

GABARITO

3ª. PROVA DE AGAO215

10/06/2014

1. (2.0) Considere as questões abaixo e responda-as:

(a) Se uma estrela é caracterizada por $M = 2 \times 10^{35} \text{g}$ e $L = 4 \times 10^{39} \text{ergs}^{-1}$, por quanto tempo pode ela brilhar com esta luminosidade se é 100% de Hidrogênio e converte todo H em He?

Observação: Note-se que essa estrela tem $100 M_{\text{Sol}}$, logo não podemos esperar que ela fique muito tempo nesse processo (na verdade, esse é um caso limite e estrelas de massa tão alta não são observadas, pois não se formam!).

(b) Idem para uma estrela de massa 10^{33}g e luminosidade $4 \times 10^{32} \text{ergs}^{-1}$.

Observação: Note-se que essa estrela tem $0,5 M_{\text{Sol}}$, logo não podemos esperar que ela fique pouco tempo nesse processo (na verdade, esse é um caso de estrelas de massa tão baixa que são puramente convectivas, as quais aproveitam boa parte do H para reagir).

Se necessário, adote:

Massa do Hidrogênio = $1,673723 \times 10^{-27} \text{kg}$

Massa do Hélio = $6,646476 \times 10^{-27} \text{kg}$

Massa do Sol = $2 \times 10^{33} \text{kg}$

Luminosidade Solar = $3,84 \times 10^{26} \text{W}$ ou $3,84 \times 10^{33} \text{erg/s}$

$2 \times 10^{33} \text{g}$

RESPOSTA:

Utilizando o valor encontrado na questão 03:

$$4m_{\text{H}} = 6,694892 \times 10^{-27} \text{kg}$$

$$1m_{\text{He}} = 6,646476 \times 10^{-27} \text{kg}$$

$$\Delta m = 4m_{\text{H}} - 1m_{\text{He}} \approx 4,84 \times 10^{-29} \text{kg}$$

$$4m_{\text{H}} \rightarrow 4,84 \times 10^{-29} \text{kg}$$

$$2 \times 10^{33} \text{kg} \rightarrow A$$

$$A = 1,45 \times 10^{30} \text{kg} \text{ (Essa é toda a massa da estrela que vira energia!)}$$

Então:

$$E = mc^2$$

Para A em g e $c = 3 \times 10^{10} \text{cm/s}$, E será dado em erg:

$$E = 1,3 \times 10^{24} \text{erg}$$

$$1 \text{kg} = 10^3 \text{g}$$

Tempo para irradiar = $E/L \approx 10,8 \text{anos}$ (O que é pouco, mas era esperado!)

$10,8$ milhões de anos.

Do mesmo jeito que o item (a):

$$\Delta m = 4m_H - 1m_{He} \approx 4,84 \times 10^{-29} \text{kg}$$

$$\begin{array}{lcl} 4m_H & \rightarrow & 4,84 \times 10^{-29} \text{kg} \\ 10^{30} \text{kg} & \rightarrow & B \end{array}$$

$$B = 7,23 \times 10^{30} \text{g} \text{ (Essa é toda a massa da estrela que vira energia!)}$$

Então:

$$E = mc^2$$

Para B em g e $c = 3 \times 10^{10} \text{cm/s}$. E será dado em erg:

$$E = 6,5 \times 10^{51} \text{erg}$$

Tempo para irradiar = $E/L \approx 500$ bilhões de anos (O que é muito, mas era esperado!)

2. (2.0) Por que estrelas com massas maiores que 8 massas solares evoluem mais rápido que as estrelas menores? Explique.

Nota: Considere o peso molecular médio como sendo o solar.

RESPOSTA: Porque como podem atingir temperaturas centrais mais altas, podem acionar o ciclo CNO cuja taxa depende mais fortemente da temperatura que o ciclo pp. Assim, uma estrela massiva gasta menos tempo transformando H em He que uma estrela de baixa massa.

$$t_* = \frac{M_*}{L_{sol}}$$

$$\frac{L_*}{L_{sol}} = \left(\frac{M_*}{M_{sol}} \right)^{3.3}$$

$$\frac{t_*}{T_{sol}} = \left(\frac{M_*}{M_{sol}} \right)^{-2.3}$$

3. (2.0) Considere o cenário cosmológico onde o Universo pára de se expandir e começa um processo de contração que o levará novamente a uma singularidade (Big Crunch). Em um novo processo de formação é criado um Universo quase idêntico ao que conhecemos hoje em dia, mas com uma única e importante diferença: tanto a Terra quanto o restante do sistema solar não são membros da Via Láctea e sim da galáxia de Andrômeda (nossa vizinha no Universo atual). Considere que este novo Universo tem a idade do Universo atual e as leis da física já são bem conhecidas. Um astrônomo observa um espectro da Via Láctea e nota que a linha $H\alpha$ que ele mede em seu laboratório em 6563 Å, aparece em 6556,4 Å.

(a) Determine a velocidade radial da Via Láctea.

(b) Com base no resultado obtido em a), o que você pode afirmar sobre o movimento da Via Láctea visto a partir da grande galáxia de Andrômeda?

RESPOSTA:

(a) $\frac{v}{c} = \frac{\lambda_{\text{obs}} - \lambda}{\lambda} \Rightarrow v = \left(\frac{6556,4 - 6563}{6563} \right) \cdot 3 \times 10^5 \text{ km/s}$
 $v = -\frac{6,6}{6563} \cdot 3 \times 10^5 \text{ km/s} \rightarrow \boxed{v = -301,7 \text{ km/s}} \approx 3 \times 10^5 \text{ m/s}$

(b) Via Láctea está se APROXIMANDO de Andrômeda

4. (2.0) Uma estrela variável aumenta seu brilho por um fator 4. Qual a mudança em magnitudes?

RESPOSTA:

$$L_f = 4 L_i$$

$$m = -2.5 \log(L) + \text{const.}$$

$$m_f - m_i = -2.5 \log \frac{L_f}{L_i} = -2.5 \log 4$$

$$\Delta m = -1.51$$

5. (2.0) Explique por que a região do diagrama HR chamada de sequência principal não é representada por uma linha mas sim por uma banda.

RESPOSTA:

Cap7 slide 64.:

As a star burns H into He, it can't provide the same amount of outer pressure due to the fact the the number of particles has decreased.

This decrease in pressure causes the outer layers to contract, which then causes the core to heat up and burn H at a higher rate.

This produces more energy, and thus the star must release this energy at a more efficient rate which causes the outer envelope to swell up.

This swelling of the MS star means that the MS line is really a band in which stars move across during their lives.

The MS stars begin on the lower edge of the MS band and as gradual changes in their T and L occur they move slightly right on the MS band.