

White Dwarfs

12.

- 1) degeneracy pressure
- 2) mass-radius relation
- 3) Chandrasekhar mass
- 4) Neutron stars
- 5) Stellar Evolution

מהרשימות של הילה בן דוד

$$n_e = \frac{2\pi}{3} \frac{\rho_F^3}{h^3}$$

נזכר קשר הבא :

$$n_e = \frac{N}{V}$$

יש לנו קופסה עם נפח V וצפיפות שלקטיונים n_e :
סופר N מס' החלקיקים. נרצה שהם יהיו

במצב האנרגיה הנמוך ביותר. מכיוון שאלקטרונים הם פרימילונים
לא ניתן לסובלם כל חומר מוגדר $n=2$ אלקטרונים.
 P_F - "גז פרימי".

אם במערכת אנדרג' $P \propto n^\gamma$ עבור שיתוף אדיאבטי
(חום לא יובא או נסוג). אזי :

$$P = (8-1) \frac{E_{KE}}{V}$$

כאשר P - לחץ, E - אנרגיה

יחסיון שגבור חלקיקים לא-יחסוויטיים

$$P_{DNR} = \frac{1}{20} \left(\frac{3}{\pi} \right)^{2/3} \frac{h^2}{m_e} n_e^{5/3} \quad \left(\gamma = \frac{5}{3} \right)$$

אם אנחנו רוצים קשר בין P_{DNR} לבין צפיפות המסה :

$$n_e = \left(\frac{2}{A} \right) \frac{\rho}{m_p}$$

$$P_{DNR} = \frac{1}{20} \left(\frac{3}{\pi} \right)^{2/3} \left(\frac{h^2}{m_e} \right) \left(\frac{2}{A} \right)^{5/3} \left(\frac{\rho}{m_p} \right)^{5/3}$$

סברה יש גם על במצב שיוויון משקם היציבות שנתק
ע"י שחרור חלקיקים לא-יחסוויטיים

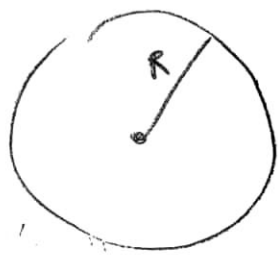
$$\frac{dP}{dr} = - \frac{GM(r)}{r^2} \rho(r) ; P \propto \rho^{5/3}$$

בהינתן זה ניתן

למצוא את $\rho(r)$, $P(r)$, $M(r)$

$M(r)$ - המסה
רדיוס r
 $dM = 4\pi r^2 \rho dr$

ואז



$$M(r) = M$$

למסה הכוללת
של כוכב

נכונה לפיה קצור בין המסה של הכוכב לבין הרדיוס שלו.

תחילה נתאים לכלל המרכזי כוכב. ולצפיפות החומר

קמרכז: $P_c \equiv P(0) = \frac{1}{2} \left(\frac{GM^2}{R^4} \right)$ קצור יחידות של מסה

הקבול (קבול) הדבר שיש בין המסה לצפיפות. עבור $P \propto \rho^{\frac{5}{3}}$

נקבל: $P_c = 1.077 \frac{GM^2}{R^4}$

צפיפות מרכזי $P_c = P(0) = 1.43 \frac{M}{R^3}$

$$\begin{cases} P \propto \frac{M^{\frac{5}{3}}}{R^5} \\ P \propto \frac{M^2}{R^4} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} P \propto \rho^{\frac{5}{3}} & \text{אחז יוצגך ש:} \\ P \propto \frac{M}{R^3} & \text{אזים אן ש:} \end{cases}$$

נ 33 שט, יוצגך אן ש:

↓

$$\frac{M^{\frac{5}{3}}}{R^5} \propto \frac{M^2}{R^4} \Rightarrow \boxed{R \propto M^{-1/3}}$$

אופן אחתני הצפואה של מה שחומר. אפסר כחוקן
 דקצא אן של הניחה הצב אש' דהשחוס סור הדקולק.

: Mass-Radius Relation

נקא אל הסיאן עבור P_c אנצב אלא בקוואל עבור P_{PNR}
 של (נאן) של מן מרכז. (שואה אן של הסיאן עבור P_c :

$$\boxed{R = 0.114 \frac{h^2}{G m_e m_p^{5/3}} \left(\frac{Z}{A} \right)^{5/3} M^{-1/3}}$$

עבור $M = 1M_\odot$ נקבל $R = 8.8 \times 10^8 \text{ cm}$ אלא של מהחומר

דאזק בל תצפיתיות.

עבור הקבול האולסר-כדוריסטי ($\epsilon(p) = p c$)

היקבול

$$P_{\text{PNR}} = \frac{1}{8} \left(\frac{3}{\pi} \right)^{1/3} h c n_e^{4/3}$$

$$= \frac{1}{8} \left(\frac{3}{\pi} \right)^{1/3} h c \left(\frac{Z}{A} \right)^{1/3} \left(\frac{\rho}{m_p} \right)^{4/3}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P \propto \frac{M^{4/3}}{R^4} \\ P \propto \frac{M^2}{R^4} \end{array} \right. \quad \leftarrow \quad \left\{ \begin{array}{l} P \propto \rho \\ P \propto \frac{M}{R^3} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{Mantle } \rho \approx 1 \\ \text{Crust } \rho \approx 3$$

$$\frac{M}{R_s^2} \propto \frac{M^2}{R_s^2} \Rightarrow M \propto \text{const}$$

היפוך נוסף !!!
 נמצא כי $\rho \propto \frac{1}{r^3}$ נמצא כי $\rho \propto \frac{1}{r^3}$

$$P_c = 11.6 \frac{GM^2}{R^4}$$

$$f_c = 12.94 \frac{\text{M}}{\text{R}^3}$$

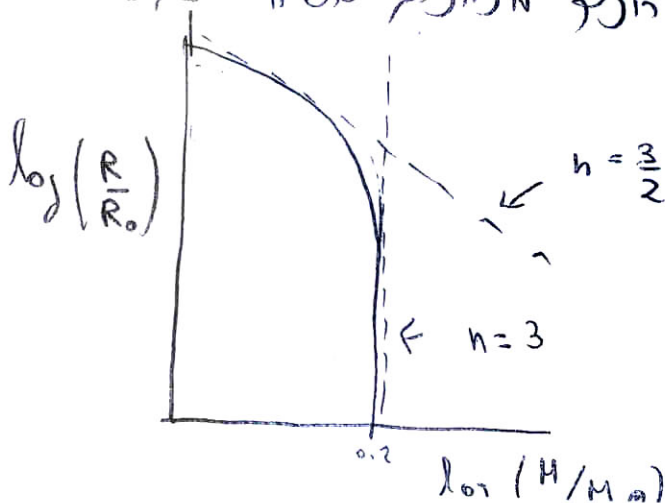
מדינת ישראל
הקיסר אברהם בן יוסף
על שם מנוח - רשמי קיסרי, המלוכה
אברהם בן יוסף
ה'תשס"ב

$$M = 0.2 \left(\frac{2}{A} \right)^2 \left(\frac{hc}{G m_p^2} \right)^{3/2} m_p = 1.74 \times 10^{57} m_p = 1.4 M_{\odot}$$

Chandrasekhar son 13 and

מקרה זה עם שם של $R \rightarrow 0$ (הצפיפות האנרגיה)
 זה קובע שם $R \rightarrow 0$ (הצפיפות האנרגיה)
 זה קובע שם $R \rightarrow 0$ (הצפיפות האנרגיה)

1. נא לתת שם לאלקטרוניק
 2. נא לתת שם לאלקטרוניק
 3. נא לתת שם לאלקטרוניק



ככל ש R קטן יותר ($R \rightarrow 0$) הולך וגדל ρ עד כדי

$$\left(\frac{hc}{Gm_p^2} \right)^{\frac{3}{2}} = 3.48 \times 10^{58} \quad \text{": Chandrasekhar limit"}$$

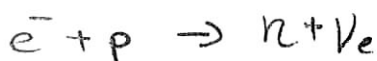
$$\frac{R}{A} = \frac{1}{2}$$

מה קורה אם $M > 1.4 M_{\odot}$?

זה שקורה זה בהפיצה מסתה. כל זה זיכרנו על
מאדמה שחצוה בשלל השלל היזכרתי ונשכחתי
אלהיטות מניינים. עבור $M > 1.4 M_{\odot}$ הכוכב תיזק
עבור הכוכב ניסיוני.

(זכר בדעתי) $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$ releases 0.8 MeV

כל שלל שלל נהיה רשמיסטי ($R \rightarrow 0$)
אנטיג כחמי הוכח עשוריה מאלו, ומאפשר:



הפליק זה הוכח עשוריה מאשר אנטיג.

הכוכב קורס לכדי כוכב ניסיוני המתי כולו מניסיוני
הנחמק ע' להל ניסיוני מניינים. ניתן עייש
אל אלה התיאוריה כפי שדעתי אלהיטות מניינים
לא כלאידיסטיק. זה ניתן:

$$R = 0.114 \frac{h^2}{Gm_p^2}^{2/3} M^{-1/3}$$

עבור $M = 1.4 M_{\odot}$ מתקבל מהניסיוני שזין לא רשמיסטי

$$R = 13.6 \text{ km}$$

זו כחמיס כחמי נרשם כחמי!

לשן החמה, של נרשם אל כדוריה לשי צפייה

של נוכ ניסיוני הלא יהיה קצוץ של מנה כדוריה!

הלא אלהיטות כחמי ק"מ קכע?

נסה לקרוא את התוכנית של כל מה שמופיע בך
 שניתן לקרוא את אותו יוצא. אקולוגיה של כוכב.

נמן למסוף סוג השאלה כמה זמן כוכב יכול לקרוא
 את הסדרה הראשית. ¹⁰אכדורבא למסוף הישנו
 לזמן חייך של 10^8 שנה. עבור כוכב יותר מסווג
 של M_{\odot} מדין זמן קצר הרבה יותר $10^6 \times 3.6$
 זמן חייך הסדרה הראשית.

לכך הקצוות שפאמן: $L \propto M^a$, $a=5 \rightarrow 3 \rightarrow 1$
_{אם} _{אם}
_{אם} _{אם}

$$t_{\text{main sequence life-time}} \propto \frac{M}{L} \propto M^{1-a}$$

למשל עבור $a=3$: $t \propto M^{-2}$

כל כוכב מסווג יותר, קצר הקצוות, הרבה יותר זמן
 ואכן הקצוות הרבה פחות זמן (למחרת בוש להם כביכול
 יותר "צעיר")

Mass [M_{\odot}]	t_{ms} [yr]
0.5	5×10^{10}
1	10^{10}
10	2×10^7

הקצוות של ים
 וחסר הרבה כוכב
 מסווגים וזה אומר
 שהם יצירת הכוכב

הם גרמים מתחם מתחם עוד היום.

אקולוגיה של כוכב כמו השמש

(1) אנרגיה מלמחמה באיזה א"י בעיית הימן
 (2) יציע הימן שבו כל העיבה תהפוך He

קמצה הנה לא מתאפשרת עוד האקציות
 זרעיות. אין מקור אנרגיה ואכן יש קריסה.

אם כל קורס אל עפי העקרון פורמאלי האזור הפנימי
 מתחמם אז ווצית האובדן שבה מתחמם בעיית הימן

הגורם מתרחק והמסה קפני והלחץ צונח.

(3) ענף אופק -

(4) פלאש הע'ים - הכח שהחיל השן לכבד שם

חלחלה ק' מנוונים השום הפנימי לא משנה את

צורתו כתוצאה משנוי' מסה'. ומה שיכול

יקרית לה פיזור.

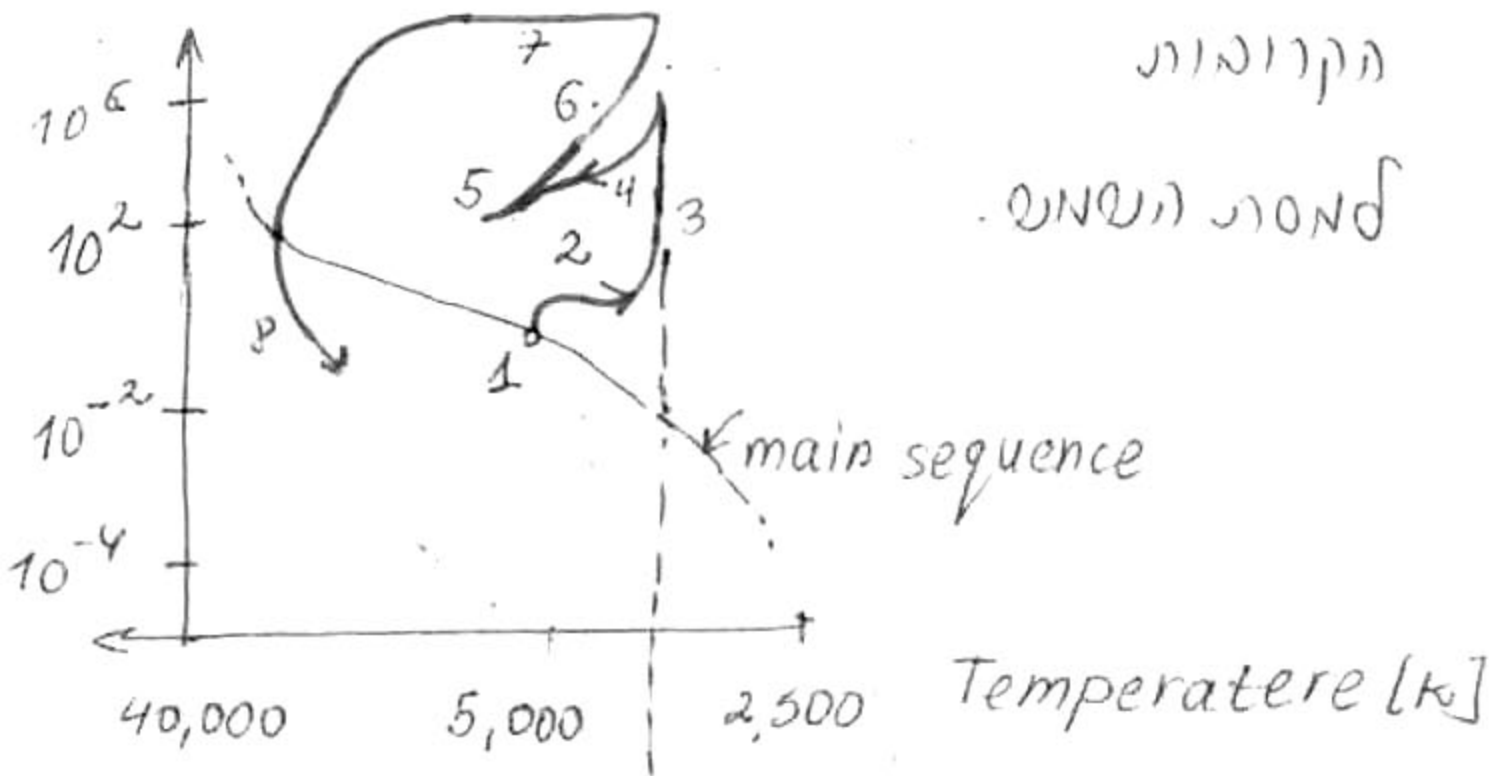
05/06/07

אנו זנים באופן סכימטי בהיווצרות של כוכבים במסות

הקרוניות

למסות השמש.

Luminosity
(L_{sun})



Hayashi Limit

← נאמר עליה של השמש שלעו אהפוך לעס לבן ולהמשיך להיות כך עד

שיתקרר ויהפוך לבנים (וכה הסוף שלעו...)

כעת נסתכל על מסות שמצויות מ- $8M_{\odot}$.

for $M > 8M_{\odot}$: [נראה תמונות יפות במצבת]