

308

D

نام

نام خانوادگی

محل امضاء



308D

صبح جمعه
۹۶/۱۲/۱۸
دفترچه شماره ۱



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

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

آزمون ورودی
دوره‌های دکتری (نیمه متمرکز) داخل
در سال ۱۳۹۲

رشته‌ی
فیزیک (کد ۲۲۳۸)

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی (مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکترواستاتیک، مکانیک آماری پیشرفته)	۴۵	۱	۴۵

اسفندماه سال ۱۳۹۱

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی‌باشد.

حق چاپ و تکثیر سؤالات پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متعلقین برابر مقررات و فنار می‌نویسند.

پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپدینامیک، مکانیک آماری پیشرفته) 308D صفحه ۲

۱- هامیلتونی یک دستگاه کوانتومی $H = \alpha Q^\dagger Q$ است که $Q^{\dagger 2} = 0$ و $[Q, Q^\dagger] = 1$ و α یک عدد حقیقی است. ویژه مقادیر H کدامند؟

(۱) ۰ و α

(۲) ۱ و α

(۳) α و α^2

(۴) ۰ و ۱ و α

۲- کتهای حالت $|n\rangle$ ویژه حالت‌های هامیلتونی نوسانگر هماهنگ یک بعدی است. عملگر $A = a^\dagger e^{i\phi} + a e^{-i\phi}$ را در نظر بگیرید که در آن a و a^\dagger به ترتیب عملگر پایین‌بر و بالابر و ϕ یک زاویه حقیقی است. مقدار عبارت $\text{tr}(A^2 |n\rangle\langle n|)$ کدام است؟

(۱) صفر

(۲) $2(n^2 + n + 1)$

(۳) $2n^2 \cos 2\phi$

(۴) $2n(2n - 1)$

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

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

است که ω یک عدد حقیقی است. اگر دستگاه در لحظه $t=0$ در حالت $|1\rangle$ باشد در چه لحظه‌ای از زمان ($t > 0$) در حالت $|2\rangle$ خواهد بود؟

(۱) $\frac{\pi}{\omega}$

(۲) $\frac{\pi}{2\omega}$

(۳) $\frac{\pi}{2\sqrt{2}\omega}$

(۴) در هیچ زمانی

پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپدینامیک، مکانیک آماری پیشرفته) 308D صفحه ۳

۴- تابع موج ذره‌ای به جرم m در پتانسیل یک بعدی $V(x)$ ،

$$\psi(x,t) = \sqrt{p(x)} e^{\frac{i}{\hbar} \int_{x_0}^x P(x) dx - \frac{iEt}{\hbar}}$$
 است. با چه شرطی تقریب نیمه کلاسیکی WKB برای توصیف رفتار این ذره تقریب خوبی است؟

$$P(x) \gg m \hbar \left| \frac{dV}{dx} \right| \quad (1)$$

$$\left| V(x) \frac{dP}{dx} \right| \gg \hbar \left| \frac{d^2 V}{dx^2} \right| \quad (2)$$

$$\hbar \left| \frac{d^2 P(x)}{dx^2} \right| \gg \left| \frac{dP(x)}{dx} \right|^2 \quad (3)$$

$$\left| V(x) \frac{dP}{dx} \right| \ll \hbar \left| \frac{d^2 V}{dx^2} \right| \quad (4)$$

۵- ویژه حالت‌های یک دستگاه کوانتومی که فضای هیلبرت آن دارای بعد ۳ است عبارتند از:

$$|\psi_3\rangle = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix} \text{ و } |\psi_2\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ ، } |\psi_1\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

و ویژه مقادیر متناظر برای این سه حالت به ترتیب: $E_3 = 4\hbar\omega$ ، $E_2 = 3\hbar\omega$ و $E_1 = 2\hbar\omega$ است. عدم قطعیت در اندازه‌گیری انرژی این دستگاه اگر در حالت

$$|\phi\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

۱ (۱)

۲ (۲)

۲ (۳)

$\frac{3}{2}$ (۴)

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

صفر (۱)

\hbar (۲)

$\frac{\hbar}{4}$ (۳)

$\frac{\hbar}{2}$ (۴)

دانلود کلیه سوالات آزمون دکتری در سایت پی اچ دی تست

پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

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

تانسوری است؟

(۱) $12 \oplus 8 \oplus 4$

(۲) $7 \oplus 5 \oplus 5 \oplus 3 \oplus 2 \oplus 1$

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

(۴) $10 \oplus 7 \oplus 6 \oplus 1$

۸- اگر $S_q^{(k)}$ و $T_q^{(k)}$ عملگرهای تانسوری گروه تقیلیل‌ناپذیر رتبه k باشند، کمیت $\sum_{q=-k}^k (-1)^q S_q^{(k)} T_{-q}^{(k)}$ یک عملگر

تانسوری گروه رتبه است.

(۱) صفر

(۲) یک

(۳) k

(۴) $2k$

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

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

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

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

است؟

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

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

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

(۴) $E_0 - 2\Delta(\cos k_1 + \cos k_2 + \cos k_3)$

پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپنایمیک، مکانیک آماری پیشرفته) 308D صفحه 5

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

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

○ 1 (۱)

○ 7 (۲)

○ 5 (۳)

○ 3 (۴)

11- هامیلتونی چرخنده ای که جهت آن با مختصات کروی θ و φ مشخص می شود $H = A\vec{L} \cdot \vec{L} + B\hbar^2 \cos^2\varphi$ است که $B \ll A$. تا مرتبه ی اول اختلال کدام گزینه جایابی انرژی حالت های $I=1$ است؟

$$Y_1^0 = \sqrt{\frac{3}{4\pi}} \cos\theta, \quad Y_1^{\pm 1} = \mp \sqrt{\frac{3}{8\pi}} \sin\theta e^{\pm i\varphi}$$

○ $\pm B\hbar^2$ و 0 (۱)

○ $\pm \frac{3}{2} B\hbar^2$ و 0 (۲)

○ $\pm \frac{1}{2} B\hbar^2$ و 0 (۳)

○ $\pm \frac{1}{4} B\hbar^2$ و 0 (۴)

12- آرایش الکترونی اتم دیسپروسیوم Dy^{66} به صورت

$(1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^{10}, 4s^2 4p^6 4d^{10}, 5s^2 5p^6, 4f^{10}, 6s^2)$ است. بر مبنای قاعده هوند یون سه مثبت

Dy^{3+} این اتم دارای بزرگترین مقادیر مؤثر گشتاور دو قطبی مغناطیسی به صورت $\mu_{\text{eff}} = g_J \sqrt{J(J+1)} \mu_B$ است که

در آن μ_B مگنتون بور و $g_J = \frac{3}{2} - \frac{L(L+1) - S(S+1)}{2J(J+1)}$ فاکتور لاندیه است. برای μ_{eff} Dy^{3+} چقدر است؟

○ $11/2 \mu_B$ (۱)

○ $9/8 \mu_B$ (۲)

○ $10 \mu_B$ (۳)

○ $10/6 \mu_B$ (۴)

دانلود کلیه سوالات آزمون دکتری در سایت پی اچ دی تست

پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپدنامیک، مکانیک آماری پیشرفته) 308D صفحه ۶

۱۳- ملکول NH_3 می‌تواند در یکی از دو حالت راستگرد $|\Psi_R\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ با انرژی $E_c + \Delta$ و چپگرد $|\Psi_L\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ با انرژی

$E_c - \Delta$ باشد که، $\Delta \ll E_c$. این ملکول دارای گشتاور دو قطبی الکتریکی $\vec{P} = ed\vec{\sigma}$ است که $\vec{\sigma} = (\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z)$

ماتریس‌های پاولی هستند. اگر میدان الکتریکی یکنواخت و بسیار ضعیف (در جهت x) $\vec{E} = E\hat{e}_x$ به این ملکول اعمال شود

ضریب قطبش پذیری ملکول آمونیاک کدام گزینه است؟

$$\frac{1}{2} \frac{e^2 d^2}{\Lambda} \quad (1)$$

$$\frac{e^2 d^2}{\sqrt{E_c + \Delta^2}} \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} \frac{e^2 d^2}{\sqrt{E_c + \Delta^2}} \quad (3)$$

$$\frac{e^2 d^2}{\Delta} \quad (4)$$

۱۴- دامنه پراکندگی در تقریب اول بورن $f^{(1)}(\vec{k}', \vec{k}) = -\frac{m}{2\pi\hbar^2} \int d^3x' e^{i(\vec{k} - \vec{k}') \cdot \vec{x}'} V(\vec{x}')$ است. برای ذره‌ای به جرم m

و انرژی $\frac{\hbar^2 k^2}{2m}$ که در پتانسیل استتار شده کولنی $V(r) = V_0 \frac{e^{-\mu r}}{\mu r}$ پراکنده می‌شود شرط اعتبار تقریب اول بورن کدام

است؟

$$\left| \ln \frac{\hbar^2 k}{\mu} \right| \gg \frac{k \hbar^2}{m V_0} \quad (1)$$

$$\left| \ln \left(1 + \frac{\hbar^2 k}{\mu} \right) \right| \gg \frac{k \hbar^2 \mu}{m V_0} \quad (2)$$

$$\left| \ln \left(1 - \frac{\hbar^2 k}{\mu} \right) \right| \ll \frac{k \hbar^2 \mu}{m V_0} \quad (3)$$

$$\left| \ln \frac{\hbar^2 k}{\mu} \right| \ll \frac{\mu \hbar^2}{m V_0} \quad (4)$$

پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپدینامیک، مکانیک آماری پیشرفته) 308D صفحه ۷

۱۵- نوترون‌های کم انرژی هر یک به جرم m با تکانه خطی $\hbar k \hat{e}_z$ در جهت z از یک ملکول دو اتمی که مکان اتم‌های آن روی محور y ، $\pm b$ است پراکنده می‌شوند. انرژی پتانسیل این برهم‌کنش

$$V(x, y, z) = a^2 V_0 \delta(x) \delta(z) (\delta(y+b) + \delta(y-b))$$

است. ملکول دو اتمی آن قدر سنگین است که در اثر برخورد نوترون‌ها با آن جابجا نمی‌شود. کدام گزینه سطح مقطع پراکندگی کل تا مرتبه اول تقریب بورن است؟

$$2\pi \left(\frac{m V_0 a^2}{\hbar^2} \right)^2 \left(1 + \frac{\cos^2 k b}{2 k b} \right) \quad (۱)$$

$$2\pi \left(\frac{m V_0 a^2}{\hbar^2} \right)^2 \cos^2 k b \quad (۲)$$

$$2\pi \left(\frac{m V_0 a^2}{\hbar^2} \right)^2 \sin^2 k b \quad (۳)$$

$$2\pi \left(\frac{m V_0 a^2}{\hbar^2} \right)^2 \left(1 + \frac{\sin^2 k b}{2 k b} \right) \quad (۴)$$

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

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

$$\phi = \text{ثابت} \quad r = C \cos^2 \theta \quad (۱)$$

$$\phi = \text{ثابت} \quad r = C \sin^2 \theta \quad (۲)$$

$$\phi = \text{ثابت} \quad r = C \sin^2 \theta \quad (۳)$$

$$\phi = \text{ثابت} \quad r = C \cos^2 \theta \quad (۴)$$

پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپدینامیک، مکانیک آماری پیشرفته) 308D صفحه ۸

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

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

است؟ (ρ فاصله تا محور استوانه‌ها است.)

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

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

$$\pi \epsilon_0 L \frac{P[(2P-1)b+a]}{P(b-a)} \quad (3)$$

$$\pi \epsilon_0 L \frac{P[b+(2P-1)a]}{(2P-1)(b-a)} \quad (4)$$

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

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

$$\frac{12qd^2}{\pi \epsilon_0} \frac{xy}{r^5} \quad (1)$$

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

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

$$\frac{3qd^2}{\pi \epsilon_0} \frac{xy}{r^5} \quad (4)$$

۱۹- چهار وجه جانبی یک مکعب توخالی سطوح فلزی هستند که همگی با هم به یکدیگر و به زمین متصل‌اند و دو وجه فاعده‌های

بالا و پایین دو سطح فلزی که مجزا هستند به پتانسیل الکتریکی ثابت V_0 متصل‌اند. پتانسیل در مرکز این مکعب کدام

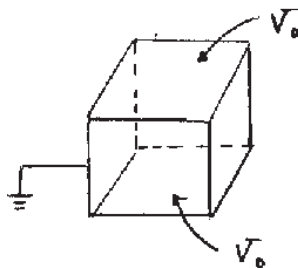
است؟

$$V_0 \quad (1)$$

$$2V_0 \quad (2)$$

$$\frac{V_0}{2} \quad (3)$$

$$\frac{1}{3} V_0 \quad (4)$$



دانلود کلیه سوالات آزمون دکتری در سایت پی اچ دی تست

پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپینامیک، مکانیک آماری پیشرفته) 308D صفحه 9

۲۰- اگر بار الکتریکی روی قرص رسانایی به شعاع R قرار گیرد، چگالی بار سطحی روی قرص متناسب با $\frac{1}{\sqrt{R^2 - r^2}}$ خواهد بود

که r فاصله تا مرکز قرص است. ظرفیت قرص چقدر است؟

(۱) $\epsilon_0 R$

(۲) $4\epsilon_0 R$

(۳) $2\epsilon_0 R$

(۴) $8\epsilon_0 R$

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

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

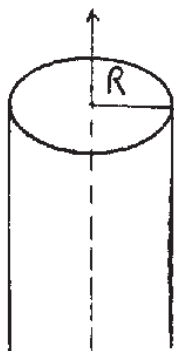
(۲) $G(x, y; x', y') = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\lambda}{n \sinh\left(n\pi \frac{a}{b}\right)} \sinh \frac{n\pi x}{a} \sin \frac{n\pi(x'-a)}{a} \sinh \frac{n\pi y}{b} \sin \frac{n\pi}{b}(b - y')$

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

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

۲۲- درون یک لوله پلاستیکی بسیار طویل به شعاع R ذرات الکترون با بار الکتریکی c و با چگالی حجمی ρ_e در حال حرکت از

پایین به بالا با تندی یکنواخت $v_e = \beta c$ هستند. توان الکترومغناطیسی ورودی به درون این لوله کدام است؟



(۱) $\frac{\pi R^2}{2\epsilon_0} n_e^2 c^2 \beta c$

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

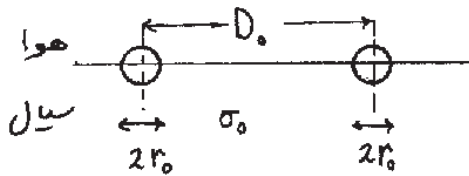
(۳) $\frac{4\pi R^2}{\epsilon_0} n_e^2 e^2 \beta c$

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

پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپدینامیک، مکانیک آماری پیشرفته) 308D صفحه ۱۰

۲۳- طبق شکل دو گلوله فلزی کاملاً یکسان و کوچک به شعاع r_0 درون یک سیال با ضریب رسانش σ_0 تا نصف شناور هستند و فاصله آنها D_0 بسیار بزرگتر از r_0 می باشد. مقاومت بین این دو گلوله فلزی وقتی جریانی از یکی به دیگری برقرار شود، کدام است؟



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

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

$$(3) \frac{1}{2\pi \sigma_0} \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{D_0} \right)$$

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

۲۴- دوقطبی الکتریکی نقطه‌ای \vec{P} واقع در مبدأ مختصات با تابع زمانی نوسانی (با بسامد زاویه‌ای ω) را در نظر بگیرید. میدان

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

$$\vec{H} = \frac{ck^2}{4\pi} (\hat{r} \times \vec{P}) e^{ikr} \quad (1)$$

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

$$\vec{H} = \frac{ck}{4\pi} (\hat{r} \times \vec{P}) \frac{e^{ikr}}{r^2} \quad (3)$$

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

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

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

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

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

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

دانلود کلیه سوالات آزمون دکتری در سایت پی اچ دی تست

پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپنایمیک، مکانیک آماری پیشرفته) 308D صفحه ۱۱

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

(۱) صفر

$$-\frac{e^2 k^2 a^2}{6\pi \epsilon_0} \quad (۲)$$

$$-\frac{e^2 k^2 a^2}{12\pi \epsilon_0} \quad (۳)$$

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

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

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

$$q_{00} = \frac{1}{\sqrt{4\pi}} q, \quad q_{11} = -\sqrt{\frac{3}{8\pi}} (P_x - iP_y), \quad q_{10} = \sqrt{\frac{3}{4\pi}} P_z$$

$$\frac{16}{\pi} \left(\frac{2}{3}\right)^{11} \frac{Z_0 \omega_0^2 e^2 a_0^2}{c^2} \quad (۱)$$

$$\frac{4}{\pi} \left(\frac{2}{3}\right)^{11} \frac{Z_0 \omega_0^2 e^2 a_0^2}{c^2} \quad (۲)$$

$$\frac{16}{\pi} \left(\frac{2}{3}\right)^{12} \frac{Z_0 \omega_0^2 e^2 a_0^2}{c^2} \quad (۳)$$

$$\frac{4}{\pi} \left(\frac{2}{3}\right)^{12} \frac{Z_0 \omega_0^2 e^2 a_0^2}{c^2} \quad (۴)$$

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

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

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

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

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

دانلود کلیه سوالات آزمون دکتری در سایت پی اچ دی تست

پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

صفحه ۱۲ 308D

مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکترودینامیک، مکانیک آماری پیشرفته

۱. چهار بردار پتانسیل، $F^{\alpha\beta} = \partial^\alpha A^\beta - \partial^\beta A^\alpha$ ، $\tilde{F}^{\alpha\beta} = \frac{1}{\gamma} \epsilon^{\alpha\beta\gamma\delta} F_{\gamma\delta}$ ، J^α چهار بردار

در فضای مینکوفسکی، $P^{\mu\nu}$ چهار بردار تکانه، q بار الکتریکی و τ ویژه زمان باشد، کدام رابطه در حالت کلی

$$\frac{dP^{\mu\nu}}{d\tau} = \tau J^{\mu\nu}$$

برقرار است؟
۱. در یک پدیده تابش γ در خلأ در حرکت است وارد محیط دی الکتریکی با ضریب دی الکتریک $\epsilon(\omega)$ می‌گردد. تابش چرنکوف خواهد داشت و جبهه موجی که به ناظر ساکن در محیط دی الکتریک می‌رسد θ در ω می‌باشد که در رابطه صدق می‌کند. c تندی نور در خلأ است.

$$\cos\theta = \frac{1}{\beta\sqrt{\epsilon(\omega)}}$$

$$\cos\theta = \frac{1}{\beta\sqrt{\epsilon(\omega)}}$$

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{1}{\beta\sqrt{\epsilon(\omega)}}$$

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{1}{\beta\sqrt{\epsilon(\omega)}}$$

پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپدینامیک، مکانیک آماری پیشرفته) 308D صفحه ۱۳

۳۱- تابع توزیع احتمال دو جمله‌ای $P(n, N) = \frac{N!}{n!(N-n)!} p^n q^{N-n}$ است که $p + q = 1$ و بازه‌ی تغییرات متغیر n .

$0 \leq n \leq N$ است، $\langle n \rangle$ کدام است؟

(۱) $pN (1 + p(N-1) (qN + 2p + 1))$

(۲) $pN (1 + p(N-1) (pN + 2q + 1))$

(۳) $pN (1 + pN(p(N-1) + 2q + 1))$

(۴) $pN (1 + pN(q(N-1) + 2p + 1))$

۳۲- تابع پارش یک گاز ایده‌آل شامل N ذره هر یک به جرم m در حجم V و دمای T ، $Z = \left(\frac{mkT}{2\pi\hbar^2} \right)^{\frac{3N}{2}} V^N$ است. رابطه‌ی

بین پتانسیل شیمیایی و آنترپی گاز کدام است؟

(۱) $S = Nk \left(\frac{3}{2} - \frac{\mu}{kT} \right)$

(۲) $S = Nk \left(\frac{5}{2} + \frac{\mu}{kT} \right)$

(۳) $S = Nk \left(\frac{3}{2} + \frac{\mu}{kT} \right)$

(۴) $S = Nk \left(\frac{5}{2} - \frac{\mu}{kT} \right)$

۳۳- یک مول از یک گاز ایده‌آل دو اتمی با حجم ثابت و در تماس با یک منبع گرمایی در تعادل ترمودینامیکی قرار دارد. میزان

افت و خیز نسبی انرژی آن یعنی $\frac{\Delta U}{U}$ از چه مرتبه‌ای است؟

(۱) 10^{-9}

(۲) 10^6

(۳) 10^{12}

(۴) 10^{15}

پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپدینامیک، مکانیک آماری پیشرفته) 308D صفحه ۱۴

۳۴- معادله حالت یک جامد پارامغناطیسی شامل N ذره در مجاورت با منبعی به دمای T و در میدان مغناطیسی یکنواخت \vec{B}

است که $M = N\mu_B \tanh \frac{\mu_B B}{kT}$ است. μ_B مگنتون بور و M مغناطش جامد است. آنتروپی این جامد کدام گزینه است؟

$$Nk \left(1 + \ln \left(\gamma \cosh \frac{\mu_B B}{kT} \right) - \frac{\mu_B B}{kT} \tanh \frac{\mu_B B}{kT} \right) \quad (1)$$

$$Nk \left(\ln \left(\gamma \cosh \frac{\mu_B B}{kT} \right) - \frac{\mu_B B}{kT} \tanh \frac{\mu_B B}{kT} \right) \quad (2)$$

$$Nk \left(\ln \left(\gamma \sinh \frac{\mu_B B}{kT} \right) - \frac{\mu_B B}{kT} \coth \frac{\mu_B B}{kT} \right) \quad (3)$$

$$Nk \left(1 + \ln \left(\gamma \sinh \frac{\mu_B B}{kT} \right) - \frac{\mu_B B}{kT} \coth \frac{\mu_B B}{kT} \right) \quad (4)$$

۳۵- هامیلتونی یک سیستم یک بعدی به جرم m $H = \frac{p^2}{2m} + \frac{V_0}{n+1} \left(\frac{x}{a} \right)^{n+1}$ است که $-\infty < x < +\infty$ و a, V_0 ثابت‌اند. انرژی داخلی این سیستم در مجاورت با منبعی به دمای T کدام است؟

$$kT \quad (1) \quad \frac{\gamma}{n+1} kT \quad (2)$$

$$\frac{\gamma(n+\gamma)}{\gamma(n+1)} kT \quad (3) \quad \frac{n+\gamma}{\gamma(n+1)} kT \quad (4)$$

۳۶- یک جامد یک بعدی شامل N اتم در دمای T در نظر بگیرید که ارتعاش اتم‌ها حول نقطه تعادل شان مانند نوسانگرهای

هماهنگ یک بعدی مستقل با بسامد زاویه‌ای ω است. ظرفیت گرمایی در حجم ثابت این سیستم در حد $\frac{\hbar\omega}{kT} \gg 1$ کدام

گزینه است؟

$$Nk \left(\frac{\hbar\omega}{kT} \right)^\gamma e^{-\frac{\hbar\omega}{kT}} \quad (1)$$

$$\gamma Nk \left(\frac{\hbar\omega}{kT} \right) e^{-\frac{\hbar\omega}{kT}} \quad (2)$$

$$\frac{1}{\gamma} Nk \left(\frac{\hbar\omega}{kT} \right)^\gamma e^{-\frac{\hbar\omega}{kT}} \quad (3)$$

$$Nk \left(\frac{\hbar\omega}{kT} \right) e^{-\frac{\hbar\omega}{kT}} \quad (4)$$

دانلود کلیه سوالات آزمون دکتری در سایت پی اچ دی تست

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکترو دینامیک، مکانیک آماری پیشرفته) 3081D صفحه 15

۳۷- کاواکی به حجم V در دمای T در نظر بگیرید. انرژی داخلی گاز فوتونی و تعداد متوسط فوتون‌های موجود در کاواک

$$U = \frac{\pi^2 (kT)^4}{15 \hbar^3 c^3} V \quad \text{و} \quad \bar{N} = \frac{2}{\pi^2} \frac{(kT)^3}{\hbar c} V$$

است. کدام گزینه معادله حالت این سیستم ترمودینامیکی است؟

$$PV = \frac{1}{3} \bar{N} kT \quad (1)$$

$$PV = \frac{1}{2} \bar{N} kT \quad (2)$$

$$PV = \frac{1}{4} \bar{N} kT \quad (3)$$

$$PV = \frac{1}{6} \bar{N} kT \quad (4)$$

۳۸- یک گاز ایده‌آل تک اتمی شامل N ذره هر یک به جرم m در یک ظرف استوانه‌ای در دمای T در نظر بگیرید. اگر ظرف استوانه‌ای با سرعت زاویه‌ای ω حول محورش بچرخد پتانسیل شیمیایی گاز بر حسب $n(r)$ (تعداد ذرات در واحد حجم در

فاصله r از محور دوران) و $n_Q(T) = \left(\frac{m k T}{2 \pi \hbar^2} \right)^{3/2}$ کدام گزینه است؟

$$N k T \ln \frac{n(r)}{n_Q(T)} - \frac{1}{2} N m r^2 \omega^2 \quad (1)$$

$$k T \ln \frac{n(r)}{n_Q(T)} - \frac{1}{2} m r^2 \omega^2 \quad (2)$$

$$k T \ln \frac{n(r)}{n_Q(T)} + \frac{1}{2} m r^2 \omega^2 \quad (3)$$

$$N k T \ln \frac{n(r)}{n_Q(T)} + \frac{1}{2} N m r^2 \omega^2 \quad (4)$$

۳۹- ملکول A می تواند حداکثر چهار ملکول B را جذب کند. فرض کنید انرژی هر ملکول B که جذب A می شود نسبت به وقتی که در فاصله‌ی بسیار دور از ملکول A ساکن است E باشد. فعالیت مطلق یک ملکول B برابر $\lambda = e^{\beta \mu}$ است. با فرض این که ملکول های B هنگامی که جذب A شده‌اند تمیز پذیر باشند، احتمال این که در دمای T یک ملکول B جذب A شود چقدر است؟

$$\frac{\lambda e^{-\beta E}}{(1 + \lambda e^{-\beta E})^4} \quad (1)$$

$$\frac{4 \lambda e^{-\beta E}}{(1 + \lambda e^{-\beta E})^4} \quad (2)$$

$$\frac{\lambda e^{-\beta E}}{1 + \lambda e^{-\beta E} + \lambda^2 e^{-2\beta E} + \lambda^3 e^{-3\beta E} + \lambda^4 e^{-4\beta E}} \quad (3)$$

$$\frac{4 \lambda e^{-\beta E}}{1 + \lambda e^{-\beta E} + \lambda^2 e^{-2\beta E} + \lambda^3 e^{-3\beta E} + \lambda^4 e^{-4\beta E}} \quad (4)$$

۴۰- برای یک سیستم بوزونی متشکل از بوزون های جرم دار آزاد در سه بعد کدام گزینه نادرست است؟

(۱) شیب ظرفیت گرمایی در حجم ثابت نسبت به دما در دمای چگالش ناپیوسته است.

(۲) ظرفیت گرمایی در حجم ثابت در دمای چگالش پیوسته است.

(۳) انرژی داخلی در دمای چگالش پیوسته است.

(۴) بتانسیل شمیایی در دمای چگالش ناپیوسته است.

۴۱- انرژی داخلی یک گاز فرانسینی ($E \approx pc$) متشکل از N ذره با اسپین $\frac{1}{2}$ در حجم V در دمای $T = \infty$ چقدر است؟

$$\frac{3}{8} hcN \left(\frac{rN}{\pi V} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$\frac{3}{4} hcN \left(\frac{rN}{\pi V} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$\frac{3}{8} hcN \left(\frac{N}{\pi V} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

$$\frac{3}{4} hcN \left(\frac{N}{\pi V} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکترو دینامیک، مکانیک آماری پیشرفته)

۴۲- تعداد ثابتی ذره‌ی تمی‌پذیر در حجم ثابتی در مجاورت با منبع به دمای T در نظر بگیرید. اگر هر ذره بتواند در

حالت انرژی $\epsilon_1 = 0$ و $\epsilon_2 = \epsilon_3 = \epsilon_4$ باشد انرژی میانگین و آنتروپی میانگین هر ذره در حالت تعادل برابری

چقدر است؟

$$k \ln 2, \frac{1}{2} \epsilon_2 \quad (1)$$

$$k \ln 2, \epsilon_2 \quad (2)$$

$$k \ln 3, \frac{1}{3} \epsilon_2 \quad (3)$$

$$k \ln 3, \frac{2}{3} \epsilon_2 \quad (4)$$

۴۳- میانگین عدد اشغال برای اوربیتالی به انرژی ϵ در آمار بوز - اینشتین $\bar{n} = \frac{1}{e^{\beta\epsilon + \mu} - 1}$ است. نسبت $\frac{\Delta n}{\bar{n}}$ در

توزیع بوز - اینشتین و ماکسول - بولتزمن در نظر بگیرید که $\Delta n = \sqrt{n^2 - \bar{n}^2}$ نسبت $\left(\frac{\Delta n}{\bar{n}}\right)_{M.B}$

کدام گزینه است؟

$$\sqrt{1 - \bar{n}} \quad (1)$$

$$1 - \bar{n} \quad (2)$$

$$\sqrt{1 + \bar{n}} \quad (3)$$

$$1 + \bar{n} \quad (4)$$

۴۴- یک گاز الکترونی آزاد متشکل از $N \uparrow$ الکترون با اسپین بالا و $N \downarrow$ الکترون با اسپین پایین در دمای T

بگیرید. انرژی هر الکترون با بردار موج k برابر $\frac{\hbar^2 k^2}{2m}$ است. ضریب عددی قطبیده‌ی اسپین

$\zeta = \frac{N \uparrow - N \downarrow}{N \uparrow + N \downarrow}$ تعریف می‌کنند. انرژی داخلی این گاز الکترونی در حالت کاملاً قطبیده چند برابر دمای

حالت کاملاً غیر قطبیده است؟

$$\sqrt[3]{4} \quad (1)$$

$$\sqrt[3]{2} \quad (2)$$

$$\sqrt{6} \quad (3)$$

$$2 \quad (4)$$

پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

مجموعه دروس تخصصی (مکانیک کوانتومی پیشرفته، الکتروپنایمیک، مکانیک آماری پیشرفته) 308D صفحه ۱۸

۴۵- حالت‌های انرژی مدل آیزینگ یک بعدی شامل زنجیره‌ای از اسپین‌ها که هر یک با نزدیک‌ترین همسایه‌های خود بر هم کنش

دارد $E = -J \sum_{i=1}^N s_i s_{i+1}$ است که هر یک از s_i ها می‌تواند یکی از دو مقدار $s_i = \pm 1$ را اختیار کند. تابع پارتیشن این

سیستم با شرط مرزی $s_1 = s_{N+1}$ کدام گزینه است؟

$$\gamma^N \left(\cosh^N \frac{J}{kT} - \sum_{i=1}^N (-1)^i \sinh^i \frac{J}{kT} \cosh^{N-i} \frac{J}{kT} \right) \quad (1)$$

$$\gamma^N \left(\cosh^N \frac{2J}{kT} + \sinh^N \frac{2J}{kT} \right) \quad (2)$$

$$\gamma^N \left(\cosh^N \frac{J}{kT} + \sinh^N \frac{J}{kT} \right) \quad (3)$$

$$\gamma^N \left(\cosh^N \frac{2J}{kT} - \sum_{i=1}^N (-1)^i \sinh^i \frac{2J}{kT} \cosh^{N-i} \frac{2J}{kT} \right) \quad (4)$$