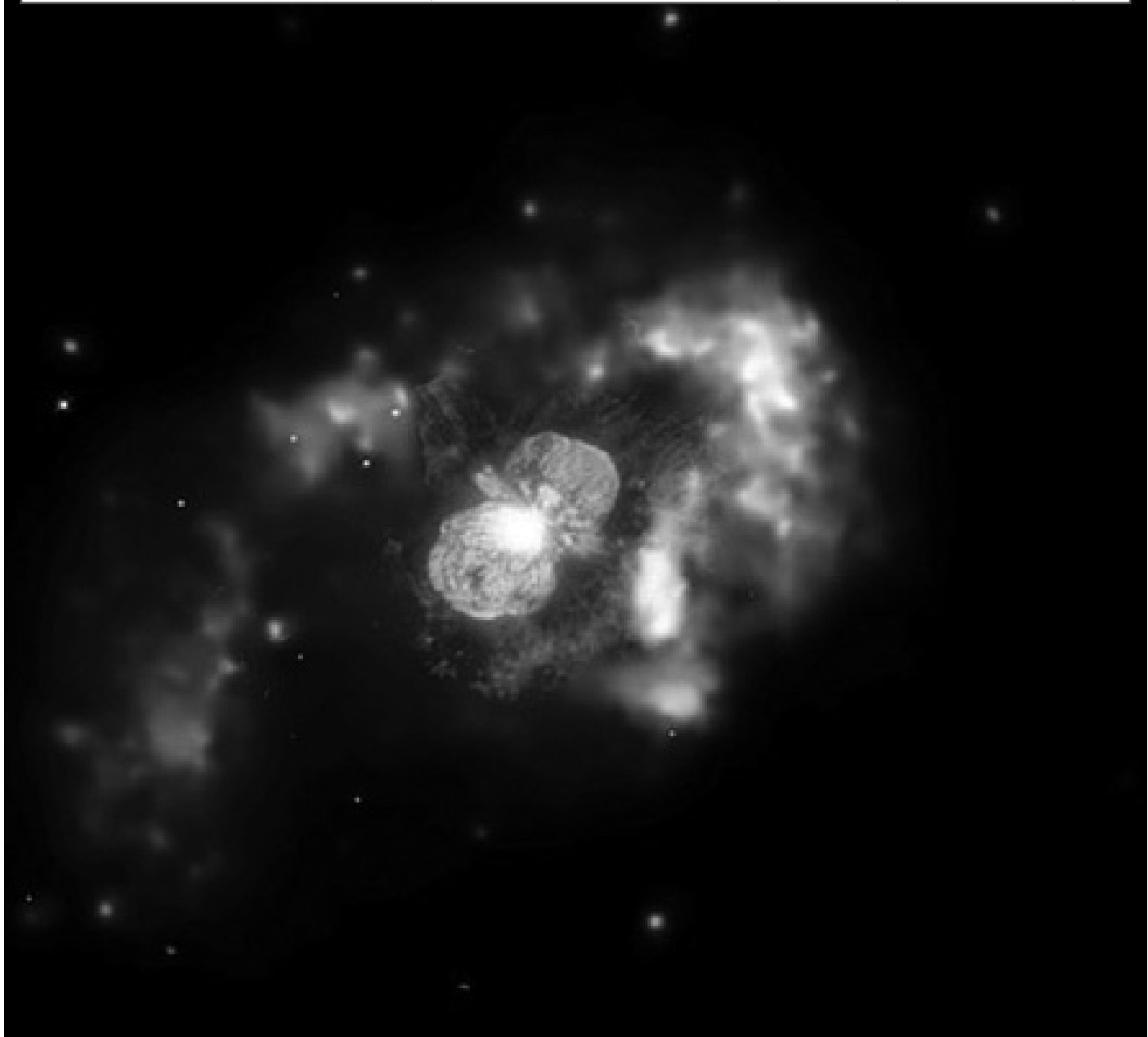
שתי הרוחות מתנגשות ומתחממות. הגז החם של רוח הכוכב המשני המהירה יותר, מגיע לטמפרטורות של כמאה מליון מעלות ופולט קרינת-X (קרינת רנטגן). קרינת-X נבלעת באטמוספירה של כדור הארץ (למזלנו הטוב), ולכן ניתנת לגילוי רק מטלסקופים בחלל.

« המשך בעמוד 27 »

הקטנה". חישובים מראים שהכוכב הכבד החל חייו עם מסה של בערך 200 פעמים מסת השמש, ובמהלך חייו, בהתפרצויות וברוח, הוא איבד בערך 80 מסות שמש לחלל.

המסה שנזרקה בהתפרצות האדירה יצרה ערפילית דמויית שעון חול הנקראת ה-"הומונקולוס" (איש קטן) שמסתירה חלקית את הכוכב עד עצם היום הזה (ראו תמונה 1), וממשיכה להתפשט במהירות של 600 ק"מ לשנייה. במודל שפותח ע"י פרופ' נועם סוקר מהפקולטה לפיסיקה בטכניון, הצורה המיוחדת, הדו קוטבית, של הערפילית מיוחסת לשני סילונים מנוגדים ששוגרו מהכוכב המשני שספח את רוח הכוכב הראשוני במהלך ההתפרצות האדירה.

תמונה 2 – תמונה של אטה קרינה וההומונקולוס באורכי גל שונים. "החלק הלבן/אפור החיצוני צולם ע"י טלסקופ חלל המצלם בתחום קרני ה-X. שאר הצילום צולם ע"י טלסקופ החלל הצופה בתחום האור הנראה (בדומה לתמונה בעמוד הקודם) החומר המרכיב את המבנה שניראה כמו שעון חול, נזרק בהתפרצות שהתרחשה לפני 170 שנים ונמשכה 20 שנים, ואילו החלק החיצוני הנראה בקרינת-X נזרק ע"י זוג הכוכבים לפני מאות שנים. מקור: נאס"א.





Celestial equator

למצוא את הבלתי נראה

Celestial horizon

בסכמו את עבודת חייו אמר פראונהופר על עצמו: "בכל עבודתי הקדשתי את עיקר מאמצי לשכלול האופטיקה המעשית", ואכן ממצאי העבודה השקדנית והמשוכללת של פראונהופר, שהיו כה מהפכניים, לא פוענחו על ידו על ידי מתן הסברים פיזיקאליים. הסברים אלה סופקו על ידי שניים ממשיכי דרכו: רוברט בונזן (1811-1899) וגוסטב קירכהוף (1824-1887). עבודת חייו של פראונהופר מסמלת את השילוב של ההתפתחות הטכנולוגית, שהיא השימוש בתעשיות כבדות, כגון תעשיית המתכות ותעשיית הזכוכית, עם העיצוב של מכשירים מדעיים מדויקים להפליא שהובילו לפריצת דרך מדעית. אכן בשנת 1835 כבר נוצר התהליך שהוביל למהפכה הממששת של האסטרופיזיקה.

תחילת המהפכה היתה נעוצה בבעיה שהייתה לכימאים באותה תקופה. החוקרים הצליחו לזהות 57 יסודות וכל מאמציהם למצוא יסודות נוספים עלו בתוהו. הם תהו האם מספר היסודות אינו עולה על 57, או שהיסודות הנוספים נדירים ותידרש שיטה חדשה ורגישה ביותר כדי לגלות אותם. בזמן ההוא כבר הייתה ידועה העובדה כי חומרים המכילים יסודות שונים גורמים לצביעת להבת אש בצבעים שונים. אולם מקורות האור (החום) שהיו בידי החוקרים היו בעלי טמפרטורה נמוכה ולא שקופים די הצורך.

ההמצאה של מבער הבונזן היוותה פתרון לבעיה זו: להבת הבונזן הייתה חסרת צבע ובעלת טמפרטורה גבוהה. כך הצליחו החוקרים בונזן וקירכהוף להבחין בכמויות קטנות ביותר של היסודות ואף לגלות יסודות קורט, כמו הליתיום שהוא יסוד נדיר.

דרך התגליות של בונזן וקירכהוף הייתה חזרה על הרעיון המנצח של פראונהופר: צרף של תצפית בשלהבת הגז כאשר מחממים ומנדפים בה יסודות שונים, עם ההפרדה של האור הנפלט בעזרת

המחזו מאקסימיליאן הרביעי, שדאג לחינוכו. אחרי שמונה חודשי לימוד התחיל פראונהופר לעבוד בבית מלאכה לזכוכית שהיה ידוע בקשריו למנזר. בבית מלאכה זה המציא פראונהופר תהליך ליצירת זכוכית טובה ביותר, פיתח שיטה למדידה מדויקת של נפיצת האור ואת הספקטרוסקופ. בעקבות עבודתו נעשתה תעשיית האופטיקה בבוואריה למתקדמת בעולם (טובה מזו שבבריטניה), ופראונהופר קיבל לידיו את משרת הניהול של המכון האופטי של בבוואריה.

כאמן ראשון במעלה, גם באופטיקה וגם בעיצוב מתכות, שכלל פראונהופר את הטלסקופים שבהם השתמש. בעזרת השילוב המנצח של טלסקופ מעולה וספקטרומטר, הוא זיהה 574 קווים שחורים בספקטרום השמש – הם קווי פראונהופר. המצאתו את סריג הדיפרקציה הפכה את הספקטרומטר למכשיר כמותי, ואפשרה מדידה מדויקת של אורכי הגלים של קווים אלה. בעזרת האמצעים המשוכללים של פראונהופר נמדדו קווי בליעה גם בכוכבים בהירים כמו סיריוס וכוכבים ענקים אדומים. כך נמצא כי הספקטראות הללו שונים זה מזה ומהספקטרום של השמש.



קירכהוף (משמאל) ובונזן (מימין). מקור: celestialmonochord.org

מטרת מאמר זה היא לספר סיפור, לגמרי אישי, מתולדות האסטרונומיה. במהלכו נהלל את הגישה הרב תחומית למדע ולשילובים שבין מדע וטכנולוגיה. התגליות אותן נתאר הובילו אל תקופה חדשה ושונה במדעים, תוך יצירת קשר הדוק ודו סתרי בין המדעים והטכנולוגיה.

בשנת 1835 הכריז הפילוסוף הצרפתי אוגוסט קונט (1798-1857) כי "יש אלוהים". אישוש לטענה זו הייתה הדעה שלו כי לעולם לא נדע את הרכב השמש והכוכבים. שהרי לא נשלח לשם משלחת כדי להביא לארץ "חתיכה" מהאובייקט כדי לבדוק את הרכבו במעבדה הכימית, בדרך שעשו הכימאים המפרי דווי (1778-1829), מיכאל פרדי (1791-1867) וממשיכי דרכם. הפילוסוף קונט טען לכן, שישנו ידע הנבצר מבני אנוש והוא נחלת האל בלבד, ושמכאן נובע לדעתו קיום האל כמחזיק באותו ידע נסתר. הכרזה זו הייתה עוד אזהרה לבל יתלו בני האדם את אמונתם באלוהים בכך ש"לעולם לא" נדע, וחזקה את התרעתו של גלילאו גליליי (1564-1642) בדבר הסמכת האמונה על ידיעתנו או ידיעתנו בתחום המדעים. מעניין לציין כי בזמן שהשמיע קונט את אמרתו כבר נעשו מרבית העבודה הניסויית והתיאורטית שהובילו לידע זו ולהרבה יותר מכך. ידע זה והרחבותיו הם הנושא של המאמר הזה.

הגיבור הראשון של הסיפור הוא יוסף פראונהופר (1787-1826). על ילדותו של פראונהופר מסופר המעשה הרומנטי הבא: פראונהופר נולד בבוואריה בשנת 1787, ונפטר בשנת 1826 בגיל 39. בגיל 11 התייתם, ועבד בבית מלאכה לזכוכית אשר קרס על יושביו בשנת 1801. פראונהופר ניצל ואומץ על ידי מושל

תרומתם האסטרונומית של אבות הספקטרוסקופיה

ד"ר ורדה בר

barvara@zahav.net.il

בעקבות מחקרים אלה הגדיר קירכהוף שלושה סוגים של ספקטרום: ספקטרום רציף הנובע ממוצקים וגזים דחוסים מלוהטים שאותו חקר ניוטון, ספקטרום פליטה הנובע מגזים דלילים מלוהטים וספקטרום בליעה שנוצר על ידי בליעת אור רציף בגז דליל מלוהט. כך יצרו בונזן וקירכהוף מהפכה בפיזיקה: זיהוי הספקטרום הבלתי רציף (הבדיד) המתקבל מהגזים הלוהטים וממיון לספקטרום בליעה וספקטרום פליטה. בעזרת שני סוגי ספקטרום אלה התאפשר זיהוי יסודות בחומרים שונים (באמצעות שיטה הנקראת ספקטרואנליזה). בונזן וקירכהוף הובילו מהפכה גם בענף הכימיה, שעניינה שימוש בשיטה חדשה לזיהוי היסודות, גילוי יסודות קורט וגילוי של יסודות שלא היו ידועים מקודם, ביניהם מתכות פעילות וגזים אצילים.

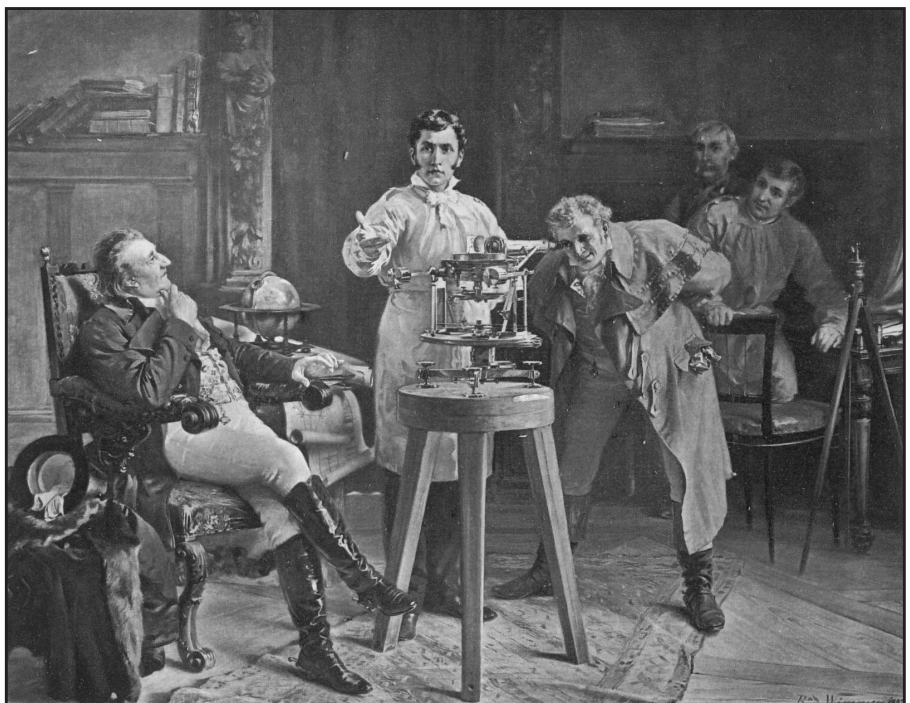
הופעת קווי הבליעה השחורים על רקע האור הרציף נתנה לחוקרים את הרעיון כיצד להסביר את קווי פראונהופר. את הקווים השחורים, שראה ומדד פראונהופר, זיהה קירכהוף כתוצאה מהמעבר של אור השמש הרציף, הנפלט מגוף השמש, דרך שכבה של גזים המקיפה את השמש, כאשר כל יסוד ויסוד בולע את הספקטרום האופייני לו. מכיוון שאורכי הגלים הנפלטים והנבלעים שמאפיינים את היסודות ומזהים אותם הם זהים, ניתן לזהות את היסודות המרכיבים את השמש ואת יתר הכוכבים, במידה ואפשר יהיה למדוד את הספקטרום שלהם. כיום מזהים מאות קווים של יסודות שונים בשמש: מימן, נתרן, סידן, ברזל ומתכות נוספות ניטרליות ומיוננות, וכן היסודות חמצן, גופרית ואחרים.

העבודה של בונזן וקירכהוף השפיעה בעיקר על התפתחות האסטרונומיה, הייתה זו הראשית של תקופה חדשה בהיסטוריה של האסטרונומיה: המעבר לאסטרופיזיקה, כלומר, חקירת ההרכב, המבנה והתפתחות של הכוכבים, חקירת הגז הבין כוכבי והבין גלקטי, וחקר הגלקסיות, הרכבן ותנועותיהן.

הצהובים שבספקטרום הנתרן. הסיבה להופעת הקווים הצהובים הייתה שבעת מחיאת כף ניתזו מהיד רסיסי זיעה, והרי הזיעה מלוחה ומכילה נתרן. כמות קטנטונת זו זוהתה בשלהבת. בהמשך זיהו בונזן וקירכהוף את הימצאות היסוד הנדיר ליתיום בעלי טבק. אולם למרות מצלחתם בזיהוי ריכוזים קטנים של יסודות בחומרים מוכרים, לא הצליחו בונזן וקירכהוף למצוא יסודות חדשים. על כן הגיעו למסקנה שיסודות משוערים אלה הם נדירים מאוד. על מנת לזהות יסודות נדירים אלה, ניקו בונזן וקירכהוף את התמיסות שלהם מהיסודות המצויים, כגון נתרן, סידן וכדומה, כדי שלא יאפילו על היסודות הנדירים. לאחר מכן זוהו יסודות חדשים כמו הרובידיום והצזיום, שהם מתכות פעילות מאוד ונמצאות בטבלת היסודות בהמשך לנתרן ולאשלגן. תגלית נוספת של בונזן וקירכהוף פורסמה כאשר הוצג האור הצבעוני שנפלט משלהבת הבונזן על הרקע של ספקטרום רציף של אור (ממקור ארצי, ובלי קווים שחורים). אז הופיעו בספקטרום של הגז, על רקע הספקטרום הרציף, קווי בליעה שחורים בעלי אותם אורכי גלים כמו קווי הפליטה שנראו בעבר.

הספקטרומטר. כאשר עבר האור שנפלט מהחומרים המלוהטים דרך הספקטרומטר (ספקטרומטר פריזמה), ונצפה הספקטרום שלו, הסתבר כי הספקטרום של האור הנפלט מהגזים המלוהטים שונה מהספקטרום הרציף שראה אייזיק ניוטון (1643-1727) כאשר פצל את אור השמש. ספקטרום זה היה מורכב מסדרה של קווים נפרדים בצבעים שונים. כאשר אורכי הגל של הקווים האלה היו אופייניים ליסודות שפלטו אותם. לכל יסוד התאימה סדרה מיוחדת וקבועה של אורכי גלים – שהיוותה מעין תעודת זהות או טביעת אצבע של החומר הנבדק. בונזן וקירכהוף זיהו את הספקטרום של יסודות רבים. תוך התבוננות באור הנפלט מהאדים המלוהטים שלהם על ידי שלהבת הבונזן, הם ציירו את הספקטראות הללו והשתמשו בהם כדי לזהות יסודות בחומרים שונים. כך זוהו גם יסודות נדירים בכל מיני חומרים. הסיבה להצלחת בונזן וקירכהוף הייתה העובדה כי שיטת הזיהוי שהמציאו הינה רגישה מאוד, וניתן לאתר בעזרתה גם כמויות זעירות של היסודות. דוגמא לכך סופקה ע"י שני החוקרים שמחאו כף על יד שלהבת הבונזן. מחיאת הכף מיד הביאה להופעת שני הקווים

פראונהופר (במרכז) מציג את הספקטרוסקופ. מקור: ויקיפדיה.





אובחן קו ירוק חלש בחלק הירוק של ספקטרום השמש. צ'רלס יאנג (1864-1922) קישר קו זה בשנת 1869 עם קו מס' 1474 בסדרת קווי הברזל של קירכהוף. זהו קו שאורך הגל שלו הוא $5316 \text{ \AA}$ (אנגסטרם). עלתה שאלה מדוע מכל מאות הקווים של הברזל הופיע רק קו זה בקורונה, ומדוע היה כל כך חלש. בהמשך התברר כי מדובר בזיהוי שגוי, וקו זה הוא למעשה קו ירוק שאופייני לברזל שיוני 13 פעמים: FeXIV , Fe הוא הברזל הניטרלי והלא מיוני. יון זה שייך לקורונה הגבוהה ולטמפרטורות הגבוהות שבה.

מהנאמר עד כה ניתן להסיק שמדע וטכנולוגיה הולכים יד ביד, שתגליות מדעיות מובילות למבקעים טכנולוגיים, ושהמצאות טכנולוגיות מובילות להתפתחויות שהן לעתים מהפכניות במדע. בדוגמה שלנו הובלה שרשרת המבקעים מההמצאה הצנועה של מבער הבונון שנמצא כיום בכל מעבדת בית ספר ★

מבער בונון. מקור: wikivisual.com.

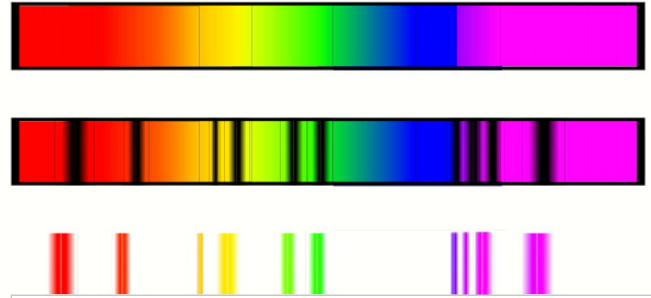


סייעו גם השימוש בלוויינים כדי למדוד קרינות שאינן עוברות את האטמוספירה של כדור הארץ (על אדום, תת סגול וקרני רנטגן) וחשיפת האינפורמציה הטמונה בספקטרום שבתחומים אלה.

כאמור, המהפכה החלה מפענוח קווי פראונהופר וזיהוי היסודות שעל פני השמש. עם התפתחות הטלסקופים, אפשר היה לנתח את הספקטרום של יותר ויותר כוכבים ולזהות את היסודות שבהם. בנוסף, נחשפו גם קווי הספקטרום האופייניים לערפיליות שפולטות ובולעות אור. אבל כאן יש להיזהר, שכן לא כל יסוד הנמצא בכוכב מבטא את עצמו בספקטרום: יסודות הקשים לערוך, כמו מימן, כמעט ואינם מעוררים בפוטוספירה של השמש (מקור קווי המימן נמצא בכרומוספירה), ואילו קווי המתכות האופייניים לשמש אינם מופיעים בכוכבים חמים יותר. משחק מורכב של נוכחות היסודות והטמפרטורה, קובע מה נראה בספקטרום של כל כוכב. כך זהו בהדרגה סוגי הכוכבים.

בליקוי החמה משנת 1868 שהוזכר בעמוד 17 של גליון זה זוהה ההליום. ההליום הוא גז אציל והספקטרום שלו המגיע מן השמש אינו מופיע בפוטוספירה אלא בקורונה, שהטמפרטורה שלה היא בין 1-2 מיליון מעלות. המשמעות היא שההליום אינו נצפה כמגיע מגוף השמש, אלא מהילתה. על כן, הסיכוי היחיד לראות את ספקטרום ההליום של השמש התקיים בעת ליקוי חמה מלא, בו גוף השמש המסנוור מוסתר מעיני הצופה ורק הילתה נראית לעין. הספקטרום של ההליום, אופייני לטמפרטורה של כמיליון מעלות, שהיא טמפרטורת הקורונה הנמוכה. הקו נראה ונמדד על ידי פייר ג'נסן (1824-1907) ופוענח על ידי נורמן לוקיר (1836-1920).

בהקשר לכך יש עוד ליקוי חמה מעניין, והוא הליקוי של 1869. בליקוי זה



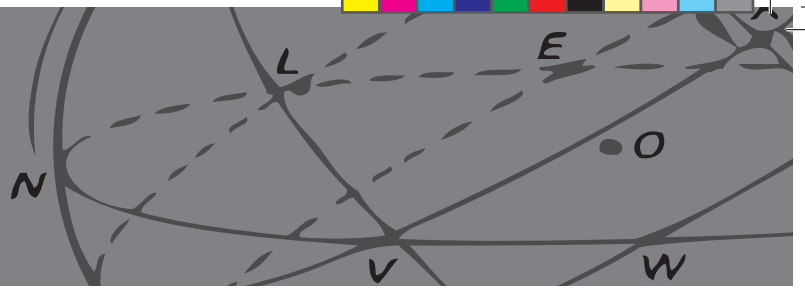
סוגי ספקטרום: רציף (למעלה, מקובל במקורות אור כגון השמש ונורות), בליעה (באמצע, נצפה כאשר אור עובר דרך גז) ופליטה (למטה, כאשר אור נע דרך גז בלחץ נמוך). מקור: asc-csa.gc.ca

תגליות אלה הובילו, בין השאר, להבנת מבנה היקום כולו. כל העבודה הזאת מתחילה מתצפיות בספקטרום של העצמים השונים ונמשכת ביצירת מודלים והסברים תאורטיים. הישג מדהים של השיטה של זיהוי יסודות בעצמים שמיימים בעזרת הספקטרום שלהם, היה זיהוי הספקטרום של המימן בקוויזרים. למעשה, כמעט כל האסטרונומיה של המאה ה-20 נובעת מההמצאות, המדידות וההסברים התיאורטיים של החוקרים שהוצגו כאן. היות שתגליותיהם פרצו את הדרך למיון הכוכבים לסוגיהם ולהגדרת גיל הכוכבים, ולזיהוי יסודות בערפיליות פולטות אור. בתוספת ידע נוסף בפיזיקה (שאולי יכתב עליהם במאמרים הבאים) הובילה הספקטרואנליזה גם למדידת תנועות של כוכבים ועצמים שמיימים אחרים. במאה ה-21 "נוספו" לאסטרופיזיקה חלקיקים אלמנטאריים וחומר ואנרגיה אפלים. תוספת זו לא היתה מתאפשרת לולא "פתיחת" השמים לתחומי הספקטרום השונים, בנוסף לאור הנראה, כתחום הרדיו. בנוסף,

ספקטרומטר. מקור: kingsviewoptical.com



אסטרונומיה, גליון אביב, 2009



« המשך מעמוד 23 »

בכל מחזור בסמוך להגעת שני הכוכבים למרחק הקטן ביותר במסלול המחזורי, העוצמה של קרינת ה-X עולה ולאחר מכן יורדת ירידה חדה לערך של אחוזים בודדים מערכה הרגיל. תקופת מינימום זו נמשכת 10 שבועות. לא רק בקרינת-X, אלא גם בתחומי קרינה אחרים, כמו אינפרא-אדום, אור נראה, ואולטרא-סגול, נצפים שינויים גדולים למשך שבועות בתקופה זו.

תקופות מינימום נצפו באטה קרינה החל משנות ה-40 של המאה העשרים, עוד לפני שהיה ידוע על היותו של אטה קרינה כוכב כפול. ב-11 לינואר 2009 החלה תקופת המינימום השנים-עשר המתועדת של הכוכב. תקופת המינימום ארוכה מכדי שניתן יהיה להסביר אותה ע"י ליקוי, כלומר הסתרת כוכב אחד ע"י מישנהו. בנוסף, מכדור הארץ אנו מסתכלים על מסלול המשני בזווית הגבהה של 49 מעלות, כך שמבחינה גיאומטרית הסתרה (ליקוי) אינה אפשרית.

במודל ייחודי שפותח על ידי הסטודנט עמית קאשי במסגרת עבודת הדוקטורט שלו בפקולטה לפיסיקה בטכניון ובהנחיית פרופ' נועם סוקה, תקופת המינימום מוסברת ע"י העברת מסה מהכוכב הראשוני למשני. ההתקרבות המשמעותית של שני הכוכבים כל 5.54 שנים גורמת להעברת מסה זו, שלמעשה "מכבה" את רוח הכוכב המשני למשך 10 שבועות. מכיוון שרוח הכוכב המשני חודלת להתקיים, גם התנגשות הרוחות מפסיקה למשך 10 שבועות. הגז לא מתחמם, וקרינת ה-X חדלה כמעט לגמרי למשך 10 שבועות אלה.

המודל מצליח להסביר את התנהגות המערכת הזוגית בתקופת המינימום כפי שניצפת גם בתחומים אחרים של הקרינה: קרינת הרדיו והקרינה האינפרא-אדומה, השינוי בעוצמות של הקרינה הנפלטת ע"י יסודות שונים כמו הליום ומימן, ואת קצב ההתאוששות של המערכת לאחר המינימום.

העניין הרב באטה-קרינה יביא עשרות אסטרופיסיקאים להתכנס ולדון בזוג כוכבים זה באוגוסט השנה. הכנס יערך כחלק מהכנס הגדול של התאחדות האסטרונומיה העולמית, שיתקיים השנה בריו דה ז'נירו בברזיל.

סופו של אטה קרינה קרוב מאד במונחים אסטרופיסיקליים. כוכבים כבדים מכילים את הדלק הגרעיני שלהם מהר מאד ובעוד כ-10 מיליון שנים יעבור כל כוכב תהליך של התפוצצות סופרנובה. הכוכב הכבד יותר (הראשוני) צפוי ליצור חור שחור שמסתו בערך 10 פעמים מסת שמש, בעוד שהכוכב הקל מצופה ליצור כוכב נייטרונים שמסתו פעם וחצי מסת השמש. בעבר הועלה חשש כי הסופרנובה של הראשוני תהיה כה חזקה, שהקרינה שתפלט תגרום להכחדת כל החיים בכדור הארץ. חישובים שנעשו בשנים האחרונות הניבו חדשות מרגיעות, שכן ככל הנראה הקרינה שתפלט לא תכוון במרביתה לעברנו, ובכל מקרה מרחק הכוכבים מאיתנו הוא 7500 שנות אור ★

כדאי לדעת

נוספו כאן הסברים למספר מונחים מתחום הפיזיקה שהופיעו במאמר:

עקיפה, דיפרקציה:

הופעת האור מעבר לגבול של סדק, כאשר האור עוקף את הסדק כתוצאה מאופיו הגלי ★

סריג עקיפה, סריג דיפרקציה:

באופטיקה, סריג עקיפה (או דיפראקציה) מהווה סדרה מסודרת של חריצים דקים שהמרווחים ביניהם הם מסדר הגודל של אורך הגל של האור. האור העובר דרך כל חריץ עוקף (Diffracts) את החריץ, ועל ידי כך גם מתפצל לצבעים. השילוב של כל סדרת החריצים יוצר פיצול גבוה של האור. פיצול זה מרווח וחד יותר מזה של הפריזמה.

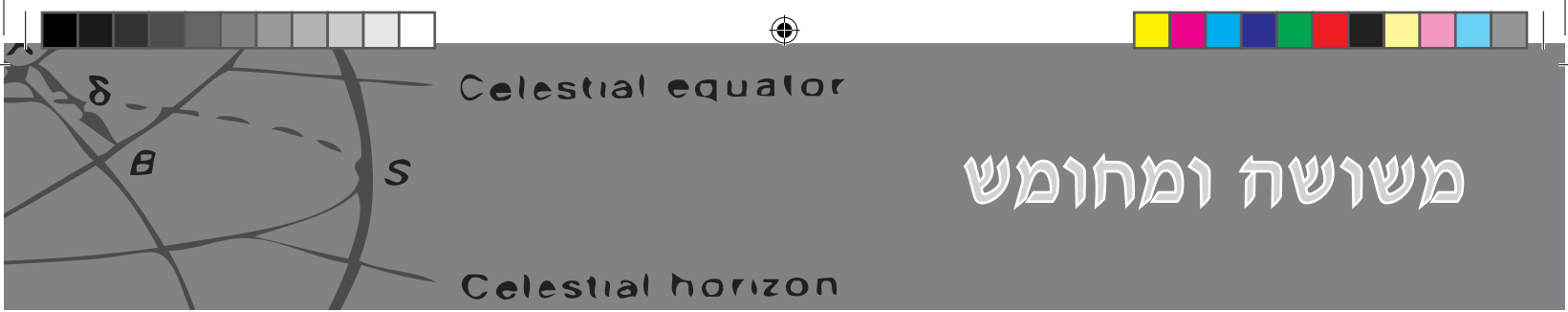
השימוש בסריג עקיפה עזר לפראונהופר לקבל ספקטרומים מדויקות של מקורות אור ארציים ושל השמש והכוכבים. וריאציה נוסף של הסריג מבוססת על החזרת האור דרך סדרה דומה של משטחים מלוטשים המשמשים גם לפיצול האור. איכות השימוש בסריג עולה בהרבה על זו של הפריזמה ★

ספקטרומטר (מכשיר נופץ-אור):

מכשיר המיועד למדידת הספקטרום של חומרים ארציים ושל אובייקטים אסטרונומיים. הספקטרומטר מורכב משתי משקפות. הראשונה יוצרת אלומת אור מקבילה והשנייה מרכזת את האור בכל אורך גל, לעיתים לתוך ספקטרומטר פריזמה או סריג עקיפה. ניתן להחליף המשקפת הראשונה בטלסקופ. שהספקטרומטר רק מראה את הספקטרום, ועל כן הומצא ה**ספקטרומטר**, שמצויד במערכת מדידה המאפשרת את מדידת אורכי הגל של האור המנופץ ★

ספקטרוסקופיה:

המדע של פיצול האור לצבעיו. אבי הספקטרוסקופיה היה ניוטון, שפיצל את אור השמש וצפה בספקטרום הרציף שלה. לספקטרוסקופיה מקום נכבד בענפי פיזיקה והכימיה, מכיוון שהשימוש בשיטה זו מאפשר ללמוד את הרכב החומרים ואת מבנה האטומים והמולקולות. שימוש בספקטרוסקופיה באסטרונומיה החל בעקבות העבודה של פראונהופר, בונזן וקירכהוף המתוארת במאמר זה, ועניינה מדידה וזיהוי של ספקטרום הפליטה והבליעה של השמש, הכוכבים, וגופים אסטרונומיים נוספים ★



משושה ומחומש

משושה

משולש החורף עומד בזכות עצמו, אך הוא מהווה גם חלק ממשושה החורף. קודקודי משושה החורף הם:

אלדברן - עין השור בקבוצת שור (הכוכב השלישה עשר בזהירו)

ריגל - רגל של אוריון בקבוצת אוריון (הכוכב השביעי בזהירו)

סיריוס - לבו של הכלב בקבוצת הכלב הגדול

(הכוכב הראשון בזהירו)

פרוקיון - הכלב בקבוצת הכלב הקטן (הכוכב השמיני בזהירו)

פולוקס (הכוכב השבעה עשר בזהירו),

או **קסטור** (הכוכב הארבעים וארבע בזהירו)

המסמלים את ראשם או פלג גופם העליון של התאומים בקבוצת תאומים. יש המגדירים את שני הכוכבים כקודקוד יחיד.

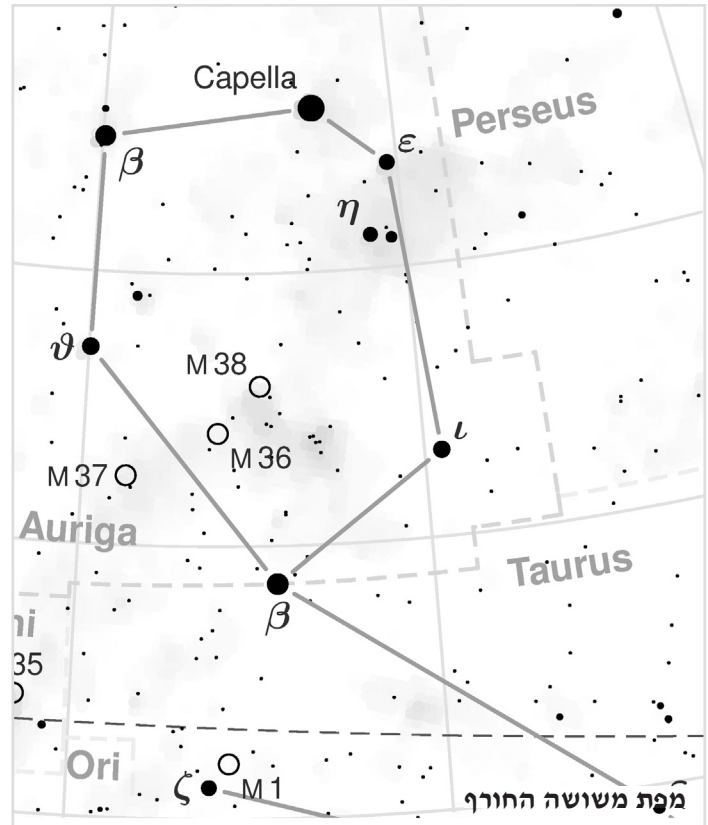
קאפלה-כתפו של העגלון (הכוכב השישי בזהירו)

המחומש בעגלון (Auriga) הקבוצה

קבוצת כוכבים חורפית זו היא אחת מ-48 קבוצות הכוכבים היווניות עתיקות הנמצאת בשמי חצי הכדור הצפוני. היא נמצאת באמצע השמים בחודשים דצמבר עד פברואר (כולל), ומאז מתחילה להופיע מערבית יותר ויותר בשמי הערב. קבוצה זו היא הראשונה להופיע מבין קבוצות החורף והאחרונה להעלם באביב. ממזרח לעגלון נמצאות הקבוצות תאומים (Gemini) ולינקס (Lynx), החתול, בצפונה קבוצת גירף (Camelopardalis), במערבה קבוצת פרסיאוס (Perseus) ובדרום קבוצת שור (Taurus). הקבוצות עגלון ושור חולקות כוכב משותף. זהו הכוכב הכפול (β) עגלון, או מנקלין (בהירות בין 1.9 ל-2.7).

קל למצוא את קבוצת העגלון. תחילה יש לאתר את אוריון, אשר אלתו מצביעה על הקבוצה. ממערב לאוריון נמצאת קבוצת שור. מעל קרני השור נמצא העגלון החולק עם השור את הכוכב מנקלין. חמשת הכוכבים הזוהרים בעגלון יוצרים צורת מחומש דמוי עפיפון. אפשר לראותם בקלות בעין ובמיוחד את קאפלה, הכוכב הזוהר ביותר בקבוצה (בהירות 0.9).

קבוצת עגלון נמצאת ליד שביל החלב. על כן, היא מכילה צבירי כוכבים פתוחים, ערפיליות, כוכבים כפולים וכוכבים משתנים. קאפלה, למשל, אומנם נראה ככוכב יחיד, אך למעשה מדובר במערכת של ארבעה כוכבים, בהם זוג ענקים צהובים וזוג ננסים אדומים.



אם נסתכל בשמי הלילה, נגלה כי מלבד קבוצות כוכבים, נוכל ללמוד גם גיאומטריה. בחורף אנו רואים את משולש החורף (ראו גיליון חורף 2008), הדומה למשולש כמעט שווה צלעות. בקיץ אנו רואים את משולש הקיץ הגדול (ראו גיליון סתיו 2008). קשתות בשמים עוזרות לנו למצוא כוכבים (כמו הקשת שיוצאת מקבוצת הדובה הגדולה לעבר הכוכב ארקטורוס). גם קווים ישרים עוזרים בעניין זה, כמו הקו העובר דרך חגורת אוריון שמצביע מצדו האחד על הכוכב הבוהק ביותר בשמים (סיריוס) ומצידו השני על צביר הפליאדות (כימה, או סובארו). מרובע יוצר את גופו של פגסוס הסוס המעופף. את הטרפזיום נוכל למצוא בכוכבי הערפילית הגדולה של אוריון. מעגלים סובבים כטבעות את כוכבי הלכת הגזיים ובמיוחד את שבתאי. מי שיתבונן בשמים, יוכל לגלות גם מחומש ומשושה. את השניים האחרונים אביא במאמר זה.

אם נסתכל בשמי הלילה, נגלה כי מלבד קבוצות כוכבים, נוכל ללמוד גם גיאומטריה.

מרים אוריאל

בקבוצת כוכבים זו ניתן למצוא שלושה צבירים פתוחים: M36, M37, M38.

M38

נמצא דרומית-מערבית ל-M36, צורתו מזכירה צלב והוא מונה כ-100 כוכבים.



הצביר M38 והערפיליות IC 405 ו-IC 410. צילום: יוסי חורי.

M36

הוא צביר המשתרע על פני שטח מצומצם ומונה כ-500 עד 600 כוכבים שאורם חלש יחסית.



הצביר M36. צילום: יוסי חורי.

M37

הוא המרשים מבין שלושת הצבירים, זהו צביר כוכבים עשיר המונה כ-150 כוכבים. בטלסקופ בעל עוצמה בינונית אפשר לראות בתוך הצביר לפחות תריסר ענקים אדומים.



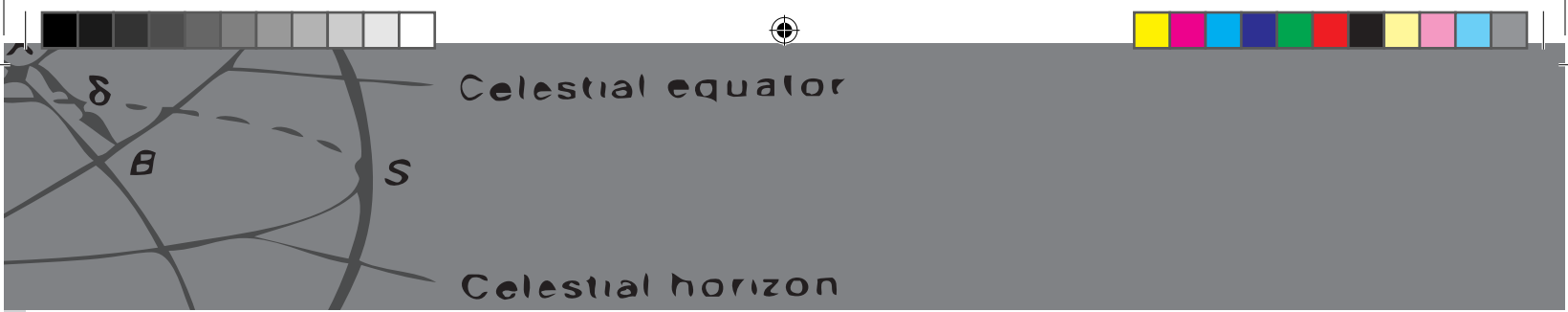
הצביר M37. צילום: יוסי חורי.

בעגלון נמצאות שתי ערפיליות סמוכות: IC 405 ו-IC 405. IC 405 מכונה גם "הכוכב הבוער". זו ערפילית פליטה גדולה מאוד הנראית אדומה, ואור כחול מוחזר סביב הכוכב הבהיר ביותר שבה. הערפילית נמצאת במרחק 1,500 שנות אור מאיתנו. לידה נמצאת ערפילית הפליטה IC 4010 הדומה לזו, ונראית כמו אחותה הקטנה של ערפילית הרוזטה מקבוצת חד קרן (Monoceros).

לקבוצת עגלון משויך גם מטר האאוריגידים. מטר מטאורים זה מתרחש ב-25.8 - 05.9 מדי שנה ומקורו בשובר כוכב השביט C/1911 N1 (Kiess). מטר זה מתאפיין במטאורים ספורים ובקצב זניח שעתה של כ-10 מטאורים.

בדרך כלל מתארים קבוצה זו ככפ, אם כי עגלתו לא נראית. הרכב נראה כמחזיק שוט ביד אחת ואילו בשנייה הוא אווז בעז ולידה גדיה. בעולם העתיק תפקידו של הרכב כלל, בנוסף להסעת המרכבה, גם שמירה על המשק החי שהתאכסן באורות השליט ואספקת אוכל לשולחניו.

הקבוצה התקבלה בברכה על ידי הרועים, שכן זריחתה בישרה את בוא עונת הגשמים, שעזרו לצמיחה מחדש של המרעה. אולם, עבור המלחים היא סימלה את תחילת עונת הסערות המסוכנות.



עגלון-מיתולוגיה

למלך היו סוסים יפהיים ומירטילוס, הרכב שלו, שמר עליהם במצב מצויין. אפשר היה לומר בוודאות, שהמלך ינצח תמיד במירוצים אלה. כל מי שהפסיד במירוץ הוצא מיד להורג.

יום אחד, ביקר בחצר המלכות פלופס הגיבור, שטען כי הוא מצאצאי האלים. היפודאמיה התאהבה בו והחליטה לרקוח מזימה כדי להציל את חייו ממוות בטוח. היפודאמיה ידעה שמירטילוס מאוהב בה בסתה, אך מאחר שהוא היה רק רכב, לא העז מעולם להביע את אהבתו.

היפודאמיה היתה זקוקה לעזרתו של מירטילוס הרכב ולכן העמידה פנים כאילו היא עשויה להשיב לו אהבה אם יעזור לה. היא ביקשה ממירטילוס שיסיר לפני המירוץ את הפינים המחזיקים את אחד מגלגלי המרכבה של אביה והוא אכן עשה זאת. בעת המרוץ קרסה המרכבה של המלך והוא נהרג במקום. היפודאמיה היתה חופשייה עכשיו להינשא לפי בחירתה. מירטילוס המסכן שרת את מטרתו ולא הביא לנסיכה תועלת יותר. כאשר המשיך הרכב בהפגנת אהבתו להיפודאמיה, דחף אותו פלופס מסלע אל הים. פלופס הפך להיות אדונה של אולימפיה ומושל ארקדיה. כך פרש פלופס את כוחו על פני חצי האי היווני שנקרא על שמו "פלפונסוס" - האי של פלפוס ★

תרבויות עתיקות רבות ניתן למצוא סיפורים עתיקים הקשורים לקבוצה זו בכלל ולכוכב קאפלה בפרט.

ביהדות מזוהה קבוצה זו עם אליהו הנביא שעלה בסערה השמימה ברכב וסוסי אש.

ספר מלכים ב' פרק ב'

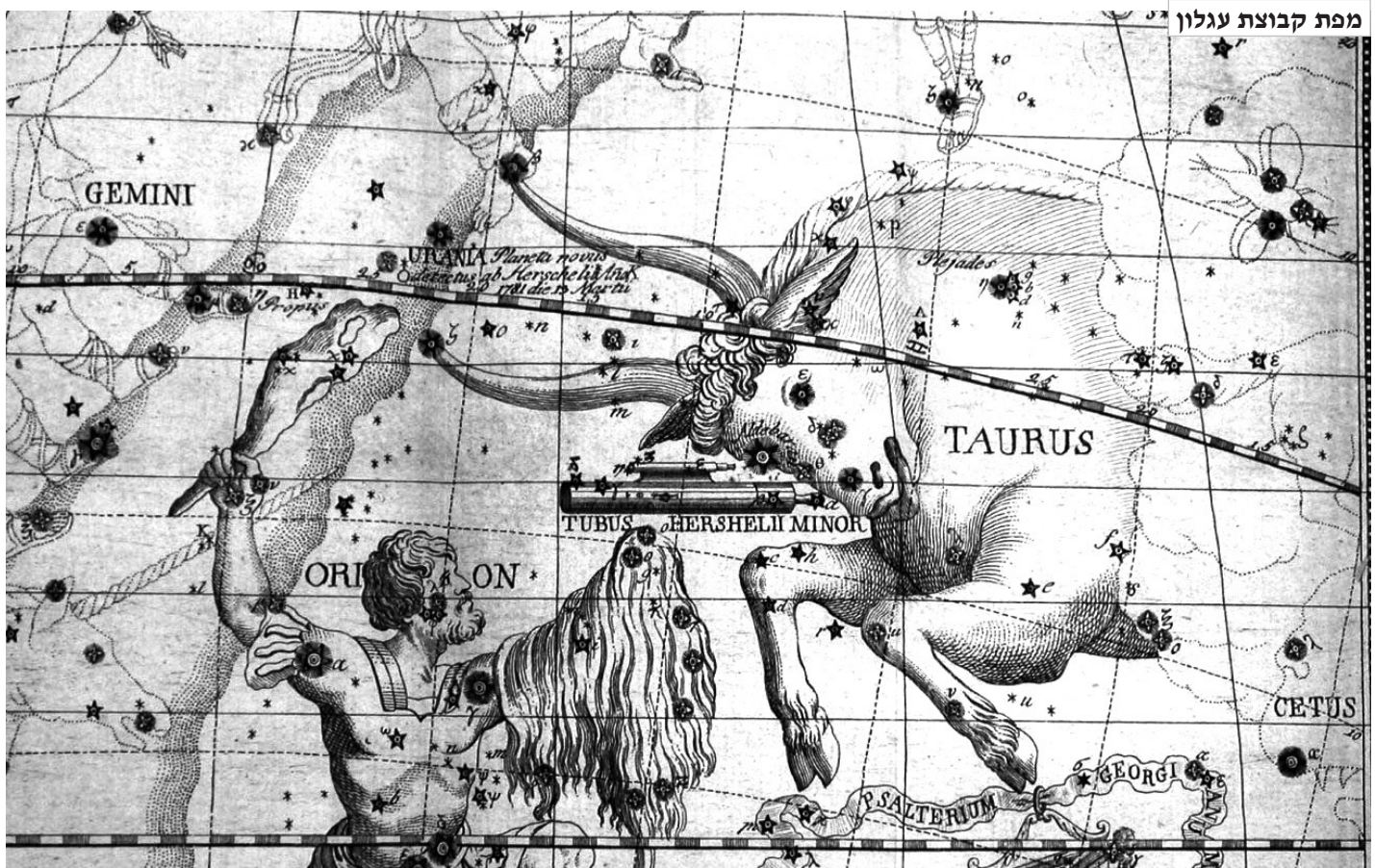
(א) וַיְהִי בַּהֲעֹלֹת יְהוָה אֶת אֱלֹהֵיו בַּסַּעֲרָה הַשָּׁמַיִם וַיֵּלֶךְ אֱלֹהֵיו וְאַלְיָשָׁע מִן הַגִּלְגָּל:

(יא) וַיְהִי הֵמָּה הַלַּכְיִם הַלּוֹךְ וְדָבָר וְהָיָה רֶכֶב אֲשֶׁר וְסוּסֵי אֲשֶׁר וַיִּפְרְדּוּ בֵּין שְׁנֵיהֶם וַיַּעַל אֱלֹהֵיו בַּסַּעֲרָה הַשָּׁמַיִם:

(יב) וְאַלְיָשָׁע רָאָה וְהוּא מֵצַעַק אָבִי אָבִי רֶכֶב יִשְׂרָאֵל וּפָרְשָׁיו וְלֹא רָאָהוּ עוֹד וַיַּחֲזֹק בְּגִדָיו וַיִּקְרַעֵם לְשֵׁנִים קָרְעִים:

מבין שפע הדמויות והסיפורים המיתולוגיים הקשורים בהם, בחרתי את הסיפור על מירטילוס הרכב של המלך אואנומאוס שמקום מושבו היה באי פלפונס:

למלך היתה בת יפהפיה בשם היפודאמיה. רבים מבחורי הארץ ביקשו את ידה של הנערה. אולם, המלך סרב להניח לבתו להנשא, משום שהאורקל ניבא לו שחתנו, בעלה של בתו, יגרום למותו. כדי שהסירוב לנישואי בתו יראה הגיוני בעיני האנשים, לא סרב המלך מיד לבקשות הנישואין, אלא התנה את הנישואין במרוץ מרכבות נגדו. רק הבחור שינצח אותו במירוץ המרכבות יוכל לשאת את בתו לאשה. אולם, אם יפסיד הבחור במרוץ, הוא יפסיד גם את חייו.

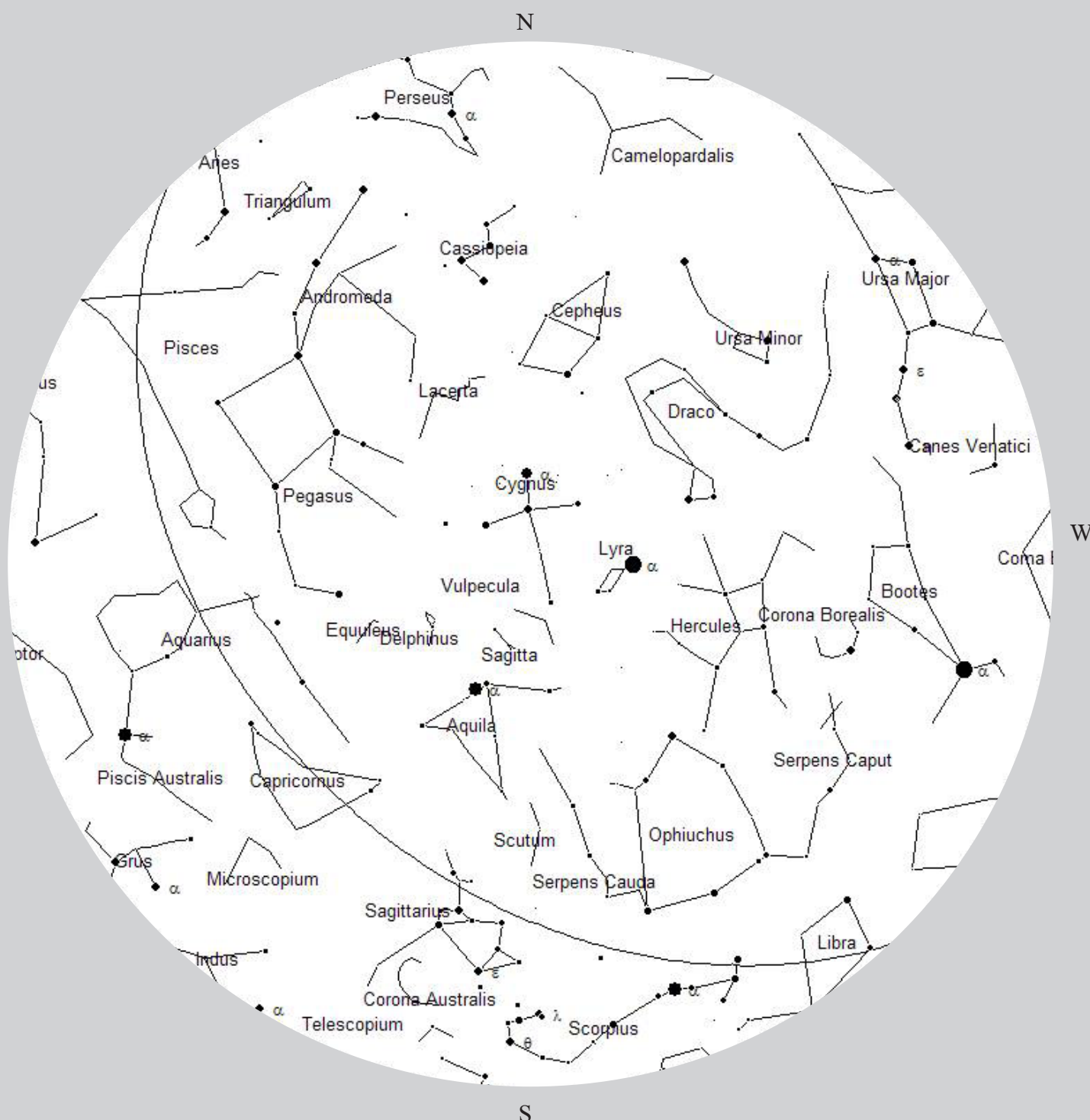


מפת שמיים - יולי אוג' ספטי

כך ייראו השמים ב:
 15 יולי - 24:00
 15 אוגוסט - 22:00
 15 ספטמבר - 20:00
 (לא כולל כוכבי לכת וירח)

מקרא:
 N - נקודת כיוון
 Andromeda - קבוצת כוכבים
 α - כוכב

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/

מדידת מרחקים לכוכבים וגלקסיות במרחק מיליוני שנות אור בשיטת פרלקס-זמן

Celestial horizon

במאמר זה אציג שלוש שיטות למדידת מרחקים בשיטת הפרלקסה. השיטה הראשונה היא שיטת הפרלקסה של בסל שהומצאה כאמור לפני 150 שנה. שיטה זו מבוססת על תנועת כדור הארץ סביב השמש. השיטה השנייה מובאת לראשונה במאמר זה, ומבוססת על תנועת השמש סביב מרכז הגלקסיה בתוך זרוע אוריון. השיטה השלישית מובאת גם היא לראשונה במאמר זה, ומבוססת על תנועת הגלקסיה כולה (גלקסיית שביל החלב), ביחס לגלקסיות אחרות בחלב. תיתכן גם שיטה רביעית, שמבוססת על תנועת צביר הגלקסיות שבו נמצאת גלקסיית שביל החלב (הנקראת הקבוצה המקומית) ביחס לכוכבים הנמצאים בקצה היקום, אולם חשוב לציין כי קיימות בעיות נתונים ודיוק מדידה של גופים אלו.

השיטה המדויקת ביותר עד כה למדידת מרחקים לכוכבים הינה בשיטת הפרלקסה. השיטה, שהומצאה בשנת 1858 ע"י האסטרונום פרידריך בסל, הינה גיאומטרית ומבוססת על תנועת כדור הארץ סביב השמש.

בשיטה זו נמדדת זווית הפרלקסה לכוכבים בהפרש של שישה חודשים משני צידי מסלולו של כדור הארץ סביב השמש (איור 1). כך מתקבל משולש ישר זווית שבסיסו קוטר מסלול הארץ סביב השמש, או פעמיים רדיוס מסלול הארץ סביב השמש. רדיוס המסלול נקרא יחידה אסטרונומית

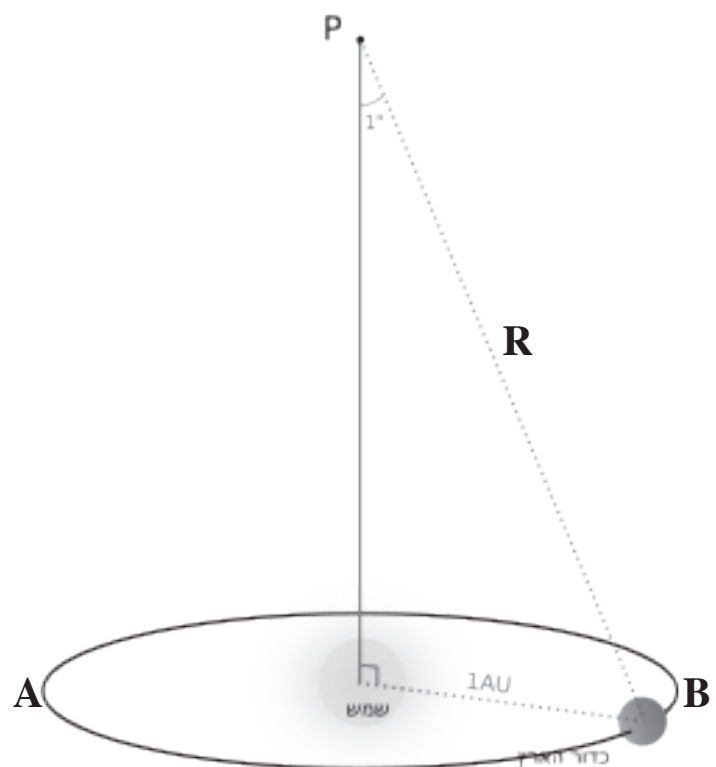
Astronomical Unit
או בקיצור **149,600,000 ק"מ = 1AU**

השיטה הראשונה - הפרלקסה של בסל

שיטת החישוב לפי מערכת הייחוס הראשונה, תנועת הארץ סביב השמש נותנת בסיס קבוע למשולש בגודל 2AU.

השיטות הנוספות נותנות בסיס משתנה התלוי בזמן עבר ובזמן הווה ובזמן עתיד. אורך בסיס המשולש תלוי במהירות התנועה ובזמן.

אנו יכולים לשלב במדידות שנעשה בעזרת שיטה זו מידע שהצטבר ממדידות של אסטרונומים מלפני 100 שנה, 200 שנה ויותר (בתנאי שהמידע שהצטבר ממדידות ישנות אלו הוא מדויק). את המדידות שנבצע ניתן יהיה לשלב במדידות של אסטרונומים שיפעלו במאות השנים הקרובות (שוב, בכפוף לדיוק המדידות שלנו).



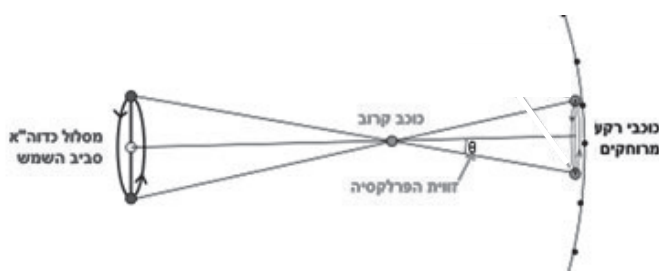
AB=2AU
P זווית הפרלקסה

המרחק R אשר מתקבל כאשר זווית הפרלקסה היא 1 שניית זווית הינו 3.26 שנות אור ונקרא פרסק.

1 פרסק = 3.26 שנות אור.

בשיטת בסל ניתן למדוד מרחק לכוכבים מכדור הארץ בדיוק זוויתי עד 4 אלפיות השנייה עבור מרחקים של עד 815 שנות אור. בעזרת טלסקופ החלב האבל אפשר לשפר הדיוק ולמדוד מרחקים לעצמים המרוחקים עד 3260 שנות אור, וזאת בדיוק של עד אלפית השנייה (זווית).

אסטרונומיה, גיליון אביב, 2009



האם ניתן למדוד מרחקים לגלקסיות רחוקות ביתר דיוק?

אינג' זאב סבירוני
svironis@nonstop.net.il

מערכת היחוס הנוכחית - סיבוב כדור הארץ סביב השמש

מערכת יחוס זו משמשת את שיטת בסל. השיטה מבוססת על ביצוע מדידות בהפרש של חצי שנה משני צידי קוטר מסלול הארץ סביב השמש. (איור 3).

קוטר המסלול הוא:

$$2AU = 2 \times 149.6 \times 10^6 \text{ km}$$

פרסק לפי שיטה זו הוא:

$$R_E = 1.03185 \times 10^5 \times 2 \times 149.6 \times 10^6 = 3.087 \times 10^{13} \text{ km}$$

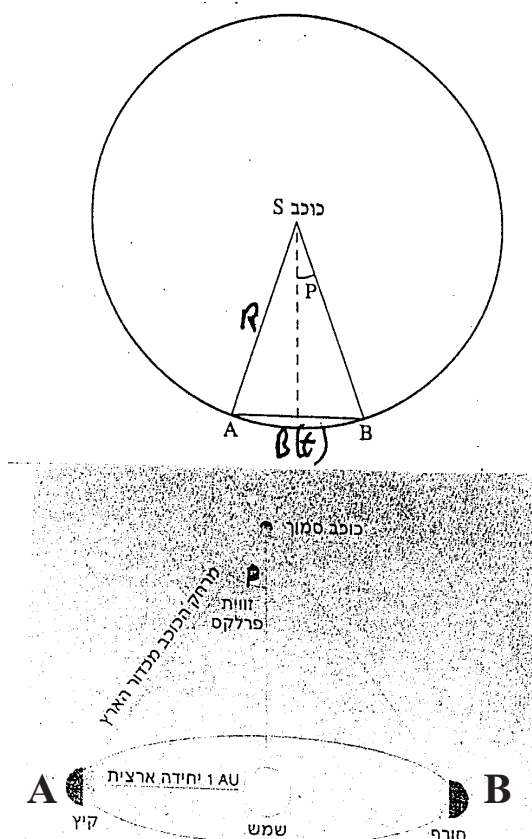
ובחלוקה לשנת אור:

$$9.46 \times 10^{12} \text{ km}$$

נקבל

$$R_E = 3.26 \text{ שנות אור, או } 1 \text{ פרסק.}$$

איור 3:



חישוב כללי לפרלקסה - שנייה כתלות בזמן (PARALLAX - TIME)

נעשה חישוב לגודל הפרלקסה $R(t)$ בהתאם לאורך בסיס המשולש ASB התלוי בזמן. נסמן הקטע AB ב $B(t)$ (איור 2).

$$B(t) = A_0 + V(t_f + \{ - t_p \})$$

$B(t)$ אורך הבסיס כתלות בזמן.

A_0 אורך קבוע עבור תנועת הארץ סביב השמש $2AU$

t_f זמן עתידי

t_p זמן לעבר

מאחר וזוויות הפרלקסה P קטנות מאוד ניקח את האורך AB כאורך הקשת $AB = B(t)$ (איור 2).

$$\frac{B(t)}{2\pi R(t)} = \frac{2P}{360^\circ \times 3600''}$$

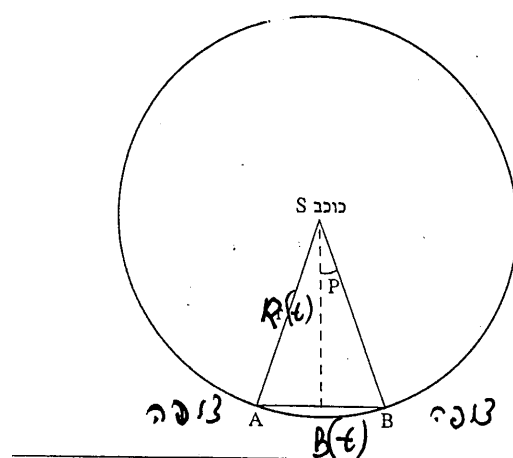
לכן $R(t)$ עבור שניית קשת אחת (פרסק בשנייה)

$$R(t) = 1.03185 \times 10^5 B(t)$$

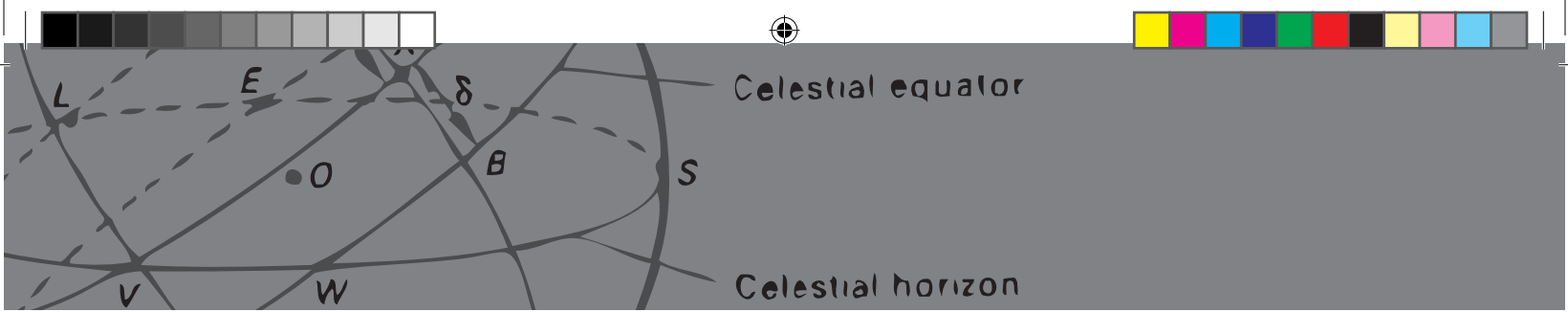
עם $B(t)$ בק"מ, $R(t)$ בק"מ.

עם $B(t)$ בשנות אור, $R(t)$ בשנות אור.

איור 2:



$$B(t) = \text{בסיס המשולש ASB.}$$



בשיטה זו נוכל למדוד במדויק את המרחק לגלקסיית אנדרומדה, הנמצאת, לפי הערכות, במרחק כ-2 מיליון שנות אור, שהולך ופוחת ככל שהגלקסיה מתקרבת אלינו.

מערכת יחוס שלישית וחדשנית - תנועת שביל החלב בקבוצה המקומית

הצופים מהעבר מההווה ומהעתיד נעים עם הגלקסיה במהירות של כ-600 ק"מ בשנייה.

עבור מדידות בהפרש של שנה אפשר לקבל פרסק R_g של:

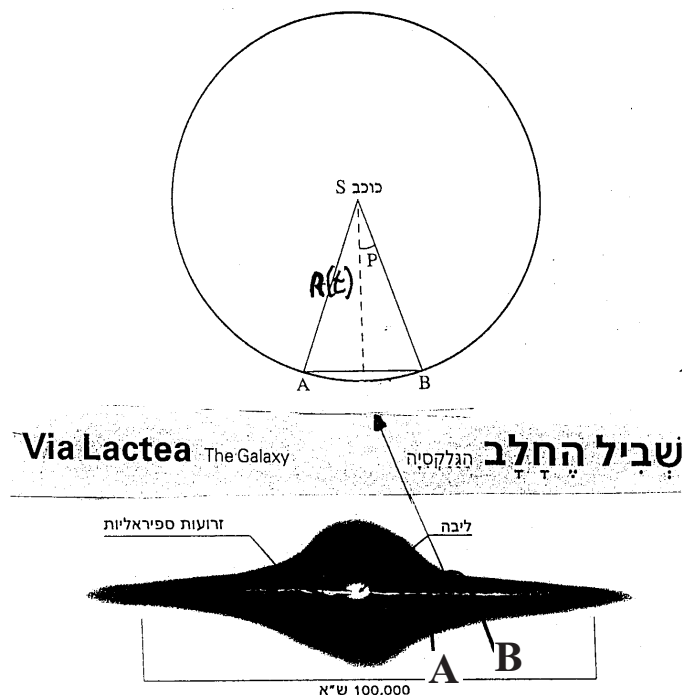
$$\frac{76.06 \times 600}{220} = 207.4$$

שנות אור

ועבור 100 שנה פרסק של: $R_g = 20740$ שנות אור.

במדידות בעזרת טלסקופ האבל מהחלל בדיוק של אלפית שניית זווית ניתן יהיה למדוד בדיוק מרחקים עד כ-21 מיליון שנות אור בעזרת שיטה זו.

איור 5



$$AB=B(t) = V(t_f + \{-t_p\})$$

מערכת ייחוס שנייה וחדשנית - תנועת מערכת השמש בתוך זרוע אוריון סביב מרכז הגלקסיה

מערכת השמש נעה בתוך זרוע אוריון בגלקסיה, בכיוון השעון, במהירות 220 ק"מ לשנייה סביב מרכז הגלקסיה.

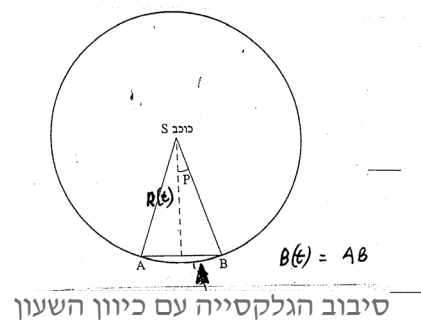
$$A_0 = 0$$

נחשב תחילה את בסיס המשולש הנוצר בתנועה לאורך שישה חודשים בהשוואה לתנועת הארץ סביב השמש ב-6 חודשים.

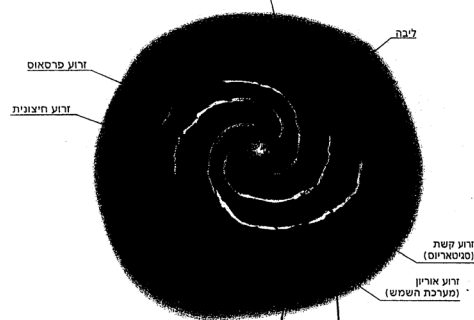
$$B(t) = 220 \frac{km}{sec} \times \frac{3.15 \times 10^7 sec}{2} = 346.5 \times 10^7 km$$

לחצי שנה

איור 4



סיבוב הגלקסיה עם כיוון השעון



הפרלקסה עבור חצי שנה של תנועת השמש.

$$R_s = 1.03185 \times 10^5 \times 346.5 \times 10^7 = 35.75 \times 10^{13} km$$

ובחלוקה לשנת אור נקבל $R_s = 38.03$ שנות אור במקום 3.26 שנות אור בתנועת הארץ סביב השמש.

עבור שנה נקבל $R_s = 76.06$ שנות אור

ואם נבצע מדידות משך 100 שנה, יתקבל הערך $R_s = 7606$ שנות אור ל-100 שנה.

לפי דיוק זווית של אלפית שנייה נקבל אפשרות למדידת מרחקים עד 7.6×10^6 שנות אור.

$$\frac{7606}{10^{-3}} = 7.6 \times 10^6$$



לסיכום:

במאמר זה תוארו שיטות המאפשרות מדידת מרחקים ביקום בשיטת הפרלקסה למרחקים של עשרות מיליוני שנות אור.

השיטה מאפשרת לשתף מדידות אסטרונומים מלפני מאות שנים ביחד עם אסטרונומים מההווה ומהעתיד.

כאמור, תיתכן שיטה רביעית שתהיה מבוססת על תנועת צביר הגלקסיות הקבוצה המקומית ביחס לצבירים אחרים. כאן מהירות הצביר תהיה גדולה בסדר גודל ממהירות גלקסיית שביל החלב ויש המעריכים אותה ב-40,000 ק"מ לשנייה.

בכל מקרה, גם מדידות למרחקים של מיליוני שנות אור מאפשרת את כיוול "הנרות התקניים" של היקום (הלא הם הכוכבים המשתנים מסוג קפאידים. כיוול מחדש של הנרות התקניים יספק הבנה מדויקת יותר של מרחקי עצמים ביקום מכדור הארץ.

השיטות שתיארתי בנוסף לשיטתו של בסל, מאפשרות בחירה של השיטה המתאימה למדידת מרחקים לכל עצם יקומי בהתאם למרחקו, מיקומו ותנועתו יחסית לכדור הארץ.

כל הזכויות במאמר זה ובתוכנו שמורות לזאב סבירוני אשר הינו מהנדס אוירונאוטיקה, בוגר הטכניון 1969 עבד במערכת הבטחון עד 1988. מ 1989 עצמאי בעל חברת בטיחות סבירוני בע"מ.



האגודה הישראלית לאסטרונומיה

**מרכינה ראש
ומשתתפת בצער
משפחת דניאלי
על מותו של דוד,
איש משפחה
ומתנדב אגודה פעיל.**

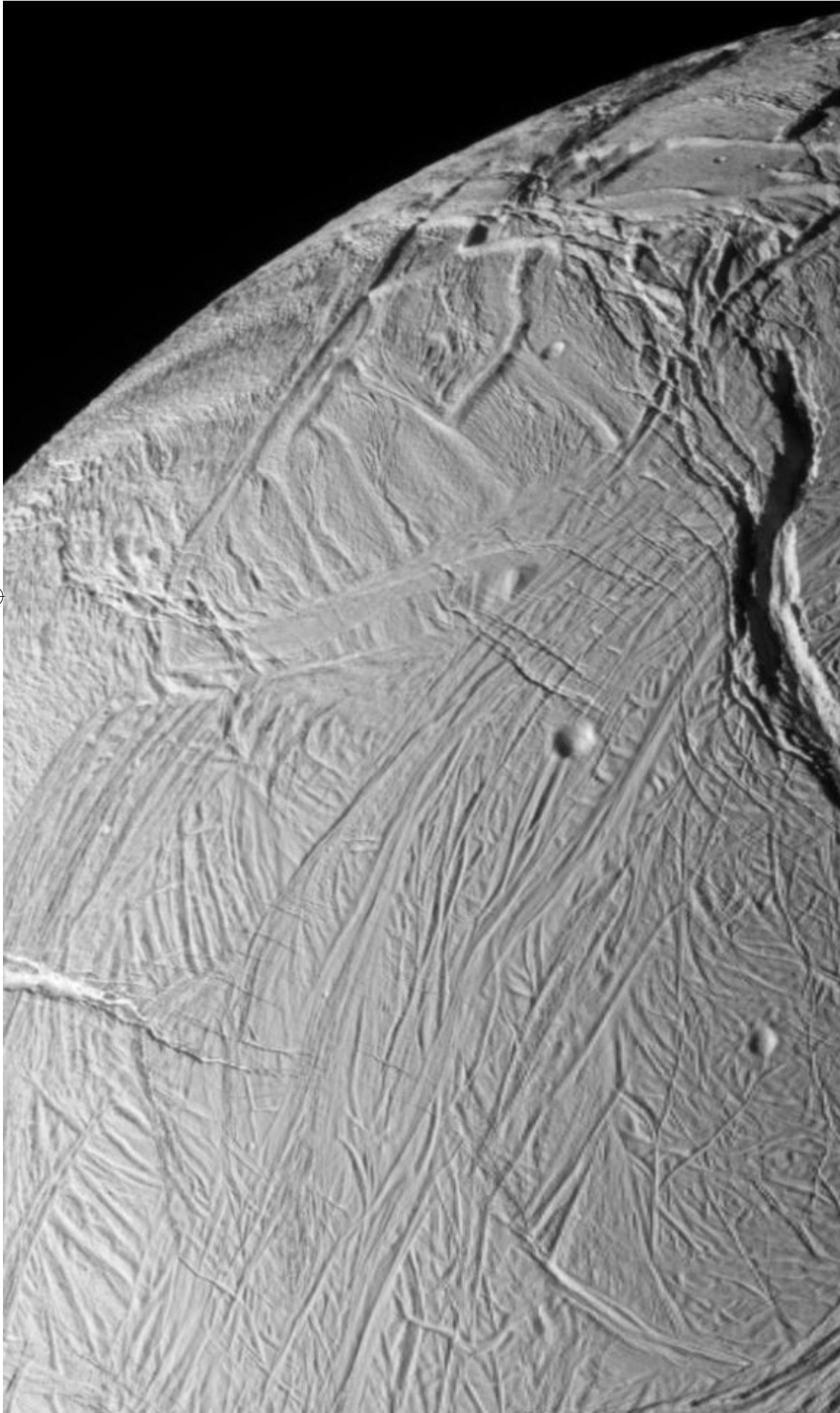
יהיה זכרו ברוך.



Celestial equator

Celestial horizon

תמונות מספרות



צילום זה נעשה על ידי הקסיני ב-9.10.2008 ממרחק 38,000 ק"מ וברזולוציה של 228 מטר/פיקסל. מה שמרשים בתצלום זה הוא האפשרות לבחון את פני השטח בפרטי פרטים. כל תוואי וכל צורת נוף נראים כמו ממעוף הציפור. בקצה הימני של התצלום נראה קניון עמוק באורך עשרות קילומטרים. אפשר לראות בבירור את שקיעת הקרקע-נוף טיפוסי של גרבר. מה שתומך באפשרות זו היא המרקם האחיד של פני הקרקע משני צידי הקניון. כפי שרואים בתצלום אפשר לחלק את הקניון לשניים. חלק תחתון (בתצלום) וחלק עליון. שקיעת הקרקע בחלק העליון היא עמוקה יותר מזו של החלק התחתון שלו. אם ניקח את פני הקרקע כקו יחוס, נראה שרקעית הקניון יורדת בצורה משופעת. באמצעות הגדלות חזקות אפשר לבחון את הקרקעית עצמה וגם את הדפנות. בקצה הימני ביותר בחלק התחתון אפשר להבחין במספר תבליטים קטנים על הקרקעית ובדופן הימני בחלק העליון ישנם סימנים להתמוטטות של חלק מהדופן. הדופן היא מצוקית, יוצאת ממנה מעין טרסה או שביל צר ומתחתיו מצוק נוסף. במקביל לו במרכז הקניון נראה דבר מה המזכיר עמוד סלע. קשה לעמוד על טיבו מאחר והוא נמצא בתוך תחום הצל.

בעקבות המעברים הקרובים יותר של הקסיני לאנצלדוס, שודרו לכדור הארץ תצלומים ברזולוציות גבוהות יותר גם שבהם אפשר לצפות לתוך קניונים. חקירתם של קניונים אלה על בסיס השוואתי תאפשר ביצוע חתכי עומק של קרום הירח וללמוד פרטים נוספים על הטקטוניקה שלו מכך.

אסטרונטומיה, גיליון אביב, 2009





מזר חיים



אינסוף

מזר חיים

תהום עמום

צליל חדגוני נושב מכול לכול כיוון

מופיע לשבריר של שנייה

משאיר רישומים באינפירה אדום ובאולטרה סגול

נע במהירות חסרת מובנים.

תהום עמום

לא בקיע

מופיע ונעלם קרב ומתרחק

נקודות זעירות חולפות ועוברות

נעלמות באוקיינוס של עבר

מוצפנות בכיסי היווצרות.

תהום עמום

שקוף ובלתי חדיר

לוחץ על הכול באפס כוחות

מגמיד את הכול בממדים בלתי מובנים

נוטר גבולות פרוצים לכל עבר.

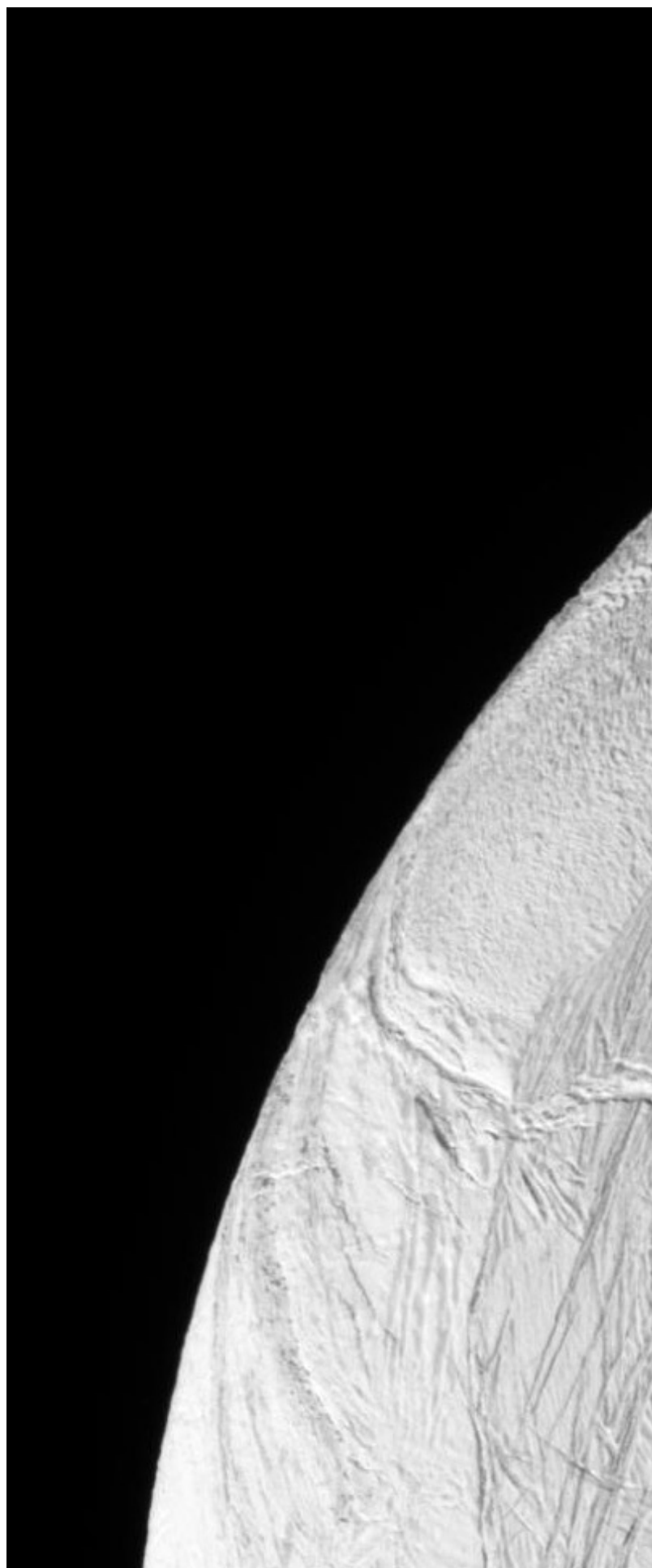
תהום עמום

תלבושתו אחידה לצמיתות

שחור סרוג בנקודות לבנות

נושם ליבה של כלום

עקבותיו חיים באופן זמני.



לוח מודעות

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 או שילחו מייל

הודעה חשובה!

בימים אלה מוחלף
מספר הפקס של האגודה.
המספר הפקס חדש:
03-5214713
המספר הישן יהיה תקף
עד סוף חודש ספטמבר

ספר בהנחה לחברי אגודה "הכוח הגרעיני – אנרגיית העתיד:

יודעים יותר – מפחדים פחות".

מהי האנרגיה הגרעינית?

כיצד התגלתה?

מהם יתרונותיה וחסרונותיה?

מה הקשר לאסטרונומיה?

ד"ר ורדה בר, פיזיקאית, אסטרונומית
וסופרת, מגוללת את סיפורה של האנרגיה

גרעינית בשפה נהירה לכל. הספר מיועד

לבעלי ידע בנושא, כמו גם למתחילים

חסרי ידע מוקדם.

80 ש"ח (במקום ש"ח 120).

לפרטים: 03-7314345

אירועי בחן,
לכל סוג של נישואים
לאהובים או
ציפי אוקי
ולד האזנה

עשו מנוי ל-Sky&Telescope ב-20% הנחה

לחברי אגודה בלבד

לפרטים:

אריה מורג

ariem@astronomy.org.il

050-7851077

"המפץ הגדול"

ספר חובה לכל חובב אסטרונומיה

הספר, בן 550 עמודים, מספר בצורה פשוטה ומרתקת

את סיפורה של האסטרונומיה, ואת המשברים והדילמות

שעברה מתקופת יוון העתיקה עד ימינו (מפיטגורס עד הוקינג).

הספר מומלץ ומתאים גם כמתנה נפלאה לימי הולדת

לרכישת הספר בהנחה של 40%

יש לשלוח המחאה ע"ס 60 ש"ח

(במקום 100 ש"ח) לפקודת:

האגודה הישראלית לאסטרונומיה ת.ד. 149 גבעתיים מיקוד 53101

על גב המחאה יש לרשום: "עבור המפץ הגדול" שם, כתובת ומס טלפון.

אל תשכחו להגיב
על
עיצוב העיתון החדש!

Astronomy@Astronomy.org.il

astronomy@astronomy.org.il ★ 03-7314345





הגלריה

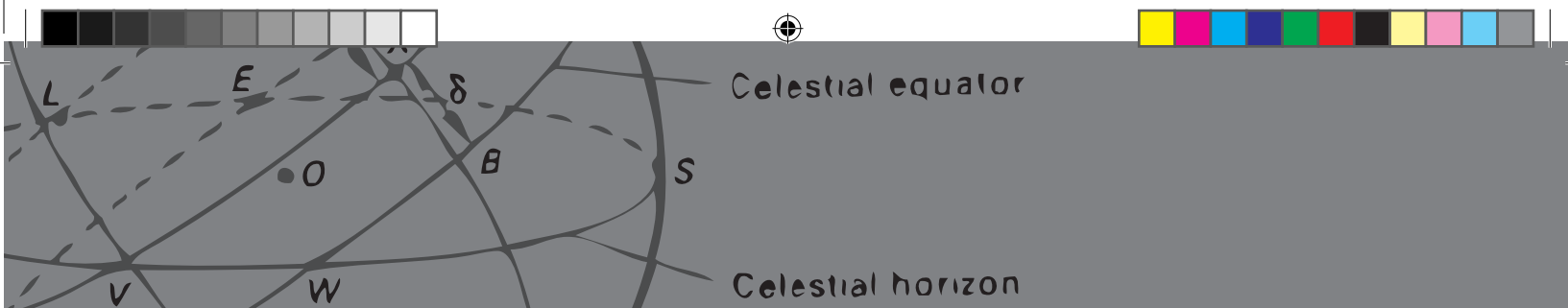
תמונות של חובבי אסטרונומיה בישראל



NGC2174 (ערפילית ראש הקוף) בקבוצת אוריון.



M16 (ערפילית הנשר) בקבוצת נחש. צילומים: הראל בורן.



אסטרונמיקה, גיליון אביב, 2009

חרמש הירח וחרמש כוכב הלכת נגה בקטן. צילומים: יוסי חורי.



NGC2174 (ערפילית ראש הקוף) בקבוצת אוריון.



GammaNov. צילומים: דן רבין.





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).



הצביר M35 בקבוצת תאומים. צילום: יוסי חורי.



הגלקסיה M101 בקבוצת הדובה הגדולה צילום: ערן זגייר.

אסטרונומיה, גיליון אביב, 2009

