سری سوال: یک ۱ | **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ | **تعداد سوالات : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۷

عنـــوان درس: فیزیک مدرن

رشته تحصیلی/کد درس: مهندسی برق - گرایش الکترونیک۱۱۱۳۲۸۰

استفاده از ماشین حساب ساده ، ماشین حساب مهندسی مجاز است

۱– فرض کنید که طول میله در حال سکون l_0 و محور x راستای سرعت باشد. در این صورت **۲،۰۰ نمره**

$l_0 cos\,60\,\hat{\imath} + l_0 sin60\,\hat{\jmath}$

انقباض فقط در راستای حرکت یعنی محور x صورت می گیرد. مولفه y ثابت باقی می ماند بنابراین

$$l'_y = l_y sin60 = \frac{\sqrt{3}}{2} l_0 \qquad l'_x = l_x\sqrt{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)} = l_0 cos60\sqrt{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)} = 0.3 l_0$$

طول میله متحرک برابر است با

$$l' = \sqrt{l'^2_x + l'^2_y} = 0.91 l_0$$

کاهش طول میله به علت حرکت میله

$$\%9 \text{ درصد انقباض} \qquad \Delta l = l_0 - 0.91 l_0 = 0.09 l_0$$

۲– بسامدی که اتومبیل دریافت می کند تا جملهای مرتبه اول بر حسب $\frac{u}{c}$ برابر است با **۲،۰۰ نمره**

$$v' = v_0\sqrt{\frac{1+\frac{u}{c}}{1-\frac{u}{c}}} = v_0\sqrt{\left(1+\frac{u}{c}\right)\left(1+\frac{u}{c}\right)} = v_0\left(1+\frac{u}{c}\right)$$

لذا اتومبیل به صورت یک چشمه متحرک با بسامد بالا عمل می کند بسامدی که دستگاه رادار دریافت می کند عبارت است از

$$v'' \approx v'\left(1+\frac{u}{c}\right) \approx v_0\left(1+\frac{u}{c}\right)^2 \approx v_0\left(1+\frac{2u}{c}\right) \Rightarrow v''-v_0 \approx v_0\frac{2u}{c} = 4.67\times10^3 Hz$$

۳– **حل:** انرژی سکون پروتون $E_\circ = ۰{,}۹۳۸ GeV$ است (آن را حساب کنید) با استفاده از رابطه: **۲،۰۰ نمره**

$$p = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(۴{,}۱۳۶\times۱۰^{-۱۵}\,eV.s)(۲{,}۹۹۸\times۱۰^{۸}\,m/s)}{۱\times۱۰^{-۱۵}\,m}$$
$$= ۱{,}۲۴۰\times۱۰^{۹}\,eV = ۱{,}۲۴۰ GeV$$

چون $pc > E_\circ$ است باید از رابطه نسبیتی استفاده کرد. لذا:

$$E = \sqrt{E_\circ^۲ + p^۲c^۲} = \sqrt{(۰{,}۹۳۸)^۲ + (۱{,}۲۳۴۰)^۲} = ۱{,}۵۵۵ GeV$$

انرژی جنبشی وابسته به پروتون برابر است با:

$$K = E - E_\circ = (۱{,}۵۵۵ - ۰{,}۹۳۸)\,GeV$$
$$= ۰{,}۶۱۷\,GeV = ۶۱۷\,MeV$$

تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۷ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** ۱ یک

عنـــوان درس: فیزیک مدرن

رشته تحصیلی/کد درس: مهندسی برق - گرایش الکترونیک۱۱۱۳۲۸۰

۴- با استفاده از اصل عدم قطعیت اندازه حرکت را بر حسب فاصله به دست می آوریم و سپس با قرار دادن اندازه حرکت در انرژی کل سیستم و کمینه کردن انرژی نسبت به پارامتر X انرژی را بدست می آوریم انرژی کل سیستم : **۲٫۰۰ نمره**

$$E=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}kvx^2=\frac{p^2}{2m}+\frac{1}{2}m\omega^2x^2$$

طبق اصل عدم قطعیت :

$$p.x=\frac{\hbar}{2}\Rightarrow p=\frac{\hbar}{2x}$$

با جایگزینی داریم:

$$E=\frac{\hbar^2}{8mx^2}+\frac{1}{2}m\omega^2x^2$$

انرژی در حالته پایه کمینه است. لذا :

$$\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{dx}}=0\Rightarrow-\frac{\hbar^2}{4mx^3}+m\omega^2x=0\Rightarrow x=\left(\frac{\hbar}{2m\omega}\right)^{\frac{1}{2}}\Rightarrow E=\frac{1}{2}\hbar\omega$$

۵- **حل:** الف **۲٫۰۰ نمره**

$$\int_{x_1}^{x_2}|\psi|^2\,dx=a^2\int_{0.45}^{0.55}x^2dx=a^2\left[\frac{x^3}{3}\right]_{0.45}^{0.55}=0.0251a^2$$

ب)

$$<x>=\int_0^1 x\,|\psi|^2dx=a^2\int_0^1 x^3dx=a^2\left[\frac{x^4}{4}\right]_0^1=\frac{a^2}{4}$$

تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۷ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** ۱ یک

عنــــوان درس: فیزیک مدرن

رشته تحصیلی/کد درس: مهندسی برق - گرایش الکترونیک۱۱۱۳۲۸۰

۶- **حل:** چون تابش‌های سری بالمر به تراز $n=2$ ختم می‌شـوند دو تـا از بلنـدترین طول موج‌ها عبارتند از تابش‌های متناظر با $n=3 \to n=2$ و $n=4 \to n=2$ لذا: ۲،۰۰ نمره

$$E_3 - E_2 = -(13.6eV)(4^2)\left(\frac{1}{9}-\frac{1}{4}\right)$$

$$= 30.2eV$$

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{1240eV.nm}{30.2eV} = 41nm$$

$$E_4 - E_2 = -(13.6eV)(4^2)\left(\frac{1}{16}-\frac{1}{4}\right)$$

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{1240\,eV.nm}{40.8eV} = 30.4nm$$

این تابش‌ها در ناحیه فرابنفش هستند.

۷- **حل:** برای $n=3$ مقادیر مجاز l مساوی ۲ و ۱ و ۰ است و $L=\sqrt{l(l+1)}\hbar$ است. ۲،۰۰ نمره

$$l=2 \Rightarrow \mu = \frac{e}{2m}L = \frac{e}{2m}\sqrt{l(l+1)}\hbar$$

$$= (0.927\times10^{-23}\frac{J}{T})(\sqrt{2(2+1)}) = 2.27\times10^{-23}\frac{J}{T}$$

$$l=1 \Rightarrow \mu = \frac{e}{2m}L = \frac{e}{2m}\sqrt{l(l+1)}\hbar$$

$$= (0.927\times10^{-23}\frac{J}{T})(\sqrt{2}) = 1.31\times10^{-23}\frac{J}{T}$$

$$l=0 \Rightarrow \mu = 0$$

توجه کنید که هیچ‌یک از این مقادیر با پیش‌بینی‌های نظریه بور سازگار نیست. از نظریه بور $L=n\hbar$ است و:

$$\mu_B = \frac{e}{2m}L = \frac{e}{2m}(3\hbar) = 3\left(\frac{e\hbar}{2m}\right) \quad , \quad \frac{e\hbar}{2m} = 0.927\times10^{-23}J/T$$

$$= 3(0.927\times10^{-23}\frac{J}{T}) = 2.78\times10^{-23}\frac{J}{T}$$