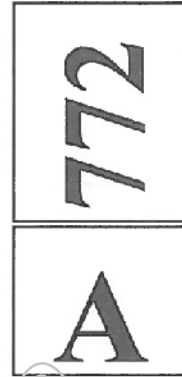


772A



نام  
نام خانوادگی  
محل امضاء

عصر جمعه  
۹۰/۲/۳۰



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

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

### آزمون دانش‌پذیری دوره‌های فراگیر «کارشناسی ارشد» دانشگاه پیام نور

رشته‌های فیزیک گرایش‌های  
انمی و مولکولی (کد ۶۸)، حالت جامد (کد ۶۹)، فیزیک بنیادی (کد ۷۰)،  
گرانش و فیزیک نجومی (کد ۷۱) و هسته‌ای (کد ۷۲)

مدت پاسخگویی: ۱۸۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۶۰

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

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

اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۰

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی‌باشد.

باشگاه دانشجویان پیام نور

۱- سرعت دقیق نور در خلأ چند  $\frac{m}{s}$  است؟

(۱) ۲۹۹۷۹۲۴۵۸

(۲) ۲۹۸۷۹۴۲۵۸

(۳) ۲۸۹۹۹۲۴۵۸

(۴) ۲۹۷۹۹۴۲۵۸

۲- معادلات ماکسول در ..... نسبت به میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی خطی بوده و اصل ترکیب خطی تا دقت ..... درصد تأیید شده است.

(۱) خلأ - ۰/۱

(۲) خلأ - ۱

(۳) تمام محیطها - ۰/۱

(۴) تمام محیطها - ۱

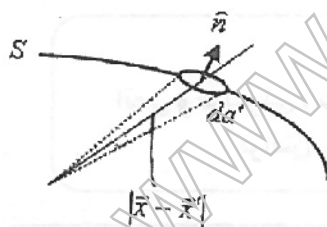
۳- پتانسیل الکتریکی ناشی از یک لایه دو قطبی (dipole-layer) با قدرت (ممان دو قطبی در واحد سطح)  $D(\vec{x}')$  که روی یک سطح  $S$  توزیع شده در یک نقطه دلخواه  $P$  با بردار مکان  $\vec{x}$  خارج از این لایه کدام است؟

$$\varphi(x) = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_S \frac{D(\vec{x}')}{|\vec{x} - \vec{x}'|} d\Omega \quad (۱)$$

$$\varphi(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_S D(\vec{x}') d\Omega \quad (۲)$$

$$\varphi(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_S \frac{D(\vec{x}')}{|\vec{x} - \vec{x}'|} d\Omega \quad (۳)$$

$$\varphi(x) = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_S D(\vec{x}') d\Omega \quad (۴)$$



۴- دو استوانه طویل رسانا به شعاع‌های  $R_1$  و  $R_2$  به موازات یکدیگر قرار دارند و فاصله دو محور آنها از هم  $d$  است و  $d$  در مقایسه با  $R_1$  و  $R_2$  بسیار بزرگ است. ظرفیت در واحد طول مجموعه تقریباً کدام است؟

$$\pi \epsilon_0 / \ln \left( \frac{2d}{R_1 + R_2} \right) \quad (1)$$

$$\pi \epsilon_0 / \ln \left( \frac{d}{\sqrt{R_1 R_2}} \right) \quad (2)$$

$$\pi \epsilon_0 / \frac{2d}{R_1 + R_2} \quad (3)$$

$$\pi \epsilon_0 / \frac{d^2}{R_1 R_2} \quad (4)$$

۵- تعدادی سطح در فضا ثابتند و روی هر کدام بار الکتریکی کل داده شده‌ای قرار دارد. در چه شرایطی انرژی الکترواستاتیک در ناحیه محدود شده با این سطوح در کمینه (مینیمم) مطلق است؟

(۱) در صورتی که بار روی هر یک از سطوح با هم برابر باشد.

(۲) در صورتی که بار کل هر یک از سطوح به نسبت عکس مساحت هر یک باشد.

(۳) در صورتی که بار روی هر یک از سطوح چنان توزیع شود که هر یک از سطوح یک سطح هم پتانسیل باشد.

(۴) در صورتی که بار روی هر یک از سطوح چنان توزیع شود که تمامی سطوح دارای پتانسیل یکسان باشند.

۶- کره رسانایی به شعاع  $R$  متصل به زمین در نظر بگیرید که مرکز آن منطبق بر مبدأ مختصات است. بار نقطه‌ای  $q$  در خارج کره و به فاصله  $3R$  از مرکز کره قرار دارد. چگالی بار الکتریکی القایی روی کره در نقطه‌ای که بردار مکان آن با بردار مکان بار نقطه‌ای زاویه  $60^\circ$  می‌سازد کدام است؟

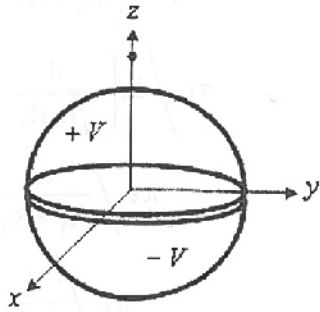
$$\frac{-2q}{9\sqrt{13}R^2} \quad (1)$$

$$\frac{-2q}{9\sqrt{7}R^2} \quad (2)$$

$$\frac{-2q}{7\pi\sqrt{7}R^2} \quad (3)$$

$$\frac{-2q}{3\pi\sqrt{13}R^2} \quad (4)$$

۷- کره‌های رسانا به شعاع  $R$  که از دو پوسته نیم کره‌ی با حلقه بسیار نازک عایق از هم جدا شده‌اند تشکیل شده است. نیم کره بالا در  $(Z > 0)$  در پتانسیل ثابت  $+V$  و نیم کره پایین در  $(Z < 0)$  در پتانسیل ثابت  $-V$  قرار دارد. پتانسیل الکتریکی در نقطه‌ای روی محور  $Z$  و به فاصله  $2R$  از مبدأ مختصات کدام است؟



$$V \left( 1 + \frac{3\sqrt{5}}{10} \right) \quad (1)$$

$$V \left( 1 - \frac{3\sqrt{5}}{10} \right) \quad (2)$$

$$V \left( 1 - \frac{3\sqrt{5}}{5} \right) \quad (3)$$

$$V \left( 1 + \frac{3\sqrt{5}}{5} \right) \quad (4)$$

۸- پتانسیل الکتریکی در صفحه  $xy$  در ناحیه محصور به  $x \in [0, \infty)$  و  $0 \leq y \leq a$  به شکل زیر است:

$$\Phi(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} A_n e^{-\frac{n\pi x}{a}} \sin\left(\frac{n\pi y}{a}\right)$$

اگر  $\Phi(0, y) = \beta y^2$  باشد که  $\beta$  مقدار ثابتی است. مقدار  $A_n$  کدام است؟

$$A_n = \begin{cases} 0 & \text{فرد } n \\ -\frac{2\beta a^2}{\pi^2 n^2} & \text{زوج } n \end{cases} \quad (1)$$

$$A_n = \begin{cases} 0 & \text{زوج } n \\ \frac{2\beta a^2}{\pi^2 n^2} & \text{فرد } n \end{cases} \quad (2)$$

$$A_n = \begin{cases} -\frac{2\beta a^2}{(\pi n)^2} & \text{فرد } n \\ 2\beta a^2 \left( \frac{1}{\pi n} - \frac{4}{(\pi n)^2} \right) & \text{زوج } n \end{cases} \quad (3)$$

$$A_n = \begin{cases} -\frac{2\beta a^2}{\pi n} & \text{زوج } n \\ 2\beta a^2 \left( \frac{1}{\pi n} - \frac{4}{(\pi n)^2} \right) & \text{فرد } n \end{cases} \quad (4)$$

۹- اگر اندازه نیروی وارد بر بار نقطه‌ای  $q$  که به فاصله  $d$  از کره رسانایی به شعاع  $R$  و متصل به زمین وارد می‌شود برابر

$$F = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2} \left( \frac{R}{d} \right)^2 \left( 1 - \frac{R^2}{d^2} \right)^{-2}$$

باشد ( $d > R$ )، کار لازم برای آنکه این بار نقطه‌ای از فاصله  $d$  از مرکز کره به

بی‌نهایت برده شود کدام است؟

$$\frac{q^2}{6\pi\epsilon_0 d} \quad (1)$$

$$\frac{q^2 R}{12\pi\epsilon_0 d^2} \quad (2)$$

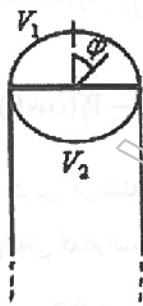
$$\frac{q^2 R}{8\pi\epsilon_0 (d^2 - R^2)} \quad (3)$$

$$\frac{q^2 R}{4\pi\epsilon_0 (d^2 + R^2)} \quad (4)$$

۱۰- دو نیمه یک استوانه رسانای طویل توخالی به شعاع داخلی  $a$  توسط یک گاف بسیار کوچک در امتداد طولی در دو طرف از هم جدا شده‌اند. یک نیمه در پتانسیل  $V_1 = 4V$  و نیمه دیگر در پتانسیل  $V_2 = 2V$  قرار دارد. پتانسیل در ناحیه داخل

استوانه برابر است با  $\frac{2}{\pi} \tan^{-1} \left( \frac{2ap}{a^2 - \rho^2} \cos \phi \right)$  که  $\phi$  از صفحه عمود بر صفحه گذرنده از گاف محاسبه

می‌شود. چگالی بار روی نیم استوانه با پتانسیل  $V_1$  کدام است؟



$$-\frac{2\epsilon_0}{\pi a \cos \phi} \quad (1)$$

$$-\frac{4\epsilon_0}{\pi a} \cos \phi \quad (2)$$

$$\frac{2\epsilon_0}{\pi a \cos \phi} \quad (3)$$

$$\frac{4\epsilon_0}{\pi a} \cos \phi \quad (4)$$

۱۱- یک میله باردار یکنواخت به طول  $L$  و بار الکتریکی  $Q$  روی محور  $x$  قرار دارد. وسط میله بر مبدأ مختصات منطبق است. چگالی بار این میله در دستگاه مختصات کروی کدام است؟

$$\rho(\vec{x}') = \frac{Q}{\sqrt{L}} \frac{1}{r'} \delta(\cos\theta' + 1) \delta(\varphi) \quad (1)$$

$$\rho(\vec{x}') = \frac{Q}{L} \frac{1}{r'^2} \delta(\cos\theta') \delta(\varphi) \quad (2)$$

$$\rho(\vec{x}') = \frac{Q}{\sqrt{L}} \frac{1}{r'^2} \delta(\cos\theta' - 1) [\delta(\varphi) + \delta(\varphi - \pi)] \quad (3)$$

$$\rho(\vec{x}') = \frac{Q}{L} \frac{1}{r'^2} \delta(\cos\theta') [\delta(\varphi) + \delta(\varphi - \pi)] \quad (4)$$

۱۲- یک سطح کروی به شعاع  $R$  دارای بار الکتریکی یکنواخت با چگالی  $\frac{Q}{4\pi R^2}$  است که روی سطح این کره به جز قطاعی با

زاویه  $\theta = \alpha$  واقع در قطب شمال کره، توزیع شده است. پتانسیل الکتریکی در نقطه‌ای با مختصات کروی  $(r, \theta, \varphi)$  در داخل کره کدام است؟

$$\Phi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \sum_{l=0}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{l+1}} P_{l+1}(\cos\alpha) \frac{r^{l-1}}{R^l} P_l(\cos\theta) \quad (1)$$

$$\Phi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \sum_{l=0}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{l+1}} P_l(\cos\alpha) \frac{r^l}{R^{l+1}} P_l(\cos\theta) \quad (2)$$

$$\Phi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \sum_{l=0}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{l+1}} [P_{l+1}(\cos\alpha) - P_{l-1}(\cos\alpha)] \frac{r^l}{R^{l+1}} P_l(\cos\theta) \quad (3)$$

$$\Phi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \sum_{l=0}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{l+1}} [P_{l+1}(\cos\alpha) + P_{l-1}(\cos\alpha)] \frac{r^l}{R^{l+1}} P_l(\cos\theta) \quad (4)$$

۱۳- تابع گرین درپشله برای فضای نامحدود میان دو صفحه یکی واقع در  $z=0$  و دیگری واقع در  $z=L$  در مختصات استوانه‌ای کدام است؟

$$G(\vec{x}, \vec{x}') = \frac{1}{L} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=-\infty}^{\infty} e^{im(\varphi-\varphi')} \sin\left(\frac{n\pi z}{L}\right) \sin\left(\frac{n\pi z'}{L}\right) I_m\left(\frac{n\pi}{L}\rho_{>}\right) K_m\left(\frac{n\pi}{L}\rho_{<}\right) \quad (1)$$

$$G(\vec{x}, \vec{x}') = \frac{1}{L} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=-\infty}^{\infty} e^{im(\varphi-\varphi')} \sin\left(\frac{n\pi z}{L}\right) \sin\left(\frac{n\pi z'}{L}\right) I_m\left(\frac{n\pi}{L}\rho_{<}\right) K_m\left(\frac{n\pi}{L}\rho_{>}\right) \quad (2)$$

$$G(\vec{x}, \vec{x}') = \frac{1}{L} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=-\infty}^{\infty} e^{im(\varphi-\varphi')} \sin\left(\frac{n\pi z}{L}\right) \cos\left(\frac{n\pi z'}{L}\right) I_m\left(\frac{n\pi}{L}\rho_{<}\right) K_m\left(\frac{n\pi}{L}\rho_{>}\right) \quad (3)$$

$$G(\vec{x}, \vec{x}') = \frac{1}{L} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=-\infty}^{\infty} e^{im(\varphi-\varphi')} \sin\left(\frac{m\pi z}{L}\right) \sin\left(\frac{m\pi z'}{L}\right) J_m\left(\frac{n\pi}{L}\rho_{<}\right) H_m\left(\frac{n\pi}{L}\rho_{>}\right) \quad (4)$$

۱۹- یک حلقه جریان به شعاع  $R$  حامل جریانی با شدت  $I$  در صفحه  $xy$  قرار دارد و مرکز حلقه بر مبدأ مختصات منطبق است. بردار پتانسیل الکتریکی ناشی از این حلقه در یک نقطه از فضا با مختصات استوانه‌ای  $(\rho, \varphi, z)$  کدام است؟

$$\bar{A}(\rho, \varphi, z) = \left[ \frac{\mu_0 IR}{\pi} \int_0^\infty dk \cos(kz) I_1(k\rho_{<}) K_1(k\rho_{>}) \right] \hat{\varphi} \quad (۱)$$

$$\bar{A}(\rho, \varphi, z) = \left[ \frac{\mu_0 IR}{\pi} \int_0^k dk \cos(kz) I_1(k\rho) J_1(kR) \right] \hat{\varphi} \quad (۲)$$

$$\bar{A}(\rho, \varphi, z) = \left[ \frac{\mu_0 IR}{\pi} \int_0^k dk e^{-k|z|} I_1(k\rho_{<}) K_1(k\rho_{>}) \right] \hat{\rho} \quad (۳)$$

$$\bar{A}(\rho, \varphi, z) = \left[ \frac{\mu_0 IR}{\pi} \int_0^k dk \sin(kz) I_1(kR) J_1(k\rho) \right] \hat{\rho} \quad (۴)$$

۲۰- در محیطی با ضریب نفوذپذیری  $\mu$  میدان مغناطیسی  $\vec{B}_0$  وجود دارد. اگر جسمی به حجم  $V$  و ضریب نفوذپذیری  $\mu$  در این محیط قرار گیرد میدان مغناطیسی به  $\vec{B}$  تبدیل می‌شود. اگر چشمه‌های میدان ثابت باشند تغییر انرژی به سبب وارد کردن این جسم در محیط کدام است؟

$$\frac{1}{2} \int_V (\vec{B} \cdot \vec{H}_0) d^3x \quad (۱)$$

$$\frac{1}{2} \int_V \left( \frac{\mu - \mu_0}{\mu_0 \mu} \right) (\vec{B}_0 \cdot \vec{B}_0) d^3x \quad (۲)$$

$$\frac{1}{2} \int_V (\vec{M} \cdot \vec{B}) d^3x \quad (۳)$$

$$\frac{1}{2} \int_V (\mu + \mu_0) (\vec{H} \cdot \vec{H}_0) d^3x \quad (۴)$$

۲۱- در کتاب ساکورائی با طرح آزمایش‌های اشترن گریخ نشان می‌دهد که برای نمایش حالت‌های سیستم‌های کوانتومی .....

- (۱) قطعاً به فضای برداری مختلط نیاز است.
- (۲) فقط به فضای برداری حقیقی نیاز است.
- (۳) هم می‌توان از فضای برداری حقیقی و هم فضای برداری مختلط استفاده کرد و تفاوتی ندارد.
- (۴) برای سیستم‌های اسپینی به فضای برداری مختلط نیاز است اما برای سیستم‌های غیر اسپینی از فضای برداری حقیقی می‌توان استفاده کرد.

۲۲- باریکه‌ای از اتم‌های اسپین  $\frac{1}{2}$  از مجموعه‌ای از دستگاه‌های اشترن گریخ عبور می‌کند. دستگاه اول فقط اتم‌های  $S_x = \frac{\hbar}{2}$  را

عبور می‌دهد. دستگاه دوم فقط اتم‌های  $S_y = -\frac{\hbar}{2}$  را عبور می‌دهد که  $S_y$  ویژه مقدار عملگر  $\hat{S} \cdot \hat{n}$  است و  $\hat{n}$  بردار یکه‌ای

است در صفحه  $xy$  که با محور  $z$  زاویه  $45^\circ$  می‌سازد. دستگاه سوم فقط اتم‌های  $S_y = -\frac{\hbar}{2}$  را عبور می‌دهد. اگر باریکه

$S_x = \frac{\hbar}{2}$  که از دستگاه اول بیرون می‌آیند به‌شمار باشد آنگاه شدت باریکه نهایی  $S_y = -\frac{\hbar}{2}$  چقدر است؟

$$\frac{2-\sqrt{2}}{8} \quad (۲)$$

$$\frac{1}{2} \quad (۱)$$

$$\frac{2+\sqrt{2}}{4} \quad (۴)$$

$$\frac{\sqrt{2}+1}{8} \quad (۳)$$

۲۳- فضای کتی را در نظر بگیرید که پایه‌های آن را  $\{|a'\rangle\}$  ویژه کت‌های عملگر هرمیتی  $A$  با ویژه مقدار متناظر  $a'$  می‌سازند و

تبهگنی نداریم. عملگر  $\prod_{a'} (A - a')$  کدام است؟  $I$  عملگر واحد است.

(۲) عملگر  $I$

(۱) عملگر صفر

(۴) عملگر  $(I - A)$

(۳) عملگر  $A$

۲۴- اگر  $|\bar{x}'\rangle$  ویژه بردار عملگر مکان و  $|\bar{p}'\rangle$  ویژه بردار عملگر تکانه خطی باشد، کدام رابطه نادرست است؟

$$\langle \bar{x}' | \bar{p}' \rangle = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\hbar}}\right)^3 e^{i\frac{\bar{p}' \cdot \bar{x}'}{\hbar}} \quad (۱)$$

$$\langle \bar{x}' | p_x | \bar{x}'' \rangle = (-i\hbar)\delta(y'-y'')\delta(z'-z'')\frac{\partial}{\partial x'}\delta(x'-x'') \quad (۲)$$

$$\langle \bar{p}' | \bar{p}'' \rangle = \delta(p'_x - p''_x)\delta(p'_y - p''_y)\delta(p'_z - p''_z) \quad (۳)$$

$$\langle \bar{x}' | e^{-\frac{i}{\hbar}\bar{a} \cdot \bar{p}} | \bar{x}'' \rangle = \langle \bar{x}' | \bar{x}'' - \bar{a} \rangle \quad (۴)$$

باشگاه دانشجویان پیام نور



۲۵- اگر  $|P' \rangle$  ویژه حالت  $P_x$  عملگر اندازه حرکت خطی در راستای  $x$  باشد حالت  $e^{i\alpha x} |P' \rangle$  (که  $\alpha$  پارامتر ثابت حقیقی و  $x$  عملگر مکان در راستای  $x$  است).....

(۱) ویژه حالت عملگر  $x$  با ویژه مقدار  $\left(-\frac{1}{\alpha} + \frac{\hbar}{P'}\right)$  است. (۲) ویژه حالت عملگر  $P_x$  با ویژه مقدار  $(-\alpha \hbar + P')$  است.

(۳) ویژه حالت عملگر  $x$  با ویژه مقدار  $\left(\frac{1}{\alpha} + \frac{\hbar}{P'}\right)$  است. (۴) ویژه حالت عملگر  $P_x$  با ویژه مقدار  $(\alpha \hbar + P')$  است.

۲۶- هامیلتونی سیستمی به شکل  $H = \beta \cos(\omega t) \sigma_x$  است که در آن  $\beta$  پارامتری ثابت و  $\sigma_x$  ماتریس پائولی و  $t$  پارامتر زمان و  $\omega$  بسامد زاویه‌ای و مقداری ثابت است. عملگر تحول زمانی  $U(t, 0)$  کدام است؟

$$\begin{pmatrix} e^{\frac{i\beta \sin \omega t}{\hbar \omega}} & 0 \\ 0 & e^{-\frac{i\beta \sin \omega t}{\hbar \omega}} \end{pmatrix} \quad (۲) \qquad \begin{pmatrix} e^{\frac{i\beta \cos \omega t}{\hbar \omega}} & 0 \\ 0 & e^{-\frac{i\beta \cos \omega t}{\hbar \omega}} \end{pmatrix} \quad (۱)$$

$$\begin{pmatrix} \sin\left(\frac{\beta \cos \omega t}{\hbar \omega}\right) & -i \cos\left(\frac{\beta \cos \omega t}{\hbar \omega}\right) \\ -i \cos\left(\frac{\beta \cos \omega t}{\hbar \omega}\right) & \sin\left(\frac{\beta \cos \omega t}{\hbar \omega}\right) \end{pmatrix} \quad (۴) \qquad \begin{pmatrix} \cos\left(\frac{\beta \sin \omega t}{\hbar \omega}\right) & -i \sin\left(\frac{\beta \sin \omega t}{\hbar \omega}\right) \\ -i \sin\left(\frac{\beta \sin \omega t}{\hbar \omega}\right) & \cos\left(\frac{\beta \sin \omega t}{\hbar \omega}\right) \end{pmatrix} \quad (۳)$$

۲۷- در مسأله نوسانگر هماهنگ یک بعدی کدام عبارت در مورد حالت همدمومی نادرست است؟

- (۱) حالت همدموس با گذشت زمان هم چنان همدموس می‌ماند.
- (۲) حالت همدموس ویژه حالت هامیلتونین نوسانگر هماهنگ یک بعدی است.
- (۳) حالت همدموس در همه زمان‌ها از رابطه حاصل ضرب عدم قطعیت مکان - اندازه حرکت خطی کمینه پیروی می‌کند.
- (۴) حالت همدموس را می‌توان از انتقال حالت پایه نوسانگر به اندازه فاصله‌ای متناهی به دست آورد.

۲۸- تقریب WKB برای چه پتانسیلهایی قابل کاربرد است؟

- (۱) فقط برای پتانسیلهایی که  $E - V(x) > 0$  باشد.
- (۲) فقط برای پتانسیلهایی که نسبت به مکان به صورت خطی تغییر می‌کنند.
- (۳) پتانسیل باید طی فاصله‌ای معادل چند طول موج دوبروی تقریباً ثابت باشد.
- (۴) پتانسیل باید طی فاصله‌ای معادل طول موج دوبروی تغییرات شدید داشته باشد.

۲۹- کدام عبارت در مورد انتشارگر  $K(\vec{x}t; \vec{x}'t')$  نادرست است؟

(۱) انتشارگر عنصر ماتریسی عملگر تحول زمانی در پایه ویژه توابع مکان است.

(۲) همواره انتشارگر تابع گرین عملگر  $(-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2 + V(\vec{x}) - i\hbar\frac{\partial}{\partial t})$  است.

(۳) در تصویر هایزنبرگ، انتشارگر دامنه احتمال یافتن ذره در لحظه  $t$  در مکان  $\vec{x}$  است در صورتی که در لحظه  $t' < t$  در مکان  $\vec{x}'$  بوده باشد.

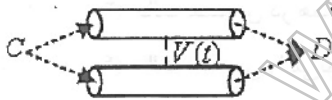
(۴) همواره انتشارگر برابر  $e^{\frac{iS(t,t')}{\hbar}}$  است که  $S(t,t') = \int_{t'}^t dt L_{\text{classic}}$  و انتگرال فقط روی مسیر کلاسیک سیستم محاسبه می‌شود.

۳۰- هامیلتونی یک ذره با اسپین  $\frac{1}{2}$  به شکل  $H = \omega S_y$  است. در تصویر هایزنبرگ  $S_x(t)$  کدام است؟ در لحظه  $t=0$   $\vec{S} = S_z(\circ)\hat{k}$  است.

$$S_z(\circ)\sin(\omega t) \quad (۱) \quad (-\omega t)S_z(\circ) \quad (۲)$$

$$-S_z(\circ)\sin(\omega t) \quad (۳) \quad S_z(\circ)\sin\left(\frac{\omega t}{2}\right) \quad (۴)$$

۳۱- باریکه‌ای از ذرات باردار در نقطه  $C$  به دو قسمت شکافته شده و هر یک به قفسه فلزی جداگانه‌ای وارد می‌شود. با روشن کردن کلید  $S$  اختلاف پتانسیل تابع زمان  $V(t)$  بین این دو قفسه ایجاد می‌شود. درست پس از آن که ذرات به قفسه وارد می‌شوند اختلاف پتانسیل روشن (زمان  $t_i$ ) و درست پیش از آن که از قفسه خارج شوند اختلاف پتانسیل خاموش می‌شود (زمان  $t_f$ ). در خارج از دو قفسه در نقطه  $D$  دو باریکه با هم ترکیب می‌شوند. کدام عبارت درست است؟



(۱) اختلاف فازی برابر  $\frac{1}{\hbar}(V(t_f) - V(t_i))$  بین تابع موج دو باریکه در نقطه  $D$  وجود دارد.

(۲) اختلاف فازی برابر  $\frac{1}{\hbar} \int_{t_i}^{t_f} V(t) dt$  بین تابع موج دو باریکه در نقطه  $D$  وجود دارد.

(۳) بنابر نظریه مکانیک کوانتومی فاز تابع موج ذرات به پتانسیل بستگی ندارد و لذا هیچ اختلاف فازی بین تابع موج دو باریکه در نقطه  $D$  وجود ندارد.

(۴) چون درون قفسه‌های فلزی نیرویی به ذرات باردار وارد نمی‌شود لذا هیچ اختلاف فازی بین تابع موج دو باریکه در نقطه  $D$  وجود ندارد.

باشگاه دانشجویان پیام نور

۳۲- عملگرهای  $D(R)$  که در فضای حالات سیستم کوانتومی اثر می‌کنند در کدام خاصیت زیر صدق نمی‌کنند؟  $R$  دورانی دلخواه در فضای سه بعدی است.

$$D(R_1)D(R_2) = D(R_1R_2) \quad (۲)$$

$$D(R_1)D(R_2) = D(R_2)D(R_1) \quad (۱)$$

$$(D(R_1)D(R_2))D(R_3) = D(R_1)(D(R_2)D(R_3)) \quad (۴)$$

$$(D(R))^{-1} = D(R^{-1}) \quad (۳)$$

۳۳- بردار حالت الکترونی در لحظه  $t = 0$  به شکل  $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$  است. این الکترون در یک میدان مغناطیسی ثابت  $B = B_0 \hat{k}$  قرار

دارد. اگر  $T = \frac{2\pi m_0 e c}{|e| B_0}$  باشد، پس از مدت زمان ..... بردار حالت ذره ..... بردار حالت لحظه در  $t = 0$  است.

$$\frac{T}{\sqrt{2}}, \text{ منهای یک ضربدر} \quad (۲)$$

$$\frac{T}{2}, \text{ منهای یک ضربدر} \quad (۱)$$

$$2T, \text{ دقیقاً برابر} \quad (۴)$$

$$T, \text{ دقیقاً برابر} \quad (۳)$$

۳۴- برای تعیین ماتریس چگالی آنسامبلی از دستگاه اسپین  $\frac{3}{2}$  حداقل چند اندازه‌گیری لازم است؟

$$7 \quad (۱)$$

$$15 \quad (۳)$$

$$16 \quad (۴)$$

۳۵-

اگر  $|l, m\rangle$  ویژه بردار مشترک عملگرهای  $L_z$  و  $L^2$  باشد کدام عبارت نادرست است؟  $\theta$  و  $\varphi$  زوایایی هستند که در مختصات کروی راستای برداریک  $\hat{n}$  را مشخص می‌کنند.

$$\langle \hat{n} | l, l \rangle \sim e^{i\varphi} \sin^l \theta \quad (۲)$$

$$L_- |l, -l\rangle = 0 \quad (۱)$$

$$L_z L_+ |l, m\rangle = (m+1)\hbar^2 |l, m+1\rangle \quad (۴)$$

$$L_- L_+ |l, -l\rangle = 2l\hbar^2 |l, -l\rangle \quad (۳)$$

۳۶- یک عملگر تانسوری کروی تقلیل‌ناپذیر مرتبه سه چند مؤلفه دارد؟

$$3 \quad (۱)$$

$$27 \quad (۴)$$

$$7 \quad (۳)$$

۳۷- بردار حالت الکترونی  $|\alpha\rangle = \frac{1}{\sqrt{10}} \begin{pmatrix} i \\ -3 \end{pmatrix}$  است. اگر الکترون را به اندازه  $\frac{\pi}{6}$  حول محور  $y$  دوران دهیم احتمال آنکه اسپین

ذره در راستای محور  $y$  مقدار  $+\frac{\hbar}{2}$  باشد چقدر است؟

(۱)  $\frac{4}{5}$

(۲)  $\frac{2}{5}$

(۳)  $\frac{1}{2}$

(۴)  $\frac{1}{5}$

۳۸- حاصل عملگر  $J_y e^{-\frac{i\alpha}{\hbar} J_x} J_y e^{+\frac{i\alpha}{\hbar} J_x}$  به ازای  $\alpha = \frac{\pi}{4}$  کدام است؟  $J_x$  و  $J_y$  مؤلفات عملگر اندازه حرکت زاویه‌ای هستند.

(۱)  $\sqrt{2} J_y$

(۲)  $\sqrt{2} J_z$

(۳)  $\frac{1}{\sqrt{2}}(J_y - J_z)$

(۴)  $\frac{1}{\sqrt{2}}(J_y + J_z)$

۳۹- اگر  $A_{q_1}^{(1)}$  تانسور مرتبه یک کروی و  $B_{q_2}^{(4)}$  تانسور مرتبه چهار کروی باشد، در رابطه

$$T_q^{(k)} = \sum_{q_1} \sum_{q_2} \langle 1, q_1; 4, q_2 | 1, q; k, q \rangle A_{q_1}^{(1)} B_{q_2}^{(4)}$$

(۴) ۵

(۳) ۴

(۲) ۳

(۱) ۲

۴۰- اگر  $T_q^{(k)}$  تانسور کروی مرتبه  $k$  باشد، کمیت  $\langle \alpha', j', m' | T_{q+1}^{(k)} | \alpha, j, m \rangle$  اگر ..... و .....  $|\alpha, j, m\rangle$  ها

ویژه بردار مشترک عملگر  $J^2$  و  $J_z$  هستند.

(۱) حتماً غیرصفر است،  $m = m' + q + 1$ ،  $|j' - k| \leq j \leq j' + k$

(۲) حتماً غیرصفر است،  $m' = m + q + 1$ ،  $|j - k| \leq j' \leq j + k$

(۳) می‌تواند غیرصفر باشد،  $m = m' + q + 1$ ،  $|j' - k| \leq j \leq j' + k$

(۴) می‌تواند غیرصفر باشد،  $m' = m + q + 1$ ،  $|j - k| \leq j' \leq j + k$

باشگاه دانشجویان پیام نور

۴۱- به چند طریق می‌توان ۴ توپ یکسان را در ۷ جعبه متمایز قرار داد؟

- (۱) ۳۰  
(۲) ۱۲۰  
(۳) ۲۱۰  
(۴) ۳۳۰

۴۲- کار انجام شده به وسیله یک گاز کامل تک اتمی در یک فرآیند بی‌دررو برگشت‌پذیر از حجم اولیه  $1 \text{ m}^3$  و فشار اولیه  $1 \text{ atm}$  به حجم نهایی دو برابر حدوداً چند کیلو ژول است؟

- (۱)  $150 \left( 1 - \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{5}{2}} \right)$   
(۲)  $150 \left( 1 + 2^{\frac{5}{2}} \right)$   
(۳)  $250 \left( 1 - \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{5}{2}} \right)$   
(۴)  $250 \left( 1 + 2^{\frac{5}{2}} \right)$

۴۳- تغییر آنتروپی یک مول گاز کامل تک اتمی از حالت تعادل  $(P, T)$  به حالت تعادل  $\left( \frac{P}{2}, 2T \right)$  چقدر است؟

- (۱)  $\frac{1}{2} R \ln 2$   
(۲)  $\frac{3}{2} R \ln 2$   
(۳)  $\frac{5}{2} R \ln 2$   
(۴)  $\frac{7}{2} R \ln 2$

۴۴- گازی در نظر بگیرید که برای آن  $PV = NKT$  و  $S = S(N, UV^{\frac{1}{3}})$  انرژی داخلی،  $V$  حجم و  $S$  آنتروپی گاز است.

$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$  برای این گاز کدام است؟

- (۱)  $\frac{4}{3}$   
(۲)  $\frac{5}{3}$   
(۳)  $\frac{7}{3}$   
(۴)  $\frac{7}{4}$

۴۵- آنتروپی یک گاز  $S = \frac{N}{2} \left[ \alpha + \delta \ln \frac{U}{N} + \gamma \ln \frac{V}{N} \right]$  است.  $\alpha$  تابع کدام یک از متغیرهای زیر است؟

- (۱)  $P$   
(۲)  $V$   
(۳)  $T, V$   
(۴)  $T, P$

۴۶- انرژی داخلی گاز واندروالس  $(V - Nb) = NKT \left( P + \frac{N^2 a}{V^2} \right)$  کدام است؟

$$CT - \frac{N^2 a}{V} \quad (۲) \qquad CT + \frac{N^2 a}{V} \quad (۱)$$

$$CT - \frac{N^2 a}{V - Nb} \quad (۴) \qquad CT + \frac{N^2 a}{V - Nb} \quad (۳)$$

۴۷- برای یک نوسانگر هماهنگ ساده یک بعدی با بسامد زاویه‌ای  $\omega$  حجم فضای فاز محصور به انرژی (انرژی مکانیکی نوسانگر)

$E + \frac{\Delta}{2}$  و  $E - \Delta$  کدام است؟

$$\frac{\pi \Delta}{2\omega} \quad (۲) \qquad \frac{2\pi \Delta}{\omega} \quad (۱)$$

$$\frac{\pi \Delta}{\omega} \quad (۴) \qquad \frac{2\pi \Delta}{\omega} \quad (۳)$$

۴۸- نیروی بازگردنده یک نوسانگر ناهماهنگ یک بعدی متناسب با مکعب جابه‌جایی از حالت تعادل است. اگر  $K$  و  $U$  به ترتیب

انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل متوسط نوسانگر باشد و  $U = \lambda K$ ،  $\lambda$  چقدر است؟

$$\frac{1}{2} \quad (۱)$$

$$\frac{3}{2} \quad (۳)$$

۴۹- اگر  $C_p$  گرمای ویژه در فشار ثابت،  $C_v$  گرمای ویژه در حجم ثابت و  $\nu$  حجم واحد جرم و  $T$  و  $P$  فشار و دما باشد،  $C_p - C_v$

کدام است؟

$$\frac{P\nu}{R} \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \left( \frac{\partial \nu}{\partial T} \right)_P \quad (۲) \qquad \frac{P\nu}{R} \left( \frac{\partial S}{\partial \nu} \right)_T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \quad (۱)$$

$$T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \left( \frac{\partial \nu}{\partial T} \right)_P \quad (۴) \qquad T \left( \frac{\partial S}{\partial \nu} \right)_T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \quad (۳)$$

۵۰- اگر  $A$  انرژی آزاد هلمهولتز یک سیستم ترمودینامیکی باشد، کدام گزینه درست است؟

$$A = N \left( \frac{\partial A}{\partial N} \right)_{V,T} + T \left( \frac{\partial A}{\partial T} \right)_{N,V} \quad (۱)$$

$$A = N \left( \frac{\partial A}{\partial N} \right)_{V,T} + V \left( \frac{\partial A}{\partial V} \right)_{N,T} \quad (۲)$$

$$A = V \left( \frac{\partial A}{\partial V} \right)_{N,T} + T \left( \frac{\partial A}{\partial T} \right)_{N,V} \quad (۳)$$

$$A = T \left( \frac{\partial A}{\partial T} \right)_{N,V} + N \left( \frac{\partial A}{\partial N} \right)_{V,T} + V \left( \frac{\partial A}{\partial V} \right)_{N,T} \quad (۴)$$

۵۱- اگر  $Q_1(V, T)$  تابع پارش تک ذره‌ای کانونیک گاز کامل باشد، کدام گزینه نشان‌دهنده آنتروپی گاز کاملی متشکل از  $N$  ذره در حالت تعادل  $P$  و  $T$  در حجم  $V$  است؟

$$S = Nk \ln \left( \frac{Q_1}{N} \right) + NkV \left( \frac{\partial \ln Q_1}{\partial V} \right)_P \quad (۲) \quad S = k \ln \left( \frac{Q_1}{N} \right) + kV \left( \frac{\partial \ln Q_1}{\partial V} \right)_P \quad (۱)$$

$$S = k \ln \left( \frac{Q_1}{N} \right) + kT \left( \frac{\partial \ln Q_1}{\partial T} \right)_P \quad (۴) \quad S = Nk \ln \left( \frac{Q_1}{N} \right) + PV \left( \frac{\partial \ln Q_1}{\partial T} \right)_P \quad (۳)$$

۵۲- انرژی آزاد هلمهولتز یک نوسانگر هماهنگ ساده یک بعدی با بسامد زاویه‌ای  $\omega$  در مجاورت منبعی به دمای  $T$  وقتی به صورت کلاسیکی در نظر گرفته شود کدام است؟

$$\frac{kT}{2} \ln \frac{\hbar \omega}{2kT} \quad (۲) \quad \frac{kT}{2} \ln \frac{2kT}{\hbar \omega} \quad (۱)$$

$$kT \ln \frac{\hbar \omega}{kT} \quad (۴) \quad kT \ln \frac{kT}{\hbar \omega} \quad (۳)$$

۵۳- قانون اول ترمودینامیک برای یک سیم کشیده شده  $dU = TdS + fdL$  است که  $dL$  تغییر طول سیم و  $f$  نیروی کشش

سیم است. اگر  $A$  سطح مقطع سیم،  $\alpha_f$  ضریب انبساط خطی در کشش ثابت و  $Y_T$  مدول یانگ تک دما باشد،  $\left( \frac{\partial f}{\partial T} \right)_L$

برابر است با:

$$-\frac{AY_T}{T^2 \alpha_f} \quad (۲) \quad -AY_T \alpha_f \quad (۱)$$

$$-\frac{LY_T}{T^2 \alpha_f} \quad (۴) \quad -LY_T \alpha_f \quad (۳)$$

باشگاه دانشجویان پیام نور

۵۴- اگر  $S$  آنتروپی و  $\mu$  پتانسیل شیمیایی یک سیستم ترمودینامیکی باشد، کدام یک از روابط ماکسول زیر صحیح است؟

$$\left(\frac{\partial S}{\partial N}\right)_{T,V} = -\left(\frac{\partial \mu}{\partial T}\right)_{N,V} \quad (۲) \qquad \left(\frac{\partial S}{\partial N}\right)_{T,V} = \left(\frac{\partial \mu}{\partial T}\right)_{N,V} \quad (۱)$$

$$\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_{N,V} = -\left(\frac{\partial \mu}{\partial N}\right)_{T,V} \quad (۴) \qquad \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_{N,V} = \left(\frac{\partial \mu}{\partial N}\right)_{T,V} \quad (۳)$$

۵۵- اگر تابع پارتیشن  $D(\mu, T)$  تابع پارتیشن گراند کانونیک یک سیستم ترمودینامیکی باشد، انرژی داخلی این سیستم در کدام گزینه به درستی بر حسب  $D$  بیان شده است؟

$$U = \left( (kT)^2 \frac{\partial}{\partial \mu} - \frac{\partial}{\partial \left(\frac{1}{kT}\right)} \right) \ln D \quad (۲) \qquad U = \left( (kT)^2 \frac{\partial}{\partial \mu} + \frac{\partial}{\partial \left(\frac{1}{kT}\right)} \right) \ln D \quad (۱)$$

$$U = \left( kT\mu \frac{\partial}{\partial \mu} + \frac{\partial}{\partial \left(\frac{1}{kT}\right)} \right) \ln D \quad (۴) \qquad U = \left( kT\mu \frac{\partial}{\partial \mu} - \frac{\partial}{\partial \left(\frac{1}{kT}\right)} \right) \ln D \quad (۳)$$

۵۶- اگر تابع پارتیشن تک ذره‌ای یک گاز کامل تک اتمی در ظرفی به حجم  $V$ ،  $Q_1 = V\varphi(T)$  باشد، کدام گزینه بیان کننده پتانسیل شیمیایی گاز کامل متشکل از  $N$  ذره در حالت تعادل در دمای  $T$  در حجم  $V$  است؟

$$kTN \left[ \ln \left( \frac{N}{V\varphi(T)} \right) + 1 \right] \quad (۲) \qquad kTN \ln \left( \frac{N}{V\varphi(T)} \right) \quad (۱)$$

$$kT \ln \left( \frac{N}{V\varphi(T)} \right) \quad (۴) \qquad kT \left[ \ln \left( \frac{N}{V\varphi(T)} \right) + 1 \right] \quad (۳)$$



۵۷- برای یک نوسانگر هماهنگ ساده کوانتومی ترازهای انرژی  $E_n = \hbar\omega \left( n + \frac{1}{2} \right)$  است که  $n = 0, 1, 2, \dots$ . تابع پارش گراند

کانونیک این دستگاه کدام است؟

$$\frac{1}{(1 + e^{kT}) \sinh \frac{\hbar\omega}{2kT}} \quad (2)$$

$$\frac{e^{\frac{\mu}{kT}}}{(1 + e^{\frac{\mu}{kT}}) \sinh \frac{\hbar\omega}{2kT}} \quad (4)$$

$$\frac{1}{1 - \frac{e^{\frac{\mu}{kT}}}{\gamma \sinh \left( \frac{\hbar\omega}{2kT} \right)}} \quad (1)$$

$$\frac{1}{1 - \frac{\mu}{e^{kT}} \frac{1}{\gamma \sinh \left( \frac{\hbar\omega}{2kT} \right)}} \quad (3)$$

۵۸- یک مولکول هموگلوبین می‌تواند حداکثر ۴ ملکول اکسیژن جذب کند. فرض کنید  $E$  انرژی بستگی یک ملکول اکسیژن به

هموگلوبین و  $\lambda = e^{\frac{\mu}{kT}}$  فعالیت مطلق یک ملکول اکسیژن آزاد باشد. احتمال این که در دمای  $T$  فقط یک ملکول اکسیژن به وسیله یک ملکول هموگلوبین جذب شود، چقدر است؟

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

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

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

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

۵۹- اگر  $\rho$  ماتریس چگالی و  $H$  هامیلتونی یک دستگاه باشد، کدام گزینه نادرست است؟

$$S = k \text{Tr}(\rho \ln \rho) \quad (1)$$

$$\langle H \rangle = kT^2 \frac{\partial}{\partial (kT)} \ln \text{Tr} \left( e^{-\frac{H}{kT}} \right) \quad (2)$$

$$i \hbar \frac{\partial \rho}{\partial t} = -[\rho, H] \quad \text{و} \quad \text{Tr} \rho = 1 \quad (3)$$

$$\text{Tr} \rho^2 = 1 \quad \text{در هر پایه‌ای که نوشته شود} \quad \text{و} \quad \rho^2 = \rho \quad (4)$$

باشگاه دانشجویان پیام نور

۶- برای یک نوسانگر هماهنگ یک بعدی  $H = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$  ،  $\text{Tr}(e^{-\beta H})$  کدام است؟

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

$$\frac{\beta \hbar \omega}{2 \sinh \frac{\beta \hbar \omega}{2}} \quad (1)$$

$$\frac{e^{-\beta \hbar \omega}}{1 - e^{-\beta \hbar \omega}} \quad (4)$$

$$\frac{1}{\sinh \frac{\beta \hbar \omega}{2}} \quad (3)$$

www.pnu-club.com