

## Lista 1

1 (a) Ao passar por uma rede de difração a luz sofre difração e interferência.

(b) A equação do onda eletromagnética de Maxwell

$$\frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 E}{\partial y^2}$$

Porém a equação empírica (exp. de Hertz) e tem a estrutura igual a do onda

$$\frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$$

(c) A onda eletromagnética é bem descrita pela equação de velocidade do onda periódica

$$v = \lambda \nu \Rightarrow c = \lambda \nu$$

2- Não, dependendo da temperatura o corpo emite outras frequências de onda eletromagnética. Corpo negro é definido ser um absorvedor e emissor perfeito.

3- Porque todo corpo com uma dada temperatura emite radiação. <sup>o</sup> e não é um absorvedor perfeito. A importância desse sistema é que ele simula um corpo negro.

4-  $R_T(\nu)$  especifica a distribuição espectral da radiação do corpo negro, e é definido de forma que  $R_T(\nu)d\nu$  seja igual a energia emitida por unidade de tempo em radiação de frequência entre  $\nu + d\nu$  por unidade de área numa temperatura  $T$ .

Ao integrar  $R_T(\nu)d\nu$  para todos os valores de  $\nu$ , obtém-se a energia total emitida por unidade de tempo por unidade de área por um corpo negro na temperatura  $T$ , que é representada por  $R_T(\nu)$

Para analisar uma cavidade, é útil definir a grandeza densidade de energia  $\rho_T(\nu)$  que é a energia contida em um volume unitário da cavidade a temperatura  $T$  no intervalo  $\nu + d\nu$

Unidades:

$$R_T \Rightarrow \frac{J}{s \cdot m^2}$$

$$R_T(\nu) \Rightarrow \frac{J}{s \cdot m^2} \cdot \frac{1}{Hz}$$

$$; P_T(\nu) \Rightarrow \frac{J}{m^3} \cdot \frac{1}{Hz}$$

$$\textcircled{5. a} \lambda = 5,1 \cdot 10^{-7} m$$

• Utilizar a Lei de deslocamento de Wien

$$\lambda_{max} \cdot T = const, \quad const = 2,898 \cdot 10^{-3} m \cdot K$$

$$T = \frac{const}{\lambda_{max}} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{5,1 \cdot 10^{-7}} = 5,68 \cdot 10^3$$

$\textcircled{b}$  Pela lei de Stefan

$$R_T = \sigma T^4 \quad \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$$

$$R_T = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot (5,68 \cdot 10^3)^4 = 5,9 \cdot 10^7 \frac{W}{m^2}$$

$$\textcircled{c} E = mc^2$$

$$5,9 \cdot 10^7 \frac{W}{m^2} \quad \text{---} \quad 1 m^2$$

$$\times \quad \text{---} \quad 4\pi \left(\frac{d^2}{2}\right)^2$$

$$X = \frac{E}{s} = 4\pi \left(\frac{d^2}{2}\right)^2 \cdot R_T$$

$$\text{Área superficial} = A_s = 4\pi r^2 = 4\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$\frac{m}{s} = \frac{E}{s} \cdot \frac{1}{c^2}$$

$$\frac{m}{s} = 4\pi \left(\frac{d^2}{2}\right)^2 \cdot R_T \cdot \frac{1}{c^2}$$

$$\frac{m}{s} = 4,04 \cdot 10^9 kg/s$$

5-d)  $E_{\text{em um ano}} \text{ tem } 3,156 \cdot 10^7 \text{ s}$

$$\frac{u_m}{a} = \frac{u_m}{s} \cdot 3,156 \cdot 10^7 = 1,27 \cdot 10^{17}$$

1 ano

$$\left. \begin{array}{l} 1,27 \cdot 10^{17} \text{ — 1 ano} \\ 2 \cdot 10^{30} \text{ — } y \end{array} \right\} y = \frac{2 \cdot 10^{30}}{1,27 \cdot 10^{17}} = 1,569 \cdot 10^{13} \text{ anos}$$

$\hookrightarrow \sim 15 \text{ trilhões de anos}$

6. Pela lei de Stefan

c)  $R_r = \sigma T^4$

$$R_r = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot (2,7)^4 = 3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

a) Pela lei do deslocamento de Wien

$$\lambda_{\text{max}} T = 2,898 \cdot 10^{-3}$$

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{2,7} = 1,073 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

b)  $c = \lambda \nu$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = 2,795 \cdot 10^{11} \text{ Hz}$$

7-a) Inicialmente, calcula-se a densidade de energia na cavidade. Para isso, conta-se o número de ondas estacionárias de cada valor de frequência, e multiplica esse valor pela energia média, dividindo-o pelo volume da cavidade. Escreve-se o número de ondas estacionárias para o caso tridimensional e encontra-se a energia média de cada onda estacionária. Admitindo que a distribuição de energia é contínua, soma-se para todos os valores integrando. Com isso, escreve-se  $\rho_r(\nu) d\nu$ .

(3)

b) O problema está na hipótese de que a distribuição de energia é contínua

c) A hipótese de que a energia só assume valores discretos.

8-  $R_T(\nu) d\nu = \left(\frac{c}{4}\right) A(\nu) d\nu$

$$R_T(\nu) d\nu = \left(\frac{c}{4}\right) \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \cdot \frac{h\nu}{e^{h\nu/KT} - 1} d\nu$$

$$\int_0^\infty R_T(\nu) d\nu = \int_0^\infty \left(\frac{c}{4}\right) \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \cdot \frac{h\nu}{e^{h\nu/KT} - 1} d\nu$$

$$R_T = \int_0^\infty \frac{2\pi h}{c^2} \frac{\nu^3}{e^{h\nu/KT} - 1} d\nu$$

$$; \int_0^\infty \frac{x^3}{e^x - 1} dx = \frac{\pi^4}{15}$$

$$u = \frac{h\nu}{KT}, \quad du = \frac{h}{KT} d\nu, \quad \nu = \frac{uKT}{h}, \quad d\nu = du \cdot \frac{KT}{h}$$

$$R_T = \frac{2\pi h}{c^2} \cdot \left(\frac{KT}{h}\right)^4 \int_0^\infty \frac{u^3}{e^u - 1} du = \frac{2\pi}{c^2} \cdot \frac{(KT)^4}{h^3} \cdot \frac{\pi^4}{15} = \frac{2\pi^5}{15c^2 h^3} (KT)^4$$

$$\sigma = \frac{2\pi^5 K^4}{15c^2 h^3}$$

9-  $100g$  ;  $1m$  ;  $\theta = 10^\circ$

Sabemos que a menor variação de energia é dado por  $E = h\nu$

$\nu = \frac{1}{T}$  ;  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$   $\rightarrow$  aproximação para baixos ângulos

$T = 2\pi \sqrt{\frac{1}{30}} \approx 2$  , pois  $\sqrt{g} \approx \pi$

$E = \frac{h}{2} = 3,3 \cdot 10^{-34} J$

10-  $E = nh\nu \Rightarrow n = \frac{E}{h\nu} = \frac{0,015}{3,3 \cdot 10^{-34}} = 4,5 \cdot 10^{31}$