

2^ο φυλλοαίθριο αβυθήσεων : αφαντήβησις

1. Μάζα Bonnor-Ebert : $M_{BE} = \frac{C_{BE} U_T^4}{\rho_0^{1/2} G^{3/2}}$

$$U_T = \sqrt{\frac{kT}{\mu m_H}}$$

Η σχέση που δίνει τη μάζα Jeans:

$$M_J = \left(\frac{5kT}{G\mu m_H} \right)^{3/2} \left(\frac{3}{4\pi\rho_0} \right)^{1/2} = \left(\frac{3}{4\pi} \right)^{1/2} \left(\frac{5}{6} \right)^{3/2} \left(\frac{kT}{\rho_0^{1/2} \mu m_H} \right)^{3/2}$$

Από την καταστατική εξίσωση ιδανικά αερίου έχουμε: $\rho_0 = \frac{\rho_0 kT}{\mu m_H} = \rho_0 U_T^2 \Rightarrow \frac{1}{\rho_0^{1/2}} = \frac{U_T}{\rho_0^{1/2}}$

με αντικατάσταση: $M_J = \left(\frac{3}{4\pi} \right)^{1/2} \left(\frac{5}{6} \right)^{3/2} \frac{U_T}{\rho_0^{1/2}} U_T^3 =$
 $= \frac{C_J U_T^4}{\rho_0^{1/2} G^{3/2}} \quad \mu\epsilon \quad C_J = \left(\frac{3}{4\pi} \right)^{1/2} 5^{3/2} = 5.46$

2. $\left(\frac{M_{ic}}{M} \right)_{SC} \approx 0.37 \left(\frac{\mu_{env}}{\mu_{ic}} \right)^2$

Υποστατική ισορροπία: $\frac{dP}{dr} = -\frac{GM\rho}{r^2}$

Επίστροφη συνέχειας παύλας: $\frac{dM}{dr} = 4\pi r^2 \rho$

οπότε $\frac{dP}{dM} = -\frac{GM}{4\pi r^4} \Rightarrow 4\pi r^3 \frac{dP}{dM} = -\frac{GM}{r}$

$$4\pi r^3 \frac{dP}{dM} = \frac{d(4\pi r^3 P)}{dM} - \frac{12\pi r^2 P dr}{dM} =$$

$$= -\frac{d(4\pi r^3 P)}{dM} - \frac{3P}{\rho}$$

$$\int_0^{M_{ic}} \frac{d(4\pi r^3 P)}{dM} dM - \int_0^{M_{ic}} \frac{3P}{\rho} dM =$$

$$= -\int_0^{M_{ic}} \frac{GM}{r} dM$$

$$4\pi R_{ic}^3 P_{ic} = 3N_{ic} k T_{ic} = 2k_{ic}$$

$$\frac{P}{\rho} = \frac{k T_{ic}}{R_{ic} M_H}, \quad N_{ic} = \frac{M_{ic}}{R_{ic} M_H}$$

$$k_{ic} = \left(\frac{3}{2}\right) N_{ic} k T_{ic}, \quad P_{ic,env} = -\frac{6}{8\pi \langle r^4 \rangle} (M_{ic}^2 - M_{env}^2)$$

$$\text{Αν } M_{ic} \ll M_{env}, \quad M_{env} \sim \frac{6}{4\pi} \frac{M^2}{R^4}, \quad P_{ic,env} \sim \frac{6M^2}{4\pi R^4}$$

$P_{ic,env} = P_{ic,max}$ στην ισορροπία

και με βάση και ως σημειώθηκε ως
φαινόμενο αποδεικνύεται ότι

$$\left(\frac{M_{ic}}{M}\right)_{SC} \approx 0.54 \left(\frac{\mu_{env}}{\mu_{ic}}\right)^2$$

το οποίο είναι λίγο μεγαλύτερο από

το 0.37 των S.C., λόγω των προερχόντων.

Θα μπορούσατε αν ήθελετε να δείτε
την πλήρη αναφορά να βρείτε ως

εργασίες H. Schönberg and S. Chandrasekhar
(1942)

και L.R. Henrich and S. Chandrasekhar
(1941).

$$3. (a) \quad \frac{3}{2} kT = \frac{1}{2} \mu_p v_{rms}^2 \quad (\text{κινητική = θερμική})$$

αν σωματίδια με $v = 10 v_{rms}$ μπορούν να ξεπεράσουν το φράγμα Coulomb, τότε:

$$v = 10 v_{rms} = 10 \left(\frac{3 kT}{\mu_p} \right)^{1/2}$$

και

$$\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{1}{2} \mu_p v^2 = \frac{1}{2} 100 \frac{3}{2} kT$$

Διαχωρισμός φορέων $r \approx 2 \text{ fm}$

$$T = \frac{4}{300k} \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} = 1.1 \cdot 10^8 \text{ K} \quad (\approx T_0)$$

$$(b) \quad \frac{n_v}{n_{rms}} = \frac{e^{-m(10v_{rms})^2/2kT} (10v_{rms})^2}{e^{-mv_{rms}^2/2kT} v_{rms}^2} \approx 5.7 \cdot 10^{-31}$$

(γ) καθαρό υδρογόνο: ο αριθμός των ατομικών πυρήνων στον Ήλιο $\sim 1.2 \cdot 10^{57}$, οπότε αν $T \sim 1.1 \cdot 10^8 \text{ K}$

$$\text{και } v = 10 v_{rms} \Rightarrow N_{react} \approx N \left(\frac{n_v}{n_{rms}} \right) = 7 \cdot 10^{26}$$

σθουίδα πρωτονίου - πρωτονίου: 0,7% απόδοση

$$\tau \approx \frac{E}{L_0} = \frac{0.007 N_{react} m_p c^2}{L_0} \approx 2 \cdot 10^{12} \text{ s}$$

$$4. \quad \left. \begin{aligned} E_{pp} &= 1.16 \cdot 10^{-3} \text{ W kg}^{-1} \\ E_{cno} &= 3.90 \cdot 10^{-4} \text{ W kg}^{-1} \end{aligned} \right\} \frac{E_{pp}}{E_{cno}} = 2.97$$

5. Για ένα αστέρι μάζας $0.072 M_{\odot}$ η λαμπρότητα είναι:

$$L_{0.072 M_{\odot}} = 10^{-4.3} L_{\odot} = 1.92 \cdot 10^{22} \text{ W}$$

Χωρίς βλάβη της γενιότητας σε μεθενιαί προσέγγιση υποθέτουμε καθαρό υδρογόνο και ότι συμμερίζεται όλο το αστέρι στην παραγωγή ενέργειας για τη μετατροπή του υδρογόνου σε ήλιο, έχουμε:

$$E_{0.072 M_{\odot}} = (\Delta m) c^2 = 0.007 \cdot (0.072 M_{\odot}) c^2 = 9 \cdot 10^{43} \text{ J}$$

οπότε ο αντιστοιχος χρόνος ζωής είναι:

$$t_{0.072 M_{\odot}} \approx \frac{E_{0.072 M_{\odot}}}{L_{0.072 M_{\odot}}} \approx 1.5 \cdot 10^{14} \text{ yr}$$

Αντίστοιχα για ένα αστέρι $85 M_{\odot}$, στο οποίο συμμερίζεται μόνο το 10% του αστέρα ως βερμιοπυρηνικές αντιδράσεις έχουμε:

$$L_{85} \sim 4 \cdot 10^{32} \text{ W}$$

$$E_{85} \sim 1 \cdot 10^{40} \text{ J}$$

$$t_{85} \sim 2.5 \cdot 10^{13} \text{ s} \sim 8 \cdot 10^5 \text{ yr}$$

6. Δεδομένης της λαμπρότητας Eddington:

$$\text{(α) Για } M = 0.072 L_{\odot}, L_{\text{ED}} = 3.6 \cdot 10^{31} \text{ W} \approx 9.4 \cdot 10^4 L_{\odot}$$
$$L/L_{\text{ED}} = 5 \cdot 10^{-10}$$

Η πίεση ακτινοβολίας δεν παίζει ρόλο στη σταθερότητα του αστέρου.

(β) Για $M = 120 M_{\odot}$, λόγω της μεγάλης μάζας μπορούμε να λάβουμε υπόψη των διαφορών των ηλεκτρονίων για το οπτικό πάχος (η επιφάνεια του αστέρα είναι ιονισμένη β' αυτή τις θερμολαβίες)

$$\text{Οπότε: } \kappa = 0.02 (1+x) = 0.034$$

$$L_{\text{ED}} \approx 4.6 \cdot 10^6 L_{\odot}$$

Η πραγματική λαμπρότητα του αστέρα $M = 120 M_{\odot}$ είναι $L = 1.6 \cdot 10^6 L_{\odot}$

$$L_{\text{ED}} > L \quad L_{\text{ED}} \approx 2.5 L$$

Οπότε β' αυτή την περίπτωση η πίεση ακτινοβολίας παίζει σημαντικό ρόλο.

7. Η χρονική κλίμακα t_{KH} δίνεται από το σχήμα:

$$t_{KH} = \Delta E_g / L \quad \text{όπου } L \text{ η}$$

λαμπρότητα του αστέρα και

$$\Delta E_g = \frac{36 M^2}{10 R}$$

Για αστέρα $5 M_{\odot} \rightsquigarrow L \sim 10^3 L_{\odot}$ και $T = 10^3 K$
και $R = 17 R_{\odot}$ οπότε $\Delta E_g = 1 \cdot T \cdot 10^{41} J$
και $t_{KH} \sim 4.4 \cdot 10^{10} s = 14.000 \text{ yr}$

(μεταξύ των σημείων 4 και 5 $\sim 35.000 \text{ yr}$, που αυώς ο χρόνος είναι 25 φορές μεγαλύτερος από αυτόν που λανθασμένα υπολογισώ).

8. Ο λόγος χ'_{13} / χ'_{12} θα πρέπει να αυξάνεται.

Αυτό θα συμβεί λόγω του ότι η "κορυφή" του χ'_{13} θα αναπτυχθεί με μεγαλύτερη συχνότητα του χ'_{12} .

9.10) Αύξηση της λαμπρότητας, οδηγεί σε αύξηση της πίεσης ακτινοβολίας που ενισχύει την απώλεια μάζας. Μείωση της επιφανειακής πυκνότητας ρ , σημαίνει ότι το υλικό στην επιφάνεια είναι λιγότερο πυκνά συνδεδεμένο, οπότε τμήρι ενισχύεται η απώλεια μάζας. Καιώς η αυτίνα λ αυτίναται για δεδομένες τιμές λ και ρ , η ροή από την επιφάνεια μειώνεται, οπότε μειώνεται και η επίδραση της πίεσης ακτινοβολίας.

(β) $L = 7000 L_{\odot}$, $T = 3000 \text{ K}$, από την επίσημη Stefan-Boltzmann πρσώτητα $R = 310 R_{\odot}$,
 Οπότε $g/g_{\odot} = 1.04 \cdot 10^{-5}$, υποθέτοντας ότι
 $\eta = 1$ και $\dot{M} = 8.7 \cdot 10^{-7} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$

10. Τα διαγράμματα χρώματος-μεγέθους από νεάρα σμήνη αβίρων, όπως των η και χ Persei, φανερώνουν μία με ολουδωμένη κύρια ακολουθία. Τα αβίρια του αίστου μέρους της ΚΑ δείχνουν, ενώ ψυχροί αβίρες με μεγαλύτερη λαμπρότητα βρίσκονται πάνω στην ΚΑ.

H παρουσία αυτών των αστερών δεν εφυγίζεται από κάποια παλιά θεωρία. Επιπλέον, διαγράμματα χρώματος-μεγέθους από παλιά φασματικά σημεία όπως το H β , δείχναν ότι το πάνω μέρος της Κ.Α. λείπει. Αυτό έχει αντιταχθεί από την παρουσία του κλάδου ερυθρών γιγάντων που συνδέεται με μέρος του κάτω μέρους των ερυθρών γιγάντων της Κ.Α. Ένας ορισμένος κλάδος επίσης εμφανίζεται που δεν οδηγεί στα αστερία του πάνω μέρους της Κ.Α. Αυτές οι παρατηρήσεις των παλιών σημείων οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι ερυθροί γίγαντες δεν μπορούν να παραφύουν αστερία στο άνω μέρος της Κ.Α.