

309

F

نام

نام خانوادگی

محل امضاء



309F

صبح جمعه ۹۱/۱۲/۱۸ دفترچه شماره ۱	 جمهوری اسلامی ایران وزارت علوم، تحقیقات و فناوری سازمان سنجش آموزش کشور	اگر دانشگاه اصلاح شود مسلکت اصلاح می شود. ایام خمینی (ره)		
<b>آزمون ورودی</b> <b>دوره های دکتری (نیمه متمرکز) داخل</b> <b>در سال ۱۳۹۲</b>				
<b>رشته های</b> <b>فوتونیک (کد ۲۲۳۹)</b>				
تعداد سؤال: ۴۵		مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه		
عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات				
ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی (فیزیک مدرن، مکانیک کوانتومی، پیشرفته، الکتروپنایمیک)	۴۵	۱	۴۵
<b>اسفندماه سال ۱۳۹۱</b>				
<b>این آزمون نمره منفی دارد.</b>				
استفاده از ماشین حساب مجاز نمی باشد.				
حق چاپ و تکثیر سؤالات پس از برگزاری آزمون برای تمامی اسخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می باشد و با متعلقین برابر مقررات رفتار می شود.				

## پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

صفحه ۲

309F

مجموعه دروس تخصصی (فیزیک مدرن، مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپدینامیک)

- ۱- در شکل زیر شخص «ب» داخل کشتی فضایی با طول ویژه ۴۰۰ متر قرار دارد و کشتی با سرعت نسبی  $V$  از جلوی شخص «الف» عبور می‌کند. شخص «الف» مدت زمان عبور کامل کشتی از جلوی خود را  $1 \mu s$  اندازه می‌گیرد. سرعت نسبی  $V$  چند برابر  $c$  سرعت نور در خلأ است؟



- (۱)  $\frac{1}{15}c$   
 (۲)  $\frac{1}{4}c$   
 (۳)  $\frac{1}{6}c$   
 (۴)  $\frac{1}{8}c$

- ۲- انرژی جرم سکون الکترون  $m_e c^2 = 0.5 \text{ MeV}$  است. طول موج «دوبروی» یک الکترون آزاد با انرژی جنبشی  $K_e = 0.8 \text{ MeV}$  تقریباً چند «فرمی» است؟

- (۱) ۶۸۶  
 (۲) ۱۰۴۲  
 (۳) ۱۳۹۸  
 (۴) ۱۷۵۴

- ۳- یک سفینه فضایی در حال حرکت با تندی ثابت روی یک مسیر مستقیم الخط و در حال دور شدن از یک ایستگاه فضایی است. برای اینکه فاصله خود را در یک لحظه (بگیریم لحظه صفر) از این ایستگاه فضایی تعیین کنیم یک پمپ موج نوری با فرکانس  $\nu_0$  به سمت آن ایستگاه ارسال می‌کنیم. دقیقاً  $\tau_0$  ثانیه بعد بازتابش پمپ موج نوری اولیه ارسالی خود را در اثر بازتابش آن روی ایستگاه فضایی با فرکانس کوچکتر  $\alpha \nu_0$  ( $0 < \alpha < 1$ ) دریافت می‌داریم. فاصله مورد نظر هنگام ارسال پمپ چقدر بوده است؟

- (۱)  $\frac{\alpha}{1+\alpha} c \tau_0$   
 (۲)  $\left(\frac{1}{2}\right) \frac{\alpha}{1+\alpha} c \tau_0$   
 (۳)  $\frac{1-\alpha}{1+\alpha} c \tau_0$   
 (۴)  $\left(\frac{1}{2}\right) \frac{1}{1+\alpha} c \tau_0$

## پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

صفحه ۳

309F

مجموعه دروس تخصصی (فیزیک مدرن، مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپدینامیک)

۴- مرتبه‌ی بزرگی میدان الکتریکی و مغناطیسی درون یک فوتون پرتو  $X$  به طول موج یک آنگستروم کدام گزینه است؟ فوتون را مانند یک پسته‌ی کروی انرژی در نظر بگیرید.

$$(1) \quad 10^{12} \frac{V}{m} \text{ و } 10^6 T$$

$$(2) \quad 10^{10} \frac{V}{m} \text{ و } 10 T$$

$$(3) \quad 10^{14} \frac{V}{m} \text{ و } 10^5 T$$

$$(4) \quad 10^8 \frac{V}{m} \text{ و } 1 T$$

۵- یک چشمه نور شامل  $10^{20}$  اتم است. اگر این اتم‌ها به طور همدوس تابش کنند شدت میانگین چند برابر شدت تابش ناهمدوس آنها است؟

$$(1) \quad 2.5 \times 10^{19}$$

$$(2) \quad 10^{10}$$

$$(3) \quad 10^{20}$$

$$(4) \quad 5 \times 10^{19}$$

۶- شدت نور تابشی از هر یک از دو منبع نور  $S_1$  و  $S_2$  به طور جداگانه بر روی یک پرده نمایش  $I_0$  است. اگر این دو منبع نوری به طور همزمان بر روی پرده نمایش بتابند، کدام عبارت نادرست است؟

(۱) اگر دو منبع نوری کاملاً همدوس باشند، شدت نور حاصل بر پرده نمایش  $2I_0$  است.

(۲) اگر دو منبع نوری کاملاً همدوس باشند، شدت نور حاصل بر پرده نمایش  $4I_0$  است.

(۳) اگر دو منبع نوری کاملاً غیرهمدوس باشند، شدت نور حاصل بر پرده نمایش  $2I_0$  است.

(۴) اگر دو منبع نوری دارای اختلاف فاز  $\pi$  باشند، شدت نور حاصل بر پرده نمایش صفر است.

۷- هنگام تولید پرتوهای  $X$  از فلز مولیبدن ( $^{92}_{42}\text{Mo}$ ) طول موج خط  $K_{\alpha}$  چند آنگستروم است؟ ثابت نوری برای خط  $K_{\alpha}$

$$\text{برابر } \frac{1}{5 \times 10^7} \text{ Hz است.}$$

$$(1) \quad 0.15$$

$$(2) \quad 0.65$$

$$(3) \quad 0.75$$

$$(4) \quad 1.5$$

دانلود کلیه سوالات آزمون دکتری در سایت پی اچ دی تست

۸- در یک دستگاه میکروسکوپ الکترونی می‌خواهیم اندازه‌هائی در حدود یک نانومتر را تشخیص دهیم و اندازه‌گیری نمائیم. حداقل انرژی الکترون‌هائی که باید در چنین میکروسکوپ الکترونی به کار ببریم از کدام مرتبه است؟

(۱)  $150 \text{ eV}$

(۲)  $15 \text{ eV}$

(۳)  $1.5 \text{ KeV}$

(۴)  $1.5 \text{ eV}$

۹- باریکه‌ای از ذرات الکترون هم انرژی به طور کاملاً هم‌دوس طبق شکل از دو روزنه بسیار باریک و متقارن در صفحه عمود بر الکترون‌های فرودی عبور نموده و در فاصله‌ای دور به یک صفحه برخورد می‌کنند و به کمک یک اسیلوسکوپ نقاط ماکزیمم و می‌نیمم تجمع آنها را مشاهده می‌کنیم. هرگاه اولین نقاط ماکزیمم تجمع الکترون‌ها در طرفین (بالا و پایین) نقطه ماکزیمم مرکزی به فاصله  $a$  قرار داشته باشند، در این صورت انرژی هر الکترون در باریکه مزبور  $\alpha \frac{h^2}{\lambda m_e a^2}$  بوده است. عدد  $\alpha$

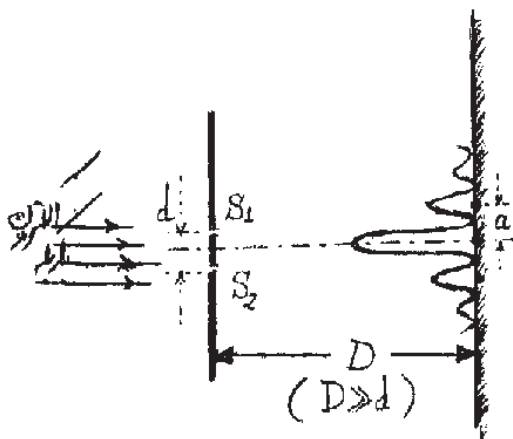
کدام است؟

(۱)  $\left(\frac{D}{d}\right)^2$

(۲)  $\left(\frac{D}{2d}\right)^2$

(۳)  $\left(\frac{D}{2d}\right)^2$

(۴)  $\left(\frac{D}{\sqrt{2}d}\right)^2$



۱۰- تابع انرژی پتانسیل بین دو اتم یک ملکول بر حسب فاصله آنها  $x$  به صورت زیر بیان می‌شود.

$$U(x) = \epsilon_0 \left[ \left( \frac{a_0}{x} \right)^{12} - \gamma \left( \frac{a_0}{x} \right)^6 \right]$$

که  $\epsilon_0 = 2.5 \text{ eV}$  و  $a_0 = 2 \text{ \AA}$ . این ملکول دو اتمی مانند دو گلوله که به دو سر فنری متصل اند اطراف وضعیت تعادل خود نوسانات کم دامنه می‌کند. ثابت فنری این نوسانات چقدر است؟ انرژی پیوندی این ملکول چقدر است؟

(۱)  $3.0 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  و  $-2.75 \text{ eV}$

(۲)  $2.0 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  و  $-2.5 \text{ eV}$

(۳)  $1.0 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  و  $-1.25 \text{ eV}$

(۴)  $4.0 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  و  $-5 \text{ eV}$

۱۱- در اتم  ${}^3_7\text{Li}$  آرایش  $(n, l, m_l, m_s)$  دو الکترون به صورت  $(1, 0, 0, +\frac{1}{2})$  و  $(1, 0, 0, -\frac{1}{2})$  است. آرایش الکترون سوم کدام است؟

(۱)  $(2, 0, 0, +\frac{1}{2})$

(۲)  $(2, 1, 0, +\frac{1}{2})$

(۳)  $(2, 1, 0, -\frac{1}{2})$

(۴)  $(2, 1, 1, -\frac{1}{2})$

۱۲- گشتاور دو قطبی الکترونی با مربع تکانه زاویه‌ای  $L^2 = 2\hbar^2$  را می‌توان به صورت  $\vec{\mu} = -\mu_B(\vec{L} + 2\vec{S}) = -\mu_B g_J \vec{J}$  نوشت که  $\vec{J} = \vec{L} + \vec{S}$ . کدام گزینه نشان دهنده مقادیر ممکن برای  $g_J$  است؟

(۱)  $\frac{4}{5}, \frac{2}{5}$

(۲)  $\frac{7}{5}, \frac{3}{5}$

(۳)  $\frac{7}{3}, \frac{5}{3}$

(۴)  $\frac{4}{3}, \frac{2}{3}$

## پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

صفحه ۶

309F

مجموعه دروس تخصصی (فیزیک مدرن، مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپنایمیک)

۱۳- پیکربندی Mn در حالت پایه به صورت  $(Ar)(4s^2)(3d^5)$  می باشد. توصیف طیف نمایی آن کدام است؟

(۱)  ${}^5D_5$

(۲)  ${}^2S_{\frac{1}{2}}$

(۳)  ${}^5S_{\frac{5}{2}}$

(۴)  ${}^6S_{\frac{7}{2}}$

۱۴- نیمه عمر هسته اتم کبالت  ${}^{60}_{27}Co$  که از طریق تلاشی  $\beta$  به هسته اتم کبالت  ${}^{60}_{27}Co$  تبدیل می گردد تقریباً ۵٫۲۵ سال

است. نمونه ای از یک داروی پزشکی که در بیمارستان ها نگهداری می شود حاوی کبالت  ${}^{60}_{27}Co$  است. در هر سال تقریباً چند درصد از این نمونه به خاطر تلاشی  $\beta$  آن غیر قابل استفاده می گردد؟

$e^{-1} = 0.37$  ,  $e^{-2} = 0.14$  ,  $e^{-3} = 0.05$  ,  $e^{-4} = 0.02$  ,  $\ln 2 = 0.7$

(۱) ۷

(۲) ۱۲

(۳) ۲۲

(۴) ۴۰

۱۵- هامیلتونی یک ملکول دو اتمی متشکل از دو جرم نقطه ای  $m_1$  و  $m_2$  که به فاصله ای R از یکدیگر قرار دارند  $H = \frac{L^2}{2I_{cm}}$

است که  $L^2 = \ell(\ell + 1)\hbar^2$  و  $I_{cm}$  لختی دورانی ملکول حول محور گذرنده از مرکز جرم و عمود بر خط واصل دو جرم است. اگر ملکول از اولین حالت برانگیخته گذاری به حالت پایه خود انجام دهد طول موج تابش گسیلی کدام گزینه است؟ c سرعت نور است.

(۱)  $\frac{2\pi^2 R^2 c m_1 m_2}{h(m_1 + m_2)}$

(۲)  $\frac{2\pi R^2 c m_1 m_2}{h(m_1 + m_2)}$

(۳)  $\frac{4\pi^2 R^2 c m_1 m_2}{h(m_1 + m_2)}$

(۴)  $\frac{4\pi R^2 c m_1 m_2}{h(m_1 + m_2)}$

دانلود کلیه سوالات آزمون دکتری در سایت پی اچ دی تست

## پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

صفحه ۷

309F

مجموعه دروس تخصصی (فیزیک مدرن، مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپنایمیک)

۱۶- ماتریس تبدیلی که پایه  $S_z$  قطری را به پایه  $S_x$  قطری مربوط می کند، کدام است؟

$$(1) \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$(2) \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ -1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$(3) \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$(4) \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

۱۷- در اتم هیدروژن برای حالتی با نماد اسپکتروسکوپی  ${}^3F_p$  ویژه مقدار عملگر  $\vec{S} \cdot \vec{L}$  کدام است؟

$$(1) -\frac{43}{8} \hbar^2$$

$$(2) -\hbar^2$$

$$(3) -3\hbar^2$$

$$(4) -4\hbar^2$$

۱۸- هامیلتونی دستگاهی در پایه اورتونرمال  $\{|1\rangle, |2\rangle\}$  به صورت

$$H = \hbar\omega (|1\rangle\langle 1| - |2\rangle\langle 2| + |1\rangle\langle 2| + |2\rangle\langle 1|)$$

است که  $\omega$  یک عدد حقیقی است. اگر دستگاه در لحظه  $t=0$  در حالت  $|1\rangle$  باشد در چه لحظه‌ای از زمان ( $t>0$ ) در

حالت  $|2\rangle$  خواهد بود؟

$$(1) \frac{\pi}{\omega}$$

$$(2) \frac{\pi}{2\omega}$$

$$(3) \frac{\pi}{2\sqrt{2}\omega}$$

(۴) در هیچ زمانی

۱۹- ذره بارداری به جرم  $m$  و بار الکتریکی  $q$  در میدان مغناطیسی ثابت  $\vec{B} = B_0 \hat{k}$  در نظر بگیرید. اگر تابع موج ذره در پیمانه

متقارن  $\vec{A}_\perp = \frac{1}{r} \vec{B} \times \vec{r}$  به شکل  $\psi_\perp(\vec{r}, t)$  و تابع موج ذره در پیمانه نامتقارن  $\vec{A}_\perp = -B_0 y \hat{i}$  به شکل  $\psi_\parallel(\vec{r}, t)$

باشد. در آن صورت تابع  $g(\vec{r}, t)$  در رابطه  $\psi_\parallel(\vec{r}, t) = g(\vec{r}, t) \psi_\perp(\vec{r}, t)$  کدام است؟

$$e^{\frac{-iqB_0}{2\hbar c} xy} \quad (۱)$$

$$e^{\frac{-iqB_0}{\hbar c} xy} \quad (۲)$$

$$e^{\frac{-iqB_0}{2\hbar c} (x^2+y^2)} \quad (۳)$$

$$e^{\frac{-iqB_0}{\hbar c} (x^2+y^2)} \quad (۴)$$

۲۰- اگر عملگرهای  $\hat{a}$  و  $\hat{a}^+$  به ترتیب عملگرهای پایین‌بر و بالابر و  $|\alpha\rangle$  کت حالت همدوس یک نوسانگر هماهنگ یک بعدی با

خاصیت  $\hat{a}|\alpha\rangle = \alpha|\alpha\rangle$  باشند، حاصل عبارت  $\text{tr}(\hat{a}^{+2}|\alpha\rangle\langle\alpha|)$  برابر است با:

$$|\alpha|^2 - 2 \quad (۱)$$

$$|\alpha|^4 - 4|\alpha|^2 + 2 \quad (۲)$$

$$|\alpha|^2 + 2 \quad (۳)$$

$$|\alpha|^4 + 4|\alpha|^2 + 2 \quad (۴)$$

۲۱- تحت تبدیلات پیمانه‌ای  $\begin{cases} \vec{A}' = \vec{A} + \vec{\nabla}\Lambda \\ \phi' = \phi - \frac{1}{c} \frac{\partial \Lambda}{\partial t} \end{cases}$  در معادله شرودینگر، کدام جمله درست است؟

(۱) مقدار چشمداشتی عملگر مکان تغییر می‌کند.

(۲) هامیلتونی سامانه ناوردا است.

(۳) مقدار چشمداشتی کمیت  $\vec{p} - \frac{q}{c} \vec{A}$  ناوردا است.

(۴) مقدار چشمداشتی تکانه کانونیک ناوردا است.



## پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

صفحه ۹

309F

مجموعه دروس تخصصی (فیزیک مدرن، مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکترونیک)

۲۲- باریکه نوری از پنجاه درصد نور با قطبش خطی  $x$  و پنجاه درصد نور با قطبش دایره‌ای راستگرد  $R$  تشکیل شده است. میانگین آنسامبل اسپین هر فوتون در امتداد چپگرد  $L$  کدام است؟

(۱) صفر

(۲)  $\frac{\hbar}{4}$

(۳)  $\frac{\hbar}{2}$

(۴)  $\hbar$

۲۳- مجموع سه اسپین  $\frac{1}{2}, 1, \frac{3}{2}$  را با حاصلضرب تانسوری  $2 \otimes 3 \otimes 4$  نشان می‌دهیم. حاصل این ضرب تانسوری کدام جمع

تانسوری است؟

(۱)  $12 \oplus 8 \oplus 4$

(۲)  $10 \oplus 7 \oplus 6 \oplus 1$

(۳)  $6 \oplus 6 \oplus 4 \oplus 4 \oplus 2 \oplus 2$

(۴)  $7 \oplus 5 \oplus 5 \oplus 3 \oplus 3 \oplus 1$

۲۴- یک شبکه‌ی مکعبی ساده که مکان نقاط شبکه آن  $\vec{r} = n_1 \hat{i} + n_2 \hat{j} + n_3 \hat{k}$  است در نظر بگیرید که  $n_1, n_2, n_3$  اعداد

صحیح‌اند. هامیلتونی این سیستم در تقریب تنگ بست با عناصر قطری  $\langle \vec{r} | H | \vec{r} \rangle = E_0$  و عناصر غیر قطری

$\langle \vec{r} + \hat{a} | H | \vec{r} \rangle = \langle \vec{r} | H | \vec{r} + \hat{a} \rangle = -\Delta$  مشخص می‌شود که  $\hat{a} = (\pm \hat{i}, \pm \hat{j}, \pm \hat{k})$  مکان شش همسایه‌ی نزدیک

هر یک از نقاط شبکه است. ویژه مقادیر انرژی این هامیلتونی بر حسب بردار موج  $\vec{k} = (k_1, k_2, k_3)$  کدام گزینه است؟

(۱)  $E_0 + 3\Delta(\cos k_1 + \cos k_2 + \cos k_3)$

(۲)  $E_0 - 3\Delta(\cos k_1 + \cos k_2 + \cos k_3)$

(۳)  $E_0 - 2\Delta(\cos n_1 k_1 + \cos n_2 k_2 + \cos n_3 k_3)$

(۴)  $E_0 + 3\Delta(\cos n_1 k_1 + \cos n_2 k_2 + \cos n_3 k_3)$

## پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

صفحه ۱۰

309F

مجموعه دروس تخصصی (فیزیک مدرن، مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپنایک)

۲۵- فرض کنید اتمی از یک الکترون و یک تریتون ( ${}^3\text{H}$ ) تک بار ( $Z=1$ ) تشکیل شده است. در ابتدا سیستم در حالت پایه‌اش قرار دارد. فرض کنید بار هسته ناگهان یک واحد افزایش یابد. احتمال آن که سیستم در حالت پایه‌ی ذره حاصل یافت

شود چقدر است؟ تابع موج حالت پایه‌ی یک اتم هیدروژن گونه  $\psi_{100}(\vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \left( \frac{Z}{a_0} \right)^{3/2} e^{-Zr/a_0}$  است.

۰/۱ (۱)

۰/۳ (۲)

۰/۵ (۳)

۰/۷ (۴)

۲۶- ذره‌ای به جرم  $m$  در جعبه مربعی دو بعدی به ضلع  $L$  محبوس است. پتانسیل ضعیفی به شکل

$$V(x, y) = V_0 L^2 \delta\left(x - \frac{L}{4}\right) \delta\left(y - \frac{L}{4}\right)$$

برانگیخته چقدر است؟ ( $0 \leq x \leq L$  ,  $0 \leq y \leq L$ )

$4V_0$  (۱)

$2V_0$  (۲)

$4V_0$  (۳)

$V_0$  (۴)

۲۷- در حضور برهم‌کنش  $\vec{S} \cdot \vec{L}$  هر یک از ترازهای  ${}^2D$  و  ${}^2P$  به زیرترازهایی شکافته می‌شود. با توجه به قواعد گزینش کدام

گذار مجاز نمی‌باشد؟

$${}^2D_{\frac{3}{2}} \rightarrow {}^2P_{\frac{1}{2}} \quad (۱)$$

$${}^2D_{\frac{3}{2}} \rightarrow {}^2P_{\frac{3}{2}} \quad (۲)$$

$${}^2D_{\frac{5}{2}} \rightarrow {}^2P_{\frac{1}{2}} \quad (۳)$$

$${}^2D_{\frac{5}{2}} \rightarrow {}^2P_{\frac{3}{2}} \quad (۴)$$

دانلود کلیه سوالات آزمون دکتری در سایت پی اچ دی تست

## پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

مجموعه دروس تخصصی (فیزیک مدرن، مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپدینامیک) 309F صفحه ۱۱

۲۸- اتم هیدروژن در حالت برانگیخته  $n = 3$  است. تعداد گذارهای دو قطبی الکتریکی ممکن کدام است؟ به جز برهم کنش کولنی بین الکترون و پروتون برهم کنش دیگری وجود ندارد.

۳ (۱)

۴ (۲)

۵ (۳)

۶ (۴)

۲۹- اگر  $|\psi\rangle$  تابع موج فیزیکی ذره با انرژی  $E$  پس از پراکندگی از مرکز پراکندگی با پتانسیل  $V$  و  $|\phi\rangle$  تابع موج ذره در فواصل بسیار دور از مرکز پراکندگی (در شرایطی که  $H = H_0$ ) باشد، کدام معادله درست است؟ ( $1 \ll 8$  پارامتر ثابت مثبت بسیار کوچکی است).

$$|\psi\rangle = |\phi\rangle + (E - H_0 + i\varepsilon)^{-1} V |\psi\rangle \quad (1)$$

$$|\psi\rangle = |\phi\rangle + \frac{1}{E - H_0 - i\varepsilon} V |\psi\rangle \quad (2)$$

$$|\psi\rangle = |\phi\rangle + \frac{1}{E - H_0 + i\varepsilon} V |\psi\rangle \quad (3)$$

$$|\psi\rangle = |\phi\rangle + (E - H_0 - i\varepsilon)^{-1} V |\psi\rangle \quad (4)$$

۳۰- کدام یک از رابطه‌های داده شده نادرست است؟ ( $E > 0$ ,  $\mathbf{k} = |\mathbf{k}|$ )

$$Y_l^m(\hat{z}) = \sqrt{\frac{2l+1}{4\pi}} \delta_{m,1} \quad (1)$$

$$e^{i\mathbf{k} \cdot \mathbf{r}} = \sum_{l=0}^{\infty} i^l (2l+1) j_l(kr) P_l(\hat{\mathbf{k}} \cdot \hat{\mathbf{r}}) \quad (2)$$

$$\delta\left(\frac{\hbar^2 \mathbf{k}^2}{2m} - E\right) = \sqrt{\frac{m\hbar^2}{2E}} \delta(k - \sqrt{2mE}) \quad (3)$$

$$j_l(kr) = \frac{1}{i^l} \int_{-1}^1 d(\cos\theta) e^{ikr\cos\theta} P_l(\cos\theta) \quad (4)$$

## پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

صفحه ۱۲

309F

مجموعه دروس تخصصی (فیزیک مدرن، مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپنایمیک)

۳۱- معادله‌ی خطوط میدان الکتریکی مربوط به پتانسیل دوقطبی الکتریکی  $\phi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{P \cos \theta}{r^2}$  که  $(r, \theta, \phi)$

مختصات کروی بردار مکان  $\vec{r}$  است کدام گزینه است؟

(۱)  $r = C \cos^2 \theta$  و ثابت  $\phi =$

(۲)  $r = C \sin^2 \theta$  و ثابت  $\phi =$

(۳)  $r = C \sin^2 \theta$  و ثابت  $\phi =$

(۴)  $r = C \cos^2 \theta$  و ثابت  $\phi =$

۳۲- یک خازن استوانه‌ای متشکل از دو پوسته‌ی رسانای هم محور به شعاع  $a$  و  $b$  ( $b > a$ ) و طول  $L$  ( $L \gg b$ ) در نظر بگیرید.

با استفاده از روش وردش حد بالای ظرفیت این خازن با پتانسیل آزمون  $\phi(\rho) = \left(\frac{b-\rho}{b-a}\right)^P$  کدام گزینه

است؟ ( $\rho$  فاصله تا محور استوانه‌ها است.)

(۱)  $\pi \epsilon_0 L \frac{P[(2P-1)b+a]}{(2P-1)(b-a)}$

(۲)  $\pi \epsilon_0 L \frac{P[b+(2P-1)a]}{(2P-1)(b-a)}$

(۳)  $\pi \epsilon_0 L \frac{P[(2P-1)b+a]}{P(b-a)}$

(۴)  $\pi \epsilon_0 L \frac{P[b+(2P-1)a]}{P(b-a)}$

۳۳- چهار بار نقطه‌ای  $q$  در مکان  $(d, d, 0)$ ،  $-q$  در مکان  $(-d, d, 0)$ ،  $q$  در مکان  $(-d, -d, 0)$  و  $-q$  در مکان

$(d, -d, 0)$  از فضا قرار دارند. پتانسیل الکتریکی در مکان  $\vec{r}$  از فضا تا اولین مرتبه‌ی غیرصفر  $\frac{d}{r}$  کدام است؟

(۱)  $\frac{12qd^2}{\pi\epsilon_0} \frac{xy}{r^5}$

(۲)  $\frac{2qd^2}{\pi\epsilon_0} \frac{xy}{r^5}$

(۳)  $\frac{qd^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{(12xy+3x^2+3y^2)}{r^5}$

(۴)  $\frac{qd^2}{\pi\epsilon_0} \frac{(12xy+3x^2+3y^2)}{r^5}$

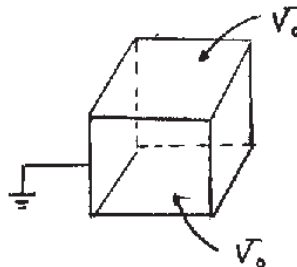
## پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

صفحه ۱۳

309F

مجموعه دروس تخصصی (فیزیک مدرن، مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپنایمیک)

۳۴- چهار وجه جانبی یک مکعب توخالی سطوح فلزی هستند که همگی با هم به یکدیگر و به زمین متصل اند و دو وجه قاعده‌های بالا و پایین دو سطح فلزی که مجزا هستند به پتانسیل الکتریکی ثابت  $V_0$  متصل اند. پتانسیل در مرکز این مکعب کدام است؟



(۱)  $V_0$

(۲)  $\frac{V_0}{2}$

(۳)  $2V_0$

(۴)  $\frac{1}{3} V_0$

۳۵- اگر بار الکتریکی روی قرص رسانایی به شعاع  $R$  قرار گیرد، چگالی بار سطحی روی قرص متناسب با  $\frac{1}{\sqrt{R^2 - r^2}}$  خواهد بود که  $r$  فاصله تا مرکز قرص است. ظرفیت قرص چقدر است؟

(۱)  $\epsilon_0 R$

(۲)  $2\epsilon_0 R$

(۳)  $4\epsilon_0 R$

(۴)  $8\epsilon_0 R$

۳۶- تابع گرین معادله‌ی لاپلاس با شرط مرزی دیریشله برای ناحیه‌ی دوبعدی  $0 \leq x \leq a$  و  $0 \leq y \leq b$  کدام است؟

$$G(x, y; x', y') = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\Lambda}{n \sinh\left(n\pi \frac{b}{a}\right)} \sin \frac{n\pi x}{a} \sin \frac{n\pi x'}{a} \sinh \frac{n\pi y_{<}}{a} \sinh \frac{n\pi}{a} (b - y_{>}) \quad (۱)$$

$$G(x, y; x', y') = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\Lambda}{n \sinh\left(n\pi \frac{a}{b}\right)} \sinh \frac{n\pi x}{a} \sin \frac{n\pi(x'-a)}{a} \sinh \frac{n\pi y}{b} \sin \frac{n\pi}{b} (b - y') \quad (۲)$$

$$G(x, y; x', y') = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\Lambda}{n \sinh\left(n\pi \frac{b}{a}\right)} \sin \frac{n\pi x}{a} \sin \frac{n\pi x'}{a} \sinh \frac{n\pi y_{<}}{b} \sinh \frac{n\pi}{b} (b - y_{>}) \quad (۳)$$

$$G(x, y; x', y') = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\Lambda}{n \sinh\left(n\pi \frac{a}{b}\right)} \sinh \frac{n\pi x}{a} \sin \frac{n\pi(x'-a)}{a} \sinh \frac{n\pi y}{a} \sin \frac{n\pi}{a} (b - y') \quad (۴)$$

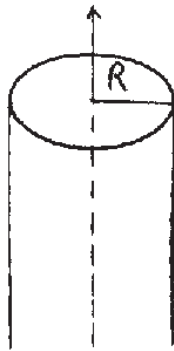
## پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

صفحه ۱۴

309F

مجموعه دروس تخصصی (فیزیک مدرن، مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپنایمیک)

۳۷- درون یک لوله پلاستیکی بسیار طویل به شعاع  $R$  ذرات الکترون با بار الکتریکی  $e$  و با چگالی حجمی  $n_e$  در حال حرکت از پایین به بالا با تندی یکنواخت  $v_e = \beta c$  هستند. توان الکترومغناطیسی ورودی به درون این لوله کدام است؟



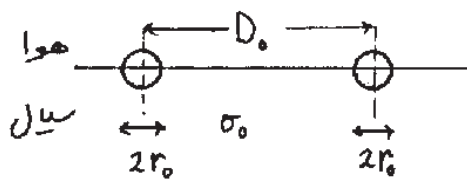
$$\frac{\pi R^2}{2\epsilon_0} n_e^2 e^2 \beta c \quad (1)$$

$$\frac{4\pi R^2}{\epsilon_0} n_e^2 e^2 \beta c \quad (2)$$

$$\frac{\pi R^2}{4\epsilon_0} n_e^2 e^2 \beta c \quad (3)$$

$$\frac{2\pi R^2}{\epsilon_0} n_e^2 e^2 \beta c \quad (4)$$

۳۸- طبق شکل دو گلوله فلزی کاملاً یکسان و کوچک به شعاع  $r_0$  درون یک سیال با ضریب رسانش  $\sigma_0$  تا نصف شناور هستند و فاصله آنها  $D_0$  بسیار بزرگتر از  $r_0$  می باشد. مقاومت بین این دو گلوله فلزی وقتی جریانی از یکی به دیگری برقرار شود، کدام است؟



$$\frac{1}{\pi \sigma_0} \left( \frac{1}{r_0} + \frac{1}{D_0} \right) \quad (1)$$

$$\frac{1}{2\pi \sigma_0} \left( \frac{1}{r_0} - \frac{1}{D_0} \right) \quad (2)$$

$$\frac{1}{\pi \sigma_0} \left( \frac{1}{r_0} - \frac{1}{D_0} \right) \quad (3)$$

$$\frac{1}{2\pi \sigma_0} \left( \frac{1}{r_0} + \frac{1}{D_0} \right) \quad (4)$$

## پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

صفحه ۱۵

309F

مجموعه دروس تخصصی (فیزیک مدرن، مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپنایمیک)

۳۹- دوقطبی الکتریکی نقطه‌ای  $\vec{P}$  واقع در مبدأ مختصات با تابعیت زمانی نوسانی (با بسامد زاویه‌ای)  $\omega$  را در نظر بگیرید. میدان

مغناطیسی در نقطه‌ای در ناحیه تشعشع با بردار مکان  $\vec{r}$  کدام است؟  $\hat{r} = \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$

$$\vec{H} = \frac{ck^2}{4\pi} (\hat{r} \times \vec{P}) e^{ikr} \quad (۱)$$

$$\vec{H} = \frac{ck}{4\pi} (\hat{r} \times \vec{P}) \frac{e^{ikr}}{r^2} \quad (۲)$$

$$\vec{H} = \frac{i\omega}{4\pi} (\hat{r} \times \vec{P}) \frac{1}{r^2} \quad (۳)$$

$$\vec{H} = \frac{ck^2}{4\pi} (\hat{r} \times \vec{P}) \frac{e^{ikr}}{r} \quad (۴)$$

۴۰- در ناحیه‌ای از فضا میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی  $\vec{E}$  و  $\vec{B}$  که هر دو پکنواخت و ایستا بوده و بر هم عمودند وجود دارد. پرتویی از ذرات باردار که دارای گستره‌ای از سرعت می‌باشند به طور عمود بر هر دو میدان الکتریکی و مغناطیسی وارد این ناحیه می‌شوند. کدام عبارت درست است؟

(۱) تمام ذرات در حین گذار از این ناحیه منحرف می‌شوند جز ذراتی که سرعت آنها برابر  $\frac{cB}{E}$  است.

(۲) تمام ذرات در حین گذار از این ناحیه منحرف می‌شوند جز ذراتی که سرعت آنها برابر  $\frac{cE}{B}$  است.

(۳) اگر  $|\vec{E}| > |\vec{B}|$  باشد حرکت تمام ذرات به صورت مارپیچ در اطراف خطوط میدان مغناطیسی است.

(۴) تمام ذرات در حین گذار از این ناحیه منحرف می‌شوند و استثنایی وجود ندارد.

۴۱- بار الکتریکی  $e$  در صفحه  $x-y$  در دایره‌ای به شعاع  $a$  و به مرکز مبدأ مختصات با سرعت زاویه‌ای  $\omega$  می‌چرخد. آهنگ تغییرات تکانه زاویه‌ای مدارای در راستای  $z$  ذره کدام است؟

(۱) صفر

$$-\frac{e^2 k^2 a^2}{12\pi \epsilon_0} \quad (۲)$$

$$-\frac{e^2 k^2 a^2}{6\pi \epsilon_0} \quad (۳)$$

$$\frac{e^2 k^2 a^2}{4\pi \epsilon_0} \quad (۴)$$

دانلود کلیه سوالات آزمون دکتری در سایت پی اچ دی تست

## پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

مجموعه دروس تخصصی (فیزیک مدرن، مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپدینامیک) 309F صفحه ۱۶

۴۲- توان کل تابش شده از یک توزیع بار و جریان نوسانی تا تقریب دوقطبی الکتریکی  $|\vec{p}|^2 = \frac{e^2 Z_0 k^2}{12\pi} P$  است. این توان

برای توزیع بار الکتریکی با چگالی حجمی  $\rho(r, \theta, \phi, t) = \frac{e}{\sqrt{6}\pi a_0^2} r e^{-3r/2a_0} Y_{10} e^{-i\omega_0 t}$  کدام گزینه است؟

$$q_{00} = \frac{1}{\sqrt{4\pi}} q, \quad q_{11} = -\sqrt{\frac{3}{4\pi}} (P_x - iP_y), \quad q_{10} = \sqrt{\frac{3}{4\pi}} P_z$$

$$\frac{16}{\pi} \left(\frac{r}{a_0}\right)^{11} \frac{Z_0 \omega_0^2 e^2 a_0^2}{c^2} \quad (1)$$

$$\frac{16}{\pi} \left(\frac{r}{a_0}\right)^{12} \frac{Z_0 \omega_0^2 e^2 a_0^2}{c^2} \quad (2)$$

$$\frac{4}{\pi} \left(\frac{r}{a_0}\right)^{11} \frac{Z_0 \omega_0^2 e^2 a_0^2}{c^2} \quad (3)$$

$$\frac{4}{\pi} \left(\frac{r}{a_0}\right)^{12} \frac{Z_0 \omega_0^2 e^2 a_0^2}{c^2} \quad (4)$$

۴۳- در ناحیه‌ای از فضا میدان الکتریکی و مغناطیسی مستقل از زمان (ایستا) وجود دارد که زاویه بین بردارهای الکتریکی و مغناطیسی در هر نقطه حاده است. کدام گزینه درست است؟

(۱) چارچوب لورنتسی می‌توان یافت که در آن میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی در آن ناحیه بر هم عمود باشند.

(۲) چارچوب لورنتسی می‌توان یافت که در آن میدان مغناطیسی در آن ناحیه صفر باشد.

(۳) چارچوب لورنتسی می‌توان یافت که در آن میدان الکتریکی در آن ناحیه صفر باشد.

(۴) هیچ چارچوب لورنتسی وجود ندارد که در آن میدان الکتریکی یا میدان مغناطیسی در آن ناحیه صفر شود.

۴۴- اگر  $A^\alpha = (\phi, \vec{A})$  چهار بردار پتانسیل،  $F^{\alpha\beta} = \partial^\alpha A^\beta - \partial^\beta A^\alpha$ ،  $\tilde{F}^{\alpha\beta} = \frac{1}{2} \epsilon^{\alpha\beta\gamma\delta} F_{\gamma\delta}$ ،  $J^\alpha$  چهار بردار

جریان،  $U^\alpha$  چهار بردار سرعت،  $P^\alpha$  چهار بردار تکانه،  $q$  بار الکتریکی و  $\tau$  ویژه زمان باشد، کدام رابطه در حالت کلی

نادرست است؟

$$\partial_\alpha \tilde{F}^{\alpha\beta} = 0 \quad (1)$$

$$\partial_\alpha F^{\alpha\beta} = 0 \quad (2)$$

$$\partial_\alpha J^\alpha = 0 \quad (3)$$

$$\frac{dP^\alpha}{d\tau} = \frac{q}{c} F^{\alpha\beta} U_\beta \quad (4)$$

دانلود کلیه سوالات | آزمون دکتری در سایت پی اچ دی تست



۴۵- ذره بارداری که با سرعت یکنواخت  $v$  در خلأ در حرکت است وارد محیط دی الکتریکی با ضریب دی الکتریک  $\epsilon(\omega)$  می شود. اگر ..... باشد ذره تابش چرنکوف خواهد داشت و جبهه موجی که به ناظر ساکن در محیط دی الکتریک می رسد زاویه  $\theta_c$  با راستای حرکت ذره می سازد که در رابطه ..... صدق می کند.  $c$  تندی نور در خلأ است.

$$\cos \theta_c = \frac{1}{\beta \sqrt{\epsilon(\omega)}} \quad , \quad v > \frac{c}{\sqrt{\epsilon(\omega)}} \quad (۱)$$

$$\operatorname{tg} \theta_c = \frac{1}{\beta \sqrt{\epsilon(\omega)}} \quad , \quad v > \frac{c}{\sqrt{\epsilon(\omega)}} \quad (۲)$$

$$\cos \theta_c = \frac{1}{\beta \sqrt{\epsilon(\omega)}} \quad , \quad v < \frac{c}{\sqrt{\epsilon(\omega)}} \quad (۳)$$

$$\operatorname{tg} \theta_c = \frac{1}{\beta \sqrt{\epsilon(\omega)}} \quad , \quad v < \frac{c}{\sqrt{\epsilon(\omega)}} \quad (۴)$$