isipaper.org

320F

F 320

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.
امام خمینی (ره)

صبح جمعه
۹۳/۱۲/۱۵
دفترچه شماره ۱ از ۲

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری
سازمان سنجش آموزش کشور

آزمـــون ورودی
دوره‌های دکتـــری (نیمه متمرکز) داخل ــ ســـال ۱۳۹۴

فوتونیک (کد ۲۲۳۹)

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 ـ مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکترودینامیک)	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمرهٔ منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

اسفند ماه ــ سال ۱۳۹۳

حق چاپ، تکثیر و انتشار سوالات به هر روش (الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

isipaper.org

۱- ذره A به جرم سکون $\alpha M_\circ$ با ذره ساکن B به جرم $M_\circ$ برخورد می‌کند. پس از برخورد علاوه بر ذره A و B دو ذره X و پادذره آن $\bar{X}$ نیز تولید می‌شوند: $A+B \rightarrow A+B+X+\bar{X}$. جرم سکون ذره X برابر $\beta M_\circ$ است. حداقل انرژی جنبشی اولیه ذره A چقدر باید باشد، تا این فرآیند انجام پذیر باشد؟

۱) $۲\alpha(\alpha+\beta+۱)M_\circ c^۲$

۲) $۲\beta(\alpha+\beta+۱)M_\circ c^۲$

۳) $۲\beta(\alpha+۲)M_\circ c^۲$

۴) $۲\alpha(\beta+۲)M_\circ c^۲$

۲- ذره بارداری با بار الکتریکی q، جرم سکون $m_\circ$ و تندی ثابت v در یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}_\circ$ در مداری دایره‌ای شکل حرکت می‌کند. سرعت زاویه‌ای این ذره کدام است؟ $\omega_\circ = \frac{|q|B_\circ}{m_\circ}$

۱) $\omega_\circ / \left(۱-(v/c)^۲\right)$

۲) $\omega_\circ / \sqrt{۱-(v/c)^۲}$

۳) $\omega_\circ \sqrt{۱-(v/c)^۲}$

۴) $\omega_\circ \left(۱-(v/c)^۲\right)$

۳- در برخورد کشسان فوتونی با فرکانس ν با یک پروتون ساکن با جرم سکون M_P، بیشترین مقدار انرژی جنبشی که پروتون می‌تواند به دست آورد، کدام است؟ $\alpha = \frac{M_P c^۲}{h\nu}$

۱) $۲h\nu/(۲+\alpha)$

۲) $۲h\nu\alpha/(۱+۲\alpha)$

۳) $h\nu/(۱+\alpha)$

۴) $h\nu\alpha/(۱+\alpha)$

۴- در طیف پرتو ایکس تولید شده از یک مولد پرتو ایکس که ولتاژ شتابدهنده آن $۵۰\,kV$ است بیشینه بسامد پرتو تولید شده چند هرتز است؟

۱) $۱/۶۱\times۱۰^۷$

۲) $۱/۶۱\times۱۰^{۱۰}$

۳) $۱/۲۱\times۱۰^{۱۶}$

۴) $۱/۲۱\times۱۰^{۱۹}$

isipaper.org

۵- تکانه خطی ذره‌ای $۶\times۱۰^{-۲۰}\ J\cdot s/m$ و انرژی جنبشی آن $۹\times۱۰^{-۱۲}\ J$ است. جرم سکون این ذره تقریبا چند $MeV/c^۲$ است؟

۱) ۴۲
۲) ۸۴
۳) ۱۶۸
۴) ۱۴۱

۶- انرژی لازم برای برانگیختن یون Li^{++} از حالت پایه به دومین حالت برانگیخته، چند الکترون ولت است؟

۱) ۱۰۸/۸
۲) ۳۶/۳
۳) ۱۲/۱
۴) ۴۸/۳

۷- طول موج دوبروی الکترونی که با تندی $۲/۴\times۱۰^{۸}\ m/s$ حرکت می‌کند چند متر است؟

۱) $۲/۴۸\times۱۰^{-۱۲}$
۲) $۵/۱۶\times۱۰^{-۱۲}$
۳) $۱/۸۶\times۱۰^{-۱۲}$
۴) $۳/۱۰\times۱۰^{-۱۲}$

۸- در آزمایشگاه، پدیده هنجار زیمان برای اتمی قابل آشکارسازی است که ...

۱) اسپین ذاتی آن نیمه صحیح باشد.
۲) حالت اسپینی آن یگانه $(S=۰)$ باشد.
۳) تکانه زاویه‌ای کل آن از تکانه زاویه‌ایش کمتر باشد.
۴) هر سه مورد

۹- اولین خط طیف نوری (بلندترین طول موج) سری بالمر در اتم هیدروژن به رنگ نارنجی و طول موج آن $۶۵۶۲\ Å$ است. طول موج اولین خط طیف سری بالمر در اتم پوزیترونیوم تقریبا چند آنگستروم است؟

۱) ۳۲۸۲
۲) ۶۵۶۲
۳) ۹۸۴۶
۴) ۱۳۱۲۴

isipaper.org

۱۰- اتم پوزیترونیوم دریک حالت با تکانه زاویه‌ای مداری ℓ و مولفه سوم تکانه زاویه‌ای مداری m است. پاریته کلی این اتم در این حالت کدام است؟

۱) $(-۱)^{\ell+۱}$

۲) $(-۱)^{m+۱}$

۳) $(-۱)^{\ell}$

۴) $(-۱)^{m}$

۱۱- عدد جرمی یک عنصر پرتوزا ۲۱۸ وعدد اتمی آن ۸۴ است. این عنصر ذره آلفا گسیل می‌کند. اتم دختر تشکیل شده می‌تواند کدام باشد؟

۱) $^{۲۱۸}_{۸۲}X$

۲) $^{۲۱۸}_{۸۴}X$

۳) $^{۲۱۴}_{۸۲}X$

۴) $^{۲۱۴}_{۸۴}X$

۱۲- در تمام واپاشی‌های بتا زا ذره ... تولید می‌شود، تا کمیت ... در این نوع تلاشی پایسته باشد.

۱) نوترون ، پاریته

۲) نوترینو ، پاریته

۳) نوترون ، تکانه خطی و انرژی

۴) نوترینو ، تکانه خطی و انرژی

۱۳- جرم پروتون و نوترون حدود دو هزار برابر جرم الکترون است. گشتاور دوقطبی مغناطیسی اتم هلیوم سه $^{۳}_{۲}He$ تقریبا چند برابر گشتاور دو قطبی مغناطیسی اتم هیدروژن سه $^{۳}_{۱}H$ است؟

۱) $۱۰^{۳}$

۲) $۱۰^{-۳}$

۳) $۱۰^{-۱}$

۴) ۱

isipaper.org

۱۴- در اثر همجوشی هسته‌ای سه ذره آلفا با یکدیگر در ستارگان کربنی ، یک اتم $^{12}_{6}C$ تولید می‌شود. در این واکنش چند MeV انرژی آزاد می‌شود؟

$m_\alpha = 4/00260\ amu$ ، $m_{^{12}_{6}C} = 12\ amu$ و $1\ amu = 931/5 MeV$

۱) ۹/۶

۲) ۷/۳

۳) ۴/۸

۴) ۲/۴

۱۵- برای بلوری که فاصله صفحات متوالی آن $0/25 nm$ است، پراش مرتبه یک در زاویه $18/5^\circ$ مشاهده می‌شود. برای این بلور چند مرتبه دیگر پراش (به جز مرتبه یک) قابل مشاهده است؟ $\cos 37^\circ = 0/8$

۱) ۴

۲) ۳

۳) ۱

۴) ۲

۱۶- بردارهای حالت غیر متعامد $|\alpha\rangle$ و $|\beta\rangle$ ویژه بردارهای عملگر یکانی U به ترتیب با ویژه مقدارهای α و β هستند. چه رابطه‌ای همواره میان این ویژه مقدارها وجود دارد؟ ستاره نشانگر مزدوج مختلط یک عدد است.

۱) $\alpha\beta^* = 1$

۲) $\alpha\beta = 1$

۳) $\alpha = \beta^*$

۴) $(\alpha\beta)^2 = 1$

۱۷- عملگر مشاهده‌پذیر A در یک فضای دوبعدی اثر می‌کند. اگر a_1 و a_2 ویژه مقدارهای این عملگر و P_1 و P_2 به ترتیب احتمال به دست آمدن این ویژه مقدارها در اندازه‌گیری کمیت A باشند، عدم قطعیت در اندازه‌گیری این کمیت $\Delta A = \left(\langle A^2\rangle - \langle A\rangle^2\right)^{1/2}$ کدام است؟

۱) $\sqrt{2a_1a_2P_1P_2}$

۲) $\sqrt{a_1a_2P_1P_2}$

۳) $|a_1 - a_2|\sqrt{P_1P_2}$

۴) $|a_1 - a_2|\sqrt{2P_1P_2}$

isipaper.org

۱۸- ذره بارداری به جرم m و بار الکتریکی q در میدان مغناطیسی با پتانسیل برداری $\vec{A}(\vec{x},t)$ حرکت می‌کند. اگر x_i مولفه i ام عملگرمکان و p_i مولفه i ام عملگر تکانه خطی کانونیک آن باشد، حاصل جابجاگر $\left[p_j , \frac{dx_k}{dt}\right]$ کدام است؟

۱) $\frac{i\hbar q}{m}\frac{\partial A_k}{\partial x_j}$

۲) $\frac{i\hbar q}{m}\frac{\partial A_j}{\partial x_k}$

۳) $\frac{-i\hbar q}{m}\delta_{jk}$

۴) صفر

۱۹- هامیلتونی یک ذره به شکل $H=\omega_\circ J_z$ است که J_z مولفه سوم عملگر تکانه زاویه‌ای کل ذره و $\omega_\circ$ ضریب ثابت مثبتی است. متوسط عملگر J_x در زمان دلخواه $t>\circ$ کدام است؟ $\langle J_i\rangle_\circ$ متوسط عملگر J_i در لحظه $t=\circ$ است.

۱) $\langle J_x\rangle_\circ \cos\omega_\circ t-\langle J_y\rangle_\circ \sin\omega_\circ t$

۲) $\langle J_x\rangle_\circ \sin\omega_\circ t+\langle J_z\rangle_\circ \cos\omega_\circ t$

۳) $\langle J_y\rangle_\circ \cos\omega_\circ t-\langle J_x\rangle_\circ \sin\omega_\circ t$

۴) $\langle J_y\rangle_\circ \sin\omega_\circ t+\langle J_z\rangle_\circ \cos\omega_\circ t$

۲۰- مقدار میانگین عملگر $e^{i\lambda(a-a^\dagger)}$ در حالت پایه نوسانگر هماهنگ یک بعدی کدام است؟ a عملگر پایین‌بر و λ ضریب ثابت حقیقی است.

۱) $e^{-\lambda^2}$

۲) e^{λ^2}

۳) $e^{-\lambda^2/2}$

۴) $e^{\lambda^2/2}$

isipaper.org

۲۱- نوسانگر هماهنگ یک بعدی با بسامد زاویه‌ای $\omega_\circ$ در لحظه $t=\circ$ در حالت همدوس $|\beta\rangle$ است $\left(a|\beta\rangle=\beta|\beta\rangle\right)$ که a عملگر پایین بر و β عددی مختلط است $(\beta=\beta_r+i\beta_i)$. عدم قطعیت در عملگر تعداد در لحظه دلخواه $t>\circ$ کدام است؟

۱) $\beta_r^2+\beta_i^2$

۲) $\sqrt{\beta_r^2+\beta_i^2}$

۳) $\sqrt{\beta_r^2+\beta_i^2}\cos\omega_\circ t$

۴) $\left(\beta_r^2+\beta_i^2\right)\cos\omega_\circ t$

۲۲- ماتریس چگالی برای آنسامبل کانونیک از الکترون‌هایی که در معرض یک میدان مغناطیسی ثابت و یکنواخت $\vec{B}=B_\circ\hat{k}$ در تماس با چشمه حرارتی در دمای مطلق T قرار دارند، کدام است؟ از انرژی جنبشی الکترون‌ها چشم‌پوشی شود و $\lambda=\frac{\hbar}{2k_BT}\frac{|e|B_\circ}{m_ec}$.

۱) $\frac{1}{2\cosh\lambda}\begin{pmatrix}e^{-2\lambda} & 1\\ 1 & e^{2\lambda}\end{pmatrix}$

۲) $\frac{1}{2\sinh\lambda}\begin{pmatrix}e^{-2\lambda} & 1\\ 1 & e^{2\lambda}\end{pmatrix}$

۳) $\frac{1}{2\cosh\lambda}\begin{pmatrix}e^{-\lambda} & \circ\\ \circ & e^{\lambda}\end{pmatrix}$

۴) $\frac{1}{2\sinh\lambda}\begin{pmatrix}e^{-\lambda} & \circ\\ \circ & e^{\lambda}\end{pmatrix}$

۲۳- اگر H عملگر هامیلتونی یک سیستم کوانتومی، $\vec{J}$ عملگر بردار تکانه زاویه‌ای کل سیستم و Θ عملگر وارونی زمان باشند، کدام عبارت نادرست است؟

۱) عملگرهای Θ و $\vec{J}$ پاد جابجا می‌شوند.

۲) $\Theta\left|\vec{P}'\right\rangle=\left|-\vec{P}'\right\rangle$ که $\left|\vec{P}'\right\rangle$ ویژه حالت تکانه خطی است.

۳) اگر $[H,\Theta]=\circ$ باشد، همواره ویژه توابع انرژی، حقیقی هستند.

۴) اگر $[H,\Theta]=\circ$ باشد، همواره ویژه توابع انرژی، ویژه توابع عملگر Θ^2 با ویژه مقدارهای ±1 هستند.

isipaper.org

۲۴- یک سامانه متشکل از دو ذره به ترتیب با عملگرهای اسپین $\vec{S}^{(1)}$ و $\vec{S}^{(2)}$ در نظر گرفته شود. اگر عملگر اسپین کل $\vec{S}=\vec{S}^{(1)}+\vec{S}^{(2)}$ باشد، در پایه‌ای که از ویژه بردارهای مشترک عملگرهای S^2 و S_z ساخته شده است، کدام عملگر نمی‌تواند قطری باشد؟

۱) $S_z^{(1)}S_z^{(2)}$

۲) $\vec{S}^{(1)}\cdot\vec{S}^{(1)}$

۳) $\vec{S}^{(1)}\cdot\vec{S}^{(2)}$

۴) گزینه‌های ۱ و ۳

۲۵- هامیلتونی سیستمی متشکل از سه الکترون به شکل $H=A\left(3S_z^2-S^2\right)+B\left(S_+^2-S_-^2\right)$ است که در آن $\vec{S}$ عملگر اسپین کل و S_z مولفه سوم عملگر اسپین کل و $S_\pm=S_x\pm iS_y$ هستند. مقدار چشمداشتی انرژی در حالتی که هر سه الکترون اسپین موازی داشته باشند، کدام است؟

۱) $3\hbar^2\left(A+\frac{B}{2}\right)$

۲) $3\hbar^2(A+B)$

۳) $-\frac{3}{2}A\hbar^2$

۴) $3A\hbar^2$

۲۶- هامیلتونی ذره‌ای با اسپین ۱ به شکل $H=\frac{\omega_1}{\hbar}S_z^2+\frac{\omega_2}{\hbar}\left(S_x^2-3S_y^2\right)$ است. نمایش ماتریس هامیلتونی ذره در پایه متشکل از ویژه بردارهای مشترک S^2 و S_z کدام است؟

۱) $\hbar\begin{pmatrix}\omega_1+4\omega_2 & 0 & -2\omega_2\\ 0 & 8\omega_2 & 0\\ -2\omega_2 & 0 & \omega_1+4\omega_2\end{pmatrix}$

۲) $\hbar\begin{pmatrix}\omega_1-2\omega_2 & 0 & 4\omega_2\\ 0 & -4\omega_2 & 0\\ 4\omega_2 & 0 & \omega_1-2\omega_2\end{pmatrix}$

۳) $\hbar\begin{pmatrix}\omega_1-\omega_2 & 0 & -\omega_2\\ 0 & -2\omega_2 & 0\\ -\omega_2 & 0 & \omega_1-\omega_2\end{pmatrix}$

۴) $\hbar\begin{pmatrix}\omega_1-\omega_2 & 0 & 2\omega_2\\ 0 & -2\omega_2 & 0\\ 2\omega_2 & 0 & \omega_1-\omega_2\end{pmatrix}$

isipaper.org

۲۷- آنسامبل مخلوطی از الکترون‌ها در حالت اسپینی $|S_z+\rangle$ یا $|S_z-\rangle$ را در نظر بگیرید. اگر گشتاور دوقطبی مغناطیسی متوسط هر الکترون $0/4\mu_B$ باشد، در این آنسامبل ... درصد از ذرات در حالت اسپینی $|S_z+\rangle$ و ... درصد از ذرات در حالت اسپینی $|S_z-\rangle$ هستند. $\mu_B = e\hbar / 2m_e$

۱) ۶۰ ، ۴۰

۲) ۷۰ ، ۳۰

۳) ۷۵ ، ۲۵

۴) ۶۵ ، ۳۵

۲۸- ذره‌ای به جرم m در حالت پایه یک چاه پتانسیل بی نهایت یک بعدی است که دیواره‌های آن در $x=0$ و $x=a$ واقع است. ناگهان دیوار واقع در $x=a$ به مکان $x=3a$ انتقال می‌یابد. احتمال آن که انرژی ذره در وضعیت جدید دقیقا برابر انرژی اولیه‌اش باشد، کدام است؟

۱) $\frac{1}{3}$

۲) $\frac{1}{9}$

۳) $\frac{1}{4}$

۴) $\frac{1}{2}$

۲۹- سیستمی دو ترازه با دو ویژه حالت انرژی $|1\rangle$ و $|2\rangle$ به ترتیب با انرژی‌های $\hbar\omega_0$ و $\hbar\omega_0(1+\beta)$ در نظر بگیرید. در لحظه $t=0$ سیستم در حالت خالص $|1\rangle$ قرار دارد. از لحظه $t=0$ به بعد تحت انرژی پتانسیل تناوبی $V(t)=\lambda\hbar\omega_0\left(e^{i\omega_0 t}|1\rangle\langle 2|+e^{-i\omega_0 t}|2\rangle\langle 1|\right)$ قرار می‌گیرد که ω_0 بسامد زاویه‌ای ثابت و λ ضریب ثابت حقیقی است. کوتاهترین زمان که احتمال یافتن سیستم در حالت $|2\rangle$ بیشینه باشد، کدام است؟

۱) $\frac{\pi}{\omega_0}\left(4\lambda^2-(1-\beta)^2\right)^{-1/2}$

۲) $\frac{\pi}{\omega_0}\left(4\lambda^2+(1-\beta)^2\right)^{-1/2}$

۳) $\frac{\pi}{2\omega_0}\left(\lambda^2+(1-\beta)^2\right)^{-1/2}$

۴) $\frac{\pi}{2\omega_0}\left(\lambda^2-(1-\beta)^2\right)^{-1/2}$

isipaper.org

۳۰- سطح مقطع کل پراکندگی ذره‌ای به جرم m و انرژی $E=\frac{\hbar^2k^2}{2m}$ در حد انرژی‌های کم $(ka<<1)$ از یک کره نرم با پتانسیل $V(r)=\begin{cases}V_0 & r\le a\\ 0 & r>a\end{cases}$ در تقریب اول بورن کدام است؟

۱) $\frac{m^2V_0^2a^6}{\hbar^4}$

۲) $\frac{4m^2V_0^2a^6}{9\hbar^4}$

۳) $\frac{16\pi m^2V_0^2a^6}{9\hbar^4}$

۴) $\frac{4\pi m^2V_0^2a^6}{\hbar^4}$

۳۱- معادله پواسون برای حلقه نازکی به شعاع R که بار q به طور یکنواخت روی آن توزیع شده، در مختصات دکارتی کدام است؟ مبدا مختصات بر مرکز حلقه و صفحه $x-y$ بر صفحه حلقه منطبق هستند.

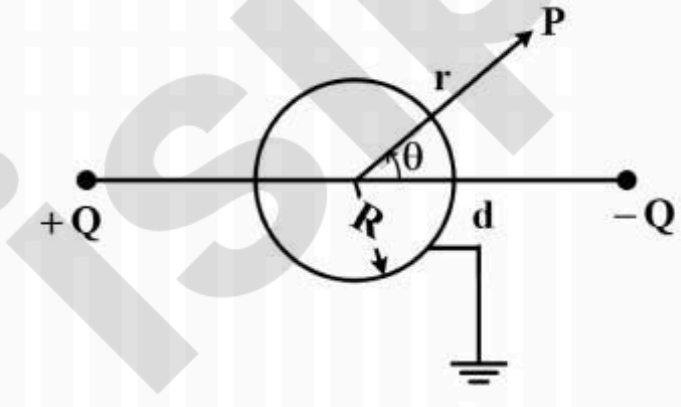
۱) $\nabla^2\phi(x,y,z)=\frac{q}{4\pi\epsilon_0R}\delta\left(\sqrt{x^2+y^2}-R\right)\delta(z)$

۲) $\nabla^2\phi(x,y,z)=-\frac{q}{2\pi\epsilon_0R^3}\delta\left(\sqrt{x^2+y^2}-R\right)\delta(z)$

۳) $\nabla^2\phi(x,y,z)=-\frac{q}{2\pi\epsilon_0R}\delta\left(\sqrt{x^2+y^2}-R\right)\delta(z)$

۴) $\nabla^2\phi(x,y,z)=-\frac{q}{2\pi\epsilon_0R}\delta\left(\sqrt{x^2+y^2}\right)\delta(z-R)$

۳۲- کره رسانایی به شعاع R و متصل به زمین را در نظر بگیرید. دو بار الکتریکی Q و $-Q$ هر یک به فاصله $d>R$ از مرکز کره و در طرفین آن مطابق شکل زیر قرار دارند. خط واصل دو بار از مرکز کره می‌گذرد. پتانسیل الکتریکی در نقطه P خارج از کره و به فاصله r از مرکز آن کدام است $(r>>d)$؟



۱) $\frac{Q}{2\pi\epsilon_0d^2r^2}(R^3-r^3)\cos\theta$

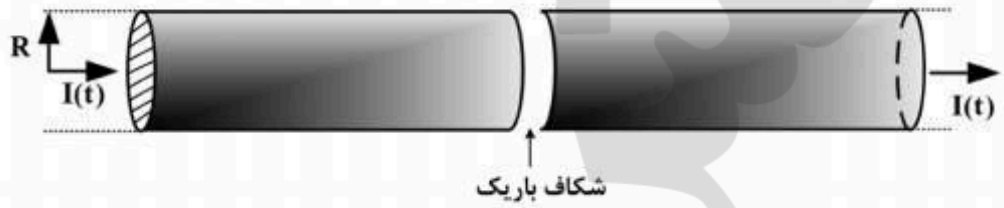
۲) $\frac{Q}{2\pi\epsilon_0d^2r^2}(R^3-d^3)\cos\theta$

۳) $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0d^2r^2}(R^3-d^3)\cos\theta$

۴) $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0d^2r^2}(R^3-r^3)\cos\theta$

isipaper.org

۳۳- از استوانه مستقیم رسانای بلندی به شعاع R جریان وابسته به زمان $I(t)=I_{\circ}\frac{t}{T_{\circ}}$ عبور می‌کند. در لحظه $t=\circ$ مطابق شکل زیر یک شکاف باریک عرضی در استوانه ایجاد می‌شود که استوانه را به دو نیمه تقسیم می‌کند. در لحظه $t=\circ$ بار الکتریکی اولیه‌ای روی سطوح شکاف وجود ندارد. در لحظه دلخواه $t>\circ$ اندازه میدان الکتریکی $\vec{E}(r,t)$ درون شکاف کدام است؟ r فاصله از محور استوانه و $I_{\circ}$ و $T_{\circ}$ مقادیر ثابتی هستند.



۱) $\frac{I_{\circ}t^{۲}}{۲\pi\varepsilon_{\circ}R^{۲}T_{\circ}}$

۲) $\frac{I_{\circ}t^{۲}}{۴\pi\varepsilon_{\circ}R^{۲}T_{\circ}}$

۳) $\frac{I_{\circ}t^{۲}}{\pi\varepsilon_{\circ}R^{۲}T_{\circ}}$

۴) صفر

۳۴- در سوال ۳۳ در لحظه دلخواه $t>\circ$ اندازه میدان مغناطیسی $\vec{B}(r,t)$ درون شکاف کدام است؟

۱) صفر

۲) $\frac{\mu_{\circ}I_{\circ}t^{۲}}{۲\pi R^{۲}T_{\circ}}r$

۳) $\frac{\mu_{\circ}I_{\circ}t}{۴\pi R^{۲}T_{\circ}}r$

۴) $\frac{\mu_{\circ}I_{\circ}t}{۲\pi R^{۲}T_{\circ}}r$

۳۵- یک کره عایق به شعاع R و بار الکتریکی Q، با توزیع حجمی یکنواخت، حول یکی از قطرهای خود با سرعت زاویه‌ای ω در حال چرخش است. اندازه گشتاور دوقطبی مغناطیسی این کره کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۱۵}Q\omega R^{۲}$

۲) $\frac{۲}{۱۵}Q\omega R^{۲}$

۳) $\frac{۱}{۵}Q\omega R^{۲}$

۴) $\frac{۲}{۵}Q\omega R^{۲}$

isipaper.org

۳۶- یک محیط خطی و همسانگرد را به عنوان چشمه‌ی قطبش خارجی $\vec{P}_{ext}$ و مغناطش خارجی $\vec{M}_{ext}$ در نظر بگیرید. ضرایب گذردهی و تراوایی مغناطیسی این محیط ε و μ مستقل از زمان و مکان هستند. در این محیط چشمه ماکروسکوپی بار و جریان الکتریکی وجود ندارد. پتانسیل‌های برداری و اسکالر در این محیط در کدام روابط صدق می‌کنند؟

۱) $\varepsilon\mu\frac{\partial^2\vec{A}}{\partial t^2}-\nabla^2\vec{A}=\mu_\circ\frac{\partial\vec{P}_{ext}}{\partial t}+\mu\vec{\nabla}\times\vec{M}_{ext}$ و $\vec{\nabla}\cdot\vec{A}+\varepsilon\mu\frac{\partial\phi}{\partial t}=\circ$

۲) $\varepsilon\mu\frac{\partial^2\vec{A}}{\partial t^2}-\nabla^2\vec{A}=\mu\frac{\partial\vec{P}_{ext}}{\partial t}+\mu_\circ\vec{\nabla}\times\vec{M}_{ext}$ و $\vec{\nabla}\cdot\vec{A}+\varepsilon\mu\frac{\partial\phi}{\partial t}=\circ$

۳) $\varepsilon\mu\frac{\partial^2\phi}{\partial t^2}-\nabla^2\phi=-\frac{1}{\varepsilon_\circ}\vec{\nabla}\cdot\vec{P}_{ext}$ و $\vec{\nabla}\cdot\vec{A}+\varepsilon_\circ\mu_\circ\frac{\partial\phi}{\partial t}=\circ$

۴) $\varepsilon\mu\frac{\partial^2\phi}{\partial t^2}-\nabla^2\phi=-\frac{1}{\varepsilon}\vec{\nabla}\cdot\vec{P}_{ext}$ و $\vec{\nabla}\cdot\vec{A}+\varepsilon_\circ\mu_\circ\frac{\partial\phi}{\partial t}=\circ$

۳۷- بر روی صفحه تخت بسیار بزرگ غیررسانایی بار الکتریکی با چگالی یکنواخت $\sigma=۵\frac{pC}{m^2}$ توزیع شده است. در وسط این صفحه روزنه‌ای دایره‌ای شکل به شعاع $۴cm$ ایجاد می‌شود. محور z عمود بر صفحه بار و گذرنده از مرکز روزنه و مبدا مختصات بر مرکز روزنه منطبق است. میدان الکتریکی در نقطه‌ای روی محور z و به فاصله $۳cm$ ازمرکز روزنه چند N/C است؟

۱) ۰/۴۶

۲) ۰/۳۴

۳) ۰/۲۳

۴) ۰/۱۷

isipaper.org

۳۸- درون یک ناحیه استوانه‌ای بسیار بلند به شعاع R، میدان مغناطیسی در امتداد محور استوانه به شکل $\vec{B}(r)=\frac{\mu_\circ I_\circ}{2\pi R}\left[1-\left(\frac{r}{R}\right)^2\right]\hat{k}$ وجود دارد که در آن r فاصله یک نقطه از محور استوانه، $\mu_\circ$ ضریب تراوایی مغناطیسی خلا و $I_\circ$ ضریب ثابتی است. بردار پتانسیل مغناطیسی در داخل استوانه در مختصات استوانه‌ای کدام است؟

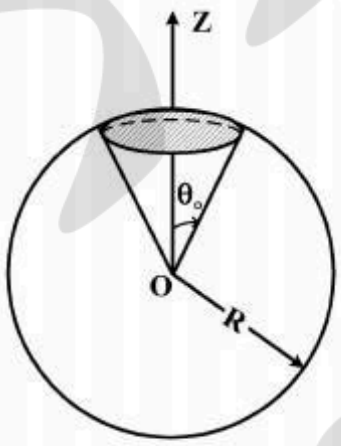
۱) $\frac{\mu_\circ I_\circ}{4\pi}\left(\frac{r}{R}\right)\left[1-\frac{1}{2}\left(\frac{r}{R}\right)^2\right]\hat{e}_\varphi$

۲) $\frac{\mu_\circ I_\circ}{4\pi}\left(\frac{r}{R}\right)^2\left[1-\frac{1}{2}\left(\frac{r}{R}\right)^2\right]\hat{e}_\varphi$

۳) $\frac{\mu_\circ I_\circ}{4\pi}\left(\frac{r}{R}\right)\left[1-\frac{1}{2}\left(\frac{r}{R}\right)^2\right]\hat{e}_r$

۴) $\frac{\mu_\circ I_\circ}{4\pi}\left(\frac{r}{R}\right)^2\left[1-\frac{1}{2}\left(\frac{r}{R}\right)^2\right]\hat{e}_r$

۳۹- در ناحیه‌ای از فضا پتانسیل برداری در مختصات کروی به شکل $\vec{A}(r,\theta)=\beta\frac{1-\cos\theta}{r\sin\theta}\hat{\varphi}$ وجود دارد که β ضریب ثابتی است. شار میدان مغناطیسی گذرنده از کلاهکی از سطح کره‌ی به شعاع R مطابق شکل زیر محصور در $0\le\theta\le\theta_\circ$ کدام است؟ مبدا مختصات منطبق بر مرکز کره است.



۱) $4\pi\beta\sin^2\theta_\circ$

۲) $2\pi\beta\cos\theta_\circ$

۳) $2\pi\beta\sin^2\left(\frac{\theta_\circ}{2}\right)$

۴) $4\pi\beta\sin^2\left(\frac{\theta_\circ}{2}\right)$

isipaper.org

۴۰- کدام چگالی جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی به صورت $\vec{B}(\vec{r})=\frac{\vec{r}\times\vec{\nabla}f(\vec{r})}{r}$ در فضا ایجاد می کند؟ $f(\vec{r})$ تابعی مستقل از زمان است که در معادله لاپلاس صدق می‌کند.

۱) $\frac{-1}{\mu_\circ}\left[\frac{1}{r}\vec{\nabla}f+\frac{1}{r}\frac{\vec{r}}{r}\left(\frac{\vec{r}}{r}\cdot\vec{\nabla}f\right)\right]$

۲) $\frac{-1}{\mu_\circ}\left[\frac{1}{r}\vec{\nabla}f+\left(\frac{\vec{r}}{r}\cdot\vec{\nabla}\right)\vec{\nabla}f\right]$

۳) $\frac{-1}{\mu_\circ}\left[\frac{1}{r}\vec{\nabla}f+\frac{1}{r}\frac{\vec{r}}{r}\left(\frac{\vec{r}}{r}\cdot\vec{\nabla}f\right)+\left(\frac{\vec{r}}{r}\cdot\vec{\nabla}\right)\vec{\nabla}f\right]$

۴) $\frac{-1}{\mu_\circ}\left[\frac{1}{r}\frac{\vec{r}}{r}\left(\frac{\vec{r}}{r}\cdot\vec{\nabla}f\right)+\left(\frac{\vec{r}}{r}\cdot\vec{\nabla}\right)\vec{\nabla}f\right]$

۴۱- در یک محیط دی‌الکتریک خطی، همگن، همسانگرد و غیر پاشنده در غیاب چشمه بار و جریان الکتریکی موج تخت الکترومغناطیس عرضی با میدان الکتریکی $\vec{E}(\vec{r},t)=\vec{E}_\circ e^{-i(\vec{k}\cdot\vec{r}-\omega t)}$ و میدان مغناطیسی $\vec{H}(\vec{r},t)=\vec{H}_\circ e^{-i(\vec{k}\cdot\vec{r}-\omega t)}$ انتشار یافته است. نسبت $\frac{E_\circ}{H_\circ}$ کدام است؟ n ضریب شکست محیط است.

۱) $\frac{1}{n}\sqrt{\epsilon_\circ/\mu_\circ}$

۲) $\frac{1}{n}\sqrt{\mu_\circ/\epsilon_\circ}$

۳) $n\sqrt{\mu_\circ/\epsilon_\circ}$

۴) $n\sqrt{\epsilon_\circ/\mu_\circ}$

۴۲- موج الکترومغناطیسی تخت با قطبش دایره‌ای خالص با طول موج $600\ nm$ و توان $90\ W$ بر یک قرص بسیار کوچک ساکن به شعاع $3\ mm$ و جرم $10^{-2}\ g$ به طور عمودی می‌تابد و به طور کامل توسط این قرص جذب می‌شود. برای موج با قطبش دایروی، متوسط زمانی مولفه تکانه زاویه‌ای در راستای انتشار، برابر حاصل ضرب انرژی موج در بسامد زاویه‌ای آن است. اگر این قرص بتواند به طور آزادانه حول محور تقارن عمود بر صفحه‌اش بچرخد، تقریبا پس از چند ثانیه از شروع تابش، سرعت زاویه‌ای قرص به مقدار $0/1\ rad/s$ می‌رسد؟

۱) ۱۵۷

۲) ۳۱۴

۳) ۷۸

۴) ۲۴۷

isipaper.org

۴۳- فرض شود در ناحیه‌ای از فضا یک میدان الکترواستاتیکی و نیز یک میدان مغناطواستاتیکی وجود دارد. اگر $\vec{S}$ بردار پوینتینگ و سطح $S_\circ$ سطح بسته دلخواهی در فضا باشد، کدام عبارت نادرست است؟

۱) ممکن است در برخی نقاط این ناحیه مقدار کمیت $\vec{S}\cdot\hat{n}$ غیر صفر باشد.

۲) در تمام نقاط این ناحیه $\vec{\nabla}\cdot\vec{S}$ صفر است.

۳) همواره انتگرال $\oint_{S_\circ}\vec{S}\cdot\hat{n}\,da$ صفر است.

۴) ممکن است انتگرال $\oint_{S_\circ}\vec{S}\cdot\hat{n}\,da$ غیر صفر باشد.

۴۴- هر یک از دو صفحه یک خازن تخت، مربعی به ضلع a است و اندازه بار روی صفحات خازن $\pm Q$ است. از دید ناظر لختی که با سرعت ثابت نسبیتی v موازی صفحات خازن حرکت می‌کند، میدان الکتریکی در فضای میان دو صفحه کدام است؟

۱) $\sqrt{۱-(v/c)^۲}\,\dfrac{Q}{\epsilon_\circ a^۲}$

۲) $\dfrac{۱}{\sqrt{۱-(v/c)^۲}}\,\dfrac{Q}{\epsilon_\circ a^۲}$

۳) $\left(۱-\dfrac{v}{c}\right)\dfrac{Q}{\epsilon_\circ a^۲}$

۴) $\dfrac{Q}{\epsilon_\circ a^۲}$

۴۵- ذره‌ای به جرم m و بار q در میدان مغناطیسی ناشی از یک سیم نازک مستقیم و بسیار طویل در راستای محور z و حامل جریان ثابت I قرار دارد. هامیلتونی این ذره کدام است؟ $r_\circ$ ثابتی با بعد طول است.

۱) $\dfrac{۱}{۲m}\left(\left(P_x-\dfrac{\mu_\circ Iq}{۴\pi}\ln\dfrac{y}{r_\circ}\right)^۲+\left(P_y+\dfrac{\mu_\circ Iq}{۴\pi}\ln\dfrac{x}{r_\circ}\right)^۲+P_z^۲\right)$

۲) $\dfrac{۱}{۲m}\left(\left(P_x+\dfrac{\mu_\circ Iq}{۲\pi}\dfrac{y}{r_\circ}\right)^۲+\left(P_y+\dfrac{\mu_\circ Iq}{۲\pi}\dfrac{x}{r_\circ}\right)^۲+P_z^۲\right)$

۳) $\dfrac{۱}{۲m}\left(P_x^۲+P_y^۲+\left(P_z+\dfrac{\mu_\circ Iq}{۴\pi}\ln\dfrac{x^۲+y^۲}{r_\circ^۲}\right)^۲\right)$

۴) $\dfrac{۱}{۲m}\left(P_x^۲+P_y^۲+\left(P_z+\dfrac{\mu_\circ Iq}{۲\pi}\dfrac{\sqrt{x^۲+y^۲}}{r_\circ}\right)^۲\right)$

isipaper.org