

Introdução à Física Quântica - Prova 1

Prof. Marco Polo

24 de setembro de 2014

Início: 8:00 - duração: 2:00 horas

Só serão consideradas as respostas que forem devidamente justificadas.

É recomendável o uso de calculadoras. Considere $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s, $c = 3 \times 10^8$ m/s, $\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$ W/m²·K⁴, constante de Wien = $2,898 \times 10^{-3}$ m·K, $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg, $k = 9 \times 10^9$ N·m²/C², $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C, $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19}$ J.

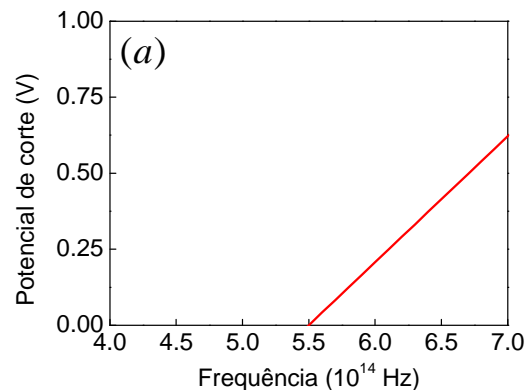
Questão 01: Radiação de corpo negro

Considere uma barra de ferro em forma de paralelepípedo, de arestas 10 cm, 10 cm e 80 cm, aquecida a uma temperatura de 1000 K. Suponha que essa barra se comporta como um corpo negro, emitindo luz isotropicamente. À noite, você observa a barra a uma distância $d = 50$ m com a pupila do seu olho dilatada a um raio $r = 3$ mm.

- (a) (1,0 pontos) Qual é a potência total emitida pela barra?
 (b) (1,0 pontos) Qual é a potência da radiação que entra no seu olho?
 (c) (1,0 pontos) Em que comprimento de onda a barra emite radiação com mais potência?
 (d) (1,0 pontos) Supondo que todos os fótons possuem o comprimento de onda máximo, quantos fótons emitidos pela barra entram no seu olho por segundo?

Questão 02: Efeito fotoelétrico

A figura (a) mostra o potencial de corte em função da frequência da luz que incide em um certo metal.



(b)

Metal	Césio	Potássio	Sódio	Lítio
Função trabalho (eV)	2,145	2,242	2,279	2,428

- (a) (1,0 pontos) Compare o gráfico (a) com a tabela (b) e identifique o metal.
 (b) (1,0 pontos) Calcule o comprimento de onda máximo para o qual o efeito elétrico é observado nesse metal.
 (c) (1,5 pontos) Suponha que uma radiação no comprimento de onda de 200 nm incide nesse metal. Calcule a velocidade máxima dos elétrons ejetados.

Questão 03: Átomos de Rydberg

A partir da década de 1970, os físicos conseguiram produzir em laboratório átomos gigantes conhecidos como *átomos de Rydberg*, que podem ter um raio muito grande, da ordem de micrômetros. Suponha um átomo de Rydberg de hidrogênio com $1 \mu\text{m}$ de raio.

- (a) (1,0 pontos) Calcule o número quântico n desse átomo.
 (b) (1,5 pontos) Calcule a energia desse átomo em eV.

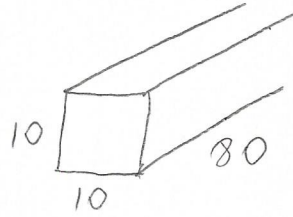
GABARITO

1

$$1. A = 2.100 \text{ cm}^2 + 4.800 \text{ cm}^2$$

$$A = 3400 \text{ cm}^2$$

$$T = 1000 \text{ K}$$



$$A) R = \sigma T^4 = \frac{P}{A}$$

$$P = A \sigma T^4$$

$$P = 0,34 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1000^4$$

$$P = 19278 \text{ W}$$

$$B) P_0 = \left(\frac{\pi r^2}{4\pi d^2} \right) P$$

$$P_0 = \frac{r^2 P}{4d^2} \quad \begin{array}{l} r = 3 \text{ mm} \\ d = 50 \text{ m} \end{array}$$

$$P_0 = 1,73 \cdot 10^{-5} \text{ W}$$

$$C) \lambda_m T = 2,898 \cdot 10^{-3}$$

$$\lambda_m = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{1000}$$

$$\lambda_m = 2898 \text{ nm}$$

$$D) E = mhc = \frac{mhc}{\lambda}$$

$$P_0 = \frac{E}{\Delta t} \Rightarrow \frac{mhc}{\lambda \Delta t} = P_0$$

$$\rightarrow m = \frac{P_0 \cdot \lambda \Delta t}{hc}$$

$$m = \frac{1,73 \cdot 10^{-5} \cdot 2898 \cdot 10^{-9} \cdot 1}{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}$$

$$m = 2,5 \cdot 10^{14}$$

$$2- eV_0 = hf - \phi$$

$$A) V_0 = \frac{hf}{e} - \frac{\phi}{e}$$

$$\text{PARA } V_0 = 0, f = 5,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \Rightarrow$$

$$hf = \phi \Rightarrow$$

$$\phi = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 5,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\phi = 3,65 \cdot 10^{-19} \text{ J ou}$$

$$\phi = 2,279 \text{ eV} \Rightarrow \boxed{55010}$$

$$B) hf \geq \phi \Rightarrow$$

$$\frac{hc}{\lambda} \geq \phi$$

$$\lambda \leq \frac{hc}{\phi}$$

$$\lambda \leq \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3,65 \cdot 10^{-19}}$$

$$\lambda \leq 545 \text{ nm} \Rightarrow$$

$$\boxed{\lambda_m = 545 \text{ nm}}$$

C) A ENERGIA É MÁXIMA QUANDO $V_0 = 0 \Rightarrow$

$$E_c = \frac{hc}{\lambda} - \phi$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - \phi \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{\frac{2}{m} \left(\frac{hc}{\lambda} - \phi \right)} \Rightarrow \boxed{V_m = 1,18 \cdot 10^6 \text{ m/s}}$$

(3)

$$3- \quad E_n = - \frac{m k^2 e^4}{2 \hbar^2 n^2}$$

$$R_n = \frac{m^2 \hbar^2}{m k e^2}$$

$$A) \quad n = \sqrt{m k R e} / \hbar$$

$$n = \sqrt{\frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}}{6,63 \cdot 10^{-34}}} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 3,14$$

$$\boxed{n \approx 137}$$

$$B) \quad E_{137} = \frac{-9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (9 \cdot 10^9)^2 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^2}{2 \left(\frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{2\pi} \right)^2 \cdot 137^2}$$

$$\boxed{E_{137} = -0,00072 \text{ eV}}$$