

276F

کد کنترل

276

F

آزمون (نیمه متمرکز) ورود به دوره های دکتری - سال ۱۴۰۱

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه ۱۴۰۰/۱۲/۶



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

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود»
امام خمینی (ره)

رشته نانوفیزیک
(کد ۲۲۳۷)

جدول مواد امتحانی، تعداد، شماره سؤال ها و زمان پاسخ گویی

زمان پاسخ گویی	تا شماره	از شماره	تعداد سؤال	مواد امتحانی
۱۵۰ دقیقه	۴۵	۱	۴۵	مجموعه دروس تخصصی: - فیزیک پایه ۱، ۲ و ۳ (شامل کل کتاب فیزیک هالیدی آخرین ویرایش) - مکانیک کوانتومی و مکانیک کوانتومی پیشرفته - الکترومغناطیس و الکتروپنایمیک - ترمودینامیک و مکانیک آماری پیشرفته ۱ - مبانی نانو تکنولوژی

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤال ها به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می باشد و یا متخلفان برابر مقررات رفتار می شود.

* متقاضی گرامی، وارد نکردن مشخصات و امضا در کادر زیر، به منزله غیبت و حضور نداشتن در جلسه آزمون است.

اینجانب با شماره داوطلبی با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود را با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخ نامه و دفترچه سؤال ها، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤال ها و پایین پاسخ نامه ام را تأیید می نمایم.

امضا:

۱- کدام یک از کمیت های زیر بعد (دیمانسیون) طول دارد؟ (c سرعت نور، G ثابت جهانی گرانش و \hbar ثابت پلانک هستند.)

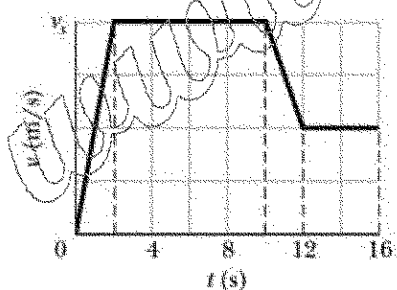
(۱) $\frac{G\hbar}{c^2}$

(۲) $\sqrt{\frac{G\hbar}{c^2}}$

(۳) $\sqrt{\frac{G\hbar^2}{c^2}}$

(۴) $\sqrt{\frac{G\hbar^2}{c^2}}$

۲- نمودار سرعت بر حسب زمان متحرکی که در یک مسیر مستقیم حرکت می کند در شکل زیر داده شده است که در آن $v_s = 80 \text{ m/s}$ مسافت طی شده، سرعت متوسط و شتاب متوسط در بازه زمانی $t=0$ تا $t=16 \text{ s}$ کدام اند؟



(۱) 125 m/s^2 , 55 m/s , 880 m

(۲) 25 m/s^2 , 62.5 m/s , 1000 m

(۳) 25 m/s^2 , 55 m/s , 880 m

(۴) 125 m/s^2 , 62.5 m/s , 1000 m

۳- کدام یک از بردارهای زیر در صفحه ای واقع است که دو بردار $\hat{i} + \hat{j}$ و $\hat{j} - 2\hat{k}$ در آن قرار دارند و بر بردار $\hat{i} + \hat{j} - \hat{k}$ نیز عمود است؟

نیز عمود است؟

(۱) $3\hat{i} + \hat{j} + 4\hat{k}$

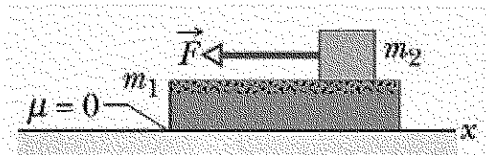
(۲) $2\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}$

(۳) $\hat{i} + 2\hat{j} + 3\hat{k}$

(۴) $\hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}$

۴- جرم اجسام نشان داده شده در شکل زیر، $m_1 = 40 \text{ kg}$ و $m_2 = 12 \text{ kg}$ است. ضریب اصطکاک جنبشی و ایستایی بین دو جسم به ترتیب 0.4 و 0.6 است. جسم m_1 با سطح زیرین خود اصطکاک ندارد. در اثر اعمال نیروی

$$F = 100 \text{ N} \text{ به جسم بالایی، شتاب هر یک از دو جسم بر حسب } \frac{m}{s^2} \text{ چقدر است؟ } (g = 10 \frac{m}{s^2})$$



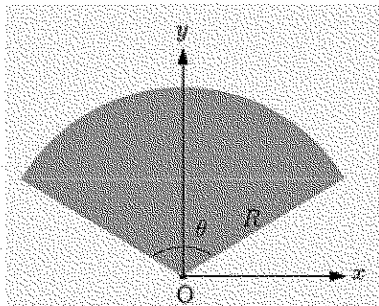
$$(1) \quad a_2 = 0.95, \quad a_1 = 0.95$$

$$(2) \quad a_2 = 1/9, \quad a_1 = 1/9$$

$$(3) \quad a_2 = 2/3, \quad a_1 = 1/8$$

$$(4) \quad a_2 = 4/3, \quad a_1 = 1/2$$

۵- در شکل زیر قطاع نازکی از یک قرص به شعاع R و زاویه θ با توزیع جرم یکنواخت نشان داده شده است. مختصه مرکز جرم این قطعه کدام است؟



$$(1) \quad \frac{2R \sin \theta}{3}$$

$$(2) \quad \frac{2R \sin(\theta/2)}{3}$$

$$(3) \quad \frac{2R \sin \theta}{3}$$

$$(4) \quad \frac{2R \sin(\theta/2)}{3}$$

۶- توپ کوچکی به جرم m_2 در نقطه ای روی محور x ساکن است. توپ کوچک دیگری به جرم m_1 که با سرعت $\vec{v}_1 = v_1 \hat{i}$ روی محور x به سمت توپ اول در حرکت است به صورت روی در روی و کشسان به آن برخورد می کند. به ازای $m_2 = 2m_1$ سرعت توپ ها بعد از برخورد، کدام اند؟

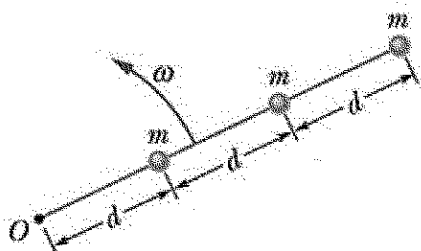
$$(1) \quad \vec{v}_1' = -\frac{2v_1}{3} \hat{i}, \quad \vec{v}_2' = \frac{v_1}{3} \hat{i}$$

$$(2) \quad \vec{v}_1' = \frac{v_1}{3} \hat{i}, \quad \vec{v}_2' = \frac{2v_1}{3} \hat{i}$$

$$(3) \quad \vec{v}_1' = -\frac{v_1}{3} \hat{i}, \quad \vec{v}_2' = \frac{2v_1}{3} \hat{i}$$

$$(4) \quad \vec{v}_1' = \frac{2v_1}{3} \hat{i}, \quad \vec{v}_2' = \frac{v_1}{3} \hat{i}$$

۷- سه گلوله هر یک به جرم m مطابق شکل زیر به وسیله نخ های بدون جرمی به طول d به یکدیگر متصل شده اند. در وضعیتی که مجموعه با سرعت زاویه ای ثابت ω حول محور گذرنده از نقطه O دوران می کند انرژی جنبشی و تکانه زاویه ای این مجموعه حول محور دوران کدام اند؟



$$(1) \quad 6md^2\omega, \quad 3md^2\omega^2$$

$$(2) \quad 14md^2\omega, \quad 7md^2\omega^2$$

$$(3) \quad 14md^2\omega, \quad 3md^2\omega^2$$

$$(4) \quad 6md^2\omega, \quad 7md^2\omega^2$$

- ۸- دو بار نقطه ای $q_1 = +4q$ و $q_2 = +9q$ به ترتیب در نقاطی با مختصات x_1 و x_2 روی محور x در نظر بگیرید. بار نقطه ای q_3 چقدر باشد و در چه نقطه ای روی محور x قرار داده شود تا نیروی وارد بر هر یک از بارها توسط دو بار دیگر صفر شود؟

$$q_3 = -\frac{6}{5}q, \quad x_3 = \frac{2}{5}x_1 + \frac{3}{5}x_2 \quad (1)$$

$$q_3 = -\frac{26}{25}q, \quad x_3 = \frac{2}{5}x_1 + \frac{3}{5}x_2 \quad (2)$$

$$q_3 = -\frac{26}{25}q, \quad x_3 = \frac{2}{5}x_1 + \frac{2}{5}x_2 \quad (3)$$

$$q_3 = -\frac{6}{5}q, \quad x_3 = \frac{2}{5}x_1 + \frac{2}{5}x_2 \quad (4)$$

- ۹- در پراکندگی رادرفورد ذرات آلفا با انرژی جنبشی E_k از هسته های آلومینیوم ($Z = 13$) موجود در یک ورقه نازک آلومینیومی، اگر کمترین فاصله ممکن یک ذره آلفا از مرکز یک هسته آلومینیوم 5 fm باشد، E_k چند MeV است؟

است؟

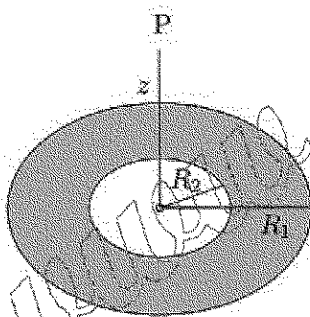
$$4/3 \quad (1)$$

$$7/5 \quad (2)$$

$$8/8 \quad (3)$$

$$12 \quad (4)$$

- ۱۰- بار الکتریکی به صورت یکنواخت با چگالی سطحی σ بر روی سطح یک قرص نازک به شعاع داخلی R_2 و شعاع خارجی $R_1 = 2R_2$ توزیع شده است. میدان الکتریکی در نقطه P به فاصله $z = R_1$ از مرکز قرص کدام است؟



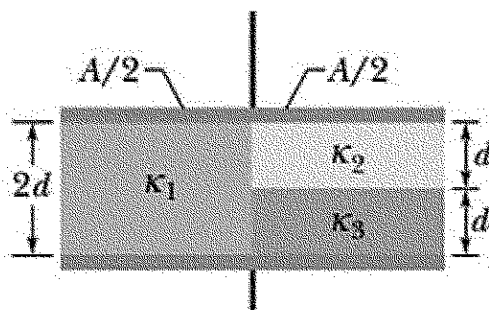
$$\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{5}} - \frac{2}{\sqrt{8}} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(\frac{1}{\sqrt{5}} - \frac{2}{\sqrt{8}} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{5}} - \frac{1}{\sqrt{8}} \right) \quad (3)$$

$$\frac{\sigma}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{\sqrt{5}} - \frac{1}{\sqrt{8}} \right) \quad (4)$$

- ۱۱- یک خازن تخت که مساحت هر یک از صفحات آن A و فاصله بین دو صفحه آن $2d$ است مطابق شکل با سه دی الکتریک با ثابت های $K_1 = K$ ، $K_2 = 2K$ و $K_3 = 6K$ پر شده است. ظرفیت این خازن کدام است؟



$$\frac{11K\epsilon_0 A}{4d} \quad (1)$$

$$\frac{17K\epsilon_0 A}{20d} \quad (2)$$

$$\frac{K\epsilon_0 A}{d} \quad (3)$$

$$\frac{17K\epsilon_0 A}{4d} \quad (4)$$

۱۲- سرعت سوق الکترون ها در یک سیم مسی به شعاع 1mm که جریان 1mA به صورت یکنواخت از سطح مقطع آن

می گذرد چند $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ است؟ (چگالی و جرم مولی مس به ترتیب $9\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و $64\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ است).

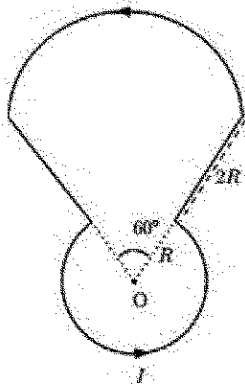
(۱) $2/4 \times 10^{-2}$

(۲) $2/4 \times 10^{-6}$

(۳) $2/4 \times 10^{-4}$

(۴) $2/4 \times 10^{-8}$

۱۳- میدان مغناطیسی در نقطه O، ناشی از جریان الکتریکی I گذرنده از حلقه سیم نشان داده شده در شکل زیر کدام



است؟

(۱) $\frac{6\mu_0 I}{9R}$

(۲) $\frac{2\pi\mu_0 I}{26R}$

(۳) $\frac{29\pi\mu_0 I}{26R}$

(۴) $\frac{8\mu_0 I}{9R}$

۱۴- عقربه یک قطب نما، تیغه ای متوازی السطوح به طول $1/0\text{cm}$ ، عرض $1/0\text{mm}$ و ضخامت $1/0\text{mm}$ از جنس آهن

خالص با چگالی $7/9\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ است. اگر مغناطش عقربه ناشی از همسوسدگی ده درصد از گشتاورهای (ممان های)

دوقطبی مغناطیسی اتم های آهن موجود در عقربه باشد، گشتاور دوقطبی مغناطیسی عقربه بر حسب $\frac{\text{J}}{\text{T}}$ چقدر

است؟ (گشتاور دوقطبی مغناطیسی یک اتم آهن و جرم مولی آهن به ترتیب $2/1 \times 10^{-23}\frac{\text{J}}{\text{T}}$ و $56\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ هستند).

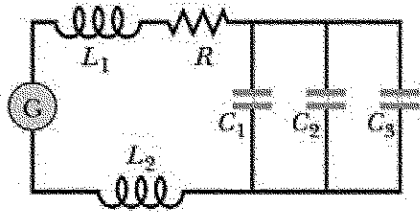
(۱) $1/8$

(۲) $1/8 \times 10^{-2}$

(۳) $1/8 \times 10^{-1}$

(۴) $1/8 \times 10^{-3}$

۱۵- بسامد تشدید مدار RLC نشان داده شده در شکل زیر که به یک منبع تغذیه متناوب سینوسی با بسامد قابل تنظیم متصل است به ازای $L_2 = 2L_1 = 2L$ و $C_3/2 = C_2/2 = C_1 = C$ کدام است؟



$$\sqrt{\frac{33}{12}} \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (1)$$

$$\sqrt{\frac{11}{18}} \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (2)$$

$$\frac{\sqrt{2}}{6} \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (3)$$

$$\frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (4)$$

۱۶- هامیلتونی یک ذره اسپین $\frac{1}{2}$ در پایه متشکل از ویژه بردارهای عملگر S_x به شکل $H = a \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ است که a

ضریبی حقیقی است. نمایش این هامیلتونی در پایه متشکل از ویژه بردارهای S_y یعنی بردارهای $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ i \end{pmatrix}$ و

$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} i \\ 1 \end{pmatrix}$ کدام است؟

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

$$\frac{a}{2} \begin{pmatrix} 1 & 2+i \\ 2-i & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

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

$$\frac{a}{2} \begin{pmatrix} 1 & 2-i \\ 2+i & 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

۱۷- نوسانگر هماهنگ یک بعدی به جرم m و بسامد زاویه ای ω در نظر بگیرید. اگر $|\beta\rangle$ ویژه بردار چهار عملگر پایین بر باشد: $a|\beta\rangle = \beta|\beta\rangle$ ، عدم قطعیت ممثوم خطی نوسانگر در حالت $|\beta\rangle$ کدام است؟ $\text{Re}\beta$ و $\text{Im}\beta$ به ترتیب بخش

حقیقی و موهومی β هستند، $a = \sqrt{\frac{m\omega}{2\hbar}} (x + i \frac{p}{m\omega})$ و $\Delta A = \sqrt{\langle A^2 \rangle - \langle A \rangle^2}$

$$\sqrt{\frac{\hbar m \omega}{2}} \quad (1)$$

$$\sqrt{2\hbar m \omega} (1 + |\beta|^2)^{1/2} \quad (2)$$

$$\sqrt{\frac{\hbar m \omega}{2}} (4(\text{Re}\beta)^2 + 4(\text{Im}\beta)^2 - 1)^{1/2} \quad (3)$$

$$\sqrt{2\hbar m \omega} (6(\text{Re}\beta)^2 + 2(\text{Im}\beta)^2 - 1)^{1/2} \quad (4)$$

۱۸- آنسامبلی از سیستم هایی که فضای هیلبرت آن ها دوبعدی است در نظر بگیرید. کدام ماتریس چگالی معرف یک آنسامبل خالص از این سیستم است؟

$$(1) \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

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

$$(3) \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$(4) \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 2 & 1+i \\ 1-i & 2 \end{pmatrix}$$

۱۹- اگر $|\ell, m\rangle$ ویژه بردار مشترک عملگرهای L_z و L^2 و $|\hat{n}\rangle$ ویژه بردار مکان و \hat{n} برداری که در مختصات کروی به شکل $\hat{n} = (\theta, \phi)$ داده شده، برداری به طول واحد در امتداد محور z و Π عملگر پاریته باشند، کدام عبارت در همه موارد نمی تواند درست باشد؟ ($L_+ = L_x + iL_y$)

$$(1) \langle \hat{n} | L_+ | \ell, \ell \rangle = 0$$

$$(2) \langle \ell, m | \hat{z} \rangle = \sqrt{\frac{2\ell+1}{4\pi}}$$

$$(3) \Pi | \ell, m \rangle = (-1)^\ell | \ell, m \rangle$$

$$(4) -i\hbar \frac{\partial}{\partial \phi} \langle \hat{n} | \ell, m \rangle = m \langle \hat{n} | \ell, m \rangle$$

۲۰- اگر Θ عملگر وارونی زمان، \vec{S} عملگر اسپین، \vec{L} عملگر ممنتوم زاویه ای مداری، $|\psi\rangle$ بردار دلخواهی از فضای هیلبرت، $|j, m\rangle$ ویژه بردار مشترک عملگرهای J_z و J^2 و ضریب α عددی حقیقی باشند، کدام رابطه نادرست است؟

$$(1) \langle \vec{x}' | \Theta | \psi \rangle = \langle \vec{x}' | \psi \rangle^*$$

$$(2) \Theta (\vec{S} \cdot \vec{L}) \Theta^{-1} = \vec{S} \cdot \vec{L}$$

$$(3) \Theta |j, m\rangle = i^m |j, -m\rangle$$

$$(4) \Theta e^{-i\alpha J_y} \Theta^{-1} = e^{i\alpha J_y}$$

۲۱- ذره ای به جرم m و انرژی $E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$ تحت تأثیر پتانسیل یوکاوا $V(r) = \beta \frac{e^{-\mu r}}{r}$ که μ و β ضرایب ثابت مثبتی هستند، پراکنده می شود. دامنه پراکندگی $f(\theta)$ در تقریب اول بورن کدام است؟ (θ زاویه پراکندگی است).

$$\frac{m\beta}{\hbar^2 (\mu^2 + k^2 \sin^2 \theta)} \quad (۱)$$

$$\frac{2m\beta}{\hbar^2 (\mu^2 + k^2 \sin^2 \theta)} \quad (۲)$$

$$\frac{2m\beta}{\hbar^2 (\mu^2 + k^2 \sin^2 (\theta/2))} \quad (۳)$$

$$\frac{m\beta}{\hbar^2 (\mu^2 - k^2 \sin^2 (\theta/2))} \quad (۴)$$

۲۲- سیستم دو ترازی با هامیلتونی H_0 که ویژه حالت های آن ψ_1 و ψ_2 با ویژه مقدارهای E_1 و E_2 هستند را در نظر بگیرید. اگر در زمان $t = -\infty$ سیستم در حالت ψ_1 باشد و در این لحظه تحت تأثیر هامیلتونی اختلالی

$$H'(t) = \begin{pmatrix} 0 & \alpha e^{-t^2/\tau^2} \\ \alpha e^{-t^2/\tau^2} & 0 \end{pmatrix}$$

قرار گیرد که α و τ ثابت های مثبتی در آن هستند. در اختلال مرتبه اول،

احتمال آن که در لحظه $t = +\infty$ سیستم در حالت ψ_2 یافت شود، کدام است؟ ($\omega_0 = (E_2 - E_1)/\hbar$)

$$\frac{\pi \alpha^2 \tau^2}{\hbar^2} \quad (۱)$$

$$\frac{\pi \alpha^2 \tau^2}{\hbar^2} e^{-\tau^2 \omega_0^2} \quad (۲)$$

$$\frac{\pi \alpha^2 \tau^2}{2\hbar^2} e^{-\tau^2 \omega_0^2} \quad (۳)$$

$$\frac{\pi \alpha^2 \tau^2}{\hbar^2} e^{-\tau^2 \omega_0^2/2} \quad (۴)$$

۲۳- دره ای به جرم m و انرژی $E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$ از سمت چپ به پتانسیل یک بعدی:

$$V(x) = \begin{cases} 0 & x < -a \\ -V_0 & -a \leq x \leq 0 \\ \infty & x > 0 \end{cases}$$

برخورد می کند، که V_0 و a مقادیر ثابت مثبتی هستند. اگر موج ورودی Ae^{ikx} باشد، موج بازتابی کدام است؟

$$(k' = \sqrt{2m(E + V_0)}/\hbar)$$

$$Ae^{-\gamma ika} \left[\frac{k + ik' \cot(k'a)}{k - ik' \cot(k'a)} \right] e^{-ikx} \quad (1)$$

$$Ae^{-\gamma ika} \left[\frac{k - ik' \tan(k'a)}{k + ik' \tan(k'a)} \right] e^{-ikx} \quad (2)$$

$$Ae^{-\gamma ika} \left[\frac{k - ik' \cot(k'a)}{k + ik' \cot(k'a)} \right] e^{-ikx} \quad (3)$$

$$Ae^{-\gamma ika} \left[\frac{k + ik' \tan(k'a)}{k - ik' \tan(k'a)} \right] e^{-ikx} \quad (4)$$

۲۴- یک کره رسانا به شعاع R در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E} = E_0 \hat{k}$ قرار دارد. پتانسیل الکتریکی در خارج از این رسانا در مختصات کروی به صورت:

$$V(r, \theta) = -E_0 \left(r - \frac{R^2}{r} \right) \cos \theta + C \left(1 - \frac{R}{r} \right)$$

داده می شود که در آن C ضریبی ثابت و مبدأ مختصات بر مرکز کره منطبق است. اگر بار کل رسانا برابر Q باشد، ثابت C کدام است؟

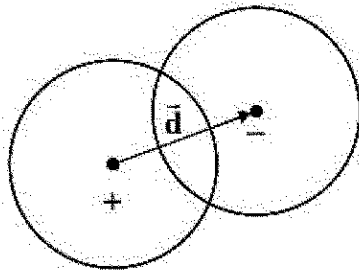
$$-\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \quad (1)$$

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \quad (2)$$

$$-\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{3}{2} E_0 R \quad (3)$$

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{3}{2} E_0 R \quad (4)$$

۲۵- دو کره هر یک به شعاع R با چگالی بار حجمی یکنواخت $+ \rho_0$ و $- \rho_0$ طوری قرار گرفته اند که مطابق شکل زیر با یکدیگر هم پوشانی دارند. بردار \vec{d} مرکز این دو کره را به هم وصل می کند و جهت آن از سمت کره مثبت به کره منفی است. میدان الکتریکی در ناحیه ای که دو کره با یکدیگر هم پوشانی دارند کدام است؟ (\vec{r} بردار مکان نقطه ای داخل ناحیه هم پوشانی نسبت به مرکز کره مثبت است).



$$\frac{\rho_0}{3\epsilon_0} \vec{d} \quad (1)$$

$$\frac{\rho_0 r}{3\epsilon_0 d} \vec{d} \quad (2)$$

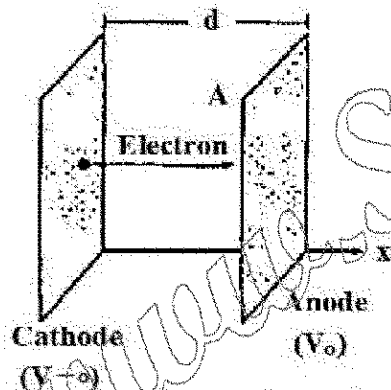
$$\frac{\rho_0 d}{3\epsilon_0 r} \vec{r} \quad (3)$$

$$\frac{\rho_0}{3\epsilon_0} (d - r) \quad (4)$$

۲۶- پتانسیل برداری در داخل و خارج از کره ای به شعاع R در مختصات کروی به شکل زیر داده شده است:

$$\vec{A}(\vec{r}) = \begin{cases} \alpha R r \sin \theta \hat{\phi} & r \leq R \\ \alpha R^2 \frac{1}{r^2} \sin \theta \hat{\phi} & r \geq R \end{cases}$$

که α ضریبی ثابت است. اگر \vec{B}_1 میدان مغناطیسی در داخل کره و \vec{B}_2 میدان مغناطیسی در خارج کره باشد، کدام رابطه درست است؟



$$\vec{B}_2 \cdot \hat{r} - \vec{B}_1 \cdot \hat{r} = 3\alpha R \sin \theta \quad \text{for } r = R \quad (1)$$

$$\vec{B}_2 \cdot \hat{\theta} - \vec{B}_1 \cdot \hat{\theta} = 2\alpha R \cos \theta \quad \text{for } r = R \quad (2)$$

$$\vec{B}_2 \cdot \hat{\theta} - \vec{B}_1 \cdot \hat{\theta} = \alpha R \sin \theta \quad \text{for } r = R \quad (3)$$

$$\vec{B}_2 \cdot \hat{r} - \vec{B}_1 \cdot \hat{r} = 2\alpha R \cos \theta \quad \text{for } r = R \quad (4)$$

۲۷- موج الکترومغناطیسی یکنواختی در جهت $+z$ حرکت می کند و میدان الکتریکی آن برابر است با:

$$\vec{E} = 10 \sin(\omega t - \beta z) \hat{i} + 20 \cos(\omega t - \beta z) \hat{j}$$

که ω و β ضریب هایی ثابت هستند. این موج در مسیر حرکت خود با صفحه رسانای کامل تختی واقع در $z = 0$ برخورد می کند. بردار چگالی جریان سطحی روی صفحه رسانای کامل کدام است؟

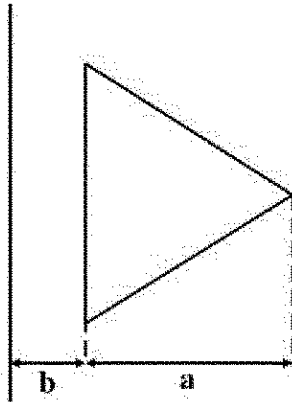
$$\vec{K} = \frac{20\beta}{\mu_0 \omega} (-\sin \omega t \hat{i} - 2 \cos \omega t \hat{j}) \quad (1)$$

$$\vec{K} = \frac{10\beta}{\mu_0 \omega} (\sin \omega t \hat{i} - 2 \cos \omega t \hat{j}) \quad (2)$$

$$\vec{K} = \frac{20\beta}{\mu_0 \omega} (\sin \omega t \hat{i} + 2 \cos \omega t \hat{j}) \quad (3)$$

$$\vec{K} = \frac{10\beta}{\mu_0 \omega} (-\sin \omega t \hat{i} + 2 \cos \omega t \hat{j}) \quad (4)$$

۲۸- القای متقابل میان یک سیم رسانای مستقیم بسیار بلند و یک حلقه سیم به شکل مثلث متساوی الاضلاع که مطابق شکل زیر در یک صفحه قرار دارند، کدام است؟ (a ارتفاع مثلث و b فاصله ضلع موازی با سیم مستقیم تا آن سیم، است).



$$(1) \frac{\mu_0 \sqrt{3}}{\pi} \left((a+b) \ln \frac{a+b}{a} - b \right)$$

$$(2) \frac{\mu_0 \sqrt{3}}{\pi} \left((a+b) \ln \frac{a+b}{b} - a \right)$$

$$(3) \frac{\mu_0}{\pi \sqrt{3}} \left((a+b) \ln \frac{a+b}{a} - b \right)$$

$$(4) \frac{\mu_0}{\pi \sqrt{3}} \left((a+b) \ln \frac{a+b}{b} - a \right)$$

۲۹- در ناحیه ای از فضا که خالی از چشمه بار و جریان الکتریکی است، میدان مغناطیسی برابر است با:

$$\vec{H}(x,y,t) = \sin(\alpha x) \sin(\beta y) \cos(\omega t) \hat{i}$$

که ω ، α و β ضرایب های ثابتی هستند. برای آن که این میدان مغناطیسی در معادله های ماکسول صدق کند، چه رابطه ای میان این ضرایب های ثابت باید وجود داشته باشد؟ (ϵ و μ به ترتیب ضرایب های گذردهی الکتریکی و نفوذپذیری مغناطیسی ثابت در ناحیه مورد نظر هستند).

$$(1) \alpha^2 + \beta^2 - \epsilon \mu \omega^2 = 0$$

$$(2) \alpha^2 + \beta^2 + \epsilon \mu \omega^2 = 0$$

$$(3) (\alpha + \beta)^2 - \epsilon \mu \omega^2 = 0$$

$$(4) (\alpha + \beta)^2 + \epsilon \mu \omega^2 = 0$$

۳۰- توان تشعشعی در واحد زاویه فضایی برای ذره ای با بار الکتریکی q که روی یک خط مستقیم با سرعت \vec{v} و شتاب \vec{a} در حرکت است توسط رابطه زیر داده می شود:

$$\frac{dP}{d\Omega} = \frac{q^2 c^2}{4\pi \epsilon_0} \frac{|\hat{n} \times (\hat{n} \times \vec{a})|^2}{(c - \hat{n} \cdot \vec{v})^5}$$

توان کل تابشی از این ذره باردار کدام است؟ \hat{n} برداریکه در امتداد محل مشاهده، c تنیدی نور در خلا و

$$\gamma = (1 - (v/c)^2)^{-1/2} \text{ است.}$$

$$(1) P = \frac{\mu_0 q^2 a^2 \gamma^2}{4\pi c}$$

$$(2) P = \frac{\mu_0 q^2 a^2 \gamma^4}{4\pi c}$$

$$(3) P = \frac{\mu_0 q^2 a^2 \gamma^6}{6\pi c}$$

$$(4) P = \frac{\mu_0 q^2 a^2 \gamma^2}{4\pi c}$$

۳۱- ۶ ذره تمیز پذیر می توانند سه تراز انرژی را اشغال کنند. هر یک از ترازها می تواند با ۲ ذره اشغال شود. اگر تباهی هر یک از سه تراز ۲ باشد، چند امکان برای اشغال شدن این ترازها به وسیله این ذرات وجود دارد؟

(۱) ۷۲۰

(۲) ۵۷۶۰

(۳) ۴۶۰۸۰

(۴) ۱۱۵۲۰

۳۲- آنتروپی یک گاز ایدئال تک اتمی متشکل از ذراتی به جرم m در حجم V و دمای T به صورت

$$S = Nk \left[\ln \left(\frac{V n_Q(T)}{N} \right) + \frac{5}{2} \right]$$

است که $n_Q(T) = \left(\frac{mkT}{2\pi\hbar^2} \right)^{3/2}$ پتانسیل شیمیایی این گاز کدام است؟

(۱) $-kT \ln \left(\frac{V n_Q(T)}{N} \right)$

(۲) $-\frac{kT}{2} \ln \left(\frac{V n_Q(T)}{N} \right)$

(۳) $-kT \left[\ln \left(\frac{V n_Q(T)}{N} \right) + \frac{3}{2} \right]$

(۴) $-\frac{kT}{2} \left[\ln \left(\frac{V n_Q(T)}{N} \right) + \frac{3}{2} \right]$

۳۳- تغییر آنتروپی یک مول گاز ایدئال تک اتمی در تحولی از حالت تعادل اولیه (T, V) به حالت تعادل نهایی $\left(2T, \frac{V}{2} \right)$

بر حسب ثابت گازها، R ، چقدر است؟

(۱) $\frac{3R}{2} \ln 2$

(۲) $\frac{R}{2} \ln 2$

(۳) $R \ln 2$

(۴) $2R \ln 2$

۳۴- هامیلتونی دستگاهی متشکل از N نوسانگر هماهنگ ساده سه بعدی $H = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\vec{p}_i \cdot \vec{p}_i}{2m} + \frac{1}{2} m \omega^2 \vec{r}_i \cdot \vec{r}_i \right)$ است.

در مجموعه آماری کانونیک که دستگاه در تعادل گرمایی با منبعی به دمای T است، انرژی داخلی این دستگاه کدام است؟ (نوسانگرها را کلاسیکی در نظر بگیرید).

(۱) $\frac{1}{2} NkT$

(۲) NkT

(۳) $\frac{3}{2} NkT$

(۴) $3 NkT$

۳۵- تابع پارتیشن یک دستگاه ترمودینامیکی در مجموعه آماری کانونیک $Q = \sum_i g_i \exp(-\beta E_i)$ است. مقدار $\langle E^2 \rangle$ کدام است؟ $\left(\beta = \frac{1}{kT} \right)$

(۱) $\frac{k^2 T^2}{Q} \frac{\partial^2 Q}{\partial T^2}$

(۲) $\frac{1}{Q} \frac{\partial^2 \ln Q}{\partial \beta^2}$

(۳) $\frac{1}{Q} \frac{\partial^2 Q}{\partial \beta^2}$

(۴) $\frac{k^2 T^2}{Q} \frac{\partial^2 \ln Q}{\partial T^2}$

۳۶- انرژی داخلی یک دستگاه شامل N ذره هر یک دارای ممان دو قطبی مغناطیسی μ_B در میدان مغناطیسی خارجی یکنواخت \vec{B} ، در دمای T به صورت $U = -N \mu_B B \tanh\left(\frac{\mu_B B}{kT}\right)$ است. ظرفیت گرمایی این دستگاه در دماهای

بالا بر حسب $\theta = \frac{2\mu_B B}{k}$ کدام است؟

(۱) $\frac{Nk}{4} \left(\frac{\theta}{T} \right)$

(۲) $\frac{Nk}{2} \left(\frac{\theta}{T} \right)^2$

(۳) $\frac{Nk}{4} \left(\frac{\theta}{T} \right)^2$

(۴) $\frac{Nk}{2} \left(\frac{\theta}{T} \right)^2$

۳۷- جرم مولی لیتیوم $\frac{6}{9} \frac{g}{mol}$ و چگالی آن $\frac{53}{cm^3}$ است. دمای فرمی لیتیوم برحسب کلون به کدام دما نزدیک تر است؟

$$k = 1.38 \times 10^{-23} \frac{J}{K} \text{ و } N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}, m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}, h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

(۱) ۵۰

(۲) ۵۰۰

(۳) ۵۰۰۰

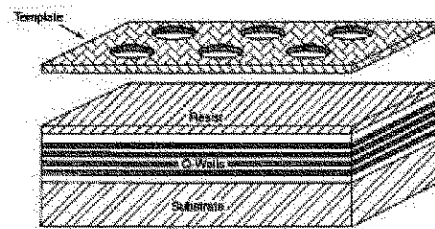
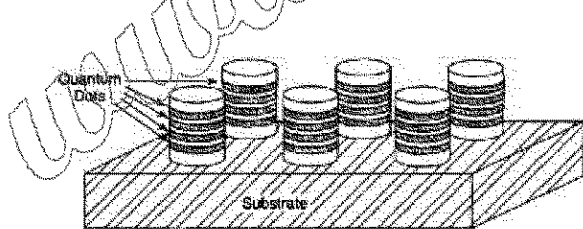
(۴) ۵۰۰۰۰

۳۸- کدام عبارت در مورد ویژگی های میکروسکوپ روبشی تونلی (STM) نادرست است؟

- (۱) این میکروسکوپ فقط در شرایط دماهای پایین و خلأهای بسیار بالا کار می کند.
- (۲) قدرت تفکیک این میکروسکوپ در حدود 0.1 nm است و برای تولید نانوساختارها نیز به کار می رود.
- (۳) معمولاً در حالت جریان ثابت استفاده می شود اما سرعت روبش در این مد نسبت به حالت ارتفاع ثابت کمتر است.
- (۴) با اندازه گیری جریان تونلی به صورت تابعی از ولتاژ اعمالی می توان مستقیماً تابع چگالی حالات الکترونی موضعی سطح را محاسبه کرد.

۳۹- کدام روش یا ابزار برای تعیین ترکیب شیمیایی مواد در یک نانوساختار مناسب نیست؟

- (۱) طیف نگاری الکترونی اوزه (auger electron spectroscopy)
 - (۲) طیف نگاری همبستگی الکترون (photon correlation spectroscopy)
 - (۳) طیف نگاری جرمی یون های ثانویه (secondary ion mass spectroscopy)
 - (۴) میکروسکوپی الکترونی عبوری روبشی (scanning transmission electron microscopy)
- ۴۰- از یک چاه کوانتومی چندگانه (شکل سمت راست) با روش لیتوگرافی یک آرایه ۶ ستونه از نقاط کوانتومی هر کدام شامل ۴ نقطه کوانتومی (شکل سمت چپ) ساخته می شود. طیف فوتوفیزیکس آرایه ساخته شده نسبت به چاه کوانتومی اولیه چه تغییری می کند؟



(۱) تغییری نمی کند.

(۲) بسیار قوی تر است.

(۳) بسیار ضعیف تر است.

(۴) بسته به روش لیتوگرافی ممکن است کمی ضعیف تر یا قوی تر باشد.

۴۱- نانوذرات کدام ماده برای تشخیص سلول های سرطانی موجود در خون یک نومور در مراحل اولیه استفاده می شود؟

PbSe (۲)

Fe₃O₄ (۱)

CuO (۴)

SiO₂ (۳)

۴۲- نانوذرات طلا در آزمایشگاه به چه رنگی دیده می شوند؟

(۱) نارنجی

(۲) زرد

(۳) قرمز

(۴) بسته به ابعاد نانوذرات به رنگ های مختلف دیده می شوند.

۴۳- کدام عبارت در مورد ماده خالص C_{60} در حالت جامد درست است؟

(۱) ساختاری آمورف دارد که عایق الکتریکی است.

(۲) کریستالی با ساختار bcc تشکیل می دهد که خاصیت فلزی دارد.

(۳) کریستالی با ساختار fcc تشکیل می دهد که عایق الکتریکی است.

(۴) ساختاری آمورف دارد که در دمای کمتر از ده کلوین خاصیت ابررسانایی دارد.

۴۴- برای تولید انبوه نانولوله های کربنی به ویژه تک دیواره خالص در مقیاس صنعتی کدام روش عملاً مناسب تر و ارزان تر

است و امکان کنترل بیشتری روی مورفولوژی و ساختار نانولوله های تولیدی وجود دارد؟

(۱) رسوب گذاری (انداخت) بخار شیمیایی با استفاده از گاز متواکسید کربن (CO CVD)

(۲) تخلیه قوس الکتریکی (arc discharge) همراه با استفاده از کاتالیزور فلزی

(۳) کندوسور (سایش) لیزری (laser ablation)

(۴) روش خود - تجمعی (self-assembly) در محیط گاز هیدروکربنی فوق بحرانی

۴۵- کدام عبارت در مورد خاصیت مقاومت مغناطیسی (magnetoresistance) نانولوله های کربنی درست است؟

(۱) در تمام دماها، ضریب مقاومت الکتریکی نانولوله با تغییر میدان مغناطیسی تغییری نمی کند.

(۲) در دمای اتاق، ضریب مقاومت الکتریکی نانولوله با افزایش شدت میدان مغناطیسی، افزایش می یابد.

(۳) ضریب هدایت الکتریکی نانولوله در هر دمایی با افزایش میدان مغناطیسی کاهش می یابد.

(۴) در دماهای پایین ($T \leq 4K$)، ضریب هدایت الکتریکی نانولوله با افزایش شدت میدان مغناطیسی، افزایش می یابد.

www.Sanjesh3.com