



Dicas de Física Moderna para o Vestibular

Prof. Dulcídio Braz Jr – Física na Veia! UOL Blog

[Material gratuito para fins educacionais. Pode ser distribuído livremente.]

Exercício 2

A distância entre a Terra e o Sol é de cerca de 150 milhões de km. A velocidade da luz é, aproximadamente, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s. A constante de Planck vale $6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s. Cada m^2 de área de superfície na Terra recebe do Sol uma quantidade de energia equivalente à de 14 lâmpadas convencionais de 100W.

a) Calcule quantos fótons provenientes do Sol atingem a Terra em cada m^2 de área a cada segundo. (Considere, para efeito estatístico, que todos os fótons emitidos pelo Sol têm comprimento de onda médio $\lambda = 5.500 \text{ \AA}$ sendo $1 \text{ \AA} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$)

b) Toda a energia que o Sol produz por segundo é uma constante chamada de luminosidade L . Ela é distribuída em todas as direções ao redor do Sol. Apenas uma pequena fração desta energia total atinge o nosso planeta. Estime o valor da constante L do Sol em W, ou seja, quantos joules de energia ele produz a cada segundo. (*Dica: Imagine que cada m^2 de superfície aqui na Terra corresponde a um pedaço de $1 m^2$ da área de uma esfera imaginária centrada no Sol de raio igual ao raio da órbita da Terra, ou seja, $R = 150$ milhões de quilômetros. A superfície S desta esfera pode ser calculada pela expressão $S = 4\pi R^2$).*

c) Na verdade, a quantas lâmpadas convencionais de 100W o Sol equivale?



A teoria para resolver este exercício pode ser encontrada em detalhes no livro Tópicos de Física Moderna

Autor: Dulcídio Braz Jr
Editora: Companhia da Escola
Ano: 2002
ISBN: 85-88955-01-6

n Resolução

a) O comprimento de onda médio dos fótons emitidos pelo Sol é, de acordo com o enunciado, $\lambda = 5500 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. A frequência de cada fóton será:

$$c = \lambda \cdot f \Rightarrow 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 5500 \cdot 10^{-10} \text{ m} \cdot f \Rightarrow f = \frac{3 \cdot 10^8}{5500 \cdot 10^{-10}} \cong 5,45 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

E a energia E de cada fóton será :

$$E = h \cdot f \Rightarrow E = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 5,45 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \cong 3,01 \cdot 10^{-19} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot \frac{1}{\text{s}} \cong 3,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

A potência da radiação solar que atinge a Terra para cada m^2 equivale a 14 lâmpadas de 100W, ou seja, é de $14 \times 100 \text{ W} = 1400 \text{ W}$.

Por definição, a potência é dada por $P = \Delta E / \Delta t$ onde a energia total ΔE será dada pelo somatório da energia de todos os N de fótons emitidos no intervalo de tempo $\Delta t = 1 \text{ s}$, ou seja, $\Delta E = N \cdot E$ onde E é a energia de cada fóton que calculamos logo acima. Então:

$$P = \frac{N \cdot E}{\Delta t} \Rightarrow 1,4 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} = \frac{N \cdot 3,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ s}} \Rightarrow N = \frac{1,4 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}}{3,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} \cong 3,9 \cdot 10^{21} \text{ fótons} / \text{m}^2 \cdot \text{s}$$

b) A área superficial da esfera imaginária com centro no Sol e raio $R = 150 \cdot 10^6 \text{ km} = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$ será:

$$S = 4\pi R^2 = 4 \cdot 3,14 (1,5 \cdot 10^{11})^2 = 2,8 \cdot 10^{23} \text{ m}^2$$

Já sabemos que a potência do sol por m^2 é da ordem de $P = 1400 \text{ W/m}^2$. Se multiplicarmos este valor pelo total de m^2 da esfera imaginária teremos o total de W emitido pelo Sol, ou seja, a energia total em joules a cada segundo.

A luminosidade L será dada então por:

$$L = P \cdot S = 1400 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 2,8 \cdot 10^{23} \text{ m}^2 \cong 3,9 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

c) A luminosidade (ou potência total) do Sol L pode ser comparada à potência de N lâmpadas de 100W da seguinte forma:

$$L = N \cdot 100 \Rightarrow 3,9 \cdot 10^{26} = 100 \cdot N \Rightarrow N = 3,9 \cdot 10^{24} \text{ lâmpadas}$$

Respostas

a) $N = 3,9 \cdot 10^{21} \text{ fótons} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

b) $L = 3,9 \cdot 10^{26} \text{ W}$, ou seja, $3,9 \cdot 10^{26} \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$

c) $N = 3,9 \cdot 10^{24} \text{ lâmpadas de } 100 \text{ W}$