

سوالات استخدامی : فیزیک مدرن

۱- یک موج الکترومغناطیسی سینوسی با بسامد 40MHz در فضا در جهت x گسیل میشود. در یک لحظه زمانی و در یک نقطه میدان E دارای بیشینه 750N/C و در جهت y است.

الف) طول موج و دور تناوب موج را حساب کنید

ب) بزرگی و جهت میدان B وقتی میدان الکتریکی 750N/C است چقدر است؟

ج) رابطه برای تغییرات زمان- مکان میدان الکتریکی و مغناطیسی این موج بنویسید.

۲- الف) اصول موضوع های نسبیت را بنویسید

ب) آزمایش مایکلسون-مورلی چه نتایجی در برداشت؟

ج) یک متر چوبی وقتی با سرعت نصف سرعت نور حرکت میکند طولش چقدر خواهد بود؟

۳- پرتوی x به طول موج $0.03\text{\AA}$ یک پراکندگی کامپتون 60° درجه انجام میدهد.

الف) طول موج فوتون پراکنده (ب) انرژی الکترون پراکنده را حساب کنید.

۴- الکترون در اتم یک بعدی با اندازه 0.1nm مقید است ترازهای انرژی کوانتیده و مجاز آن را حساب کنید.

۵- الف) اصل همخوانی بیانگر چه موضوعی است؟ ب) آزمایش فرانک- هرتز چه موضوعی را بیان میکند؟

ج) جرم کاهیده چیست؟

۶- یک ذره در داخل یک چاه پتانسیل نامتناهی به طول L قرار دارد. انرژی پتانسیل ذره درون چاه صفر و خارج چاه بینهایت است:

$$u(x) = \begin{cases} 0 & 0 \leq x \leq L \\ \infty & x < 0, x > L \end{cases}$$

الف) معادله شرودینگر را برای این ذره در چاه بنویسید. ب) تابع موج ذره را حساب کنید.

ج) مقادیر ویژه انرژی ذره را بدست آورید.

۷- مطابق توزیع ماکسول- بولتزمن انرژی متوسط هر مولکول را حساب کنید (میدانیم $\int_0^\infty x^{\frac{3}{2}} e^{-ax} dx = \frac{3}{2a^{\frac{3}{2}}} \sqrt{\frac{\pi}{a}}$ است).

۱- پاسخ فصل یک صفحه 34 کتاب درسی

۲- پاسخ در صفحات 54 و 57 و 83 کتاب درسی

۳- پاسخ در فصل 3 صفحه 108 کتاب درسی

۴- پاسخ فصل 4 صفحه 159 کتاب درسی 159

۵- پاسخ فصل 5 صفحات 192 و 195 و 198 کتاب درسی

۶- پاسخ فصل 6 صفحه 223 کتاب درسی

۷-

۱- ویژگیهای امواج الکترو مغناطیسی را به طور خلاصه شرح دهید؟

۲- ویژگیهای که تبدیلات لورنتس باید داشته باشند تشریح کنید. ذکر سه مورد کافی است.

۳- ناظری در چارچوب O نور فلاش عکاسی را در مکان $x = 100\text{km}, y = 100\text{km}, z = 1\text{km}$ در لحظه $t = 5 \times 10^{-4} \text{ s}$ ثبت می کند. ناظر O' که در راستای $x - x'$ با سرعت $0.8c$ حرکت می کند مختصه های این رویداد (x', y', z', t') را چگونه اندازه می گیرد؟

۴- فرض کنید $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ و $T = 5000 \text{ K}$ باشد. بنابر نظریه پلانک میانگین انرژی این نوسانگر چقدر است؟

۵- الف. اصل عدم قطعیت را توضیح دهید.

ب. الکترونی در ناحیه ای از فضا به ابعاد اتم ($\sim 10^{-10} \text{ m}$) محدود شده است. عدم قطعیت در تکانه این الکترون چقدر است؟ همچنین انرژی جنبشی یک الکترون با تکانه Δp چقدر است؟ ($\hbar = 1.05 \times 10^{-34} \text{ J.s}$)

۶- بسته موجی به شکل $Ae^{-\alpha|x|}$ را در نظر بگیرید که A یک ثابت است. این تابع موج را بهنجار کنید و احتمال این که ذره بین $[0, 1/\alpha]$ و $[1/\alpha, 2/\alpha]$ باشد را به دست آورید.

۷- از چهار مدل اتمی زیر دو مورد آن را به اختیار با ترسیم شکل توضیح دهید.

الف. مدل اتمی تامسون ب. مدل اتمی رادرفورد ج. مدل اتمی بور د. مدل اتمی کلاسیک

١- فصل يك

صفحه ٣٣

٢- فصل ٢

صفحه ٦٢

٣- فصل ٢

صفحه ٦٦

٤- فصل ٣

صفحه ١٠٣

٥- فصل ٤

صفحه ١٥٦

٦- فصل ٦

صفحه ٢١٠

٧- فصل ٥

صفحات ١٦٥ الى ١٨٠

۱- فاصله بین صفحات منحرف کننده یک لامپ پرتوکاتودی ۴ سانتیمتر و اختلاف پتانسیل بین آن ۵۰۰ ولت است. در میدان مغناطیسی 20 wb/m^2 که در راستای عمود بر این میدان الکتریکی ایجاد می شود الکترون هایی در اختلاف پتانسیل ۱۰۰۰۰ ولت شتاب گرفته اند هیچ انحرافی وجود ندارد. نسبت بار به جرم الکترون چقدر است؟

۲- سرعت یک الکترون که در اختلاف پتانسیل 10^5 ولت شتاب داده شده است چقدر است؟ ($m_e c^2 = 0.511 \text{ MeV}$)

۳- با فرض اینکه فرکانس $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ و دما $T = 6000 \text{ K}$ باشد. بنابر نظریه پلانک میانگین انرژی این نوسانگر را به دست آورید.

$$(h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}, K_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K})$$

۴- الکترونی در ناحیه ای از فضا به ابعاد 0.1 nm محدود شده است. الف) عدم قطعیت در تکانه را حساب کنید ب) انرژی جنبشی یک الکترون با تکانه ΔP را به دست آورید.
($\hbar = 1.05 \times 10^{-34} \text{ J.s}, \hbar c = 197 \text{ eV.nm}, m_e c^2 = 0.511 \text{ eV}$)

۵- طول موج دومین خط سری پاشن را برای اتم هیدروژن حساب کنید.

۶- بسته موجی به شکل $\psi(x) = A e^{-\alpha|x|}$ می باشد. الف) تابع موج را بهنجار کنید ب) احتمال وجود ذره را در بازه $[1/\alpha, 2/\alpha]$ حساب کنید.

۷- نشان دهید سرعت ریشه میانگین مربعی برابر با سرعت مولکولی با انرژی میانگین $\frac{3}{2} kT$ است.

- ۱- یک موج الکترومغناطیسی سینوسی با بسامد 40MHz در فضا در جهت x گسیل میشود. در یک لحظه زمانی و در یک نقطه میدان E دارای بیشینه 750N/C و در جهت y است.
- (الف) طول موج و دور تناوب موج را حساب کنید
- (ب) بزرگی و جهت میدان B وقتی میدان الکتریکی 750N/C است چقدر است؟
- (ج) رابطه برای تغییرات زمان- مکان میدان الکتریکی و مغناطیسی این موج بنویسید.

- ۲- الف) اصول موضوع های نسبیت را بنویسید
- (ب) آزمایش مایکلسون-مورلی چه نتایجی در برداشت؟
- (ج) یک متر چوبی وقتی با سرعت نصف سرعت نور حرکت میکند طولش چقدر خواهد بود؟

- ۳- پرتوی x به طول موج $0.3\text{\AA}$ یک پراکندگی کامپتون 60° درجه انجام میدهد.
- (الف) طول موج فوتون پراکنده (ب) انرژی الکترون پراکنده را حساب کنید.

- ۴- الکترون در اتم یک بعدی با اندازه 0.1nm مقید است ترازهای انرژی کوانتیده و مجاز آن را حساب کنید.

- ۵- الف) اصل همخوانی بیانگر چه موضوعی است؟ (ب) آزمایش فرانک- هرتز چه موضوعی را بیان میکند؟
- (ج) جرم کاهیده چیست؟

- ۶- یک ذره در داخل یک چاه پتانسیل نامتناهی به طول L قرار دارد. انرژی پتانسیل ذره درون چاه صفر و خارج چاه بینهایت است:

$$u(x) = \begin{cases} 0 & 0 \leq x \leq L \\ \infty & x < 0, x > L \end{cases}$$

- (الف) معادله شرودینگر را برای این ذره در چاه بنویسید. (ب) تابع موج ذره را حساب کنید.
- (ج) مقادیر ویژه انرژی ذره را بدست آورید.

- ۷- مطابق توزیع ماکسول- بولتزمن انرژی متوسط هر مولکول را حساب کنید (میدانیم $\int_0^\infty x^{\frac{3}{2}} e^{-ax} dx = \frac{3}{2a^{\frac{3}{2}}} \sqrt{\frac{\pi}{a}}$ است).

۱- دامنه های میدان الکتریکی و مغناطیسی نور یک چشمه ی ۱۰۰۰ واتی در فاصله ی یک متری از آن چقدر است؟
(نور را تک فام و به طور همسانگرد در تمام جهات فرض کنید.)

۲- الف) یک چوب یک متری از نظر ناظر O' با محور x' زاویه ی ۳۰ درجه می سازد. اگر این متر چوبی از نظر ناظر O زاویه ی ۴۵ درجه با محور x بسازد سرعت چقدر خواهد بود؟

ب) سرعت یک الکترون که در اختلاف پتانسیل ۱۰۰۰۰۰ ولت شتاب داده شده است چقدر است؟

۳- طول موج دوبروی را برای هر قسمت بیابید.

الف) توپ به جرم ۴۶ گرم و با سرعت ۳۰ متر بر ثانیه. ب) الکترون با سرعت $10^7 \frac{m}{s}$.

$$9.1 \times 10^{-31} \text{Kgr}$$

۴- در پدیده ی کامپتون اگر زاویه پراکندگی ۹۰ درجه باشد در نواحی زیر انرژی فوتون چند درصد کم می شود؟
الف) نور مرئی به طول موج ۵۰۰ نانومتر. ب) پرتو گاما با انرژی یک مگا الکترون ولت.

۵- مدل اتمی بور را مختصر توضیح داده و شعاع مدارها و انرژی الکترون در هر مدار را بدست آورید.

۶- مسئله ی ذره در چاه پتانسیل متناهی را برای یک ذره کوانتومی حل کرده و پدیده ی نفوذ را توضیح دهید.

۷- الف) عدم قطعیت در تکانه برای یک الکترون در فضایی به ابعاد یک آنگستروم چقدر است؟

ب) انرژی فرمی مس را با توجه به اینکه هر اتم مس یک الکترون به گاز الکترونی می دهد حساب کنید.

(چگالی مس برابر با $8.94 \times 10^3 \frac{\text{Kgr}}{m^3}$ و جرم اتمی آن برابر با $63.5u$ است.)

۱- فصل ۱ صفحه ی ۳۱

۲- فصل ۲ صفحه ۶۸ و ۷۹

۳- فصل ۳ صفحه ۱۱۷

۴- فصل ۳ صفحه ۱۳۳۳

۵- فصل ۴ صفحه ۱۸۲ تا ۱۸۵

۶- فصل ۶ صفحه ۲۲۸ تا ۲۳۰

۷- فصل ۴ و ۷ صفحه ۱۵۶ و ۳۰۳

۱- یک موج الکترومغناطیسی سینوسی با بسامد 40 MHz در فضا در جهت X گسیل می شود. در یک لحظه زمانی و در یک نقطه میدان E دارای بیشینه 750 N/C و در جهت Y است. الف) طول موج و دوره تناوب موج را بدست آورید. ب) بزرگی و جهت میدان B وقتی میدان الکتریکی برابر 750 N/C است چقدر است؟ ج) یک رابطه برای تغییرات زمان-مکان میدان الکتریکی و مغناطیسی این موج تخت بنویسید.

۲- اصول موضوعه انیشتن را برای نسبیت خاص بیان کنید.

۳- میله ای با سرعت $0.8c$ در جهتی که زاویه 60° درجه نسبت به راستای طولش دارد، حرکت می کند. درصد انقباض میله را حساب کنید.

۴- الکترونی در ناحیه ای از فضا به ابعاد اتم (0.1 nm) محدود شده است. الف) عدم قطعیت در تکانه این الکترون چقدر است؟ ب) انرژی جنبشی یک الکترون با تکانه Δp چقدر است؟
 $(\hbar = 1.05 \times 10^{-34}\text{ J.s}, \hbar c = 197\text{ eV.nm}, m_0 c^2 = 0.511\text{ MeV})$

۵- یک ذره روی محور X محدود شده است و تابع موج آن بین $X=0$ و $X=1$ برابر $\psi = ax$ است در بقیه جاها $\psi = 0$ می باشد.

الف) احتمال یافتن ذره بین $X=0.45$ و $X=0.55$ چقدر است؟ ب) مقدار چشمداشتی $\langle x \rangle$ مکان ذره را پیدا کنید.

۶- در مدل منظومه ای اتم هیدروژن که الکترون به دور هسته می گردد انرژی کل اتم هیدروژن را حساب کنید.

۷- در میدان مغناطیسی 0.6 T در یک اتم گذارهایی بین حالت های $l=1$ و $l=2$ اتفاق می افتد. اگر طول موج قبل از اعمال میدان مغناطیسی $5000\text{ \AA}$ باشد طول موج های مشاهده شده را محاسبه کنید.)

$$(hc = 1.24 \times 10^3\text{ eV.\AA}, \frac{e\hbar}{2m} = 5.79 \times 10^{-5} \frac{\text{eV}}{\text{T}})$$

$$E = E_m \cos(kx - \omega t) = 750 \cos(kx - \omega t) \quad (\text{ج}) \quad B_m = \frac{E_m}{c} = 2.5 \times 10^{-6} T \quad (\text{ب}) \quad \lambda = 7.5 m, T = 2.5 \times 10^{-8} s \quad (\text{الف}) \quad -1$$

$$B = B_m \cos(kx - \omega t) = 2.5 \times 10^{-6} \cos(kx - \omega t)$$

$$\omega = 2\pi\nu = 8\pi \times 10^7, K = \frac{2\pi}{\lambda} = 0.838$$

۲- ۱- اصل موضوع ۱: اصل نسبیت- قوانین فیزیک درهمه چارچوبهای مرجع لخت یکسان می باشد
 ۲- اصل موضوع ۲: اصل ثبات سرعت نور- سرعت نور در فضای آزاد در تمام چارچوب های مرجع لخت دارای مقدار ثابت زیر است

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = 3 \times 10^8 m/s$$

$$l'_x = l_x \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 0.3l_0, l'_y = l_y \cos 60 = \frac{\sqrt{3}}{2} l_0 \quad -3$$

$$L = 0.91l_0, \Delta l = 0.09l_0$$

$$\Delta p = \frac{\hbar}{2\Delta x} = 5.25 \times 10^{-25} kg.m.s^{-1} = 985 eV.s^{-1} \quad -4$$

$$k = E - E_0 = 0.949 eV$$

$$\langle x \rangle = \int_0^1 x |\psi|^2 dx = \frac{a^2}{4} \quad (\text{ب}) \quad \int_{x_1}^{x_2} |\psi|^2 dx = 0.0251 a^2 \quad (\text{الف}) \quad -5$$

$$F_c = F_e \rightarrow m \frac{v^2}{r} = k \frac{e^2}{r^2} \rightarrow v = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 m r}}, E = \frac{-e^2}{8\pi\epsilon_0 r} \quad -6$$

$$\Delta E = \frac{e\hbar}{2m} B = 3.47 \times 10^{-5} eV, |d\lambda| = \frac{\lambda^2 \Delta E}{hc} = 0.07 A^0 \quad -7$$

$$\lambda_+ = 5000.0 A^0, \lambda_0 = 5000 A^0, \lambda_- = 4999.93 A^0$$

۱- نشان دهید شعاع مدار در اتم هیدروژن $\left(r_e = \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m_e e^2} \right)$ دارای بعد طول می باشد؟
(h ثابت پلانک و ϵ_0 ضریب گذردهی الکتریکی خلاء می باشد)

۲- یک متر چوبی به طول L_0 وقتی با سرعت نصف سرعت نور حرکت کند طول آن چقدر خواهد بود؟

۳- دمای کاواکی ۱۰۰ کلوین است. انرژی داخل این کاواک با چه آهنگی از حفره ای در دیواره کاواک به قطر ۱ میلی متر خارج شود؟

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \left(\frac{W}{m^2} \right)$$

۴- برای موجی با سرعت فاز $v_{ph} = \sqrt{\frac{g \lambda}{2\pi}}$ ، سرعت گروه را محاسبه نمایید؟

۵- در پراکندگی رادرفورد زاویه پراکندگی برای پارامتر برخورد برابر با صفر را محاسبه نمایید؟

۶- توابع موج یک ذره محصور در یک چاه پتانسیل یک بعدی بی نهایت به طول L را محاسبه کنید؟

۷- انرژی متوسط هر ملکول را براساس تابع توزیع ماکسول-بولتزمن محاسبه کنید؟

$$[\varepsilon_0] \equiv \frac{C^r}{N.m^r} , [h] \equiv j.s = N.m.s , [m_e] \equiv kg \quad -1$$

$$r_e = \frac{(j.s)^r \times \left(\frac{C^r}{N.m^r} \right)}{kg \times C^r} = \frac{(N.m.s)^r}{N.m^r.kg} = \frac{N.s^r}{kg} = \frac{kg \frac{m}{s^r} s^r}{kg} = m$$

$$L = L_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c} \right)^r} = L_0 \sqrt{1 - \left(\frac{c}{rc} \right)^r} = \frac{\sqrt{r}}{r} L_0 \quad -2$$

-3 صفحه 98 کتاب

-4 مثال 4-4 کتاب

$$\begin{cases} b = \frac{Z_1 Z_r e^r}{\Lambda \pi \varepsilon_0 K} \cot \frac{\theta}{r} \\ b = 0 \end{cases} \Rightarrow \cot \frac{\theta}{r} = 0 \Rightarrow \frac{\theta}{r} = 90 \Rightarrow \theta = 180^\circ \quad -5$$

-6 اثبات صفحات 223-225 کتاب

-7 صفحه 278

۱- الکترونی در اختلاف پتانسیل ۱۰ ولت سقوط می کند و انرژی برابر با 10^{-14} ژول کسب می کند بار الکتریکی آن چقدر است؟

۲- ناظری در چارچوب O نور فلاش عکاسی را در مکان $x = 100\text{km}, y = 100\text{km}, z = 1\text{km}$ و در لحظه $t = 5 \times 10^{-4}\text{s}$ ثبت می کند. ناظر دیگری که در جهت خلاف راستای محور واصل این دو ناظر در راستای X در حال حرکت با سرعت $0.8C$ در حال حرکت می باشد. موارد فوق را چگونه اندازه گیری می کند و اعلام می نماید؟

۳- در پراکندگی کامپتون انرژی جنبشی الکترون پراکنده تحت زاویه ϕ نسبت به فوتون فرودی را حساب کنید.

۴- سرعت فاز و گروه را برای امواج دوبروی وابسته به ذره متحرکی با جرم m و سرعت v محاسبه نمایید.

$$\omega = \frac{2\pi m_0 c^2}{h \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

۵- در پراکندگی رادرفورد زاویه پراکندگی برای پارامتر برخورد $b = 0$ چقدر است؟

۶- معادله شرودینگر را برای ذره ای به جرم m در یک چاه پتانسیل بی نهایت یک بعدی به طول L را محاسبه نموده و بردارهای موج و انرژی ترازها را بدست آورید.

۷- مطابق توزیع ماکسول و بولتزمن انرژی متوسط هر الکترون را محاسبه نمایید $n(\epsilon) = \frac{2\pi N}{(\pi k_B T)^{\frac{3}{2}}} \sqrt{\epsilon} e^{-\frac{\epsilon}{k_B T}}$ و

$$\int_0^{\infty} x^{\frac{3}{2}} e^{-ax} = \frac{3}{4a^{\frac{5}{2}}} \sqrt{\frac{\pi}{a}}$$

$$W = V.q \Rightarrow 10 \times 10^{-15} = 10q \Rightarrow q = 10^{-15} C \quad -1$$

-۲ صفحه ۶۶

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{100 - (0.8 \times 3 \times 10^5)(5 \times 10^{-4})}{\sqrt{1 - (0.8)^2}} = 367 km$$

$$y' = y = 100 km$$

$$z' = z = 10 km$$

$$t' = \frac{1 - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 12.8 \times 10^{-4} s$$

-۳ صفحه ۱۰۸ کتاب

-۴ صفحه ۱۴۷

$$b = \frac{z_1 z_2 e^2}{8\pi\epsilon_0 K} \cot \frac{\theta}{2} = 0 \Rightarrow \cot \frac{\theta}{2} = 0 \Rightarrow \theta = \pi \quad -5$$

-۶ ۲ نمره

صفحه ۲۲۲

-۷ صفحه ۲۷۸ کتاب

۱- یک موج الکترومغناطیسی سینوسی با بسامد 40MHz در فضا در جهت X گسیل می شود و در یک لحظه زمانی و در یک نقطه میدان E دارای بیشینه $750 \frac{N}{C}$ و در جهت Y است. الف - طول موج و دوره تناوب موج را حساب کنید ب- بزرگی و جهت میدان B وقتی $E = 750 \frac{N}{C}$ باشد چقدر است؟

۲- دو ساعت در محل های $X=0$ و $X=L$ و یک لامپ در فاصله $X=\frac{L}{2}$ قرار دارد. این دو ساعت وقتی به کار می افتند که درخشش نور از لامپ به آنها برسد. مسئله هم زمانی دو ساعت از نظر ناظر ساکن O و ناظر O' که نسبت به ناظر O با سرعت u حرکت می کند را بررسی کنید.

۳- با تحلیل برخورد یک فوتون با یک الکترون آزاد (با بکار بردن مکانیک نسبیتی) نشان دهید که این امکان وجود ندارد که فوتون تمام انرژی خود را از دست بدهد؟

۴- الف- یک ماده کریستالی دارای صفحات براگ با فاصله $1/1A^\circ$ است. برای نوترونها $2eV$ بالاترین مرتبه بازتاب براگ را محاسبه کنید.
ب- سرعت گروه و سرعت فاز امواج دوبروی وابسته به یک ذره متحرک به جرم m و سرعت V را حساب کنید.

۵- الف- ثابت بهنجارش و مقدار چشمداشتی X را برای تابع موجی بصورت $\psi = e^{-ax^2}$ بدست آورید؟
ب- الکترونی در چاه پتانسیل مکعبی غیر قابل نفوذ به ضلع L حرکت می کند و انرژی کل آن $14E_1$ است که در آن $E_1 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{8ml^2}$ است. مرتبه واگنی این تراز انرژی را بیابید.

۶- الف- طول موج دومین خط سری پاشن را برای اتم هیدروژن حساب کنید.
ب- آزمایش فرانک هرتز بیانگر چه موضوعی است؟

۷- الف- آزمایش اشترن - گزلاخ چه موضوعی را بیان می کند مختصراً توضیح دهید.
ب- اثر زیمن را به اختصار توضیح دهید.

۱- جواب صفحه ۱۵ کتاب

۲- صفحه ۶۲

۳- صفحه ۱۵۳

۴- صفحه ۱۷۷ و صفحه ۱۸۵

۵- صفحات ۲۲۸ و ۲۴۳ کتاب

۶- جواب صفحات

۷- صفحات ۳۷۰ و ۳۶۲ کتاب

۲,۰۰ نمره

۱- شناگری می تواند با سرعت C در آب ساکن شنا کند. این شناگر در رودخانه ای که سرعت جریان آب U است مسافت L را در خلاف جهت جریان آب رودخانه شنا کرده و سپس به نقطه شروع برمی گردد زمان لازم برای این رفت و برگشت را محاسبه کرده و آن را با زمان لازم برای شنای همین مسافت در عرض رودخانه و بازگشت به مکان اولیه مقایسه کنید.

۲,۰۰ نمره

۲- الف: دو اصل موضوع انشتین را نام ببرید.
ب: اگر میله ای با سرعت $0.9C$ نسبت به یک ناظر در حال حرکت باشد، طول آن نسبت به طول سکون آن چند درصد کوتاه تر می شود؟

۲,۰۰ نمره

۳- یک سفینه فضایی به سیارکی نزدیک می شود و یک علامت رادیویی با بسامد ویژه $6.5 \times 10^9 \text{ Hz}$ می فرستد. این علامت رادیویی از سطح سیارک با تغییر بسامدی برابر با $5 \times 10^4 \text{ Hz}$ بر می گردد. سرعت نسبی سفینه فضایی و سیارک چقدر است؟

۲,۰۰ نمره

۴- طول موج دوبروی را برای دو حالت زیر بدست آورید:
الف: یک توپ به جرم 46 گرم که با سرعت 30 m/s حرکت می کند.
ب: یک الکترون که با سرعت 10^7 m/s حرکت می کند.
ج: استدلال کنید جنبه های رفتار موجی کدامیک بیشتر قابل پذیرش است. (جرم الکترون $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ و $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$)

۲,۰۰ نمره

۵- ذره ای در یک چاه پتانسیل یک بعدی نامتناهی به پهنای L به دام افتاده است. اگر این ذره در حالت پایه اش باشد، احتمال یافتن ذره بین $x = 0$ و $x = \frac{L}{3}$ چقدر است؟

$$v(x) = \begin{cases} \infty & x < 0 \\ 0 & 0 \leq x \leq l \\ \infty & x > l \end{cases}$$

۲,۰۰ نمره

۶- دو تا از بلندترین طول موج های سری بالمر سه بار یونیده ($Z = 4$) را بدست آورید. ($hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$)

۲,۰۰ نمره

۷- یک موج الکترومغناطیسی سینوسی با بسامد 80 MHz در فضا در جهت x گسیل می شود. در یک لحظه میدان الکتریکی به مقدار 750 N/C در جهت y است. الف) طول موج و دوره تناوب را حساب کنید. ب) بزرگی و جهت میدان مغناطیسی وقتی میدان 750 N/C است چقدر است. ج) رابطه ای برای تغییرات زمان - مکان میدان الکتریکی و مغناطیسی این موج تخت بنویسید.

۲,۰۰۰ نمره

۱-

سرعت شناگر در جهت جریان آب نسبت به ساحل $C + U$ و زمان لازم برای مسافت L برابر $\frac{L}{C + U}$ و برای برگشت $\frac{L}{C - U}$ و زمان رفت و برگشت $\frac{2LC}{C^2 - U^2}$

در حرکت عمود بر ساحل زمان رفت و برگشت $\frac{2L/C}{\sqrt{1 - \frac{U^2}{C^2}}}$

۲,۰۰۰ نمره

۲- فصل 2 صفحه 41

۲,۰۰۰ نمره

۳- فصل 2 صفحه 58

۲,۰۰۰ نمره

۴- فصل 4 صفحه 168

۲,۰۰۰ نمره

۵- فصل 5 صفحه 234

۲,۰۰۰ نمره

۶- $E_2 - E_1 = -13.6 \left(\frac{1}{N_2^2} - \frac{1}{N_1^2} \right)$

۲,۰۰۰ نمره

۷- الف) $c = \lambda v \rightarrow \lambda = \frac{c}{v}, T = \frac{1}{v}$ ب) $B_m = \frac{E_m}{c}$ ج) $B = B_m \cos(kx - \omega t), E = E_m \cos(kx - \omega t)$

- ۱- یک موج الکترومغناطیسی سینوسی با بسامد $40MHz$ در فضا در جهت x گسیل می شود. در یک لحظه زمانی و در یک نقطه میدان E دارای بیشینه $750N/c$ و در جهت y است. الف) طول موج و دوره تناوب موج را حساب کنید. ب) بزرگی و جهت میدان B وقتی $E = 750N/c$ است چقدر است؟ ج) یک رابطه برای تغییرات زمان-مکان میدان الکتریکی و مغناطیسی این موج تحت بنویسید.
- ۲- مقدار $\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}$ را بر حسب $MeV \cdot fm$ بدست آورید. (روش محاسباتی و ضرایب نوشته شود).
- ۳- میله ای با سرعت $0.8c$ در جهتی که زاویه 60° درجه نسبت به راستای طولش دارد، حرکت می کند. کاهش طول میله و درصد انقباض میله را حساب کنید.
- ۴- انرژی جنبشی پروتونی با طول موج دوبروی 1 فرمی ($10^{-15}m$) که تقریباً به اندازه قطر پروتون است را حساب کنید. ($E_0 = 0.938GeV$, $hc = 4.136 \times 10^{-15}eV \cdot s$)
- ۵- یک ذره روی محور x محدود شده است و تابع موج آن بین $x=0$ و $x=1$ برابر $\psi = ax$ است و در بقیه جاها تابع موج صفر است. الف) احتمال یافتن ذره بین $x=0.45$ و $x=0.55$ چقدر است؟ ب) مقدار چشمداشتی $\langle x \rangle$ مکان ذره را پیدا کنید.
- ۶- طول موج دومین خط سری پاشن را برای اتم هیدروژن بدست آورید. ثابت ریدبرگ $1.097 \times 10^3 A^{-1}$ است.
- ۷- گشتاور مغناطیسی الکترونی که در مدار دایره ای به شعاع R دور پروتون می چرخد را حساب کنید.

۲،۰۰ نمره

$$B_m = \frac{E_m}{c} = 2.5 \times 10^{-6} T \quad (ج) \quad \lambda = \frac{c}{\nu} = 7.5 m, T = \frac{1}{\nu} = 2.5 \times 10^{-8} s \quad (الف) \quad -1$$

$$\omega = 2\pi\nu = 8\pi \times 10^7 \text{ rad/s}, k = \frac{2\pi}{\lambda} = 0.838 m^{-1} \quad E = E_m \cos(kx - \omega t) = 750 \cos(kx - \omega t) \\ B = B_m \cos(kx - \omega t) = 2.5 \times 10^{-6} \cos(kx - \omega t)$$

۲،۰۰ نمره

$$\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} = \left(8.988 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \right) (1.602 \times 10^{-19} C)^2 \quad -2 \\ = 1.440 eV \cdot nm \frac{1m}{10^9 nm} \times \frac{10^{15} fm}{m} \times \frac{1 MeV}{10^6 eV}$$

۲،۰۰ نمره

$$l_0 \cos 60^\circ \hat{i} + l_0 \sin 60^\circ \hat{j} \quad -3 \\ l'_x = 0.3 l_0 \\ l'_y = \frac{\sqrt{3}}{2} l_0$$

در نتیجه طول میله متحرک برابر $0.91 l_0$ و کاهش طول میله $\Delta l = 0.09 l_0$ و درصد انقباض 9 درصد است.

۲،۰۰ نمره

$$p = \frac{hc}{\lambda} = 1.240 \text{ GeV}, E = \sqrt{E_0^2 + p^2 c^2} = 1.555 \text{ GeV} \rightarrow K = E - E_0 = 617 \text{ MeV} \quad -4$$

۲،۰۰ نمره

$$\langle x \rangle = \frac{a^2}{4} \quad (ب) \quad \int_{x_1}^{x_2} |\psi|^2 dx = 0.0251 a^2 \quad (الف) \quad -5$$

۲،۰۰ نمره

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^{-3} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2} \right) \rightarrow \lambda = 12.82 A^\circ \quad -6$$

۲،۰۰ نمره

$$\mu = IA = (ev)(\pi r^2) = \pi e r^2 \left(\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{ke^2}{mr}} \right) = \frac{e^2}{2} \sqrt{\frac{kr}{m}} \quad -7$$

۲,۰۰ نمره

۱- میله ای با سرعت $0.8c$ در جهتی که زاویه 60° درجه نسبت به راستای طولش دارد، حرکت می کند. در صد انقباض میله را حساب کنید؟

۲,۰۰ نمره

۲- اتومبیلی با سرعت 35 متر بر ثانیه به تله سرعت یک رادار نزدیک می شود. اگر دستگاه رادار را با بسامد $20 \times 10^9 \text{ Hz}$ کار کند. جابجایی بسامد که متصدی دستگاه رادار مشاهده می کند چقدر است؟

۲,۰۰ نمره

۳- انرژی جنبشی پروتونی با طول موج دوبروی 1 فرمی (10^{-15} m) که تقریباً به اندازه قطر پروتون است را حساب کنید؟
(انرژی سکون پروتون $E_0 = 0.938 \text{ GeV}$)

۲,۰۰ نمره

۴- با استفاده از اصل عدم قطعیت انرژی حالت پایه نوسانگر هارمونیک ساده را به دست آورید؟

۲,۰۰ نمره

۵- یک ذره روی محور x محدود شده است و تابع موج بین $x=0$ و $x=1$ برابر $\psi = ax$ است، در بقیه جاها $\psi = 0$ می باشد. الف) احتمال یافتن ذره بین $x=0.45$ و $x=0.55$ چقدر است؟ ب) مقدار چشمداشتی $\langle x \rangle$ مکان ذره را پیدا کنید؟

۲,۰۰ نمره

۶- دو تا از بلندترین طول موج های بالمر بریلیم سه بار یونیده $Z=4$ را حساب کنید؟ ($hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$)

۲,۰۰ نمره

۷- با استفاده از مکانیک کوانتوم گشتاور های مغناطیسی مجاز را برای تراز $n=3$ محاسبه کنید.

$$\left(\frac{e\hbar}{2m} = 0.927 \times 10^{-23} \text{ J/T} \right)$$

۱- فرض کنید که طول میله در حال سکون l_0 و محور X راستای سرعت باشد. در این صورت

$$l_0 \cos 60^\circ \hat{i} + l_0 \sin 60^\circ \hat{j}$$

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

$$l'_x = l_x \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = l_0 \cos 60^\circ \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 0.3 l_0 \quad l'_y = l_y \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} l_0$$

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

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

۲- بسامدی که اتومبیل دریافت می کند تا جمله‌های مرتبه اول بر حسب $\frac{u}{c}$ برابر است با

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

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

$$v'' \approx v' \left(1 + \frac{u}{c}\right) \approx v_0 \left(1 + \frac{u}{c}\right)^2 \approx v_0 \left(1 + \frac{2u}{c}\right) \Rightarrow v'' - v_0 \approx v_0 \frac{2u}{c} = 4.67 \times 10^3 \text{ Hz}$$

۳- حل: انرژی سکون پروتون $E_0 = 0.938 \text{ GeV}$ است (آن را حساب کنید) با

استفاده از رابطه:

$$p = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(4.136 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s})(2.998 \times 10^8 \text{ m/s})}{1 \times 10^{-10} \text{ m}} \\ = 1.24 \times 10^4 \text{ eV} = 12.4 \text{ GeV}$$

چون $pc > E_0$ است باید از رابطه نسبیتی استفاده کرد. لذا:

$$E = \sqrt{E_0^2 + p^2 c^2} = \sqrt{(0.938)^2 + (12.4)^2} = 12.5 \text{ GeV}$$

انرژی جنبشی وابسته به پروتون برابر است با:

$$K = E - E_0 = (12.5 - 0.938) \text{ GeV} \\ = 11.56 \text{ GeV} = 11.6 \text{ MeV}$$

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 :

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

طبق اصل عدم قطعیت :

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

با جایگزینی داریم:

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

انرژی در حالت پایه کمینه است. لذا :

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

$$\int_{-\infty}^{\infty} |\psi|^2 dx = a^2 \int_{-\infty}^{\infty} x^2 dx = a^2 \left[\frac{x^3}{3} \right]_{-\infty}^{\infty} = 0.251 a^2 \quad \text{حل: الف}$$

$$\langle x \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} x |\psi|^2 dx = a^2 \int_{-\infty}^{\infty} x^3 dx = a^2 \left[\frac{x^4}{4} \right]_{-\infty}^{\infty} = \frac{a^2}{4} \quad \text{ب)}$$

۶- حل: چون تابش‌های سری بالمر به تراز $n = 2$ ختم می‌شوند دو تا از بلندترین طول موج‌ها عبارتند از تابش‌های متناظر با $n = 3 \rightarrow n = 2$ و $n = 4 \rightarrow n = 2$ لذا:

$$E_4 - E_2 = -(13.6 \text{ eV}) \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) \\ = 3.07 \text{ eV}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{1240 \text{ eV nm}}{3.07 \text{ eV}} = 404 \text{ nm}$$

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

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{1240 \text{ eV nm}}{4.08 \text{ eV}} = 304 \text{ nm}$$

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.

$$l = 2 \Rightarrow \mu = \frac{e}{2m} L = \frac{e}{2m} \sqrt{l(l+1)}\hbar \\ = (9.27 \times 10^{-24} \frac{\text{J}}{\text{T}}) (\sqrt{2(2+1)}) = 2.77 \times 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{T}}$$

$$l = 1 \Rightarrow \mu = \frac{e}{2m} L = \frac{e}{2m} \sqrt{l(l+1)}\hbar \\ = (9.27 \times 10^{-24} \frac{\text{J}}{\text{T}}) (\sqrt{2}) = 1.31 \times 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{T}}$$

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

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

$$\mu_B = \frac{e}{2m} L = \frac{e}{2m} (3\hbar) = 3 \left(\frac{e\hbar}{2m} \right), \quad \frac{e\hbar}{2m} = 9.27 \times 10^{-24} \text{ J/T} \\ = 3(9.27 \times 10^{-24} \frac{\text{J}}{\text{T}}) = 2.78 \times 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{T}}$$

۲,۰۰۰ نمره

۱- یک موج الکترومغناطیسی سینوسی با بسامد 40 MHz در فضا در جهت X گسیل می شود. در یک لحظه زمانی و در یک نقطه میدان E دارای بیشینه 750 N/C و در جهت Y است. الف) طول موج و دوره تناوب موج رابدهست آورید. ب) بزرگی و جهت میدان B وقتی میدان الکتریکی برابر 750 N/C است چقدر است؟ ج) یک رابطه برای تغییرات زمان-مکان میدان الکتریکی و مغناطیسی این موج تحت بنویسید.

۲,۰۰۰ نمره

۲- اصول موضوعه انیشتن را برای نسبیت خاص بیان کنید.

۲,۰۰۰ نمره

۳- میله ای با سرعت $0.8c$ در جهتی که زاویه 60 درجه نسبت به راستای طولش دارد، حرکت می کند. درصد انقباض میله را حساب کنید.

۲,۰۰۰ نمره

۴- الکترونی در ناحیه ای از فضا به ابعاد اتم (0.1 nm) محدود شده است. الف) عدم قطعیت در تکانه این الکترون چقدر است؟ ب) انرژی جنبشی یک الکترون با تکانه Δp چقدر است؟
($\hbar = 1.05 \times 10^{-34}\text{ J.s}$, $\hbar c = 197\text{ eV.nm}$, $m_0 c^2 = 0.511\text{ MeV}$)

۲,۰۰۰ نمره

۵- یک ذره روی محور X محدود شده است و تابع موج آن بین $X = 0$ و $X = 1$ برابر $\psi = ax$ است در بقیه جاها $\psi = 0$ می باشد.

الف) احتمال یافتن ذره بین $X = 0.45$ و $X = 0.55$ چقدر است؟ ب) مقدار چشمداشتی $\langle x \rangle$ مکان ذره را پیدا کنید.

۲,۰۰۰ نمره

۶- در مدل منظومه ای اتم هیدروژن که الکترون به دور هسته می گردد انرژی کل اتم هیدروژن را حساب کنید.

۲,۰۰۰ نمره

۷- در میدان مغناطیسی 0.6 T در یک اتم گذارهایی بین حالت های $l = 1$ و $l = 2$ اتفاق می افتد. اگر طول موج قبل از اعمال میدان مغناطیسی $5000\text{ \AA}$ باشد طول موج های مشاهده شده را محاسبه کنید.)

$$(hc = 1.24 \times 10^3\text{ eV.}\text{\AA}, \frac{e\hbar}{2m} = 5.79 \times 10^{-5} \frac{\text{eV}}{T})$$

۲,۰۰۰ نمره

$$E = E_m \cos(kx - \omega t) = 750 \cos(kx - \omega t) \quad (\text{ج}) \quad B_m = \frac{E_m}{c} = 2.5 \times 10^{-6} T \quad (\text{ب}) \quad \lambda = 7.5 m, T = 2.5 \times 10^{-8} s \quad (\text{الف}) \quad -1$$

$$B = B_m \cos(kx - \omega t) = 2.5 \times 10^{-6} \cos(kx - \omega t)$$

$$\omega = 2\pi\nu = 8\pi \times 10^7, K = \frac{2\pi}{\lambda} = 0.838$$

۲,۰۰۰ نمره

۲- ۱- اصل موضوع 1: اصل نسبیت- قوانین فیزیک درهمه چارچوبهای مرجع لخت یکسان می باشد
2- اصل موضوع 2: اصل ثبات سرعت نور- سرعت نور در فضای آزاد در تمام چارچوب های مرجع لخت دارای مقدار ثابت زیر است

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = 3 \times 10^8 m/s$$

۲,۰۰۰ نمره

$$l'_x = l_x \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 0.3l_0, l'_y = l_y \cos 60 = \frac{\sqrt{3}}{2} l_0 \quad -3$$

$$L = 0.91l_0, \Delta l = 0.09l_0$$

۲,۰۰۰ نمره

$$\Delta p = \frac{\hbar}{2\Delta x} = 5.25 \times 10^{-25} kg \cdot m \cdot s^{-1} = 985 eV \cdot s^{-1} \quad -4$$

$$k = E - E_0 = 0.949 eV$$

۲,۰۰۰ نمره

$$\langle x \rangle = \int_0^1 x |\psi|^2 dx = \frac{a^2}{4} \quad (\text{ب}) \quad \int_{x_1}^{x_2} |\psi|^2 dx = 0.0251 a^2 \quad (\text{الف}) \quad -5$$

۲,۰۰۰ نمره

$$F_c = F_e \rightarrow m \frac{v^2}{r} = k \frac{e^2}{r^2} \rightarrow v = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 m r}}, E = \frac{-e^2}{8\pi\epsilon_0 r} \quad -6$$

۲,۰۰۰ نمره

$$\Delta E = \frac{e\hbar}{2m} B = 3.47 \times 10^{-5} eV, |d\lambda| = \frac{\lambda^2 \Delta E}{hc} = 0.07 A^0 \quad -7$$

$$\lambda_+ = 5000.0 A^0, \lambda_0 = 5000 A^0, \lambda_- = 4999.93 A^0$$

۲,۰۰۰ نمره

۱- وقتی اتم های کادمیوم رادرمیدان مغناطیسی 0.009 تسلا قراردهیم شکافت خط قرمز 6438 آنگستروم
زمین معمولی آنرا حساب کنید.

$$\frac{eh}{2m} = 5.29 \times 10^{-5} \frac{\text{eV}}{\text{\AA}} \quad hc = 12.4 \times 10^3 \text{ eV} \cdot \text{\AA}$$

۲,۰۰۰ نمره

۲- اگر انرژی خورشیدی دریافتی برای هرسانتهی متر مربع زمین 8 ژول در دقیقه باشد میدان الکتریکی نشر شده
بوسیله نور خورشید در روی زمین رامحاسبه کنید.

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \quad c = 3 \times 10^8$$

۲,۰۰۰ نمره

۳- اگر میله ای با 0/8 سرعت نور به یک ناظر نزدیک شود طول آن در جهت حرکت چند درصد طول اولیه است؟

۲,۰۰۰ نمره

۴- برای امواج کشسان سطحی آب داریم $v = \left(\frac{\gamma \pi T}{\rho \lambda^3} \right)^{\frac{1}{2}}$ ، برای این سیستم رابطه سرعت گروه و فاز را بدست
آورید؟

۲,۰۰۰ نمره

۵- فضانوردی در یک سفینه فضایی که با سرعت 0.6 سرعت نورازیک سکوی فضایی دورمی شود نوری به طول موج
5000 آنگستروم به طرف سکو میفرستد. بسامدنورازدید ناظرواقع برسکوچقدر است؟

۲,۰۰۰ نمره

۶- احتمال حضور ذره با تابع موج $\psi = C \exp(-x^2 \alpha^2)$, $0 < x < \infty$ در بازه تعیین شده را محاسبه نمایید؟

۲,۰۰۰ نمره

۷- آزمایش فرانک - هرتز رابه طورکامل شرح دهید.

$$|dE| = \frac{eh}{2m} B = \left(5.79 \times 10^{-5} \frac{eV}{T} \right) (0.009T) = 5.21 \times 10^{-7} eV$$

$$|d\lambda| = \frac{\lambda^2 |dE|}{hc} = \frac{(6438 \text{ Å})^2 (5.21 \times 10^{-7} eV)}{12.4 \times 10^3 eV \cdot \text{Å}} = 1.74 \times 10^{-3} \text{ Å}$$

$$10^3 = E \quad S = \frac{c\epsilon_0}{2} E_0^2 \Rightarrow E_0^2 = \frac{2S}{c\epsilon_0} = \frac{2 \times 8 \times \frac{10^3}{60}}{3 \times 10^8 \times 8.85 \times 10^{-12}} = 10^6 \frac{N^2}{C^2} \quad -۲$$

-۳ ص 43

-۴ ص 199

-۵ صفحه 60

-۶ صفحه 265

-۷ صفحه 312

- ۱- اگر انرژی خورشیدی دریافتی برای هر سانتی متر مربع زمین 8 ژول در دقیقه باشد میدان الکتریکی نشر شده به وسیله نور خورشید در روی زمین را محاسبه کنید؟
- ۲- از نمونه یک ماده رادیواکتیو که در چارچوب آزمایشگاه در حال سکون است دوالکترون در جهت های مختلف خارج می شوند سرعت یکی از الکترون ها از دید ناظر آزمایشگاه $0.6c$ و سرعت الکترون دیگری $0.7c$ است مطابق تبدیل گالیه سرعت یکی از الکترون ها نسبت به الکترون دیگری چقدر است؟
- ۳- یک ذره با میانگین عمر ویژه 1 میکروثانیه با سرعت $2/7 \times 10^8 \frac{m}{s}$ در آزمایشگاه حرکت می کند.
 الف) طول عمر آن چنان که ناظری در آزمایشگاه آن را اندازه بگیرد چقدر خواهد بود؟
 ب) چه فاصله ای را قبل از واپاشی می پیماید؟
 ج) فاصله پیموده شده را بدون در نظر گرفتن نسبیت پیدا کنید؟
- ۴- پرتو باریکی از الکترون ها با انرژی $60keV$ از ورقه نازک نقره عبور می کند. فاصله بین اتمی در کریستال نقره $4/08 \text{ \AA}$ است. شعاع الگوی پراش مرتبه اول را از صفحات براگ روی صفحه که به فاصله 40 سانتی متر از ورقه نقره قرار دارد حساب کنید.
- ۵- الکترون هایی با انرژی $1eV$ ، $2eV$ بر یک سد پتانسیل به ارتفاع $10eV$ و پهنای $0.50nm$ فرود می آید.
 الف) احتمال تراگسیل این الکترون ها را حساب کنید.
 ب) اگر پهنای سد را دو برابر کنیم این احتمال ها چگونه تغییر می کنند؟
- ۶- در آزمایش رادرفورد تعداد ذرات آلفایی که تحت زاویه 60 درجه به وسیله یک ورقه نقره پراکنده می شود 200 اتم در دقیقه است اگر به جای ورقه نقره، ورقه مس با همان ضخامت قرار دهیم تعداد ذرات آلفایی پراکنده در دقیقه و تحت زاویه 60 درجه چقدر خواهد شد؟
- ۷- نشان دهید که برای الکترون $1s$ در اتم هیدروژن مقدار متوسط $\frac{1}{r}$ برابر با $\frac{1}{a_0}$ است؟

۲,۰۰۰ نمره

۱- تمرین 4 صفحه 23 کتاب

۲,۰۰۰ نمره

۲- خودآزمایی 1 فصل 2 کتاب

۲,۰۰۰ نمره

۳- مثال 9 از فصل 2

۲,۰۰۰ نمره

۴- خودآزمایی 5 فصل 4

۲,۰۰۰ نمره

۵- مثال 6 از فصل 5 کتاب

۲,۰۰۰ نمره

۶- تمرین 11 صفحه 321

۲,۰۰۰ نمره

۷- مثال 3 از فصل 7

۲,۰۰۰ نمره

۱- نشان دهید که عبارت دیفرانسیلی $dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2 = 0$ تحت تبدیل لورنتس ناورداست.

۲,۰۰۰ نمره

۲- الف) 4 مورد از ویژگی های امواج الکترومغناطیسی را بیان کنید.

ب) شعاع الکترون در اتم هیدروژن برابر $a_0 = \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m_e e^2}$ است. نشان دهید این کمیت دارای بعد طول است.

۲,۰۰۰ نمره

۳- اگر ذره ای که در خط مستقیم حرکت می کند دارای انرژی $E = \frac{1}{2}mv^2$ باشد، نشان دهید که برای ذره

$$\Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{4\pi} \quad \left(\Delta t = \frac{\Delta x}{v} \right) \text{ است.}$$

۲,۰۰۰ نمره

۴- تابع موج $\phi(x) = A e^{-x} \sin \alpha x$ را بهنجار کنید.

۲,۰۰۰ نمره

۵- برای تابع موج $\psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-r/a_0}$ مقدار $\langle \frac{1}{r} \rangle$ را محاسبه کنید.

۲,۰۰۰ نمره

۶- به ازای چه سرعتی برای الکترون طول موج دوبروی برابر طول موج کامپتون $\frac{h}{m_e c}$ است؟

۲,۰۰۰ نمره

۷- نشان دهید فرکانس الکترون در مدار الکترونی اتم هیدروژن برابر $v = \frac{e^2}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 m r}}$ است.

$$x' = \gamma (x - u dt)$$

→

$$dx' = \gamma (dx - u dt)$$

-۱

$$y' = y$$

$$dy' = dy$$

$$z' = z$$

$$dz' = dz$$

$$t' = \gamma (t - \frac{ux}{c^2})$$

$$dt' = \gamma (dt - \frac{u}{c^2} dx)$$

$$dx'^2 + dy'^2 + dz'^2 - c^2 dt'^2 = \gamma^2 (dx^2 + u^2 dt^2 - 2u dx dt) + dy^2 + dz^2$$

$$-\gamma^2 c^2 (dt^2 + \frac{u^2}{c^4} dx^2 - 2\frac{u}{c^2} dx dt) = \gamma^2 dx^2 (1 - \frac{u^2}{c^2}) - \gamma^2 c^2 (1 - \frac{u^2}{c^2}) dt^2 + dy^2 + dz^2$$

$$= dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2 = 0$$

$$\gamma^2 (1 - \frac{u^2}{c^2}) = 1$$

-۲ الف فصل ۱ صفحه ۱۵

$$h = J \cdot \text{sec} = \text{kg m}^2 \text{S}^{-2} \text{S} = \text{kg m}^2 \text{S}^{-1}$$

$$\epsilon_0 = \frac{C^2}{N m^2} = \frac{C^2}{\text{kg m S}^{-2} m^2} = \frac{C^2}{\text{kg m}^3 \text{S}^{-2}}$$

$$e^2 = C^2$$

$$m_e = \text{kg}$$

- ب

$$a_0 = \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m_e e^2} = \frac{\text{kg}^2 \text{m}^4 \text{S}^{-2} \frac{C^2}{\text{kg m}^3 \text{S}^{-2}}}{\text{kg } C^2} = m$$

-۳ صفحه ۲۰۵ فصل ۴ تمرین های مروری

-۴ صفحات ۲۶۲ و ۲۶۳ فصل ۵

-۵ مثال ۳-۷ صفحه ۳۵۴ فصل ۷

$$\frac{1}{c} \rightarrow p = \frac{m v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = m c$$

$$\rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{v^2}{c^2} \rightarrow v^2 = \frac{c^2}{2} \rightarrow v = \frac{\sqrt{2}}{2} c$$