



## Dicas de Física Moderna para o Vestibular

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

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

### n Exercício 1

Uma caneta laser (*laser-pointer*) é usada por um professor para apontar detalhes numa tela de projeção. Um aluno pede ver melhor e dispositivo em suas mãos e percebe que nele está escrito em letras pequenas “1mW – 660 nm”. O aluno, usando seus conhecimentos de física moderna, resolve fazer alguns cálculos para determinar a frequência  $f$  da radiação emitida, a energia  $E$  de cada fóton e o número  $N$  de fótons emitidos pela caneta em cada segundo.

Faça o mesmo que o aluno. Determine:

- a) o valor de  $f$ ;
- b) o valor de  $E$ ;
- c) o valor de  $N$ .

Dados:

I) Velocidade da luz no vácuo:  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s

II) Constante de Planck:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J.s



Exercício extraído do livro Tópicos de Física Moderna

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

## n Resolução

a) Encarando a radiação eletromagnética do laser como uma onda que viaja com velocidade  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s (no vácuo) podemos escrever para ela a equação fundamental da onda  $c = \lambda \cdot f$ .

O valor 660 nm que o aluno leu no corpo da caneta laser é o comprimento de onda  $\lambda$ .

O prefixo nano que aparece na frente do metro quer dizer  $1 \cdot 10^{-9}$ . Logo, o comprimento de onda da radiação laser será  $\lambda = 660 \cdot 10^{-9}$  m.

Então:

$$c = \lambda \cdot f \Rightarrow 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s} = 660 \cdot 10^{-9} m \cdot f \Rightarrow f = \frac{3 \cdot 10^8}{660 \cdot 10^{-9}} \cong 4,54 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Observação: note que houve cancelamento da unidade m (metro) em ambos os lados da expressão e sobrou 1/s que equivale a Hz (hertz).

b) Encarando a radiação eletromagnética como sendo constituída de partículas (fótons) podemos usar a Quantização de Planck e, para cada partícula, supor um pacote de energia E dado por  $E = hf$ .

Então:

$$E = h \cdot f \Rightarrow E = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot s \cdot 4,54 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \cong 3,01 \cdot 10^{-19} \text{ J} \cdot s \cdot \frac{1}{s} \cong 3,01 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Observação: note que houve cancelamento da unidade s (segundo) Hz (1/s).

c) A potência total do laser foi fornecida pelo fabricante e pode ser lida pelo aluno como  $P = 1 \text{ mW} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ W}$ .

Por definição potência é dada por  $P = \Delta E / \Delta t$ .

A energia total  $\Delta E$  nesse caso será dada pela somatória da energia de todos os N de fótons emitidos no intervalo de tempo  $\Delta t$ , ou seja,  $\Delta E = N \cdot E$  onde E (a energia de cada fóton) foi calculada no item "a". Então:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{N \cdot E}{\Delta t}$$

Substituindo a potência  $P = 1 \cdot 10^{-3} \text{ W}$ , a energia  $E = 3,01 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  (por fóton) e o tempo  $\Delta t = 1 \text{ s}$  (já que queremos calcular o número de fótons a cada segundo), teremos:

$$1 \cdot 10^{-3} \frac{J}{s} = \frac{N \cdot 3,01 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ s}} \Rightarrow N = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{3,01 \cdot 10^{-19}} \cong 3,3 \cdot 10^{15} \text{ fótons}$$

Observação: note que houve cancelamento das unidades J/s (W) em ambos os lados da expressão.

Respostas

a)  $f = 4,45 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

b)  $E = 3,01 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

c)  $N = 3,3 \cdot 10^{15} \text{ fótons (a cada s)}$