

**Pré Lista de Exercícios de Interações Atômicas e Moleculares - 1º quadrimestre 2014**

**Questões**

1-(a) Qual é a velocidade de um elétron cujo comprimento de onda é 3,00 cm? (b) Qual a velocidade de um próton com o mesmo comprimento de onda? (c) Qual a razão para obter velocidades que diferem por três ordens de grandeza, uma vez que os comprimentos de onda são iguais? (d) Considere que um elétron e um próton tenham a mesma velocidade  $v = 1,00 \times 10^6$  m/s. Quais os respectivos comprimentos de onda? (d) Nessas condições, você esperaria que efeitos quânticos fossem mais importantes para o elétron ou para o próton? Justifique sua resposta.

2-)Uma lâmpada de sódio emite luz amarela com comprimento de onda  $\lambda = 550$  nm. Quantos fótons são emitidos por segundo, se a potência da lâmpada for de (a) 1,00 W? e (b) 100 W? (c) Qual o momento linear dos fótons emitidos pela lâmpada de sódio? (d) Sabendo que os fótons são emitidos por uma transição entre dois níveis eletrônicos do átomo de sódio, obtenha a diferença entre esses níveis de energia.

3-)Considere que a função de onda de um elétron confinado em uma caixa unidimensional de comprimento  $L$  seja dada por:

$$\psi(x) = \cos\left(\frac{\pi x}{L}\right); \quad -L/2 \leq x \leq +L/2$$

$$\psi(x) = 0, \quad |x| > L/2$$

(a) Essa função de onda é quadraticamente integrável? (b) Essa função de onda é normalizada? (c) Em caso negativo, normalize-a. d) Qual a probabilidade de encontrar o elétron nos seguintes intervalos:  $-L/2 \leq x \leq 0$ ,  $0 \leq x \leq L/2$ ,  $-L/4 \leq x \leq +L/4$ ?

4-)Em cada caso, mostre que  $f(x)$  é uma autofunção do operador dado. Ache o autovalor:

$\hat{A}$	$f(x)$
(a) $\frac{d^2}{dx^2}$	$\cos \omega x$
(b) $\frac{d}{dt}$	$e^{i\omega t}$
(c) $\frac{d^2}{dx^2} + 2\frac{d}{dx} + 3$	$e^{\alpha x}$
(d) $\frac{\partial}{\partial y}$	$x^2 e^{6y}$

5-)Mostre que

a-)

$$\int_0^a \text{sen}^2 \frac{n\pi x}{a} dx = \frac{a}{2}$$

2

**b-)**

$$\int_0^a x \operatorname{sen}^2 \frac{n\pi x}{a} dx = \frac{a^2}{4}$$

**c-)**

$$\int_0^a x^2 \operatorname{sen}^2 \frac{n\pi x}{a} dx = \left(\frac{a}{2\pi n}\right)^3 \left(\frac{4\pi^3 n^3}{3} - 2\pi n\right)$$

**6-)** **a)** Mostre que a função de onda  $\Psi(x, t) = Ae^{(kx-\omega t)}$  não satisfaz a equação de Schrödinger dependente do tempo.

**b)** Mostre que a função  $\Psi(x, t) = Ae^{i(kx-\omega t)}$  satisfaz tanto a equação de Schrödinger dependente do tempo quanto a equação de onda clássica

$$\frac{\partial^2 \Psi(x, t)}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Psi(x, t)}{\partial t^2}$$

**7-)** Determine **a)**  $\langle x \rangle$ ; **b)**  $\langle x^2 \rangle$  Para o segundo estado excitado ( $n=3$ ) de um poço quadrado infinito.

**8-)** Uma partícula se encontra em um poço quadrado infinito de largura  $L$ . Calcule a energia do estado fundamental (a) Se a partícula é um próton e  $L=0,1$  nm, o tamanho aproximado de uma molécula; (b) Se a partícula é um próton e  $L=1$  fm, o tamanho aproximado de um núcleo

**9-)** Alguns dados para a energia cinética dos elétrons ejetados com função do comprimento de onda da radiação incidente do efeito fotoelétrico para o sódio metálico são:

$\lambda/\text{nm}$	100	200	300	400	500
Energia /eV	10,1	3,94	1,88	0,842	0,222

Faça o gráfico destes dados e obtenha  $h$  e a função trabalho do metal  $\phi$ .

**10-)** Calcule  $\sigma_x = \sqrt{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2}$ ,  $\sigma_p = \sqrt{\langle p^2 \rangle - \langle p \rangle^2}$  e  $\sigma_x \sigma_p$  para a função de onda do estado fundamental do poço quadrado infinito.

**11-)** Obtenha a equação para as energias permitidas de uma partícula em uma caixa unidimensional, assumindo que a partícula é descrita por ondas estacionárias de de Broglie dentro da caixa