Física Geral e Experimental XXI / Física Teórica 4

1ª. Prova – 2º. semestre de 2012 22/dezembro/2012 14:15~16:15

ALUNO ____

TURMA ___________________ PROF. _____________________________________

Todas as respostas devem ter justificativas ou cálculos.

1. Peggy está em pé no centro de um vagão com velocidade de u na direção $x$que passa por Ryan, está fixo no solo. Bombas acopladas às extremidades do vagão explodem simultaneamente ao sistema referencial de Peggy.
   (a) Qual é o comprimento de vagão medido por Peggy e Ryan se comprimento dele em repouso é L?**(0,5 pt)**
   (b) Quais são as coordenadas espaços-temporais como vistas nos sistemas referenciais de Peggy e de Ryan?**(0,5 pt)**
   (c) Qual é diferença de tempo entre as explosões no sistema referencial de Ryan? **(1,0 pt)**
   (d) Calcule s^2 e $(s')^2$**(0,5 pt)**

R: (a) Para Peggy: Vagão em repouso, comprimento é L.
Para Ryan: $L_R=\sqrt{1-\beta^2}L,\ \beta = u/c$

(b) Para Peggy: $t'_D=t'_E=0$. $x'_D=L/2$, $x'_E=-L/2$,,
então $(x'_D, t'_D)=(L/2, 0)$, $(x'_E, t'_E)=(-L/2, 0)$

Para Ryan: $x_D= \gamma(x'_D+ut'_D)= \gamma L/2$, $x_E=\gamma(x'_E+ut'_E)=- \gamma L/2$
$t_D=\gamma(t'_D+ux'_D/c^2)= \gamma uL/(2c^2)$, $t_E=\gamma(t'_E+ux'_E/c^2)= -\gamma uL/(2c^2)$
Então $(x_D,t_D)=(\gamma L/2, \gamma uL/(2c^2))$, $(x_E,t_E)=(- \gamma L/2, -\gamma uL/(2c^2))$

(c) $\Delta t=\gamma uL/(2c^2)-(- \gamma uL/(2c^2))= \gamma uL/c^2$

(d) $s'^2=c^2\Delta t'^2-\Delta x'^2=-L^2$
$s^2=c^2\Delta t^2-\Delta x^2=c^2(\gamma uL/c^2)^2-(\gamma L)^2=-L^2$

Física Geral e Experimental XXI / Física Teórica 4

1ª. Prova – 2º. semestre de 2012 22/dezembro/2012 14:15~16:15

ALUNO ____

TURMA ___________________ PROF. _____________________________________

Todas as respostas devem ter justificativas ou cálculos.

2. Considere um elétron sendo acelerado por um campo elétrico uniforme.

(a) Calcule a energia que elétron obtém quando é acelerado de v=0 até v=0.9c. (**0,5pt)**

(b) Calcule a energia necessária para acelerar um elétronde 0.9c até 0.99c. (**0,5pt)**

(c) Se um elétron for acelerado a partir do repouso por um potencial elétrico de 200 kV, calcule o comprimento de onda de deBroglie do elétron considerando efeito de relatividade.(**1,5pt)**

R:(a) $E_k = E - E_0$= $E_{0.9c}$–E_0= γm_0c^2- m_0c^2=1.29m_0c^2=1,05 × 10^{-13} J = 0,66 MeV

(b) ΔE=$E_{0.99c}$-$E_{0.9c}$=$\gamma_{0.99C}m_0c^2$-$\gamma_{0.9C}m_0c^2$=4,8m_0c^2=3,9 × 10^{-13} J = 2,46 MeV

(c) Energia cinética do eletron: E_k=200 KeV.

$p = \sqrt{\frac{E^2-{E_0}^2}{c^2}} = \sqrt{\frac{(E_0+E_k)^2-{E_0}^2}{c^2}} = \sqrt{2m_0E_k + \frac{{E_k}^2}{c^2}}$=2,64× 10^{-22} Kgm/s

λ =h/p=2,51× 10^{-12} m = 0,00251 nm

Física Geral e Experimental XXI / Física Teórica 4

1ª. Prova – 2º. semestre de 2012 22/dezembro/2012 14:15~16:15

ALUNO ____

TURMA __________________ PROF. ____________________________________

Todas as respostas devem ter justificativas ou cálculos.

3) Considere o efeito fotoelétrico. Imagine que o cátodo e ânodo estão submetidos a uma diferença de potencial cujo campo elétrico é de 1,0 N/C. Uma luz de comprimento de onda é 480 nm ejeta um elétron com energia cinética máxima. O elétron percorre 2,0 m antes de parar. Qual o comprimento de onda máximo para que o fenômeno fotoelétrico ocorra.(**2,5pt)**

R: E_{kmax}=2,0 eV função de trabalho $w = E_{foton} - E_{kmax} = hc/\lambda - 2{,}0 \text{ eV} = 0{,}59 \text{ eV}$

$\lambda_{max} = hc/E_{fonton\ mim} = hc/w = 2{,}1 \times 10^{-6}$ m

Física Geral e Experimental XXI / Física Teórica 4

1ª. Prova – 2º. semestre de 2012 22/dezembro/2012 14:15~16:15

ALUNO ____

TURMA ____________________ PROF. _______________________________________

Todas as respostas devem ter justificativas ou cálculos.

4. Os comprimentos de onda do espectro de emissão de um átomo X, que possui apenas um elétron e energia de ionizaçãode60eV, podem ser descritos pela equação:

$$\frac{1}{\lambda_{n\to m}} = \frac{1}{\lambda_0}\left[\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right], \qquad m = 1, 2; \;\; n = m + 1, m + 2$$

Sendo λ_0= 20,80nm.

(a) Desenhe o diagrama de níveis de energia desse átomo e identifique cada um deles pelos correspondentes valores de *n* e *En*.**(1,5 pt)**

(b) Indique no diagrama todas as transições de emissão possíveis que comecem no nível de energia *n*=3 e calcule as correspondentes frequências.**(1,0 pt)**

(a) E1= -60 eV
E2 = -15 eV
E3 = - 6,67 eV
E4 = -3,75 eV

(b) n=3: 3→2:f=c/λ=$\frac{c}{\lambda_{n\to m}} = \frac{c}{\lambda_0}\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right]$=2 × 10^{15} Hz

3→1: f=c/λ=$\frac{c}{\lambda_{n\to m}} = \frac{c}{\lambda_0}\left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right]$=1,3 × 10^{16} Hz

Física Geral e Experimental XXI / Física Teórica 4

1ª. Prova – 2º. semestre de 2012 22/dezembro/2012 14:15~16:15

ALUNO ____

TURMA ___________________ PROF. _____________________________________

---

massa do elétron: $m = 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg, $m_{múon}=1{,}90 \times 10^{-28}$ kg, 1 nm = 10^{-9} m

e= $1{,}60 \times 10^{-19}$ C. $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J·s, 1 eV = $1{,}60 \times 10^{-19}$ J, c = 3×10^8 m/s

1 (N·m)/C=1V

$\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1 - cos\phi)$, $E=hf$, $P=h/\lambda$, $s^2=c^2(\Delta t)^2-(\Delta x)^2$

$\Delta t = \gamma\Delta t_0$; $\Delta L = \Delta L_0/\gamma$; $\gamma = (1-\beta^2)^{-1/2}$; $\beta = \frac{u}{c}$;

$$v_x = \frac{v'_x + u}{1 + \frac{v'_x u}{c^2}};\ v_{y,z} = \frac{v'_{y,z}}{\left[\gamma\left(1 + \frac{v'_{y,z}u}{c^2}\right)\right]};\ v'_x = \frac{v_x - u}{1 - \frac{v_x u}{c^2}};\ v'_{y,z} = \frac{v_{y,z}}{\left[\gamma\left(1 - \frac{v_x u}{c^2}\right)\right]}$$

$$x' = \gamma(x - vt), y' = y, z' = z, t' = \gamma(t - \frac{vx}{c^2})$$

$x = \gamma(x' + vt'), y = y', z = z', t = \gamma(t' + \frac{vx'}{c^2})$

$\vec{P} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$; $E_k = E - E_0$; $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \sqrt{E_0^2 + P^2c^2}$;

$E_{kmax}=E_{fonon}-W$, W: função de trabalho. $V_{corte} = \frac{h}{e}(f - f_0)$

$E_0=m_0c^2$; $E=mc^2$, $m=\gamma m_0$, c = 3×10^8 m/s; $\mu_0= 4\pi \times 10^{-7}$ T·m/A

$E_n = n^2\frac{h^2}{8mL^2}$, n=1,2,3 ....., $.\hbar = \frac{h}{2\pi}$, $E_n = -\frac{E_1}{n^2} = -\frac{13{,}6\ eV}{n^2}$, n=1,2,3 .....,

$L = n\hbar, n = 1{,}2{,}3 \ldots\ldots$ $r_n=n^2a_B$, a_B= raio de Bohr = $\frac{4\pi\varepsilon_0\hbar^2}{me^2} = 5{,}29 \times 10^{-11}\ m$

$\lambda_{n\to m} = \frac{\lambda_0}{\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)}$, m=1,2,3......, n = m+1, m+2, ...