

שמי הלילה של ישראל

נובמבר-דצמבר 2006

כעת, בשמי תחילת החורף, מצוי ממש בסמוך לזנית¹ האובייקט השמימי שהוא המרוחק ביותר הניתן לזיהוי בעין בלתי מצוידת. ה"ערפילית הגדולה" שבקבוצת אנדרומדה צוינה לראשונה על ידי אסטרונום פרסי במאה העשירית, בעודה מכונה "הענן הקטן" אשר בפי "הדג הגדול" (קבוצת מזל דגים – ראו במפה). היום אנו יודעים ש"ענן קטן" זה הוא גלקסיה ספיראלית גדולה – גלקסיית אנדרומדה (M31), המרוחקת מאתנו כשלושה מיליון שנות אור ומהווה בית לכמה מאות מיליארדי כוכבים (ראו תמונה והסברים בגיליון 97). ראוי לזכור שהאור שמגיע כעת לעינינו נפלט למעשה מהגלקסיה לפני כשלושה מיליון שנים (זו המשמעות של ציון המרחק ביחידות של שנות אור), פחות או יותר בתקופת ראשיתה של האנושות. התבוננות בגלקסיות מרוחקות בהחלט מחברת אותנו אל עברו של היקום, אבל בהקשרה של גלקסיית אנדרומדה השכנה לנו, ישנו גם חיבור אל עתיד – משותף אולי.

אנו יודעים שבסקאלות הגדולות היקום מתפשט, נראה שאף באופן מואץ (כלומר, מהירות ההתפשטות הולכת וגדלה עם הזמן). אין זה המצב בסקאלות קטנות יותר. החומר אשר בתוך הגלקסיות – כוכבים וענני גז ואבק – קשור היטב בכוחות משיכה ואינו מתפשט במצב רגיל (אלא אם כן הוא נתון להפרעות כבידתיות משמעותיות); אבל גם לגלקסיות החברות בצביר (קבוצה) של גלקסיות, יש סיכוי טוב שהן לא תתרחקנה זו מזו. גלקסיית אנדרומדה והגלקסיה שלנו – שביל החלב, כמו גם עוד כמה עשרות גלקסיות קרובות יחסית, חברות בצביר של גלקסיות שאותו אנו מכנים "הקבוצה המקומית". לגלקסיות בצביר מהירויות "שיוט" שונות במרחבי החלל וכיווני התקדמות שונים, בהתאם לכוחות המשיכה ההדדיים הפועלים בצביר. מדידות של גלקסיית אנדרומדה הראו שזו מתקדמת לעבר גלקסיית שביל החלב במהירות של כ-120 ק"מ לשנייה. אם לוקחים בחשבון את המרחק אל הגלקסיה, מגיעים למסקנה ששביל החלב ואנדרומדה עלולות להיפגש בעוד כמה מיליארדי שנים בודדים (בהנחה שהגלקסיות אכן נעות זו לעבר זו ובמהירות המוערכת כעת). התנגשויות בין גלקסיות הן דבר שבשגרה, שאינו צריך להפתיע אותנו יתר על המידה. אנו צופים במספר לא מבוטל של גלקסיות מסביבנו המצויות במצב של אינטראקציה, בין שבדרך למיזוג מוחלט ובין שלא.

דוגמה יפהפייה למפגש של גלקסיות היא זו של NGC 2207 המוצגת בתמונה 1. דוגמה מפורסמת נוספת וקרובה אלינו יותר היא גלקסיית המערבולת בכיוון העגלה הגדולה (Whirlpool galaxy – M51 – ראו תמונה בגיליון מאי, "גליליאו" 93). כמה מיליארדי שנים הוא זמן רב בכל מובן שהוא. לא ניתן לדעת בוודאות מה יהיה מצבה של מערכת השמש שלנו בזמן המפגש של הגלקסיות (או מעברן זו על פני זו); האם השמש שלנו תהפוך לענק אדום (ראו מסגרת על התפתחות כוכבים) לפני המפגש המיועד, או שמה אחריו? האם תהיה אנושות (כלשהי) במקום כלשהו באזור מערכת השמש, או אולי באזורים אחרים בגלקסיית שביל החלב, בעוד זמן רב כל כך? דבר אחד ניתן לומר בבירור – עד כמה מרהיב יכול להיות המראה של גלקסיית אנדרומדה כשהיא קרובה, פרושה על פני נתח גדול יותר ויותר של כיפת השמים, וזאת לצד מישור הגלקסיה שלנו, שימשיך להיראות כפי שנראה גם היום מאזורים חשוכים – כשביל מואר של חלב.

1. להזכירכם – הזנית, שהיא הנקודה בשמיים שבדיוק מעל לראשו של הצופה, היא המקום האידיאלי לצפות לעברו מבחינת ההפרעות שמייצרת האטמוספירה. ככל שיוודים (בכיוון הצפייה) מהזנית לעבר מעגל האופק כך עוברים דרך שכבות אטמוספירה עבות יותר, אז ההפרעות לאיכות ולחדות התמונה גדלות.



5 הכוכבים הבהירים ביותר

שם	קבוצה	בהירות
וגה	נבל	0
קפלה	עגלון	0.1
ריגל	אוריון	0.1
בטלג'וז	אוריון	0.5
אלדבראן	שור	0.9

אירועים נבחרים:

* 19.11 - שיא מטר

המטאורים לאונידים.

קצב צפוי (ZHR)

כ־100 מטאורים בשעה

* 26.11 - כוכב־הלכת חמה

בריווק זוויתי מרבי מערבי

ניתן לראותו לפנות בוקר במזרח.

* 14.12 - שיא מטר

המטאורים ג'מינידים.

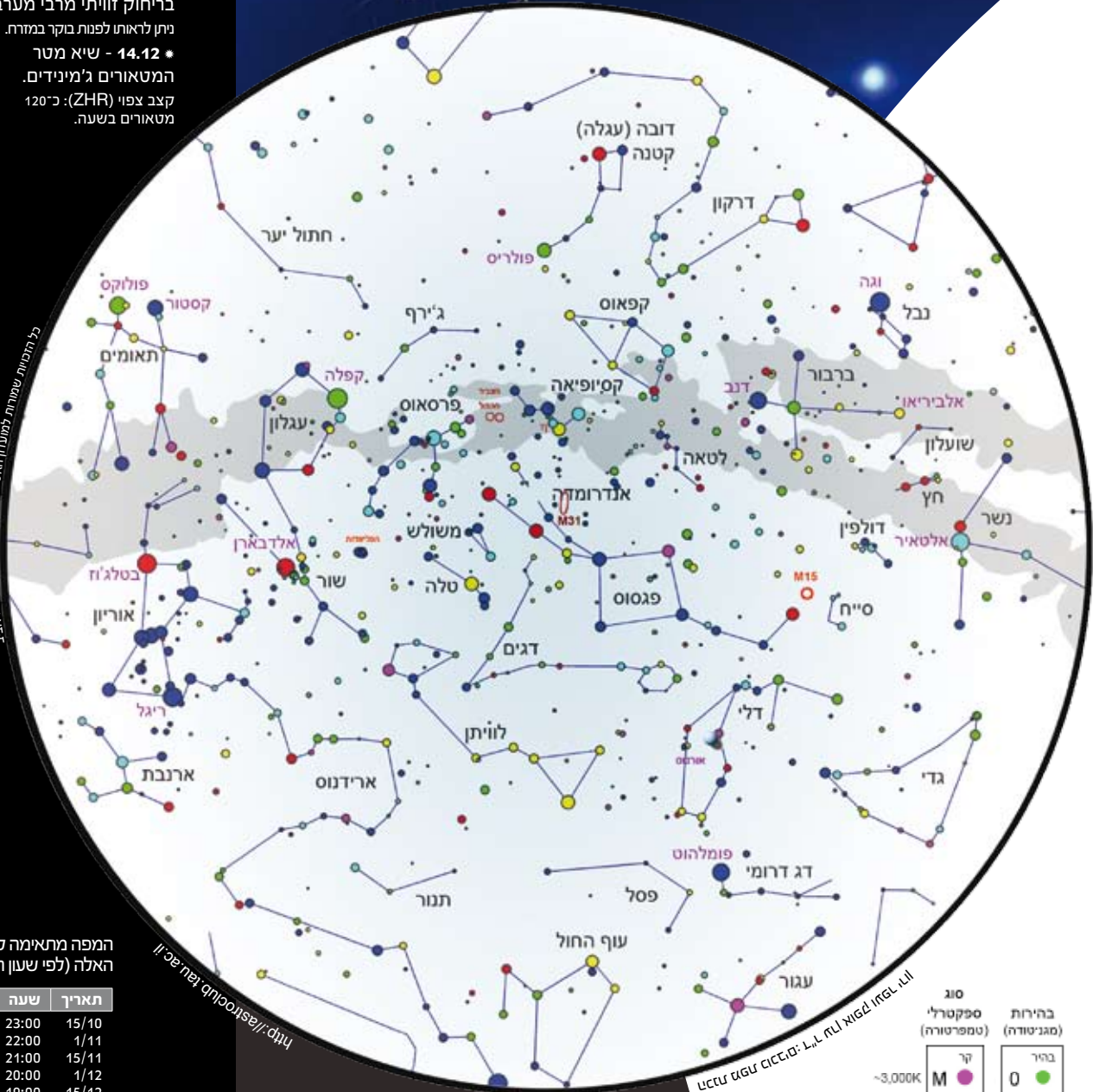
קצב צפוי (ZHR): כ־120

מטאורים בשעה.

מפת שמי ישראל נובמבר-דצמבר 2006

שמות קבוצות הכוכבים מצוינים בשחור • שמות הכוכבים וכוכבי־הלכת בסגול • הכוכבים מסומנים כעיגולים, כאשר גודל העיגול מציין את בהירות הכוכב והצבע את סוגו • הפס האפור החוצה את השמיים הוא שביל החלב.
* המפה מתאימה לכל שנה בזמנים המצוינים, למעט מיקום כוכבי־הלכת.
* מיקום כוכבי־הלכת כפי שמופיע במפה מתאים לתאריך האמצעי.

N
צפון



E
מזרח

W
מערב

המפה מתאימה לזמנים האלה (לפי שעון חורף):

תאריך	שעה
15/10	23:00
1/11	22:00
15/11	21:00
1/12	20:00
15/12	19:00

נוגה: ♀, פלוס: ♀, ספיקר: ♀, זרח: ♀, כוכב: ♀

מופעי הירח

S
דרום

מועד	רבע ראשון	ירח מלא	רבע אחרון
20/11	28/11	05/11	12/11
20/12	27/12	05/12	12/12



סוג כוכב (מגניטודה)

סוג כוכב (מגניטודה)	קוד	בהיר
0	M	●
1	K	●
2	G	●
3	F	●
4	B	●
5	O	●
חם		

075

גליילאו
נובמבר
2006





1

מפגש בין שתי גלקסיות ספיראליות - NGC2207 (הגדולה משמאל) ו-IC2163, המוחקות מאתנו כ־150 מיליון שנות אור בכיוון קבוצת כלב גדול. מפגש שכזה מייצר תנועה ומתיחה של חומר כתוצאה מכוחות גאות, יריעות של גלי הלם המתפשטים בגז ופרצים של יצירת כוכבים; מפגשים כאלו אינם גורמים בהכרח להתנגשויות ישירות של כוכבים מכיוון שהמרחק בין הכוכבים כה גדול (גם אם אין זה הרושם שמקבלים מתמונות גלקסיות מוחקות) עד שהגלקסיות יכולות לעבור זו על פני זו (או אפילו זו דרך זו) בלי שהכוכבים עצמם יתנגשו. חישובים מראים שהגלקסיה הקטנה סובבת סביב הגדולה נגד כיוון השעון, ולמעשה לא תהיה מסוגלת לברוח משדה הכובד שלה. הגלקסיות תסתובבנה זו סביב זו בעודן מעוותות זו את זו, ובסופו של דבר, בעוד כמיליארד שנים, תתאחדנה ליצירת גלקסיה אחת מסיבית (אליפטית, כנראה). ניתן להבחין בשובלי האבק של הגלקסיה הגדולה על רקע הגלקסיה הקטנה (נאס"א, טלסקופ החלל האבל).

שמי סוף הסתיו ותחילת החורף



הסתיו והחורף הממשמש ובא כבר מורגשים היטב מאז הסתיים לו שעון הקיץ והחשיכה פוקדת אותנו כבר בשעות אחר הצהריים. גם בכיפת השמיים מתחילות להתגלות קבוצות החורף, אם כי אלו עדיין רק בשעות המאוחרות יותר של הערב. באזור הזנית שולטות כעת קבוצות גאסוס (בדמות מרובע גדול), אנדרומדה (נסו להתבונן בגלקסיה דרך משקפת או טלסקופ והרשו לעצמכם להפליג בדמיון – לו רק הייתה גלקסיה זו פרושה כבר עתה על פני נתח גדול מהשמיים), כמו גם קבוצת מזל דגים. הקבוצות והכוכבים המרכיבים את משולש הקיץ מצויים כבר לקראת שקיעה בשמי המערב הנמוכים – הזדמנות אחרונה להתבונן לעבר אזור יפה זה. נסו גם להבחין בקבוצת דולפין הקטנה והחביבה, מזרחית לאלטאיר – הקודקוד הדרום מערבי של משולש הקיץ שבקבוצת נשר, כמו גם בראש החץ הקטן צפונית לו. מי ירה חץ זה ומהו יעדו? השערות רבות הועלו בהקשר זה על ידי אלו המתעניינים גם בסיפורים שמאחורי כיפת השמיים. אחת האפשרויות המובילות היא שהחץ נורה לעבר מקבץ הציפורים "הרשעיות", אוכלות האדם, אשר באזור (Stymphalian birds, לפי המיתולוגיה היוונית), ומיוצגות על ידי הנשר, הברבור ונבל – שהיה במקור נשר (vulture). החץ אכן עובר על פני דמויות אלו בשמיים, אך מהיכן הוא מגיע?

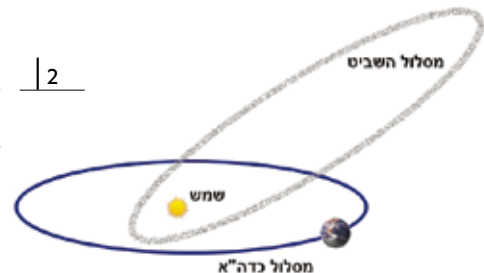
התבוננות במפת ספטמבר-אוקטובר (גיליון 97) כאשר מסתכלים בה באופן שבו הצפון למטה, חושפת את היורה רב-העוצמה, הלא הוא הרקולס הכורע ברך בעודו משחרר את מיתר קשתו. באזור השמיים הצפוניים, לאורך המרידיאן (קו המצהר הדמיוני - זה העובר דרך הזנית ומחלק את כיפת השמים למזרח ולמערב) נבחין בקבוצת קסיופיאה - בצורת M כעת - ממש מעל לכוכב הצפון, בעוד שהעגלה הגדולה מצויה ממש באופק הצפוני ומתחת לו ואינה נראית בשעות הערב. בקבוצת קסיופיאה עצמה הייתי ממליץ להתבונן באמצעות טלסקופ בכוכב כפול המצוי בדיוק מעל לצלע השנייה ממערב של ה-M⁻ - זהו אָטָה (η) קסיופיאה. האם אתם מסוגלים להבחין בהבדלי הצבעים שבין שני הכוכבים - הבהיר והחיוור? עוד באזור, מזרחית לקסיופיאה בקבוצת פרסאוס (בדיוק בין הכוכב המזרחי של קסיופיאה והכוכב המערבי של פרסאוס), שני צבירי כוכבים צמודים המכונים - "הצביר הכפול" (double cluster NGC 884, 869). צבירים אלו, אשר מופו כבר בתקופה שלפני הספירה, מרוחקים מאתנו יותר מ-7,000 שנות אור, וביניהם מפרידות כמה מאות שנות אור. מומלץ להסתכל בצביר הכפול באמצעות משקפת וכך להתפעל מכל שטחם של שדות כוכבים מרשימים אלו.

בכיוון מזרח ניתן להתרשם מקבוצת עגלון, על כוכבה הבהיר - קפלה, ודרומית לה (ממש בכיוון מזרח) קבוצת כוכבים בצורת V ברורה - זהו צביר ההיאדות (Hyades) המהווה את ראשו של השור. הכוכב הבהיר והאדמדם שבקצה צלע ה-V המזרחית הוא לא אחר מאשר עינו הכעושה של השור - אלדבארן (Aldebaran). אלדבארן, כמו גם חבר אדום נוסף מתחתיו - בטלג'וז (Betelgeuse) שבקבוצת הצייד אוריון, שניהם מסיביים יותר מהשמש שלנו ונמצאים כעת בשלב מתקדם באבולוציה שלהם - שלב הענקים אדומים (על קבוצת אוריון - ספינת הדגל של קבוצת החורף - ביתר הרחבה בכתבה הבאה). מקור השם הקדום אלדבארן הוא בערבית ומשמעותו "העוקב" (the follower). כוכב זה אכן עוקב אחר צביר הפליאדות (המכונה גם שבע אחיות, M45, או סובארן ביפנית - כן, שמה וסמלה של יצרנית הרכב הוא בדיוק צביר כוכבים זה), המצוי ממש מערבית לו (מעליו בשמי הערב המזרחיים). הפליאדות הוא צביר פתוח (ראו הסבר בכתבה הקודמת - גיליון 97) מהמוכרים יותר, ונראה בעין בלתי מצוידת כקבוצה קטנה של כוכבים. מומלץ להתבונן בצביר במיוחד באמצעות משקפת ומאזור חשוך ככל שניתן. צפונית לאוריון כבר עולה מהאופק המזרחי קבוצת מזל תאומים.

בתקופה זו עדיין לא נראים כוכבי לכת מרשימים בשעות הערב. את שבתאי כבר ניתן להתחיל לראות לאחר חצות הלילה ועד לפני הזריחה, בעודו זורח מוקדם יותר ויותר ככל שמתקדמים לעבר החורף. לעומתו, צדק ומאדים עדיין קרובים מדי לשמש ממערב לה (מקדימים את הזריחה רק בשעה לערך לקראת סוף דצמבר).

ב-14 בדצמבר מגיע לשיאו אחד ממטרי המטאורים המשמעותיים ביותר - מטר הג'מינידים (הרדיאנט - נקודת המוצא הנראית של המטאורים על פני כיפת השמים - מצוי בגבולות קבוצת תאומים - Gemini). מטר מטאורים מתקבל כאשר כדור הארץ עובר דרך נחיל של חלקיקים שהותיר אחריו שביט במסלולו סביב השמש (ראו תמונה 2 והסברים במסגרת המדור בגיליון יולי, "גליליאו" 95).

אופן מעבר כדור הארץ דרך נחיל אבק - שרידי פליטה של כוכב שביט - המקיף גם הוא את השמש במסלול קבוע. בזמן המעבר בנחיל שכזה מתקבל מטר מטאורים, שבו נראים שובלי השרפה של חלקיקי האבק באטמוספירה שלנו.





למטר הג'מינידים סיפור מעניין ושונה במקצת. במשך שנים רבות ניסו להתחקות אחר השביט שמהווה את המקור למטר ("שביט-האב"), ללא הצלחה. רק ב-1983 גילו גוף שמסלולו תואם בדיוק את כיווני התנועה של שטף מטאורי הג'מינידים, אולם הפליאה הייתה בכך שגוף זה, הקרוי Phaethon 3200, אינו שביט ממש, כי אם יותר אסטרואיד. גוף זה סובב את השמש במסלול אליפטי מאוד (ומתקרב אליה עד כדי 0.14 יחידות אסטרונומיות² בלבד בנקודת הפְּרִיקֶלִיוֹן – הנקודה במסלול שהיא הקרובה ביותר אל השמש) ובזמן מחזור של כ-1.4 שנים. ההתייחסות אליו כיום היא כאל גוף כלאיים – בין שביט לאסטרואיד – מבחינת תכונות החומר – הרכבו וצפיפותו. ייתכן שמדובר בשביט (שאותו מאפיין הרכב קרחי ברובו בלוויית גזים כלואים וחלקיקי אבק) שהתעטף ברבות השנים בפני שטח "אסטרואידיים" יותר (הרכב סלעי).

למטר הג'מינידים קצב גבוה מאוד של מטאורים – ניתן לקוות להבחין במטאור אחד כל חצי דקה בממוצע (בתנאים אידיאליים), והשנה הזדמנות מצוינת לצפות במטר מאזורים חשוכים בלילה שבין ה-13 ל-14 בדצמבר, בעוד הירח (בשיעור הארה של פחות מ-40%) גם הוא משתף פעולה (גם אם באופן חלקי) וזורח רק לקראת אחת אחר חצות (כשרדיאנט המטר כבר במרכז כיפת השמים). להלן נתונים בסיסיים של כמה מטרות מטאורים בולטים (מבוסס על מידע המופיע באתר ה־ International Meteor Organization):



שם המטר (קבוצה)	שיא	קצב מטאורים לשעה בשיא (ZHR) ⁴	מהירות המטאור ³ (ק"מ/שנ')
קוואדראנטידים (צפונית לרועה דובים)	3 ינואר	120	41
אטה אקווארידים (דלי')	6 מאי	60	66
פרסאידים (פרסאוס)	12 אוגוסט	100	59
אוריונידים (אוריון)	21 אוקטובר	20	66
לאונידים (אריה)	19 נובמבר	100	71
ג'מינידים (תאומים)	14 דצמבר	120	35

2. יחידה אסטרונומית היא יחידה לציון מרחקים ברחבי מערכת השמש ומוגדרת כמרחק הממוצע שבין כדור הארץ לשמש – כ-149.6 מיליון ק"מ.

3. טווח המהירויות של גופים בסביבתו של כדור הארץ ביחס לקרקע יכול לנוע בין מהירות מזערית של כ-11 ק"מ לשנייה למהירות מרבית של כ-72 ק"מ לשנייה (ראו מאמרו של ד"ר נוח ברוש ב"גליליאו" 95).

4. ZHR = Zenith Hourly Rate – הערכה של מספר המטאורים שייראו בשעה בתנאי צפייה אידיאליים (מבחינת חשיכה וצלילות השמיים) כאשר הרדיאנט בזנית.



על התפתחות כוכבים בקליפת האגוז

כוכבים נוצרים כתוצאה מתהליכי קריסה שמתרחשים באזורים מסוימים בעננים בינכוכביים (ערפיליות) של גז ואבק (שבהם תנאים פיזיקליים מתאימים מבחינת טמפרטורה, הרכב וצפיפות). כל כוכב "נולד" עם מסה (כמות של חומר) מסוימת, וזהו המאפיין המשפיע באופן המשמעותי ביותר על מהלך חייו של הכוכב - אילו שלבי התפתחות יעבור ובאיזה קצב. בעיקרון, ככל שכוכב מסיבי יותר, כך יעבור שלבים רבים יותר, אולם בקצב מהיר יותר (כוכבים מסיביים חיים פחות זמן).

השלב הארוך ביותר בחייו של כוכב הוא השלב שבו הוא מייצר אנרגיה על ידי מיזוגם של גרעיני מימן לגרעיני הליום בליבה - מרכז הכוכב (תהליך המכונה היתוך [או מיזוג] גרעיני). כאשר ייצור האנרגיה גבוה דיו יש איזון בין כוח הכבידה העצמי השואף להביא לקריסה של הגוף לתוך עצמו, לבין לחץ, שהוא תוצאה של ייצור האנרגיה, הפועל מבפנים כלפי חוץ. במצב כזה של איזון בין הכוחות (מצב הקרוי "שיווי משקל הידרוסטטי") שומר הכוכב על גודלו הפיזי ועל מאפיינים נוספים כגון



← מידת ההארה (שיכולה אמנם להשתנות מעט, אבל באופן יציב והדרגתי, ללא קפיצות חדות). השמש שלנו (שהיא כוכב ממוצע למדי - טווח המסות של כוכבים נע מעשירית מסת שמש ועד כמאה פעמים מסתה) מצויה בשלב זה והיא פחות או יותר במחצית חייה. בעוד כחמישה מיליארד שנים לערך יתכלה "הדלק הגרעיני" המימני אשר בליבתה, והשמש תהפוך למה שקרוי "ענק אדום" - מצב שבו קורסת הליבה תחת כוחות הכבידה העצמיים (כאמור, בהיעדר לחץ מספיק מפנים) ואילו המעטפות החיצוניות מתפשטות כלפי חוץ. השמש שלנו תהפוך לכוכב נפוח (בעל קוטר גדול פי מאה לערך מהמצב הנוכחי) ובעל טמפרטורה נמוכה יותר בשפה בשוליו, ועל כן ישתנה הגוון שלה לאדום. בסופו של דבר, לאחר שבליבה התרחש, כנראה, היתוך של הליום ליצירת יסודות כבדים יותר (כגון פחמן, חנקן וחמצן), וחלק מהמימן במעטפות שמסביב לליבה עבר מיזוג גרעיני ליצירת הליום, תתנתקנה המעטפות החיצוניות ותתפשטנה ליצירת ערפילית המכונה "ערפילית פלנטרית" (כדוגמת ערפילית הטבעת (M57) הקלאסית בקבוצת נבל, או ערפילית עין החתול המוצגת בעמוד הקודם). במרכז תיוותר חשופה ליבתו הדחוסה של הכוכב הגווע - גוף שגו אנו קוראים "ננס לבן". ננס לבן מתקרר לאטו במשך מאות מיליונים ואף מיליארדים של שנים, ובסופו של דבר יכול לסיים כגוף דחוס וקר שאינו פולט עוד קרינה באופן שמאפשר לראותו; ניתן לכנות מצב סופי זה "ננס אפל".

כוכבים מסיביים פי עשרה לערך ויותר מהשמש מסיימים חייהם באופן דרמטי יותר - בפיצוץ סופרנובה תוך יצירת ליבה דחוסה עוד יותר הנותרת במרכז - כוכב נויטרונים (שבו צפיפות החומר מסדר גודל של צפיפות הגרעין של אטום). רוב החומר של הכוכב עף החוצה לתווך הבינכוכבי במהלך פיצוץ הסופרנובה; ולא רק זאת, התהליכים המתרחשים במהלך ההתפרצות עצמה מביאים ליצירתם של יסודות כבדים יותר (יסודות הכבדים מברזל) מאלו שהצליח הכוכב לייצר בליבה ובקליפות שמסביב לה בתהליכי מיזוג גרעיניים עד אותו הרגע.

כוכב מסיבי אף יותר (או אף תוצר מיזוגם של כמה כוכבים - גם הוא תסריט שכיה, במיוחד במרכזי גלקסיות ובמרכזי צבירים) יכול לסיים חייו כחור שחור - גוף מסיבי וקומפקטי כל כך עד שמהירות הבריחה מפניו עולה על מהירות האור; על כן קרינה מכל סוג שהוא אינה יכולה לברוח מפניו ואין אפשרות לראותו באופן ישיר. אנו מסיקים על קיומו של חור שחור במקום מסוים לפי ההשפעות על הסביבה; בעיקר, אופן תנועת גופים (בעיקר כוכבים) בסביבה ו/או זיהוי קרינה אופיינית ואנרגטית במיוחד הנפלטת מדסקת חומר (אם קיים בסביבה) הנספח (נשאב) לעבר בור הפוטנציאל הכבידתי העצום של החור השחור.

ראוי להבין ולזכור שכל היסודות הקיימים ביקום שהם כבדים מהליום (על פי התיאוריות המקובלות כיום - היקום, כשנוצר, הכיל אך ורק אטומי מימן, הליום, ואולי גם קצת ליתיום ואיזוטופים כבדים יותר של אלו) נוצרו בתוך כוכבים (בליבות ובמעטפות חיצוניות יותר). הכוכבים, על יכולתם לסנתז יסודות על ידי מיזוג גרעיני, הם למעשה בתי החרושת של היסודות; בכוכבים מסיביים מגיעים עד ייצור של ברזל בליבה, ובמהלך התפרצויות סופרנובה, כפי שצוין, נוצרים יסודות כבדים מברזל, שגם אותם אנו מכירים מחיי היומיום. ■