**Física para Ciências Biológicas - 2017**
**Lista de Exercícios 4C - Casa**
**Data: Junho de 2017**

1. Para um sistema quântico oscilante que podemos considerar harmônico, com massa equivalente a $m = m_p$ (próton) e frequência $\omega = 2\pi \times 10^{12} rad/s$,
   (a) Monte a equação de Schroedinger independente do tempo;
   (b) Mostre que a seguinte função de onda é uma das soluções da equação do item (a):
   $$\Psi(x) = \left(\frac{m\omega}{\pi\hbar}\right)^{1/4} \mathrm{e}^{-\frac{m\omega}{2\hbar}x^2}$$
   (c) Qual o número quântico $n$ associado a esse estado?
   (d) Qual a energia associada a esse estado quântico, em $eV$ ?
   (e) Qual o limite clássico de movimento (oscilação), em $nm$?
   (f) Grafique a função densidade de probabilidade para a oscilação (escolha unidades apropriadas).

2. Considere no átomo de hidrogênio o conjunto das transições que são decaimentos para o nível $n = 2$ (série de Balmer). Calcule o comprimento de onda, a frequência e a energia das três primeiras linhas da série. Elas estão em que faixa do espectro eletromagnético?

3. Dado o número atômico, Z, do seguintes elementos: F (Z= 9), Ne (Z= 10), Na (Z = 11), Mg (Z=12).
   (a) Dê a configuração eletrônica de cada elemento.
   (b) Qual deles deve ter a maior energia de ionização? Justifique.
   (c) Qual deles deve ter a maior afinidade eletrônica? Justifique.

### Unidades

| | | |
|---|---|---|
| Newton $1N = 1kg.m/s^2$ | Joule $1J = 1N.m$ | Watt $1W = 1J/s$ |
| Volt $1V = 1J/C$ | Farad $1F = 1C/V$ | Debye (não SI) $1D \simeq 3,33^{-30}C.m$ |
| Eletronvolt $1eV = 1,6 \times 10^{-19}J$ | | $1J = 0,624 \times 10^{19}eV$ |
| $1mol = 6,022 \times 10^{23}$ | $e \approx 2,718$ | |
| $1pX = 10^{-12}X$ | $1nX = 10^{-9}X$ | $1\mu X = 10^{-6}X$ |
| $1mX = 10^{-3}X$ | $1kX = 10^{3}X$ | $1MX = 10^{6}X, \ \forall X$ |

**Constantes Físicas Selecionadas**

| | | |
|---|---|---|
| $G = 6,67 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$ | $\varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} C^2/Nm^2$ | $1/(4\pi\varepsilon_0) \approx 9 \times 10^9 Nm^2/C^2$ |
| $c = 2,998 \times 10^8 m/s$ | $e = 1,6 \times 10^{-19} C$ | $\hbar = h/(2\pi)$ |
| $m_e = 9,109 \times 10^{-31} kg$ | $m_n \approx m_p = 1,675 \times 10^{-27} kg$ | $h = 4.135 \times 10^{-15} eV.s$ |
| $a_0 = 0.0529 nm$ | | |

**Formulário:**

| | | |
|---|---|---|
| $\vec{F} = m\vec{a}$ | $\vec{P} = m\vec{v}$ | |
| $v_x = \frac{dx}{dt}$ | $a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$ | |
| $v = \omega R = \frac{d\theta}{dt} R$ | $\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x$ | $\omega = \sqrt{k/m}$ |
| $x(t) = A\cos(\omega t + \phi) + B$ | $x(t) = A\sin(\omega t + \phi) + B$ | |
| $\frac{df(g(x))}{dx} = \frac{df}{dg}\frac{dg}{dx}$ | $\frac{d}{dx}\alpha x^n = \alpha n x^{n-1}$ | |
| $\frac{d}{dx}\sin(ax+b) = a\cos(ax+b)$ | $\frac{d}{dx}\cos(ax+b) = -a\sin(ax+b)$ | $i^2 = -1$ |
| $\vec{F}_G = \frac{GMm}{r^2}\hat{e}$ | $\vec{F}_E = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Qq}{r^2}\hat{e}$ | $\vec{p} = q\vec{d}$ |
| $\vec{F}_E = q\vec{E}$ | $\vec{E} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\vec{p}}{r^3}$ | $\Phi_{(\text{sup})} = \frac{Q_{(\text{int})}}{\epsilon_0}$ |
| $Z = R + iI$ | $Z^* = R - iI$ | $\|Z\|^2 = Z^* Z$ |
| $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r}$ | $W = \Delta K$ | $W = -\Delta U$ |
| $K = \frac{1}{2}mv^2$ | $U_g = mgh$ | $U_x = \frac{1}{2}kx^2$ |
| $E_T = K + U$ | $V = Ed$ | $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$ |
| $C = \frac{Q}{V}$ | $I = \frac{V}{R}$ | $\frac{d}{dt}U = VI = P$ |
| $\vec{J} = \sigma\vec{E}$ | $\frac{dQ(t)}{dt} = -\frac{1}{RC}Q(t)$ | $I(t) = I_0 e^{-\frac{t}{t_c}}$ |
| $y(x,t) = A\cos(kx - \omega t + \phi)$ | $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ | $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ |
| $\|v\| = \lambda f = \lambda/T = \omega/k$ | $v = \sqrt{\mathcal{T}/\mu}$ | |
| $\frac{d^2}{dt^2}y(x,t) = v^2\frac{d^2}{dx^2}y(x,t)$ | $\varepsilon = \frac{\Delta E}{\Delta x} = \frac{1}{2}\mu\omega^2 A^2$ | $P = \varepsilon v$ |
| $y = A\cos(kx - \omega t + \phi_1 + \nu)$ | $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\phi_2 - \phi_1)$ | |
| $\sin\nu = \frac{A_2}{A}\sin(\phi_2 - \phi_1)$ | $y = 2A\cos(\frac{\Delta k}{2}x - \frac{\Delta\omega}{2}t)\cos(\bar{k}x - \bar{w}t)$ | |
| $\bar{\omega} = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$ ; $\bar{k} = \frac{k_1 + k_2}{2}$ | $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$ ; $\Delta k = k_2 - k_1$ | |
| $v_f = \bar{w}/\bar{k}$ ; $v_g = \Delta\omega/\Delta k$ | $d\sin\theta = n\lambda$ ; $d\sin\theta = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda$ | |
| $m(v) = m_0/\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ | $E = pc$ | $E = hf$ |
| $E_f = W + E_e = W + eV_{\text{corte}}$ | $p = h/\lambda$ | $\Delta x \Delta p_x \geq \hbar$ |
| $-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial x^2}\Psi(x,t) + V(x,t)\Psi(x,t) = i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\Psi(x,t)$ | | $P(x) = \|\psi(x)\|^2$ |
| $-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial x^2}\psi(x) + V(x)\psi(x) = E\psi(x)$ | | $P(\text{a-b}) = \int_a^b P(x)dx$ |
| $E_n = \frac{\hbar^2\pi^2}{2mL^2}\, n^2$ | $E_n = (n + \frac{1}{2})hf = (n + \frac{1}{2})\hbar\omega$ | $E_n = \frac{(Ze)^2}{a_0 8\pi\epsilon_0}\frac{1}{n^2}$ |