Q1

<div dir="rtl">

קולה של חמש גרם מימן בעל הוא כמה שמסה מאמץ מוצין ל114 ?

</div>

$$\frac{m_{He} - 4 \cdot m_H}{4 \, m_H} = \frac{4 \cdot 10^{-29}}{668 \cdot 10^{-27}} = 0.6 \cdot 10^{-2} = 0.006$$

<div dir="rtl">

 סביר כמה חמש קולה 0.006 נגרעת אל ממסה של היקום מחלקת רב

</div>

$$\frac{0.006 \cdot 0.2 \, M_\odot c^2}{L_\odot} = 17 \, G yr \qquad \dot{0} \quad 0.2 \, M_\odot c^2 \text{ פיקה של מסך}$$

<div dir="rtl">

או שרוב החומר במערכת השמש נמצא בכוכב אחד שמסתו כ $\frac{1}{3}$ כמה יהיה ביקומים
כי רק היום של כוכב בזה.

</div>

$$\text{נניח של } \frac{M_\odot c^2}{L_\odot} = 10^{10} yr \qquad \text{אזי}$$

$$O: \quad \frac{50 \, M_\odot c^2}{10^6 L_\odot} = \frac{50}{10^6} 10^{10} \, yr = 5 \cdot 10^5 \, yr$$

$$M: \quad \frac{10^{-1}}{3 \cdot 10^4} \cdot 10^{10} = \frac{1}{3} \cdot 10^{13} \, yr$$

Q3

$$Z_A = 1 \qquad\qquad Z_B = 7$$

$$\mu = \frac{m_p \cdot 14 m_p}{m_p + 14 m_p} = \frac{14}{15} \, m_p$$

$$E_g = \left(\frac{7 \cdot 1}{137}\right)^2 \cdot 2 \frac{14}{15} \, m_p c^2 = 45 \, MeV$$

Q4

<div dir="rtl">

1)

</div>

$$\beta = \left(\frac{E_g}{4 k_0 T}\right)^{1/3} - \frac{2}{3} \qquad\qquad \text{ניקח } \beta \text{ ולקבל } \text{כי}$$

$$\beta = 20 \qquad\qquad\qquad E_g = 45 \, MeV \qquad \text{עבור}$$

<div dir="rtl">

2)

</div>
$$E_g = 500 \, MeV \Rightarrow \beta = 3.9$$

3)
$$\rho = 150 \cdot 10^3 \ \tfrac{kg}{m^3}$$

$$X_H \ X_{He} = 0.75 \cdot 0.25 = 0.19$$

$$\varepsilon_{pp} = 1.08 \times 10^{-12} \ W \cdot m^5 / kg^{-2} \cdot 0.19 \cdot 150 \cdot 10^3 \tfrac{kg}{m^3} \ T_6^{3.9}$$

$$= 3.04 \times 10^{-9} \ \tfrac{W}{kg} \ T_6^{3.9}$$

$$\varepsilon_{CNO} = 8.67 \times 10^{-31} \ W \cdot m^5 / kg^{-2} \cdot 0.01 \cdot 150 \cdot 10^3 \tfrac{kg}{m^3} \ T_6^{20}$$

$$= 13 \times 10^{-28} \ \tfrac{W}{kg} \ T_6^{20}$$

4)
$$\frac{\varepsilon_{CNO}}{\varepsilon_{pp}} > 10 \quad \Rightarrow \quad \frac{13 \times 10^{-28}}{3 \times 10^{-9}} \ T_6^{16} > 10$$

$$4.3 \times 10^{-19} \cdot T_6^{16} > 10$$

$$T_6^{16} > \tfrac{13}{3} \cdot 10^{20}$$

$$T_6 > 19.5$$

$$T > 3 \cdot 10^8$$

5)
$$\varepsilon_{CNO} = 3.3 \times 10^{-4} \ \tfrac{W}{kg}$$

נניח של $\varepsilon_{CNO}^{\circ}$

אל נותן קבוע לאורך כל הליבה אם נכון לפוק?

$$\varepsilon_{CNO} = 3.3 \times 10^{-4} \ \tfrac{W}{kg} \cdot 150 \times 10^3 \ \tfrac{kg}{m^3}$$

$$\approx 50 \ \tfrac{W}{m^3}$$

$$L_0 = 50 \ \tfrac{W}{m^3} \ \tfrac{4}{3} \pi R_{core}^3$$

נציב ולאחר זה כהובדות?

$$R_{core} = 0.176 \ R_0$$

Q5

נשתמש בקשר בין טמפ' לאור הדיברים:

$$\frac{dT}{dr} = - \frac{3 L \kappa \rho}{16 \pi r^2 a c T^3}$$

נקבל קירובים הבאים המדויים?

$$\frac{T}{R} \propto \frac{L \ \kappa \rho}{R^2 T^3}$$

$$L \propto \frac{T^4 R}{\kappa \rho}$$

$$k_B T \propto \frac{G M^2}{R} \propto \frac{M^2}{R} \qquad \text{כי } G \text{ ומניחים } \sqrt{\cdot}$$

$$T \propto \frac{M^2}{NR} = \frac{M}{R} m_p \propto \frac{M}{R}$$

$$\frac{M}{N} = m_p$$

$$L \propto \frac{M^4}{\kappa \rho R^3} \propto M^3$$
$$\kappa \rho \sim M$$
$$\sim M$$

2)

$$L \propto M^3 \propto P M T^\beta \propto \frac{M}{R^3} M \left(\frac{M}{R}\right)^\beta = \frac{M^{\beta+2}}{R^{\beta+3}}$$

$$R^{\beta+3} \propto M^{\beta-1}$$

$$R \propto M^{\frac{\beta-1}{\beta+3}}$$

Q6

$$\tau = \kappa \rho R_0 = \sigma n R_0 = \sigma \frac{3 M_0}{m_p 4 \pi R_0^2}$$

$$n = \frac{\rho}{m_p} = \frac{M_0}{m_p \frac{4}{3} \pi R_0^3}$$

$$\tau = 6 \cdot 10^{-9}$$

$$\text{הסיכוי להיבלע קטן מאוד } \leftarrow \text{ נמוך גבוהה .}$$