# *Física IV para Engenharia Elétrica*

**IFUSP - 4320293**

P2 – 15/10/2014

- ***A prova tem duração de 120 minutos. Resolva cada questão na folha correspondente. Use o verso se necessário. Escreva de forma legível.***
- ***É permitido o uso de Calculadora; mas não o seu empréstimo. Não é permitido o uso de Celular***
- ***Justifique suas respostas. Não basta copiar a fórmula do formulário.***
- ***Seja ético: a prova é individual e sem consulta a anotações ou qualquer outro material.***

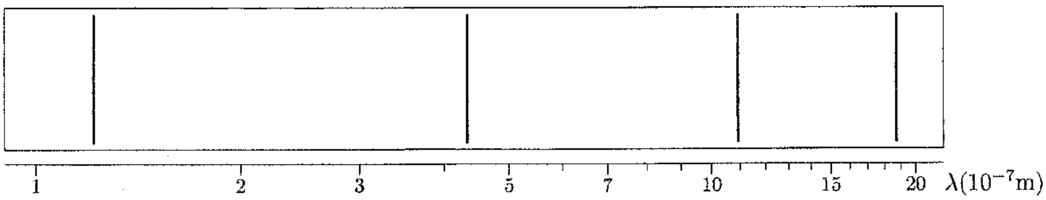
| Nome | Assinatura | No. USP | Turma |
|---|---|---|---|
| | | | |

***Q1.*** Segundo o modelo de Bohr, o elétron de um átomo de hidrogênio possui estados correspondentes a órbitas circulares bem definidas em torno do próton (em repouso) com momentos angulares $L = mvr = n\hbar$

(1,0) a) Lembrando que $E = E_{cin} + E_{pot} = \frac{p^2}{2m} - \frac{Ke^2}{r}$; $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ mostre, analisando as forças que agem no sistema, que a energia total do sistema pode ser escrita como $E_n = -\frac{Ke^2}{2r_n}$; onde $r_n = a_0 n^2$ e $a_0 = \frac{\hbar^2}{mKe^2}$ = 0,53 A

(0,5) b) Dado que $\frac{Ke^2}{2a_0}$ = 13,6 eV, determine a energia do átomo de hidrogênio no estado quântico $n = 3$. Pelo modelo de Bohr, a que distância o elétron encontra-se do núcleo quando o sistema estiver neste estado?

(1,0) c) Um detetor de fótons é utilizado para determinar o comprimento de onda de algumas linhas do espectro de emissão do átomo de hidrogênio. O resultado é apresentado na figura abaixo, em uma escala logarítmica. Desenhe na sua folha de prova um diagrama esquemático dos níveis de energia do átomo de hidrogênio (segundo o modelo de Bohr) e indique cada uma destas transições por uma seta apontando do nível inicial ao nível final. Justifique suas respostas.



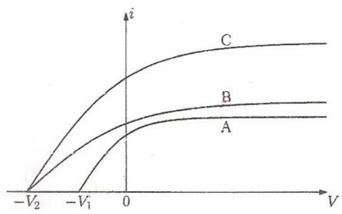

***Q2.*** **–** Considere que a superfície do Sol irradia aproximadamente como um corpo negro à temperatura T = 6.000 *K*. O raio do Sol é de $R_S = 6,4 \times 10^8$ m e ele encontra-se a $D_{ST} = 1,5 \times 10^{11}$ m da Terra.

(1,0) a) Qual é o comprimento de onda ( $\lambda_{max}$) do pico da distribuição da irradiação solar?

(0,5) b) Determine a potência total irradiada pelo Sol e compare seu resultado com a potência produzida pela *Usina Hidroelétrica de Itaipú*, que é de $1,4 \times 10^4$ MW.

(1,0) c) Se toda a energia radiante do Sol fosse emitida no comprimento de onda dominante, calculado no item (a), quantos fótons estariam sendo emitidos por segundo? Quantos atingiriam o telhado de uma casa na Terra, que tem 5 m$^2$ de área?

***Q3.*** **–** Em uma experiência para observar o efeito fotoelétrico e determinar a função trabalho de um metal, obtiveram-se as curvas da figura ao lado para a corrente fotoeletrônica em função do potencial aplicado. As três curvas (A, B e C) foram obtidas usando duas cores, de comprimentos de onda $\lambda_1$ = 413 nm e $\lambda_2$ = 620 nm, além de dois feixesluminosos de potências $P_1$ = 1,0 W e $P_2$ = 2,0 W.

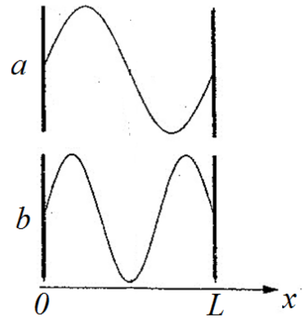



(1,0) a) Qual é a energia dos fótons de cada feixe? Qual é o número de fotoelétrons (por segundo) que o feixe de maior potência consegue arrancar do metal, sabendo-se que a probabilidade de um elétron ser arrancado por um fóton de comprimento de onda $\lambda_1$ deste feixe é de 0,01%?

(1,0) b) Associe a cada uma das três curvas o comprimento de onda e a potência da luz utilizada. Justifique a sua resposta.

(0,5) c) Dado que o potencial de freiamento $V_1$ vale 1,2 V, calcule a função trabalho do metal, em elétron-Volts.

***Q4.*** – Quando a função de onda para uma partícula de massa *m*, contida em uma caixa unidimensional de paredes infinitas, tem a forma da figura *a*, sua energia total é de 6,0 eV.




(0,5) a) Sabendo-se que $\lambda_n = \dfrac{2L}{n}$, mostre que a energia da partícula, em qualquer estado permitido, é dada por: $E_n = \dfrac{h^2 n^2}{8mL^2}$.

(1,0) b) Qual é a energia total da partícula (em *eV*) quando o sistema se encontra no estado representado pela função de onda da figura *b*?

(1,0) c) Prove que a função de onda $\psi = A\, sen\,(\dfrac{2\pi}{L}x)$ é solução da equação de Schrödinger independente do tempo para o estado quântico da partícula representado na figura *a*. Determine, em seguida, o valor da constante *A*?

## Constantes e Formulário

$c$ = 3 x $10^8$ m/s

$m_e$ = 9 x $10^{-31}$ Kg

$e$ = 1,6 x $10^{-19}$ C

$K$ = 1,38 x $10^{-23}$ J/K

$\sigma$ = 5,7 x $10^{-8}$ W/m$^2$.K$^4$

$h$ = 6,6 x $10^{-34}$ J.s

1 eV = 1,6 x $10^{-19}$ J

$$\vec{D} = \epsilon\vec{E} \quad ; \quad \vec{B} = \mu\vec{H}$$

$$E = vB$$

$$\vec{\nabla}\cdot\vec{D} = \rho$$

$$\vec{\nabla}\cdot\vec{B} = 0$$

$$\vec{\nabla}\times\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla}\times\vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial\vec{D}}{\partial t}$$

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu}\vec{E}\times\vec{B}$$

$$U = \frac{Ke^2}{r}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \cos(\vec{k}\cdot\vec{r} - \omega t)$$

$$\vec{B} = \vec{B}_0 \cos(\vec{k}\cdot\vec{r} - \omega t)$$

$$\omega = 2\pi f \quad ; \quad n = c/v$$

$$\lambda = cT \quad ; \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$I = \overline{S} = \frac{nE_0^2}{2\mu_0 c}$$

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

$$\lambda_{max}\,.\,T \sim 0{,}29 \text{ x } 10^{-2}\ m\,.\,K$$

$$E = hf \ ;\ \lambda = c/f$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\psi}{dx^2} + U\psi = E\psi$$

$$\lambda' - \lambda_0 = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$$

$$K_{máx} = hf - \phi$$

$$W = -q\int \vec{E}\cdot d\vec{l} = (q)(\Delta V)$$

$$\int u\,v' = u\,v - \int u'\,v$$

$$E_n = -\frac{Ke^2}{2a_0}\frac{1}{n^2} = -\frac{13{,}6}{n^2}(eV)$$

$$p = \frac{h}{\lambda} = \hbar k$$

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2} \quad ; \quad \Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$$

$$\hbar = \frac{h}{2\pi}$$

$$\psi(x,t) = Ae^{i(kx - \omega t)}$$

$$\psi = A\cos(kx - \omega t)$$

$$\langle f(x)\rangle = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)|\psi|^2 dx$$

cos ($A$±$B$) = cos$A$ cos$B$ ∓ cos$B$ sen$A$

sen ($A$±$B$) = sen$A$ cos$B$ ± sen$A$ cos$B$