

793

F



793F

نام
نام خانوادگی
محل امضاء



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

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

آزمون دانش‌پذیری دوره‌های فراگیر «کارشناسی ارشد» دانشگاه پیام نور

رشته‌ی فیزیک ذرات بنیادی (کد ۱۹۴)، اتمی و مولکولی (کد ۱۹۵)،
زمینه حالت جامد (کد ۱۹۶)، فیزیک بنیادی (کد ۱۹۷)، زمینه گرانش
فیزیک نجومی (کد ۱۹۸)، هسته‌ای (کد ۱۹۹)

مدت پاسخگویی: ۱۸۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۶۰

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	الکترودینامیک (۱)	۲۰	۱	۲۰
۲	مکانیک کوانتومی پیشرفته (۱)	۲۰	۲۱	۴۰
۳	مکانیک آماری پیشرفته (۱)	۲۰	۴۱	۶۰

آذر ماه سال ۱۳۹۲

نمره منفی ندارد.
استفاده از ماشین حساب مجاز نمی‌باشد.

۱- اگر میدان الکتریکی یک بار نقطه‌ای q واقع در مبدأ مختصات در مکان \vec{r} به شکل $\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^{2+\delta}} \hat{r}$ باشد پتانسیل الکتریکی در مکان \vec{r} برابر ... است و با استفاده از پتانسیل بار نقطه‌ای، پتانسیل الکتریکی یک کره رسانا به شعاع R و بار Q در یک نقطه خارج از آن و به فاصله r از مرکز کره برابر ... است. $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

$$k \frac{Q}{r R r^{1-\delta}} \left[(R+r)^{1+\delta} - (r-R)^{1+\delta} \right] \cdot k \frac{1}{(1-\delta)} \frac{q}{r^{1-\delta}} \quad (۱)$$

$$k \frac{Q}{r R r^{1-\delta}} \left[(R+r)^{1-\delta} - (r-R)^{1-\delta} \right] \cdot k \frac{1}{(1+\delta)} \frac{q}{r^{1+\delta}} \quad (۲)$$

$$k \frac{Q}{r R r^{1-\delta}} \left[(R+r)^{1-\delta} - (r-R)^{1-\delta} \right] \cdot k \frac{1}{(1+\delta)} \frac{q}{r^{1+\delta}} \quad (۳)$$

$$k \frac{Q}{r R r^{1+\delta}} \left[(R+r)^{1+\delta} - (r-R)^{1+\delta} \right] \cdot k \frac{1}{(1-\delta)} \frac{q}{r^{1-\delta}} \quad (۴)$$

۲- روی یک سطح S یک توزیع لایه-دوقطبی (dipole-layer) با ممان دوقطبی در واحد سطح D قرار دارد. اگر در راستای عمود بر سطح از یک نقطه بسیار نزدیک به سطح به نقطه مقابل آن در طرف دیگر سطح رفته شود کدام عبارت درست است؟

(۱) مولفه عمود بر سطح میدان الکتریکی به اندازه D/ϵ_0 تغییر می‌کند.

(۲) پتانسیل الکتریکی به اندازه D/ϵ_0 تغییر می‌کند.

(۳) پتانسیل الکتریکی تغییری نمی‌کند (یا در واقع تغییر ناچیزی می‌کند).

(۴) مولفه عمود بر سطح میدان الکتریکی تغییری نمی‌کند (یا در واقع تغییر ناچیزی می‌کند).

۳- بار نقطه‌ای q به فاصله r از مرکز کره رسانای متصل به زمین و به شعاع a قرار دارد ($r > a$). نیروی وارد بر این

بار به صورت $|\vec{F}| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{a^2} \left(\frac{a}{r}\right)^2 \left(1 - \frac{a^2}{r^2}\right)^{-2}$ است. کار لازم برای آن که بار q از نقطه r به بی‌نهایت برده شود

کدام است؟

$$\frac{aq^2}{4\pi\epsilon_0} \ln(r(r^2 - a^2)) \quad (۲) \qquad \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a(r-a)} \quad (۱)$$

$$\frac{aq^2}{4\pi\epsilon_0 (r^2 - a^2)} \quad (۴) \qquad \frac{aq^2}{4\pi\epsilon_0 (r^2 - a^2)} \quad (۳)$$

۴- بار نقطه‌ای q در فاصله d از مرکز یک کره رسانای متصل به زمین به شعاع R قرار دارد. بار الکتریکی القایی کل روی سطح این کره در حالتی که $d < R$ باشد برابر ... و در حالتی که $d > R$ باشد برابر ... است.

$$-\frac{R}{d}q, -\frac{d}{R}q \quad (۱)$$

$$-\frac{d}{R}q, -q \quad (۲)$$

$$-\frac{R}{d}q, -q \quad (۳)$$

$$-\frac{d}{R}q, -\frac{d}{R}q \quad (۴)$$

۵- بار الکتریکی Q روی سطح قرصی به شعاع R و ضخامت ناچیز به طور یکنواخت توزیع شده است. اگر قرص در صفحه $x-y$ و مرکز قرص منطبق بر مبدا مختصات باشد چگالی بار الکتریکی این قرص در مختصات استوانه‌ای $\rho(\rho, \phi, z)$ کدام است؟ $\Theta(\rho)$ تابع پله‌ای و $\delta(z)$ تابع دلتای دیراک است.

$$\frac{Q}{\pi R^2} \Theta(R - \rho) \delta(z) \quad (۱)$$

$$\frac{Q}{2\pi R^2} \Theta(R - \rho) \delta(z) \quad (۲)$$

$$\frac{Q}{\pi R} \Theta(R - \rho) \delta(\phi) \delta(z) \quad (۳)$$

$$\frac{Q}{2\pi R} \delta(R - \rho) \delta(z) \quad (۴)$$

۶- اگر پتانسیل الکتریکی در صفحه $x-z$ به صورت $V = V_0 \sin kx$ باشد که k عدد ثابت مثبتی است، پتانسیل الکتریکی $V(x, y, z)$ در کل نقاط فضا در مختصات دکارتی کدام است؟

$$V_0 \sin kx e^{-k|y|} \quad (۱)$$

$$V_0 \sin kx \cos kz e^{-k|y|} \quad (۲)$$

$$V_0 \sin kx \cos ky \quad (۳)$$

$$V_0 (\sin kx e^{-ky} + \cos kx e^{ky}) \quad (۴)$$

۷- دو صفحه تخت رسانای موازی اولی در $x = 0$ و دومی در $x = d$ قرار دارند. این دو صفحه به اختلاف پتانسیل ثابت V_0 متصل هستند و فضای بین این دو صفحه با بار الکتریکی با چگالی بار حجمی $\rho = Ax$ پر شده است که در آن A ضریب ثابتی است. بردار میدان الکتریکی در یک نقطه دلخواه درون این ناحیه و به فاصله x از صفحه اول کدام است؟

$$\frac{A}{2\epsilon_0} x^2 \hat{i} \quad (۱)$$

$$\left(-\frac{V_0}{d} + \frac{A}{2\epsilon_0} x^2 \right) \hat{i} \quad (۲)$$

$$\left[-\frac{V_0}{d} + \frac{A}{2\epsilon_0} (rx^2 - rd^2) \right] \hat{i} \quad (۳)$$

$$\left[-\frac{V_0}{d} + \frac{A}{2\epsilon_0} (rx^2 - d^2) \right] \hat{i} \quad (۴)$$

۸- بنابر قضیه مقدار میانگین در ناحیه‌ای از فضا که باشد، ... در هر نقطه از این فضا با میانگین روی هر به مرکز آن نقطه برابر است.

(۱) خالی از بار الکتریکی، میدان الکتریکی، میدان الکتریکی، حلقه‌ای

(۲) خالی از بار الکتریکی، پتانسیل الکتریکی، پتانسیل الکتریکی، کره‌ای

(۳) بار الکتریکی یکنواخت، پتانسیل الکتریکی، پتانسیل الکتریکی، کره‌ای

(۴) بار الکتریکی یکنواخت، میدان الکتریکی، میدان الکتریکی، حلقه‌ای

۹- کره دی الکتریکی به شعاع a در عدم حضور بار الکتریکی آزاد دارای قطبش دائمی به صورت $\vec{P} = \gamma \vec{r}$ است که در آن \vec{r} بردار مکان یک نقطه در داخل کره (مرکز کره منطبق بر مبدا مختصات است)، r اندازه بردار مکان و γ ضریب ثابتی هستند. میدان الکتریکی $\vec{E}(\vec{r})$ در یک نقطه دلخواه درون این کره با بردار مکان \vec{r} کدام است؟

$$\frac{\gamma}{\epsilon_0} r \vec{r} \quad (۱)$$

$$-\frac{\gamma a^2}{\epsilon_0 r^2} \hat{r} \quad (۲)$$

$$-\frac{\gamma}{\epsilon_0} r \vec{r} \quad (۳)$$

$$\frac{\gamma a^2}{\epsilon_0 r^2} \hat{r} \quad (۴)$$

۱۰- اگر $\vec{A}(x, y, z)$ یک میدان برداری در فضای سه بعدی باشد به طوری که طول بردار \vec{A} مقدار ثابتی باشد در آن صورت حاصل عبارت $\vec{A} \times (\vec{\nabla} \times \vec{A})$ کدام است؟

$$(1) -(\vec{A} \cdot \vec{\nabla}) \vec{A}$$

$$(2) \nabla(\vec{A} \cdot \vec{\nabla}) \vec{A}$$

$$(3) -(\vec{\nabla} \cdot \vec{A}) \vec{A}$$

$$(4) \frac{1}{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{A}) \vec{A}$$

۱۱- یک دوقطبی نقطه‌ای با ممان دوقطبی \vec{p} به فاصله h از یک صفحه رسانای کامل بسیار بزرگ قرار دارد. راستای دوقطبی بر صفحه رسانا عمود است. مقدار کاری که لازم است تا این دوقطبی به فاصله بسیار دور از صفحه برده شود چند برابر $\frac{p^2}{h}$ است؟ (میدان الکتریکی یک دوقطبی الکتریکی \vec{p} که در مبدا مختصات قرار دارد در یک نقطه

$$\text{با بردار مکان } \vec{r} \text{ برابر است با } \frac{\nabla(\vec{r} \cdot \vec{p}) \vec{r}}{r^5} - \frac{\vec{p}}{r^3}$$

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

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

$$(3) \frac{1}{16}$$

$$(4) \frac{1}{8}$$

۱۲- در یک محیط غیر یکنواخت با ضریب تراوایی الکتریکی $\epsilon(\vec{r})$ و ضریب رسانش $\sigma(\vec{r})$ توزیع جریانی ثابت در زمان وجود دارد. بنابر معادلات ماکسول در حالت کلی این محیط دارای یک توزیع بار الکتریکی حجمی $\rho(\vec{r})$ هم خواهد بود. اگر $\vec{E}(\vec{r})$ میدان الکتریکی در مکان \vec{r} داخل این محیط باشد مقدار $\rho(\vec{r})$ کدام است؟

$$(1) \frac{1}{\sigma}(\sigma \vec{\nabla} \epsilon + \epsilon \vec{\nabla} \sigma) \cdot \vec{E}$$

$$(2) \frac{1}{\sigma}(\sigma \vec{\nabla} \epsilon - \epsilon \vec{\nabla} \sigma) \cdot \vec{E}$$

$$(3) \left(\frac{1}{\sigma} \vec{\nabla} \epsilon - \frac{1}{\epsilon} \vec{\nabla} \sigma \right) \cdot \vec{E}$$

$$(4) \left(\frac{1}{\sigma} \vec{\nabla} \epsilon + \frac{1}{\epsilon} \vec{\nabla} \sigma \right) \cdot \vec{E}$$

۱۳- چگالی بار سطحی روی کره‌ای به شعاع R در مختصات کروی برابر $\sigma = \sigma_0 \cos \theta$ است. مبدا مختصات بر مرکز کره منطبق و σ_0 مقدار ثابتی است. بار الکتریکی کل روی سطح کره ... و ممان دوقطبی آن ... است.

$$(۱) \quad \frac{\pi \sigma_0 R^2}{2}, \text{ صفر}$$

$$(۲) \quad \text{صفر}, \frac{\epsilon \pi \sigma_0 R^2}{3} \hat{k}$$

$$(۳) \quad \text{صفر}, \frac{2 \pi \sigma_0 R^2}{3} \hat{k}$$

$$(۴) \quad \frac{2 \sigma_0 R^2}{3} \hat{k}, \frac{\pi \sigma_0 R^2}{3}$$

۱۴- سه کره رسانای یکسان به شعاع a روی راس‌های یک مثلث متساوی الاضلاع که طول هر ضلع آن b است قرار دارند ($b \gg a$). در ابتدا هر یک از سه کره دارای بار الکتریکی خالص یکسان q هستند. ابتدا یکی از سه کره (کره شماره ۱) به زمین متصل می‌شود و در مرحله بعد کره دیگر (کره شماره ۲) هم به زمین متصل می‌شود و در انتها کره شماره ۳ نیز به زمین متصل می‌شود در پایان بار هر یک از سه کره کدام است؟

$$(۱) \quad q_1 = -\frac{a}{b}q, \quad q_2 = -\frac{a}{b}q, \quad q_3 = \frac{2a}{b}q$$

$$(۲) \quad q_1 = -\frac{2a}{b}q, \quad q_2 = -\frac{2a}{b}q, \quad q_3 = \frac{4a}{b}q$$

$$(۳) \quad q_1 = -\frac{a}{b}q, \quad q_2 = -\frac{a}{2b}q, \quad q_3 = \frac{2a^2}{b^2}q$$

$$(۴) \quad q_1 = -\frac{2a}{b}q, \quad q_2 = -\frac{a}{b}q, \quad q_3 = \frac{2a^2}{b^2}q$$

۱۵- یک هسته چهارقطبی Q در مبدا مختصات قرار دارد. این هسته در معرض یک میدان الکتریکی با تقارن استوانه‌ای و با گرادیان $\left(\frac{\partial E_z}{\partial z}\right)_0$ در امتداد محور z در محل هسته قرار دارد. انرژی الکتریکی چهارقطبی این هسته کدام است؟

$$(۱) \quad -\frac{e}{4}Q \left(\frac{\partial E_z}{\partial z}\right)_0$$

$$(۲) \quad -\frac{e}{2}Q \left(\frac{\partial E_z}{\partial z}\right)_0$$

$$(۳) \quad \frac{e}{8}Q \left(\frac{\partial E_z}{\partial z}\right)_0$$

$$(۴) \quad \frac{e}{3}Q \left(\frac{\partial E_z}{\partial z}\right)_0$$

۱۶- یک سیم راست بسیار طویل حامل شدت جریان I است. مبدا مختصات بر سیم منطبق است و محور Z در امتداد سیم و جهت جریان در جهت مثبت Z ها است. پتانسیل اسکالر مغناطیسی در یک نقطه خارج از سیم با مختصات استوانه‌ای (ρ, φ, Z) کدام است؟

$$\frac{\mu_0}{2\pi\rho} \varphi \quad (۱)$$

$$-\frac{\mu_0}{2\pi\rho} \varphi \quad (۲)$$

$$-\frac{\mu_0}{2\pi} \varphi \quad (۳)$$

$$\frac{\mu_0}{2\pi} \varphi \quad (۴)$$

۱۷- در یک ناحیه از فضا یک توزیع جریان جایگزیده وجود دارد که شکل آن در مختصات کروی $\vec{J} = f(r, \theta) \hat{\phi}$ است. بردار پتانسیل مغناطیسی \vec{A} در نقطه‌ای داخل این ناحیه کدام است؟

$$\frac{1}{|\vec{x} - \vec{x}'|} = \sum_{\ell=0}^{\infty} \sum_{m=-\ell}^{\ell} \frac{\epsilon\pi}{2\ell+1} \frac{r_{<}^{\ell}}{r_{>}^{\ell+1}} Y_{\ell m}(\theta, \varphi) Y_{\ell m}^*(\theta', \varphi')$$

$$Y_{\ell m}(\theta, \varphi) = \sqrt{\frac{(\ell+1)(\ell-m)!}{\epsilon\pi(\ell+m)!}} P_{\ell}^m(\cos\theta) e^{im\varphi}$$

$$\vec{A}(r, \theta) = \hat{\theta} \left\{ \frac{\mu_0}{\epsilon\pi} \sum_{\ell=0}^{\infty} \frac{1}{\ell(\ell+1)} r^{\ell} P_{\ell}(\cos\theta) \left[\int d^3x' r'^{-\ell-1} P_{\ell}(\cos\theta') f(r', \theta') \right] \right\} \quad (۱)$$

$$\vec{A}(r, \theta) = \hat{\phi} \left\{ \frac{\mu_0}{\epsilon\pi} \sum_{\ell=0}^{\infty} \frac{1}{\ell(\ell+1)} r^{\ell} P_{\ell}(\cos\theta) \left[\int d^3x' r'^{-\ell-1} P_{\ell}(\cos\theta') f(r', \theta') \right] \right\} \quad (۲)$$

$$\vec{A}(r, \theta) = \hat{\phi} \left\{ \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{\ell=0}^{\infty} r^{\ell} P_{\ell}(\cos\theta) \left[\int d^3x' r'^{-\ell} P_{\ell}(\cos\theta') f(r', \theta') \right] \right\} \quad (۳)$$

$$\vec{A}(r, \theta) = \hat{\theta} \left\{ \frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{\ell=0}^{\infty} (\ell+1) r^{\ell} P_{\ell}(\cos\theta) \left[\int d^3x' r'^{-\ell} P_{\ell}(\cos\theta') f(r', \theta') \right] \right\} \quad (۴)$$

۱۸- قطعه‌ای با ضریب نفوذپذیری μ وارد یک میدان مغناطیسی که چشمه‌های آن ثابت هستند می‌شود. پس از ورود کامل این قطعه، انرژی مغناطیسی ذخیره شده در میدان مغناطیسی چه اندازه تغییر می‌کند؟ \vec{M} بردار مغناطیس در حضور قطعه و \vec{B}_0 میدان مغناطیسی قبل از ورود قطعه به داخل آن است.

$$(۱) \quad \int_V d^3x (\vec{M} \cdot \vec{B}_0), \quad \text{که انتگرال روی کل فضا گرفته می‌شود.}$$

$$(۲) \quad -\frac{1}{\mu} \int_V d^3x (\vec{M} \cdot \vec{B}_0), \quad \text{که انتگرال روی حجم قطعه گرفته می‌شود.}$$

$$(۳) \quad \int_V d^3x (\vec{M} \cdot \vec{B}_0), \quad \text{که انتگرال روی کل فضا گرفته می‌شود.}$$

$$(۴) \quad -\int_V d^3x (\vec{M} \cdot \vec{B}_0), \quad \text{که انتگرال روی حجم قطعه گرفته می‌شود.}$$

۱۹- ضریب نفوذپذیری محیط اول μ_1 و ضریب نفوذپذیری محیط دوم μ_2 است. در حد $\frac{\mu_1}{\mu_2} \rightarrow \infty$ و در شرایط مگنتواستاتیک میدان مغناطیسی \vec{H} در نقاط مجاور مرز مشترک دو محیط و واقع در محیط دوم عموماً چگونه است؟

(۱) همواره مقدار آن صفر است.

(۲) در امتداد موازی سطح مشترک است.

(۳) در امتداد عمود بر سطح مشترک است.

(۴) زاویه ۴۵ درجه با سطح مشترک می‌سازد.

www.PnuNews.com

۲۰- اگر $f(\vec{x}')$ و $g(\vec{x}')$ توابع خوش رفتار و $\vec{J}(\vec{x}')$ تابع چگالی جریان باشد حاصل انتگرال

$$\int d^3x' (f \vec{J} \cdot \vec{\nabla}' g + g \vec{J} \cdot \vec{\nabla}' f + f g \vec{\nabla}' \cdot \vec{J})$$

که در آن انتگرال روی کل فضا گرفته می‌شود ... صفر است .

(۱) فقط با یک شرط که $\vec{J}(\vec{x}')$ جایگزیده باشد،

(۲) همواره

(۳) فقط در صورتی که هم $\vec{J}(\vec{x}')$ جایگزیده باشد و هم حالت مگنتواستاتیک باشد،

(۴) فقط با یک شرط که حالت مگنتواستاتیک باشد،

۲۱- کدام عبارت در مورد عملگرهای انتقال در فضا در مکانیک کوانتومی متعارف نادرست است؟

- (۱) یک گروه جایجایی نامتناهی را تشکیل می‌دهند.
- (۲) عملگرهایی هرمیتی و خطی هستند.
- (۳) مولد این عملگرها، عملگرهای تکانه خطی سیستم هستند که یک جبر جایجایی را تشکیل می‌دهند.
- (۴) ویژه بردارهای عملگرهای مکان عموماً ویژه بردار عملگرهای انتقال نیستند.

۲۲- یک سیستم اسپین $\frac{1}{2}$ در ویژه حالت عملگر $\vec{S} \cdot \hat{n}$ با ویژه مقدار $-\frac{\hbar}{2}$ است، که بردار یکه \hat{n} در صفحه

xz قرار دارد و با محور x های مثبت زاویه 30° درجه می‌سازد. مقدار پاشندگی عملگر S_y در این حالت

یعنی $\langle (S_y - \langle S_y \rangle)^2 \rangle$ کدام است؟

$$\frac{7\hbar^2}{16} \quad (1)$$

$$\frac{3\hbar^2}{16} \quad (2)$$

$$\frac{5\hbar^2}{16} \quad (3)$$

$$\frac{\hbar^2}{4} \quad (4)$$

۲۳- اگر تابع موج یک سیستم کوانتومی یک بعدی به شکل

$$\langle x' | \beta \rangle = \left(\frac{\pi a^2}{2} \right)^{-\frac{1}{2}} \exp \left[\frac{i \langle p \rangle x'}{\hbar} - \frac{(x' - \langle x \rangle)^2}{a^2} \right]$$

باشد، مقدار $\sqrt{\langle (\Delta p)^2 \rangle}$ کدام است؟ $\Delta A \equiv A - \langle A \rangle$

$$\frac{\hbar}{a} \quad (1)$$

$$\sqrt{2} \frac{\hbar}{a} \quad (2)$$

$$\frac{\hbar}{\sqrt{2} a} \quad (3)$$

$$\frac{\hbar}{2a} \quad (4)$$

۲۴- تابع موج ذره آزادی به جرم m در لحظه $t = 0$ در مختصات کروی به صورت $\psi(\vec{r}, 0) = \left(\frac{\beta}{\pi}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\beta r^2/\gamma}$

است. در لحظه دلخواه $t > 0$ چگالی احتمال آن که ذره با تکانه خطی $\hbar \vec{k}$ یافت شود کدام است؟ β عدد ثابتی است.

$$(\beta/\pi)^{-\frac{3}{2}} e^{-\frac{k^2}{\beta}} \cos\left(\frac{\hbar k^2 t}{\gamma m}\right) \quad (۱)$$

$$(\beta/\pi)^{-\frac{3}{2}} e^{-\frac{k^2}{\gamma\beta}} \quad (۲)$$

$$(\beta\pi)^{-\frac{3}{2}} e^{-\frac{k^2}{\gamma\beta}} \cos\left(\frac{\hbar k^2 t}{\gamma m}\right) \quad (۳)$$

$$(\beta\pi)^{-\frac{3}{2}} e^{-\frac{k^2}{\beta}} \quad (۴)$$

۲۵- ذره ای به جرم m در یک پتانسیل جاذبه سه بعدی به شکل زیر

$$V(x, y, z) = -\frac{\hbar^2}{\gamma m} [\lambda_1 \delta(x-a) + \lambda_2 \delta(y-b) + \lambda_3 \delta(z-c)]$$

حرکت می‌کند. $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ و $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$ مقادیر ثابتی هستند. انرژی حالت پایه این ذره کدام است؟

$$-\frac{\hbar^2}{\lambda m} (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) \quad (۱)$$

$$-\frac{\hbar^2}{\gamma m} (\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2) \quad (۲)$$

$$-\frac{\hbar^2}{\gamma m} (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) \quad (۳)$$

$$-\frac{\hbar^2}{\lambda m} (\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2) \quad (۴)$$

۲۶- نوسانگر هماهنگ یک بعدی در حالت همدوس $|n\rangle = C \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\lambda^n}{\sqrt{n!}} |n\rangle$ است، که $|n\rangle$ ویژه حالت انرژی

نوسانگر و λ عددی مختلط است. ضریب بهنجارش C کدام است؟

$$e^{-\frac{\lambda}{2}} \quad (۱)$$

$$e^{-|\lambda|^2} \quad (۲)$$

$$e^{-\frac{|\lambda|^2}{2}} \quad (۳)$$

$$e^{-\lambda} \quad (۴)$$

۲۷- تابع موج نوسانگر هماهنگ یک بعدی با بسامد زاویه‌ای ω در لحظه اولیه $t=0$ به

صورت $\psi(x,0) = N \sum_{n=0}^{\infty} \beta^n \phi_n(x)$ است که در آن β پارامتری مختلط، N ضریب بهنجارش و $\phi_n(x)$ ها ویژه

توابع انرژی سیستم هستند. در لحظه بعدی $t > 0$ احتمال یافتن مجدد سیستم در حالت اولیه خود چیست؟

$$\left[1 + \frac{\epsilon |\beta|^2}{(1 - |\beta|^2)^2} \sin^2 \frac{\omega t}{2} \right]^{-1} \quad (۱)$$

$$\left[(1 + |\beta|^2)^2 + \epsilon |\beta|^2 \cos^2 \frac{\omega t}{2} \right]^{-1} \quad (۲)$$

$$\left[(1 - |\beta|^2)^2 + \epsilon |\beta|^2 \cos^2 \frac{\omega t}{2} \right]^{-1} \quad (۳)$$

$$\left[1 - \frac{\epsilon |\beta|^2}{(1 + |\beta|^2)^2} \sin^2 \frac{\omega t}{2} \right]^{-1} \quad (۴)$$

۲۸- برای یک نوسانگر هماهنگ یک بعدی عملگرهای پایین بر و بالابر حسب دو عملگر هرمیتی N و ϕ به

ترتیب چنین تعریف می‌شوند $a = \sqrt{N+1} e^{i\phi}$ و $a^\dagger = e^{-i\phi} \sqrt{N+1}$ حاصل جابجاگر $[\cos \phi, N]$ کدام

است؟

$$i \sin \phi \quad (۱)$$

$$-i \sin \phi \quad (۲)$$

$$1 + \cos \phi \quad (۳)$$

$$1 - \cos \phi \quad (۴)$$

۲۹- یک نوسانگر هماهنگ یک بعدی به جرم m و بسامد زاویه‌ای ω در حالت $|\alpha\rangle = \frac{1}{\sqrt{1+\alpha^2}} (|1\rangle + \alpha e^{i\beta} |2\rangle)$

قرار دارد که در آن $|n\rangle$ ها ویژه حالت‌های انرژی سیستم با انرژی E_n و α و β پارامترهای حقیقی ثابتی

هستند. مقدار عدم قطعیت در مکان در این حالت برابر $F(\alpha, \beta) = \frac{\hbar}{2m\omega} (\Delta x)^2$ است. تابع $F(\alpha, \beta)$ کدام

است؟ $x = \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega}} (a + a^\dagger)$

$$\frac{(3 + 5\alpha^2 + 4\alpha^2 \cos^2 \beta)}{(1 + \alpha^2)^2} \quad (2) \qquad \frac{(3 + 5\alpha^2 + 4\alpha^2 \sin^2 \beta)}{(1 + \alpha^2)^2} \quad (1)$$

$$\frac{(3 + 3\alpha^2 - 4\alpha^2 \sin^2 \beta)}{(1 + \alpha^2)^2} \quad (4) \qquad \frac{(3 + 3\alpha^2 + 4\alpha^2 \cos^2 \beta)}{(1 + \alpha^2)^2} \quad (3)$$

۳۰- ذره‌ای به جرم μ و بار الکتریکی q تحت تاثیر یک میدان مغناطیسی ثابت \vec{B} قرار دارد. اگر $\vec{v}_\perp = \vec{B} \times (\vec{v} \times \vec{B})$ مولفه عمود بر میدان عملگر سرعت ذره و \vec{H} هامیلتونی آن باشد، حاصل جابجاگر

$[H, [H, \vec{v}_\perp]]$ کدام است؟ $\vec{v} = \frac{1}{\mu} \left(\vec{p} - \frac{q}{c} \vec{A} \right)$ و $\vec{B} = \frac{\vec{B}}{|\vec{B}|}$

اخبار پیام نور

www.PnuNews.com

$$\left(\frac{i\hbar q |\vec{B}|}{\mu c} \right) \vec{v} \quad (1)$$

$$-\left(\frac{i\hbar q}{\mu c} \right) (\vec{v} \times \vec{B}) \quad (2)$$

$$-\left(\frac{i\hbar q}{\mu c} \right) (\dot{\vec{v}} \times \vec{B}) \quad (3)$$

$$\left(\frac{\gamma i\hbar q |\vec{v}|}{\mu c} \right) \vec{B} \quad (4)$$

۳۱- ذره‌ای به جرم μ در یک میدان گرانشی یکنواخت $\mu g \hat{z}$ حرکت می‌کند. در تصویر هایزنبرگ عملگر $\vec{r}(t)$ کدام است؟ $\vec{r}(0)$ بردار عملگر مکان و $\vec{p}(0)$ بردار عملگر تکانه خطی در لحظه $t = 0$ هستند.

$$\vec{r}(0) + \frac{\vec{p}(0)}{\mu} t - \frac{1}{2} g t^2 \hat{z} \quad (1)$$

$$\vec{r}(0) + \frac{\vec{p}(0)}{\mu} t \quad (2)$$

$$\vec{r}(0) - \frac{1}{2} g t^2 \hat{z} \quad (3)$$

$$\vec{r}(0) + \frac{\vec{p}(0)}{\mu} t - \frac{1}{2} g t^2 \hat{z} \quad (4)$$

۳۲ ذره‌ای به جرم μ درون یک پتانسیل کروی مقید است. ذره در حالت $|\psi_{E,lm}\rangle$ یکی از ویژه حالت‌های مشترک انرژی و ممنتوم زاویه‌ای است. مقدار چشمداشتی عملگر $G = \vec{r} \cdot \vec{p} + \vec{p} \cdot \vec{r}$ در حالت $|\psi_{E,lm}\rangle$ کدام است؟

(۱) صفر

(۲) $2m\hbar$

(۳) $-2\hbar$

(۴) مقدار آن به تابع شعاعی $R(r)$ بستگی دارد.

۳۳- ذره‌ای با اسپین $\frac{1}{2}$ حول محوری که راستای آن با بردار $\hat{n} = \frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{i} + \hat{j})$ داده شده به اندازه 60° درجه دوران داده می‌شود. بردار حالت این ذره با چه عملگری دوران می‌یابد؟

$$\frac{1}{2} \begin{pmatrix} \sqrt{3} & e^{i\frac{\pi}{4}} \\ -e^{-i\frac{\pi}{4}} & -\sqrt{3} \end{pmatrix} \quad (۲) \quad \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{pmatrix} 1 & 1+i \\ 1-i & -1 \end{pmatrix} \quad (۱)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & -e^{i\frac{\pi}{2}} \\ e^{-i\frac{\pi}{2}} & 1 \end{pmatrix} \quad (۴) \quad \frac{1}{2} \begin{pmatrix} \sqrt{3} & -e^{i\frac{\pi}{4}} \\ e^{-i\frac{\pi}{4}} & \sqrt{3} \end{pmatrix} \quad (۳)$$

۳۴- کدام رابطه در مورد ماتریس‌های پائولی σ_i نادرست است؟

$$\sigma_i \sigma_j = \delta_{ij} + i \varepsilon_{ijk} \sigma_k \quad (۱)$$

$$(\vec{\sigma} \cdot \vec{a})(\vec{\sigma} \cdot \vec{b}) = i \vec{\sigma} \cdot (\vec{a} \times \vec{b}) \quad (۲)$$

$$\{\sigma_i, \sigma_j\} = 2\delta_{ij} \quad (۳)$$

$$\sigma_i^\dagger = \sigma_i \quad (۴)$$

۳۵- تحت دوران $D\left(\alpha=0, \beta=\frac{\pi}{4}, \gamma=\frac{\pi}{6}\right)$ حاصل تبدیل عملگر S_x یعنی $D^\dagger(R)S_x D(R)$ کدام است؟ α, β و γ زاویه‌های اوپلر معرفی شده در کتاب ساکورایی است.

$$\frac{1}{2\sqrt{2}}(\sqrt{3}S_x - S_y + 2S_z) \quad (۱)$$

$$\frac{1}{2\sqrt{2}}(\sqrt{3}S_x + S_y - 2S_z) \quad (۲)$$

$$\frac{1}{2\sqrt{2}}(S_x - \sqrt{3}S_y + S_z) \quad (۳)$$

$$\frac{1}{2\sqrt{2}}(\sqrt{3}S_y + S_z) \quad (۴)$$

۳۶- اگر \vec{J} عملگر تکانه زاویه‌ای کل یک سیستم کوانتومی و \vec{V} یک عملگر برداری باشد حاصل جابجاگر $[J_i, (\vec{J} \times \vec{V})_k]$ کدام است؟

(۱) صفر

(۲) $i\hbar J_i V_k$ (۳) $i\hbar \epsilon_{ikn} V_n$ (۴) $i\hbar (J_i V_k - J_k V_i)$

۳۷- هامیلتونی سیستمی متشکل از دو ذره اسپین $\frac{1}{2}$ به صورت $H = \alpha \vec{S}^{(1)} \cdot \vec{S}^{(2)} + \beta (S_z^{(1)} + S_z^{(2)})$ است که در آن عملگر اسپین ذره i ام و α و β پارامترهایی حقیقی هستند. ویژه مقادیر انرژی این سیستم کدام است؟

$$-\frac{\hbar^2 \alpha}{2} + \beta \hbar, \quad \frac{\alpha \hbar^2}{2} - \beta \hbar, \quad \frac{\alpha \hbar^2}{2}, \quad \frac{\alpha \hbar^2}{2} + \beta \hbar \quad (۱)$$

$$-\frac{\alpha \hbar^2}{2}, \quad \frac{\alpha \hbar^2}{2} - \beta \hbar, \quad \frac{\alpha \hbar^2}{2}, \quad \frac{\alpha \hbar^2}{2} + \beta \hbar \quad (۲)$$

$$-\frac{\hbar^2 \alpha}{2} + \beta \hbar, \quad \frac{\alpha \hbar^2}{2} - \beta \hbar, \quad \frac{\alpha \hbar^2}{2} - \beta \hbar, \quad \frac{\alpha \hbar^2}{2} + \beta \hbar \quad (۳)$$

$$-\frac{\alpha \hbar^2}{2}, \quad -\frac{\alpha \hbar^2}{2} + \beta \hbar, \quad \frac{\alpha \hbar^2}{2}, \quad \frac{\alpha \hbar^2}{2} + \beta \hbar \quad (۴)$$

۳۸- اگر در لحظه t_0 یک آنسامبل خالص با عملگر چگالی $\rho(t_0)$ داشته باشیم. در لحظه $t > t_0$ عملگر چگالی این آنسامبل به صورت ... است و این آنسامبل ... است. $U(t, t_0)$ عملگر تحول زمانی است.

$$\rho(t) = U(t, t_0) \rho(t_0) \quad (۱)$$

$$\rho(t) = U(t, t_0) \rho(t_0) U^\dagger(t, t_0) \quad (۲)$$

$$\rho(t) = U(t, t_0) \rho(t_0) \quad (۳)$$

$$\rho(t) = U(t, t_0) \rho(t_0) U^\dagger(t, t_0) \quad (۴)$$

۳۹- در فضای سه بعدی، عملگر تانسوری دگارتی مرتبه چهار دارای ... مولفه و عملگر تانسوری کروی مرتبه چهار دارای ... مولفه است.

(۱) ۹، ۸۱

(۲) ۹، ۶۴

(۳) ۱۲، ۸۱

(۴) ۱۲، ۶۴

۴۰- با استفاده از قضیه تصویر: $\langle \alpha', jm' | V_q | \alpha, jm \rangle = \frac{\langle \alpha', jm' | \vec{J} \cdot \vec{V} | \alpha, jm \rangle}{\hbar^2 j(j+1)} \langle jm' | J_q | jm \rangle$ مقدار

چشمداشتی عملگر اسپین $\langle \vec{S} \rangle$ یک الکترون در حالت $\left| \ell, \frac{1}{2}; j = \ell + \frac{1}{2}, m \right\rangle$ (ویژه بردار مشترک عملگرهای

J^2, S^2, J_z و J_x, J_y کدام است؟ $\vec{J} = \vec{L} + \vec{S}$

$$\frac{\hbar}{2\ell+1} ((m+1)\hat{x} + (m-1)\hat{y} + m\hat{z}) \quad (۱)$$

$$\frac{m\hbar(2\ell+3)}{2\ell+1} \hat{z} \quad (۲)$$

$$\frac{m\hbar}{2\ell+1} \hat{z} \quad (۳)$$

$$\frac{\hbar(2\ell+3)}{2\ell+1} ((m+1)\hat{x} + (m-1)\hat{y} + m\hat{z}) \quad (۴)$$

۴۱- انرژی داخلی یک سیستم شامل N ذره تابعی از V حجم سیستم به صورت $U = CN^{\frac{5}{3}}V^{-\frac{2}{3}}$ است. کدام رابطه درست است؟ P فشار سیستم و C ضریب ثابتی است.

$$P^{\frac{2}{3}}V = \frac{2}{3}U \quad (۱)$$

$$PV = \frac{1}{3}U \quad (۲)$$

$$PV = \frac{2}{3}U \quad (۳)$$

$$PV^{\frac{2}{3}} = \frac{1}{3}U \quad (۴)$$

۴۲- دو گاز ایده‌آل اولی با ضریب اتمیسیته $\gamma_1 = \frac{5}{3}$ و دومی با ضریب اتمیسیته $\gamma_2 = \frac{7}{5}$ به ترتیب با نسبت

مولی $f_1 = \frac{2}{3}$ و $f_2 = \frac{1}{3}$ با یکدیگر مخلوط شده‌اند. γ ضریب اتمیسیته مخلوط این دو گاز کدام است؟

$$\frac{151}{135} \quad (۱)$$

$$\frac{105}{67} \quad (۲)$$

$$\frac{213}{135} \quad (۳)$$

$$\frac{17}{11} \quad (۴)$$

www.PnuNews.com

۴۳- اگر C_V گرمای ویژه در حجم ثابت، C_P گرمای ویژه در فشار ثابت، $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_{P,N}$ ضریب انبساط

حجمی و $\kappa_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$ ضریب فشردگی تکدما باشد، کدام رابطه نادرست است؟

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \frac{\alpha}{\kappa_T} \quad (۱)$$

$$TdS = C_P dT - \alpha TV dP \quad (۲)$$

$$C_P - C_V = \frac{TV\alpha^2}{\kappa_T} \quad (۳)$$

$$TdS = C_V dT - \frac{\alpha T}{\kappa_T} dP \quad (۴)$$

۴۴- انرژی آزاد هلمهولتز یک سیستم کلاسیکی شامل N ذره تمیزپذیر غیر برهمکنشی غیر نسبیته در دمای T تحت تاثیر انرژی پتانسیل نوسانگر هماهنگ سه بعدی $V(x, y, z) = \frac{1}{2}\beta(x^2 + y^2 + z^2)$ کدام است؟ m جرم هر ذره، k ثابت بولتزمن و β پارامتر ثابتی است.

$$NkT \ln \left[\frac{\hbar^3 \beta^{\frac{3}{2}}}{(kT)^{\frac{3}{2}} m^{\frac{3}{2}}} \right] \quad (۱)$$

$$NkT \ln \left[\frac{\hbar^3 \beta^{\frac{3}{2}}}{(kT)^{\frac{3}{2}} m^{\frac{3}{2}}} \right] \quad (۲)$$

$$NkT \ln \left[\frac{\hbar^3 \beta^{\frac{3}{2}}}{(kT)^{\frac{3}{2}} m^{\frac{3}{2}}} \right] \quad (۳)$$

$$NkT \ln \left[\frac{\hbar^3 \beta^{\frac{3}{2}}}{(\frac{3}{2}kT)^{\frac{3}{2}} m^{\frac{3}{2}}} \right] \quad (۴)$$

۴۵- تابع پارش یک سیستم متشکل از N ذره تمیز ناپذیر در دمای T به صورت $Q_N = \frac{1}{N!} \left(\sqrt{\frac{kT}{\alpha}} - 1 \right)^N$ است. آنتروپی این سیستم کدام است؟ α پارامتر ثابتی است.

$$\frac{3N}{2} \frac{(kT)^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{kT} - \sqrt{\alpha}} \quad (۱)$$

$$\frac{3N}{2} kT \quad (۲)$$

$$\frac{N}{2} \frac{(kT)^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{kT} - \sqrt{\alpha}} \quad (۳)$$

$$\frac{N(N-1)}{2} (kT - \alpha) \quad (۴)$$

۴۶- تابع ویربال برای یک سیستم آماری کلاسیکی غیرنسبیتی که انرژی پتانسیل میان ذره‌ای آن $u(\vec{r})$ تابعی همگن مرتبه n از مختصات ذره است به صورت $\psi = -\alpha PV - nU$ می باشد، که در آن P فشار، V حجم و U میانگین انرژی پتانسیل سیستم است. میانگین انرژی جنبشی سیستم کدام است؟ E میانگین انرژی کل مکانیکی سیستم است.

$$\frac{1}{n}(\alpha PV + E) \quad (۱)$$

$$\frac{1}{n+3}(PV + nE) \quad (۲)$$

$$\frac{1}{n+2}(\alpha PV + nE) \quad (۳)$$

$$\frac{1}{2n+1}(nPV - \alpha E) \quad (۴)$$

۴۷- انرژی آزاد هلمهولتز یک سیستم N ذره‌ای در دمای T به شکل $A = -NkT \ln \left(\alpha \cosh \frac{\epsilon}{kT} \right)$ است که در آن ϵ مقدار ثابتی است. گرمای ویژه این سیستم کدام است؟

$$NkT \left(\frac{\epsilon}{kT} \right)^2 \cosh^2 \left(\frac{\epsilon}{kT} \right) \quad (۱)$$

$$NkT \left(\frac{\epsilon}{kT} \right)^2 \operatorname{sech}^2 \left(\frac{\epsilon}{kT} \right) \quad (۲)$$

$$NkT \left(\frac{\epsilon}{kT} \right)^2 \sinh \left(\frac{\epsilon}{kT} \right) \quad (۳)$$

$$NkT \left(\frac{\epsilon}{kT} \right)^2 \tanh \left(\frac{\epsilon}{kT} \right) \quad (۴)$$

۴۸- تابع پارش سیستم N ذره‌ای به صورت $Q_N = \frac{1}{N!} (\alpha T^2)^N$ است. انرژی به ازای هر ذره این سیستم $\left(\frac{U}{N} \right)$ بر حسب kT کدام است؟ α پارامتر ثابتی است.

$$\frac{3}{2} \quad (۱)$$

$$3 \quad (۲)$$

$$\frac{5}{2} \quad (۳)$$

$$2 \quad (۴)$$

۴۹- اگر $\rho(q, p, t)$ تابع چگالی در فضای فاز یک آنسامبل از سیستم‌های کلاسیکی با $3N$ درجه آزادی در زمان t باشد، شرط لازم و کافی برای ایستا (stationary) بودن این آنسامبل کدام است؟

$$\sum_{i=1}^{3N} \left(\frac{\partial \rho}{\partial q_i} \dot{q}_i - \frac{\partial \rho}{\partial p_i} \dot{p}_i \right) = 0 \quad (۱)$$

$$\sum_{i=1}^{3N} \left(\frac{\partial \rho}{\partial q_i} \dot{p}_i + \frac{\partial \rho}{\partial p_i} \dot{q}_i \right) = 0 \quad (۲)$$

$$\sum_{i=1}^{3N} \left(\frac{\partial \rho}{\partial q_i} \dot{q}_i + \frac{\partial \rho}{\partial p_i} \dot{p}_i \right) = 0 \quad (۳)$$

$$\sum_{i=1}^{3N} \left(\frac{\partial \rho}{\partial q_i} \dot{p}_i - \frac{\partial \rho}{\partial p_i} \dot{q}_i \right) = 0 \quad (۴)$$

۵۰- سیستمی از N نوسانگر هماهنگ کوانتومی یک بعدی یکسان با بسامد زاویه‌ای ω تشکیل شده است.

دمای سیستم T است. μ تابع انرژی شیمیایی این سیستم کدام است؟ $\beta = \frac{1}{kT}$

$$\frac{1}{2} \hbar \omega + kT \ln(1 - e^{-\beta \hbar \omega}) \quad (۱)$$

$$\frac{1}{2} \hbar \omega + kT \ln(e^{-\beta \hbar \omega} + 1) \quad (۲)$$

$$kT \ln(\sinh(\beta \hbar \omega)) \quad (۳)$$

$$kT \ln(\tanh(\beta \hbar \omega)) \quad (۴)$$

www.PnuNews.com

۵۱- سیستمی از سه اسپین که روی راس‌های یک مثلث متساوی الاضلاع قرار دارند تشکیل شده است. هامیلتونی این مجموعه به صورت $H = J(s_1 s_2 + s_2 s_3 + s_3 s_1) + \alpha(s_1 + s_2 + s_3)$ است. که در آن $s_i = \pm 1$

اسپین ذره‌ای است که در راس i ام مثلث قرار دارد. تابع پارش این مجموعه کدام است؟ $\beta = \frac{1}{kT}$

$$2e^{3\beta J} \cosh(3\beta \alpha) + 6e^{-\beta J} \cosh(\beta \alpha) \quad (۱)$$

$$2e^{3\beta J} \cosh(3\beta \alpha) + 2e^{-\beta J} \sinh(\beta \alpha) \quad (۲)$$

$$2 \cosh(3\beta(J + \alpha)) + 6 \cosh(\beta(J - \alpha)) \quad (۳)$$

$$2 \cosh(3\beta(J - \alpha)) + 2 \cosh(\beta(J - \alpha)) \quad (۴)$$

۵۲- سیستمی از $N \gg 1$ ذره تمیز ناپذیر غیر برهمکنشی تشکیل یافته است. انرژی هر یک از ذرات سیستم فقط یکی از دو مقدار صفر یا E ($E > 0$) است. اگر انرژی داخلی کل سیستم مقدار ثابت U باشد، آنتروپی آن کدام است؟

$$k \left[N \ln N + \frac{U}{E} \ln \frac{U}{E} - \left(N - \frac{U}{E} \right) \ln \left(N - \frac{U}{E} \right) \right] \quad (۱)$$

$$k \left[N \ln N - \frac{U}{E} \ln \frac{U}{E} - \left(N - \frac{U}{E} \right) \ln \left(N - \frac{U}{E} \right) \right] \quad (۲)$$

$$k \left[N \ln N - \left(N - \frac{U}{E} \right) \ln \left(N - \frac{U}{E} \right) \right] \quad (۳)$$

$$k \left[\frac{U}{E} \ln \frac{U}{E} - \left(N - \frac{U}{E} \right) \ln \left(N - \frac{U}{E} \right) \right] \quad (۴)$$

۵۳- گازی متشکل از N ذره یکسان کلاسیکی غیر برهمکنشی روی سطح کره ای به شعاع R حرکت می کنند. جرم هر ذره m و دمای گاز T است. معادله حالت (رابطه P فشار بر حسب دما و شعاع کره) کدام است؟

$$P = \frac{\sqrt{\pi} m N k T}{R^2} \quad (۱)$$

$$P = \frac{N k T}{\sqrt{\pi} R^2} \quad (۲)$$

$$P = \frac{m N k T}{\pi R^2} \quad (۳)$$

$$P = \frac{N k T}{\sqrt{\pi} R^2} \quad (۴)$$

۵۴- تابع پارش کانونی بزرگ (Grand Canonic) یک گاز ایده آل کوانتومی که از آمار ماکسول-بولتزمن

تبعیت می کند کدام است؟ V حجم گاز، $\lambda = h / (\sqrt{\pi} m k T)^{1/2}$ و $z = e^{\frac{\mu}{kT}}$ هستند.

$$\left(1 + e^{\frac{zV}{\lambda^3}} \right)^{-1} \quad (۱)$$

$$e^{-\frac{zV}{\lambda^3}} \quad (۲)$$

$$e^{\frac{zV}{\lambda^3}} \quad (۳)$$

$$\left(1 - e^{-\frac{zV}{\lambda^3}} \right)^{-1} \quad (۴)$$

۵۵- یک سیستم متشکل از N مولکول قطبی غیر برهمکنشی در یک میدان الکتریکی ثابت و یکنواخت $\vec{E} = E_0 \hat{z}$ قرار دارد. ممان دوقطبی الکتریکی هر مولکول μ ، V حجم ظرف حاوی N مولکول و T دمای سیستم است. تابع پارش تک ذره‌ای این سیستم به شکل $Q_1 = \epsilon\pi \frac{\sinh(\beta\mu E_0)}{\beta\mu E_0}$ است. متوسط قطبش

این سیستم کدام است؟ $\beta = \frac{1}{kT}$

$$\frac{N}{V} \mu \left(\coth(\beta\mu E_0) - \frac{1}{\beta\mu E_0} \right) \hat{z} \quad (۱)$$

$$\frac{N}{V} \mu \left(\tanh(\beta\mu E_0) - \frac{1}{\beta\mu E_0} \right) \hat{z} \quad (۲)$$

$$\frac{N}{V} \mu \left(\coth(\beta\mu E_0) + \frac{1}{\beta\mu E_0} \right) \hat{z} \quad (۳)$$

$$\frac{N}{V} \mu \left(\tanh(\beta\mu E_0) + \frac{1}{\beta\mu E_0} \right) \hat{z} \quad (۴)$$

۵۶- ظرفی با حجم V_0 دارای N_0 مولکول یکسان است. با فرض آن که هیچ گونه همبستگی میان مکان‌های این مولکول‌ها وجود نداشته باشد، \bar{N} متوسط تعداد ذرات موجود در بخشی از ظرف با حجم V و

$$p = \frac{V}{V_0} \text{ کدام است؟ } (\Delta N)_{r.m.s.} = \sqrt{N^2 - \bar{N}^2}$$

$$(\Delta N)_{r.m.s.} = \sqrt{N_0 / (1-p)} \text{ و } \bar{N} = p N_0 \quad (۱)$$

$$(\Delta N)_{r.m.s.} = \sqrt{N_0 p (1-p)} \text{ و } \bar{N} = p N_0 \quad (۲)$$

$$(\Delta N)_{r.m.s.} = \sqrt{N_0 p (1-p)} \text{ و } \bar{N} = \sqrt{p} N_0 \quad (۳)$$

$$(\Delta N)_{r.m.s.} = \sqrt{N_0 p / (1-p)} \text{ و } \bar{N} = \sqrt{p} N_0 \quad (۴)$$

۵۷- برای یک الکترون در میدان مغناطیسی ثابت \vec{B} و دمای T عملگر

$$e^{-\beta H} = \hat{1} \cosh(\beta\mu_B B) + \sigma_z \sinh(\beta\mu_B B)$$

است که در آن $\hat{1}$ ماتریس یکه 2×2 ، σ_z مولفه سوم عملگر اسپین پائولی، $\mu_B = e\hbar / (2m_e c)$ و $\beta = 1 / (kT)$ می‌باشند. مقدار چشمداشتی $\langle \sigma_z \rangle$ در این حالت کدام است؟

$$\sinh(\beta\mu_B B) \quad (۱)$$

$$\coth(\beta\mu_B B) \quad (۲)$$

$$\tanh(\beta\mu_B B) \quad (۳)$$

$$\cosh(\beta\mu_B B) \quad (۴)$$

۵۸- برای یک نوسانگر هماهنگ یک بعدی با هامیلتونی $H = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$ عنصر ماتریسی عملگر $e^{-\beta H}$

$$\langle x | e^{-\beta H} | x' \rangle = \left[\frac{m\omega}{\sqrt{\pi\hbar} \sinh(\beta\hbar\omega)} \right]^{\frac{1}{2}} \exp \left\{ -\frac{m\omega}{\epsilon\hbar} \left[(x+x')^2 \tanh\left(\frac{\beta\hbar\omega}{2}\right) + (x-x')^2 \coth\left(\frac{\beta\hbar\omega}{2}\right) \right] \right\}$$

است. مقدار $\text{Tr}(e^{-\beta H})$ کدام است؟

$$\left[\sqrt{\cosh\left(\frac{1}{2}\beta\hbar\omega\right)} \right]^{-1} \quad (۱)$$

$$\left[\sqrt{\sinh\left(\frac{1}{2}\beta\hbar\omega\right)} \right]^{-1} \quad (۲)$$

$$\left[\sqrt{\sinh(\beta\hbar\omega)} \right]^{-1} \quad (۳)$$

$$\left[\sqrt{\tanh(\beta\hbar\omega)} \right]^{-1} \quad (۴)$$

۵۹- یک چرخنده کوانتومی با هامیلتونی $H = \frac{L^2}{2I}$ را در نظر بگیرید. اگر این چرخنده فقط مقادیر تکرانه زاویه‌ای مداری $\ell = 0$ و $\ell = 1$ را اختیار کند، متوسط انرژی این چرخنده در دمای T کدام است؟ $\beta = 1/(kT)$

$$\frac{\frac{\hbar^2}{2I}}{e^{-\beta \frac{\hbar^2}{2I}} + 1} \quad (۱)$$

$$\frac{\frac{\hbar^2}{2I}}{e^{-\beta \frac{\hbar^2}{2I}} + 1} \quad (۲)$$

$$\frac{\frac{\hbar^2}{2I}}{e^{-\beta \frac{\hbar^2}{2I}} + 2} \quad (۳)$$

$$\frac{\frac{\hbar^2}{2I}}{e^{-\beta \frac{\hbar^2}{2I}} + 2} \quad (۴)$$

۶۰. برای سیستمی که از آمار بوز-اینشتین تبعیت می‌کند کمیت $p_\varepsilon(n)$ احتمال آن که n ذره در حالت تک ذره‌ای با انرژی ε باشند، کدام است؟ $\langle n_\varepsilon \rangle$ متوسط عدد اشغال تراز تک ذره با انرژی ε است.

$$\frac{(\langle n_\varepsilon \rangle)^n}{n!} e^{-\langle n_\varepsilon \rangle} \quad (۱)$$

$$\frac{e^{-\langle n_\varepsilon \rangle}}{n!} \quad (۲)$$

$$e^{-\langle n_\varepsilon \rangle} \quad (۳)$$

$$\frac{(\langle n_\varepsilon \rangle)^n}{n!} \quad (۴)$$

اخبار پیام نور

www.PnuNews.com