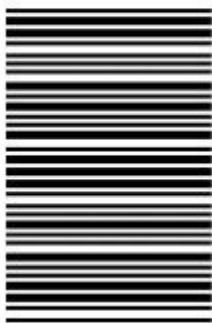


کد کنترل



275E

275

E

محل امضای:

نام:

نام خانوادگی:

صبح جمعه

۱۳۹۶/۱۲/۴

دفترچه شماره (۱)



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

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

آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌تمركز) - سال ۱۳۹۷

رشته علوم و فناوری نانو - نانوفیزیک (کد ۲۲۳۷)

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سوالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی: فیزیک پایه ۱، ۲ و ۳ (شامل کل کتاب فیزیک هالیدی آخرین ویرایش) – مکانیک کوانتومی و مکانیک کوانتومی پیشرفته – الکترومغناطیس و الکترودینامیک – ترمودینامیک و مکانیک آماری پیشرفته ۱ – مبانی نانوتکنولوژی	۴۵	۱	۴۵

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

حق جاپ، تکثیر و منتشر می‌زاید به هر روش (الکترونیکی و...) بس از برگزاری آزمون، برای تمام اندکس خلبان و حقوق تنها با محور این سازمان عبارت می‌باشد و با مخالفین برگزار نموده شود.

* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، بهمنزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب با شماره داوطلبی در جلسه این آزمون شرکت می‌نمایم.

امضا:

- ۱- شتاب ذره‌ای که روی صفحه افقی xy حرکت می‌کند با $\ddot{\mathbf{a}} = 3t\hat{\mathbf{i}} + 4t\hat{\mathbf{j}}$ داده شده که در آن a برحسب متر بر مجدور ثانیه است. در زمان $t = 0$ بردار سرعت ذره $\dot{\mathbf{r}} = 5\hat{\mathbf{j}} - 8\hat{\mathbf{i}}$ است. زاویه بین بردارهای سرعت و شتاب ذره در لحظه $t = 2s$ چقدر است؟

$$\text{Arccos} \frac{1}{5} \quad (1)$$

$$\text{Arccos} \frac{2}{5} \quad (2)$$

$$\text{Arccos} \frac{3}{5} \quad (3)$$

$$\text{Arccos} \frac{4}{5} \quad (4)$$

- ۲- توپ را از ارتفاع h نسبت به سطح زمین رها می‌کنیم. این توپ بعد از سه بار برخورد به زمین به ارتفاع $\frac{1}{64}h$ می‌رسد. ضریب ارتفاع بین توپ و زمین (نسبت تندی توپ قبل از برخورد به قندی آن پس از برخورد) کدام است؟

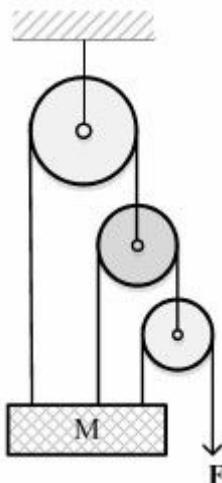
$$\frac{1}{2} \quad (1)$$

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

$$\frac{1}{8} \quad (3)$$

$$\frac{1}{16} \quad (4)$$

-۳ جسم M به جرم 70 kg به مجموعه‌ای از دو قرقه متحرک و یک قرقه ثابت مطابق شکل بسته شده است. نیروی F به انتهای آزاد یک ریسمان چنان وارد می‌شود که جسم M در حال سکون قرار دارد. اندازه نیروی

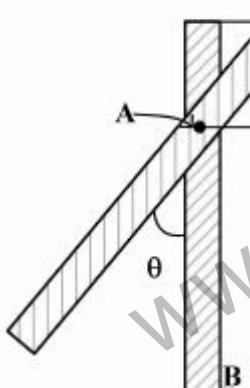


$$(g = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \quad \text{عکس العمل وارد از سقف به مجموعه چند نیوتون است؟}$$

- ۵۸۸ (۱)
۶۸۶ (۲)
۷۸۴ (۳)
۸۸۲ (۴)

-۴ میله نازک بکنواختی به جرم 6 kg و طول 3 m مطابق شکل حول محور افقی A که عمود بر میله است و از نقطه‌ای به فاصله $d=1\text{ m}$ از انتهای میله می‌گذرد، آزادانه می‌چرخد. انرژی جنبشی میله وقتی از وضعیت قائم می‌گذرد برابر با 27 J است. در این وضعیت تندی خطی نقطه B در انتهای میله چند است؟

$$\left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right) \quad \text{میله از انتهای میله می‌گذرد.}$$



- ۹ (۱)
۶ (۲)
 $\frac{9}{\sqrt{2}}$ (۳)
 $\frac{27}{2\sqrt{2}}$ (۴)

-۵ میله‌ای با توزیع بار خطی $\lambda = \lambda_0 y^2$ روی محور y ها در محدوده $[-\frac{L}{2}, \frac{L}{2}]$ قرار گرفته است. شار الکتریکی

گذرنده از کره‌ای به شعاع r به طوری که $\frac{L}{2} \geq r \geq 0$ باشد، کدام است؟ (مرکز کره در مبدأ مختصات است.)

- (۱) صفر
 $\frac{\lambda_0 L^3}{24\epsilon_0}$ (۲)
 $\frac{3\lambda_0 L^3}{8\epsilon_0}$ (۳)
 $\frac{\lambda_0 L^3}{12\epsilon_0}$ (۴)

-۶ در ناحیه‌ای از فضا میدان الکتریکی به شکل $\vec{E} = 5x\hat{i} + 2y\hat{j}$ است (در سیستم SI). نقطه A روی محور x در نقطه $x = 2m$ و نقطه B روی محور y در نقطه $y = 3m$ قرار دارد. اختلاف پتانسیل $V_B - V_A$ چند ولت است؟

- ۲۸ (۱)
- ۸ (۲)
- +۸ (۳)
- +۲۸ (۴)

-۷ خازنی با ظرفیت C توسط سیمی به مقاومت R به یک باتری با ولتاژ ۴ ولت وصل شده است. وقتی خازن کاملاً پر شد، به طور ناگهانی باتری برداشته می‌شود و به جای آن یک باتری ۲ ولتی جایگزین می‌شود. بعد از جایگزینی باتری، مدت زمانی که طول می‌کشد تا ولتاژ دو سر خازن صفر شود چند برابر RC است؟

- $2 \ln 2$ (۱)
- $2 \ln 3$ (۲)
- $\ln 2$ (۳)
- $\ln 3$ (۴)

-۸ در دمای T_0 یک قطعه سیم مسی به طول L_0 ، ضریب انبساط طولی λ و مقاومت الکتریکی R به شکل یک دایره در آورده می‌شود. میدان مغناطیسی ثابت B_0 عمود بر صفحه سیم وجود دارد. اگر دمای سیم از مقدار T_0 با آهنگ ثابت $\frac{dT}{dt} = \alpha$ افزایش یابد، مقدار جریان القایی در دمای مشخص $T > T_0$ کدام است؟ (مقاومت الکتریکی سیم ثابت فرض شود).

$$\frac{\lambda \alpha B_0 L_0^2}{2\pi R} [1 + \lambda(T - T_0)]^2 \quad (1)$$

$$\frac{\lambda \alpha B_0 L_0^2}{2\pi R} [1 + \lambda(T - T_0)] \quad (2)$$

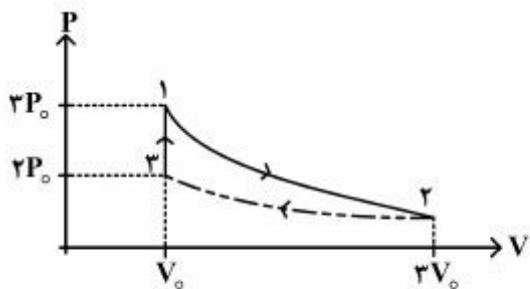
$$\frac{\lambda \alpha B_0 L_0^2}{R} [1 + \lambda^2(T - T_0)^2] \quad (3)$$

$$\frac{\lambda \alpha B_0 L_0^2}{2R} [1 + 2\lambda(T - T_0)] \quad (4)$$

-۹ چهار مول از یک گاز کامل طی یک فرایند برگشت‌پذیر در دمای ثابت K از حجم 400 m^3 به 100 m^3 منبسط می‌شود. تغییر آنتروپی این گاز چقدر است؟ (R ثابت جهانی گازها است).

- $\frac{R}{4} \ln 2$ (۱)
- $R \ln 2$ (۲)
- $2R \ln 2$ (۳)
- $4R \ln 2$ (۴)

- ۱۰- دو مول از یک گاز کامل تک اتمی چرخه زیر را طی می‌کند به طوری که فرایند تک حجم ۳ به ۱ و فرایند تکدمای ۲ به ۲ برگشت‌پذیر و فرایند ۲ به ۳ برگشت‌ناپذیر است. اگر کار انجام شده در فرایند ۲ به ۳ برابر $P_0 V_0 \ln 3$ باشد، گرمای مبادله شده در این فرایند کدام است؟ (کار انجام شده در فرایند انقباض گاز منفی فرض شده است).



$$-\frac{1}{2}(3 + 2\ln 3)P_0 V_0 \quad (1)$$

$$-(3 + \ln 3)P_0 V_0 \quad (2)$$

$$\frac{1}{2}(2\ln 3 - 3)P_0 V_0 \quad (3)$$

$$(3 - 2\ln 3)P_0 V_0 \quad (4)$$

- ۱۱- از یک لوله آب گرم فولادی استوانه‌ای شکل با ضریب رسانش $\frac{W}{mK} = 14$ که ضخامت بدنه آن 7×10^{-3} متر است. شاعع درونی لوله می‌باشد. آب گرم با دمای 54° درجه سانتی‌گراد عبور می‌کند. با توجه به اینکه دمای هوای بیرون 14° درجه سانتی‌گراد است، در هر ثانیه از واحد طول این لوله تقریباً چند کیلوژول گرما به خارج از لوله انتقال می‌یابد؟

۸ (۱)

۲۵ (۲)

۵۰ (۳)

۸۰ (۴)

- ۱۲- ریسمان یکنواختی به جرم m و طول L از سقفی آویزان است. مدت زمانی که یک موج عرضی برای طی کل طناب صرف می‌کند چقدر است؟

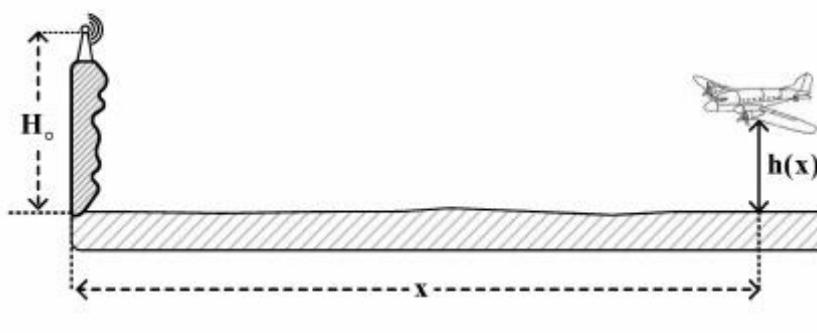
$$\frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1)$$

$$\sqrt{\frac{L}{g}} \quad (2)$$

$$\sqrt{\frac{2L}{g}} \quad (3)$$

$$\sqrt{\frac{L}{2g}} \quad (4)$$

- ۱۳- طبق شکل دستگاه رادار روی صخره مشرف به آب دریا در ارتفاع H_0 با ارسال امواج میکروویو با طول موج λ_0 نزدیک شدن هواپیماها را به سمت خود ردیابی می‌کند. اگر هواپیما بخواهد که در رادار مزبور دیده نشود باید ارتفاع $(x+h(x))$ خود را بر حسب فاصله x چنان تنظیم کند که نتیجه تداخل امواجی که به طور مستقیم از هواپیما به رادار می‌رسد با امواجی که پس از بازتاب از سطح آب به رادار می‌رسد ویرانگر باشد. ($x \gg H_0 + h(x)$ بر حسب H_0 , λ_0 , x و عدد طبیعی N کدام است؟ (در نظر بگیرید که $(x \gg H_0 + h(x))$



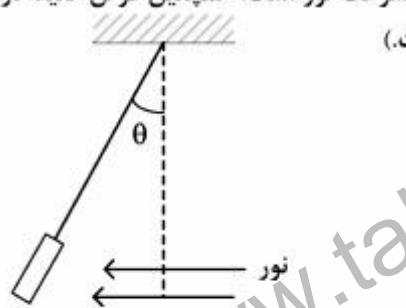
$$N \frac{\lambda_0}{H_0} x \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} N \frac{\lambda_0}{H_0} x \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} \left(N + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda_0}{H_0} x \quad (3)$$

$$\left(N + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda_0}{H_0} x \quad (4)$$

- ۱۴- صفحه تخت نازکی به جرم m , جذب‌کننده کامل نور است به طوری که انرژی جذب شده به وسیله آن در واحد زمان وقتی نور عمود به سطحش بقاید W است. مطابق شکل وقتی به این صفحه نور به طور افقی بتابد تحت زاویه θ نسبت به قائم در حالت تعادل قرار می‌گیرد. مقدار W چقدر است؟ (C سرعت نور است. همچنین فرض کنید در این وضعیت بردار عمود بر صفحه ثابت است، در صفحه شکل (کاغذ) واقع است).



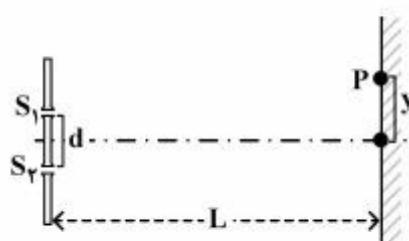
$$mgc \tan \theta \quad (1)$$

$$mgc \sin \theta \quad (2)$$

$$mgc \cos \theta \quad (3)$$

$$mgc \cotg \theta \quad (4)$$

- ۱۵- در آزمایش دو شکاف یانگ مطابق شکل، نور با طول موج λ و شدت I_0 از سمت چپ به دو شکاف S_1 و S_2 تابیده می‌شود. شدت نور در نقطه P بر حسب پارامترهای مشخص شده روی شکل، کدام است؟



$$2I_0 \cos^2 \left(\frac{\pi y d}{\lambda L} \right) \quad (1)$$

$$2I_0 \left(1 + \cos \left(\frac{\pi y d}{\lambda L} \right) \right) \quad (2)$$

$$2I_0 \left(1 + \cos \left(\frac{2\pi y d}{\lambda L} \right) \right) \quad (3)$$

$$2I_0 \cos^2 \left(\frac{\pi y d}{\lambda L} \right) \quad (4)$$

- ۱۶- عملگر $a = i|\downarrow\rangle\langle\downarrow| + |\downarrow\rangle\langle\uparrow|$ را که در آن $|\downarrow\rangle$ و $|\uparrow\rangle$ حالت‌های بهنجهار متعامد هستند در نظر بگیرید. حاصل جابه‌جاگر

$$(i = \sqrt{-1}) \quad [a, a^\dagger]$$

$$|\downarrow\rangle\langle\downarrow| - |\downarrow\rangle\langle\uparrow| \quad (1)$$

$$|\downarrow\rangle\langle\downarrow| + |\downarrow\rangle\langle\uparrow| \quad (2)$$

$$|\downarrow\rangle\langle\uparrow| - |\downarrow\rangle\langle\downarrow| \quad (3)$$

$$|\downarrow\rangle\langle\uparrow| + |\downarrow\rangle\langle\downarrow| \quad (4)$$

- ۱۷- هامیلتونی دستگاهی به صورت $H = a_1 \hat{a}^\dagger + \hat{a} a_2$ است که در آن \hat{a} ماتریس واحد، \hat{a}^\dagger برداری حقیقی با مؤلفه‌های a_i ($i = 1, 2, 3$) مatrix‌ها و σ_i ($i = 1, 2, 3$) ماتریس‌های پانولی هستند. قدر مطلق تفاضل بین ویژه مقادیر انرژی این دستگاه کدام است؟

$$\sqrt{a_1^2 + |a_1^\dagger - a_2|^2} \quad (1)$$

$$\sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2} \quad (2)$$

$$\sqrt{a_1^2 + |a_1^\dagger - a_3|^2} \quad (3)$$

$$\sqrt{(a_1 + a_2 + a_3)^2} \quad (4)$$

- ۱۸- اگر $\langle n |$ ویژه حالت انرژی یک نوسانگر هماهنگ ساده یک بعدی به جرم m و بسامد زاویه‌ای ω و

$$a = \sqrt{\frac{m\omega}{2\hbar}} \left(x + \frac{ip}{m\omega} \right) \quad \text{کدام است؟}$$

$$i\hbar \left(\sqrt{(m+1)n} \delta_{m+1, n-1} - \sqrt{m(n+1)} \delta_{m-1, n+1} \right) \quad (1)$$

$$i\hbar \left(-\sqrt{m(m-1)} \delta_{m-1, n} - \sqrt{n(n-1)} \delta_{m, n-1} \right) \quad (2)$$

$$i\hbar \left(\sqrt{(m+1)(m+2)} \delta_{m+1, n} - \sqrt{n(n-1)} \delta_{m, n-1} \right) \quad (3)$$

$$i\hbar \left(\sqrt{m(n+1)} \delta_{m-1, n+1} - \sqrt{n(m+1)} \delta_{m+1, n-1} \right) \quad (4)$$

- ۱۹ در یک فضای سه بعدی، ماتریس چگالی یک دستگاه بر حسب پایه‌های بهنجار متعامد $|\Psi_1\rangle, |\Psi_2\rangle$ به $0 \leq \theta \leq \pi$ است که در آن $\rho = \cos^2 \theta |\Psi_1\rangle\langle\Psi_1| + \sin^2 \theta |\Psi_2\rangle\langle\Psi_2| + 2 \sin \theta \cos \theta |\Psi_1\rangle\langle\Psi_2| + |\Psi\rangle\langle\Psi| = \frac{1}{2}|\Psi_1\rangle\langle\Psi_1| + \frac{1}{2}|\Psi_2\rangle\langle\Psi_2| + \frac{1}{\sqrt{2}}|\Psi_1\rangle\langle\Psi_2| + \frac{1}{\sqrt{2}}|\Psi_2\rangle\langle\Psi_1|$ باشد. اگر A میانگین آنسامبلی عملگر $|\Psi\rangle\langle\Psi|$ باشد که در آن $A = \frac{1}{2}J_z + \frac{1}{2}J_y + \frac{1}{\sqrt{2}}(J_x - iJ_y)$ باشد، کدام نامساوی درست است؟

$$\frac{1}{8} \leq [A] \leq \frac{1}{2} \quad (1)$$

$$\frac{1}{4} \leq [A] \leq \frac{3}{8} \quad (2)$$

$$\frac{1}{8} \leq [A] \leq \frac{3}{8} \quad (3)$$

$$\frac{1}{4} \leq [A] \leq \frac{1}{2} \quad (4)$$

- ۲۰ عملگر دوران حول \hat{n} به اندازه ϕ است. برای \hat{n} و ϕ دلخواه، عملگر $D^{(j_1=\frac{1}{2})} \otimes D^{(j_2=\frac{1}{2})} = e^{\frac{-i}{\hbar} \vec{J} \cdot \hat{n} \phi}$ در پایه‌های $|\vec{j}, m\rangle$ حداقل چند عنصر صفر دارد؟ ($|\vec{j}, m\rangle = |\vec{j}, m_1\rangle \otimes |\vec{j}, m_2\rangle$ است).
- ۵ (۱)
۶ (۲)
۷ (۳)
۸ (۴)

- ۲۱ هامیلتونی دستگاهی به شکل $H = \sum_{n=1}^N E_n |n\rangle\langle n| + \sum_{n=1}^N W \{|n\rangle\langle n+1| + |n+1\rangle\langle n|\}$ است که حالت‌های متعامد و بهنجار هستند و E_n و W ضرایب ثابت‌اند. اگر شرط تناوبی $|N+1\rangle = |1\rangle$ برقرار باشد، ویژه مقادیر H کدام‌اند؟ ($n = 1, 2, \dots, N$)

$$E_n = E_0 + 2W \sin \frac{\pi n}{N} \quad (1)$$

$$E_n = E_0 + 2W \cos \frac{\pi n}{N} \quad (2)$$

$$E_n = E_0 + 2W \cos \frac{2\pi n}{N} \quad (3)$$

$$E_n = E_0 + 2W \sin \frac{2\pi n}{N} \quad (4)$$

- ۲۲- هامیلتونی یک نوسانگر هماهنگ ساده سه بعدی همسانگرد $H = \frac{\vec{P} \cdot \vec{P}}{2m} + \frac{1}{2} m\omega^2 \vec{x} \cdot \vec{x}$ است. اگر این نوسانگر با

انرژی پتانسیل $z^2 yx^2$ مختلف شود، انرژی نخستین حالت برانگیخته تا اولین مرتبه غیر صفر λ کدام است؟
(\vec{x} و \vec{P} به ترتیب عملگر مکان و تکانه خطی در سه بعد هستند).

$$\frac{3}{2}\hbar\omega \pm 2\lambda \left(\frac{\hbar}{2m\omega} \right)^2, \quad \frac{3}{2}\hbar\omega \quad (1)$$

$$\frac{3}{2}\hbar\omega \pm \frac{2}{\hbar\omega} \lambda^2 \left(\frac{\hbar}{2m\omega} \right)^4, \quad \frac{3}{2}\hbar\omega \quad (2)$$

$$\frac{3}{2}\hbar\omega \pm \frac{1}{\hbar\omega} \lambda^2 \left(\frac{\hbar}{2m\omega} \right)^4, \quad \frac{3}{2}\hbar\omega \quad (3)$$

$$\frac{3}{2}\hbar\omega \pm \lambda \left(\frac{\hbar}{2m\omega} \right)^2, \quad \frac{3}{2}\hbar\omega \quad (4)$$

- ۲۳- سطح مقطع براکتندگی کل کشسان ذرهای به جرم m از یک کره نرم با پتانسیل $V(r) = \begin{cases} V_0 & r \leq a \\ 0 & r > a \end{cases}$ در تقریب

اول بورن به ازای $k \ll \frac{\hbar^2 k^2}{m}$ کدام است؟

$$\frac{16\pi}{9} \left(\frac{mV_0 a^3}{\hbar^2} \right)^2 a^2 \quad (1)$$

$$\frac{16\pi}{9} \left(\frac{mV_0 a^3}{\hbar^2} \right) a^2 \quad (2)$$

$$\frac{4\pi}{9} \left(\frac{mV_0 a^3}{\hbar^2} \right)^2 a^2 \quad (3)$$

$$\frac{4\pi}{9} \left(\frac{mV_0 a^3}{\hbar^2} \right)^2 a^2 \quad (4)$$

- ۲۴- بر روی یک سطح رسانای کروی به شعاع R پتانسیل الکتریکی برابر با $V_0 \cos^2 \theta = \phi$ است که در آن V_0 ضریبی ثابت و θ زاویه قطبی در دستگاه مختصات کروی است. مبدأ مختصات بر مرکز کره و محور z بر یکی از قطرهای کره منطبق است. درون این سطح باری وجود ندارد. پتانسیل الکتریکی در مرکز کره کدام است؟

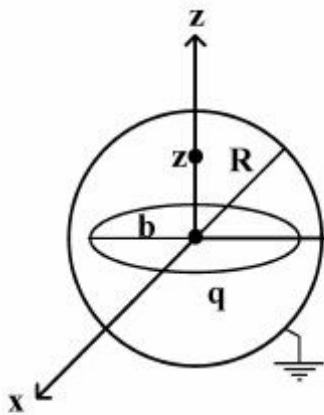
(۱) صفر

(۲) V_0

(۳) $\frac{1}{3}V_0$

(۴) $\frac{1}{2}V_0$

- ۲۵- یک پوسته کروی رسانا به شعاع R در پتانسیل صفر نگه داشته شده است. مبدأ مختصات در مرکز کره قرار دارد. مطابق شکل، درون این کره یک حلقه باردار به شعاع b ($b < R$) و بار q که به صورت یکنواخت بر روی محیط آن توزیع شده است، هم‌مرکز با کره (در صفحه xy) قرار دارد. پتانسیل الکتریکی درون کره در نقطه‌ای روی محور z کدام است؟



$$\phi(z) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{\sqrt{z^2 + b^2}} - \frac{R}{\sqrt{b^2 z^2 + R^2}} \right] \quad (1)$$

$$\phi(z) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{b}{R\sqrt{z^2 + b^2}} - \frac{b}{\sqrt{b^2 z^2 + R^2}} \right] \quad (2)$$

$$\phi(z) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{b}{R\sqrt{z^2 + b^2}} - \frac{R}{\sqrt{b^2 z^2 + R^2}} \right] \quad (3)$$

$$\phi(z) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{\sqrt{z^2 + b^2}} - \frac{b}{\sqrt{b^2 z^2 + R^2}} \right] \quad (4)$$

- ۲۶- یک پوسته استوانه‌ای به شعاع R و طول L با دو قاعده رسانا که در پتانسیل الکتریکی صفر نگه داشته شده‌اند در نظر بگیرید. در دستگاه مختصاتی که مبدأ آن واقع بر یک قاعده و محور z آن منطبق بر محور استوانه است، پتانسیل الکتریکی روی سطح جانبی پوسته با $V(\phi, z)$ داده شده است. قاعده دیگر پوسته در $z = L$ واقع است. کدام عبارت ممکن است پتانسیل الکتریکی نقطه دلخواهی داخل پوسته به مختصات استوانه‌ای (ρ, ϕ, z) را به درستی بیان کند؟ ($K_m(x)$ و $I_m(x)$ توابع بسل اصلاح شده هستند).

$$V(\rho, \phi, z) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left(A_{mn} e^{im\phi} \sin \frac{n\pi z}{L} I_m \frac{(n\pi\rho)}{L} \right) \quad (1)$$

$$V(\rho, \phi, z) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left((A_{mn} \sin m\phi + B_{mn} \cos m\phi) \sin \frac{n\pi z}{L} K_m \frac{(n\pi\rho)}{L} \right) \quad (2)$$

$$V(\rho, \phi, z) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left(A_{mn} e^{im\phi} \sin \frac{n\pi z}{L} K_m \frac{(n\pi\rho)}{L} \right) \quad (3)$$

$$V(\rho, \phi, z) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left((A_{mn} \sin m\phi + B_{mn} \cos m\phi) \sin \frac{n\pi z}{L} I_m \frac{(n\pi\rho)}{L} \right) \quad (4)$$

- ۲۷- یک کره فلزی به شعاع a توسط یک پوسته کروی نازک فلزی هم مرکز به شعاع b ($b > a$) احاطه شده است. فضای میان کره و پوسته با ماده‌ای پر شده است که ضریب رسانندگی الکتریکی آن تابع خطی از میدان الکتریکی است یعنی $\sigma = kE$ که در آن k عددی ثابت است. اگر اختلاف پتانسیل V بین کره و پوسته ایجاد شود، جریان الکتریکی میان کره و پوسته کدام است؟

$$4\pi k \left(\frac{V}{\ln(b/a)} \right)^2 \quad (1)$$

$$2\pi k \left(\frac{V^2}{\ln(b/a)} \right) \quad (2)$$

$$4\pi kab \left(\frac{V}{b-a} \right)^2 \quad (3)$$

$$2\pi ka \frac{V^2}{(b-a)} \quad (4)$$

- ۲۸- اگر میدان الکتریکی مستقل از زمان و میدان مغناطیسی در همه زمان‌ها متناهی باشد، کدام رابطه همواره درست است؟

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = 0 \quad (1)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = 0 \quad (2)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = 0 \quad (3)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \frac{4\pi}{c} \vec{J} \quad (4)$$

- ۲۹- کدام عبارت نادرست است؟

(۱) انرژی کل یک میدان الکترومغناطیسی در حجم V از خلاء برابر $\frac{1}{2} \int_V (E^2 + c^2 B^2) d^3 x$ است.

(۲) بردار پوینتینج یک میدان الکترومغناطیسی در خلاء برابر $\vec{E} \times \vec{B}$ است.

(۳) تکانه خطی یک میدان الکترومغناطیسی در حجم V از خلاء برابر $\int_V (\vec{E} \times \vec{B}) d^3 x$ است.

(۴) تکانه زاویه‌ای یک میدان الکترومغناطیسی در حجم V از خلاء برابر $\int_V \vec{x} \times (\vec{E} \times \vec{B}) d^3 x$ است.

- ۳۰- نیروی وارد بر ذرهای به جرم m و بار q در میدان الکتریکی \vec{E} و میدان مغناطیسی \vec{B} برابر

$$\left(\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \right) \text{ است. کدام رابطه درست است؟} \\ \vec{F} = q(\vec{E} + \frac{1}{c}\vec{v} \times \vec{B})$$

$$\frac{d}{dt}(mv^r\gamma) = q\vec{E}.\vec{v} \quad (1)$$

$$\frac{d}{dt}(mc^r\gamma + mv^r\gamma) = q\vec{E}.\vec{v} \quad (2)$$

$$\frac{d}{dt}(mc^r\gamma) = q\vec{E}.\vec{v} \quad (3)$$

$$\frac{d}{dt}(mc^r\gamma - mv^r\gamma) = q\vec{E}.\vec{v} \quad (4)$$

- ۳۱- تعداد حالت‌های قابل دسترس یک دستگاه ترمودینامیکی بسته شامل N ذره در حجم V به صورت

$$T \cdot V \cdot g(N, V) = \left(\frac{V}{V_0} \right)^N \cdot \Omega(U, N, V) = f(U) \cdot e^{g(N, V)}$$

باشد معادله حالت دستگاه کدام است؟

$$PV = Nk_B T \left(\ln \frac{V}{V_0} \right)^N \quad (1)$$

$$PV = \gamma Nk_B T \left(\frac{V}{V_0} \right) \quad (2)$$

$$PV = Nk_B T \left(\ln \frac{V}{V_0} \right) \quad (3)$$

$$PV = \gamma Nk_B T \left(\frac{V}{V_0} \right)^N \quad (4)$$

- ۳۲- آنتروپی یک دستگاه ترمودینامیکی $S(N, V, U)$ است. کدام رابطه درست است؟

(U, T, P, V, N) و μ به ترتیب تعداد ذرات، حجم، فشار، دما، انرژی داخلی و پتانسیل شیمیابی دستگاه است.)

$$U + PV - TS + N\mu = 0 \quad (1)$$

$$U - PV - TS - N\mu = 0 \quad (2)$$

$$U + PV - TS - N\mu = 0 \quad (3)$$

$$U + PV + TS - N\mu = 0 \quad (4)$$

- ۳۳- یک ستاره نوترونی را متشکل از N نوترون بدون برهم‌کنش درنظر بگیرید. اگر T_F دمای فرمی ستاره و U انرژی داخلی ستاره باشد، کدام رابطه درست است؟

$$U = \frac{3}{5} N k_B T_F \quad (1)$$

$$U = \frac{3}{4} N k_B T_F \quad (2)$$

$$U = \frac{5}{3} N k_B T_F \quad (3)$$

$$U = \frac{4}{3} N k_B T_F \quad (4)$$

- ۳۴- تعداد فوتون‌ها در کواکی به حجم V و دمای T برابر $N = 6 \times 10^{11} \text{ V} \left(\frac{k_B T}{hc} \right)^4$ است که k_B و c و h به ترتیب ثابت بولتمن، سرعت نور و ثابت پلانک است. دمای متوسط عالم در حال حاضر 2.7K است. به طور متوسط چند فوتون در هر سانتی متر مکعب عالم وجود دارد؟

$$4 \times 10^{11} \quad (1)$$

$$4 \times 10^8 \quad (2)$$

$$4 \times 10^5 \quad (3)$$

$$4 \times 10^2 \quad (4)$$

- ۳۵- تابع توزیع احتمالی تندی ماکسولی ذرات در دمای T به صورت $P(v) = \left(\frac{m}{\pi k_B T} \right)^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{mv^2}{2k_B T}}$ است.

حاصل عبارت $\langle v \rangle < \frac{1}{v} \rangle$ کدام است؟

$$\frac{8}{\pi} \quad (1)$$

$$\frac{4}{\sqrt{\pi}} \quad (2)$$

$$\frac{4}{\pi} \quad (3)$$

$$\frac{8}{\sqrt{\pi}} \quad (4)$$

- ۳۶- انرژی یک گاز فوتونی در کواکی به حجم V و دمای T برابر $U = \frac{\pi^r}{15} \frac{(k_B T)^r}{(\hbar c)^r} V$ است. آنتروپی S و پتانسیل شیمیایی این گاز کدام است؟

$$\mu = \frac{8\pi^5}{45} \frac{(k_B T)^r}{(\hbar c)^r} V \quad \text{و} \quad S = \frac{32\pi^5}{45} V \left(\frac{k_B T}{\hbar c} \right)^r k_B \quad (1)$$

$$\mu = \frac{\pi^5}{45} \frac{(k_B T)^r}{(\hbar c)^r} V \quad \text{و} \quad S = \frac{4\pi^5}{45} V \left(\frac{k_B T}{\hbar c} \right)^r k_B \quad (2)$$

$$\mu = \circ \quad \text{و} \quad S = \frac{4\pi^5}{45} V \left(\frac{k_B T}{\hbar c} \right)^r k_B \quad (3)$$

$$\mu = \circ \quad \text{و} \quad S = \frac{32\pi^5}{45} V \left(\frac{k_B T}{\hbar c} \right)^r k_B \quad (4)$$

- ۳۷- چگالی حالتها برای ذرات آزاد غیرنسبیتی به جرم m و اسپین $\frac{1}{2}$ محصور در حجم V و با انرژی بین ε و $\varepsilon + d\varepsilon$ برابر با $D(\varepsilon)d\varepsilon = \frac{2V}{(2\pi)^r} \left(\frac{2m}{\hbar^r} \right)^{\frac{r}{2}} \sqrt{\varepsilon} d\varepsilon$ است. تعداد ذرات در واحد حجم ظرف در دمای T کدام است؟

$$\frac{2}{\pi^r} \left(\frac{2mk_B T}{\hbar^r} \right)^{\frac{r}{2}} \int_0^\infty \frac{x^r dx}{e^{(x^r - \mu)/k_B T} + 1} \quad (1)$$

$$\frac{1}{\pi^r} \left(\frac{2mk_B T}{\hbar^r} \right)^{\frac{r}{2}} \frac{k_B T}{\mu} \int_0^\infty \frac{x dx}{e^{(x^r - \mu)/k_B T} + 1} \quad (2)$$

$$\frac{1}{\pi^r} \left(\frac{2mk_B T}{\hbar^r} \right)^{\frac{r}{2}} \frac{k_B T}{\mu} \int_0^\infty \frac{x dx}{e^{(x^r - \mu)/k_B T} + 1} \quad (3)$$

$$\frac{1}{\pi^r} \left(\frac{2mk_B T}{\hbar^r} \right)^{\frac{r}{2}} \int_0^\infty \frac{x^r dx}{e^{(x^r - \mu)/k_B T} + 1} \quad (4)$$

- ۳۸- چگالی الکترون‌های رسانش در یک چاه کوانتومی به ضخامت 10 نانومتر در چه محدوده‌ای قرار دارد؟

$$1-10^4 \mu\text{m}^{-2} \quad (1)$$

$$10^{-4}-1 \mu\text{m}^{-2} \quad (2)$$

$$1-10^3 \text{ nm}^{-2} \quad (3)$$

$$10^{-2}-1 \text{ nm}^{-2} \quad (4)$$

- ۴۹- کدام عبارت در مورد شیشه‌های حاوی نانوخوشه‌های فلزی نادرست است؟

- (۱) یکی از روش‌های ساخت آن‌ها روش کاشت یونی است.
- (۲) از خود آثار اپتیک غیرخطی بروز می‌دهند.
- (۳) ضریب شکست آن‌ها مستقل از شدت نور ورودی است.
- (۴) با کاهش قطر نانوذرات، قله جذب اپتیکی آن‌ها به طول موج‌های کوتاه‌تر منتقل می‌شود.

- ۴۰- مواد نانو کریستال مغناطیسی تولید شده توسط رسوب‌دهی الکتریکی در مقایسه با ماده حجیم آن چه مشخصاتی دارد؟

- (۱) اشباع مغناطیسی آن‌ها تغییری نمی‌کند اما نیروی پسماندزدای پایینی دارند.
- (۲) اشباع مغناطیسی آن‌ها افزایش می‌یابد اما نیروی پسماندزدای آن‌ها تغییری نمی‌کند.
- (۳) ناهمسانگری مغناطیسی آن‌ها افزایش یافته اما اشباع مغناطیسی آن‌ها کاهش یافته است.
- (۴) ناهمسانگری مغناطیسی آن‌ها تغییری نمی‌کند اما نیروی پسماندزدای بالاتری دارد.

- ۴۱- برای تولید نانوپودر سرامیک‌های دیرگداز کدام روش به عنوان روشنی با کارایی بالا و ارزان به کار می‌رود؟

- (۱) نشت شیمیایی بخار (CVD)
- (۲) سل - ژل
- (۳) آلباز سازی مکانیکی
- (۴) کندوپاش (sputtering)

- ۴۲- در روش برآرامی باویکه چوکولی (MBE) جهت تولید لایه‌های بسیار نازک، از کدام روش برای کنترل ساختار بلور نگاری سطح برآراستی استفاده می‌شود؟

- (۱) طیفسنج جرمی
- (۲) آنالیزور اوژه
- (۳) تحلیل زمان پرواز
- (۴) RHEED (پراش سنج الکترون پرانرژی)

- ۴۳- کدام عبارت در مورد روش پاشش حرارتی (thermal spraying) درست است؟

- (۱) برای برقراری پیوند مناسب بین پوشش و زیرلایه گیازی به چرخی‌زدایی از سطح زیرلایه نیست.
- (۲) ذرات جامد اولیه با عبور از یک منبع حرارتی به صورت مذاب با نیمه‌مذاب در می‌آیند.
- (۳) محیط اطراف زیرلایه تأثیری بر ریزساختار نهایی پوشش ندارد.
- (۴) این روش فقط برای پوشش نانوذرات غیرفلزی کاربرد دارد.

- ۴۴- برای تشکیل ساختارهای شبکه‌ای از نانوذرات، کدام مواد به عنوان بستر مناسب‌ترند؟

- (۱) بلورهای فوتونی
- (۲) زنولیت‌ها
- (۳) فولرین‌ها
- (۴) پلیمرهای رسانا

- ۴۵- به منظور مطالعه پلاسمون‌های سطحی موضعی (localized surface Plasmon) نانو ذرات فلزی، یکی از روش‌ها استفاده از تقریب شبکه‌استاتیک (quasi-static approximation) است. این روش در چه صورتی قادر است

- تغییر فرکانس تشیدید را توصیف کند؟
- (۱) در صورت تغییر اندازه نانو ذره فلزی
 - (۲) در صورت تغییر شکل هندسی نانو ذره فلزی
 - (۳) در صورت تغییر چنس نانو ذره فلزی
 - (۴) در صورت تغییر ماده دی‌الکتریک اطراف نانو ذره فلزی

www.tahsilatetakmili.com