Problemas de revisão para o segundo teste:

1. Astrónomos estimam que a potência radiada pelo nosso Sol é cerca de $3.8\text{x}10^{26}$ Watts, enquanto o raio do Sol é cerca de $7\text{x}10^{8}$ m.
(a) Assumindo que o Sol radia como um corpo negro com uma emissividade igual á 1 estimar a temperatura da superfície do Sol.
(b) Qual comprimento de onda corresponde ao pico do espetro da radiação solar?
(c) Imagine que Elon Musk quer construir uma fabrica na Marte e necessita 10^{6} watts de potência elétrica que pretende obter através paneis solares. A distância média entre o Sol e Marte é $2.28\text{x}10^{11}$m. Se a eficiência dos paneis solares for 10% estimar a área total de paneis solares que será necessário.

2. Numa experiência do efeito fotoelétrico, quando uma fonte da radiação com um comprimento de onda, λ, ilumina o metal a tensão de corte é 1 Volt. Quando radiação com o comprimento de onda reduzida para uma metade, $\lambda / 2$ é usada a tensão de corte é 4.0 Volts. Determinar a função do trabalho do metal.

3. Um eletrão *($mc^2 = 511$ keV)* é confinado num espaço com uma dimensão atómica, $\Delta x = a_B = 5.3 \text{ x}10^{-11}$ m.
(a) Qual é a incerteza mínima no momento linear do eletrão em eV/c?
(b) Reconhecendo que $\Delta p^2 = \langle p^2 \rangle - \langle p \rangle^2$ e que o valor médio do momento linear do eletrão $\langle p \rangle = 0$ (pois é confinado) estime a energia cinética mínima (em eV) do eletrão devido este confinamento.
(c) Comente se esta é uma estimativa razoável para a ordem de grandeza de energia cinética de um eletrão num átomo.

4. Considere um ião com 1 único eletrão e Z protões no núcleo. No modelo de Bohr,
o eletrão se encontra num estado estacionário com uma energia total = – 7.65 eV e um momento angular = 4 .
(a) Achar o valor numérico de Z para este ião.
(b) No âmbito do modelo de Bohr qual é o raio do orbito do eletrão neste estado estacionário?
(c) Determinar a velocidade do eletrão neste estado (no âmbito do modelo de Bohr) expresso como uma fração da velocidade da luz (v/c).
(d) O eletrão transita para um estado inferior e um fotão é emitido. Determinar o comprimento de onda do fotão com menor energia que possa ser emitida.

Formulário:

$c \approx 3x10^{8} m/s$; $k_B = 1.38x10^{-23} J/K$; $\sigma = 5.67x10^{-8} W/m^2/K^4$

$h = 6.63x10^{-34} J \cdot s$ $\hbar = 1.05x10^{-34} J \cdot s$ $1eV = 1.6x10^{-19} J$ $e = 1.6x10^{-19} C$

massa do eletrão: $m_e = 9.1x10^{-31} kg$; massa do protão: $m_p = 1.67x10^{-27} kg$

$\gamma = 1/\sqrt{1-\beta^2}$; $\beta = v/c$ Contração do comprimento: $\Delta L_0 = \gamma \Delta L$

Dilatação do tempo: $\Delta t = \gamma \Delta t_0$ Efeito do relógio atrás estar adiantado: vL_0/c^2

Transformações do Lorentz:

$$\Delta x = \gamma\left[\Delta x' + \beta\left(c\Delta t'\right)\right] \quad \Delta y = \Delta y';$$
$$c\Delta t = \gamma\left[\beta\Delta x' + \left(c\Delta t'\right)\right] \quad \Delta z = \Delta z'$$

Soma das velocidades longitudinais: $u' = \left(\mathrm{v+u}\right)/\left(1+u\mathrm{v/c}^2\right)$

Intervalo invariante: $\Delta s^2 = \left(c\Delta t\right)^2 - \left[\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2\right]$

Efeito Doppler longitudinal: $f_{observada} = \sqrt{\dfrac{1 \pm \beta}{1 \mp \beta}}\, f_{emitida}$

Produto invariante entre 2 tetra-vetores: $\mathbf{A} \bullet \mathbf{B} = \mathrm{A}_t\mathrm{B}_t - (\mathrm{A}_x\mathrm{B}_x + \mathrm{A}_y\mathrm{B}_y + \mathrm{A}_z\mathrm{B}_z)$

Tetra-vetor energia momento: $P = \left(E/c, \vec{p}\right) = \left(\gamma mc, \gamma m\vec{\mathrm{v}}\right)$

$E^2 = p^2c^2 + m^2c^4$; $\dfrac{\vec{\mathrm{v}}}{c} = \dfrac{c\vec{p}}{E}$ Energia cinética: $E - mc^2$ Fotões não têm massa.

Lei de Stefan-Boltzmann: $\text{Potência/área} = \varepsilon\sigma \mathrm{T}^4$ Lei de Wien: $\lambda_{\max} T = 2.9\, x10^{-3}\ m \cdot K$

Fotões: $E = hf = 1240\left(eV \cdot nm\right)/\lambda$ $f\lambda = c$ $p = h/\lambda$

Efeito fotoelétrico: $KE_{\max} = eV_{travagem} = hf - \Phi$ Efeito Compton: $\lambda' - \lambda = \dfrac{h}{m_e c}\left(1 - \cos\theta\right)$

Coulomb: $F = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{qQ}{r^2}$; Energia Potencial: $E = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{qQ}{r}$; $\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^{9}\ \dfrac{N \cdot m^2}{C^2}$

Espetro de Hidrogénio: $\dfrac{1}{\lambda_{mn}} = R\left(\dfrac{1}{m^2} - \dfrac{1}{n^2}\right)$ $R = 1.097x10^{7} m^{-1} = \dfrac{1}{91.13\, nm}$

Átomo H de Bohr: $L = m_e \mathrm{v}_n r_n = n\hbar$

$$E_n = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Ze^2}{2r_n} = -13.6eV\frac{Z^2}{n^2}; \quad r_n = \frac{n^2}{Z}a_B; \quad a_B = \frac{4\pi\varepsilon_0\hbar^2}{e^2 m_e} = 5.29x10^{-11} m$$

Expressão de deBroglie: $\lambda = h/p$; Heisenberg $\Delta x \Delta p_x \geq \hbar/2$