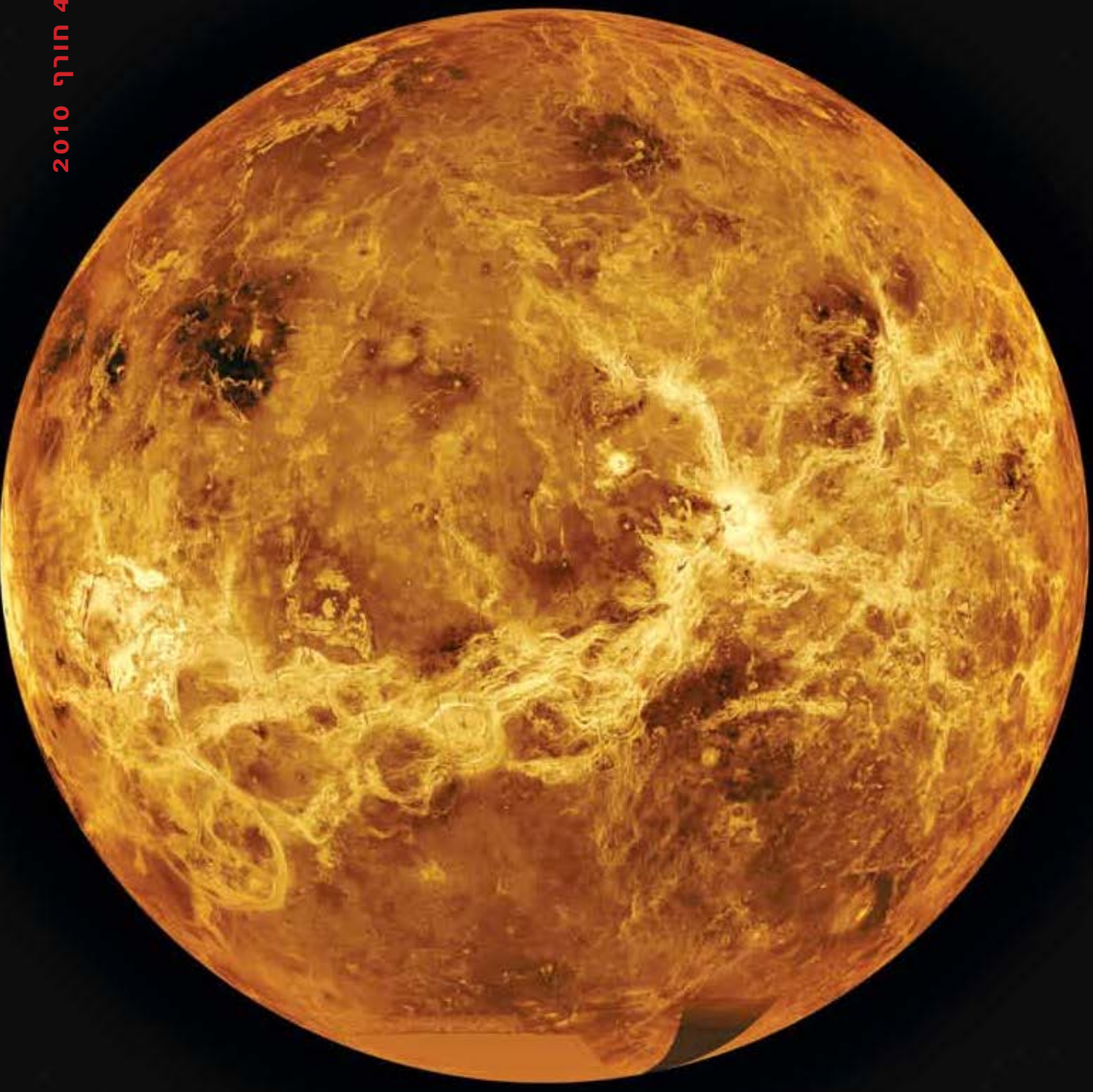


כרך 36

גיליון 4 חורף 2010

אסטרונומיה

ביטאון האגודה הישראלית לאסטרונומיה



תוכן עניינים

יהודה סבדרמיש		דבר העורך		4
		הכנס השנתי		4
אלה רץ		מה באגודה		5
ליאור רובננקו		מה באסטרונומיה		8
שוקי קוריסקי		פאן ספרמיה		10
מזר חיים		פגיעת שביטים		13
אלה רץ		הרצאות ימי חמישי		14
אריה מורג		מצפה כוכבים קק		15
עידו גריימן		מצפה פאלומר		18
ד"ר יגאל פת-אל		הירח		20
חיים מזר		שחר מגיע לווסטה		22
מרים אוריאל		מאמרים על נוגה		25
אריה מורג		שאלות ותשובות		27
מרים אוריאל		ונוס במיתולוגיה		28
עזר אוריון		אמנות ואסטרונומיה		32
יהודה סבדרמיש		תנועה של גלקסיות		36
חיים מזר		תמונות שדורשות הסבר		40
לודמילה דומניקוב		סיפורים שאהבנו		42
כפיר סימון		עיבוד תמונה דיגיטלי		44
שוני לוטן		פרידה ממרים		45

לידיעת חברי האגודה, ולמתעניינים
דמי המנוי לשנה - 150 ש"ח בלבד, וכוללים:

ארבע חוברות אסטרונומיה במחיר של 40 ש"ח כל אחת חוברת אלמנך שנתית במחיר של 50 ש"ח

ובנוסף: כ-50 הרצאות שבועיות מדעיות במשך השנה
חינם לחברי האגודה ובני משפחותיהם מדרגה ראשונה

(מחיר הרצאה לקהל הרחב 25 ₪ כל אחת)

ובנוסף, הנחות ב:

קניית ציוד אסטרונומי, תצפיות, סופי שבוע, קורסים,
ועוד ועוד.

אז למה לחכות?

פנו עוד היום לאגודה הישראלית לאסטרונומיה

והיו מנויים.....

אסטרונומיה

ביטאון האגודה הישראלית לאסטרונומיה
כרך 36, גיליון 4 חורף 2010. מחיר: 40 ש"ח

מצפה הכוכבים - גן העלייה השניה

ת.ד.: 149, גבעתיים 53101
טלפון: 03-7314345
פקס: 03-5214713
עמותה מס': 6-867-004-58

אתר הבית:

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

ISRAELI ASTRONOMICAL ASSOCIATION

THE GIVATAYIM OBSERVATORY

SECOND ALIYA PARK

P.O.BOX 149, GIVATAYIM, 53101

TELEPHONE: 03-7314345

FAX: 03-5214713

חברי המערכת

יהודה סבדרמיש	עורך
ד"ר יגאל פת-אל	יעוץ כללי ומדעי
גדי איידלהייט	הגהה
ד"ר דיאנה לאופר	עורך מדעי
מיכל לוינשטיין	מדור תרבות
ליאור רובננקו	מדור מה באסטרונומיה
אריה מורג	מדור שאלות ותשובות
אלה רץ	מדור מה באגודה
אריה מורג	מדור מצפים בעולם
מזר חיים	מדור תמונות שדורשות הסבר
מרים אוריאל	מדור מיתולוגיה

עיצוב עימוד והפקת החוברת: ענת אידלסון

050-5446762 idelson7@gmail.com



היום עומדת לפניכם, חברי האגודה החבורת הרביעית והאחרונה של השנה. ומה יש לנו בחוברת עמוסה זו: למאמר המערכת בחרתי בנושא כוכב הלכת נוגה. מרים אוריאלי, חברת האגודה הותיקה, מביאה לנו את סיפורו של נוגה-ונוס משלוש בחינות: הבחינה הפיזיקאלית, הבחינה המיתולוגית ומשימות חלל העכשוויות לנוגה. אלה רץ מזכירת האגודה מספרת לנו "מה באגודה" וגם על הכנס השנתי של האגודה הקרב ובא. היא גם מביאה לנו את רשימת ההרצעות לשבועות הקרובים. מדור חדש שאני מקווה שיתפוס תאוצה הוא המדור מכתבים למערכת ואני מקווה שחברי האגודה יצלו מדור זה כדי להביע את דעתם בכל הנושאים הקשורים לביטאון ולאגודה.

ליאור רובנקו, חבר אגודה חדש הוא אשר מביא לנו את המדור מה באסטרונומיה. ליאור הוא בעל ניסיון בכתביה עוד משחרתו בגיל צעיר ונאחל לו הצלחה גם בחוברת הצנועה שלנו.

את המאמר המעניין על הפנספרמיה ממשיך שוקי קורסקי בחלק ב'. המאמר מראה את האפשרות שהחיים הגיעו אל כדור הארץ במסע ארוך דרך החלל.

במדור מצפים בעולם אנו מתברכים בשני מאמרים על מצפים מהגדולים והחשובים שבעולם. את סיפורו של הראשון, מצפה קק שבהוואי מביא לנו אריה מורג ואילו את סיפורו של השני מצפה פאלומה, מביא לנו עידן גריימן שערך טיול אסטרונומי מעניין ברחבי ארה"ב.

אריה מורג ממשיך ומביא לנו בהמשך את מדורו הקבוע "שאלות ותשובות" והקוראים מוזמנים לשלוח את שאלותיהם ואנו מבטיחים לענות על כולן.

את סידרת מאמריו המעניינים בנושא הצילום הדיגיטלי מסיים כפיר סימון במאמר סיכום ואנו מודים לו על מאמריו המעניינים. במדור גלריה מביאים לנו חברי האגודה אוסף תמונות אסטרונומיות באיכות מיקצועית וחלקם הודו בפני שהם נעזרו במאמריו של כפיר.

האסטרונומיה והאומנות היו מאז ומתמיד קשורים בקשר אמיץ ומאמר בנושא מעניין זה מביא לנו עדן אוריון. במאמר מופיע בעיקר סיפורו של וינסנט ואן גוך ומתבצעת חקירה בלשית של ממש לגילוי שמות הכוכבים המופיעים בציוריו. מומלץ. אני מקווה שמאמר זה יפתח סידרה של מאמרים בנושא.

חיים מזר, שמרבה לכתוב את מיטב מאמריו באתרים שונים באינטרנט ואף במיטב הביטאונים, מביא בפנינו שני מאמרים קצרים. הראשון על "השחר" שמגיע לווסטה והשני על פגיעתם של שביטים ואסטרואידים בכוכבי הלכת הגזיים הגדולים. בנוסף הוא מתקיל אותנו עם תמונות מכוכב הלכת שבתאי במדורו תמונות שדרושות הסבר.

אנו ננסה לפתוח במדור חדש של מאמרים אקטואליים שכבר ניתנו בעבר בחוברת אך יש בהם עניין גם כעת. אנו נתחיל עם מאמרו מלפני מספר שנים של יגאל פתאל ו"ר האגודה על הירח שכה מרבים לדבר בו כעת.

במדור "תרבות" אנו מגישים נתוח של שני ספרים. הראשון "התיאוריה של הכל" ספרו של סטיבן הוקינג. הניתוח המעניין נעשה ע"י חברת האגודה לודמילה (לודה) דומניקוב. את הספר המעניין השני מנתח לנו גדי איידלהייט. הספר SLEEPWALKERS של הסופר ארתור קסטלר.

וגם עבדיכם הנאמן מגיש לכם מאמר מפרי עטו על "קשיים בהסבר הניוטוני בתנועה הסיבובית של הגלקסיות הספיראליות M51 ו M89. אשמח לקבל תגובות בנושא.

ולסיום, אכן שנה עברה ואני חייב להודות לכל המתנדבים שעזרו לי במשימה הלא קלה של הוצאת ארבעת הביטאונים, ואני מקווה שכדת וכדון, לכבודה של אגודתנו האסטרונומית היקרה.

נודה לכל הכותבים, ונזכיר מתוכם את אלה שהרבו - אלה רץ, מזר חיים, גדי איידלהייט, אריה מורג, מרים אוריאלי, לודה דומניקוב, מיכל לוינשטיין, עודד אברהם, כפיר סימון, עמואל ורון שיטריט במאמרים ובתמונות, ואליהם בצרף את תמונותיו המאלפות של ירון עיני, ויסלחו לי אלה ששכחתי אותם.

ואני, עבדכם הנאמן, מקווה שלא אכזבת. סבדרמיש יהודה



הכנס השנתי ה-58

הכנס יתקיים ביום שישי 24 בדצמבר 2010
בין השעות 14:00-8:30
באולם אשכול הפיס רמת גן (רח' רוקח 118)

8:00	התכנסות ורישום
9:00	דברי ברכה - יו"ר האגודה ד"ר יגאל פת-אל
9:15	פרופ' ארי לאור, הטכניון - חורים שחורים מסיביים
10:00	ד"ר דניאל ללוש, מכון וייצמן למדע - חומר אפל ואנרגיה אפלה
10:45	פרופ' אהוד בכר, הטכניון - אסטרונומיה בקרני רנטגן
11:30	הפסקה וכיבוד קל
12:00	האסיפה השנתית של האגודה - דיווח על פעילות ובחירות מוסדות האגודה
12:40	דיווחי סניפים וסיכום שנת האסטרונומיה העולמית
13:10	פרופ' אבישי דקל, מכון רקח לפיזיקה, האוניברסיטה העברית, יו"ר הרשות לקהילה ולנועה יו"ר האגודה הישראלית לפיזיקה - מהמפץ הגדול להיווצרות גלקסיות
14:00	נעילה

דמי כניסה:

קהל רחב: 50 ש"ח

חברי אגודה לשנים 2009 ו-2010

ולכל אלו שירשמו בכנס כחברים לשנת 2011

הכניסה חינם

דמי חברות שנתיים באגודה: 150 ש"ח

אנא הרשמו כדי להבטיח את מקומכם:
www.astronomy.org.il

מה באגודה



שלו נצפה ע"י החובבים מפרברי וושינגטון!), תצפיות מטאורים, תצפיות שדונים (סוג של ברקים) בעזרת מצלמות שהאגודה עומדת לרכוש (ואם יתאפשר לצפות זאת ממספר מקומות, ניתן יהיה לעשות טריאנגולציה שתעלה באופן משמעותי את דיוק התוצאות), תצפיות בכוכבי לכת ואסטרונומיה של גופים קטנים במערכת השמש (אסטרואידים, שביטים). לרשות החניכים עומד הציוד של האגודה במצפה הכוכבים בגבעתיים שכולל טלסקופ Meade LX200, מצלמת CCD, ספקטרוסקופ חדש וטלסקופים קטנים יותר. בהצלחה לכל משתתפי הקורס!



קורס "אסטרונומיה למתקדמים": הפעם נעשה מדע!

17 באוקטובר היה יום מיוחד לפעילי האגודה ועוד כ-50 איש שהחלו ללמוד בקורס "אסטרונומיה למתקדמים" במצפה הכוכבים בגבעתיים. האולם היה מלא, והפעם לא רק גברים נוכחו בו! פה ושם ניתן היה לראות תספורות נשיות או שיער פזור.

ד"ר יגאל פת-אל, יושב-ראש האגודה הישראלית לאסטרונומיה, מעביר את רוב מפגשי הקורס. לדבריו של ד"ר פת-אל, מטרת הקורס היא לא רק להעביר ידע תיאורטי, כפי שזה היה בקורסים קודמים, אלא גם להקנות למשתתפים כלים נדרשים עבור מה שנקרא "לעשות מדע", כלומר, ליזום מחקרים בתחומים שונים באסטרונומיה ולבצע אותם במצפה הכוכבים בגבעתיים או במקום אחר, תוך כדי השימוש בציוד של המקום ובידע הנרכש בקורס. הפרויקט הזה מיועד להכשיר חובבי אסטרונומיה לבצע פעילויות מדעיות במספר מצפים: מצפה הכוכבים בגבעתיים, המצפה החדש במכון וייצמן למדע, ה"טכנועד" בגבעת אולגה, המצפה במעלה אדומים ובמרכז אילן רמון בבאר שבע.

משתתפי הקורס

חשוב להדגיש כי הקורס לא יהפוך את חובבי האסטרונומיה לאסטרופיזיקאים מקצועיים, אך יקנה להם מספיק ידע וכלים בסיסיים לצורך תצפיות מדעיות בעלות ערך. לטענתו של ד"ר יגאל פת-אל, לחובבים יש יתרונות לא מעטים על פני המקצוענים. למשל, חופש אקדמי: חובבים לא מחויבים כלפי מסגרת אקדמית כלשהי שקובעת מה בדיוק הם צריכים לחקור וכיצד, ובנוסף, מגבילה אותם בזמן ובתקציב. חובבים מחליטים בעצמם מה הם יחקרו ועושים את זה בקצב המתאים להם, וכך ניתן להגיע לתוצאות עצמאיות שיתקשו להשיג באוניברסיטה. בנוסף, חובבים מכירים שמים, יש להם ידע תצפיתי רב, זמינות לעשות תצפיות בכל עת שיחפצו (ולא רק כשמוקצב להם זמן תצפית מצומצם בטלסקופ במצפה מדעי) וכמובן, החשוב ביותר - מוטיבציה-חובבים אוהבים את מה שהם עושים.



בין המחקרים שיוכלו לבצע החניכים ניתן למנות ניתוח עקומות אור של כוכבים משתנים וגילוי כוכבי לכת במערכות שמש אחרות (הידעתם? - הטרנזיט הראשון של כוכב לכת על פני כוכב האם

ליל המדענים גם במצפה הכוכבים

ב-20 בספטמבר בכל רחבי אירופה וגם בארץ התקיים ליל המדענים. אוניברסיטאות ומכוני מחקר רבים, וביניהם אוניברסיטת ת"א, האוניברסיטה העברית, אוניברסיטת בן גוריון, טכניון, מכון וייצמן למדע, המוזיאונים למדע בירושלים ובחיפה ועוד מקומות רבים פתחו את שעריהם לקהל הרחב עם הרצאות, סדנאות, מפגשים עם מדענים וכו' למבוגרים ולילדים כאחד. מצפה הכוכבים בגבעתיים קבל גם הוא קהל רב, ללא תשלום. מדריכי המצפה ופעילי האגודה הוציאו טלסקופים והראו לקהל את הירח ואת צדק, וזאת למרות העננים שניסו (אך לא הצליחו) להפריע למבקרים ליהנות ממראה גרמי השמיים.

מפגש של חטיבת המטאורים ותצפיות מטאורים בסתיו

בתצפית בק"מ ה-101: השביט והמטר

במוצאי שבת ה-30 באוקטובר, לאחר תקופת הירגעות מעונת הפרסאידיים, התקיים מפגש של חטיבת המטאורים במצפה הכוכבים בגבעתיים. מי שהנחה את המפגש היה שי חלצי, אחד הוותיקים מפעילי החטיבה. תחילת המפגש הוקדשה לסיכום תצפיות הקיץ: כל אחד סיפר היכן צפה פרסאידיים וטיב המטר. שי הראה לנו מצגת עם תמונות, רשמים ועדכונים מעניינים מכנס המטאורים הבינלאומי המוצלח שהתקיים בצפון אירלנד שבו הוא היה הנציג היחיד של חטיבת המטאורים שלנו והישראלי היחיד. לאחר מכן, שי דיבר על תחזית מטאורים לשנה הקרובה וכאן היו שתי הפתעות. אחת מהן היא שבגלל המעבר של השביט Hartley 2 קרוב לשמש (ולכדור הארץ) היה סיכוי שנראה מטר

23.09.2010

הנדון: כתבה של מזר חיים "איך יראה דרכון מאדימיני" אסטרונומיה, 36 גלי 3 סתיו 2010 עמ' 29

מזר חיים כתב: "מבחינה משפטית כל יציאה לאיזושהו יעד מחייבת החתמת דרכונים ואין זה משנה מהו היעד". יש פה שני אי דיוקים:

א. רק ליציאה לאיזור ריבוני אחר צריך דרכון. ישראל שטס מתל אביב לאילת אינו זקוק לדרכון וכן - אפילו נוסע כלשהו שטס מוורשה למדריד או מאמסטרדם לרומא, למשל. אם נוסע במסלולים כאלה משתמש בדרכון כאמצעי זיהוי ב-CHECKIN או בשלבים אחרים, הדרכון אינו מוחתם כי במסלולים אלה הן ביציאה והן בכניסה לא עוברים את משטרת הגבולות.

ב. יש מדינות כמו ארה"ב ובריטניה שביציאה אין בכלל ביקורת דרכונים של מחלקת ההגירה ואפילו אם מציגים דרכון ב-CHECKIN, בדוכן של חברת הנסיעות או בבדיקות בטחון, אין הוא מוחתם.

בכבוד

רב

גיורא קימל, עומר

gyorakimmel@gmail.com

* * *

תשובה לגיורא

שלום רב!

שוחחתי זה עתה עם מזר חיים ותשובתו כדלהלן: המאמר נכתב בעיקבות החתמת הדרכונים של טייסי אפולו שטסו לירח, ותוך התייעצות עם משפטן. יש כאן כוונה לעורר מחשבה למצב עתידי אפשרי בו תוקמנה מושבות באזורים מחוץ לכדור הארץ, כאשר חלקם של התושבים במושבות יגורו שם חיי קבע.

חג שמח,

סבדרמיש יהודה עורך



תליית מטוטלת פוקו במצפה הכוכבים בגבעתיים

מטוטלת פוקו המפורסמת של המצפה שוב קמה לתחייה, וזה בזכות נדב רוטנברג שיזם את המעשה לאחר המפגש של חטיבת המטאורים במצפה.



האגודה האסטרונומית של לאטביה

מפגש בין פעילי שתי האגודות לאסטרונומיה

ב-18 בנובמבר במצפה הכוכבים בגבעתיים התקיים מפגש עם ניקולאי ניקולאייב, אחד מפעילי האגודה האסטרונומית של לאטביה. אנה ואלה שמחו לארח את המבקר שדיבר בשפה הרוסית. הראנו לניקולאי את המצפה, כולל הפלנטריום וחדר הטלסקופ, סיפרנו לו על האגודה ושמענו אותו מספר על האגודה האסטרונומית של לאטביה. לדבריו, המצב הכלכלי בלאטביה הוא קשה, שלא יכול לא להשפיע גם על מצב האגודה לאסטרונומיה, שכוללת כ-50 חברים, מתוכם כ-20 חברים פעילים, המפוזרים בכל המדינה. יש בלאטביה מצפה כוכבים לחובבים עם טלסקופ בקוטר 16" ("בדיוק כמו במצפה שלכם, רק על מאונט אחר", אמר ניקולאי כשראה את הטלסקופ הראשי שלנו). המצפה כמעט ואינו פעיל, והחברים נאלצים לתחזק אותו על חשבונם. בשנה שחלפה, שהייתה שנת האסטרונומיה הבינלאומית, חברי האגודה בלאטביה היו קצת יותר פעילים: עשו תצפיות רחוב וזה משך את הקהל, אך ללא השלכות רציניות כלשהן. בנוסף יש בלאטביה גם מצפה מדעי (בדומה למצפה ע"ש וייז אצלנו במצפה רמון) עם טלסקופ בקוטר 1.4 מטר (גדול מהטלסקופ בקוטר 1 מ' שיש במצפה ע"ש וייז). המצפה המדעי הזה בדרך כלל סגור לקהל הרחב.

שמחנו מאוד לארח את ניקולאי, שלחנו דרישת שלום חמה בשם כל חברי האגודה הישראלית לאסטרונומיה לאסטרונומים החובבים של לאטביה, ולקחנו את הקואורדינטות של ניקולאי להמשך הקשה. ולאחר המפגש חשבנו: איזה מזל שתרגמו את אתר האגודה לרוסית, וכתבנו ערכים בוויקיפדיה על האגודה ועל המצפה בגבעתיים ברוסית! לולא זה, ניקולאי לא היה מצליח לאתר אותנו!

מטאורים חדש - "הרטלאידים" (יותר מאוחר בתצפיות שעשוינו התברר שהוא לא התרחש כלל). וההפתעה השנייה הייתה שמטר הדרכונידים צפוי להתפרץ באוקטובר שנה הבאה ואנחנו כמובן לא רוצים להפסיד את זה. זו אחת הסיבות ששי הכריז על תחילת פרויקט צילום מטאורים בשנה הקרובה: ועד האגודה כבר אישר את רכישת מצלמת מטאורים. המצלמה תותקן במצפה הכוכבים בגבעתיים או במקום נגיש אחר ותצלם את השמיים. כך נוכל לעקוב אחר המטאורים הבהירים יותר וכדורי אש (בולידים). חטיבת המטאורים תחולק לשלושה חלקים לפי אופן התצפיות: תצפיות ויזואליות (אנה, אלה), צילום מטאורים בפוטו (גדי) ובידיאו (שי). יתכן שיתוף פעולה עם החוקרים מאוניברסיטת ת"א ומוסדות אקדמיים אחרים.

לדבריו של שי חלצי, מהתצפיות שעשו חברי החטיבה ב-2-3-4 בנובמבר, נראה כי לא הייתה פעילות חד-משמעית של מטאורים שקשורים לשביט הרטלי. מתוך כ-25 מטאורים שנצפו בשלוש שעות, רק אחד נחשד כ"הרטלאיד" והוא נצפה על ידי אנה בלבד. בנוסף, דיווחים מחו"ל מעידים על מגמה זהה - אף אחד לא זיהה פעילות כלשהי, לא ויזואלית ולא בצילום וידאו. אנשי החטיבה צפו גם במטר הלאונידים ב-16-17-18 בנובמבר, אך הפעילות של המטר לא הייתה חזקה במיוחד, וגם מצב הירח לא עזר לצופים: נאלצנו להתחיל לצפות לקראת הבוקה, כשהוא שקע. תמונות שצילם ירון עיני מן המטר מופיעות בשער האחורי.

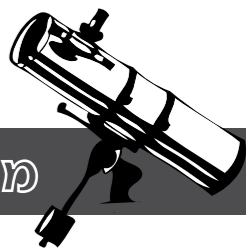
וכמובן, ב-14 בדצמבר צפוי להיות מטר הג'מינידים ואנחנו מקווים לראותכם בתצפיות!

התצפית בק"מ ה-101: השביט והמטר

בלילה בין יום שישי לשבת 5-6 בנובמבר התקיימה תצפית אסטרונומית בק"מ ה-101 בערבה, בה השתתפו למעלה מ-60 איש. האוטובוס היה מלא ובנוסף הגיעו אנשים גם ברכבים פרטיים. במהלך התצפית, ד"ר יגאל פת-אל העביר תדריך השמיים שכלל הסבר על קבוצות הכוכבים, המיתולוגיה שלהם ואפילו סקירה בלשנית על חלק מהשמות של כוכבים. המלך של התצפית היה הדובסוני 12" החדש של האגודה. הפעם זו הייתה לא סתם תצפית, כי מלבד הגלקסיות, צבירים וכפולים יפים ראינו עוד שני דברים מעניינים: ראשית, זהו שביט הרטלי-2 המפורסם, שבאותו יום היה בקבוצת הכלב הקטן ונראה ככתם מטושטש. ושנית, הלילה היה שיא מטר הטאורידים והם היו רבים ויפים מאוד. אנה לוי מחטיבת המטאורים עשתה תדריך מטאורים לכל משתתפי התצפית.

תצפית רחוב המונית בנמל תל-אביב

מזמן לא הייתה לפעילי האגודה תצפית רחוב כה מוצלחת! התצפית התקיימה ב-15 באוקטובר בנמל תל אביב והפעילו אותה מעל עשרה חברי האגודה: נדב רוטנברג, ד"ר יגאל פת-אל עם אשתו רויטל, אריה בלומנצוויג, אנה לוי עם בנה סמיון, מיכל לוינשטיין ואהרון בוך, עודד אברהם עם אשתו פרידה ובנו אופק, יהודה סבדרמיש, ואלה רץ. אריה הביא את "לוסי" שלו (טלסקופ דובסוני 12.5" שהוא בנה), יגאל בא עם המשקפת הגדולה שלו וכמובן, ה-120 מ"מ של האגודה השתתף גם הוא בחגיגה. מאות אנשים, ביניהם ילדים רבים, הסתכלו על הירח ועל צדק, שמעו הסבר מפורט מאת המתנדבים וקיבלו מהם כרטיסי ביקור של האגודה. האתר היה נוח מאוד: מספיק מרווח לציוד ולאנשים, מואר היטב (כן, תתפלאו לדעת שבתצפיות רחוב זה יתרון) ועם כמה ספסלים. בתום התצפית, עייפים אך מרוצים מאוד, קיפלנו את הציוד והתיישבנו בבית קפה צמוד לאתר התצפית. הנה מה טוב ומה נעים שבת אחים גם יחד... צופים-צופים!



רואים רחוק.

אסטרונומים מה-OBSERVATOIRE DE PARIS, מצפה הכוכבים בפאריס, וחוקרים נוספים התבוננו בחודש האחרון 13 מיליארד שנים אל תוך העבר, ואל עבר הגלקסיה הרחוקה ביותר שנצפתה אי פעם. הגלקסיה, הנקראת UDFY-38135539, הייתה קיימת כאשר היקום צעיר מאוד - כן 600 מיליון שנים בלבד.

בערך 400 אלף שנים לאחר המפץ הגדול, ששלח לכל עבר פלסמה לוחטת, התקרר מעט היקום והחלקיקים הבסיסיים של החומר נוצרו. כמיליארד שנה לאחר המפץ הגדול החלו כוכבים להתגבש בגלקסיות הלוהטות. עידן היווצרותה של הגלקסיה מוערך בין שתי תקופות אלו, ונקרא עידן הריוניזציה, במהלכו, כך משערים המדענים, החל החומר האפל לגבש את הגז המיון והאבק אל עבר גלקסיות חדשות וצעירות. הצפייה בגלקסיה, שנערכה במאמץ משותף של האבל ושל VLT (האירופאי VERY LARGE TELESCOPE), הייתה קשה במיוחד בשל ההסחה המסיבית לאדום שעובר האור הבוקע ממנה; רוב הקרינה המגיעה מהגלקסיה נופלת בתחום התת-אדום, דבר המקשה במיוחד על ניתוחו.



מחזור פרוייקט תמיס.

בנאס"א הולכים על ירוק (או מהדקים את החגורה). נאס"א תמחזר שתיים מספינות החלל של פרוייקט THEMIS, שחקרו עד כה סערות בשדה המגנטי של כדור הארץ, ותהפוך אותן לחלליות לחקר הירח. הן יקבלו שם חדש: ארטמיס, ויעסקו בבדיקת השפעתה של רוח השמש על אדמת הירח, לאחר שבשנה האחרונה התגלו יותר מבמקרה אחד מים על פניה.

זו לא הפעם הראשונה השנה שנאס"א ממחזרת חלליות, ומשקיעה זמן רב ומשאבים בשינוי מסלולן ותפקידן; גם דיפ אימפקט ביקרה ברביעי לנובמבר את השביט הארטלי 2 שחולף בימים אלו בשמי כדור הארץ, לאחר שלפני חמש שנים ירתה פצצה חכמה אל עבר השביט טמפל 1, ואספה את האבק שהותז ממנו לצורך מחקר.

נזכיר רק שלא מכבר עלה הפרוייקט החדש כבר על המוקש הראשון שלו. אחת משתי החלליות, THEMIS B, נפגעה לאחרונה על ידי מטאורואיד, מה שמערער מעט את הביטחון לגבי המשך פעילותה השוטף בשנים הקרובות. נחזיק לה אצבעות.



אנטרפרייז של וירג'ין גלקטיק

בקרב: טיסות לאירופה? החללית VSS ENTERPRISE של וירג'ין גלקטיק בבעלות המיליארדר ריצ'רד ברנסן תעשה היסטוריה בשנה הבאה ותהיה החללית הפרטית הראשונה שתחצה את גבולות החלל, כשהיא נושאת עמה שני אנשי צוות ושישה תיירי חלל. כדי לזכות לעלות על סיפונה של האנטרפרייז, שנקראת כך על שמה של הספינה האלמותית מהסדרה "מסע בין כוכבים", תיאלצו להיפרד מ-200 אלף דולר, וגם להמתין לא מעט זמן ברשימה הנוסעים ההולכת ותופחת של החברה.

באוקטובר האחרון החלה החללית בסבב הבדיקות האחרון, ואף ביצעה מבחן נחיתה, במהלכו דאתה במשך כעשרים דקות מגובה 13,700 מטרים ונחתה בבטחה בנמל הבית.

האנטרפרייז, שהיא ספינת חלל מדגם SPACESHIP TWO, תמריא שהיא נישאת על ידי ספינת האם, מטוס סילון גדול במיוחד. בגובה 15 ק"מ מעל פני הקרקע תתנתק האנטרפרייז מספינת האם, ותפעיל את המנוע הרקטי-היברידי שלה, שיביא אותה למהירות של 4,200 קמ"ש. לאחר שתגיע הספינה לגובה המירבי, 110 ק"מ, היא תדאה בחזרה לנמל הבית.

סוף תכנית המעבורות.

נאס"א מורידה את המסך מעל תכנית המעבורות. עידן מעבורות החלל של נאס"א יגיע לסיומו בפברואר, בשנה הבאה, עת תמריא מעבורת החלל אנדוור (ENDEAVOUR) למשימתה האחרונה בהחלט, STS-134. זו תהיה הטיסה ה-25 במספר של המעבורת הותיקה, שתישא עמה שישה אנשי צוות בדרכם להשלמת השלבים האחרונים בבניית תחנת החלל הבינלאומית, וגם הפעם הראשונה בה ישהו שני אסטרונאוטים אחים (תאומים, למעשה) בחלל, מארק וסקוט קלי, אחד מעובדי הקבע בתחנת החלל.

הפסקת תכנית המעבורות היא פועל יוצא של החלטת ועדת החקירה של אסון הקולומביה. ועדה זו המליצה להוציא את צי מעבורות החלל משירות פעיל עד לסוף 2010, או לשדרגן לתקנים הנדסיים מודרניים. כאמור, נאס"א בחרה באפשרות הראשונה בשל מגבלות תקציב.

את תכנית המעבורות הייתה אמורה להחליף תכנית קונסטיליישן, שבוטלה גם היא בעת האחרונה לאחר המלצה של ועדת אד הוק שקבעה כי במסגרת התקציב הנוכחי, לא יהיה ניתן להשלימה בלוח הזמנים שנקבע. תכנית קונסטיליישן קוצצה לכדי רכב חלל אחד בשם אוריון, שישמש לחילוץ אסטרונאוטים מתחנת החלל בשעת חירום.

את נושא בטיחות הטיסה סיכם דווקא וויליאם שטנר, הזכור כקפטן קירק, מפקדה של האנטרפרייז המקורית, לאחר שברנסן הציע לו להשתתף בחינם בטיסה הראשונה. "באמת שהייתי רוצה לנסוע", הודה. "אבל אני צריך ערבויות שבאמת אחזור."

מים על הירח.

חוקרים מאשרים: יש יותר מים על הירח משחשבו עד כה. כמות גדולה של קרח מים התגלתה באיזור הקוטב הדרומי של הירח, גם באיזורים שלא נחשדו בעבר ככאלה בהם עשויים להימצא מים. משימת LRO של נאס"א, שמקיפה את הירח במסלול נמוך, שלחה באוקטובר אשתקד גשוש שהתגנש בירח ופיזר את האבק מעל קרקעיתו, על מנת שיעבור ניתוח מדויק בחיפוש אחר מים. בעבר חשבו מדענים כי מים יכולים להימצא על הירח רק באיזורים המכונים PSR - PERMANENTLY SHADOWED REGIONS, כלומר

פאן ספרמיה חיים בדילוג בין פלנטארי

חלק ב'

שוקי קוריסקי

החוג לגיאופיזיקה ומדעים פלנטריים מוגש כעבודה בקורס "מענני אבק בין כוכבי למערכת השמש", אוניברסיטת ת"א

4. תלאות המסע הבין כוכבי הנוסע הפוטנציאלי

הנושא המאיים ביותר על רעיון הפאן ספרמיה נובע מקשיי המסע בחלל.

הסיכוי של יצור חי, חסין ככל שיהיה, לשרוד מסע שאורכו אלפי ומיליוני שנים בתנאי טמפרטורה, לחץ וקרינה קיצוניים, תלוי בכושרו להתמודד עם תנאים אלה. הפרמטרים המשפיעים על אורך חיי המיקרו אורגניזם במסע זה:

טמפרטורה ויובש: חשיפה קצרת זמן לטמפרטורות בסדר גודל של כמה מאות מעלות בעת חציית האטמוספירה ובמהלך הנחיתה על פלנטה אחרת וכן חשיפה מתמשכת לטמפרטורות קיצוניות ולתנאי יובש.

לחץ: חשיפה למתקפי לחץ של עד GPA50 במהלך הזינוק לחלל ונחיתת הריסוק על פלנטה אחרת. לדוגמא, הנתז הנפלט ממאדים לחלל מפתח מהירות של 5 ק"מ/שנייה (מהירות בריחה) במשך סדר גודל של אלפית השנייה. התאוצה המתפתחת היא בסדר גודל של 10⁶ מ"מ/שנייה וגורמת ללחץ הגבוה.

קרינה: המסע בחלל חשוף לקרינה קוסמית רוח השמש, קרינה מייננת וחלקיקים במהירות גבוהה.

כדי לבדוק מועמדים פוטנציאליים המסוגלים לשרוד, לאורך זמן, בתנאי החלל נבחרו מספר בקטריות הידועות בשרידותן ועמידותן הגבוהה לתנאים אלה בצורתם החיה או בתצורת הנבג שלהן. את הבקטריות חשפו, בניסוי מעבדה ובחלל, ללחצים, טמפרטורות



אנ' אריזונה: ירי של קליע המכיל בקטריה אל לוח חימר לבדיקת עמידות לפגיע בקרקע. רוב הבקטריות שרדו את הים הפגיעה.

בהעדר חומרי מזון ובתנאי סביבה קשים, מייצרת הבקטריה נבגים. הנבגים, השונים מבחינת המבנה והפיזיולוגיה מתא חי, מסוגלים, בזכות שינויים אלה, לשרוד גם בתנאים הקשים. הם יציבים לחום, לקור, ליובש, לקרינה ואפילו להשפעת כימיקלים. עם העברתם של הנבגים לתנאים המאפשרים גידול, הם מסוגלים לצאת ממצב התרדמה, ולהפוך שוב לתא חי.



The Voyage Begins
The force of an impact on Mars (left) hurled rocks into space some 16 million years ago. Astrobiologists found one of them, ALH84001, on Earth; some believe it contains signs of microbial life. To test whether microbes could survive being lifted off a planet by such impacts, researchers at the University of Arizona fired bacteria-bearing bullets into clay (above). Most microbes lived.

Photographs: Left to Right, Courtesy of NASA/Lunar and Planetary Institute; Courtesy of Wayne Nicholson/University of Arizona

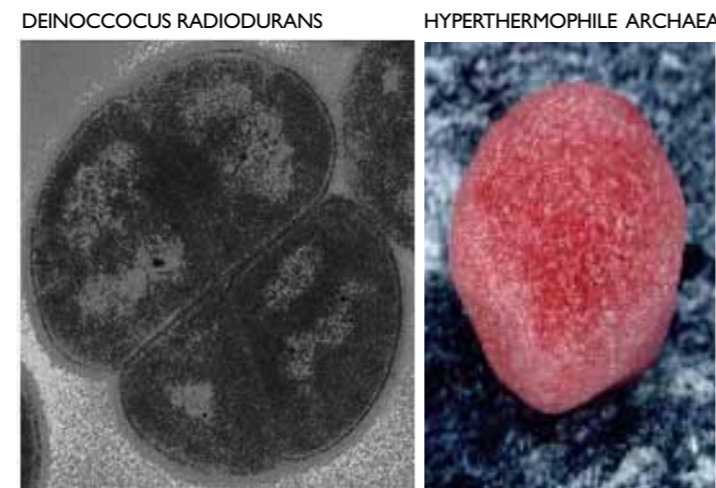
בסיכומו של דבר, נבחרו כמייצגים המיקרואורגניזמים שהוכיחו את העמידות הגבוהה ביותר לטמפרטורה, לחץ וקרינה: הבקטריות- Hyperthermophile - והארכיאה Deinococcus radiodurans. Archaea השייכות לקבוצת האקטרמופיליות של 80°C העמידות לרמות קרינה גבוהות ולטמפרטורה שהתאמה.

רמות קרינה שדימו את התנאים שהוזכרו. לדוגמא, לבדיקות העמידות בתנאי הפגיעה בקרקע הוכנסו בקטריות לתרמילי רובה ונורו לעבר מטרה העשויה חומר פלסטי. מרבית הבקטריות שרדו. מבין הבקטריות שהוכיחו עמידות גבוהה ניתן לציין את הבקטריה BACILLUS SUBTILIS שבניסוי, שערכה המיקרוביולוגית גרדה הורנק

הנבג נוצר ע"י בניית מעטפת קשיחה השומרת על תנאי האטמוספירה הפנימית וכך הבקטריות המוגנות יכולות לשרוד לזמן ארוך בהרבה. יצוין כי, למרות האמור לעיל הסף העליון של מסע בחלל הוא מאה אלף שנה לאורך חיי הבקטריה בתנאי חלל. לצורך המחשה, זמן זה במהירות ממוצעת של 5 ק"מ/שנייה, במעוף בקו ישר, מאפשר טווח בסדר גודל של 105(AU) R עמו ניתן להגיע לכל פלנטה בתחומי מערכת השמש אולם אינו מספיק להגעה לפלנטה מחוץ למערכת השמש. נבחן את שלבי המסע של מיקרואורגניזם מפלנטה אחת לאחרת ונבדוק את משמעותם.

שלב I: הזינוק לחלל

הטריגר-פגיעת מטאוריט האפשרות הסבירה ביותר לפליטת מיקרו-אורגניזמים לחלל היא על ידי התזת קרקע המכילה אותם אורגניזמים מפני כוכב הלכת אל מחוץ לאטמוספירה בעקבות פגיעת קליע מטאוריט העשוי משברי שביט או אסטרואיד. בעקבות הפגיעה, נוצר מכתש שקוטרו הוא פונקציה של קוטר המטאוריט ומהירותו. זאת בהנחה שמבנה המטאוריטים, מבחינת הרכבם וכתוצאה מזאת, חוזקם, דומה. בעקבות הפגיעה יותז חומר סלעי מתוך המכתש. בזמן הפגיעה הטמפרטורה של רוב החומר המותז יכולה להגיע למעל 1000°C. טמפרטורה זו קטלנית לבקטריות שנלכדו בנתז. עם זאת, מניסויים שנערכו יש נוצרו גושי סלע, בו הטמפרטורה הייתה נמוכה מ-100°C נותרו אחוזים בודדים של בקטריות ללא פגע. אזור זה מכונה שכבת הרסס (Spall Layer) ומצוי סמוך מאוד לפני כוכב הלכת, בשולי מכתש הפגיעה ומרוחק מנקודת הפגיעה. חלק מהסלעים המנתרים מאזור זה מגיעים למהירות הגבוהה ממהירות המילוט מכוכב הלכת, במהלך מתקף בן אלפית שנייה וכתוצאה מכך יוצאים למסלול בחלל (מהירות המילוט, על פי המשוואה $\sqrt{\frac{2MG}{R^2}}$ שווה ל: 5 ק"מ/שנייה למאדים



ALH84001,0

One Martian Missile
The journey to Earth can take a few years or a few million years, depending on the gravitational forces encountered in transit. ALH84001 (below) took 16 million years to reach Earth.

Beating the Heat
The heat of launch and landing was once thought to kill any microbes aboard. But ALH84001's magnetite crystals (above) showed its interior never got hotter than 104°F.



מטאוריט ALH84001 שבו נתגלו צורות שזוהו כ"ננובקטריות. הממצא זה עדיין במחלוקת.

11-1 ק"מ/שנייה לכדור הארץ). על מנת להשיג אימפקט שכזה על האסטרואיד הפוגע במאדים להיות בקוטר של לפחות 1 ק"מ. אסטרואיד בקוטר זה מותיר מכתש שקוטרו כ-10 ק"מ. במטאוריט ממאדים ALH84001, שמשקלו 1.6 ק"ג, חלקו הפנימי לא נחשף לטמפרטורה הגבוהה מ-40°C.

החום והלחץ הגבוה המתפתחים בחציית האטמוספירה ממיסים את איזור המעטפת של הנתז. אזור זה מתמצק לאחר עזיבת האטמוספירה ויוצר שכבת הגנה תרמית שבמידה ואינה נסדקת עשויה לסוכך על הבקטריה מפני הוואקום החלל.

מן הניסויים עולה כי הקשר בין קוטר הנתז במטרים (r) ואורך חיי המיקרו אורגניזם בתוכו במיליוני שנה (t), מובעים במשוואה: $t \gg 75^2 r$

כמות הפגיעות וכמות הנתזים

מטר המטאורים והשביטים שהתנגשו בכדור הארץ ובמאדים היה בשיאו בתחילת חמש מאות מיליון השנים הראשונות של מערכת השמש.

כיוון שתנאי הגיאולוגיה ותהליכי הבליה על מאדים וכדור הארץ העלימו וטשטשו מכתשים שנוצרו עליהם בתקופות אלה ולעומת זאת על הירח, שלא הושפע מתהליכי שחיקה של רוח ומים, הם נשמרו בצורה יפה, שימש הירח כמודל להערכת תדירות, כמות וגודל שהכו במאדים וכדור הארץ ומהערכת אלה נגזרו כמות וגודל הנתזים.

ההערכה היא שכתוצאה מפגיעת מטאוריטים בעלי קוטר 1-20 ק"מ, במהלך כ-4 מיליארד השנים, ניתזו מקרקע מאדים 10¹²×4 גושי סלע במימדים מעל 20 ס"מ שאפשרו טמפרטורה פנימית של 100°C < T. כ-10%-3% מתוך נתזים אלה רכשו את המהירות

בדיקת חומרים של המטאוריט שנחת על כדור הארץ לאחר מסע של 16 מיליון שנה, מראה שהטמפרטורה בתוכו לא עלתה על 104 מעלות פרנהייט

ALH84001,0

One Martian Missile
The journey to Earth can take a few years or a few million years, depending on the gravitational forces encountered in transit. ALH84001 (below) took 16 million years to reach Earth.

Beating the Heat
The heat of launch and landing was once thought to kill any microbes aboard. But ALH84001's magnetite crystals (above) showed its interior never got hotter than 104°F.

Valtoren M. et al. 2009. Natural transfer of viable microbes in space from planets in extra-solar systems to a planet in our solar system and vice versa: *Astrophysical Journal* 690, 210-215,

Discovery August 2001 : "Did life on Earth come from Mars"

Irvine W.M. 1998. Extraterrestrial organic matter: A review. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*, 28, 365-383.

Rabbow E., Horneck G. et al. 2009. EXPOSE, an astrobiological exposure facility on the international space station-from proposal to flight. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* 39, 581-598.

Mileikowsky C., Cucinotta F.A., Wilson J.W., Gladman B., Horneck G., Lindegren L., Melosh H.J., Rickman H., Valtonen M. and Zheng

J.Q. 2000. Risks threatening viable transfer of microbes between bodies in our solar system. *Planetary and Space Science* 48, 1107-1115.

Davies P. (1998a) *The Fifth Miracle: The Search for the Origin and Meaning of Life*, Penguin Press.

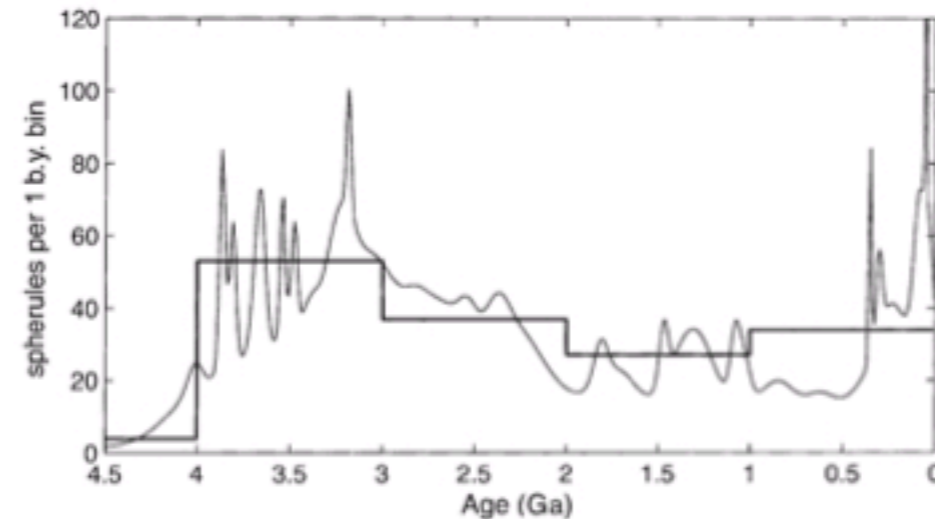
Davies P. (1998b) 'Planetary Infestations', *Sky & Telescope*, September 1999.

Davies P. (1998c) 'Survivors from Mars', *New Scientist*, 12 September 1998.

Melosh H.J. (1994) 'Swapping Rocks: Exchange of Surface Material Among the Planets', *The Planetary Report*, The Planetary Society, July 1994.

Melosh H.J. (2001) 'Exchange of Meteoritic Material Between Stellar Systems', 32nd Annual Lunar and Planetary Science Conference, abstract no.2022.

התפלגות פגיעת מטאוריטים בירח



סדרי גודל: באדמת כדור הארץ, כיום, יש בכל גרם אדמה כ- 10 מיליארד מיקרואורגניזמים.

5. סיכום ומסקנות

מטאוריטים הפוגעים בפלנטה, במערכת השמש, מתיזים גושי חומר סלעי העשוי להכיל מיקרו אורגניזמים.

חלק מאותם נתזים רוכשים מהירות המאפשרת להם לצאת לחלל ולהגיע, בסופו של מסע, לפלנטות אחרות בתוך או מחוץ למערכת השמש.

על כדור הארץ חיים מיקרואורגניזמים המסוגלים לשרוד, בתוך נתזי הסלע, את ההמראה, המסע והנחיתה על פלנטה אחרת, כתלות בגודל הנתז ובאורך המסע.

על פי מודלים המשקללים את כמות המטאוריטים שפגעו במאדים בדגש על חמש מאות מיליון השנים הראשונות למערכת השמש, עולה שבמידה והתקיימו חיים על מאדים בתקופה זו, קיימת סבירות טובה שהם הגיעו לכדור הארץ. תיאורטית עולה כי 7% מאותם מיקרואורגניזמים שמרקו ממאדים והגיעו לכדור הארץ היו שורדים את המסע. ליצורים אלה היה הפוטנציאל להתחיל או לחדש את החיים על כדור הארץ ואולי אף להמשיך ולהתפתח לרמות חיים גבוהות יותר.

מעבר חיים בכיוון ההפוך מכדור הארץ למאדים ואף מכדור הארץ לפלנטות או ירחים אחרים במערכת השמש סבירה אף היא אם כי ברמות נמוכות יותר.

מניתוחי מודלים נוספים עולה כי קיימת סבירות להגעת מיקרואורגניזמים, חיים, לכדור הארץ וממנו בתחומי פלנטות הנכללות בצביר הכוכבים אליו שייכת השמש ובתקופת הולדת הצביה (בה הייתה פעילות מטאוריטים רבה).

קונצפט הפאן ספרמיה, עשוי להסביר כיצד הופיעו חיים על פני כדור הארץ, בעיתוי המסוים, וייתכן גם כיצד התחדשו החיים לאחר האירועים הקיצוניים שאירעו בכדור הארץ לאורך השנים.

יצוין כי המושג קצב ממוצע בהקשר זה הוא בעייתי כיוון שכמות המטאוריטים שפגעו במאדים לא הייתה בקצב קבוע וכללה מספר תקופות שיא ושפל.

והכוון אפשרו להם התנתקות מהפלנטה ויציאה לחלל. קצב הנתזים, לכל מיליארד שנה, שיצאו לחלל ניתן על ידי המשוואה $R(t) \approx 2 \times 10^9 / t^4$ כאשר (t) הוא קוטר גוש הסלע.

שלב II – המסע בחלל

כפי שראינו נתזי הסלע מהווים כלי תעבורה יעיל ומוגן עבור נבגי הבקטריות הנעות במרחבי החלל.

חלק מהנתזים שהגיעו לחלל נשארו בסמוך לכוכב הלכת ממנו נפלטו וחלקם האחר הושלכו, לאחר זמן, אל החלל הבין פלנטארי והבין כוכבי בשל הפרעות הנגרמות על ידי כוכבי לכת גדולים כצדק. לגבי יציאה מחוץ למערכת השמש: על פי מודל מיליק ובסקי, תוך 50 מיליון שנים עובר 50% מכלל החומר שהותז ממאדים אל מחוץ למערכת השמש ולמרחב הגלקטי.

מהירות ההגעה ממאדים לכדור הארץ מוערכת בין 10 מיליון שנים ועד שנים בודדות כתלות בכיווני ומהירויות הנתזים במסלולי המעוף השונים. כאמור, הגביל מיליק ובסקי את גיל המיקרו אורגניזמים למאה אלף שנים. נתון זה הגביל, בין השאר, את כמות האורגניזמים שהגיעו חיים לכדור הארץ.

שלב III – הנחיתה על כדור הארץ

בהתמקדות על התנועה בין מאדים לכדור הארץ, ההערכה היא שכ-5% מהנתזים שיצאו ממאדים הגיעו לכדור הארץ. בסך הכול הגיעו לכדור הארץ ממאדים, במהלך 500 מיליון השנים הראשונות, 50 מיליארד מטאוריטים (ההפצצה הגדולה) וחמישה מיליארד נוספים במהלך 4 מיליארד השנים הבאות. ראוי לציין כי קצב התנועה בכיוון ההפוך מכדור הארץ למאדים, יהיה קטן פי 50, בשל כוח הגרביטציה החזק ועובייה הגדול יותר של אטמוספירת כדור הארץ וכן העובדה שמאדים מהווה מטרה קטנה יותר. המודל שקבע מיליקובסקי הניח שרק 15% מכמות החומר שהגיעה לכדור הארץ ממאדים עמדה בקריטריוני המיידות שאפשרו קיום חיים. החומר, שעמד בקריטריונים, נחת על כדור הארץ בקצב ממוצע של 150 ק"ג לשנה.

מחישובים אלה ובהינתן התפלגות זמני הגעת החומר ממאדים לכדור הארץ ואורך חיי המיקרו אורגניזמים עולה כי כ-7% מהחומר החי (אם היה כזה) שיצא לדרך באותם נתזים שנחתו על כדור הארץ שרד את המסע כולו.

לצורך המחשה, קצב "הזרעה" שנתי של כדור הארץ ב-150 קילוגרם חומר עם 7% מיקרו-אורגניזמים שורדים שקולה לסדרת משימות חלל המביאות בכל שנה ממאדים 10 קילוגרם חומר, מכיל חיים, שנשמרו בתנאים קפדניים כל משך המסע. (לקבלת

פגיעת שביטים ואסטרואידים בכוכבי הלכת הגזיים

חיים מזר



מאז התפרקותו של שביט שומייקר לוי ופגיעתו בצדק ביולי 1994 נצפו בו עוד 3 פגיעות. פגיעה אחת היתה ב- 21.7.2009. הפגיעה יצרה כתם בגודל של 304 מיליון קמ"ר באטמוספירה של צדק (כגודלו של האוקיינוס השקט). שתי פגיעות נוספות היו ב-2010, אחת ב-3.6 והשניה ב-20.8. למרות נדירותן של פגיעות אלה, אין להוציא מכלל אפשרות פגיעה גם בכוכבי הלכת הגזיים האחרים. מחקרן של פגיעות אלה יכול ללמד על הגופים הפוגעים וגם על האטמוספירות של כוכבי לכת אלה. מחקרים מסוג זה אפקטיביים כאשר הם נעשים בזמן אמת. לכן כדאי לחשוב על תצפיות עתידיות על שבתאי, אורנוס ונפטון שינסו לצוד פגיעות כאלה בין שזה יעשה מתצפיות ארציות ובין שזה יעשה מטלסקופים המוצבים בחלל. סביר להניח שמאמץ מחקריו בכיוון זה יעשה גם משעה שתוצבנה באופן קבוע מקפות סביב כוכבי לכת אלה. לגבי שבתאי בדיקה כזאת יכולה להיעשות כיום על ידי חללית הקסיני.

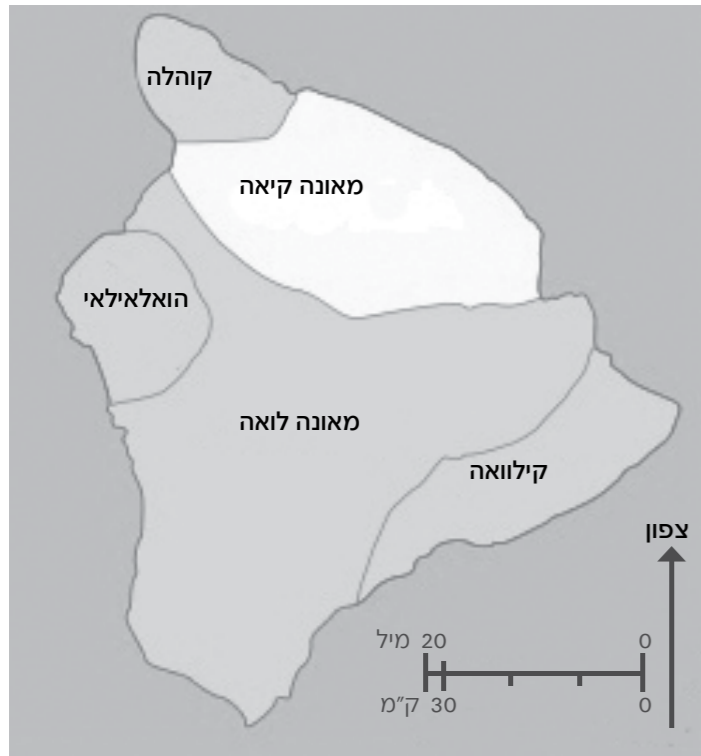
במקביל לכך רצוי לבדוק אפשרות נוספת-פגיעות שהיו בעבר. הדרך לכך היא איתור תצלומים שנעשו על כוכבי לכת אלה על ידי אסטרונאוטים מקצועיים וחובבים כאחד. יש לצאת בקריאה דרך האינטרנט לכל מי שצילם בעבר כוכבי לכת אלה, כולל ארכיונים של האוניברסיטאות על מנת שאפשר יהיה לרכז תצלומים אלה ולבדוקם. זאת תהיה אמנם עבודה מפרכת אבל המאמץ כדאי.



מצפה הכוכבים קק

W.M. Keck Observatory

אריה מורג



רקע

הוואי, הינה ארכיפלג המורכב מחמישה הרי געש, אשר הבולטים שבהם הם מאונה קיאה ומאונה לואה.

משמעות השם מאונה קיאה היא הר לבן ונקבע, כיוון שמדי חורף מתכסה פסגת ההר בשכבת שלג.

פסגת המאונה קיאה (MAUNA KEA) מגיעה לגובה של 4,207 מטרים מעל גובה פני הים ו-10,203 מטרים מעל קרקעית האוקיינוס השקט, כך שלמעשה הוא ההר הגבוה בעולם, לפי מדידה זאת ואף גבוה מהאוורסט שהוא ההר הגבוה ביותר מעל גובה פני הים.

פסגת המאונה קיאה משמשת בסיס למצפה כוכבים עוד מהעת הקדומה של ההתיישבות בהוואי. הפסגה נמצאת מעל כ-40% מאטמוספירת כדור-הארץ ומעל כ-90% מלחץ האדים של המים כך שתנאי הצפייה בשמי הלילה, באתר זה, הם מצויינים. הפסגה נמצאת מעל שכבת האינוורסיה (היפוך טמפרטורות - תופעה בה קיימת שכבת אוויר חמה מעל שכבת אוויר קרה) ובכך מאפשרת תצפית ברורה מעל 300 לילות בשנה. מיקומה של פסגת מאונה קיאה מאפשר תצפית לשני חלקי השמים של כדור-הארץ, הצפוני והדרומי. מספר התושבים באי אף הוא קטן וכך גם זיהום האור. בשל הגורמים הנ"ל, נבחרה פיסגה זאת לאלקס עליה כתרסר מצפים.

לפי מסורת הילידים, הפסגה היא מקום משכנה של פוליהו, אלת השלג, מקום תפילה וצפייה בכוכבים.

מצפה הכוכבים קק

מצפה הכוכבים קק הוא מצפה אסטרונומי השוקף קרוב לפסגת המאונה קיאה, בגובה של 4,145 מטרים, באתר הנחשב אחד הטובים לתצפיות אסטרונומיות. במצפה, 2 טלסקופים אופטיים ואינפרא-אדום, זהים, בעלי מראה ראשית בקוטר 10 מטרים!! - עובדה ההופכת אותם לטלסקופים השניים בגודלם בעולם, אחרי הטלסקופ הקנרי הגדול עם מראה בקוטר 10.4 מ'.

שני הטלסקופים יכולים לעבוד יחד ליצירת אינטרפרומטר אסטרונומי.

רשימת הטלסקופים הגדולים ביותר מתפרסמת באתר:

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

הסטוריה

ב-1985 החליט הווארד קק, העומד בראש מוסד קק (הנקרא על-שם אביו), לתרום 70 מיליון דולר, למימון תכנון ובניה של טלסקופ שייקרא על-שם הארגון. בסיום תהליך הבניה הסתבר כי העלות הכוללת הוכפלה ל-140 מיליון דולר. המימון הנוסף גויס על-ידי המוסד והגיע מתרומות ומענקים.

כיום, מצפה קק מנוהל על-ידי האיגוד למחקר אסטרונומי של קליפורניה - מוסד ללא כוונות רווח - שחבר הנאמנים שלו כולל ציגים מהמכון הטכנולוגי של קליפורניה ואוניברסיטת קליפורניה.

נאס"א הצטרפה לשותפות באוקטובר 1996 כאשר קק ו, תאמו של קק ו, החל בתצפיות, 3 שנים מאוחר יותר.

מבנה הטלסקופים

הטלסקופים הגדולים נבנו במהלך שנות ה-90 של המאה ה-20. כל טלסקופ הוא בגובה של כ-8 קומות, שוקל כ-300 טון ופועל בדיוק ננומטרי. המראות הראשיות בקוטר עשרה מטרים וכל אחת בנויה מ-36 מקטעים משושים, הפועלים יחד בתיאום מוחלט כאילו היו מראה אחת העשויה מקשה אחת.

ניתוח מחשב מדוייק קבע את החוזק והקשיחות הדרושים למבנה כל טלסקופ, הבנוי מכ-270 טונות פלדה, כל-אחד.

נתוני החוזק והקשיחות קריטיים - ולא רק מבחינה כלכלית. טלסקופ גדול חייב להיות עמיד לכוחות דפורמציה וכובד בעת המעקב אחר עצמים הנעים על-פני השמים.

המערכת הפנימית ממוזגת לטמפרטורה ולחות דרושים, במשך היום, על-מנת למנוע דפורמציות במבנה הפלדה והמראות. זאת משימה כבדה באשר נפח המבנה הוא כ-80,000 מטרים מעוקבים. מערכות מיוזג אוויר אדירות פועלות במשך היום לשמור על טמפרטורה מעל לטמפרטורת הקפיאה.

2.12.10 ⇐ **תעלומת מתפרצי קרינת הגמא - מותם של כוכבים ולידתם של חורים שחורים** תעלומת מתפרצי קרינת הגמא הופיעה בזירה המדעית בשנות ה-70 המוקדמות של המאה ה-20. לפרקי זמן של שניות בודדות מופיעים בשמים מקורות קרינת גמא, סוג של קרינה אנרגטית במיוחד, שבהירותם הנראית (בקרינת גמא) מאפילה אף על זו של השמש. רק לאחר כ-30 שנות מחקר הצליחו אסטרופיזיקאים להבין את מקורן של תופעות אלו. ההרצאה תעקוב אחר גילויים של מתפרצי קרינת הגמא ואחר הניסיונות הרבים לפענח את התעלומה, עד לפיתרון החלקי לפני מספר שנים. עוד נעסוק בהשערות לגבי המנגנון שגורם לתופעות אלו ולקשר שלו למותם של כוכבים ולידתם של חורים שחורים.

9.12.10 ⇐ **עד 120... ירחים** המשך הרצאתו המופלאה של אחד מותיקי האגודה על הירחים במערכת השמש.
מרצה: אלברט כליפא, האגודה הישראלית לאסטרונומיה.

16.12.10 ⇐ **הסיכוי לחיים ביקום** גילוי חיים מחוץ לכדור הארץ יחשב לתגלית הגדולה ביותר אי פעם, תגלית שיש לה השלכות פילוסופיות ואולי אף דתיות. במדע הבדיוני כידוע אתה רק מסתובב ומוצא את עצמך דורך על איזה חייה. אבל מה אומר המדע, הלא בדיוני, על הסיכוי למצוא חיים בכלל, וחיים תבוניים בפרט? אציג השקפות שונות ואדון בהן.

23.12.10 ⇐ **ההרצאה לא תתקיים**

24.12.10 ⇐ **הכנס השנתי של האגודה הישראלית לאסטרונומיה** בתכנית הכנס: הרצאות של מרצים בכירים בתחום האסטרופיזיקה: פרופ' אבישי דקל, מכון רקח לפיזיקה, האוניברסיטה העברית, יו"ר הרשות לקהילה ולנוער, יו"ר האגודה הישראלית לפיזיקה, ד"ר דניאל ללוש, מכון וייצמן למדע, פרופ' ארי לאו, הטכניון, פרופ' אהוד בכר, הטכניון.

30.12.10 ⇐ **הצד האפל של ניוטון** ניוטון נולד זמן קצר אחרי מותו של גלילאו ונישלה מביתו בעודו ילד קטן לגור עם סבתו כדי שאימו תוכל להנשא, ובנוסף בימי נעוריו פרצה גם המגיפה השחורה שפגעה קשות בתושבי אירופה. כך החלה להיות מעוצבת דמותו המאוד מיוחדת של אחד המדענים הגדולים מאז ומעולם - ניוטון. זה גם יתן את הרקע ליחסיו המאוד טעונים עם גדולי המדענים בתקופתו- הוק, לייבניץ ואחרים.

6.01.11 ⇐ **יפורסם בהמשך**

13.01.11 ⇐ **יוהנס קפלר (1630-1571): אסטרונום בעבודה** יוהנס קפלר נודע בעיקר בשל ספרו "האסטרונומיה החדשה" (1609) בו פרסם את שני חוקי התנועה הראשונים של כוכבי הלכת במערכת השמש. את החוק השלישי פרסם קפלר מאוחר יותר בספרו על "ההרמוניות של העולם" (1619). פריצת הדרך של קפלר חלה כאשר הבין כי מסלול הגופים הנעים בשמיים אינו מעגלי. בהרצאה הערב נברר מה היו השאלות שהטרידו את קפלר ונראה כיצד פתר אותן. כדי להבהיר, עיקר הדיון לא יעסוק בחוקי התנועה שקפלר פיתח ובניסוחם המתמטי. אנו נתמקד בתהליכי הגלוי עצמם. הווה אומר, מה עשה קפלר כדי לפתור את השאלות באופן מעשי, אילו מכשירים בנה, כיצד הקטין את הטעויות בתצפיותיו, ומה היו התובנות שפיתח בדרכו לניסוח "האסטרונומיה החדשה".

20.01.11 ⇐ **יפורסם בהמשך**

27.01.10 ⇐ **לשבת לבד בחושך: כשלים של מערכות חלל** עם השימוש הגובר בחלל (למחקר, לתקשורת, לניווט ועוד), תעשיית החלל הפכה לעסק של מיליארדי דולרים בשנה. שיגור מערכות חלל הפך לדבר שבשגרה. הצלחות מתועדות היטב, אך כשלונות, ובייחוד כאלו שניתן היה לחזות מראש ואף למנוע, מוסתרים מעיני הציבור. לעיתים הנפגעים הם המוניטין והאגו של הגוף המשגר. לעיתים הפגיעה היא בחיי אדם. מה הגורמים לכשלון מערכות חלל? אילו כלי מחקר הצליחו להינצל בעור שיניהם ממוות מוקדם ופתאומי? מדוע טילי שיגור מתפוצצים וכיצד ניתן להציל תכולתם? מה הקשר בין אסון הציאלנג'ר לאסון הקולומביה?

3.02.11 ⇐ **יפורסם בהמשך**

10.02.11 ⇐ **המסה של החורים השחורים הגדולים ביותר ביקום** מדידת חורים שחורים מאסיביים נמצאים במרכז של כל גלקסיה פעילה ומדידת המסה שלהם קריטית להבנתם. בשני העשורים האחרונים פותחה שיטה לביצוע מדידה זו בשיתוף של חוקרים מאוניברסיטת ת"א. ההרצאה תסקור את תופעת החורים השחורים ביקום ואת השיטה המאפשרת לנו לדעת כי המסה של החורים השחורים הגדולים ביותר היא פי מיליון עד פי עשרה מיליארד מהמסה של השמש שלנו. **מרצה: ד"ר שי כספי, החוג לאסטרופיזיקה באוניברסיטת תל-אביב והפקולטה לפיזיקה בטכניון**

17.02.11 ⇐ **"עופר, תגיד, הכוכב הבהיר זה קאפלה?"** מפות כוכבים מאומנות למציאות מפות כוכבים הן חלק אינטרגלי מעבודתו של האסטרונום ומהנאתו של החובב. מפות הכוכבים המוכרות לנו התפתחו בהדרגה מרישומים מופשטים ליצירות אומנות שמיימית, ולבסוף לתייעוד מדוייק וספרטני של החלל העמוק. בהרצאה נסקור את התפתחות מפות הכוכבים באירופה במקביל להתפתחות האסטרונומיה ביבשת, נעמוד על מאפייני מפות הפאר של המאה ה-17 ואילך, ונראה כיצד התגלגלו המפות להיות כלי עזר מדוייק שאף ספרייה אסטרונומית אינה שלמה בלעדיו. נסיים בנימת "יחסנו לאן?" - מפות הכוכבים בעתיד הקרוב והרחוק.

24.02.11 ⇐ **כוכבים משתנים פועמים** משתנים פועמים הנם בין סוגי הכוכבים המשתנים המעניינים והחשובים ביותר המוכרים שבהם, הקפאידים, איפשרו לאדווין האבל לגלות את המרחק אל הגלקסיות הקרובות אלינו, וכיום הם מסייעים לאסטרופיזיקאים לחקור את המבנה הפנימי של כוכבים. מלבד הסבר על כוכבים משתנים פועמים אראה כיצד חובבי אסטרונומיה יכולים לעקוב אחר כוכבים משתנים מעניינים אלה וכך לתרום למחקר.

מרצה: אמיר ברנט, מרכז אילן רמון לנוער שוחר פיזיקה, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב



טלסקופ ראשי

במהלך השנים האחרונות, אסטרונומים ממצפה קק התקדמו מאד במתן תשובות לשאלות אלה ואחרות. בין המחקרים הרבים המתבצעים במצפה, אסטרונומים השתמשו בעדשות גרוויטציה לגילוי גלקסיות בשולי היקום. נעשה שימוש בסופרנובות לגילוי קצב התפשטות היקום, תוך חיפוש גזים בתווך הבין-גלקטי לפתירת חידת התפרצויות אלומות קרני-גאמה וגילוי כוכבי לכת סביב כוכבים אחרים. במערכת השמש תצפיות על פלנטות ועל גופים רחוקים במערכת השמש בחגורת קויפר מעבר לנפטון. שילוב בין התצפיות בקק ובהר פלומר הביאו לגילוי הפלנטה העשירית ב-2005, כיום פלנטה הננסית אריס, הנמצאת בחגורת קויפר במרחק של 96.6 AU. גילוי זה הביא לשינוי בחלוקת הפלנטות במערכת השמש ל 8 פלנטות ו 5 פלנטות ננסיות ב 2006.

השלב הבא בעבודת המצפה הוא הליך ביצוע שיפורים באינטרפרומטר של קק. האינטרפרומטר משלב את האור משני הטלסקופים באתר לקבלת רזולוציה גבוהה פי עשר מהקיימת. זאת אחת ממטרות היסוד של נאס"א על-מנת לאפשר זיהוי ואיפיון כוכבי לכת סביב כוכבים דמויי השמש שלנו.

האינטרפרומטר יעזור לאסטרונומים לגלות כוכבי-לכת גזיים ענקיים, מדידה ואיפיון היווצרות כוכבי-לכת, אבק בין-כוכבי וקבלת תמונות ברזולוציה גבוהה מאד של דיסקות גלקסיות. המכשיר כבר עתה השיג תוצאות משמעותיות כולל תצפיות על חורים שחורים אדירים במרכז הגלקסיה NGC4151, הנמצאת במרחק 40 מיליון שנות-אור, מאיתנו.

לעיון נוסף:

- <http://he.wikipedia.org/wiki>
- <http://keckobservatory.org>

נמוכה המסוגל לייצור ספקטרום ותמונות של העצמים המוכרים, הרחוקים ביותר, בתחום הנראה.

מכשור לתחום התת-אדום הקרוב (1 - 5 מיקרון)

מצלמה תת-אדום קרוב - בעלת רגישות גבוהה המסוגלת לגלות קרינת-אור שוות ערך לנר יחיד על פני הירח. מצלמה מדור שני העובדת עם מערכת האופטיקה המסתגלת של המצפה, משמשת לספקטרוסקופיה ויצירת תמונות קרקעיות ברזולוציה גבוהה מאד, בתחום 1 עד 5 מיקרון.

ספקטרוסקופ תת-אדום קרוב - לחקר גלקסיות רדיו בהיטט לאדום גבוה מאד, אופן תנועה וסוגי כוכבים הממוקמים קרוב למרכז הגלקטי, אופיים של ננסים חומים, כימיה בין-כוכבית, פיזיקה כוכבית ומדעי מערכת השמש.

ספקטוגרף צילום לתחום התת-אדום הקרוב - מכשיר הפועל עם מערכת האופטיקה המסתגלת, לוקח ספקטרום בשדה ראייה קטן כדי לייצור סדרת תמונות באורכי-גל שונים. כן, הוא מאפשר לסנן אורכי-גל בהם אטמוספירת כדור-הארץ היא בעלת בהירות גבוהה עקב פליטת מולקולות H₂O (הידרוקסיל) ולכן המכשיר מאפשר גילוי עצמים חיוורים פי עשרה, מיכולת זאת, בעבר.

מכשור לתחום התת-אדום הבינוני (5 - 27 מיקרון)

אינטרפרומטר קק - מאחד את האור משני טלסקופי קק למדידת קוטרם של כוכבים ובחינת תכונות מערכות בינאריות. האינטרפרומטר מסוגל להשיג רזולוציה זוויתית גבוהה עד לחלקיק שניית קשת, תוך הצגת רזולוציה אפקטיבית של טלסקופ בקוטר 85 מטר.

מחקר

כיום, משמשים הטלסקופים למציאת תשובות לשאלות יסוד: כיצד הייקום התפתח ממועד היווצרותו למצבו היום? כיצד ומתי נוצרו גלקסיות? מהו קצב ההתפתחות של כוכב בגלקסיות רחוקות ועמוק אחורה בזמן? כיצד משתנה קצב התפשטות הייקום עם הזמן? כיצד נוצרה מערכת השמש? היכן המסה החסרה של הייקום? מהו גורלו הסופי של הייקום?

1.8 מטר והם שני המשטחים קולטי-האור הגדולים ביותר בעולם. קיימות שתי שיטות לשמור על הברק ואיכות החזר האור של מקטעי מראה אלה:

מראות הטלסקופים מנוקות מאבק אחת לתקופה בתרסיס המכיל "שלג" של דו-תחמוצת הפחמן. "השלג" אשר אינו פוגע בפני שטח המראה וידידותי לסביבה, מעיף את האבק מפני השטח בתהליך סובלימציה.

השיטה השנייה מחייבת לפרק את מקטעי המראה ממבנה הטלסקופ. שיטה זאת מאפשרת טיפול יסודי בכל מקטע, בחינת פגיעות בפני השטח ומצב ציפוי האלומיניום על פניו.

מקטעי המראות בעלי עובי של 3 אינץ' ועשויים תרכובת זכוכית וחומר קרמי המכונה זרודור (ZERODUR). תרכובת זאת אינה מושפעת משינוי טמפרטורה. התרכובת מצופה בציפוי מתכתי על-מנת שתבריך - הציפוי הוא תמצית ועיקר הטלסקופ. המתכת קולטת את הפוטונים הנכנסים לתוך מכשירי הטלסקופ.

הציפוי עשוי אלומיניום היות והמראה מתוכננת לצפות באופן אופטימלי, בתחום אורך הגל הכחול ועד לתחום אורכי הגל האינפרא-אדום, בספקטרום האלקטרומגנטי. האלומיניום נבחר כחומר הציפוי היות והוא מחזיר ביעילות פוטונים אף בטווח רחב יותר. ציפוי האלומיניום הוא בעובי 120 ננומטר. שכבת המתכת עדינה מאד ומושפעת מתופעות אקלימיות ונוכחות אוויר. בעת הצורך מחליפים הציפוי הבלוי בציפוי חדש.

הציפוי מחדש מתבצע על-ידי הסרת הציפוי הישן משטח המקטע באמצעות תמיסה חומצתית. הציפוי מחדש מתבצע בתא וואקום בתהליך האורך כחמש שעות. לאחר שמוודאים כי פני המקטע נקיים לחלוטין וללא פגמים, מחממים חוטי להט העשויים טונגסטן בתחתית תא הוואקום וחוטי אלומיניום נמסים אל תוך הטונגסטן. הטמפרטורה עולה עד אשר אטומי האלומיניום מתאיידים וחודרים לתוך התא, שם הם "קופאים" בעת המגע עם הזכוכית הקרה של פני המקטע. מכשיר מיוחד מודד את בניין שכבת ציפוי האלומיניום, באופן אוטומטי ומפסיק את חימום חוטי הלהט כאשר מגיע הציפוי לעובי הרצוי (120 ננומטר). הציפוי עצמו אורך 20 דקות, בלבד.

עד-כה חודש הציפוי על 16 מתוך 36 המקטעים של המראה בקק ו ועד תום שנת 2010 אמורים לסיים ציפויים מחדש של יתרת 20 המקטעים. בתום עבודה זאת יוחל בציפוי מחדש של מקטעי המראה בקק !!.

מכשור

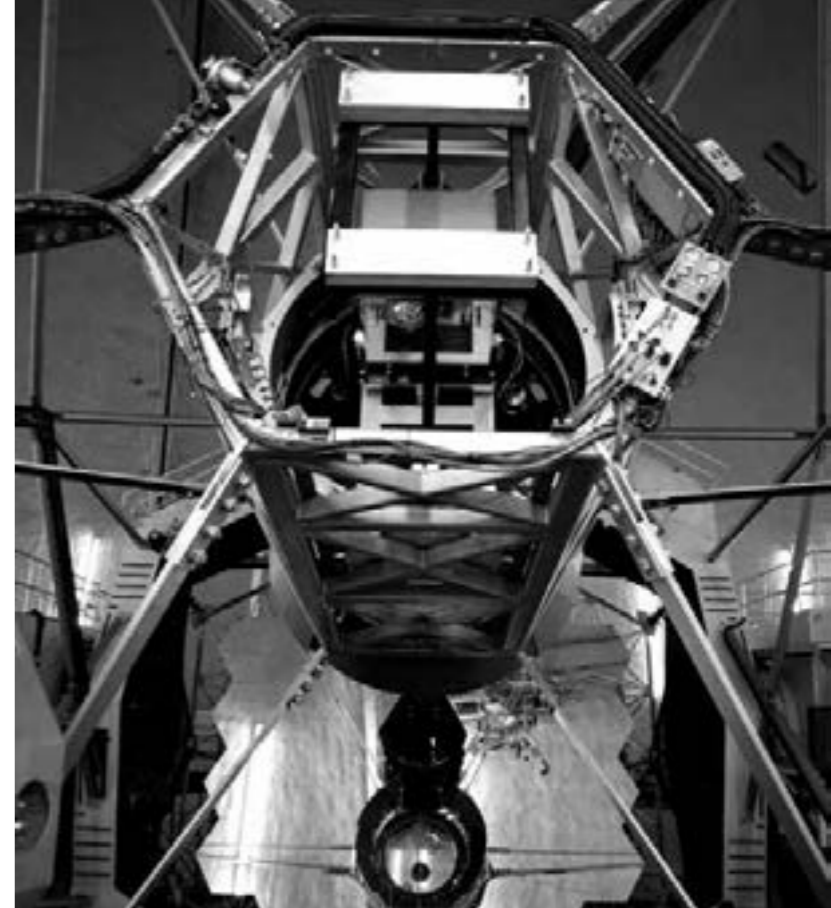
הטלסקופים מצויידים באוסף מרשים של מכשירים ואביזרים המאפשרים תצפיות ברוב חלקי התחום הנראה והתת-אדום הקרוב של הספקטרום:

מכשור לתחום הנראה

ספקטוגרף - לצילום חוץ גלקטי עמוק, בעל יכולת איסוף תמונת ספקטרום מיותר מ-130 גלקסיות, בחשיפה אחת ובמצב פעולה MEGA MASK מיותר מ-1,200 עצמים, בו-זמנית.

ספקטרוסקופ ברזולוציה גבוהה - הגדול והמורכב מבין המכשירים הראשיים של הטלסקופ. תפקידו לפצל את הקרינה המגיעה אליו למדידת עוצמה מדויקת בכל אחד מאלפי ערוצי הצבע שלו. איכותו וביצועיו של הספקטרוסקופ אפשרו תגליות פורצות דרך כמו גילוי כוכבי-לכת מחוץ למערכת השמש ועדויות ישירות לתיאוריית המפץ הגדול. מכשיר זה גילה יותר כוכבי-לכת מחוץ למערכת השמש מאשר כל כלי וטלסקופ אחרים, ברחבי העולם.

ספקטוגרף צילום - ברזולוציה נמוכה, למדידת קרינה בעוצמה



טלסקופ ראשי

- סוג: מחזיר-אור.**
- קוטר: כל מראה - 10 מטרים.**
- שטח איסוף: 76 מטרים רבועים, כל מראה.**
- אורך מוקד: 17.5 מטרים.**
- תחום תדרים: אופטי, תת-אדום קרוב.**

המראה הראשית

טלסקופים עוקבים אחר עצמים על-פני השמים, לעיתים במשך שעות. תנועה זאת חייבת להתבצע בדייקנות, על-אף הדפורמציות הקלות במבנה, ומחייבת תיקונים שוטפים במצב המראה הראשית המתבצעת על-ידי מחשב.

לייצור המראה הראשית בטלסקופ קק היה צורך להמציא טכנולוגיה חדישה לייצור, ליטוש ובחינת מקטעי המראה. כל מקטע הוא כה חלק עד כי אם הוא היה בקוטר כדור-הארץ, אזי הסטייה בגובה פני השטח הייתה קטנה מ-1 מטר.

במהלך תצפית, מערכות חיישנים ומונעים, נשלטות מחשב, קובעים את מצבו של כל מקטע במראה, יחסית לשכנו, לדיוק של 4 ננומטר - גודל של מספר מולקולות או החלק ה-25,000 מקוטר שערת אדם.

כיול מקטעי המראה מתבצע פעמיים בכל שנייה ובכך הוא מבטל השפעת הגרוויטציה.

שני הטלסקופים מצויידים במערכת אופטיקה מסתגלת

(AO-ADAPTIVE OPTICS), המפצה על העיוותים הנגרמים על-ידי אטמוספירת כדור-הארץ, על-ידי שימוש במראה משנית, בקוטר של כ-15 ס"מ המשנה את צורתה 1,000 - 2,000 פעמים בשניה. בנוסף, שני הטלסקופים יכולים לעבוד יחד ליצירת אינטרפרומטר המרחק בין שני הטלסקופים הוא 85 מטרים, הנותן לאינטרפרומטר הפרדה זוויתית (בציר אחד) של 5 מילישניות קשת, באורך גל של 2.2 מיקרון ו-24 מילישניות קשת, באורך גל של 10 מיקרון (שני אורכי הגל בתחום התת-אדום).

המראה הראשית של כל טלסקופ, בקוטר 10 מטרים כל-אחת, מורכבת, כאמור, מ-36 מקטעים משובשים, כל-אחד בקוטר של



ביקור במצפה הכוכבים

פאלומר שבקליפורניה

עידו גריימן

האובייקטים שצפינו בהם לא היו רבים לצערי (בשעה עשר בערב הסתיים האירוע והטלסקופ חזר לתפקד כמכשיר מדעי לכל דבר), אבל כל אחד מהם היה מרשים בפני עצמו.

אלביראו פתח את הערב ונראה טוב מתמיד. למי שלא מכיר אלביראו הוא הכוכב שבראש קבוצת ברבור, והוא למעשה כוכב כפול שהאחד בגוון צהבהב והשני בגוון כחלחל. לפחות כך הוא נראה בכל טלסקופ שצפיתי בו אי פעם. דרך הטלסקופ הזה הצמד נראה כזוג פרוג'קטורים, האחד צהוב והשני כחול (אבל ממש כחול).

משם המשכנו ל-M13 בקבוצת הרקולס. מדובר בצביר כדורי גדול, מהיפים שניתן לראות מחצי הכדור הצפוני. לצערי, הוא לא נראה מרשים ביותר דרך ה-60 אינטש, וזאת כיוון שהוא פשוט נראה כמו צביר פתוח דרך חור העינית. כל הכוכבים הפרדו ומילאו את שדה הראיה כך שלא ניתן היה אפילו לזהות שמדובר בצביר כדורי.

M57 היה האובייקט הבא. הערפילית הפלאנטרית הזו, שממוקמת בקבוצת נבל, היא אחד האובייקטים האהובים עלי. בדרך כלל היא נראית כבייגלה ירקרק, קטנטן וחיוור דרך הטלסקופ, אך בצילום אסטרונומי היא זורחת בצבעי ירוק, כחול ואדום. הפעם היא נראתה כבייגלה מאד גדול ולמעשה היא מלאה חלק גדול משדה הראיה! ניתן היה להבחין במעט צבע אדמדם בשולי הערפילית (וכמו שבהכוכב שבמרכז היה בולט ביותר).

לקראת סיום הערב, הטלסקופ כוון אל צדק. רצועות העננים שלו נראו באופן בולט ביותר, ואף ניתן היה לראות לא מעט פרטים עליהן.

עם סיום הצפייה דרך הטלסקופ, יצאנו כולנו מהמבנה לכיוון רחבת החניה, ומשם זכינו לראות שיגור של לוויין צבאי ששוגר במרחק. זה היה טיל רב שלבי, וממש אפשר היה לראות את שלבי השיגור השונים, למרות המרחק הרב.

שבנו לרכב והתחלנו את הנסיעה אל שערי הקמפוס. הירח כבר מזמן זרח (זה היה ליל ירח מלא) והאיר חלשות את העצים שנצבו בצדי הכביש. באחת הפניות בכביש, חומת העצים שליוותה אותנו במהלך הנסיעה נפתחה, ומולנו, בוקק בלובן אורו של הירח, ניצב מצפה הייל כשכפתו פתוחה לעברנו.

ללא ספק – חוויה של פעם בחיים!

שלעיתים מוחלפת במצלמות או כל ציוד יקר ערך אחר.

את אולם הטלסקופ, בגובה של קומה נוספת, מקיפה מרפסת גדולה המחוברת לחלק הפנימי של כיפת הטלסקופ (הכיפה אגב, היא למעשה שתי כיפות. פנימית וחיצונית).

הכיפה אגב, כאשר היא נעה (והיה לנו הכבוד להיות נוכחים בכך מאוחר יותר), משלימה סיבוב שלם סביב עצמה בכארבע דקות. ארבע דקות של תנועה חרישית, חלקה ובלתי מורגשת, עד כדי כך, שנדמה היה שהטלסקופ הוא זה שמסתובב ולא הכיפה.

מהמרפסת הפנימית, ניתן לצאת החוצה למרפסת חיצונית המשקיפה על כל קומפלקס הטלסקופים בה. הבעיה במרפסת הזו היא שרצפתה עשויה רשת שדרכה ניתן להביט מטה שלושים מטרים עד הרצפה. ממש לא מקום למישהו עם פחד גבהים (כמוני).

עד כאן החלק שכולם יכולים לחוות בביקור בפאלומה

הודות לאדם נפלא (בשם ערן אופק), זכינו לקחת חלק באירוע נוסף, שללא ספק יחרט בזכרוני לשנים רבות: צפייה דרך טלסקופ השישים אינטש שבפאלומה. התכנסנו, קבוצה של כ-30 איש, במבנה של ה-OUTREACH CENTER (הממוקם כמה מאות מטרים משערי מתחם המצפה). משם יצאנו בשיירה לכיוון מצפה הייל לסיור קצר בטלסקופ הראשי (והפעם נכחנו בתנועת הכיפה של הטלסקופ). מכאן, המשכנו למבנה הטלסקופ בן השישים אינטש.

הטלסקופ הזה נחנך בשנת 1970 ונבנה לצורך הורדת חלק מעומס העבודה מהטלסקופ הראשי (הייל). הטלסקופ הוא בעל מראה ראשית בקוטר של 1.5 מטרים ובעל יחס מוקד של 8.75. מבנה הטלסקופ הזה, בדומה לשאר המבנים במתחם, צבוע לבן ומתוחזק למשעי. לא תמצאו כאן צבע מתקלף או לכלוך מכל סוג. המבנה עצמו לא היה גדול במיוחד, ולמעשה היה קטן אף ממבנה הטלסקופ וייס (הממוקם במצפה רמון).

נכנסנו למבנה וטיפסנו אל קומת הטלסקופ. את פנינו קיבל חדר טלסקופ קטן וקומפקטי, ובו מבנה מזלג גדול שעליו רכוב הטלסקופ. להפתעתנו, הטלסקופ היה די קצר באורכו. לאחר שכולם הגיעו, קיבלנו תדריך קצר על כללי ההתנהגות ובסיומו, האורות כבו (ונדלק אור אדום), כיפת הטלסקופ נפתחה והטלסקופ כוון אל האובייקט הראשון של הערב.

בכניסה למבנה, התכנסה קבוצה של מספר אנשים ויחד עימם המתנו למדריך שיקח אותנו אל תוך המבנה.

הסיור החל בקצת הסטוריה, ונתונים יבשים על המקום (את רובם כבר קראתם כאן, והשאר... גוגל יספק בשמחה). האמת, לא ממש הקשבתי למה שנאמר. עוצמת המבנה הכתה בי בכל כוחה. כיפה עניקת ובתוכה אחד הטלסקופים הגדולים בעולם. וואו.

נכנסנו למבנה דרך אותן דלתות ששמשו להכנסת כל חלקי הטלסקופ, כולל המראה הראשית. מיותר לציין שהדלתות המשולשות (שתי דלתות הנפתחות לצדדים, ואחת שנפתחת למעלה...) הן ענקיות.

הדלתות הובילו אותנו לאולם ענק הנמצא ממש מתחת לטלסקופ עצמו. למעשה, מולנו ניצבה רשת עצומה של קורות פלדה המוצבות במעין זיג זג מוזר, וזאת בכדי לתמוך במשקל מאות הטונות של המכשיר האופטי שנה עליהן, מרחק שתי קומות מעל ראשינו. על אחד הקירות, נחו להם שני חלקי חילוף שנבנו עבור הטלסקופ, אי שם בשנות השלושים של המאה העשרים. מעולם לא נעשה בהם שימוש, וברבות הימים נבנה מולם מבנה קטן שחסם את הגישה אליהם, כך שכנראה לעולם לא יעשה בהם שימוש.

מכאן, טיפסנו בגרם מדרגות שהוביל אותנו לקודש הקודשים של המבנה: קומת הטלסקופ. אם מבחוץ חשבתי שהמבנה ענק, פיק הברכיים שקיבלתי בראותי את הטלסקופ העצום המונח מול עיני הבהיר לי דבר אחד. זה יהיה מאד לא נעים אם הדבר הזה יפול למישהו על הרגל...

הטלסקופ נח לו מולנו, מכוון בגאון הישר למעלה, אחוז בבטחה בין שני מעקות פלדה עצומים. המאונט די הזכיר פרסת סוס מצדו האחד, בעוד מצידו השני, הוא דמה למבנה מזלג סטנדרטי.

בתחתית הטלסקופ (שללא ספק נראה יותר כמו פסל מוזר מאשר טלסקופ, הודות למוטות הפלדה שהזדגזגו להם לאורכו ולרוחבו) נחה לה המראה הראשית, מוגנת במסגרת פלדה (שמנעה מאיתנו לראותה). מתחת למראה מישהו חיבר מקרר שתי דלתות של חברת אמנה, או כך זה לפחות נראה.

המדריך טען שמדובר במכשירי מדידה רגישים, אבל אני לא ממש משוכנע בכך... מקרר או פריזר עם קרטיבים נראה פשוט הרבה יותר מעניין. בראש הטלסקופ, היתה המראה המשנית

קליפורניה. מדינה די קטנה ביבשת אמריקה, חלק מאותה ברית של מדינות הנקראה פינו ארצות הברית. מדברית בחלקה האחד וממש לא מדברית בחלקה האחר. אחת המדינות בברית, מהמפורסמות בעולם (בין אם בגלל נופיה, סלבריטאיה או אפילו השירים שנכתבו עליה).

אבל אותי (ואת שותפי למסע, מר אריה בלומנצוויג) עניין פן אחר לחלוטין של המדינה הזו. מצפי כוכבים. ולא סתם מצפי כוכבים. אחד משך את עינינו במיוחד. פאלומה.

מצפה הכוכבים פאלומר (הממוקם פחות או יותר באמצע הדרך בין העיירה הקטנה לוס-אנג'לס לכפר סן-דייגו, בדרום קליפורניה), ממוקם בפסגת הר (שבאופן מפתיע נקרא "הר פאלומר") והחל לפעול בשנת 1936 ועובד ללא הרף עד היום.

המצפה מוכר בעיקר הודות לטלסקופ הראשי שלו, שהוא בעל מראה של כ-5 מטר. הטלסקופ (שנקרא על שם האסטרונום ג'ורג' אלרי הייל, והקמתו היתה פרויקט לאומי) החל לפעול בשנת 1949, והיה הטלסקופ הגדול בעולם עד תחילת שנות השבעים, אז הרוסים בנו טלסקופ בקוטר של 6 מטר.

הגענו לפאלומר בשעות הצהריים. הנסיעה במעלה ההר היתה פתלתלה ואיטית, אבל הנוף סביב הפך אותה למהנה בהחלט. אותה דרך פתלתלה נסללה למעשה לצורך העברת המראה הראשית של הטלסקופ על שם הייל אל תוך המצפה.

לאחר שנטשנו את הרכב במגרש החנייה של המצפה (שכמו כל דבר בארצות הברית של אמריקה, היה נקי ומסודר באופן פנטסטי), פנינו לשער הכניסה למצפה, שם מצוי מן מוזיאון קטן וחות מזכרות בה רכשנו את כרטיס הכניסה לסיור במצפה. שביל אספלט צר (ונקי) ומוקף צמחייה ירוקה הוביל אותנו לכיוון מצפה הייל. כבר על השביל נחשפה לפננו הכיפה של המצפה.

המבנה בהק בלבן באורו של הכוכב הקרוב (השמש), ונראה גדול למדי מהמרחק בו היינו (כמה מאות מטרים ממנו). ככל שהתקרבנו אל המבנה, גודלו האמיתי החל לחלחל לתודעתנו.

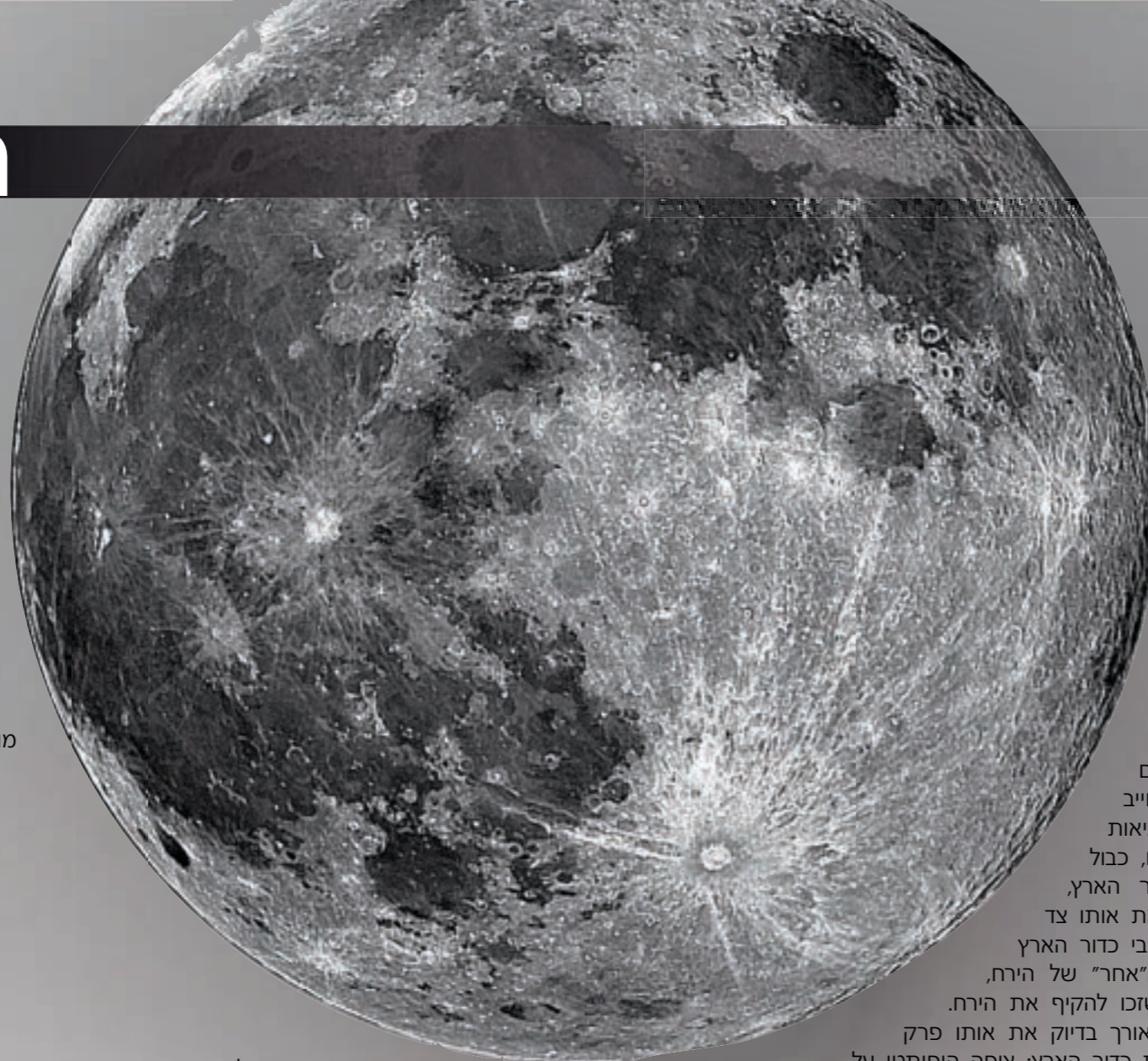
המבנה העצום נישא לגובה של כ-70 מטר וקוטרו כ-50 מטרים. הכיפה בלבד נישאת לגובה של כ-41 מטרים, וקוטרה הוא 42 מטרים (מימי הכיפה דומים מאד למימי הפנתאון ברומא).



מאמר מן העבר

הירח

ד"ר יגאל פת-אל



יש לזכור כי הידע שלנו על אופן היווצרות מערכת השמש עדיין מוגבל ביותר. מה עוד שרוב מערכות השמש המצויות מחוץ למערכת השמש שלנו המתגלות חדשות לבקרים, אינן דומות כלל ועיקר למערכת השמש שלנו ומקשות עוד יותר את הבנתנו לגבי אופן היווצרותן של מערכות שמש בכלל. בכל אופן, ייתכן שהיווצרות מערכת של כוכב לכת וירח גדול מאוד יחסית אליו היא אירוע שאינו מתרחש באופן תדיר. אם אכן אלה פני הדברים, עצם התפתחות חיים אינטליגנטיים על כדור הארץ בפרט וביקום בכלל עשויה להיות אירוע שכיח פחות ממה שמקובל לחשוב.

מסתבר, שלאבה הגדולה שלנו לירח יש בכל זאת סיבה מוצדקת מאוד.

הירח, שכנו הנאמן והמסור של כדור הארץ, שבה מאז ומתמיד את לבם של בני האדם. מאז ומתמיד הוא היה שם, בין אם להאיר את חשכת הליל ובין אם לסמן את מועדי החגים ולוחות השנה. מי מאתנו לא מתפעם למראה הירח המלא? מי אינו מעיף מבט למראה הירח השוקע בים, או במדבר? גם ידינו הטובים ביותר, הכלבים וקרוביהם התנים והזאבים, פוצחים מדי פעם בזמר געגועים אל הלבנה התלויה לה בשמים. מסתבר, כי לירח ולשוכני כדור הארץ, לפחות אלה המכנים את עצמם "נזר הבריאה" רומן ארוך של אהבה ותלות, אפילו אם היא לא הדדית, כי מן הסתם הירח ליבו לב אכן.

על פי המסורת הירח הוא המאור הקטן לממשלת הלילה. הירח נברא כדי להאיר ולמשול בחשכת הליל, במקביל למאור הגדול, הוא השמש. אז, בטרם השכיל אדון אדיסון להמציא את נורת החשמל, היו שוכני כדור הארץ חבים חוב רב למאור התלוי בשמים ומונע מהם לחבוט את ראשיהם זה בזה בחשכת הליל.

בזמנים קדומים, היה תפקידו של הירח רב; מחזור הירח הסינודי בן 29 יום ומחצית היום, בין שני מולדים עוקבים, שימש למדידת הזמן הקדומה ביותר. הירח מתמלא ממצב של מולד, עת הוא שוקע וזורח יחדיו עם השמש, לירח המלא במחצית החודש, עת הוא זוהר במלוא הדרו, הולך ומתמעט שוב למולד וחוזר חלילה. הודות לכך, בזמן העתיק היה הירח שעון מדויק, אמין ואינו מתקלקל לעולם. בזמנים ההם, השקטים יותר, בהם התנהלו החיים על מי מנוחות ואיחור של כמה ימים לפגישת עסקים היה בגדר הנסבל, יחידת המידה הבסיסית של הזמן היתה החודש.

גם האסטרונומיה הקדומה עסקה בירח. כדי לציין את מיקום הירח מדי יום ביומו במסלולו על כפת השמים, חילקו הבבלים את כפת השמים ל-29 קבוצות כוכבים, שהיו קרובות למסלול הירח. אלה היו "תחנות הירח" שמנו לחוב כוכב אחד ורק לעתים נדירות שני כוכבים. גם קבוצות הכוכבים הסיניות וההודיות הראשונות היו תחנות ירח; הן כונו בסין בשם סיו ובהודו כונו נקשאטורת. הערבים כינו אותן מנזיל, שפירושו בית.

התמלאות הירח והתמעטותו, בזמן מחזור שמחזור של האישה חפף אותו פחות או יותר, גרם לכך שבתרבויות רבות הירח סימל את הנשיות ואת הפרייון. אין פלא שבתרבויות רבות היו כוהנות הירח, בעלות האוב, ממוקמות גבוה בהיררכיה החברתית.

והנה, חל מהפך. עם התפתחות החקלאות, נזנח מקומו של הירח לטובת השמש. היה צורך לקבוע לוח שנה שבו יהיה ניתן לקבוע מועדי זריעה וקציר, איסוף פרי וכדומה. למשימה זו הירח לא יצלח והיה צורך בשעון חדש - השמש. תחנות הירח נזנחו ונשכחו ובמקומן באו 12 קבוצות כוכבים, אחת לכל חודש. אלה הם המזלות. אולם, לירח נשמר מקום של כבוד: לוח השנה חולק ל-12 חודשים, ירחים, וכך נשתמרה יחידת הזמן הבסיסית המושתתת על מחזור מופעי הירח. הלוח העברי, הבנוי על מופעי הירח וק על השנה השמשית, מבצע התאמה במחזוריות של 19 שנים, מחזוריות שבה המיקום ההדדי של הירח, כדור הארץ והשמש, חוזר על עצמו. לוחות שנה אחרים, כגון לוח השנה המוסלמי, נותרו נאמנים לירח

ולכן חגיהם נודדים על כל עונות השנה. השפעתו של הירח על כדור הארץ היא גם השפעה פיסית - השפעת הכבידה של הירח, יחד עם אפקטים אחרים כגון סיבוב כדור הארץ סביב צירו, גורמים לתופעת הגאות, המוכרת לכל יורד ים. גם כדור הארץ לא נשאר חייב ואף הוא מפעיל כוחות גאות על הירח. למעשה, הירח, כבול בכוח הכבידה של כדור הארץ, מפנה אל אדונו תמיד את אותו צד של פניו. איש מבין תושבי כדור הארץ לא זכה לצפות בצדו ה"אחר" של הירח, למעט האסטרונוטים שזכו להקיף את הירח. סיבוב הירח סביב צירו אורך בדיוק את אותו פרק הזמן שבו הוא מקיף את כדור הארץ; צופה היפותטי על השמש, למשל, יוכל לראות את כל פני הירח - בעת המולד יחזה בצדו ה"נסתר" של הירח ובעת המילוא, יחזה, יחד עם תושבי כדור הארץ, בצדו של הירח הפונה אלינו. אולם לכוחות הגאות השפעה נוספת: מהירות סיבוב כדור הארץ סביב צירו הולכת ומואטת, ובמקביל, בהתאם לחוק שימור התנע, מואצת מהירות הירח במסלולו והוא הולך ומתרחק לאטו מכדור הארץ.

השפעתו הגדולה ביותר של הירח היא על החיים. האבולוציה היא האחראית לכך שהתפתחו מחד-תאים ליצורים יודעי טוב ורע, ולכן נדרשו מיליארדי שנים. אך מסתבר כי לא די בזמן; כדי שתתקיים אבולוציה, היה צורך במנגנון שישמור את הטמפרטורה הממוצעת על פני כדור הארץ סביב ערך מסוים ללא תנודות חריפות מדי. כיום אנו מאמינים כי הודות לירח הגדול שלנו, נשמרה נטיית ציר סיבוב כדור הארץ יחסית למישור סיבובו סביב השמש ולא חוותה זעזועים גדולים מדי. מבט קל אל שכנו הקרוב, המאדים, שמצויד אמנם בשני ירחים, אך שניהם קטנים וגודלם אינו עולה על כמה ק"מ בלבד, מלמד כי נטיית ציר הסיבוב שלו ביחס למישור הקפתו את השמש נעה, כנראה, בטווח של עשרות מעלות. מסיבה זו, חווה המאדים תקופות ארוכות של קיפאון ושל טמפרטורה חמימה יחסית, לסירוגין, מה שלא מאפשר לאבולוציה לפתח צורות חיים מתקדמות. מבט מהיר במערכת השמש מלמד כי רק לכדור הארץ (להוציא את פלוטו המרוחק) יש ירח שממדיו גדולים מאוד ביחס לכוכב הלכת אותו הוא מקיף. ללמדנו כי אנו חבים תודה גדולה לא רק לעצם היותו של הירח שכנו הקרוב, אלא גם לכך שהשפעתו עלינו כל כך גדולה.

אף-על-פי שהירח קרוב מאוד אלינו ודגימות מפניו הגיעו כלאחר כבוד אל כדור הארץ, עדיין מתחבטים המדענים בשאלת מוצאו של הירח. קיימות ארבע תיאוריות להיווצרות הירח:

- **תיאורית הלכידה** לפיה נלכד הירח על ידי כדור הארץ בעבר הרחוק מאוד ומאז הוא סובב אחר כבוד סביבנו.
- **תיאורית ההיווצרות המשותפת** לפיה נוצרו הירח וכדור הארץ ביחד בזמן התגבשות כוכבי הלכת במערכת השמש.
- **תיאורית ההתנתקות** לפיה כדור הארץ היה גדול יותר מכפי שהוא היום ותוך כדי סיבובו המהיר מאוד סביב צירו נקרע ממנו חלק שהתגבש לירח שהמשיך להקיפו.
- **תיאורית ההתנגשות** זו המקובלת ביותר, לפיה פגע בכדור הארץ גוף גדול מאוד, בסדר גודל של כוכב לכת קטן. הפגיעה היתה בשולי כדור הארץ וכך נותר כדור הארץ שלם. חלק מקרום כדור הארץ הועף ויחד עם שברי הגוף הפוגע נתגבש לכלל הירח. זוהי התיאוריה המקובלת ביותר והיא מסבירה עובדות רבות שהתיאוריות האחרות מתקשות להסביר. החיזוק העיקרי התקבל ממדידת הרכב הסלעים שהחלליות אפולו החזירו לכדור הארץ, כאשר בדקו את הרכב היסודות והמינרלים ונמצא דימיון לקרום כדור הארץ.



אסטרונמיה, כרך 36, גיליון 4, חורף 2010

אסטרונמיה, כרך 36, גיליון 4, חורף 2010



מרים אוראל

משימות לכוכב הלכת

חיים מוז
mazarhm@gmail.com

השחר מגיע לווסטה

נוגה

מחמש מאות יום ארץ לאלף ימים. החללית אמורה לסיים את תפקידה ב-31 בחודש דצמבר 2012. תאריך זה יאפשר לה לתפקד במקביל עם החללית היפנית אקאצוקי (שחר) אשר שוגרה ב-20 במאי 2010 וידועה גם בשם VENUS CLIMATE ORBITER (VCO) וגם PLANET-C.

החללית אקאצוקי אמורה להגיע לנוגה בדצמבר 2010 ולפעול שם במשך שנתיים.

המטרות העיקריות שלה הן:

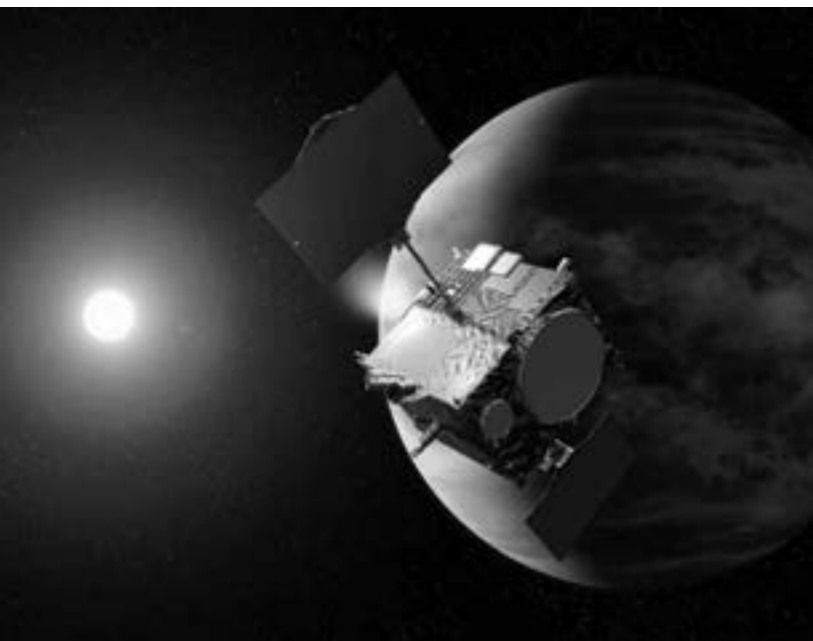
- ♀ ללמוד ולהבין את הדינמיקה של אטמוספירת נוגה. לחקור את המבנה האנכי של האטמוספירה ובמיוחד את סיבוב האטמוספירה העליונה.
- ♀ לבחון את האקלים של נוגה, כולל העננים ולעשות מיפוי שלהם, למדוד את הטמפרטורה ועוצמת הרוחות.

♀ לחפש עדויות לפעילות געשית וברקים.

♀ לחקור את פני הקרקע ולעשות תצפית של אור הזודיאק. החללית תצלם את כוכב הלכת עם 4 מצלמות בגלי אולטרה סגול ואינפרא אדום. כמו כן תנסה לאתר ברקים בעזרת מצלמה המצלמת במהירות גבוהה.

משימתה של אקאצוקי, בחקר הסביבה של כוכב הלכת נוגה, משלימה את זו של ונוס אקספרס (של ESA) באמצעות מכשור מדעי מתקדם וגישות שונות.

החללית היפנית אקאצוקי PLANET-C: VENUS CLIMATE ORBITER קרדיט: JAXA (JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY)



ב-9 בנובמבר שנת 2005 שיגרה סוכנות החלל האירופאית (ESA) את החללית "ונוס אקספרס" כדי לחקור את כוכב הלכת נוגה וסביבתו. ב-11 באפריל שנת 2006 נכנסה החללית למסלול הקפה סביב נוגה. מאז ועד היום סובבת החללית את כוכב הלכת, מבצעת תצפיות ומחקרים מעמיקים ביותר ומשגרת נתונים לכדור הארץ.

המטרות העיקריות של החללית היו:

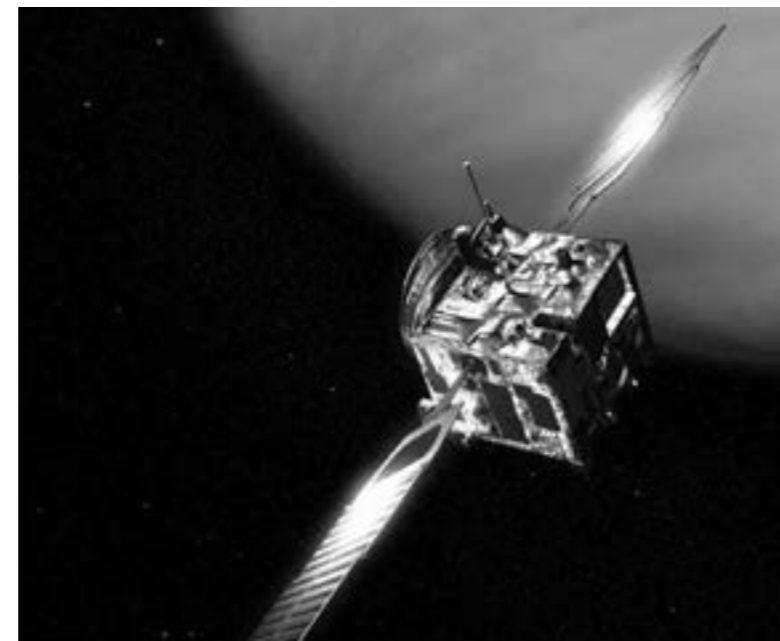
- ♀ לבדוק את הרכב האטמוספירה של נוגה ומה מזג האוויר שם.
- ♀ לעזור להבין את מנגנון אפקט החממה על נוגה ועל כדור הארץ.
- ♀ לברר אם יש כיום פעילות וולקנית על נוגה.

החללית גילתה, שיש הבדלים במהירות סיבוב האטמוספירה לעומת סיבוב פני השטח של כוכב הלכת ומנסה לפענח את התופעה הזאת.

האטמוספירה של נוגה מתנשאת עד לגובה של כ-250 ק"מ מעל פני השטח. החללית עברה בתוך האטמוספירה החומצית של נוגה בגובה של 175 ק"מ מעל פני השטח ומתכוונת לעבור אפילו נמוך יותר. מטרת המעבר בתוך האטמוספירה הייתה כדי לבדוק את צפיפות האטמוספירה בקטבים. החללית גילתה, שצפיפות האטמוספירה בקטבים דלילה יותר, רק 60% מצפיפות האטמוספירה שמסביב לנוגה. באותה הזדמנות, חקרה גם את המערבולות בקטבים.

תוך כדי מעבר צילמה החללית פעילות של זרימת לבה חדשה יחסית. ונוס אקספרס מספקת שפע של מידע חדשות לבקרים. בגלל התגליות הרבות, הוחלט להמשיך לממן את המשימה ולהכפיל את זמן תפקודה מיומיים לארבעה ימים של נוגה. כלומר,

ונוס אקספרס (התרשמות של צייר) קרדיט: ESA - (IMAGE BY AOES MEDIALAB)

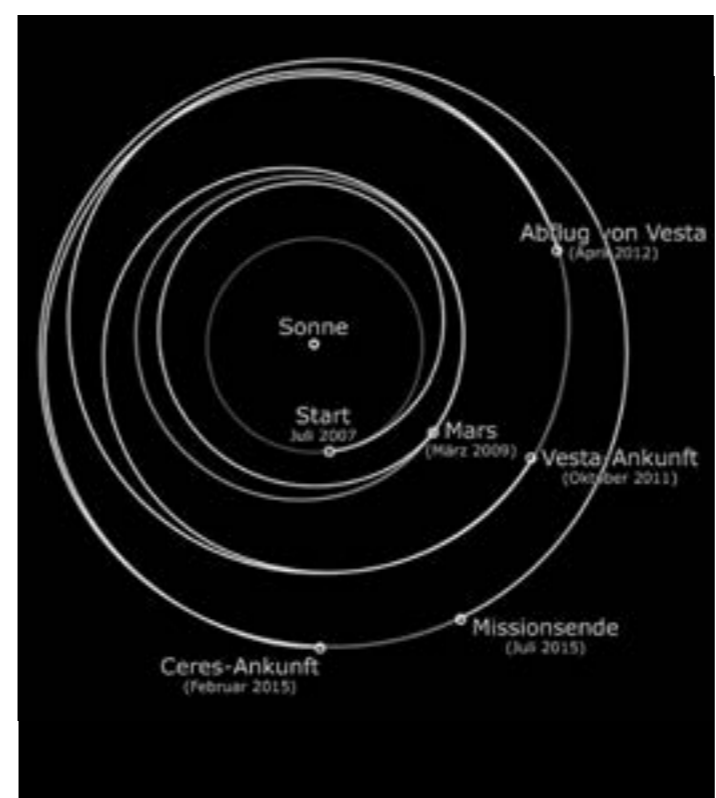


ב-1994 בין ה-28.11-1.12 הטלסקופ האבל הופנה לעבר ווסטה וביצע סדרה של 24 תצלומים במהלך סיבוב שלם עצמו ובכך הושג מיפוי של האסטרוואיד. בגלל מרחקו הגדול של האסטרוואיד מכדור הארץ הרזולוציה היא נמוכה, 56 ק"מ לפיקסל. למרות זאת אפשר להבחין במבנה פני השטח שלו. התברר שמחצית אחת מפני השטח היא כהה והמחצית השניה היא בהירה. מה שבולט הוא כי בעבר היו עליו זרמי לבה קדומים. סמוך לקוטב הדרומי מצוי מכתש גדול בקוטר 456 ק"מ ועומקו 12.8 ק"מ (1). מכתש זה חשף חלקים רבים מפניו. היווצרותו של המכתש הסירה 1% מכמות החומר של האסטרוואיד (2). חלק מהחומר חזר לקרקע לאחר הפגיעה וחלק הועף לחלל.

כפי שהקסיני והוויג'רים הראו שהירחים יכולים להיות חד גוניים מבחינת פני השטח שלהם כמו מימס, באותה מידה הם יכולים להיות בעלי גיאולוגיה עשירה כמו אנצ'לדוס ומירנדה. ברזולוציה הנמוכה של צילומי האבל אי אפשר לדעת בפרטי פרטים איך נראים פני השטח, אך משעה שחללית תיכנס למסלול סביב ווסטה ישודרו ארצה תצלומים ברזולוציות גבוהות מאוד ומיפוי של האסטרוואיד ייתן תוצאות הרבה יותר מפורטות. לא יהיה זה מפתיע למצוא על פניו מכתשים, לרבות בתוך מכתש הענק וימצאו בו גם קניונים. החללית תיכנס למסלול קוטבי סביב ווסטה, כאשר מרחקה מהקרקע 2700 ק"מ ולאחר מכן המסלול יונמך ל-500 ק"מ (3).

מקורות

1. Vesta- <http://lasco2mpac.gwdg.de/solar/eng/vesta.htm>
2. Bond P.-"Giant impact crater on Vesta Astronomy Now" 10/1997 p. 5
3. Rayman M.D.-"Dawn makes steady Progress" 1.10.2010 http://www.spacedaily.com/reports/Dawn_Makes_Steady_Progress_999.html



אסטרונומיה, כרך 36, גיליון 4, חורף 2010

נוגה עובדות

נוגה, אחד מארבעת כוכבי הלכת הארציים ואחד מחמשת כוכבי הלכת הנראים לעין. זהו כוכב הלכת השני במרחקו מהשמש (ממוצע - 108 מיליון ק"מ) והקרוב ביותר לכדור הארץ (הכי קרוב - 40 מיליון ק"מ). נוגה הוא הגוף השמימי הזוהר ביותר אחרי השמש והירח ולפני צדק. בהירותו הנראית נעה בין - 4.6 (סהרון) עד -3.8 (מילוא). הוא זוהר ביותר בהיותו קרוב לשמש, למילוא. לכן, ניתן לראותו בשיא זוהרו סמוך לשקיעת השמש, או לפני זריחתה.

בטבלאות חרס, שנמצאו בניונה ומתוארכות כ- 1600 שנה לפנה"ס, אפשר למצוא התייחסות לנוגה; הכיתוב בכתב יתדות בבלי מתעד את זמני זריחת כוכב הלכת.

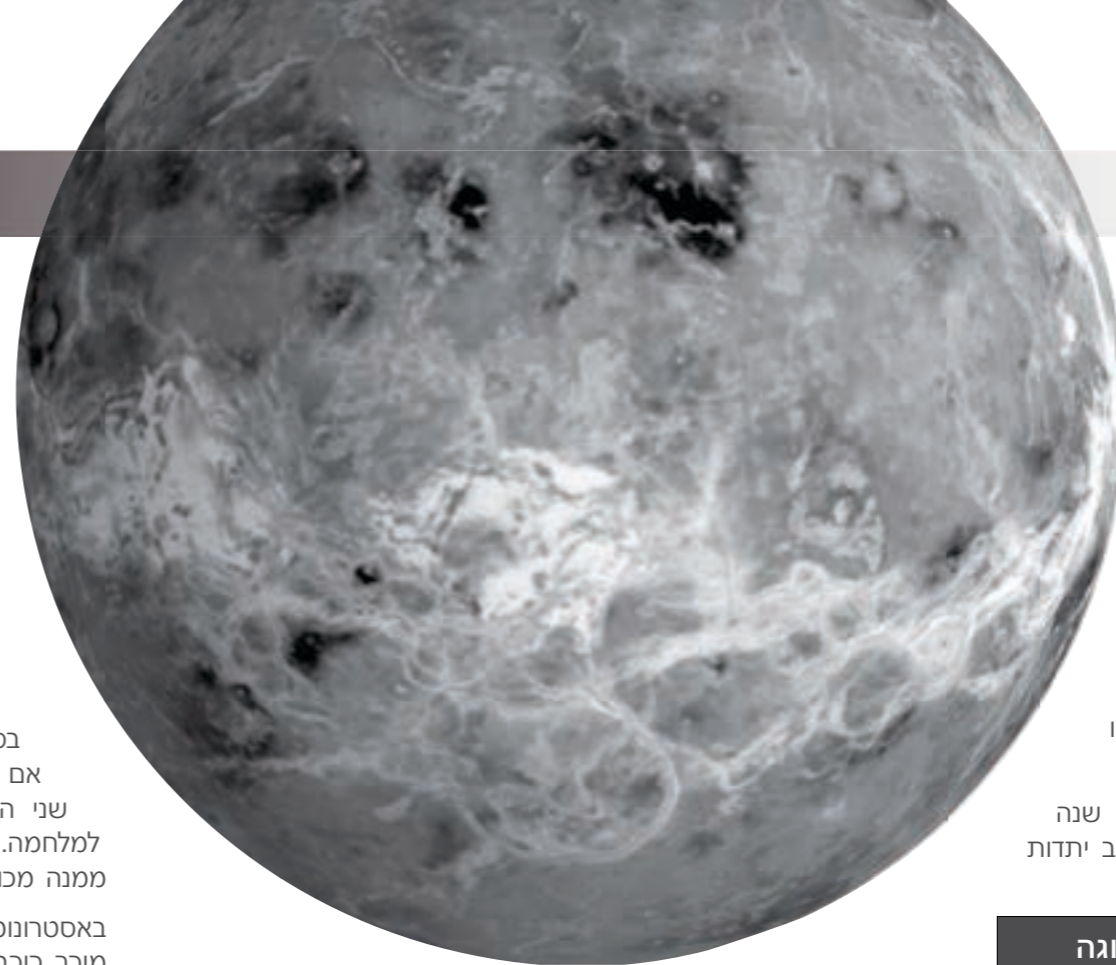
נוגה	כדור הארץ	מרחק מהשמש
108,200,000	149,600,000	קוטר
12,103.6	12,756.3	מסה (ק"ג)
4.869×10^{24}	5.972×10^{24}	צפיפות (ק"ג/מ ³)
5.24	5.52	משך יממה
243	24	שנה
224.7	365.25	ATM לחץ אטמוספרי
92	1	הרכב האטמוספירה
96% CO ₂ 3% N ₂	77% N ₂ 21% O ₂	טמפרטורה ממוצעת על פני השטח (°C)
470	20	קובע גרביטציה
8.87	9.81	זווית נטיה
177.36	23.5	

עד שנות השישים של המאה העשרים נחשב כוכב הלכת לתאום של כדור הארץ, אך דבר זה רחוק לחלוטין מן המציאות. מבחינת הגודל, כוכב הלכת נוגה הוא כ-95% מגודל כדור הארץ (קוטר נוגה - 12,104 ק"מ; קוטר כדה"א - 12,756 ק"מ) אך מבחינת אחרות, כדור הארץ ונוגה הם כמו ד"ר ג'קיל ומיסטר הייד. בכדור הארץ יש מים במצב נוזלי וכתוצאה מכך ניתן למצוא בו יצורים חיים.

נוגה נראה קרוב לשמש בשמי הערב במערב או בשמי המזרח לפנות בוקר לנוגה מספר כיוונים: בראש וראשונה "נוגה" - זוהר משום שאורו של כוכב הלכת זוהר בשמים.

"איילת השחר" (תהילים פרק כב, א) בגלל היותו כוכב הבוקר. "הלל בן שחר" (ישעיהו פרק יד, יב), לפי רש"י זהו כוכב השחר - כוכב הבוקר. הכוכב הבהיר ביותר בשמים - נוגה.

הבבלים כינו את כוכב הלכת בשם - עישתה, על שם אלת הפיריון, האהבה והמין האכדית. קרוב לוודאי, שזהו מקור השם אסתר



והמילה STAR באנגלית. השומרים נתנו לכוכב הלכת את השם איננה המקבילה שלהם לעישתה.

הפיניקים, המכונים במקרא - צורים וצידונים, על שם הערים בהם ישבו, קראו לאלה בשם אסטרט (Astarte) ובהתאם קראו כך גם לכוכב הלכת.

בתנ"ך נקראת האלה בשם - עשתורת, המזכיר את השם הבבלי והפיניקי גם יחד. לפי התלמוד (מסכת עבודה זרה פרק שלישי) היו מעמידים פסלים שלה בבתי מרחצאות, גם בארץ ישראל.

מאחר ונוגה הופיע ככוכב שחר, אך גם ככוכב הערב, טעו המצרים והיוונים הקדמונים לחשוב, שישנם שני כוכבי לכת, פיתגורס היה בין הראשונים שהבינו, שזהו אותו כוכב לכת.

היוונים הקדמונים קראו לכוכב השחר בשם - פוספורוס = מביא האור ולכוכב הערב קראו - הספורוס = כוכב הערב.

כאשר הסתבר להם, שמדובר בכוכב לכת אחד הוא קיבל את שמה של אפרודיטה אלת היופי והאהבה.

הרומאים אימצו את אפרודיטה ואיחדו אותה עם ונוס, שהיתה אלת היין והכרמים שלהם וכך הפכה ונוס לאלת היופי, האהבה והמין וכוכב הלכת קרוי על שמה.

לא כל עמים כינו את כוכב הלכת על שם אלת היופי והאהבה שלהם.

לבני המאיה, בדרום אמריקה היה יחס מיוחד לכוכב הלכת הזה. עקבו אחריו, חישובו את תנועותיו ויתכן שקבעו לפיו את מועדי היציאה למלחמה והכתרת מלכים חדשים. כינויו בשפתם היה "הכוכב הגדול" ו"כוכב הצרעה".

בני המסאי, באפריקה, חשבו אף הם שישנם שני כוכבי לכת שונים והם הסבירו זאת בצורה המדעית של פעם - במיתוס.

כוכב השחר קילקן (Kileken) ירד לארץ כילד יתום קטן ואומץ על ידי אדם זקן. הכוכב חי איתו ורעה את צאנו ומאחר שהיה בטוח שלא יבגוד בו - גילה לו את סודו. אך יום אחד בגד בו האדם וגילה

את הסוד לאחרים. קילקן חזר לשמים והפעם התגלה בדמות כוכב הערב, הלא הוא לקן (LEKEN).

אצל חלק משבטי הילידים, האבורגינים באוסטרליה, הכוכב מכונה ברנומביר (BARNUMBIRR). הם ממתינים בלילה להופעת הכוכב לפני צאת החמה, ואז פונים לאהוביהם המתים ומראים להם את אהבתם, שידעו שלא שכחו אותם.

במיתולוגיה היהודית, מיוחס כוכב נוגה לאל שוקרה = טהור, בהיר, או צלול. שוקרה הוא מנהיגם של קבוצת אלילים נחותים יחסית ולרוב שליליים המכונים אסורה (ASURA).

בסין העתיקה קראו לכוכב הלכת בשם טיי-ביי (TAI BAI) אם זרח בערב, או צ'י-מינג (MING QI) אם זרח בבוקר, אך שני השמות מתארים אותה אלוהות טאואיסטית, הקשורה למלחמה. בסינית מודרנית, וכך בקוריאנית ויפנית שהושפעו ממנה מכונה נוגה - כוכב הזהב.

באסטרונומיה קריים כוכבי הלכת על שמות האלים הרומאים, לכן מוכר כוכב הלכת בשמו הרומאי - ונוס.

מאחר ונוגה קיבל את שמה של היפה באלות - ונוס, נוכל לומר על נוגה שהוא כמו פאם פטאל - יפה ומסוכן. כיאות למעמדה של אלת היופי והאהבה, מרבית האתרים על פני נוגה קרויים על שמות נשים פרט לכמה יוצאי דופן. נרגעתי לאחר שראיתי, שמתוך 898 המכתשים המצויים על פני נוגה יש גם מכתש הקרוי בשמי - מרים. קוטרו 16.5 ק"מ. והוא מצוי בקו רוחב 36.5 ובקו אורך 48.2 מזרח, השם אושר ב-1994. לכל המתעניינת אם גם שמה כלול ברשימה, הנה כתובת האתר:

[HTTP://PLANETARYNAMES.WR.USGS.GOV/SEARCHRESULTS?TARGET=VENUS&FEATURETYPE=CRATER, CRATERS](http://planetarynames.wr.usgs.gov/searchresults?target=venus&featuretype=crater,craters)

כוכב לכת נשי מרשה לעצמה נוגה מוזרויות משלו: הציר שלו נוטה בזווית של 177.3° כלומר, נוגה עומד על ראשו כמעט במאונך. הדבר גורם לשתי תופעות עיקריות:

1. בגלל המצב הכמעט אופקי, אין בנוגה עונות שנה.
2. בגלל שמכב הלכת הפוך, השמש זורחת במערב ושוקעת במזרח. מוזרות נוספת היא העובדה שהיום של נוגה ארוך מהשנה שלו. אורך היום הוא 243 ימי ארץ ואורך השנה - 225 ימי ארץ.

בנוגה מספר הרי הגעש הרב ביותר מאשר בשאר כוכבי הלכת. הרי הגעש העניקו לנוגה אטמוספירה דחוסה ולוהטת המורכבת ברובה מפחמן דו-חמצני כ-96.5%, חנקן כ-3.5% ודו תחמוצת הגופרית כ-0.015%.

האטמוספירה מכתיבה את תנאי החיים על פני כוכב הלכת. לפחמן הדו-חמצני שתי תכונות עיקריות: כובד ואגירת חום. לכן, הלחץ האטמוספרי על פני נוגה הוא פי 90 מזה שעל כדור הארץ. הכמות הרבה של פחמן דו-חמצני באטמוספירה הצפופה גורמת ללכידת חום השמש ואינה מאפשרת לו להתפזר וכך יוצרת בכוכב הלכת את "אפקט החממה מוגבר". נוגה הוא כוכב הלכת החם ביותר מכל כוכבי הלכת האחרים, אפילו מכוכב חמה הקרוב יותר לשמש. בגלל האטמוספירה מתפזר החום שווה בשווה סביב כוכב הלכת והטמפרטורה מגיעה ל-470°C לערך.

מרים אוריאל

בשכבות בגובה של 50-70 ק"מ מפני השטח מצויה שכבה אטומה של עננים המורכבים בעיקר חומצה גופרתית מרוכזת (85%) שמעכלת הכל פרט ליהלום. עננים מכסים את נוגה כשמיכה עבה. אותם עננים מכסים מפנינו את פני כוכב הלכת כצעיף, או שמיכה ומחזירים את אור השמש כמראה, דבר הגורם לנוגה לזהור כל כך. בחום השורר בנוגה, 470°C, לא יכולים להתקיים מים נוזלים, הם היו מתאדים מיד. מעל שכבת העננים העליונה, הטמפרטורה נוחה ומגיעה ל-15°C ורק שם עשויים להיות מים נוזלים. למרות שכבות העננים לא צולמו ברקים באור נראה יש מדידות שמאשרות שיש ברקים באטמוספירה.

עננים אלו הטעו את הקדמונים לחשוב שהגשם היורד בנוגה הופך את כוכב הלכת לגן עדן טרופי עם אגמים, נהרות, צמחיה עשירה ועירות גשם המלאים בבעלי חיים. הסופר הצרפתי ברנרד דה פונטנל, כתב בשנת 1686: "אני יכול לראות מכאן כיצד נראים תושביו של נוגה: הם דומים למורים של גרנדה: אנשים נמוכים וכהי עור, שהשמש שזפתם, מלאי חוכמה ומזג לזהר, תמיד מאוהבים, כותבים חרוזים, אוהבי מוזיקה, עורכים פסטיבלים, נשפי מחולות ותחרויות בכל יום ויום."

למעשה, נוגה דומה לגיהנום יותר מכל דבר אחר. לנוגה שדה מגנטי זניח, יתכן שזו תוצאה של הסיבוב האיטי שלו, שאינו מספיק להניע דימנו פנימי של ברזל נוזלי.

גלילאו גליליי הפנה לעבר נוגה את הטלסקופ שבנה וגילה שגם לנוגה יש מופעים כמו לירח, מסהרון למילוא וחזרה. הדבר חיזק את הטענה שנוגה סובב את השמש ולא את כדור הארץ.

לנוגה אין ירח, אם כי בין השנים 1672-1892 התחולל ויכוח בין האסטרונומים אם יש או אין ירח לנוגה. בשנת 1672 נדמה היה לג'ובאני דומניקו קאסיני, שהוא מבחין בלוויין קטן כרבע מגודל כדור הלכת ונמצא קרוב אליו. הוא פרסם את מה שראה ועם השנים היו עוד אסטרונומים שטענו שהם רואים את הלוויין. אסטרונומים חישובו את מסלולו של הלוויין ועשו טעויות חישוב. אחרים טענו שזו אשליה אופטית, שנגרמה על ידי הטלסקופ. אפילו ויליאם הרשל ערך תצפיות, אך לא מצא דבר.

ב-1884 הוזיז (HOZEAU), לשעבר, מנהל מצפה הכוכבים המלכותי של בריסל נתן שם לירח של נוגה וקרא לו על שם האלה המצרית נַאִית. אחת האלות העתיקות ביותר, שהיתה בתחילה אלת מלחמה והפכה לאלת האריגה, צעיף כיסה אותה ואף בן תמותה לא יכול היה להסיר את צעיפה.

האקדמיה הבלגית למדעים לא הרפתה מהנושא ובשנת 1887 פירסמה מחקר ארוך, שבו נחקרה כל תצפית ביסודיות. הסתבר שבחלק מן התצפיות ראו הצופים כוכבים בקרבת נוגה. היו אלו כוכבים מקבוצות אוריון, שור, תאומים ומאזניים, אבל ירח - אין!

נוגה היה אחד מכוכבי הלכת הראשונים, שזכו שישגרו אליהם חלליות עד היום ביקרו את נוגה מעל ל-20 כלי רכב בהצלחה.

הצצה ראשונה בפני כוכב הלכת היתה ב-1960 בעזרת טלסקופ דאר מכדור הארץ שהצליח לחדור דרך שכבת העננים. מיפוי דאר של נוגה נעשה על-ידי פיוניר בשנים 80-1970. הרבה חלליות רוסיות, שנשלחו לנוגה, נכשלו במשימתם אך ידועים במיוחד ונרה 9 הרוסית, שנחתה על נוגה ב-22 לאוקטובר שנת 1975 והיתה כלי הרכב החללי הראשון שנחת על כוכב לכת אחר ושלח ממנו תמונה.

שאלות תשובות

אריה מורג

שאלה: האם נבדקה אמיתות הידיעה בדבר פלנט איקס (המכונה גם בשם ניבירו). באתר פלנט איקס מופיעה הטענה כי פלנט איקס הינו כוכב לכת במערכת השמש שזמן ההקפה שלו כ-3,600 שנה ולאחרונה הגיע לקרבת כדור-הארץ בתקופת השומרים וגרם - בגלל מסתו הגדולה (כשל צדק) לסדרת אסונות טבע.

תשובה: המושג ניבירו מגיע אלינו מהשומרים אשר חיו לפני כ-6,000 שנה, והתגלה בכתב היתדות על-גבי טבלאות אבן. המושג ניבירו משמעו כוכב הלכת החוצה. אם הכוכב היה מתקרב, כבר היה אפשר לראות אותו, כפי שניתן לראות ננסים חומים, באורכי גל שונים. בנוסף הוא צריך לגרום להפרעה גרביטציונית ובכך "לזרוק" לתוך מערכת השמש הפנימית שביטים ואסטרואידים, והמצב אינו כך.

השומרים, הציוליציה המתועדת הראשונה על כדור-הארץ, האמינו באלוהיהם, אשר כונו אנונקי (ANUNNAKI) משמע "אלה אשר באו מהשמים לארץ". השומרים טענו שהאנונקי הגיעו אלינו מכוכב-לכת אחר במערכת השמש וקראו לכוכב-לכת זה ניבירו. הם ידעו לספר שניבירו מקיף את השמש אחת ל-3,600 שנה.

המושג פלנט X מכוון לניסיונות לגלות כוכב-לכת מעבר למסלולו של פלוטו. חלליות וויאג'ר ופייונייר, אשר נשלחו על-ידי נאס"א, גילו סטייה במסלוליהם של כוכבי הלכת החיצוניים והביאו להנחה שקיים כוכב-לכת נוסף או עצם בעל מסה גדולה מעבר למסלולו של פלוטו, המשפיע על מסלוליהם של כוכבי הלכת החיצוניים.

ב-30 ספטמבר 1846 - שבוע לאחר גילוי של נפטון, טען אסטרונום צרפתי כי יתכן וקיים כוכב-לכת נוסף מעבר לו. ואכן, ב-10 אוקטובר אותה שנה התגלה הירח הגדול של נפטון, טריטון.

לבסוף, ב-1930, התגלה כוכב הלכת פלוטו מעבר למסלולו של נפטון, אך מסתו קטנה מדי בכדי להשפיע על נפטון ולכן, המחקר למציאת כוכב-לכת נוסף, מעבר למסלולו של פלוטו, נמשך.

שאלה: כיצד יסיים היקום את חייו?

תשובה: במשך שנים חשבו אסטרונומים כי סופו של היקום, יגיע באחת הדרכים הבאות:

א. ההתפשטות הנוכחית תיעצר ואז לחזור ולהתכווץ ולהוביל, בסופו של דבר, ל"קריסה הגדולה" (THE BIG CRUNCH), עקב כוח הכובד העצמי.

ב. להמשיך ולהתפשט בקצב הולך וקטן ולהגיע לעצירה סופית.

ג. ההתפשטות, איך שהוא, תמשיך ותאיץ.

מאמצע שנות התשעים הגיעו אסטרונומים להכרה בנוכחות שדה-כוח מסתורי - אנרגיה אפלה, המאיץ את היקום להתפשטות, אין-סופית. כך, שאם שום דבר חדש/אחר לא יתערב בתהליך הנוכחי, נראה כי היקום עומד בפני עתיד אין-סופי של דעיכה והתפרקות כאשר השרידים מתרחקים האחד מהשני.

שאלה: למה גוון הירח, לבן ואילו השמש צהובה?

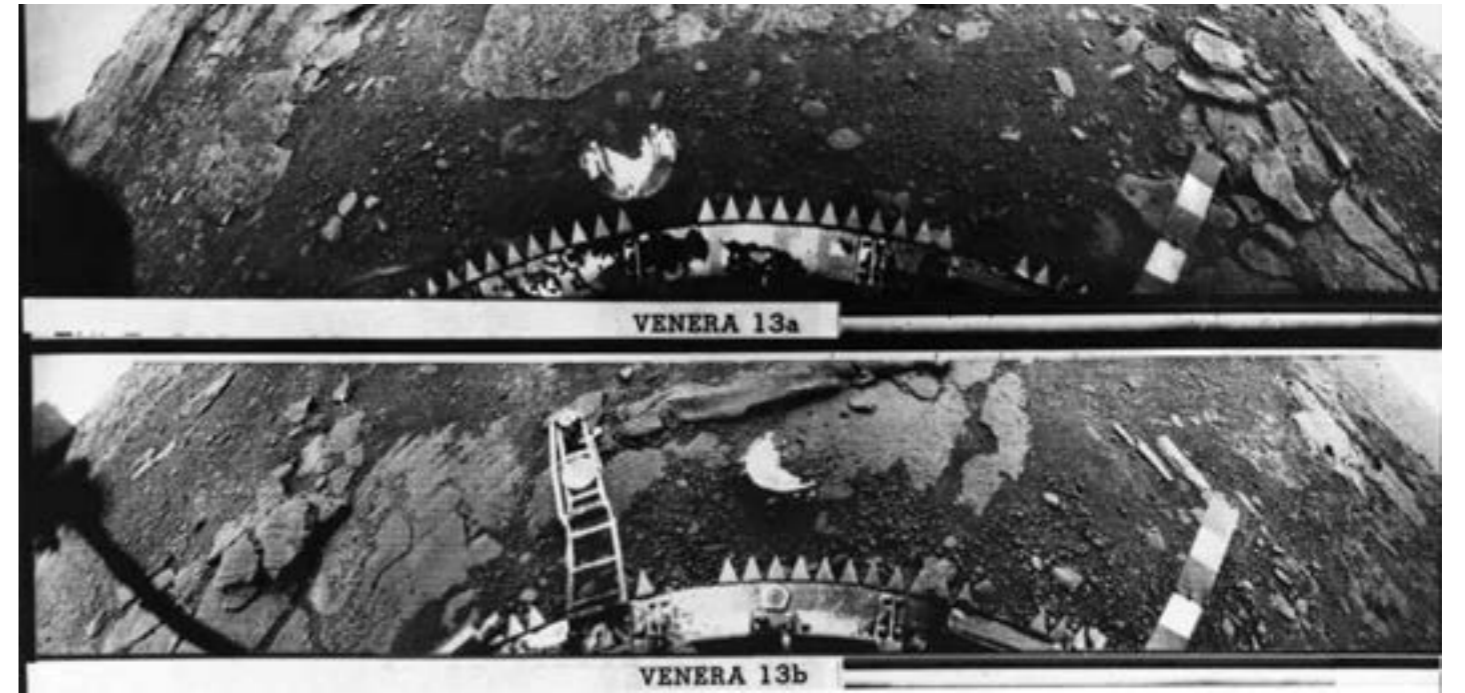
תשובה: הירח הוא למעשה כהה (סלעים) מכוסה במכתשים ואבק ומחזיר את אור השמש. מידת ההחזרה של הירח (אלבדו) 0.12 לעומת כדור הארץ 0.39 השמש מקור אור והוא זוהר על פי טמפרטורת פני השטח שלו 6000°C .

- זוהר הרשתית בעין שלנו כוללת קולטנים קוניים וגליליים. הקולטנים הקוניים הם, בלבד, רגישים לצבעים, אך הם חייבים ברמת תאורה גבוהה יותר, על-מנת לפעול. - הירח בהיר מספיק כדי להפעיל את הקולטנים הגליליים והוא מופיע בגוון אפור-בהיר על רקע שמים שחורים.

שאלה: האם קיימים במערכת השמש כוכבי-לכת בעלי צורה לא רגילה?

תשובה: צורת כוכב הלכת נקבע ע"י גודלו הרכבו ומהירות הסיבוב סביב הציר. - כדור-הארץ ספרואידי- הוא כדור פחוס. במילים אחרות, צורתו כדור אשר קוטרו בקו המשווה גדול יותר מאשר בקטבים.התפיחה באזור קו המשווה נגרמת עקב סיבובו של כדור-הארץ וקוטרו באזור קו-המשווה גדול יותר ב-42 ק"מ מאשר בקטבים.

הומיא, פלנטה ננסית, היא בצורה של ביצה. גופים אחרים, כמו אסטרואידים ושביטים, יכולים להיות חריגים באופן בולט. ארוס הוא אסטרואיד באורך של כ-34 ק"מ, וצורתו דומה לבוטן.



מתוך הצילומים הסתבר כי 85% מפני השטח של נוגה מכוסים בקרקע געשית. אין זה פלא לגבי כוכב לכת המשופע בהרי געש. במהלך התצפיות לא נצפו הרי געש פעילים. כמו-כן נראתה תופעה געשית, שאינה נמצאת על שום כוכב לכת אחר: כיפות פנקייק.

חללית נוספת Venus Express של סוכנות החלל האירופית ESA הגיעה לסביבת נוגה בשנת 2006 ומוודדת את האטמוספירה של נוגה. החללית הבאה בתור שוגרה ב-20 במאי 2010 ונקראת אקאצוקי (שחר-AKATSUKI) או (PLANET C-VENUS CLIMATE) ORBITER. תפקידה ללמוד את הדינמיקה של האטמוספירה של נוגה ובמיוחד את סיבוב האטמוספירה העליונה. היא תמדוד גם את הטמפרטורה של האטמוספירה ותחפש עדויות לפעילות געשית וברקים. החללית אמורה לשאת עמה לא פחות מ-4 מצלמות.

ב-8 ליוני 2004 ראינו בישראל את המעבר של נוגה על פני השמש, זהו בעצם מעין ליקוי חמה, אך נוגה נראה ככתם קטן על פני השמש ואינו מסתירה את השמש כמו שעושה הירח. לכן, לא מתייחסים לזה כליקוי, אלא כמעבר. תופעה זו היא די נדירה ואינה מתרחשת לעיתים קרובות. בעת המעבר ניתן היה לראות בבירור שיש לנוגה אטמוספירה. המדענים ניצלו את המעבר כדי לחשב את גודל מערכת השמש, המרחק בין כדור הארץ לנוגה ולשמש.

מי שירצה לחוות זאת שוב, יאלץ לחכות עד ה-6-5 ליוני 2012. המעבר יראה מישראל מיד בזריחה. מאחר שמעבר נוגה על פני השמש הוא אירוע נדיר ביותר, אביא כאן את תאריכי המעברים ה"קרובים", שיהיו כבר בימי נכדינו ונינינו והדורות הבאים, רק כדי להדגיש את נדירות האירוע:

המעבר הבא בו אולי נראה את סיום המעבר עם זריחת השמש יחול ב-11 לדצמבר 2117.

אחריו מעבר שלא יראה מאיזורנו ב-8 לדצמבר 2125.

המעבר הבא יהיה אידיאלי לצפייה מישראל ויחול ב-11 ליוני 2247. למישהו יש סבלנות לחכות?

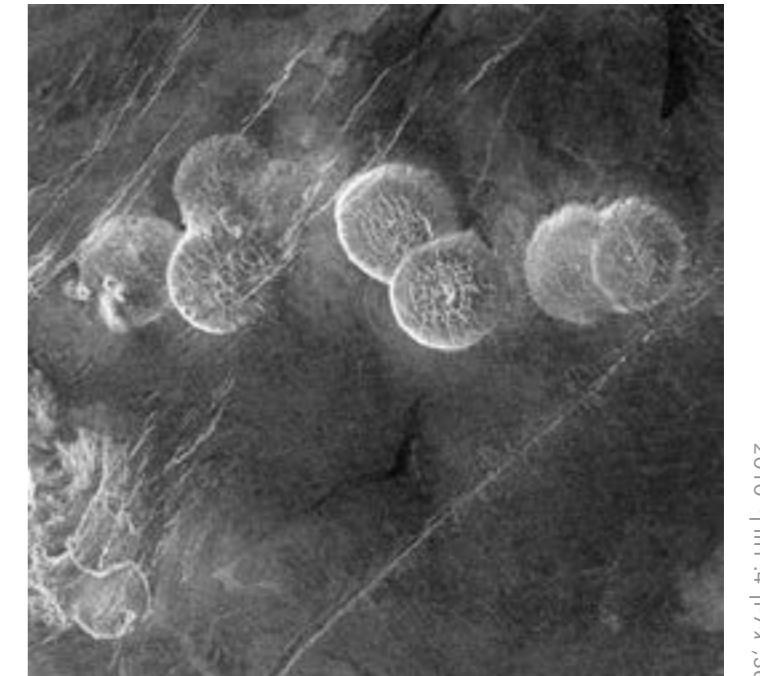
כך גם המעבר ב-10 ליוני 2498 שיחל עוד בטרם זרחה השמש.

ביניהם יהיו מעברים שלא רואים מישראל, כמו: ב-9 ליוני 2255; וב-12-13 לדצמבר 2360.

מעברים שיראו חלקית מישראל יהיו ב-10 לדצמבר 2368 וב-12 ליוני 2490.

בעוד שהרוסים עשו מאמצים בלתי נלאים לנחות על נוגה, הסתפקו האמריקאים בהקפת כוכב הלכת, צילמו ובדיקות מעבדה מהחלל פרט לפיוניר ונוס 2 שהגיעה לנוגה ב-9 לדצמבר 1978 ושיחררה גשושית גדולה יחסית לשלוש הגשושיות האחרות אשר שוחררו ארבעה ימים לאחר מכן. אחת מהגשושיות שרדה והמשיכה לשדר מידע במשך למעלה משעה לאחר שנחתה על נוגה. המידע שפיוניר אספה עם הגשושיות היה בנושא האטמוספירה של נוגה.

ונרה 13 ו-14 הרוסיות שנחתו על נוגה ב-1 למרץ 1982 וב-5 למרץ 1982 שלחו תמונות מנוגה שהראו את איזור הנחיתה שלהן. הצילומים נעשו בעזרת עדשת יהלום העמידה בלחץ והגשם החומצי של נוגה. בגלל התנאים על פני כוכב הלכת הם לא החזיקו מעמד זמן רב ונמחצו. ונרה 13 החזיקה מעמד 127 דקות ואילו ונרה 14 רק 57 דקות.



תמונת רדאר קרדיט: נאסא

ב-10 לאוגוסט 1990 הגיעה החללית מגלן לסביבת נוגה, כדי למפות באמצעות רדאר את פני כוכב הלכת. במשך חמש שנים הצליחה למפות 98% מפניו ברזולוציה של 100 מטר, או יותר ונתנה לנו סוף סוף מושג איך נראים פני השטח של נוגה.



לידת ונוס - בוטיצ'לי (ניישונל גלרי, לונדון)

הורה עם ילדו. אנו לא נתייחס לבעיה המוסרית, אלא נבדוק את העובדות. יונו, שכעסה על חיי ההוללות של ונוס, קיללה את ונוס שתלד ילד מפלצתי מקשר קצר עם אחיה. נולדו לה שני בנים מדיוניסוס.

יש אומרים, שפריאפוס נולד מיחסייה עם יופיטה, כאשר ונוס נענתה סוף-סוף לחיזוריו של האל. יונו הקנאית הניחה ידה על בטנה של ונוס וכתוצאה מנקמתה נולד הבן המעוות.

מרקורי

מיחסיים אלו נולד נער שנשא את שמות שני הוריו (ביוניתי: הרמס+ אפרודיטה) הרמפרודיטוס. לרוע מזלו של הנער התאהבה בו נימפת מים סלמאקיס. הנימפה ביקשה מהאלים לאחד אותה לנצח עם הנער, שלא נענה לחיזוריה. האלים מילאו את בקשתה וכך נוצר אדם דו מיני. מצד אחד יש לו חזה של אשה, אך יש לו גם אבר מין זכרי. עד היום אנשים אלו נקראים בשם הרמפרודיטים.

נְרִיטָס

אחיהן היחיד של 50 הנראידות, נימפות מים, שאחת מהן התאחדה עם בנם של ונוס ומרקורי. נריטס (Nerites), אל ים צעיר, היה אהבתה הראשונה של ונוס, שאף היא נולדה בים. אלא, שהוא סרב לעזוב את הים ולעבור לגור אתה באולימפוס, כאשר יופיטר הזמין אותה לגור שם. על כך הענישה אותו ונוס והפכה אותו לחילזון ים.

ונוס לא ילדה ילדים לנריטס ולא לוולקן שני אלים, שאתם היה לה קשר.

מאהבים אנושיים

אדוניס

בגלל גירסאות שונות, אנו קוראים על שתי דמויות הנקראות באותו שם ויש להן סוף זהה, אולם סיפור חייהן שונה.

מאהבים אלוהיים

מרס

מרס היה אהובה עוד בטרם נישאה לוולקן וגם לאחר נישואיה המשיכה בקשריה אתו. מבין הצאצאים המיוחסים לזוג, המפורסמים ביותר הם: דיימוס ופובוס התאומים, אלי הפחד והאימה, שהיו בני הלוויה של אביהם בצאתו לקרב. ובתם הרמוניה אלת ההרמוניה, שנהרטה בעת שוולקן כלא את ונוס ומרס ברשת קסמים והזמין את כל אלי האולימפוס לראות את הבגידה.

לגבי קופידון (ארוס) הנער המכונף, עם הקשת וחיצו האהבה, יש חילוקי דעות. יש הטוענים שהוא בנם של מרס ונוסונוס ויש אחרים המצמידים לו הורים שונים ואפילו את האפשרות שונוסונוס נולדה כשהיא בהריון עם קופידון. בדרך כלל, קופידון משמש כבן לווייה לנוס ונמצא בסביבתה.

נפטון

ונוס היתה אסירת תודה לנפטון, שעמד לצידה ולצידו של מרס, כאשר התגלתה בגידתם בוולקן. הוא אף שילם ופדה את שחרורו של מרס, כפי שדרש וולקן.

ונוס ילדה לנפטון שתי בנות האחת, רודוס (שפרושו: ורד) אלת האי רודוס ואשתו של הליוס אל השמש. והרופילי (ידידת הגיבורים) נימפת ים.

יופיטר

יופיטר ניסה לפתות אותה ברגע שכף רגלה דרכה על אדמת קפריסין, אך היא ברחו מפניו וזממו לא צלח. זרעו שנשפך על האדמה, הפרה את גאיה (אלת האדמה) והיא ילדה את מינוטאור.

דיוניסוס

דיוניסוס נולד לדיון וליופיטר (זאוס) והיה למעשה אחיה של ונוס, שלפי אחת הגירסאות אלו היו גם הוריה. אולם, אצל האלים לא היתה בעית מוסר, אח נישא לאחות, או ילדו יחד ילדים וכן

כל המתבונן בפניה הענוגים של ונוס בלידתה, כפי שצייר בוטיצ'לי, מתרשם שעלמה ענוגה באה לעולם. ונוס אולי היתה ענוגה בלידתה, אולם מהר מאוד למדה את הילכות העולם ובמיוחד את דרך התנהגות האלים ואימצה אותם לעצמה במילואם. היא היתה יפה, ללא ספק, אך היתה ערמומית, בוגדנית, אכזרית ונוקמת. ממש כמו כוכב הלכת הקרוי על שמה. הוא יפה, אך בערמומיות מסתיר הוא מפנינו, בצעיף עבה, את מגרעותיו והתנאים הקשים שעל פניו.

פולחן ונוס

יום רביעי הוא יומה של ונוס. כל יום רביעי בחודש ירחי היה מקודש לונוס. ונוס חוץ ימים אלו נחגגה לכבודה שתי חגיגות שנתיות. האחת בתאריך המקביל ל-ד' באב. ביום זה עבר מקדשה של ונוס טיהור ובטקס מיוחד רחצו את פסליה בנהר.

חגיגה שניה היתה בהיפוך הקיץ (בסביבות ה-21 ליוני). החגיגה נערכה לכבודם של ונוס ואדוניס. בעת החגיגה נשאו את פסליו של אדוניס והנשים קוננו על מותו.

הסמלים המקודשים לה הם: כוכב הלכת ונוס, יונה, דרוך, הדס, ורד, כלנית ופרג.

המנחה שהגישו לה במקדש היתה: גרגרי חיטה מבושלים במים.

לידת אפרודיטה (ונוס)

ישנן גירסאות שונות באשר ללידתה של ונוס. (במקור, הופיעו האלים בשמם היווני וכך אתייחס אף אני בקטע הזה.)

גירסה 1 - נולדה מקצף הגלים

ונוס (אפרודיטה) נולדה מקצף הים והיגיעה לחוף על צדף ענק. גירסה זו נכתבה בידי הומרוס והסידוס והיא המקובלת ביותר הולדת ונוס בצירוף המפורסם של בוטיצ'לי.

גירסה 2 - בתם של זיאוס ודיון

יש הטוענים שדיון זו צורה נקבית של זיאוס (דיוס - דיון) ולכן, אומרים שזיאוס בעצמו ילד את אפרודיטה.

טענה אחרת אומרת שדיון היתה (מבין שלוש אפשרויות) בתם של אוקיינוס וטתיס הטיטאנים, אשר ילדה לזיאוס את אפרודיטה ואת דיוניסוס.

גירסה 3 - בקעה מביצה

היוונים שהושפעו מאלי המזרח, זיהו את אפרודיטה עם עשתורת הפיניקית-סורית וקבלו את דרך לידתה: ביצה בלתי רגילה בגודלה נפלה לתוך נהר פרת. הדגים גלגלו את הביצה אל החוף ושם דגרו עליה יונים עד שהביצה התחממה ובקעה ממנה יצאה האלה אפרודיטה. כאות תודה שם זיאוס את הדגים כקבוצת כוכבים בשמיים. והיונים הן העוף המקודש לאלה.

אהבותיה של ונוס

ונוס היתה מאוהבת במרס אל המלחמה. אבל הסכימה להינשא למי שיעליח להביא את וולקן, בנה של יונו, לאולימפוס, כדי שישחרר את אמו מכס המלכות המכושף, ששלח לה כמתנה. ונוס היתה משוכנעת שדבר לא יעמוד בפניו של מרס אהובה ולכן הסכימה להיות הפרס. למורת רוחה, גרש וולקן את מרס באופן מחפיר ובא בעצמו לאולימפוס כדי לתבוע את הפרס.

ונוס היתה נשואה לוולקן, אל הנפחות והאש, שהיה אהוב בשמיים ובארץ ונחשב כאל טוב ורוזף שלום. אך, ונוס לא אהבה את בעלה ולא ילדה לו ילדים, אלא ניהלה פרשיות אהבים עם אלים ובני תמותה להם ילדה ילדים רבים.

ונוס - צילום: מרים אוריאל



מרים אוריאל



ונוס ומרס - בוטיצ'לי (ניישונל גלרי, לונדון)

אדוניס נסיך קפריסין

פיגמליון מלך קפריסין התאהב בונוס ובנה פסל בדמותה. הוא התפלל לאלים, שיקימו לתחיה את הפסל. ונוס ריחמה

עליו והחיתה את הפסל. פיגמליון קרא לדמות שקמה לתחיה בשם גלת'יאה. השניים נישאו וילדו ילדים. על שם בנם

פאפוס (PAPHOS) ייסד קיניאראס (KINYRAS) עיר בקפריסין ושם הוקם מקדש לונוס. קיניאראס נשא לאשה את מתארמי (METHARME), בתם של פיגמליון וגלת'יאה, ונולד להם בן בשם אדוניס.

ונוס התאהבה באדוניס וילדה לו את בירואה (BEROE) אלת ביירות. מרס שקינא במאהב של ונוס התחפש לחזיר בר ופצע את אדוניס פצעו מוות.

אדוניס נסיך אשור

סמירנה (SMYRNA), בתו של תייאס (THEIAS) מלך אשור, לא נהגה בכבוד הראוי לונוס וזו כעסה מאוד והחליטה לנקום בנערה. היא גרמה לנערה להתאהב באביה ובעזרת המטפלת שלה, ישנה איתו תריסר לילות בלי ידיעתו. כאשר נודע לו הדבר, זעם האב ושלף את חרבו וניסה להרוג אותה. הנערה ברחה וכאשר כמעט השיג אותה האב, התפללה לאלים שיעלימו אותה. האלים ריחמו עליה ושינו אותה לעץ. תשעה חודשים לאחר מכן התבקע העץ ואדוניס התינוק נולד. כאשר ראתה ונוס את יופיו החביאה אותו מפני האלים בתוך תיבה. היא נתנה את התיבה לפרסיפונה, אך כאשר ראתה זו את התינוק סירבה להחזיר אותו. השתים הביאו את העניין לבוררות לפני יופיטר והוא חילק את השנה לשלושה חלקים: בחלק אחד יהיה אדוניס עם פרסיפונה, בחלק השני עם ונוס ובשלישי לבדו. אדוניס צרף את חלקו לזה של ונוס ושהה עמה שני שלישי של השנה. כאשר גדל יצא לצייד ונהרג מחזיר בר פצוע. דמו שניגר על האדמה הפך לפרחי כלניות.

באגדות יש גירסה נוספת על נסיבות מותו של אדוניס.

הסיפור מתחיל בהיפוליטוס, בנו של תזאוס, שהרג את המינוטאור. היפוליטוס הקדיש את עצמו להערצת האלה דיאנה ודחה מעליו אהבת אשה בשר ודם. דיאנה נהנתה מאוד מתשומת הלב, שהקדיש לה הצעיר יפה התואר. אולם ונוס, שפולחנה הוסר בארץ זו כעסה וזעמה. כנקמה, גרמה לאמו החורגת פיידרה לחוש תשוקה עזה אליו. פיידרה ניצלה את העדרותו של תזאוס מהבית וניסתה לפתות את היפוליטוס, אך הוא דחה אותה (הסיפור מזכיר במידת מה את סיפורו של יוסף ואשת פוטיפר). פיידרה הנפגעת מתאבדת ומשאירה אחריה מכתב בו היא מצהירה כי היפוליטוס אנס אותה. כאשר שב תזאוס הביתה, הוא מוצא את המכתב, מקלל את בנו ומגרש אותו מביתו. קללה זו היא אחת משלוש הקללות, שקבל תזאוס כמתת מנפטון. היפוליטוס יוצא במרכבתו וכאשר הוא מגיע לשפת הים יוצאת מפלצת מן המים ומפחידה את הסוסים. היפוליטוס נרמס בגרלי סוסיו ומת. דיאנה הבינה,

הוא השתתף במלחמה והיה אחד מגיבוריה. בעת המלחמה נחלקו האלים ביניהם. חלק תמך ביוונים וחלק בבני טרויה. ונוס תמכה, כמובן, בבני טרויה. יתכן והרגישה עצמה אשמה בהתרחשות מאחר והבטיחה לפאריס, נסיך טרויה, את היפה בנשים בתנאי שייתן לה את תפוח המריבה. מלחמת טרויה פרצה בגלל הלנה, שהיתה אמנם היפה בנשים, אך היתה גם אשה נשואה. יתכן גם, כי המעורבות שלה נבעה מכך, שבנה האהוב נלחם נגד היוונים. כאשר נפצע בקרב מיד באה ונוס לעזרתו ואפילו נשאה אותו לעיר אחרת כדי לטפל בו. גם נפטון, שתמך ביוונים, עזר לאיניאס כאשר אכילס כמעט והרג אותו.

כאשר כבשו היוונים את העיר טרויה, רצה איניאס להישאר בעיר ולחפש את הלנה כדי לנקום בה. ונוס ביקשה ממנו שיימלט מהעיר. איניאס הרכיב את אביו הזקן על גבו, לקח את אלי הבית ואת פסל האלה אתנה, אחז ביד בנו אסקניוס (ASCANIUS) כשאשתו לצידו ועזב את הארמון. אל איניאס הצטרפה קבוצת לוחמים, שהיו תחת פיקודו ויחד הפליגו בים.

הקבוצה רצתה להגיע לאיטליה, אך יונו שלחה סערה, שהסיטה אותם מהדרך והקבוצה נדהה שש שנים בים עד שהגיעו לחוף קרתאגו. במהלך המסע הקשה נפטרה אשתו של איניאס.

כאשר הגיעו לחוף הובילה ונוס את בנה למפגש עם מלכת קרתאגו - דידי, שהתאהבה בו מיד. איניאס סיפר לה את כל מה שקרה במלחמת טרויה. על הסוס הטרויני ועל לאוקון ובניו. כיצד נפטון שלח נחשים שיהרגו אותם, משום שלאוקון הכהן הזהיר את הטרויאנים, שלא יכניסו את הסוס הטרויאני לעיר.

כאשר ישב איניאס לבטח בקרתאגו, פנתה ונוס ליופיטר ושיכנעה אותו, שישבע לה, כי בנה ימלוך על איטליה.

ונוס סיפרה לבנה על ההבטחה, שימלוך באיטליה ובכל תבל.

דידי מלכת קרתאגו הציעה לטרויאנים להתיישב בארצה והיא תמלוך עליהם במשותף עם איניאס. אולם, ונוס ויופיטר שלחו את מרקורי להזכיר לאיניאס את מטרת מסעו ואילצו אותו לעזוב את קרתאגו בחשאי ולהמשיך בדרכו. דידי המאוכזבת קיללה את החבורה והבטיחה שלעולם לא ישרור שלום בין קרתאגו ובנים והתאבדה.

החבורה הגיעה סוף-סוף לאיטליה, שם קיבל את פניהם המלך לטינוס, מלך הלטינים, והרשה להם להתיישב בלטיום. לוויוניה, בתו של לטינוס היתה מאורסת למלך טרנוס (TURNUS) מלך רוטולי (RUTULI) אולם, לטינוס קיבל דבר נבואה, שבו נאמר כי בתו תנשא למישהו מארץ אחרת, כלומר לאיניאס.

נישואים אלו לא מצאו חן בעיני טרנוס, שאיבד את ארוסתו ובהמלצתה של יונו, הכריז מלחמה על איניאס. המלחמה הסתיימה בנצחונם של איניאס והוא ייסד את העיר לוויוניום על שם אשתו. לשנים נולד בן בשם סילביוס (SILVIUS).

לאחר מותו של איניאס, ביקשה ונוס מיופיטר, שיהפוך את בנה לבן אלמוות. יופיטר הסכים ואל הנהר נומיקוס ניקה את איניאס מכל איבריו בני התמותה. ונוס נתנה לו אמברוסיה ונקטר ובכך, הפכה אותו לאל. איניאס הוכר כאל יופיטר אינדיגס.

בהמשך השושלת של איניאס מבנו השני, סילביוס, נאנסה צאצא מספר 14 - ריאה סילביה על ידי מרס וילדה תאומים את רמוס ורומולוס, שייסדו את העיר רומא.

נינו של איניאס מבנו הבכור אסקניוס נקרא בשם ברוטוס והוא ייסד את העיר לונדון.

גם רומא וגם בריטניה הפכו למעצמות שמשלו בעולם, כך ששבעות של יופיטר לונוס התקיימה במלואה.



איניאס עוזב את טרויה עם אביו, אשתו ובנו לינולו ספאדה (1622–1576)

אגדה אחרת על ייסוד העיר רומא, מספר ההיסטוריון היווני דיוניסוס (בנו של אלכסנדרוס מהליקראטוס), שחי ב-60 לפנה"ס עד כ-7 לפנה"ס, בתקופתו של הקיסר אוגוסטוס. הוא ישב ברומא כ-22 שנים וכתב את תולדותיה.

לפי דיוניסוס, הנסיך איניאס וחבורת הטרויאנים שלו, הגיעו לאחר מסע ארוך בים סוער לחוף הנהר טיבר. זמן לא רב לאחר שנחתו, רצו הגברים לצאת שוב לים. אולם, הנשים שנסעו אתם במסע סרבו לעזוב את המקום.

אחת הנשים, רומא שמה, הציעה שהנשים תשרופנה את הספינות שבים, כדי למנוע מהם לעזוב את המקום. תחילה, כעסו הגברים מאוד על רומא, בגלל המעשה שעשתה, אך עד מהרה הבינו, שהם נמצאים במקום אידיאלי להתיישב בו. הם קראו להתיישבות בשם האישה, ששרפה את ספינותיהם - רומא.

נוגה וכוכבי מערכת השמש

כאשר מתבוננים במערכת השמש נוכחים לדעת, שבעצם לכל אחד מכוכבי הלכת יש קשר ישיר לונוס.

מרקורי - פרשיית אהבים שממנה נולד הבן/בת הרמפרודיטוס.

ארץ (גאיה) – מרס - האהוב המפורסם ביותר, שילדה לו שלשה ילדים מפורסמים, ביניהם התאומים דיימוס ופובוס הסובבים עד היום את אביהם כשני ירחים.

שבתאי ואורנוס - שבתאי, בשמו היווני - קרונוס, כרת את אברי המין של אביו אורנוס והשליך אותם לים וכתוצאה מכך נולדה ונוס.

נפטון - כהכרת תודה על העזרה שהגיש לה בעת הפרשה שלה עם מרס, ילדה לו שתי בנות.

אמנות ואסטרונומיה

הירח והכוכבים באמנות

בחודש יולי 2009, נקראתי להשתתף בפאנל מיוחד, בתוכנית הטלוויזיה החינוכית "זרקור" לרגל ארבעים שנה לנחיתת האדם על הירח. את הפאנל הנחתה גל גבאי וההשתתפו בו צבי ינאי, ד"ר יגאל פת-אל, טל ענבר ואני. חלקי בפאנל היה דיבור קצר (מעט מעל 3 דקות) אודות מופע הירח באמנות.

לצורך כך עיינתי מעט במקורות שונים והרי סיכום הדברים:

הירח משמש כדמות פופולארית יחסית בציור לאורך הדורות. בדרך כלל השימוש בירח נעשה מסיבות שימושיות היות והוא מצדיק ומאפשר תאורה בסצנות לילה. למרות כל זאת ישנן כמה תופעות מעניינות ביחס לדרך בה מציירים האמנים את הירח.

הדרך המקובלת ביותר לתיאור הירח בציור היא כאשר הוא מלא. דרך מקובלת נוספת, אם כי פחות נפוצה, לציור הירח היא כאשר הוא נמצא בתחילת החודש או בסופו בצורת סהר. צורות אחרות המבטאות צורה שנמצאת למשל בין חצי ירח מלא gibbous נדירות ביותר.

אם תחפשו את הערך ירח באתר גלריית טייט המפורסמת שבלונדון, סביר להניח שתקבלו כ-300 ומעלה תוצאות. חלק גדול של העבודות, למרות ששם הירח מוזכר בכותרתן, לא מציגות את הירח בצורה מפורשת. מתוך התמונות בהן מוצג הירח בצורה ברורה, 59, מראות את הירח מלא, ו-18 מציגות את הירח כסהר. חלק ניכר מהציורים בהם מופיע הירח בצורה ברורה בגלריה טייט הן של טרנר, J.M.W. Turner הירח מופיע בציוריו כפנס גדול המפיץ אור הדרוש לסצנה ללא פרטים מיוחדים. מתוך ציוריו של טרנר המתארים ירח כסהר, רק שניים מתארים סצנות של לפנות בוקה ציור אחד בלבד מתאר את הירח בצורתו הגמלונית - בין חצי למלא. מעטים הציורים בהם נראה ירח כשהוא חצי מלא. יש מי שיטען כי הדבר קשור בכך שסהר הירח וירח מלא מופיעים באופק (במערב בתחילת החודש העברי, לסהר, ובמזרח באמצע החודש העברי לירח המלא). חצי ירח מופיע בדרך כלל בסוף השבוע הראשון של חודש עברי ונמצא בדרך כלל בזניט (רום השמים) והכללתו בתמונה מצוירת (נאמנה לאמת) קשה יותר.

אמנים, כאשר הם מציירים מדמיונם, מבצעים לא מעט טעויות בציור הירח. לעיתים הדבר מבטא בזווית מופע שאיננה אפשרית במציאות. טרנר עצמו טועה כאשר הוא מצייר את סהר השמש והירח בשקיעה, כששניהם מופיעים וולו רק בהבדל בו הוא מצייר את השמש גדולה יותר מהירח. במציאות השמש גדולה מהירח מאות אלפי מונים, אולם כפי שהדבר נראה לנו במה שקרוי גודל זוויתי, הרי שמבחינת גודל זוויתי השמש והירח קרובים מאוד לגודלם. גם הצייר ז'ול ברטון עושה את אותה טעות כאשר בציור הנקרא MOONRISE (זריחת הירח) הוא מצייר את הסהר בשקיעה. גם במאי סרטים אינם חפים מטעויות כשמדובר בירח. הבמאי סטיבן שפילברג, בסרט אי-טי-ET מראה במשך מספר לילות את סהר הירח (השינוי אמור להיות יום יומי במיקום ובגודל).

לעומתם יש גם כאלה שמדייקים בציור. כמעט כל מי שישאל על ציור שבו נראים הירח והכוכבים יבחר כנראה בציורו של וינסנט ואן גוך - ליל כוכבים STARRY NIGHT. וינסנט עצמו צייר חמישה ציורים בהם נראים השמים זרועי כוכבים ובאופן מפתיע הציורים, למרות ששייכים לזרם האימפרסיוניסטי מדהימים בדיוקים במיוחד לאור מחקרים אחרונים בהם מעורבים פיזיקאים ואסטרונומים אשר הצליחו לתארך במדויק את זמן ומיקום ציורים.

נקודת מבט אסטרונומית

תקופת ארל בחייו של ואן-גוך שנמשכה מפברואר 1888 ועד מאי 1889, נחשבת לאחת החשובות, אם לא החשובה ביותר בביוגרפיה של ואן-גוך. הכתוב להלן לא מתיימר לנתח את התקופה והשפעתה על חייו ועבודתו. מכיר רק את הקשר של ואן-גוך עם פול גוגן שהגיע לשיא דרמטי עם השפעות לא קלות על המאסטר ההולנדי. בתקופה זו צייר כמה מהציורים האלמותיים שלו המתארים את הצבעוניות של דרום צרפת.

נדון באחד מציורים אלה מנקודת ראות אסטרונומית.

ליל כוכבים מעל הרון צויר בתקופה בה היה וינסנט אובססיבי למדי לציור בחוץ - מול הנוף הנשקף לעיניו. הציור ממשיך את ציור "קפה טראס בלילה" שגם בו תופסים שמי הלילה מקום נכבד. למרות שעניינו העיקרי של ואן-גוך בציור בית הקפה היה נורות הגז, ואורן כפי שנופל על הסביבה, צייר גם את הכוכבים כפי שנראו לו. בעבודה הדוונה להלן, משחקים השמיים והכוכבים תפקיד מרכזי הרבה יותר.

באפריל 1888, כתב וינסנט לחברו ברנארד: "ליל כוכבים לדוגמא, אתה רואה, זה משהו שהייתי רוצה לנסות... האם לצייר בבית? מתוך הדמיון?"

רק מאוחר יותר החליט לנסות ולצייר בחוץ את מה שענינו רואות, על כל הקשיים המשתמעים מכך. הדברים מתוארים במכתב שכתב לתיאו, אחיו, בספטמבר 1888.

אם נשווה את שני הציורים לציור הלילה הנודע ביותר של ואן-גוך "ליל כוכבים", שצויר בסן רמי ב-1889, נגלה שהם נותנים מבט יותר ריאליסטי על השמים וכוכביהם. בציור שלנו, נראית ה"דובה הגדולה" בבירור וניתן להניח כי הציור צויר באוויר הפתוח, ונותר לנו לראות כיצד פתר ואן גוך את הבעייתיות של הבאת הנצפה אל בד הציור. וינסנט היה מודע לכך שצייר את קבוצת הכוכבים "הדובה הגדולה" כפי שניתן לקרוא במכתב לאחיו תיאור מיום 28 בספטמבר 1888. האמן נמשך אל הניגודיות הנגלית בין אורם העדין של הכוכבים לבין האור האלים משהו של נורות הגז המשתקף במימי הנהר. אולם כאן השמים משחקים את התפקיד הראשי, אולי משום שואן-גוך ידע והבין את מה הוא מצייר. וגם מתוך העניין הרב שגילה בציור השמיים והכוכבים כפי שמשחקף במכתבו לברנארד לעיל.

מבחינה אסטרונומית ניתן להתייחס לגיאומטריה של מיקום הכוכבים וכן לתכונות הבהירות שלהם.

בנסיון לתארך את זמן הציור נתייחס למכתב לתיאו מה-28 בספטמבר בו הוא מזכיר לראשונה ומתאר את הציור. אין לציור אזכורים אחרים המכתבים בהם למשל מוזכר ציור בית הקפה בלילה. ניתן אם כך להניח כי הציור צויר כנראה באחד הלילות שבין ה-20 ל-30 לספטמבר. וינסנט היה גאה מאוד ביכולת הציור שלו ובתפוקתו שהגיע בתקופה זו לכדי ציור ורישום אחד מדי יום! כנראה שציור זה נעשה ללא הכנות מוקדמות ישירות על בד הציור.

אם נניח שהציור נעשה ב-25 לספטמבר ונסתכל בתוכנות סימולציה לאותו זמן, נגלה כי ה"דובה הגדולה" נראית בדומה לציור בסביבות השעה 10:30 בלילה. ברור לנו כי הציור לא נעשה תוך דקות. למעשה, שני הכוכבים האחוריים של "העגלה" מראים את הכיוון בו צוירו הכוכבים. קו הכוכבים MEGREZ - ALKAIS אופקי כמעט, וקו הכוכבים DUBHE - MERAK - מציג את התחתית הימנית. כיוון זה נמצא בניגוד לכיוון DUBHE - MERAK - הנמצא בהתאמה למיקום הכוכבים המזרחיים.



The Weeders, by Jules Breton (1868). Oil on canvas. Metropolitan Museum of Art, Bequest of Collis P. Huntington, 1900. www.metmuseum.org



ויליאם טרנר - ספינת קיטור וסהר הירח, 1845 לערך



The Weeders, by Jules Breton (1868). Oil on canvas. Metropolitan Museum of Art, Bequest of Collis P. Huntington, 1900. www.metmuseum.org

ואן-גוך מצייר את כל שבעת הכוכבים הבהירים, אולם משנה מעט את מיקומם בשמים, במיוחד ALKAIS - שקרוב מדי למגרז וכתוצאה מכך לא מיושר עם קו MIZAR (מיזרה) - MEGREZ. הכוכב PHECDA נמצא ממש לא במקומו: החלק האחורי של העגלה צריך להיות כמעט מרובע, בעוד שבציור נראה טרפזי יותר. אחד ההסברים לכך שהכוכב MERAK - צויר כארבעים דקות מאוחר יותר מן האחרים ואחריו PHECDA כאשר הזווית DUBHE - MERAK - PHECDA נכונה.

זווית ההגבהה בה מציירים הכוכבים נכונה בהתייחס לקו הרחוב של ארל 43.66 מעלות צפון.

גם ההתייחסות לבהירות הכוכבים מפתיעה. ההנחה היא שואן גוך השתמש בגישה "בהיר יותר=גדול יותר". הכוכב ALKAIS הוא הבהיר ביותר מבחינה תצפיתית. בציור דווקא MEGREZ מציור כבהיר ביותר, למרות שבמציאות אורו הוא החלש מבין השבעה. ואן גוך מצייר גם את MIZAR כדיסקה גדולה יחסית. האם ראה את המכלול MIZAR-ALCOR הכפול?

עדן אוריון
eorion2@gmail.com

הכוכב DUBHE שנחשב הבהיר ביותר (אלפא) בצורת BAYER מצויר כבהיר יותר מאשר האחרים, אולם רובם חולקים את אותו הצבע עם שליטה של גוון ירוק. למעשה כל שבעת הכוכבים חולקים את אותו הצבע, למרות ש-DUBHE נראה חמים יותר.

מסביב ל"עגלה" - "דובה גדולה" מצוירים עוד כוכבים רבים. חלקם קשור כנראה לקבוצת הכוכבים וחלקם אולי פרי דמיונו של ואן-גוך.

לסיכומו של עניין נראה כי הציור "ליל כוכבים מעל הרון" מהווה נקודת מבט מציאותית למדי של השמים וניתן להניח כי הצייר הגדול ממש ישב בחוץ מתחת לכיפת השמים בעת המעשה.

זיהוי ה"כוכב" בציור האבוד של וינסנט ואן-גוך

(תרגום חופשי למאמר מאת דונלד אולסון וראסל דושר) עד לסוף המאה העשרים היו ידועים ארבע ציורים של וינסנט ואן-גוך בהם השמיים מילאו תפקיד מרכזי. "קפה טראס בלילה", "ליל כוכבים מעל הרון", שני ציורים אלה מתארים את השמים מעל ארל, עיירה בפרוואנס בדרום צרפת. ציור "לילה הכוכבים" המפורסם ביותר צויר בסן-רמי הנמצאת ליד ארל. כמו גם ציור "דרך ברוש וכוכב"

לפני מספר שנים, 1995, נתגלה ציור חמישי האחד ממרתפי מוזיאון ההרמיטאז' בסן-פטרבורג ברוסיה. בקטלוג התערוכה שחשפה את הציורים ה"אבודים" מספר אלברט קוסטנביץ' כי הציור הזה ואחרים נחשבו לכאלה שאבדו במהלך מלחמת העולם השנייה. אולם במהלך סקר שנערך במחסני המוזיאון במחצית השנייה של המאה העשרים נגלה כי נשמרו שם בסודיות מספר גדול של ציורים מהם כמה של ואן-גוך וביניהם הציור הנדון "בית לבן בלילה". הציור שצויר כשישה שבועות לפני מותו של ואן-גוך מתאר שמיים ליליים. התמונה לא היתה מוכרת גם למומחים בתולדות האמנות.

סיפורה של התמונה מחזיר אותנו לשנות העשרים המאוחרות של המאה העשרים. התמונה נגזה אל האוסף הפרטי של התעשיין הגרמני אוטו קרבס. עם עליית הנאצים לשלטון בשנות השלושים, החליט קרבס להחביא אותו מפחד שמה יגודה על ידי השלטון כתומך באמנות שנחשבה "דגנראטיבית". כאשר הגיעו כוחות הצבא האדום לגרמניה בשנת 1945, הרבה מאוד תכולות מוזיאונים ואוספים פרטיים שהוחבאו בבונקרים נמצאו על ידי החיילים הרוסיים ומצאו את דרכם למזרח ושוכנו אחר כבוד במקומות ראויים מאחורי מסך הברזל של אז.

הציור "בית לבן בלילה" הופיע במספר תערוכות במהלך שנות העשרים של המאה העשרים וקיימים אפילו מספר צילומי שחור-לבן שמתארים אותו (כך ניתן היה ליחס אותו לואן-גוך). יתר על כן, באחד ממכתביו לאחיו תיאור (מס' 642) שנכתב ב-16 יוני 1890, מספר וינסנט על הציור: "בית לבן בנוף ירוק, כוכב בשמי הלילה ואור כתום בוקע מהחלון עם ווד נוגה"

ואן גוך שולח את המכתב הזה מהעיירה אובר - סור - אוואז AUVERS-SUR-OISE, המרוחקת כ-32 ק"מ צפון מערבית מפאריס. שם בילה את 70 הימים האחרונים שלו וצייר שם למעלה מ-70 ציורים לפני מותו ב-29 ביולי 1890. קצב הציור הראוי לציין שלו - ציור ליום, מביא למסקנה הראשונית שהציור נעשה זמן קצר לפני ה-17 ביוני 1890.

מי יכול להיות הכוכב המצויר – מועמדות

שימוש בתוכנות סימולציית שמיים (פלנטריום ממוחשב) שמדמות את לילות אמצע יוני 1890 מראות את גרמי השמיים הבהירים הבאים: הכוכבים הבהירים ביותר בתקופה זו של השנה הם וגה וארקטורס. שניהם נמצאים ברום השמיים. קפלה (מקבוצת עגלון) נמצא סמוך לאופק הצפון מזרחי, ממש לפני זריחת השמש.
בלילה ה-17 ליוני 1890, היה מולד ירח, מה שמסביר את חסרון הירח בציור.
שלוש פלנטות בולטות בשמי הערב של אותה תקופה: נגה שנראה ככוכב הערב בבהירות 3.9- ונראה באופק המערבי כשעתיים אחרי שקיעת השמש. מאדים, בבהירות 1.9- נמצא (באמצע יוני) סמוך לאופק הדרום מזרחי סמוך לשקיעה. מסלולו של מאדים האפיל על כוכב בהיר ואדום אחר - אנטארס שנמצא בקבוצת עקרב. צדק שזרח ב-23:00 שלט בבהירות של 2.6- עד לזריחת השמש למחרת.

כל עניין המועמדותי יכול היה להיות לא רלוונטי, אם נניח שהציור נעשה על פי דמיונו של האמן. כדי לענות על שאלה זו, היה צורך לבדוק האם ואן-גוך צייר בית אמיתי? ואם הבית אמיתי, הם עומד על תילו בימינו, על מנת שניתן יהיה למצוא את מיקום הציור ואת הכוון בשמים אליו הסתכל המאסטר?

החיפוש אחר הבית הלבן

בחודש מאי 2000 יצאה משלחת של חוקרים וסטודנטיס מאוניברסיטת דרום-מערב טקסס לסיור בעיירה אובר. באופן מפתיע, קרבות מלחמת העולם השנייה דלגו על העיירה השלווה ומרבית הבתים מסוף המאה ה-19 עדיין עומדים על תילם.
קבוצת החוקרים שהתקבלה בחום רב על ידי פרנסי העיירה ערכה סיורים מקיפים שתי-וערב על מנת לאתר בתים דומים לזה המצוייר תוך כדי השוואת החלונות, הארובות שערי בתים וקירות. במהלך הסיורים עברו הסוקרים על פני תריסרי מקומות מתועדים בהם צייר ואן-גוך בימיו האחרונים.

בסופו של הסקר הוחלט על דעת כולם כי ישנו בית אחד בלבד שמתאים לציור - וילה בצד הדרומי של הדרך הראשית. הבית שכתובתו כיום רחוב הגנרל דה-גול מס' 25 ו-27. בניין זה שוכן שני בלוקים בלבד מפונדק AUBERGE RAVOUSX שבו שכן ואן-גוך ביוני 1890. הבניין עבר שיפוצים שונים במאה ועשר השנים שחלפו (נוספו מעונות על הגג בדומה לבתים רבים אחרים באזור).

בציור של ואן-גוך נראים שבעה חלונות בקומה השנייה. שישה מהם קיימים עד היום. החלון השביעי (המרכזי) נאטם בעקבות שיפוצים פנימיים בבניין.

במהלך הסיורים נתקלו החוקרים בספרו של פול גשה - PAUL GACHET שהיה בן 16 ב-1890 ופגש את ואן-גוך שקיבל טפול הומאופטי אצל אביו. גשה מסביר בספר LES 70 JOURS DE VAN GOGH A AUVERS, (1994) כי הבית היה שייך לגברת בשם ויקטורין שהתפרנסה ממכירת תוצרת חקלאית כגבינות ביצים וחמאה.

לכשנמצא הבניין, ניתן היה לברר את מיקומו של הצייר ולאמת את ההדמיות של תוכנות הפלנטריום בקשר לכוכבים המצוירים. החוקרים יכלו למצוא את הנקודה המדויקת בה העמיד ואן-גוך את כן הציור שלו. כמו כן ציינו כי בתצפיותיהם נצפו נגה ומעליהם הכוכבים הבהירים בקבוצת תאומים - פולוקס וקסטור.

החישובים מראים כי נגה נמצא כ 15 מעלות לגובה בצפון מערב, מעט ימינה ממה שמצויר בפועל. אולם אין מועמד אחר להחליפו בבהירות דומה. אם כן, הכוכב הבהיר המצויר בשמי הדמדומים הוא כנראה נגה.

מספר ספרי תירות מקומיים מציינים דווקא את בית מס' 44 ברחוב שארל דה-גול, כבית שבציוו, אולם השוואה פשוטה בין הבית המצויר לבין בית מס' 44 מוציאה אותו מכלל חשבון. גם השוואות עם ציורים ושרטוטים של בתי העיירה בשלוש מאות השנים האחרונות שהועמדו לרשות החוקרים באדיבות העירייה המקומית מוכיחים זאת מעל לכל ספק.

שיקולי מזג אוויר

השרות המטאורולוגי הצרפתי METEO FRANCE מחזיק רישומי נתוני מזג-אוויר ממקומות רבים בצרפת לאורך שנים רבות. המדידות נערכו שש פעמים ביום ותועדו בכתב יד בספרים עבי כרס הנמצאים בארכיוני השרות.

בספרים מצויין כי בשבוע של ה-7 עד 14 ביוני שרר מזג אוויר גשום למדי מלווה בסופות רעמים. השמים החלו להתבהר ב-15 ביוני. ניתן להניח כי ואן-גוך צייר את הציור ב-16 ליוני עת שהשמיים היו בהירים לחלוטין ונקיים מעננים (כמתואר בספרי החזאים). וינסט עצמו מתאר את הציור במכתב שנכתב ב-17 ליוני. בתאריך זה, מזג האוויר חזר להיות גשום והספרים מציינים 100% עננות.

וינסנט ואן גוך ונגה

בהמשך למתואר לעיל, החוקים מניחים כי גרם השמים המצויר בציור הוא נגה. זהו הציור השלישי של ואן-גוך בו מצוירת הפלנטה! הראשון מבין השלושה הוא ליל כוכבים בסן-רני, המתוארך לאמצע יוני 1889. היסטוריונים של אמנות ואסטרונומים ידועים זיהו את נגה מצויר שם בבירור ליד האופק המזרחי. נגה הגיע לבהירות מכסימלית בשבוע הראשון של יוני 1889 ומכתב (מס' 593) משבוע זה מוכיח זאת בבירור:

” הבוקר צפיתי בנוף הכפרי מן החלון, זמן רב לפני שזרחה השמש, וחוף מכוכב הבוקר שנראה גדול ביותר לא נראה דבר.”

בהיותו בסן-רמי נראה כי וינסנט צפה גם בהתקבצות של נגה, חמה (מרקורי) וסהר הירח ב-20 באפריל 1890. ע"פ אנליזות ומחקרים מאוחרים יותר, נראה שעשה שימוש במראה המיוחד בציור "דרך, ברוש וכוכב" שצויר בסוף אפריל או תחילת מאי. מספר שבועות לאחר מכן הכין טיוטא למכתב (מס' 643) ובו סקיצה של הציור וקרא לו "כוכב עם בהירות יוצאת דופן". מכתב מס' 643 לעיל מתוארך, ל-16 ביוני 1890, היום בו צייר ואן-גוך את הבית הלבן ושמי הלילה. מכאן שניתן להניח ששני הציורים הללו מתארים את רצונות לצייר את השמיים כפי שהם.

תיארוך ציורו "זריחת הירח" של וינסנט ואן גוך

תרגום חופשי ובלתי מחייב של מאמרם של דונלד אולסון, ראסל דושר ומרילין אולסון.

היסטוריונים של תולדות האמנות מסכימים כיום כי תמונת "ליל כוכבים" STARRY NIGHT המפורסמת צוירה בלילות שבין ה-16 ל-18 ביוני 1889, בעיירה סן-רמי במחוז פרובאנס שבדרום צרפת. החוקרים מגיעים למסקנות הללו מקריאת חליפת המכתבים בין וינסנט לאחיו וקרובים אחרים. לעיתים, ניתן למצוא בציורים עצמם רמזים שיוכלו לתארך את הציור מבחינה אסטרונומית.

במאמר קודם זוהתה פלנטת נגה כמעטרת את הציור "בית לבן בלילה" שצויר בצפון צרפת. בהמשך למחקרים על גרמי השמים בציוריו של ואן-גוך, נתקלו החוקרים בציור המסומן בקוד F735. הציור מראה ערמות חיטה קצורה בשדה, כשמאחוריהן קיר אבנים ובדמדומי השמים מאחוריו עולה דסקה כתומה מוסתרת בחלקה על ידי ההרים.

ואן-גוך בסן-רמי

לאחר שסבל מכמה משברים רפואיים בעת שהותו בארל, העתיק ואן-גוך ב- 8 במאי 1889 את מקום מושבו לבית החולים ששכן במנזר סנט-פול בעיירה סן-רמי. מתאריך זה ועד לשחרורו ב-16 למאי 1890 צייר כ-150 ציורים וכ-140 רישומים המשקפים את התעניינותו באור טבעי של דרום צרפת. יותר מתריסר מהציורים מראים את אותו שדה חיטה עם בתים הנראים מאחורי הקיר והרי האלפים מימין.

לעיתים קרובות צפה וינסנט בשמים מחלון חדרו בקומה השנייה בצד המזרחי של המנזר. כפי שהוא כותב לאחיו תיאו, השווה בפאריס, בסוף מאי 1889 (מכתב מס' 592):

"דרך סורגי הברזל שבחלון אני רואה את שדה החיטה ... מעל אני רואה את השמש זורחת בהדר הבוקר."

במכתב אחר (מס' 593) מהשבוע הראשון של יוני 1889, מתאר ואן-גוך את התצפית בנגה: "הבוקר צפיתי בנוף הכפרי מן החלון, זמן רב לפני שזרחה השמש, וחוף מכוכב הבוקר שנראה גדול ביותר לא נראה דבר."

המראה מהשדה המתואר מכוון לכוון מזרח ומכאן שניתן להבין שבתמונה הנדונה מס' 735 רואים גרם שמים זורח.

שמש? ירח? על איזה חודש מדובר?

בדומה לאסטרונומים המודרניים המקטלגים את גרמי השמיים כגון קטלוג מסייה, גם ציוריו של ואן גוך מקוטלגים וממוספרים ע"פ עבודתו של ג'ייקוב בארט דה-לה פיילה JACOB BAART DE LA FAILLE. עבודת הקיטלוג שנשלמה בשנת 1928. בעבודת הקיטלוג נתגלו מספר שגיאות ברבות השנים. הציור הנדון, מספר 735 ברשימה הוא דוגמה טובה לכך. המקטלג מתאר את הציור כ"שקיעת השמש" ומתאר את כדור המש הכתום בוקע מאחורי ההרים הכחולים. קטלוג אחר משנת 1937, מתאר את הציור כ-"זריחת הירח" ומתארך את הציור בין אוגוסט לספטמבר 1889. קטלוג מעודכן יותר של דה-לה פיילה, משנת 1939, הופך את הכותרת ל"זריחת הירח" ומתארך את הציור ל-ספטמבר 1889. קטלוגים מאוחרים יותר מתארים את זריחת הירח ומתארכים את הציור ל-6 ביולי 1889.

כל המקטלגים הלו השתמשו במכתביו של וינסט ע"מ לתארך את הציור. חליפות המכתבים מאשרות שאכן מדובר בזריחת הירח. במהלך קיץ 1889, שלח ואן-גוך מעטפה שהכילה שני מכתבים: הראשון לאחיו תיאו (מס' 603) והשני (שאבד) לפול גוגן. המכתבים מלווים ברישום של אדם קוצר בשדה החיטה. וינסנט מתאר בכתב את הציור ומוסיף:

” יש לי אחד בתהליך שמתאר את זריחת הירח מעל אותו השדה, אולם עם ערימות חיטה שמחליפות את החיטה. זהו צהוב - אוקר - סגול, בכל מקרה תוכל לראותו בקרוב”

במהלך קיץ 1889, חלה הידרדרות בבריאותו של ואן-גוך ובמשך כשישה שבועות כמעט ולא צייר. האם המכתב והציור נוצרו לפני ההתקף? לצערנו, המכתב אינו נושא תאריך משלו או חותמת דואר. מספור המכתבים נעשה בידי רעייתו של תיאו, לאחר מותו של האחרון. בידיה היו כ-670 מכתבים שכתב וינסנט לאחיו. מחקרים מאוחרים יותר לגבי המכתבים מתארכים את זמן הציור וכתיבת המכתב בהתאם לדיווחים על התקפי האלימות של ואן-גוך במוסד, ל-8 עד 16 ביולי 1889.

האם האסטרונומיה יכולה לסייע לתיארוך הציור?

השערות יסוד:

הציור הממוספר F735 ונקרא זריחת הירח צויר בוודאות בין ה-8 למאי, תאריך הגעתו של וינסנט למוסד בסן-רמי לבין חודש ספטמבר 1889, אז נשלח בד הציור יחד עם עוד תשעה אחרים שכללו אגב גם את ליל כוכבים המפורסם, לתיאו.

העצם הכתום הבהיר בציור יכול להיות או ירח מלא זורח הזורח מייד לאחר השקיעה או זריחה של ירח מלא זמן מה אחרי השקיעה.

סימולציות אסטרונומיות מציעות את האפשרויות הבאות: 15-17 במאי, 13-15 ביוני, 12-14 ביולי, 11-13 באוגוסט ו-9-11 לספטמבר.

תכונה בולטת של הציור היא הסתרת חלק מדיסקת הירח על ידי צוק ההרים. ואן גוך עוד הוסיף למרגלותיהם בית כפול. ישנן סיכוי כי הבתים אמיתיים משום שהצוק והבתים מופיעים ברישומים וציורים רבים מסן-רמי.

האם הבתים אמיתיים? האם ניתן יהיה לאתר את הכוון אליו הסתכל הצייר בעת עשיית הציור? והאם ניתן יהיה לתארך את מועד הציור בדיוק?

ביוני 2002, נסעה קבוצת חוקרים בראשותו של דונלד אולסון לפרובאנס שבצרפת. תוך דקות מרגע הגעתם לסן-רמי זיהו חברי הקבוצה את הצוק המצויר. מציאת כוון הציור לא היתה פשוטה כלל ועיקר. ראשית משום שהמוסד הוא מוסד פעיל גם בימינו. החדר המדובר "מחוץ לתחום" לכל. גם עצי האוך שבסביב צמחו וגדלו ומסתירים את הנוף. בנסיעה בדרכי עפר לכוון הצוק, נתגלו גם הבתים (הבית הכפול) המצויירים בציור המדובר. הבתים מצויים כ-640 מטר דרום מזרחית למנזר. אולם לאור המכשולים הקיימים כיום לא ניתם לראותם בימינו מן המנזר.

קבוצת מקומיים מארל, עזרה לקבוצת החוקרים למצוא נקודת תצפית הממוקמת בשדה פתוח הצמוד צפונית מערבית למנזר סנט-פול. התצפיות בשמש, בירח ובכוכבים נמשכו במשך שישה ימים.

חישובים טריגונומטריים מורכבים למדי, שדימו את נקודת הראות של ואן-גוך מן המנזר מצמצמות את אפשרויות הצפייה שלו בירח המלא הזורך לשני תאריכים בלבד: 16 במאי או-13 ביולי.

נתוני מזג האוויר שנרשמו בתאריכים הסמוכים לתאריכים המוצעים לעיל מצביעים על כך שהראות בלילת הללו היתה סבירה. יומיים לפני ה-16 במאי ירדו ממטרים כבדים אולם ב-16 התבהרה השמיים ואילו ביולי, השבועים הראשונים היו בהירים למדי ומעוננים (%50-30) ב-13 ביולי.

על מנת לצמצם את אחת האפשרויות, התייחסו החוקרים לתיאור השדה כפי שמופיע במכתביו של ואן-גוך. בחודש עם הגעתו למקום וציוריו הראשונים של השדה הוא מתאר את השטח כולו כ"אפוף כולו שדות חיטה ירוקים" בעוד שבמכתבים מהקיץ הוא מתאר את ההצהבה של החיטה, "השיבולים נצרכו על ידי השמש וצבעם דומה לשכבה החיצונית של לחם אפוי", "הכל צהוב". ציור "זריחת הירח" מתאר ערמות חיטה זהובות קצורות ולכן אינו יכול להתרחש במאי.

לאור כל זאת ניתן לחשב ולומר כי הזריחה של הירח המתוארת בציור אירעה ב- 13 ביולי 1889, בשעה 21:08 (זמן מקומי).

מכאן שמכתב מס' 603, בו הוא מתאר את הציור נכתב כנראה ב-14 ביולי, כל זאת בהנחה שבאותו זמן צייר וינסנט ציור חדש בכל יום.

ניתוח התצפיות והדמיות המחשב מאשש את ההנחה כי וינסנט צייר את מה שראה ולא מתוך דמיון או זיכרון. במכתב מוקדם יותר לחברו אמיל ברנרד, מ-1888, כותב ואן-גוך:

” לעולם איני עובד מתוך זיכרון... איני יכול לעבוד לא מודל... אני מפחד לברוח מהמציאות ומן האמת... תשומת ליבי מרוכזת במה שאפשרי וקיים באמת... אני מגזים, לעיתים משנה את המוטיב, אולם איני ממציא את התמונה כולה: אני מוצא את הכל מוכן מן הטבע...”

מקורות

identifying the 'star' in a long-lost van Gogh.(astrological research).Donald Olson and Russell Doescher.Sky & Telescope 101.4 (April 2001): p34(6).
Dating van Gogh's Moonrise. Olson, Donald W.; Doescher, Russell L.; Olson, Marilyn S, Sky & Telescope, July 2003 v106 il p54(5)
Van Gogh's Starry Night over the Rhone (Arles, 1888). Some astronomical considerations., Gianluca Masi and Antonella Basso
מכתבים לתיאו, וינסנט ואן גוך (מבחר), הוצאת שוקן, 1992
חליפות המכתבים המלאות של וינסנט ואן-גוך בצרפתית ובאנגלית.

^[1] אסטרונומיה, כרך 36, גיליון 4, חורף 2010

לדוגמה, במערכת השמש שלנו מהירות כדור הארץ היא 29.8 ק"מ לשנייה ומרחקו יחידה אסטרונומית אחת, ואילו צדק נע במהירות של 13.1 ק"מ לשנייה ומרחקו 5.2 יחידות אסטרונומיות. ואומנם:

$$29.8\sqrt{1} = 13.1\sqrt{5.2} = 29.8$$

מסקנה נוספת: אם במערכת שמש מסויימת אנו יודעים את המרחק והמהירות של כוכב לכת אחד ואת מרחקו של כוכב הלכת השני, נוכל לחשב את מהירותו של כוכב הלכת השני לפי הנוסחה:

$$V_2 = V_1 \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$$

עבור גלקסיות הספיראליות.

נוסחה זו תהיה נכונה גם בגלקסיות הספיראליות ותוכל לעזור לנו לחשב את מהירות התנועה באזורים שונים של הגלקסיה באופן שתציב לנו גודל מינימום למהירות אפשרית

הסבר:

המסה M שעד ל r_1 היא זו הגורמת לסיבוב כוכבים במרחק r_1 במהירות v_1 . נסתכל כעת בכוכב הנמצא בגלקסיה במרחק r_2 הגדול יותר מ r_1 , הרי שיש לו מהירות מינימום הניקבעת על פי M . ובנוסף, מהירות נוספת הנקבעת גם ע"י המסה שנימצאת בין r_1 ל r_2 , ולכן מהירותו תהיה חייבת להיות גדולה יותר ממהירות המינימום.

ואכן זאת הבעיה שהתגלתה בגלקסיות M51 ו-M89! המהירות באזורים מסויימים בגלקסיה הן נמוכים יותר ממהירות המינימום האפשרית!

נתחיל עם הגלקסיה M51, ונראה שלא תיתכן ירידת מהירות חדה כל כך מאזור הנימצא במרחק 7 קילו פארסק (הפיסגה של הגרף), עד לקצה הגלקסיה במרחק של 12 קילו פארסק (קצה הגלקסיה), מהירות הסיבוב שם חייבת להיות מהירה יותר!

הוכחה: בהתאם לגרף מהירותה במרחק 7 אלף פארסק מהמרכז היא 235 ק"מ לשנייה, נחשב מה המהירות המינימאלית האמורה להיות במרחק 12 אלף פארסק. התשובה:

אולם אפשרות לסדקים ברעיון זה התקבלה כאשר נעשו מדידות לגבי מהירות התנועה הסיבובית של גלקסיה M94 ולגביה התגלה שתנועתה תואמת לחלוטין את נוסחת ניוטון בלי כל צורך להוספת מסה אפלה לצורך הסבר התנועה (ראה ויקיפדיה באנגלית M94) אומנם, עדין אין בכך שום סתירה. אבל, ספק מסויים מתחיל לכרסם. מה יקרה אם תתגלנה גלקסיות המסתובבות לאט יותר ממהירות הסיבוב הנדרשת על פי ניוטון. כיצד נסביר זאת? הוספת מסה אפלה לא תצליח להסביר זאת, אלא אם נחליט על קיומה של מסה אפלה שלילית, רעיון לא מקובל ומוגזם.

זאת הייתה סיבה מספיק טובה לכותב מאמר זה לערוך מסע חיפוש בין גלקסיות שונות ובדיקת גרף הסיבוב שלהן.

ואכן, המסע הוביל לגילוי שתי גלקסיות M51 ו-M89 שיש בעיה לגביי תנועתן הסיבובית:

באזורים מסויימים בגרף התנועה הסיבובית בגלקסיות M51 ו-M89 יש ירידה קיצונית של מהירות הסיבובית שלא יכולה להיות מוסברת ע"י נוסחת הגרביטציה של ניוטון בכל צורה שהיא!

פיתוח נוסחת התנועה

לצורך הסבר התנועה הבלתי מוסברת ה"נ", נפתח תחילה את הנוסחה בה נשתמש. כדי שהדברים יהיו מובנים, נעשה זאת תחילה לגבי התנועה הסיבובית של כוכב לכת מסביב לשמש שלו. ניקח שוב את נוסחת התנועה שהשתמשנו בה:

$$F = \frac{Mm}{R^2} G = m \frac{V^2}{R}$$

מכאן לאחר צימצום נקבל:

$$V\sqrt{R} = \sqrt{MG} = K$$

כלומר, מכיוון ש G קבוע, וגם M השמש במערכת סולארית הוא גודל קבוע, אזי מכפלת המהירות בשורש מרחקו של כוכב הלכת מהשמש שלו היא גודל קבוע K באותה מערכת שמש.

פעולת ההשוואה בוצעה, וגדולה הייתה ההפתעה כשהתקבל אי שוויון הגדול מכל טעות מדידה אפשרית!

האגף הימני במשוואה, האגף הצנטריפוגאלי, התקבל תמיד בחישובים כשהוא גדול פי עשרה במוצע מהאגף השמאלי- הגרביטציוני!

נשאלת השאלה: היכן הטעות?

אחד הראשונים שטיפל בבעיה הזאת היה המדען פריץ צוויקי שבשנות השלושים של המאה העשרים אעלה את הרעיון הבא: מכיוון, שיש מחסור בגרביטציה!, הפתרון ההגיוני לבעיה, להוסיף גרביטציה.

כלומר:

נגדיל את כמות המסה M פי עשרה (או כמה שצריך) ונקבל משוואה מאוזנת.

כלומר:

$$F = \frac{10Mm}{R^2} G = m \frac{V^2}{R}$$

כוח צנטריפוגלי כוח גרביטציה

ופתרון זה התקבל בסופו של דבר ע"י רוב הקהילה המדעית. מאז מתנהל מסע מפרך למציאת המסה הזאת ולא בהצלחה יתרה!

אבל, פתרון המסה האפלה מצדיק את עצמו כי אפשר להגיע עימו לפתרונות של בעיות נוספות כגון העידוש הגרביטציוני שלא כאן המקום לדבר עליהם.

ואכן פתרון זה מצא חן בעיני מדעני הקוסמולוגיה כי הוא איפשר לשמר את ניוטון ונוסחאותיו ביקום כולו, וכל מה שהיה צריך לעשות בכל פעם שיש מחסור בגרביטציה, הוא להוסיף מסה (אפלה) במקומות המתאימים, כמה שרק צריך, ובעית התנועה נפתרת.

ההנחה הייתה שיש תמיד מחסור במסה ולכן פתרון זה יצדיק את עצמו, אולם, מה יקרה אם יהיה לנו מקרה שבו דווקא תהיה לנו מסה גדולה יותר מהנידרש? כלומר מקרה שבו דווקא נצטרך להחסיר מסה כי הגרביטציה גבוהה מידי? לכאורה, מקרה הזוי ובלתי מתקבל על הדעת שימוטט את הרעיון העומד בבסיסה של המסה האפלה..

הקדמה

הגלקסיות הספיראליות הן מערכות כוכבים אדירות הנמצאות במרחבי היקום והן נראות ומסתובבות כמו שבשבת אדירה. מיליארדים מהן סובבות כך במרחבי היקום. קוטרן הממוצע הוא כמאה אלף שנות אור, ומסתן היא כמאה מיליארד מסות שמש. אף על פי שהן רחוקות מאוד מאיתנו, אנו יודעים לגביהן נתונים רבים שמאפשרים לנו לעשות חישובים לגבי תנועתן

1. את המרחק לגלקסיה אנו מודדים בעזרת כוכבים משתנים מסוג קפאידים, אפקט דופלר וקבוע האבל.

2. את מסתה של הגלקסיה הספיראלית אנו מסוגלים למדוד על פי כמות האור המגיעה ממנה.

3. את רדיוס הגלקסיה אנו מסוגלים למדוד בשיטות גיאומטריות על פי זווית הראיה ומרחק הגלקסיה מאיתנו.

4. את מהירות סיבובה v אנו מסוגלים למדוד על פי אפקט דופלר.

מכיוון שהכוח שמסובב אותה הוא כניראה הגרביטציה, אזי:

כוח הגרביטציה חייב להיות שווה לכוח הצנטריפוגאלי, אחרת הגלקסיה תאבד צורתה ותעלם. כלומר:

$$F = \frac{Mm}{R^2} G = m \frac{V^2}{R}$$

כוח צנטריפוגלי כוח גרביטציה

$F =$ הכוח

$R =$ מרחק הכוכב ממרכז הגלקסיה.

$M =$ מסת הגלקסיה הנמצאת בין מרכז הגלקסיה ועד R

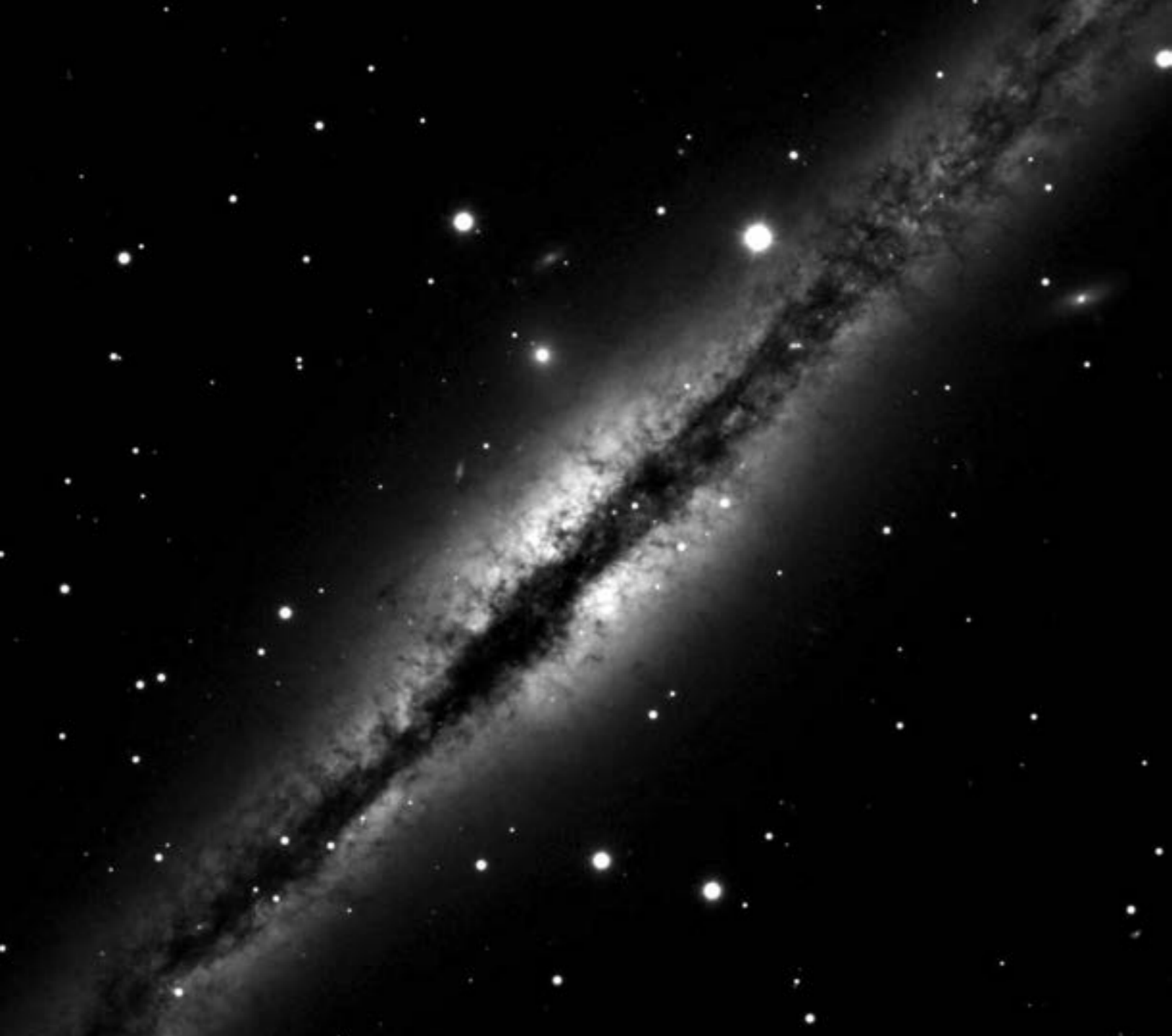
$R =$ המרחק (חישוב תיאורתי מראה שרק המסה הפנימית קובעת לגבי הגרביטציה והמסה החיצונית לא משפיעה)

$m =$ מסת הכוכב הנמצא בגלקסיה.

$v =$ מהירות הסיבוב ההיקפית של הכוכב הנמדד סביב הגלקסיה.

$G =$ קבוע הגרביטציה העולמי של ניוטון.





N891 (באדיבות נאסא)

$$V = 235 \sqrt{7/12}$$

$$=$$

180 ק"מ לשנייה

אבל המהירות הנימדתת שם, בקצה הגלקסיה, היא נמוכה יותר, והיא רק כ-155 ק"מ לשנייה!!

בנוסף, אם נכניס לחישוב שהמסה גדלה בין 7 ל-12 קילו פארסק (כמו שזה באמת), המהירות תהיה חייבת להיות אף גדולה יותר!

כנ"ל גם בגלקסיה N891. נוכיח שלא קימת כל אפשרות לארגן את המסה באופן שתוכל להסביר את התנועה הסיבובית בנקודה הנימצאת במרחק של 22 אלף פרסק ממרכזה. על פי ניוטון, מהירות התנועה בנקודה זו אינה יכולה להיות מהירות נמוכה של כ-215 ק"מ לשנייה כאשר במרחק של 2 קילו פארסק קרוב יותר למרכז הגלקסיה, המהירות היא כ-235 ק"מ לשנייה!

הוכחה: בהנחה שהמסה לא השתנתה בין 20 ל-22 קילו פארסק, המהירות המינימלית בנקודה 22 קילו פארסק חייבת להיות על פי הנוסחה:

$$V_{22} = V_{20} \sqrt{20/22}$$

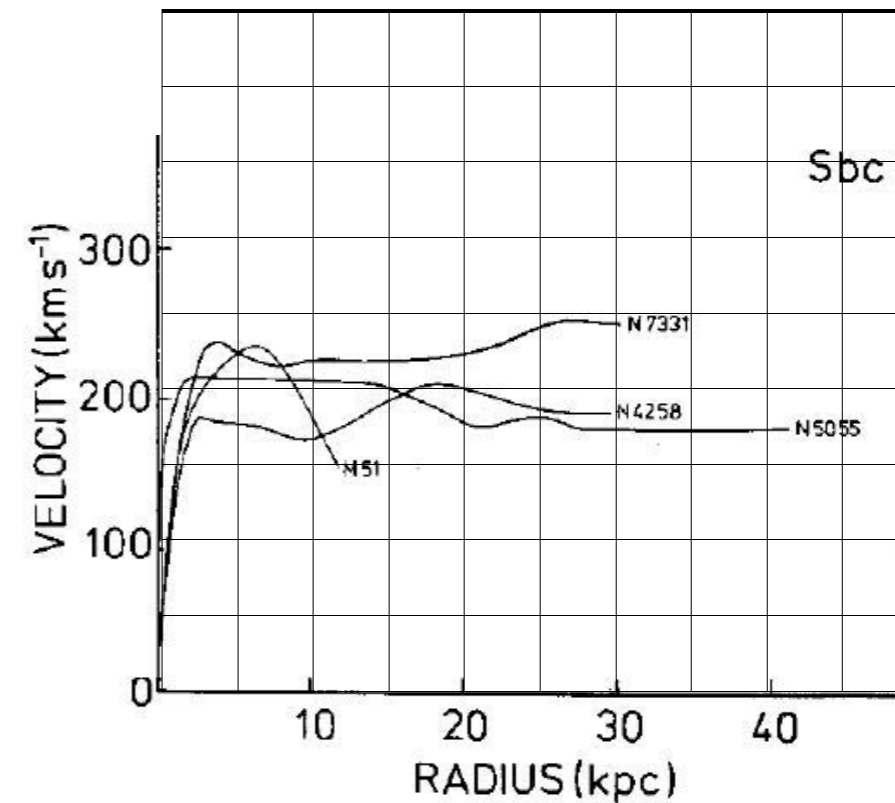
$$=$$

224 ק"מ לשנייה

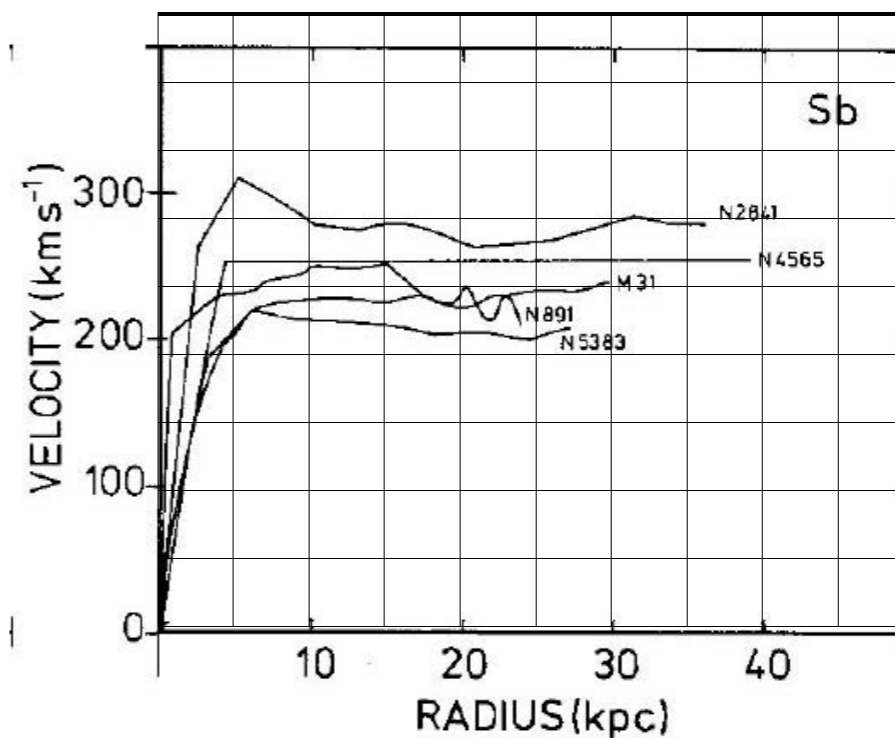
מכיוון ש v_{20} שווה ל-235 ק"מ לשנייה אזי v_{22} חייבת להיות לפחות 224 ק"מ לשנייה ולא כ-215 ק"מ לשנייה כפי שזה מופיע במציאות.

ושוב, אם המסה גדלה בין 20 ל-22 קילו פארסק (כמו שזה באמת), המהירות תהיה חייבת להיות אף גדולה יותר. שוב סתירה!

הבעיה ניראתה לכותב המאמר כבעיה חמורה והיא נישלחה למספר אנשים באקדמיה ואף לנאסא, שניתבקשו לתת הסבר לתופעה.



ESOURCES/SA/PHY3144/LECTURE://NEWTON.EX.AC.UK/TEACHING/R PDF.10



יש לשים לב שלא חשובים המרחקים כי אם היחס בין המרחקים כלומר אנו יכולים להשתמש במקום המרחקים, בגודלו של המרחק הזוויתי ושוב נקבל את התוצאה הנידרשת.

הגלקסיה M51 בהימצאותה של גלקסיית הליון הצמודה לה שהיא זו המעכבת את סיבובה של M51 באזורים החיצוניים שלה. ובכן זו יכולה להיות אפשרות ולצורך כך יש לבדוק מהירויות באזורים שונים במערכת זו גלקסיית זו. האם הבעייתיות היא רק בקו המחבר את שתי הגלקסיות או שהבעיה קיימת גם באזורים הרחוקים מגלקסיית הליון.

עדיין נותרה לנו הבעייתיות בגלקסיה N891 וכמובן, רצוי גם לבדוק אם התופעה קיימת גם בגלקסיות נוספות.

בשלב זה של כתיבת המאמר ממתין הכותב לתגובות גם של אחרים, והבעיה נותרת פתוחה.

כותב המאמר ישמח לקבל תגובות וכמובן גם ניסיונות להסבר.

סולארי: 052-2570989

והתופעה ניתגלתה בשתיים מהן. וודאי יש גם רבות אחרות עם בעיית מהירות כנ"ל.

2. הפיכת מסלול הכוכבים למוזר בחלק התחתון של הגרף מקשה על הבעיה עוד יותר. הרי נוסחת ניוטון פועלת שם מיליארדי שנים, איך זה שאזור שלם בגלקסיה לא "ממושמע"? איך זה שהגלקסיה לא העבירה החוצה כבר מזמן אזור איטי זה שבגלקסיה.

3. גם אם הדיסקה הסתיימה בחלק הגבוה של הגרף, רק היא, הייתה מחייבת מהירות גבוהה יותר בחלק התחתון של הגרף.

4. בצילום של גלקסיה M51 לא נראה כל מוט רציני שיכול לשנות משמעותית את התוצאות

יתכן ופיתרון ניוטוני יתקבל מדבריו של ד"ר ה. (השם שמור במערכת) שהסביר את הבעייתיות של מהירות הסיבוב של

להלן תירגום תגובתו של פרופסור א. (השם שמור במערכת). יכולים להיות מספר הסברים

1. טעות במדידות השמיטה למעשה את הירידה הקפלרית עם הוודאות הגבוהה שגורמת לטעות?

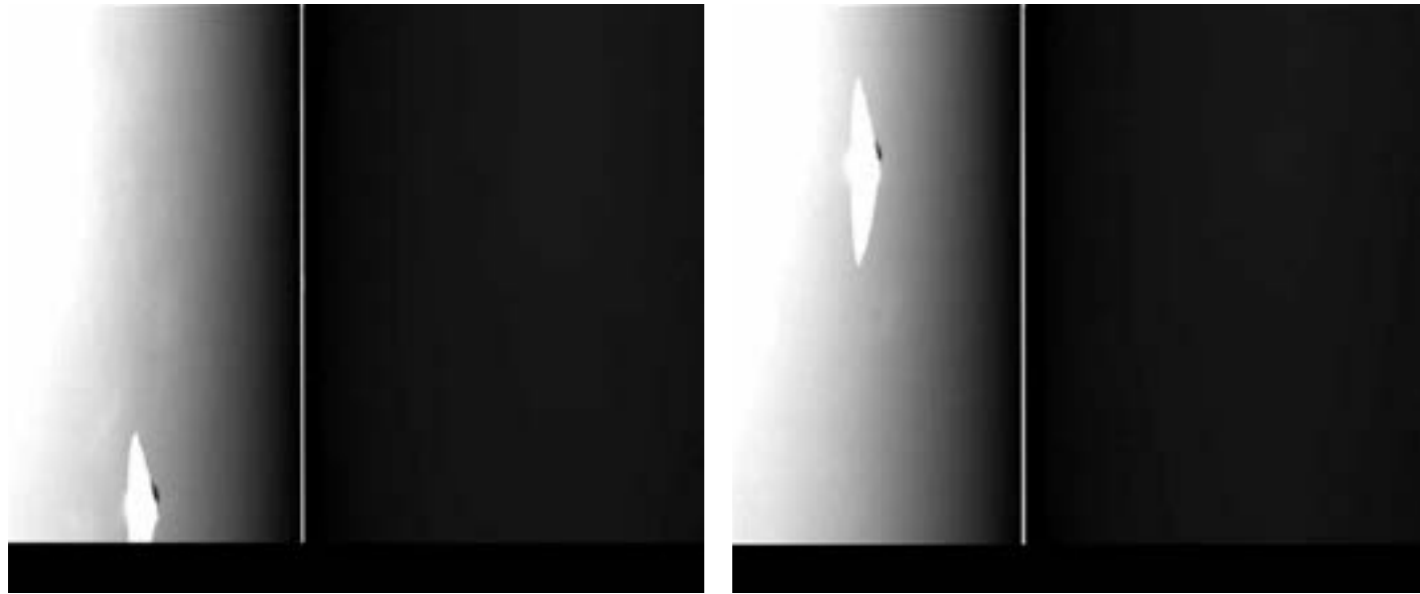
2. עקומה יורדת של הסיבוב יכולה להיות מושגת אם המסלול של הכוכבים הוא מעגלי ברדיוס הקטן והופך למוזר ברדיוס הגדול.

3. יכול להיות שהדיסקה הסתיימה והמערכת נישלטה ע"י מערכת לא כדורית.

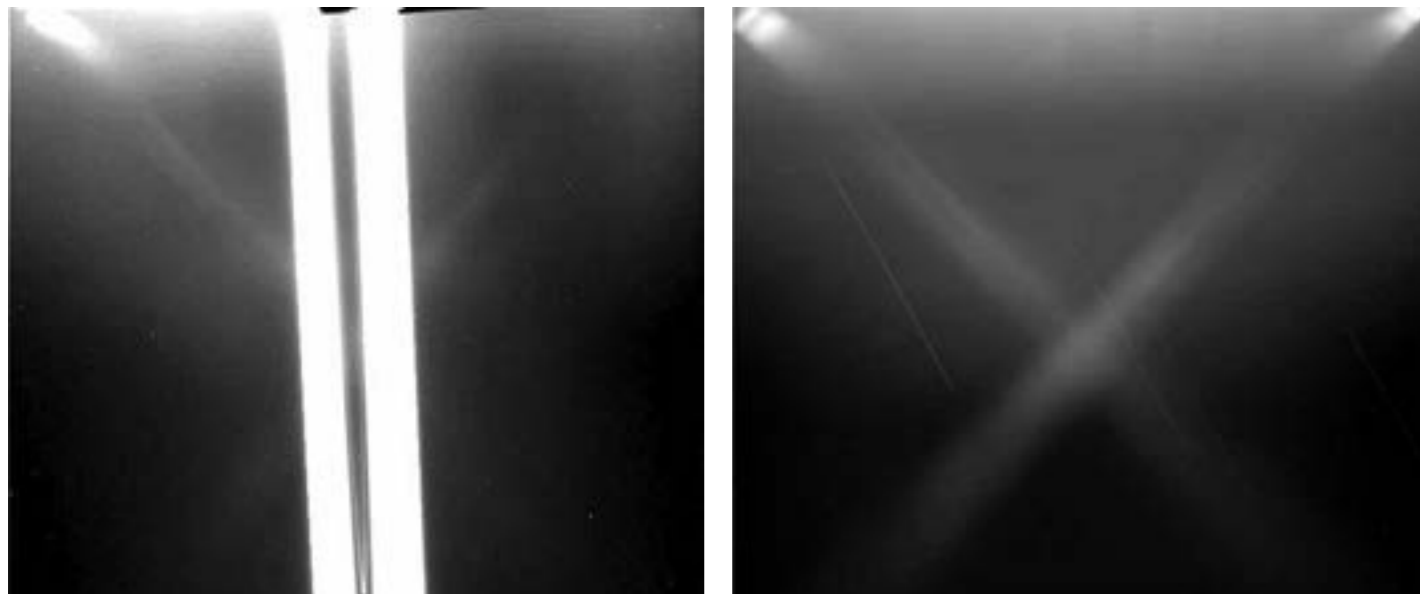
4. יכול להיות שהמהירות המהירה נישלטה ע"י מוט מסתובב בעוד שהמהירות האיטית היא מחוץ לרדיוס המושפע ע"י המוט.

תגובתו של כותב המאמר להסבר:

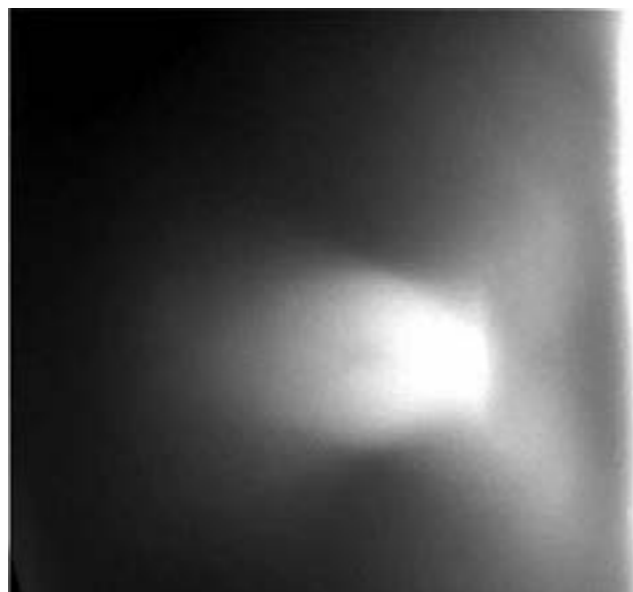
1. ניבדקו כעשרים וחמש גלקסיות



[HTTP://SATURN.JPL.NASA.GOV/MULTIMEDIA/IMAGES/RAW/CASJPGFULLS18](http://saturn.jpl.nasa.gov/multimedia/images/raw/casjpgfulls18)



[HTTP://SATURN.JPL.NASA.GOV/MULTIMEDIA/IMAGES/RAW/CASJPGFULLS18](http://saturn.jpl.nasa.gov/multimedia/images/raw/casjpgfulls18)



הדיסק של שבתאי

בפברואר 2006 צילמה הקסיני תצורת דיסק כאשר הפנתה את מצלמותיה לעבר שבתאי. בפעם הראשונה דיסק זה נצפה ב-3 לחודש ובפעם השנייה יומיים לאחר מכן ב-5 לחודש. התצלום הראשון, תצלום מספר 1 נעשה ממרחק של 3,014,903 ק"מ והתצלום השני, תצלום מספר 2 נעשה ממרחק של 4,053,373 ק"מ. תצורת הדיסק בשני התצלומים זהה. הדיסק נראה כמו משולש שווה שוקיים, מבנה סימטרי. מעל השוק השמאלית נראה כתם שחור ומתחת לצלע השלישית, הבסיס, נראית בליטה כיפתית במרכז הבסיס.

אלומות האור המצטלבות של שבתאי

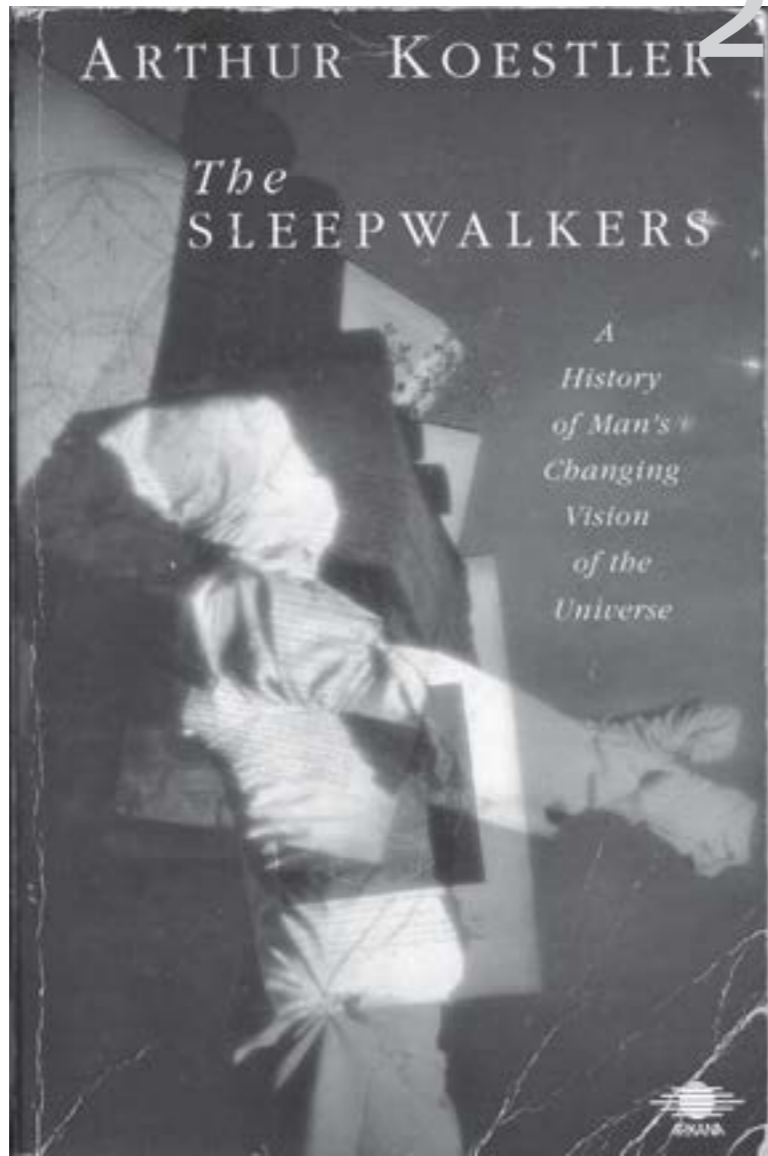
בתצלומים של שבתאי שבוצעו על ידי הקסיני במועדים שונים אפשר להבחין באלומות אור היוצאות משבתאי ומצטלבות זו עם זו. מוצגים כאן 3 תצלומים להמחשת התופעה. תצלום מספר 1 נעשה ב-16.1.2008 כאשר הקסיני היתה במרחק 417,535 ק"מ משבתאי. בקצוות התמונה למעלה רואים מעין פרוז'קטורים שמהם יוצאות אלומות האור. תצלום נוסף נעשה ב-27.1.2008 רואים את אלומות האור יוצאות משפתו של שבתאי. תצלום נוסף נעשה ב-31.10.2009 ממרחק 1,232,912 ק"מ. רואים במרכז שתי רצועות לבנות וביניהן את הטבעות. אלומות האור יוצאות משפתו של שבתאי ומצטלבות בערך במרכז הטבעות. תצלום זה יכול לתת אינדיקציה לגבי אורכן. הרושם המתקבל שמצויים בתוך שבתאי מקורות אנרגיה רבי עוצמה. נראה גם שהם מופיעות בו זמנית.

פרצי אנרגיה על שבתאי

אחת התופעות המוזרות ביותר והלא מובנות של שבתאי שנצפו על ידי הקסיני הן פרצי אנרגיה היוצאים מתוך שבתאי. אם לנקוט בלשון ציורית כאילו שנפתח איזה שהוא חלון ומתוכו פורץ החוצה הבזק אור חזק במיוחד. האם מדובר בהתפרקות חשמליות היוצרות תופעה זו או שמא מדובר במה שהוא אחר ועדיין לא מוכר ואם כן מהו מכניזם זה? להמחשה מוצגים 3 תצלומים. תצלום מספר 1 נעשה ב-8.10.2008. תצלום מספר 2 נעשה גם כן באותו יום וממרחק 581,143 ק"מ ותצלום מספר 3 נעשה ב-9.10.2008 וממרחק 552,371 ק"מ.



פי כן נוע תנוע" EPPUR SI MUOVE אלא זה נחקק על מצבתו. משפטו המפורסם היה סוג של פארסה, כאשר הוא מכחיש את כל הטענות נגדו וגם הוא וגם השופטים יודעים שהוא משקר, הוא לא עונה ולא ישב בכלא אפילו יום אחד. גלילאו מסתבר גם לא נהג בהגינות שכן הוא התעלם לחלוטין מקפלה ומחוקיו שהיו מבוססים והתעקש על תורתו השגויה של קופרניקוס. יתרה מכך, גלילאו שעשה את פרסומו בגלל תצפיותיו בטלסקופ וספרו "שליח הכוכבים SIDEREUS NUNCIUS" התעלם מהתצפיות והנתונים שהיו מוכיחים ומראים לו כי תורתו של קופרניקוס היא שגויה. גלילאו התעקש והתעקש ואף כתב בספרו "דיאלוגים" על כך עם הוכחות שגויות לחלוטין וטיעונים היו כי "רק טפשים לא יכולים לראות שזוהי האמת". לאור זאת, ובהנחה כי במילה טפשים, התכוון גלילאו לראשי הכנסייה, לא יכלה זו להתעלם ממעשיו (למרות שהיא כנראה רצתה וניסתה להתעלם). הספר מסתיים בקצרה מאד בניוטון ובאיחוד התיאוריות שניוטון עשה. קפלר נתן מערכת חוקים לגופי השמים בעוד שגלילאו נתן מערכת חוקי דינמיקה לתנועה על הארץ (הנושא מוזכר בספר בקצרה וללא פירוט) וניוטון איחד בין השניים, איך בדיוק עשה זאת ניוטון? זה כבר עניין לספרים אחרים. בסוף הספר מופיע אפילוג ארוך המהווה מעין מניפסט בפילוסופיה של המדע. בתוך הספר שזורים פרטים היסטוריים רבים על משפחותיהם של קופרניקוס וקפלר, כולל פירוט מלא של הדרך בה בחר קפלר את אשתו השנייה מתוך 11 מעומדות. הספר כולל עשרות ציטוטים והערות שוליים שאורכן כשליש מאורך הספר עצמו, חלקם מעניינות ביותר (ההקדמה המלאה של אוסטיידר לעל אודות הסיבובים, וגם גזר הדין המלא במשפט גלילאו).



לקפלר, שהוא הגיבור האמיתי בפרשה, קפלר היה הגון, אוהב המדע, ולא היסס לחזור בו מהתיאוריה הראשונית שלו שגרסה שתנועת ומסלולי הפלנטות הינה בהתאם לגופים תלת מימדיים מושלמים. קפלר היה פתוח לביקורת עצמית, באופן נדיר היה פתוח לשיתוף פעולה עם מדענים אחרים (הגם שאלו לא שיתפו עימו פעולה בחזרה) וכל מטרתו הייתה להגיע לאמת גם במחיר ויתור על התהילה והפרסום האישי. מבחינה הזו הספר עושה עם קפלר מעין צדק היסטורי. הספר מלא במובאות מתוך מכתבים וכתבים של קפלר ובו רואים את הביקורת שלו על עצמו ואיך הוא מודה בטעויות שהוא עשה. גישה צנועה זו אינה אופיינית למדענים אחרים באותו זמן, וגם כיום, שגם כשידעו שהם טועים, עמדו בגאון מאחורי הטעויות שלהם. בדיוק כזה היה גלילאו. גלילאו לא אמר את המשפט "אף על

הספר הינו ספר ישן שליחו לא נס. בכוונה כתבתי את שם הספר באנגלית מאחר וגרסה מלאה שלו לא תורגמה לעברית. התירגום המילולי הוא "ההולכים מתוך שינה", או אפשר גם "הסהרורים", אבל אני הייתי מתרגם "המגששים באפילה". בעברית יצא הספר תחת השם "יוהנס קפלר האיש ופועלו" במהדורה מצומצמת שהינה שלישי בלבד מהספר המלא. למי שמתקשה בקריאה באנגלית, התרגום העברי אמנם ישן אבל מאפשר תחליף לחלק הספר העוסק בקפלר.

כשם הספר, גם לספר הזה הגעתי מתוך גישוש באפילה. חותני אמר לי שהוא קרא לפני שנים ספר שהוא מאד אהב באסטרונומיה ופשוט קניתי את הספר. הופתעתי מאד לראות שהוא נכתב לפני למעלה מחמישים שנה! אבל בחיים של קפלר לא השתנה הרבה בחמישים שנה האחרונות ואין מניעה לקרוא את הספר גם כיום. הספר מספר את סיפורה של הקוסמולוגיה מהעת העתיקה ועד לניוטון. חלקו הראשון של הספר מתרכז בעת התיקה ובתיאוריות שפותחו עד שכמעט הגיעו לתיאוריות הדומות לזו של ניוטון ודן באריכות בסיבות שגרמו לכך שתיאוריות אלו מנחו לחלוטין והדוגמה (בחולם) של הארץ במרכז חזרה במהלך ימי הביניים. כמוכן שכל התיאוריות הנ"ל היו מבוססות על מחשבה הראשון שפיתח תיאוריה מבוססת תצפיות היה תלמי, תיאוריה שאפשרה תחזיות וניבויים, ולכן נהייתה פופולרית למרות שהייתה מסובכת עד מאד לשימוש. חלקיו האחרים של הספר עוסקים בקופרניקוס, קפלר, גלילאו וניוטון. הספר מנפץ מיתוסים רבים: המהפיכה הקופרניקאית לא באמת הייתה מהפכה. קופרניקוס לא חידש כמעט כלום, וגם ספרו המפורסם "על אודות הסיבובים DE REVOLUTIONIBUS ORBIUM

ספרים שאהבנו

אך האם באמת יכולה להיות תאוריה מאוחדת של הכל?

הספר גרם לי לחשוב ולהרהר רבות על היקום ומקומו בו, להסתכל לשמים ולתהות מה יש שם וכיצד כל זה נוצר ועל השאלות שהציב סטיבן הוקינג התעוררו בי עוד יותר שאלות וסקרנות ורצון להבין טוב יותר את העולם. מדוע היקום בכלל טורח כל-כך כדי להתקיים? עד כמה עצמית התאוריה המאוחדת הזו שמסבירה הכל? האם מישהו המציא תאוריה זו? או שמא היא כל כך חזקה שמתקיימת מעצמה?

ואם מישהו המציא אותה - אז מי ברא אותו?

הרבה אנשים אומרים להתרחק מנושאים פילוסופיים כגון אלה ופשוט לחיות את החיים בעיניים עצומות, שכן כך קל ופשוט יותר. אך הרי זו מהותנו האנושית - לשאול שאלות, להתעניין, לחשוב...

אני אישית מאוד אוהבת את ספריו של סטיבן הוקינג. לדעתי הם פותחי מחשבה וכתובים בצורה ברורה.

ואם אכן נגלה תאוריה שלמה, שכולם יוכלו גם להבין בקווים כלליים, נצטרך לחשוב על סיבה לקיום היקום, ואם נבין גם את התשובה לכך, נוכל "לרדת לסוף דעתו של אלהים".

זה יהיה בעצם הניצחון הכי גדול שלנו.

לודמילה דומניקוב



כלומר, תאוריה שתהיה מסוגלת להסביר את כל התופעות הפיזיקליות בעולם ולקשר ביניהם.

בעיה בכך, כך הוא טוען בספר, היא הקושי לאחד שתי תאוריות מקובלות כיום: מכניקת הקוונטים ותורת היחסות. תאוריות אלו סותרות ומתנגשות זו בזו, למרות שמעשית ניתן להשתמש בשניהן לצורך הסברים מדעיים לתופעות שונות.

בפיזיקה המודרנית, לדוגמה תאוריית המפץ הגדול, טבעם וחייהם של חורים שחורים ועוד.

הדבר שמייחד את ספריו של הוקינג ואת אשיותו בכלל, זה שהוא אינו לוקח דברים במדע במובנים מאלהים, ומציב שאלות רבות לגבי מה שאינו ידוע וידוע לאדם.

סטיבן הוקינג, בדומה לאיינשטיין, מחפש לבנות תאוריה מאוחדת שלמה של הכל במהלך אחד,

סטיבן הוקינג, פיזיקאי תאורטיקן מאוניברסיטת קיימברידג', נחשב כיום לאחד המוחות המבריקים והדגולים בעולם. מחקריו סייעו לבניית המודלים של היקום ובהגדרה חדשה למה באמת יש בו.

פרט להיותו מדען דגול, הוקינג הוא גם סופר מדע פופולרי שכתב ספרים רבים מתוך אמונה שכולם צריכים להבין בקווים כלליים את ההתקדמות במדע התאורטי, ולא רק קומץ מדענים.

רב-המכר הראשון שלו היה קיצור תולדות הזמן, הכתוב בצורה שנונה ועניינית האופיינית לסטיבן הוקינג על מנת לאפשר לקורא הלא מקצועי להבין מה קורה ביקום שהוא חי טיפה יותר לעומק.

ציטוט מפורסם במספרו זה: "מישהו אמר לי שכל משוואה שאכלול בספר תקצץ את מכירתו במחצית. לפיכך גמרתי אומר שלא לכלול בו שום משוואה, אבל בסופו של דבר הזכרתי בכל זאת משוואה אחת: נוסחת איינשטיין המפורסמת. אני מקווה שהיא לא תרתיע מחצית מקהל קוראיי!" - E=MC2

בספר התאוריה של הכל הוקינג מציג שבע הרצאות בנושאים מגוונים כגון: המפץ הגדול, חורים שחורים (נושא מחקרו העיקרי) ועד תאוריית המיתרים.

בתחילת הספר מתוארת ההיסטוריה של הרעיונות על היקום החל מימי אריסטו - אשר קבע כי כדור הארץ הוא עגול ועד להאבל אשר גילה כי היקום מתפשט. בהמשך הוקינג חוקר את התאוריות המקובלות

ערב הוקרה למריק אוריאל לרגל פרישתה

מנצחאי שבת 10.11.07 ערכנו מסיבת פרידה למריק אוריאל לרגל פרישתה למלאות מההזדרכה מצלמה הכוכבית מצלמתיות. יותר מעשור למדה מריק אסטרונומיה באהבה גדולה ובהשקעה אלא גדולות אוכלוסיות מאונות ובעיקר ילדים. מריק רואה בהוראת ילדים צעירים שליחות, ואף הזליחה להזדבק את צוות המדריכים ביצוד לה.

היכולת המופלאה של מריק ליצור מצלמות מרהיבות, משחקים מרתקים ופעילויות מיוחדות העמיקו את יכולת ההבנה והאהבה של הילדים לעולם המופלא של הכוכבים והשמיים. מריק הקטיפה לחבר את האסטרונומיה עם עולם הטבע המוכר לילדים ולתת דוגמאות מחיי היומיום שלהם וכך להפנים בצדך ברורה יותר ומובנת יותר את צפונות השמיים.

האהבה הגדולה שלה לספר סיפורים, הביאה אותה ללמוד סיפורי מיתולוגיה של עמים שונים ולשלב בהרצאות גם לקהל הילדים וגם למבוגרים שזמנו צמיחאון ספורים אלה.

מריק הינה חברה באגודה הישראלית לאסטרונומיה לה שנים רבות. מלבד הכתבות המעניינות שהיא מצרימה באופן קבוע לעורכי החוברת, היא לא מחמיצה אף פעם יציאה לתצפיות מאורגנות גם בגן הרחוק. אמנם אלא מקל ביז ותראו על הצד, אבל עם משקפת משוכללת בתיק, וכא מתקפל על הצד היא צמינה לכל טיול, לכל תצפית וכמוכן עם הרבה ספורים באמתחתה.

במסיבה שנערכה מצלמה הכוכבית, ברכו החברים את מריק והזכירו כל אחד בצדדיו את תרומתה למצפה ולכל אחד מהצוות.

אנו מאחלים למריק אוריאל עוד הרבה שנים של פריחה וזריאות טובה.



הקרניים הקוסמיות ואת השובלים של לוינים, מטוסים ומטאורים שציירו לנו קווים בתמונות הבודדות שצילמנו.

תמונה מחוברת זו מוכנה כעת לנפלאות הפוטושופ ps:

שלב א' levels קביעת נקודות השחור והלבן בתמונה.

שלב ב' curves מתיחת גווי הביניים כדי שהפרטים בתמונה יופיעו. ביצוע מספר איטרציות של curves ולאחריו levels עד למצב שבו האובייקט בתמונה ברור בצורה מספקת או שההיסטוגרמה מתחילה להישבר - היינו מופיעים ספייקים בהיסטוגרמה.

שלב ג' לאחר מתיחת ההיסטוגרמה אנו עוברים לשלב הצבע העמקת הצבע עם saturation וכן שימוש ב-contrast כדי להעמיק גווי שחור ולהבהיר גווי בהירים - דבר שגורם לתמונה להיות עם יותר "עומק" ונעימה יותר לעין.

שלב ד' הורדת רעש וביצוע תיקונים קוסמטיים הן עם כלים שנמצאים ב-ps והן עם פילטרים ייעודיים כדוגמת neat image , noise ninja ועוד.

שלב ה' טשטוש וחיידוד.

לאחר ניסיונות הורדת רעש אם עדיין יש אזורים שנראים "רועשים" (בד"כ האזורים החשוכים) - זה הזמן להסוות רעש זה עם טשטוש האזור עם blur: בוחרים את האזור עם lasso - לא שוכחים לעשות feather ואחר כך filter-blur-gaussian blur - מזיזים את הסמן לערך מתאים (בד"כ 1-3 פיקסלים) ולוחצים ok.

באזורים מאד בהירים שבהם יש signal מצויין אפשר לעשות חיידוד כדי לקבל יותר פרטים:

שוב, בוחרים את האזור שרוצים לחדד עושים feather ואז filter-sharpen או unsharp mask. עם משחק עם הסליידרים אפשר לקבוע אלו פרטים יחודדו הקטנים או הגדולים בתמונה.

אפשר לשחק עם הסליידרים ולראות את ההשפעה עם סימון ה-preview.

כל שנותר בסוף הוא ללחוץ ok להחלת החיידוד.

לאחר כל העבודה הזאת זה הזמן להעריך את התוצאה.

תמיד אפשר לחזור אחורה לכל השלבים בתהליך שממנו העיבוד סטה מהכיוון שהתוונו עם view-history ולבחור עם העכבר את השלב הרצוי - שימו לב בחירת השלבים מראה את מצב התמונה בשלב ההוא - אם נבחר לעשות כל פעולה נוספת על התמונה - כל סט הפעולות שעשינו אחרי שלב זה יימחק ונוכל לעבד את התמונה בצורה שונה משעשינו בתחילה (אני קורא לו "אפקט הפרפר" של עיבוד התמונה).

סדר שלבים א' - ה' הם בגדר המלצה בלבד.

אופי העיבוד נגזר לרוב מהתוכן של התמונה עצמה - למשל תמונה מאד רועשת לא נוכל לעבד לפני הורדת הרעש ולכן נתחיל קודם בשלב ד' של הורדת הרעש ורק אח"כ בשאר השלבים.

תמונה עם בעיית צבעים נתחיל קודם בטיפול בצבע שלב ג' - וכו... עם הצטברות הניסיון שליבי העיבוד נעשים אוטומטיים והכלים שעומדים לרשותנו הולכים ומתרחבים

למרות זאת, כל תמונה ישנה כחדשה מהווה אתגר צילומי ועיבודי שונה מהתמונה שעבדנו קודם.

הכי חשוב ליהנות בצילום בשטח ובעיבוד בבית!

בהצלחה!

אפשר להגיב למייל ואת תמונותיי אפשר לראות באתרים:

pbase.com/tango33

Pbase.com/powernewts

במאמר זה אנסה לתת מעין "תרשים זרימה" לנושא עיבוד התמונה - בכדי להוות כלי שבו יוכלו צלמים מתחילים להטמיע את נושא עיבוד התמונה. המונחים המובאים להלן הוסברו בסדרת הכתבות ומומלץ לקרוא כתבה זו לאחר שהתרענו בכתבות הקודמות.

עיבוד התמונה מתחיל כבר בהכנה בבית לפני שיוצאים לשטח: מומלץ לתכנן לפני ההגעה לשטח אילו אובייקטים מצלמים - היכן הם בשמיים - מתי האובייקט זורח ושוקע ובזנית - נושא הזנית הוא מאד חשוב שכן כאשר האובייקט בדיוק מעלנו - מצד אחד רואים אותו הכי טוב, ומצד שני בזנית חצובה "גרמנית" עושה flare לכן אם התחלנו לצלם והחצובה התהפכה לנו באמצע הצילומים - לא נעים....

מניסיוני רצוי לתכנן לצלם אובייקט מייד לאחר הזנית לאחר שהחצובה התהפכה ואז יש לנו כ-4 שעות צילום עד שהאובייקט מתקרב לאופק שאז לא רצוי לצלם.

אם מצלמים מספר אובייקטים לתכנן את הסדר שלהם כך שכאשר מסיימים עם אובייקט אחד השני כבר במיקום "טוב" בשמיים ואפשר לעבור אליו.

את המעבר בין האובייקטים לנצל לצלם תמונות dark - שכן הטמפרטורה משתנה במהלך הלילה וחשוב להתאים את ה-dark לתמונה המצולמת (אחרת נקבל נקודות שחורות בתמונה המכילות calibrated בגלל אי התאמה...)

לברי המזל שיש להם מצלמה מקוררת ו-regulated יכולים לצלם בבית darks בטמפרטורה של למשל מינוס 20 מעלות צלזיוס ואז בשטח הם פטורים מצילום darks כל עוד הם מכוונים את המצלמה לצילום באותה טמפרטורה של מינוס 20 מעלות צלזיוס.

חשוב ביותר שאורך חשיפת הצילום light - ישווה לאורך צילום ה darks אם צילמנו את האובייקט בחשיפות של 5 דקות - זה גם פרק הזמן הנדרש לחשיפת ה-dark.

את שלב קיפול הציוד בבוקר לנצל לצילום מספר אובייקטים נוספים ואז בבית לעשות לכל ה-darks מיצוע (average או median) כדי לנטרל רעשים סטטיסטיים ב-darks.

בבוקר, לאחר שקיפלו את רוב הציוד (למעט הטלסקופ והמצלמה) והשמיים התבהרו במידה מספקת כך שלא רואים כוכבים - זה הזמן לצלם flats - באותו פוקוס ובאותו מיקום מצלמה בפוקוס כפי שצילמנו במהלך הלילה.

(נושאי ה-darks וה-flats הוסברו במאמרים קודמים)

אם כך אנו מגיעים לאחר ליל צילומים עם 3 סטים של תמונות:

צילומי האובייקטים

צילומי ה-dark

צילומי ה-flat

וכעת אנו מוכנים לעיבוד התמונה:

את ה flats וה darks מחברים עם מיצוע ויוצרים master dark ו-master flat (בעזרת תוכנה ייעודית...)

בתוכנה מיוחדת למשל maxim dl,ccd stack,registax ועוד... עושים calibration לכל תמונה: היינו מכל תמונה מחסירים את ה-dark אחר כך מחלקים ב-flat ומקבלים תמונה מוכנה לחיבור stacking - נשמע אולי מסובך אבל התוכנות עושות זאת אוטומטית.

(לכל תוכנה יש help שמסביר בדיוק איך עושים כל דבר...)

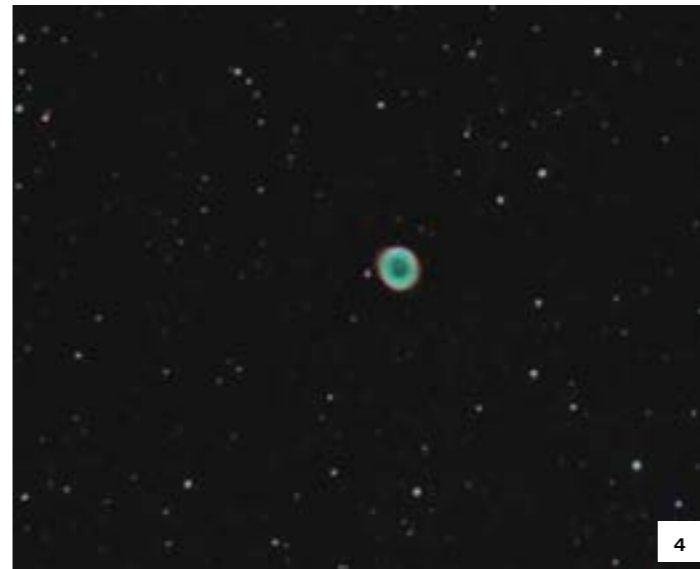
כעת אנו מחברים את כל התמונות עם stacking (ובכך בעצם במקום 10 תמונות של 5 דקות מקבלים תמונה עם יחס אות לרעש שווה ערך לתמונה עם חשיפה של 50 דקות)

אישית אני מעדיף חיבור median שמנטרל את כל הלכוכים של



צילום: ירון עיני
 שמיים צפוניים
 WWW.YARONEINI.CO.IL

אסטרונומיה, כרך 36, גיליון 4, חורף 2010



4



1

טלסקופ GOTO SKYWATCHER SKP15075 EQ3 מצלמת DSI של MEADE
 עקיבה באמצעות טלסקופ NG60 של MEADE עם מצלמת
 ORION STARSHOOT AUTOGUIDER
 .16.7.10 צולם ביום M51 - 5 X 600 SEC
 .18.6.10 צולם ביום M92 - 6 X 120 SEC
 .18.6.10 צולם ביום M17 - 7 X 600 SEC
 .16.4.10 צולם ביום M57 - 2 X 600 SEC
 קרדיט: עימנואל ורון שיטרית



2

צילום: ירון עיני
 שני מטאורים בליל הלאונידים



© Yaron Eini - www.photography.co.il



3



© Yaron Eini - www.photography.co.il

אסטרונומיה, כרך 36, גיליון 4, חורף 2010

