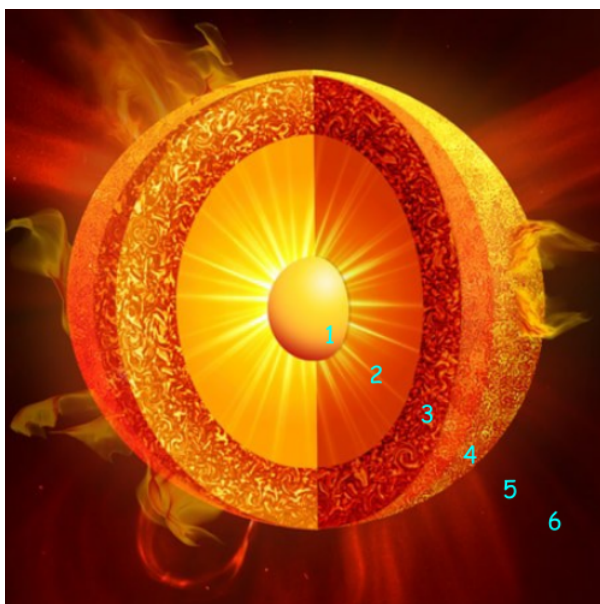


Questões

Listas OBA (Nível 4) – 3ª Lista
Fotometria & Estrelas

Material elaborado por **Iago Braz Mendes**

- **Questão 1) (1 ponto)** A nossa estrela – o Sol – possui 6 camadas, 3 internas e 3 externas. Observe a seguinte representação com números de 1 a 6 em cada camada solar:



- **Pergunta 1a) (0,6 ponto) (0,1 cada acerto)** Abaixo, os 6 nomes das camadas solares estão em ordem aleatória. Insira o número correspondente ao representado na imagem.

() Zona convectiva

() Núcleo

() Coroa

() Zona radiativa

() Fotosfera

() Cromosfera



- **Pergunta 1b) (0,1 ponto)** Quais as formas de transmissão de calor nas camadas 2 e 3, respectivamente?

() Condução e Radiação

() Radiação e Convecção

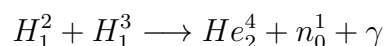
() Convecção e Condução

() Convecção e Radiação

- 
- 
- **Pergunta 1c) (0,3 ponto)** Algo que ainda intriga vários cientistas é o fato de a camada 6 possuir uma maior temperatura do que as camadas 4 e 5. O fator responsável por essa peculiaridade mais aceita atualmente também causa irregularidades na atmosfera solar, como os ventos solares. Qual é esse fator?

- () Equilíbrio entre força gravitacional e a pressão de radiação
() Escapamento de neutrinos originados pelas reações nucleares
() Movimento do Sol ao redor do baricentro do Sistema Solar
() Variação dos campos magnéticos solares

- **Questão 2) (1 ponto)** A energia proveniente do Sol é originada por meio do ciclo p-p, o qual pode ser simplificado para a seguinte reação nuclear:



em que H_1^2 (deutério) e H_1^3 (trítio) são isótopos do hidrogênio, He_2^4 é um átomo de hélio, n_0^1 é um nêutron, e γ representa a energia liberada.

As massas atômicas envolvidas nessa reação são dadas a seguir:

$$\begin{aligned} > m(H_1^2) \simeq 2,014 \text{ uma} & > m(He_2^4) \simeq 4,003 \text{ uma} \\ > m(H_1^3) \simeq 3,016 \text{ uma} & > m(n_0^1) \simeq 1,009 \text{ uma} \end{aligned}$$

- **Pergunta 2a) (0,4 ponto)** Calcule a taxa de massa perdida (t), em porcentagem, usando a reação nuclear dada.

Dica: $t = \left| \frac{m' - m_0}{m_0} \right|$, em que m_0 e m' são as massas antes e depois da reação, respectivamente.

Resposta 2a):.....

- **Pergunta 2b) (0,3 ponto)** Considerando que toda a massa do Sol seja composta por isótopos de hidrogênio e que o ciclo p-p é a única reação nuclear que ocorre até tais isótopos se esgotarem, qual será a massa convertida em energia, em kg ?

Dados: $M_{Sol} \simeq 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

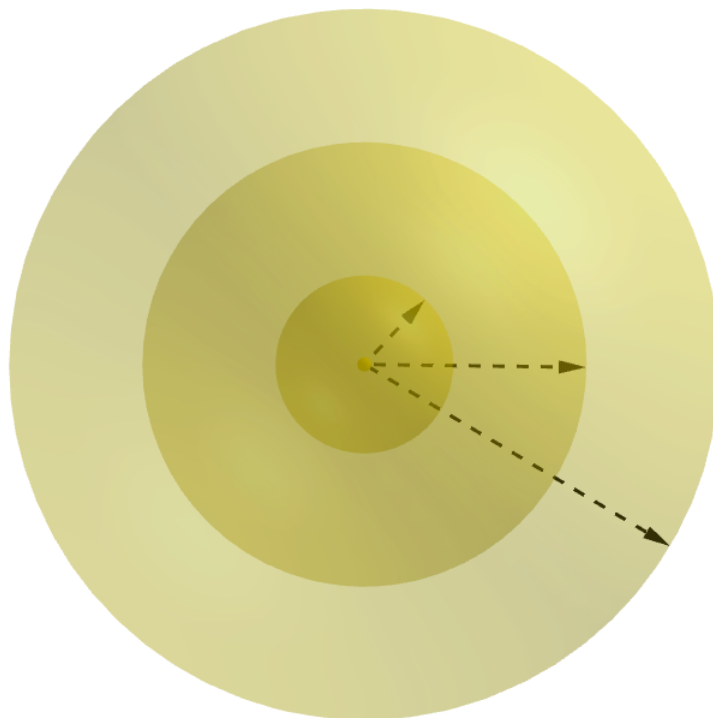
Resposta 2b):.....

- **Pergunta 2c) (0,3 ponto)** Qual a quantidade de energia gerada pela massa calculada no item anterior?

Dica: $E = mc^2$

Resposta 2c):.....

- **Questão 3) (1 ponto)** Na Astronomia, os conceitos de Luminosidade e Fluxo são frequentemente usados e, portanto, é importante saber diferenciá-los. Observe o esquema seguinte representando a emissão de energia do Sol:



Como você pode perceber, o “brilho” é reduzido à medida que a distância da fonte luminosa aumenta. Contudo, a energia emitida deve ser a mesma, visto que não se pode perder energia no universo.

Nesse contexto, precisamos fazer duas definições:

1. *Luminosidade*: é a quantidade de energia emitida a cada unidade de tempo (potência) e a sua unidade no S.I. é o watt ($W = \frac{J}{s}$)
2. *Fluxo*: é a quantidade de potência recebida a cada unidade de área e a sua unidade no S.I. é watt por metro quadrado ($\frac{W}{m^2}$)

Dito isso, é possível analisar que os melhores termos para “brilho” e “energia emitida” seriam *fluxo* e *luminosidade*, respectivamente. Como já discutimos, a luminosidade deve se manter constante na superfície da esfera luminosa emitida e o fluxo é inversamente proporcional à distância da fonte luminosa. Para encontrarmos uma fórmula que descreva essas quantidades, basta inserirmos a área superficial dessa esfera ($A = 4\pi r^2$):

$$F = \frac{L}{4\pi r^2}$$

em que F é o fluxo, L é a luminosidade, e r é a distância à fonte (raio da esfera luminosa).



- **Pergunta 3a) (0,5 ponto)** A distância entre a Terra e o Sol é $1 \text{ UA} \approx 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$. Sabendo disso e que $L_{\text{Sol}} \simeq 3,8 \cdot 10^{26} \text{ W}$, determine o fluxo solar que recebemos.
Dica: para facilitar as contas, considere $\pi \approx 3$

Resposta 3a):.....

- **Pergunta 3b) (0,5 ponto)** O fluxo da estrela Sirius – alfa da constelação Cão Maior – recebido na Terra é $F_{\text{Sirius}} \simeq 1,2 \cdot 10^{-7} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ e a sua luminosidade é $L_{\text{Sirius}} \simeq 9,7 \cdot 10^{27}$. Se a Terra estivesse a uma mesma distância do Sol e de Sirius, qual estrela possuiria o maior fluxo?
- ☐ Sol
- ☐ Sirius
- ☐ As duas estrelas teriam o mesmo fluxo
- ☐ Impossível de determinar com as informações passadas
- **Questão 4) (1 ponto)** A luminosidade das estrelas depende tanto em seu tamanho quanto em sua temperatura. Nesse sentido, podemos usar a Lei de Stefan-Boltzmann para mostrar matematicamente essa relação:

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

em que L é a luminosidade, R é o raio, T é a temperatura, e σ é a constante de Stefan-Boltzmann ($\sigma \simeq 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4}$).

Mais importante do que memorizar essa equação, é preciso entender que a luminosidade é diretamente proporcional ao raio ao quadrado e à temperatura elevada à quarta potência. Matematicamente, temos:

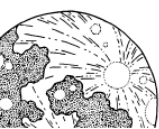
$$L \propto R^2 T^4$$

Além disso, podemos determinar a cor de uma estrela a partir de sua temperatura (e vice-versa). Para tanto, precisamos utilizar a Lei de Wien:

$$\lambda T = b$$

em que λ é o comprimento de onda em que a maior quantidade de energia é emitida pela estrela, T é a sua temperatura, e b é a constante de Wien ($b \simeq 2,90 \cdot 10^{-3} \text{ mK}$).

- **Pergunta 4a) (0,1 ponto)** Se o raio de uma estrela for reduzido pela metade ($R' = \frac{R_0}{2}$) e sua temperatura for multiplicada por 2 ($T' = 2T_0$), o que acontecerá com a luminosidade?
- ☐ $L' = L_0$
- ☐ $L' = 2L_0$





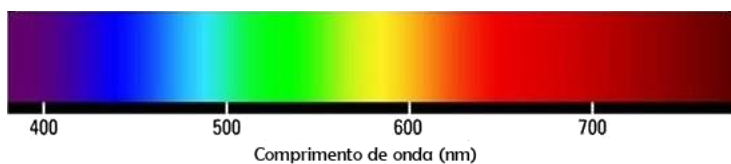
- () $L' = \frac{L_0}{2}$
() $L' = 4L_0$
() $L' = \frac{L_0}{4}$

- **Pergunta 4b) (0,4 ponto)** O raio do Sol é $R_{Sol} \approx 7 \cdot 10^8 \text{ m}$ e sua temperatura é $T_{Sol} \approx 6.000 \text{ K}$. Sabendo que essas mesmas características da estrela Sírius são $R_S \approx 1 \cdot 10^9 \text{ m}$ e $T_S \approx 10.000 \text{ K}$, encontre a razão $\frac{L_S}{L_{Sol}}$.

Resposta 4b):.....

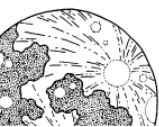
- **Pergunta 4c) (0,5 ponto)** Usando as temperaturas T_{Sol} e T_S e com a ajuda da tabela seguinte, marque com os números 1 (para o Sol) e 2 (para Sírius) os intervalos de cores mais próximos ao pico de emissão das estrelas.

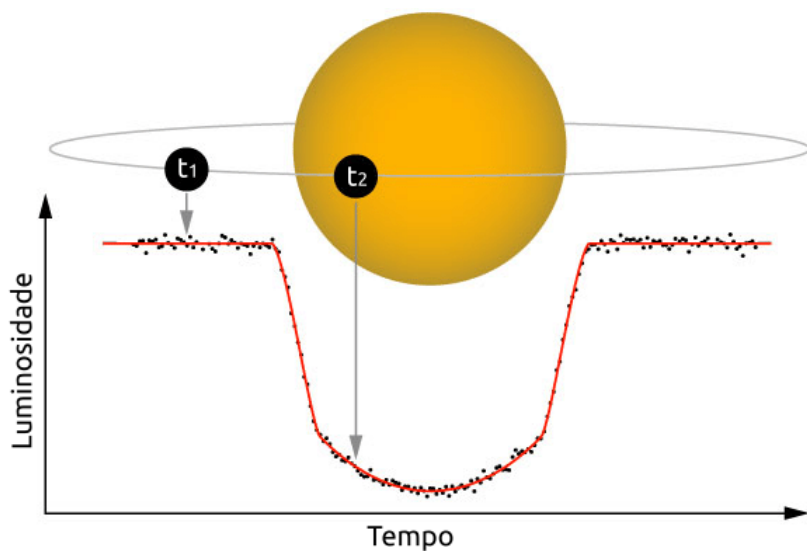
Espaço para cálculos:



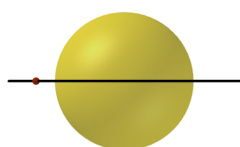
- () Violeta – Azul () Ciano – Verde () Amarelo – Vermelho

- **Questão 5) (1 ponto)** Exoplanetas podem ser encontrados de 5 formas, mas a maneira mais eficaz até o momento é o *Método de Trânsito*. De maneira simplificada, esse método consiste em detectar a diminuição da luminosidade de uma estrela causada pela passagem do exoplaneta. Para entender melhor como isso acontece, observe o esquema seguinte:

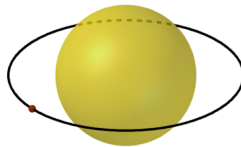




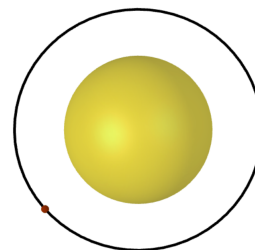
- **Pergunta 5a) (0,5 ponto)** Um problema do *Método de Trânsito* é que a sua eficácia depende da órbita do planeta visualizada. Nesse sentido, marque o(s) exoplaneta(s) abaixo que poderiam ser descobertos por meio desse método.



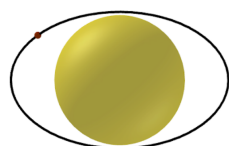
()



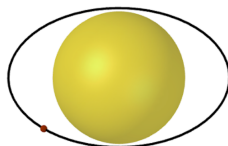
()



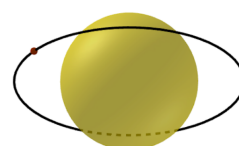
()



()



()



()

- **Pergunta 5b) (0,5 ponto)** Sabendo que R_e e R_p são respectivamente os raios da estrela e do exoplaneta, qual a razão das luminosidades L_2 (medida em t_2) e L_1 (medida em t_1)?

Dica: neste caso, podemos considerar que a luminosidade é proporcional à área da seção transversal.

Espaço para cálculos:



$$\left(\quad \right) \frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{R_p}{R_e} \right)^2$$

$$\left(\quad \right) \frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{R_e}{R_p} \right)^2$$

$$\left(\quad \right) \frac{L_2}{L_1} = \frac{R_e^2 - R_p^2}{R_e^2}$$

$$\left(\quad \right) \frac{L_2}{L_1} = \frac{R_p^2 - R_e^2}{R_p^2}$$

Bons estudos!

