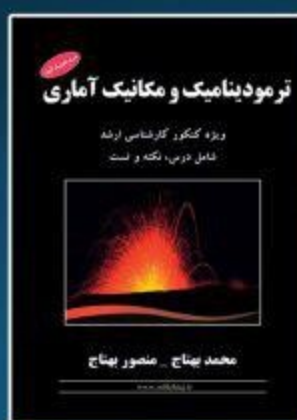
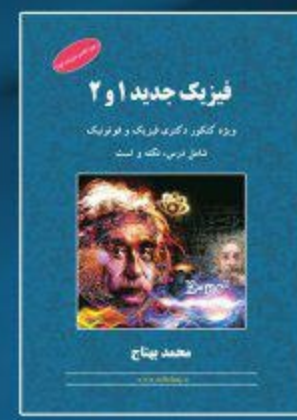
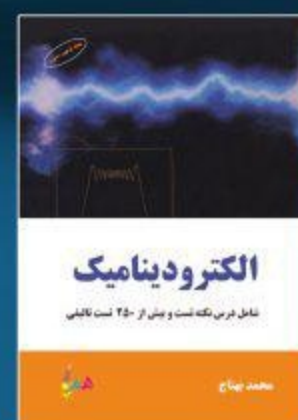
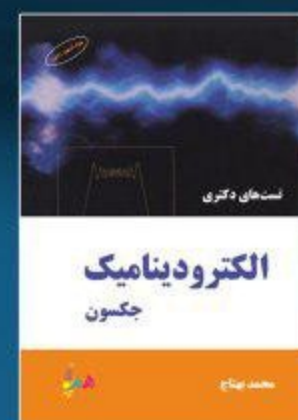
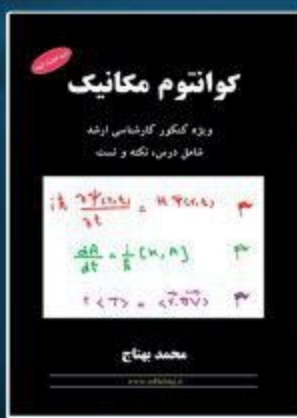
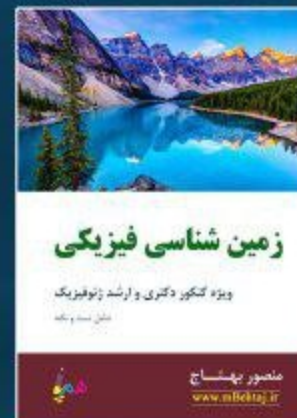
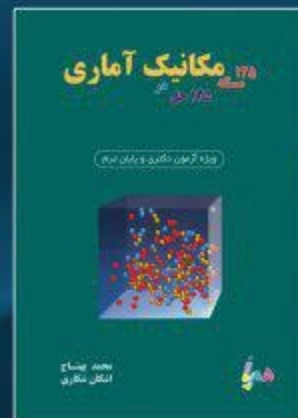
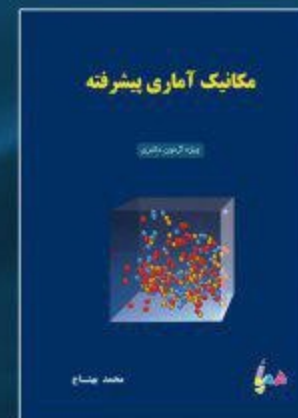
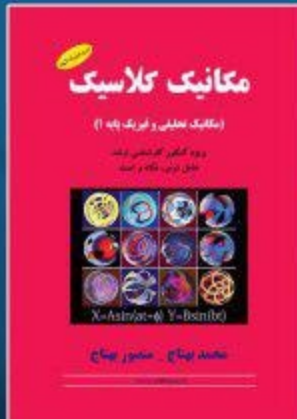
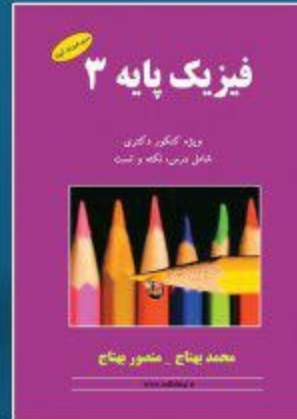
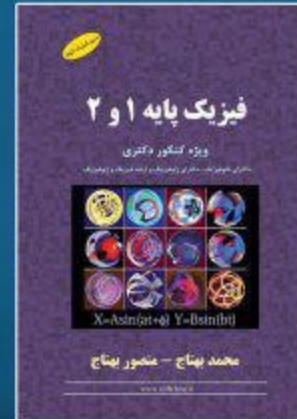
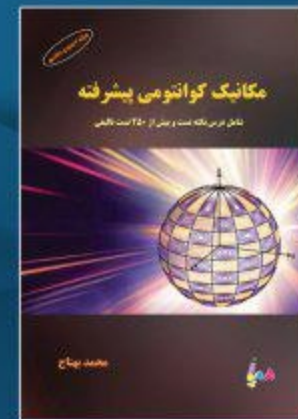


دکتری فیزیک

دکتری ژئوفیزیک

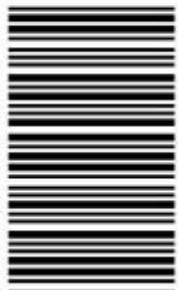
سری ارشد آیوتا



مرکز پخش: ۰۲۱ ۸۸ ۹۵۶ ۹۵۷ - ۰۹۳۸۴۴۴۳۵۲۶



www.Ham-pa.ir : خرید آنلاین



276E

کد کنترل

276

E

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

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

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

صبح جمعه
۱۳۹۶/۱۲/۴
دفترچه شماره (۱)

آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۳۹۷

رشته فیزیک (کد ۲۱۳۸)

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: مکانیک کوانتومی و مکانیک کوانتومی پیشرفته - الکترومغناطیس و الکترودینامیک - ترمودینامیک و مکانیک آماری پیشرفته ۱	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات 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.

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

اینجانب با شماره داوطلبی در جلسه این آزمون شرکت می‌نمایم.

امضا:

۱- عملگر $a = i|1\rangle\langle 2|$ را که در آن $|1\rangle$ و $|2\rangle$ حالت‌های بهنجار متعام هستند در نظر بگیرید. حاصل جابه‌جاگر

$$[a, a^\dagger] \text{ کدام است؟ } (i = \sqrt{-1})$$

$$(1) |1\rangle\langle 1| - |2\rangle\langle 2|$$

$$(2) |1\rangle\langle 1| + |2\rangle\langle 2|$$

$$(3) |1\rangle\langle 2| - |2\rangle\langle 1|$$

$$(4) |1\rangle\langle 2| + |2\rangle\langle 1|$$

۲- هامیلتونی دستگاهی به صورت $H = a_0 \hat{1} + \vec{\sigma} \cdot \vec{a}$ است که در آن $\hat{1}$ ماتریس واحد، \vec{a} برداری حقیقی با مؤلفه‌های

$\vec{a} = (a_1, a_2, a_3)$ ، a_0 ضریبی حقیقی و $\vec{\sigma} = (\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)$ است. σ_i ها ($i = 1, 2, 3$) ماتریس‌های پائولی

هستند. قدر مطلق تفاضل بین ویژه مقادیر انرژی این دستگاه کدام است؟

$$(1) \sqrt{a_1^2 + |a_2^2 - a_3^2|}$$

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

$$(3) \sqrt{a_2^2 + |a_1^2 - a_3^2|}$$

$$(4) 2(a_1 + a_2 + a_3)$$

۳- عملگر $S_n = \vec{S} \cdot \hat{n}$ را که در آن $\hat{n} = \sin\beta \hat{i} + \cos\beta \hat{k}$ ، $\vec{S} = \frac{\hbar}{2}(\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z)$ و σ_i ها ماتریس‌های پائولی

هستند در نظر بگیرید. نمایش عملگر S_n در پایه $|+\rangle$ و $|-\rangle$ ، ویژه حالت‌های عملگر S_z ، کدام است؟

$$(1) \frac{\hbar}{2} \cos\beta (|+\rangle\langle +| - |-\rangle\langle -|) + \frac{\hbar}{2} \sin\beta (|+\rangle\langle -| - |-\rangle\langle +|)$$

$$(2) \frac{\hbar}{2} \cos\beta (|+\rangle\langle +| + |-\rangle\langle -|) + \frac{\hbar}{2} \sin\beta (|+\rangle\langle -| + |-\rangle\langle +|)$$

$$(3) \frac{\hbar}{2} \cos\beta (|+\rangle\langle +| - |-\rangle\langle -|) + \frac{\hbar}{2} \sin\beta (|+\rangle\langle -| + |-\rangle\langle +|)$$

$$(4) \frac{\hbar}{2} \cos\beta (|+\rangle\langle +| + |-\rangle\langle -|) + \frac{\hbar}{2} \sin\beta (|+\rangle\langle -| - |-\rangle\langle +|)$$

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

$$a = \sqrt{\frac{m\omega}{\hbar}} \left(x + \frac{ip}{m\omega} \right)$$
 عملگر پایین آورنده باشد، حاصل عبارت $\langle m | xp + px | n \rangle$ کدام است؟

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

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

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

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

۵- ذره‌ای به جرم m در چاه پتانسیل نامتناهی یک بعدی به عرض a ، $(0 < x < a)$ ، قرار دارد. تبدیل فوریه

$$\text{انتشارگر این ذره، } \tilde{K}(x, x'; E) = \int_0^\infty dt e^{\frac{iEt}{\hbar}} K(x, t; x', 0)$$
 کدام است؟

$$\tilde{K}(x, x'; E) = \sqrt{\frac{\hbar}{a}} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right) + \sin\left(\frac{n\pi x'}{a}\right)}{E - \frac{n^2 \hbar^2}{2ma^2}} \quad (1)$$

$$\tilde{K}(x, x'; E) = \frac{\hbar}{a} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{n\pi x'}{a}\right)}{E - \frac{n^2 \hbar^2}{2ma^2}} \quad (2)$$

$$\tilde{K}(x, x'; E) = \sqrt{\frac{\hbar}{a}} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right) - \sin\left(\frac{n\pi x'}{a}\right)}{E + \frac{n^2 \hbar^2}{2ma^2}} \quad (3)$$

$$\tilde{K}(x, x'; E) = \frac{\hbar}{a} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{n\pi x'}{a}\right)}{E + \frac{n^2 \hbar^2}{2ma^2}} \quad (4)$$

۶- در یک فضای سه بعدی، ماتریس چگالی یک دستگاه بر حسب پایه‌های بهنجار متعامد $|\Psi_1\rangle$ ، $|\Psi_2\rangle$ ، $|\Psi_3\rangle$ به

شکل $\rho = \cos^2 \theta |\Psi_1\rangle\langle\Psi_1| + \sin^2 \theta |\Psi_2\rangle\langle\Psi_2| + \frac{1}{2} \sin^2 \theta \cos^2 \theta |\Psi_3\rangle\langle\Psi_3|$ است که در آن $0 \leq \theta \leq \pi$

می‌باشد. اگر $[A]$ میانگین آنسامبلی عملگر $A = |\Psi\rangle\langle\Psi|$ باشد که در آن $|\Psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} |\Psi_1\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}} |\Psi_2\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}} |\Psi_3\rangle$

کدام نامساوی درست است؟

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

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

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

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

۷- ذرات با اسپین ۱ را از یک دستگاه اشترن - گولاک که میدان مغناطیسی آن در جهت $\hat{n} = \sin\theta \hat{i} + \cos\theta \hat{k}$ است عبور می‌دهیم، این دستگاه مشاهده‌پذیر $\vec{S} \cdot \hat{n}$ را اندازه‌گیری می‌کند. ذرات خروجی را که دارای ویژه مقدار بزرگتر هستند جدا می‌کنیم و آن‌ها را از دستگاه اشترن - گولاک دیگری که میدان مغناطیسی آن در جهت \hat{k} است عبور می‌دهیم. احتمال این که ذرات خروجی از دستگاه دوم دارای $s_z = \hbar$ باشند، چقدر است؟

$$d^{(1)}(\beta) = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 + \cos\beta & -\sqrt{2} \sin\beta & 1 - \cos\beta \\ \sqrt{2} \sin\beta & \sqrt{2} \cos\beta & -\sqrt{2} \sin\beta \\ 1 - \cos\beta & \sqrt{2} \sin\beta & 1 + \cos\beta \end{pmatrix} \quad \text{در صورت نیاز:}$$

$$\cos^2 \frac{\theta}{2} \quad (۱)$$

$$\cos^2 \frac{\theta}{2} \quad (۲)$$

$$\sin^2 \frac{\theta}{2} \quad (۳)$$

$$\sin^2 \frac{\theta}{2} \quad (۴)$$

۸- $X^{(k_1=2)}$ و $Z^{(k_2=3)}$ دو تانسور کروی تقلیل‌ناپذیر رتبه ۲ و ۳ هستند. از ترکیب خطی مؤلفه‌های مختلف حاصل ضرب این دو، $X_{q_1}^{(k_1)} Z_{q_2}^{(k_2)}$ ، می‌توان تانسور کروی تقلیل‌ناپذیر رتبه k ساخت. k کدام مقادیر را می‌تواند اختیار کند؟

$$k = 5, k = 3, k = 1 \quad (۱)$$

$$k = 4, k = 2, k = 0 \quad (۲)$$

$$k = 6, k = 4, k = 2 \quad (۳)$$

$$k = 6, k = 3, k = 0 \quad (۴)$$

۹- $D^{(j)} = e^{-\frac{i}{\hbar} \vec{J} \cdot \hat{n} \phi}$ عملگر دوران حول \hat{n} به اندازه ϕ است. برای \hat{n} و ϕ دلخواه، عملگر $D^{(j_1=1/2)} \otimes D^{(j_2=1/2)}$ در پایه‌های $|j, m\rangle$ حداکثر چند عنصر صفر دارد؟ $|j, m\rangle$ ویژه حالت مشترک J_z و J^2 است که $\vec{J} = \vec{J}_1 \otimes \vec{1} + \vec{1} \otimes \vec{J}_2$ است.

(است.)

$$5 \quad (۱)$$

$$6 \quad (۲)$$

$$7 \quad (۳)$$

$$8 \quad (۴)$$

۱۰- هامیلتونی دستگاهی به شکل $H = \sum_{n=1}^N E_0 |n\rangle\langle n| + \sum_{n=1}^N W \{|n\rangle\langle n+1| + |n+1\rangle\langle n|\}$ است که حالت‌های $|n\rangle$

متعامد و بهنجار هستند و E_0 و W ضرایب ثابت‌اند. اگر شرط تناوبی $|N+1\rangle = |1\rangle$ برقرار باشد، ویژه مقادیر H کدام‌اند؟ ($n = 1, 2, \dots, N$)

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

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

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

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

۱۱- اگر عملگر وارون زمان، $|+\rangle$ و $|-\rangle$ ویژه حالت‌های ماتریس پائولی σ_z و $|\alpha\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|+\rangle + \frac{i}{\sqrt{2}}|-\rangle$ باشد،

کدام عبارت صحیح است؟

$$\theta^\tau |\alpha\rangle = |\alpha\rangle \quad (1)$$

$$\theta^\tau |\alpha\rangle = -|\alpha\rangle \quad (2)$$

$$\theta^\tau |\alpha\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|+\rangle - \frac{i}{\sqrt{2}}|-\rangle \quad (3)$$

$$\theta^\tau |\alpha\rangle = \frac{-1}{\sqrt{2}}|+\rangle + \frac{i}{\sqrt{2}}|-\rangle \quad (4)$$

۱۲- 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 $\lambda y x^2 z$ مختل 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.)

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

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

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

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

۱۳- ذره‌ای به جرم m در لحظه $t = 0$ در حالت پایه یک چاه کوانتومی بی‌نهایت یک بعدی که دیواره‌هایش در $x = 0$ و

$x = a$ است، قرار دارد. این ذره برای زمان‌های $0 \leq t < \infty$ تحت تأثیر پتانسیل اختلالی $V(t) = \lambda x^2 e^{-t/\tau}$ قرار می‌گیرد که در آن عملگر مکان، τ پارامتر حقیقی ثابت و λ عدد حقیقی بسیار کوچکی هستند. احتمال آن که

ذره در لحظه دلخواه $t \geq 0$ در اولین حالت برانگیخته چاه یافت شود کدام است؟ $(\omega_{21} = \frac{2\pi^2 \hbar}{2ma^2})$

$$\left(\frac{16a^2 \lambda}{9\pi^2 \hbar} \right)^2 \left[\frac{1 + e^{-t/\tau} \sin(\omega_{21} t)}{\omega_{21}^2 + \frac{1}{\tau^2}} \right]^2 \quad (1)$$

$$\left(\frac{4a^2 \lambda}{9\pi^2 \hbar} \right)^2 \left[\frac{1 - e^{-t/\tau} \cos(\omega_{21} t)}{\omega_{21}^2 + \frac{1}{\tau^2}} \right]^2 \quad (2)$$

$$\left(\frac{4a^2 \lambda}{9\pi^2 \hbar} \right)^2 \left[\frac{1 + e^{-2t/\tau} - 2e^{-t/\tau} \sin(\omega_{21} t)}{\omega_{21}^2 + \frac{1}{\tau^2}} \right]^2 \quad (3)$$

$$\left(\frac{16a^2 \lambda}{9\pi^2 \hbar} \right)^2 \left[\frac{1 + e^{-2t/\tau} - 2e^{-t/\tau} \cos(\omega_{21} t)}{\omega_{21}^2 + \frac{1}{\tau^2}} \right]^2 \quad (4)$$

۱۴- سطح مقطع پراکندگی کل کسان 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 $ka \ll 1$ ($E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$) کدام است؟

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

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

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

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

۱۵- دامنه پراکندگی کشسان پاره موج ℓ ام یک ذره به جرم m به شکل $f_{\ell}(k) = \frac{f_0 k_0^2}{k^2 - (\ell+1)k_0^2}$ است. انرژی‌های

مجاز حالات مقید این ذره کدام است؟ (k_0 و f_0 ضرایب ثابتی هستند.)

$$(1) \frac{\hbar^2 k_0^2}{2m}$$

$$(2) \frac{\hbar^2 k_0^2}{2m}$$

$$(3) \frac{\hbar^2 k_0^2}{2m(\ell+1)}$$

$$(4) \frac{\hbar^2 k_0^2}{2m\sqrt{\ell+1}}$$

۱۶- دو قطبی الکتریکی نقطه‌ای با گشتاور دو قطبی $\hat{P} = P\hat{k}$ در مبدأ مختصات قرار دارد. چگالی بار حجمی بیانگر این توزیع بار کدام است؟

$$(1) \rho = -P \frac{\partial}{\partial z} \delta(\vec{x})$$

$$(2) \rho = +P \frac{\partial}{\partial z} \delta(\vec{x})$$

$$(3) \rho = -P \frac{d}{dz} \delta(z)$$

$$(4) \rho = +P \frac{d}{dz} \delta(z)$$

۱۷- بر روی یک سطح رسانای کروی به شعاع R پتانسیل الکتریکی برابر با $\phi = V_0 \cos^2 \theta$ است که در آن V_0 ضربی 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؟

$$(1) \text{ صفر}$$

$$(2) V_0$$

$$(3) \frac{1}{3} V_0$$

$$(4) \frac{1}{2} V_0$$

۱۸- پتانسیل الکتریکی روی سطح یک پوسته کروی رسانا به شعاع R برابر $V(\theta) = V_0 \sin^2 \frac{\theta}{2}$ است. مبدأ مختصات منطبق بر مرکز پوسته و θ زاویه با محور z است. پتانسیل الکتریکی در نقطه‌ای به مختصات کروی (r, θ) در داخل پوسته کدام است؟

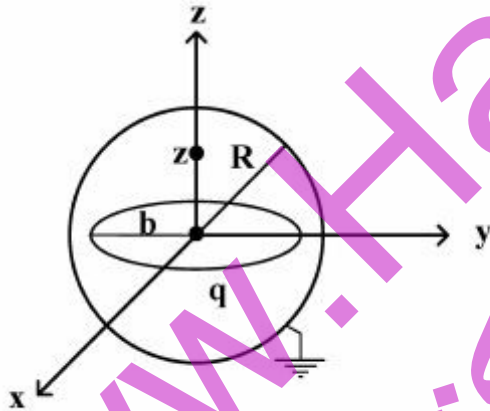
(۱) صفر

$$\frac{V_0 r}{2R} \cos \theta \quad (۲)$$

$$V_0 \sin^2 \frac{\theta}{2} \quad (۳)$$

$$\frac{V_0}{2} \left(1 - \frac{r}{R} \cos \theta\right) \quad (۴)$$

۱۹- 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؟



$$\phi(z) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{\sqrt{z^2 + b^2}} - \frac{R}{\sqrt{b^2 z^2 + R^4}} \right] \quad (۱)$$

$$\phi(z) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{b}{R\sqrt{z^2 + b^2}} - \frac{b}{\sqrt{b^2 z^2 + R^4}} \right] \quad (۲)$$

$$\phi(z) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{b}{R\sqrt{z^2 + b^2}} - \frac{R}{\sqrt{b^2 z^2 + R^4}} \right] \quad (۳)$$

$$\phi(z) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{\sqrt{z^2 + b^2}} - \frac{b}{\sqrt{b^2 z^2 + R^4}} \right] \quad (۴)$$

۲۰- یک خط بار نامتناهی با توزیع بار یکنواخت در فضای سه بعدی موازی محور z قرار دارد و در نقطه (ρ', φ') از صفحه $x-y$ عبور می‌کند. تابع گرین معادله لاپلاس در مختصات استوانه‌ای (ρ, φ, z) کدام است؟

$$\frac{1}{\sqrt{\rho^2 + \rho'^2 - 2\rho\rho' \cos(\varphi - \varphi')}} \quad (۱)$$

$$\frac{1}{4\pi} \ln \left| \rho^2 + \rho'^2 - 2\rho\rho' \sin(\varphi - \varphi') \right| \quad (۲)$$

$$\frac{1}{\sqrt{\rho^2 + \rho'^2 - 2\rho\rho' \sin(\varphi - \varphi')}} \quad (۳)$$

$$\frac{1}{4\pi} \ln \left| \rho^2 + \rho'^2 - 2\rho\rho' \cos(\varphi - \varphi') \right| \quad (۴)$$

۲۱- 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؟ ($I_m(x)$ و $K_m(x)$ توابع بسل اصلاح شده هستند).

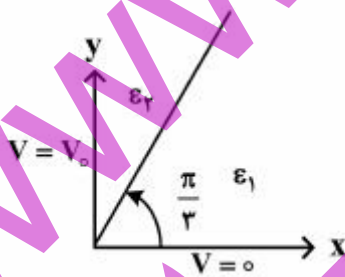
$$V(\rho, \phi, z) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left(A_{mn} e^{im\phi} \sin \frac{n\pi z}{L} I_m \left(\frac{n\pi\rho}{L} \right) \right) \quad (۱)$$

$$V(\rho, \phi, z) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left((A_{mn} \sin m\phi + B_{mn} \cos m\phi) \sin \frac{n\pi z}{L} K_m \left(\frac{n\pi\rho}{L} \right) \right) \quad (۲)$$

$$V(\rho, \phi, z) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left(A_{mn} e^{im\phi} \sin \frac{n\pi z}{L} K_m \left(\frac{n\pi\rho}{L} \right) \right) \quad (۳)$$

$$V(\rho, \phi, z) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \left((A_{mn} \sin m\phi + B_{mn} \cos m\phi) \sin \frac{n\pi z}{L} I_m \left(\frac{n\pi\rho}{L} \right) \right) \quad (۴)$$

۲۲- مطابق شکل، در دستگاه مختصات استوانه‌ای، دو نیم‌صفحه رسانای $\phi = 0$ و $\phi = \frac{\pi}{3}$ به ترتیب به پتانسیل‌های الکتریکی صفر و V_0 وصل شده‌اند. ناحیه $0 < \phi \leq \frac{\pi}{3}$ با عایقی به‌گذردهی ϵ_1 و ناحیه $\frac{\pi}{3} \leq \phi < \pi$ با عایق دیگری به‌گذردهی ϵ_2 پر شده است. پتانسیل الکتریکی در نقطه دلخواهی مانند ϕ از ناحیه با‌گذردهی ϵ_1 کدام است؟



$$2V_0 \frac{\epsilon_2 - \epsilon_1}{\epsilon_1 + 2\epsilon_2} \quad (۱)$$

$$\frac{6V_0}{\pi} \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1 + 2\epsilon_2} \phi \quad (۲)$$

$$\frac{6V_0}{\pi} \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1 + 2\epsilon_2} \phi + 2V_0 \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + 2\epsilon_2} \quad (۳)$$

$$\frac{6V_0}{\pi} \frac{\epsilon_1}{\epsilon_1 + 2\epsilon_2} \phi + 2V_0 \frac{\epsilon_2 - \epsilon_1}{\epsilon_1 + 2\epsilon_2} \quad (۴)$$

۲۳- 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؟

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

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

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

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

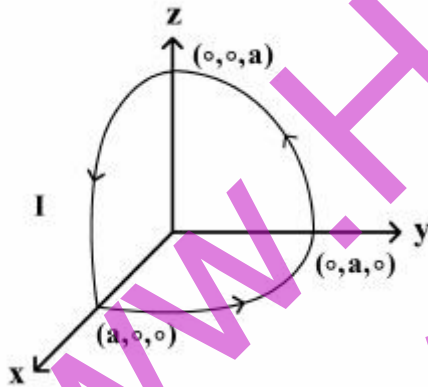
۲۴- مطابق شکل یک حلقه رسانا از سه قوس 90° در جهای دایره‌ای شکل به شعاع a و واقع در صفحات ZX ، XY و YZ تشکیل شده است. از حلقه جریان I عبور می‌کند و در معرض میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = B_0 \hat{i}$ قرار دارد. گشتاور نیروی وارد بر این حلقه جریان کدام است؟

(۱) صفر

$$\frac{1}{4} B_0 I \pi a^2 (\hat{i} - \hat{j}) \quad (2)$$

$$\frac{1}{4} B_0 I \pi a^2 (\hat{i} - \hat{k}) \quad (3)$$

$$\frac{1}{4} B_0 I \pi a^2 (\hat{j} - \hat{k}) \quad (4)$$



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

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

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

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

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

۲۶- یک سیم مستقیم نامتناهی در راستای محور z را در نظر بگیرید. در لحظه $t = 0$ جریان الکتریکی I در سیم ایجاد می‌شود و برای $t \geq 0$ برقرار می‌ماند. پتانسیل برداری $\vec{A}(\rho, t)$ در نقطه‌ای به فاصله ρ از سیم در لحظه t بر حسب سرعت نور، c ، و سایر کمیت‌های معلوم کدام است؟

(۱) برای $t < \frac{\rho}{c}$ صفر و برای $t \geq \frac{\rho}{c}$ برابر $\frac{\mu_0 I}{2\pi} \cosh^{-1}\left(\frac{ct}{\rho}\right) \hat{z}$ است.

(۲) برای $t < \frac{\rho}{c}$ صفر و برای $t \geq \frac{\rho}{c}$ برابر $\frac{\mu_0 I}{2\pi} \sinh^{-1}\left(\frac{ct}{\rho}\right) \hat{z}$ است.

(۳) برای $t < \frac{\rho}{c}$ صفر و برای $t \geq \frac{\rho}{c}$ برابر $\frac{\mu_0 I}{2\pi} \cosh^{-1}\left(\frac{ct}{\rho}\right) \hat{\rho}$ است.

(۴) برای $t < \frac{\rho}{c}$ صفر و برای $t \geq \frac{\rho}{c}$ برابر $\frac{\mu_0 I}{2\pi} \sinh^{-1}\left(\frac{ct}{\rho}\right) \hat{\rho}$ است.

۲۷- کدام عبارت نادرست است؟

(۱) انرژی کل یک میدان الکترومغناطیسی در حجم V از خلاء برابر $\frac{\epsilon_0}{2} \int_V (\vec{E}^2 + c^2 \vec{B}^2) d^3x$ است.

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

(۳) تکانه خطی یک میدان الکترومغناطیسی در حجم V از خلاء برابر $\epsilon_0 \int_V (\vec{E} \times \vec{B}) d^3x$ است.

(۴) تکانه زاویه‌ای یک میدان الکترومغناطیسی در حجم V از خلاء برابر $\epsilon_0 \int_V \vec{x} \times (\vec{E} \times \vec{B}) d^3x$ است.

۲۸- متوسط توان تابشی بر واحد زاویه فضایی بر حسب عناصر تانسور چهارقطبی Q_{ij} یک توزیع بار الکتریکی نوسان

کننده با رابطه $\frac{dP}{d\Omega} = \frac{c^3 z_0}{1152\pi^2} k^6 |\hat{n} \times (\hat{n} \times \vec{Q})|^2$ داده می‌شود که $Q_{ij} = \sum_{j=1}^3 Q_{ij} n_j$ و $\hat{n} = (n_1, n_2, n_3)$

بردار مکان یکه نقطه‌ای از فضا است. اگر $Q_{11} = -2Q_{22} = -2Q_{33} = Q_0$ و $Q_{i \neq j} = 0$ باشد، توان تابشی کل در تمام جهت‌ها کدام است؟ (z_0 و k مقادیر ثابتی هستند).

(۱) $\frac{c^3 z_0 k^6 Q_0^2}{1440\pi}$

(۲) $\frac{c^3 z_0 k^6 Q_0^2}{1152\pi^2}$

(۳) $\frac{c^3 z_0 k^6 Q_0^2}{960\pi}$

(۴) $\frac{c^3 z_0 k^6 Q_0^2}{512\pi^2}$

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

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \frac{1}{c} \vec{v} \times \vec{B})$$

است. کدام رابطه درست است؟ $\left(\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \right)$

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

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

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

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

۳۰- دو چارچوب لخت K و K' در نظر بگیرید که K' در جهت $+x$ با سرعت V نسبت به K در حرکت است. داریم

با $x'^{\mu} = \Lambda^{\mu}_{\nu} x^{\nu}$ که Λ در زیر داده شده است. چهاربردار پتانسیل برای بار نقطه‌ای q ساکن در چارچوب K با

\vec{E} بردار میدان الکتریکی در چارچوب K' کدام است؟ $A^{\mu} = (A^0 = \phi = \frac{q}{r}, \vec{A} = 0)$ داده شده است.

$$\Lambda = \begin{pmatrix} \gamma & -\gamma\beta & 0 & 0 \\ -\gamma\beta & \gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad \beta = \frac{v}{c}$$

$$\vec{E}' = \frac{q}{r^r}(\gamma x, y, z) \quad (1)$$

$$\vec{E}' = \frac{q}{r^r}(x, \gamma y, \gamma z) \quad (2)$$

$$\vec{E}' = \frac{q}{r^r}(\gamma x, \gamma\beta y, \gamma\beta z) \quad (3)$$

$$\vec{E}' = \frac{q}{r^r}(\gamma\beta x, \gamma y, \gamma z) \quad (4)$$

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

$$\Omega(U, N, V) = f(U) \gamma^N g(N, V) \quad \text{است که } g(N, V) = \left(\frac{V}{V_0}\right)^N \text{ و } V > V_0 \text{ اگر دمای وابسته به این دستگاه } T$$

باشد معادله حالت دستگاه کدام است؟

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

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

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

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

۳۲- آنروپی یک مول گاز ایده‌آل تک اتمی با جرم مولی M_1 و دمای T_1 با آنروپی یک مول گاز ایده‌آل تک اتمی با

جرم مولی M_2 و دمای T_2 برابر است. اگر حجم دو گاز با هم برابر باشد. کدام رابطه درست است؟

$$\frac{M_1}{M_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \quad (1)$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (2)$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \quad (3)$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{T_2}{T_1} \quad (4)$$

۳۳- آنروپی 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 شیمیایی دستگاه است.

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

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

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

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

۳۴- انرژی کل یک نوسانگر هماهنگ ساده یک بعدی به جرم m ، ضریب سختی k و دامنه A می‌تواند بین E و $E + \Delta E$ تغییر کند. مساحت فضای فاز قابل دسترس این نوسانگر کدام است؟

$$4\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\Delta E \quad (1)$$

$$2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\Delta E \quad (2)$$

$$2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\frac{(\Delta E)^2}{kA^2} \quad (3)$$

$$2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\frac{(\Delta E)^2}{kA^2} \quad (4)$$

۳۵- یک دستگاه ترمودینامیکی شامل N ذره بدون هم‌کنش در مجاورت با چشمه حرارتی به دمای T است. هر ذره می‌تواند در حالت با انرژی E یا حالت با انرژی $E + \Delta E$ باشد. ظرفیت گرمایی در حجم ثابت این دستگاه در حد دماهای بالا $E, \Delta E \ll k_B T$ کدام است؟

$$\frac{1}{2}NK_B\left(\frac{\Delta E}{k_B T}\right) \quad (1)$$

$$\frac{1}{4}NK_B\left(\frac{\Delta E}{k_B T}\right) \quad (2)$$

$$\frac{1}{4}NK_B\left(\frac{\Delta E}{k_B T}\right)^2 \quad (3)$$

$$\frac{1}{2}NK_B\left(\frac{\Delta E}{k_B T}\right)^2 \quad (4)$$

۳۶- N نوسانگر هماهنگ ساده یک بعدی هر یک به جرم m ، بار الکتریکی q و بسامد زاویه‌ای ω در نظر بگیرید.

نوسانگرها با هم برهم‌کنش ندارند. اگر $Q_N = \left(\frac{1}{h} \iint e^{-\beta H(p,x)} dp dx\right)^N$ تابع پارش این نوسانگرها در غیاب

میدان الکتریکی باشد، تابع پارش آن‌ها در حضور میدان الکتریکی بکناخت E کدام است؟ (نیروی وارد بر هر

نوسانگر در میدان الکتریکی را به صورت qE در نظر بگیرید.)

$$Q_N e^{\frac{+N\beta q^2 E^2}{2m\omega^2}} \quad (1)$$

$$Q_N e^{\frac{+N\beta q^2 E^2}{m\omega^2}} \quad (2)$$

$$Q_N e^{\frac{-N\beta q^2 E^2}{2m\omega^2}} \quad (3)$$

$$Q_N e^{\frac{-N\beta q^2 E^2}{m\omega^2}} \quad (4)$$

۳۷- تابع پارش یک دستگاه ترمودینامیکی شامل N ذره گاز در دمای T و حجم V که می توان آن ها را فرانسبیتی در

نظر گرفت به صورت $Q_N(V, T) = \frac{1}{N!} \left(\lambda \pi V \left(\frac{k_B T}{hc} \right)^3 \right)^N$ است. پتانسیل شیمیایی این دستگاه کدام است؟

$$\mu = k_B T \ln \left(\frac{N}{\lambda \pi} \left(\frac{hc}{k_B T} \right)^3 \frac{1}{V} \right) \quad (1)$$

$$\mu = k_B T \ln \left(\frac{N}{\lambda \pi V} \left(\frac{hc}{k_B T} \right)^3 \right) \quad (2)$$

$$\mu = k_B T \ln \left(\frac{N}{\lambda \pi} \left(\frac{hc}{k_B T} \right)^3 \frac{1}{V} \right) \quad (3)$$

$$\mu = k_B T \ln \left(\frac{N}{\lambda \pi} \left(\frac{hc}{k_B T V} \right)^3 \right) \quad (4)$$

۳۸- نسبت تعداد میکروحالات دو ذره تمیزناپذیر فرمیونی به دو ذره تمیزناپذیر بوزونی در اشغال سه تراز انرژی کدام است؟ (در هر دو حالت ذرات را بدون اسپین فرض کنید.)

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

$$\frac{2}{3} \quad (2)$$

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

$$1 \quad (4)$$

۳۹- یک ستاره نوترونی را متشکل از N نوترون بدون برهم کنش در نظر بگیرید. اگر T_F دمای فرمی ستاره و U انرژی داخلی ستاره باشد، کدام رابطه درست است؟

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

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

$$U = \frac{5}{2} N k_B T_F \quad (3)$$

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

۴۰- تعداد فوتون‌ها در کواکی به حجم V و دمای T برابر $N = 6 \times 10^8 V \left(\frac{k_B T}{hc} \right)^3$ است که k_B ، c و h به ترتیب ثابت

بولتزمن، 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؟

(۱) 4×10^{11}

(۲) 4×10^8

(۳) 4×10^5

(۴) 4×10^2

۴۱- هامیلتونی یک ذره آزاد به جرم m در یک بعد $(-\infty < x < +\infty)$ به صورت $H = \frac{p_x^2}{2m}$ است. حاصل $\text{Tr} \left(e^{-\frac{H}{k_B T}} \right)$

کدام است؟

(۱) $\frac{1}{L} \sqrt{\frac{mk_B T}{2\pi\hbar^2}}$

(۲) $\frac{1}{L} \left(\frac{mk_B T}{2\pi\hbar^2} \right)$

(۳) $L \sqrt{\frac{mk_B T}{2\pi\hbar^2}}$

(۴) $L \left(\frac{mk_B T}{2\pi\hbar^2} \right)$

۴۲- تابع توزیع احتمالی تندی ماکسولی ذرات در دمای T به صورت $P(v) = \left(\frac{m}{2\pi k_B T} \right)^{3/2} e^{-\frac{mv^2}{2k_B T}}$ است.

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

(۱) $\frac{\lambda}{\pi}$

(۲) $\frac{4}{\sqrt{\pi}}$

(۳) $\frac{4}{\pi}$

(۴) $\frac{\lambda}{\sqrt{\pi}}$

۴۳- انرژی یک گاز فوتونی در کاواکی به حجم V و دمای T برابر $U = \frac{\pi^2 (k_B T)^4}{15 (hc)^3} V$ است. S آنتروپی و μ پتانسیل

شیمیایی این گاز کدام است؟

$$\mu = \frac{\lambda \pi^2 (k_B T)^4}{45 (hc)^3} V \text{ و } S = \frac{32 \pi^2}{45} V \left(\frac{k_B T}{hc} \right)^3 k_B \quad (۱)$$

$$\mu = \frac{\pi^2 (k_B T)^4}{45 (hc)^3} V \text{ و } S = \frac{4 \pi^2}{45} V \left(\frac{k_B T}{hc} \right)^3 k_B \quad (۲)$$

$$\mu = 0 \text{ و } S = \frac{4 \pi^2}{45} V \left(\frac{k_B T}{hc} \right)^3 k_B \quad (۳)$$

$$\mu = 0 \text{ و } S = \frac{32 \pi^2}{45} V \left(\frac{k_B T}{hc} \right)^3 k_B \quad (۴)$$

۴۴- 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 $\sqrt{\varepsilon} d\varepsilon$ است. $D(\varepsilon)d\varepsilon = \frac{2V}{(2\pi)^3} \left(\frac{2m}{\hbar^2} \right)^{3/2} \sqrt{\varepsilon} d\varepsilon$ است. تعداد ذرات در واحد حجم ظرف در دمای T کدام است؟

$$\frac{2}{\pi^2} \left(\frac{2mk_B T}{\hbar^2} \right)^{3/2} \int_0^\infty \frac{x^2 dx}{e^{(x^2 - \mu)/k_B T} + 1} \quad (۱)$$

$$\frac{2}{\pi^2} \left(\frac{2mk_B T}{\hbar^2} \right)^{3/2} \frac{k_B T}{\mu} \int_0^\infty \frac{x dx}{e^{(x^2 - \mu)/k_B T} + 1} \quad (۲)$$

$$\frac{1}{\pi^2} \left(\frac{2mk_B T}{\hbar^2} \right)^{3/2} \frac{k_B T}{\mu} \int_0^\infty \frac{x dx}{e^{(x^2 - \mu)/k_B T} + 1} \quad (۳)$$

$$\frac{1}{\pi^2} \left(\frac{2mk_B T}{\hbar^2} \right)^{3/2} \int_0^\infty \frac{x^2 dx}{e^{(x^2 - \mu)/k_B T} + 1} \quad (۴)$$

۴۵- یک دستگاه ترمودینامیکی شامل چهار ذره در دمای T است. این ذرات با هم برهم‌کنش دارند به طوری که انرژی دستگاه یکی از مقادیر $\varepsilon = -J(s_1 s_2 + s_2 s_3 + s_3 s_4)$ به ازای $s_i = -1, +1$ است. تابع پارتیشن

این دستگاه کدام است؟ $(\beta = \frac{1}{k_B T})$

$$2^3 (\cosh \beta J)^3 \quad (۱)$$

$$2^4 (\cosh \beta J)^3 \quad (۲)$$

$$2^3 (\cosh \beta J)^4 \quad (۳)$$

$$2^4 (\cosh \beta J)^4 \quad (۴)$$

www.Ham-pa.ir
همپاکتاب

www.Ham-pa.ir
همپاکتاب

www.Ham-pa.ir
همپاکتاب

تنها برگزارکننده کلاس های کنکور دکتری و ارشد در رشته های

فیزیک، فتونیک، ژئوفیزیک، فیزیک پزشکی،

نانوفیزیک و مهندسی هسته ای

۰۲۱ ۸۸ ۹۵۶ ۹۵۷

۰۹۳۸ ۴۴۴ ۳۵ ۲۶

www.Ham-pa.ir

انتشارات هم پا کتاب

ناشر تخصصی فیزیک

مرجع و تشریح مسائل

مرجع و تشریح مسائل

مکانیک آماری

مکانیک کلاسیک

مکانیک کوانتومی

www.mBehtaj.ir : خرید آنلاین

کلید اولیه آزمون دکتری سال 1397

کلید اولیه آزمون دکتری سال 1397

به اطلاع داوطلبان شرکت کننده در آزمون دکتری سال 1397 می‌رساند، این کلید اولیه غیر قابل استناد است و پس از دریافت نظرات داوطلبان و صاحب نظران، کلید نهایی سوالات تهیه و بر اساس آن کارنامه داوطلبان استخراج خواهد شد. در صورت تمایل می‌توانید حداکثر تا تاریخ 1396/12/15 با مراجعه به سیستم پاسخگویی اینترنتی به نشانی request.sanjesh.org و تکمیل فرم اعتراض به کلید سوالات آزمون دکتری سال 1397 اقدام نمایید. لازم به ذکر است نظرات داوطلبان فقط از طریق اینترنت دریافت خواهد شد و به موارد ارسالی از طریق دیگر رسیدگی نخواهد شد.

عنوان دفترچه	نوع دفترچه	شماره پاسخنامه	گروه امتحانی
فیزیک	E	1	علوم پایه

شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح
1	1	31	1
2	2	32	4
3	3	33	3
4	4	34	2
5	4	35	3
6	2	36	1
7	1	37	2
8	1	38	1
9	2	39	1
10	3	40	4
11	2	41	3
12	4	42	3
13	4	43	4
14	1	44	4
15	3	45	2
16	1		
17	3		
18	4		
19	1		
20	4		
21	4		
22	2		
23	1		
24	4		
25	2		
26	2		
27	2		
28	3		
29	3		
30	2		

خروج