**Gabarito – P2(noite) – 1º. Sem. 2011**

**1º.)** Desprezando efeitos gravitacionais, temos no referencial "Marvin": $\upsilon_x = 0; \upsilon_y = c$

No referencial "Dodgers": $\begin{cases} \upsilon_x' = (\upsilon_x - u)/(1 - \upsilon_x u/c^2) = (0-u)/(1-0\cdot u/c^2) = -u \\ \upsilon_y' = (\upsilon_y)/[\gamma(1-\upsilon_x u/c^2)] = c/[\gamma(1-0\cdot u/c^2)] = c\sqrt{1-\left(\frac{u}{c}\right)^2} \end{cases}$

$$\upsilon = \sqrt{\upsilon_x{}^2 + \upsilon_y{}^2} = \sqrt{0+c^2} = c; \upsilon' = \sqrt{(\upsilon_x')^2 + (\upsilon_y')^2} = \sqrt{u^2 + c^2\left(1-\left(\frac{u}{c}\right)^2\right)} = \sqrt{u^2+c^2-u^2} = c$$

É o resultado esperado. Um dos postulados de Einstein diz: a velocidade da luz é a mesma em qualquer referencial inercial.

**2º.)** De acordo com o gráfico, a frequência de corte é ≈ 4,5 x $10^{14}$ Hz. $\phi = h \cdot \nu_0 =$ 6,63 x $10^{-34}$ x 4,5 x $10^{14}$ = 2,98 x $10^{-19}$ Joule ou 1,86 elétron-volt.

**3º.)** a) Nas regiões do espaço onde $U(x) = \infty$ temos que probabilidade de encontrar a partícula é nula. Assim nessas região, fora do poço, temos que $|\varphi(x)|^2 = 0 \rightarrow \varphi(x) = 0$. Na região onde $U(x) = 0$, dentro do poço, temos da eq. de Schrödinger: $\left[-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2}\right]\varphi(x) = E\varphi(x)$, que é a equação da partícula livre (temos apenas o termo de energia cinética) cuja solução geral é $\varphi(x) = \varphi_1 \exp(ikx) + \varphi_2 \exp(-ikx)$.

b) As condições de contorno necessárias são: $\varphi_{x<0}(x=0) = \varphi_{0\le x\le L}(x=0)$ e $\varphi_{0\le x\le L}(x=L) = \varphi_{x>L}(x=L)$.

A primeira condição nos dá: $0 = \varphi_1 \exp(ik\cdot 0) + \varphi_2 \exp(-ik\cdot 0) = \varphi_1 + \varphi_2 \rightarrow \varphi_1 = -\varphi_2$. A segunda nos dá:

$$\varphi_1 \exp(ik\cdot L) + \varphi_2 \exp(-ik\cdot L) = 0 \rightarrow \varphi_1[\exp(ik\cdot L) - \exp(-ik\cdot L)] = 2i\varphi_1 \mathrm{sen}(k\cdot L) = 0 \Leftrightarrow k\cdot L = n\pi \quad (n = 1,2,3...)$$

Então temos: $\varphi(x) = \varphi_1 \exp(ik\cdot x) + \varphi_2 \exp(-ik\cdot x) = 2i\varphi_1 \mathrm{sen}(k\cdot x) = 2i\varphi_1 \mathrm{sen}\left(\frac{n\pi}{L}\cdot x\right) = A\mathrm{sen}\left(\frac{n\pi}{L}\cdot x\right)$

c) Uma das maneiras de se chegar aos auto-estados de energia é substituindo as auto-funções (item b) na eq.de Schrödinger dentro do poço:

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2}\right]\varphi(x) = E\varphi(x) \rightarrow -\frac{\hbar^2}{2m}\cdot\frac{d^2}{dx^2}\left\{A\mathrm{sen}\left(\frac{n\pi}{L}\cdot x\right)\right\} = \frac{\hbar^2}{2m}\cdot\left(\frac{n\pi}{L}\right)^2\cdot A\mathrm{sen}\left(\frac{n\pi}{L}\cdot x\right) = E\cdot A\mathrm{sen}\left(\frac{n\pi}{L}\cdot x\right)$$

$$\frac{\hbar^2}{2m}\cdot\left(\frac{n\pi}{L}\right)^2 = E \rightarrow \left(\frac{h}{2\pi}\right)^2\cdot\frac{1}{2m}\left(\frac{n\pi}{L}\right)^2 = \frac{h^2 n^2}{8mL^2} = E$$

**4o.)** $E_{n=2} = -13{,}6 \cdot \left(\dfrac{Z}{n=2}\right)^2 (\text{eV}) = -30{,}6\ \text{eV} \rightarrow Z = \sqrt{\dfrac{4 \times 30{,}6}{13{,}6} = 3}$

$r_{n=5} = 5 \times 10^{-11} \cdot \dfrac{(n=5)^2}{Z=3} (\text{m}) \rightarrow r_{n=5} = 4{,}17 \times 10^{-10}\,\text{m}$

**5º.)** Para o estado fundamental:

$n = 1 \rightarrow l = 0 \rightarrow\ j = l + \dfrac{1}{2} = 1/2$ ou $j = \left| l - \dfrac{1}{2} \right| = 1/2$. Como $l = 0$ representa $S \rightarrow 1S_{1/2}$

Para o primeiro estado excitado:

$n = 2 \rightarrow l = 0 \rightarrow\ j = l + \dfrac{1}{2} = 1/2$ ou $j = \left| l - \dfrac{1}{2} \right| = 1/2$. Como $l = 0$ representa $S \rightarrow 2S_{1/2}$

$n = 2 \rightarrow l = 1 \rightarrow\ j = l + \dfrac{1}{2} = 3/2$ ou $j = \left| l - \dfrac{1}{2} \right| = 1/2$. Como $l = 1$ representa $P \rightarrow 2P_{1/2}$ e $2P_{3/2}$