



تعداد سوالات: تستی: ۴۰ تشریحی: ۰

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۱۲۰ تشریحی: ۰

سری سوال: یک ۱

عنوان درس: مکانیک کوانتومی ۱

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (زمینه اتمی و مولکولی)، فیزیک (زمینه حالت جامد)، فیزیک (زمینه ذرات بنیادی)، فیزیک (زمینه گرانش و فیزیک نجومی)، فیزیک (زمینه هسته ای)، فیزیک (زمینه فیزیک بنیادی)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد)، فیزیک (هسته ای) (۱۱۱۳۰۴۱)

استفاده از ماشین حساب ساده مجاز است

۱- نسبت تابش جذب شده به تابش فرودی برای جسم سیاه کدام است؟

۱.  $0 \leq A \leq 1$     ۲.  $A = 1$     ۳.  $A = 0$     ۴.  $A \neq 1$

۲- توان تابشی به کدام عامل بستگی دارد؟

۱. شکل    ۲. بسامد تابش    ۳. ترکیب شیمیایی    ۴. چگالی جسم

۳- طبق قانون وین چه رابطه ای بین دما و طول موج بیشینه برای یک فلز وجود دارد؟

۱. معکوس    ۲. مستقیم    ۳. نمایی    ۴. مستقل

۴- یک آنتن  $45kw$  پخش برنامه های رادیویی، موج هایی با بسامد  $4MHz$  گسیل می کند. چه تعداد فوتون در هر ثانیه گسیل می شود؟

۱.  $4.3 \times 10^{31}$     ۲.  $1.7 \times 10^{31}$     ۳.  $7.1 \times 10^{31}$     ۴.  $6.5 \times 10^{31}$

۵- یک باریکه ماوراء بنفش باطول موج  $\lambda = 80nm$  به سطح یک سرب برخورد می کند و فوتوالکترونی با انرژی بیشینه  $11/39eV$  تولید می کند، تابع کار سرب کدام است؟  $(hc \cong 1240eV \cdot nm)$

۱.  $5/32eV$     ۲.  $3/18eV$     ۳.  $6/21eV$     ۴.  $4/11eV$

۶- فوتون هایی با انرژی بالا (پرتوهای گاما) از الکترونیایی که در ابتدا در حال سکون بوده اند، پراکنده می شوند. فرض کنید فوتون ها پس پراکنده شوند (یعنی  $\theta = \pi$ ) و انرژی آنها بسیار بزرگتر از انرژی سکون الکترون باشد، جابجایی طول موج

چقدر است؟  $\left(\frac{h}{m_e c} = 2.43 \times 10^{-12} m\right)$ 

۱.  $2.43 \times 10^{-12} m$     ۲.  $2.43 \times 10^{-24} m$     ۳.  $4.86 \times 10^{-12} m$     ۴.  $4.86 \times 10^{-24} m$

۷- در مدل اتمی بور حاصل  $\frac{r_n}{v_n}$  کدام است؟

۱.  $\frac{n^3 \hbar}{mc^2}$     ۲.  $\frac{n^3 \hbar}{Z^2 \alpha^2 mc^2}$     ۳.  $\frac{\hbar}{Z^2 \alpha^2}$     ۴.  $\frac{n^3}{Z^2 \alpha^2}$

۸- فاصله صفحات براگ برای یک بلور نیکل  $0.091nm$  می باشد، اگر زاویه بین پرتو فرودی و صفحه بلور  $30^\circ$  باشد در بیشینه اول طول موج وابسته به الکترون پراکنده شده چقدر است؟

۱.  $0.091nm$     ۲.  $0.045nm$     ۳.  $0.182nm$     ۴.  $0.032nm$



تعداد سوالات: تستی: ۴۰ تشریحی: ۰

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۱۲۰ تشریحی: ۰

سری سوال: ۱ یک

عنوان درس: مکانیک کوانتومی ۱

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (زمینه اتمی و مولکولی)، فیزیک (زمینه حالت جامد)، فیزیک (زمینه ذرات بنیادی)، فیزیک (زمینه گرانش و فیزیک نجومی)، فیزیک (زمینه هسته ای)، فیزیک (زمینه فیزیک بنیادی)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد)، فیزیک (هسته ای) (۱۱۳۰۴۱)

$$-9 \quad \text{ضریب بهنجارش } A \text{ در تابع موج } \Phi(k) = \begin{cases} A(a-|k|) \rightarrow |k| \leq a \\ 0 \rightarrow |k| > a \end{cases} \text{ کدام است؟}$$

$$1.1 \quad \sqrt{\frac{2}{a}} \quad .2 \quad \sqrt{\frac{3}{2a^3}} \quad .3 \quad \sqrt{\frac{2a^3}{3}} \quad .4$$

-10 دو تابع موج  $\psi_1(y,t) = 5y \cos 7t$  و  $\psi_2(y,t) = -5y \cos 9t$  در یک نقطه به هم می رسند و برهم نهی آنها یک بسته موج را تولید می کند، بسته موج برابر کدام گزینه است؟

$$1. \quad 10y \sin t \sin 8t \quad .2 \quad 5y \sin t \sin 3t \quad .3 \quad y \sin t \cos t \quad .4 \quad y \sin t \cos 8t$$

-11 سرعت فاز برای یک بسته ی موج متناظر با یک ذره نسبیتی که با سرعت گروه  $v$  حرکت می کند کدام است؟

$$1. \quad c \quad .2 \quad v \quad .3 \quad \frac{c^2}{v} \quad .4 \quad \frac{v^2}{c}$$

-12 برای اعداد  $i = 1, 1, 2, 2, 3, 4$  مقدار  $\langle i^2 \rangle$  کدام است؟

$$1. \quad 4/2 \quad .2 \quad 6 \quad .3 \quad 5/83 \quad .4 \quad 8/7$$

-13 سیستمی را در نظر بگیرید که حالت آن بر حسب یک مجموعه کامل و متعامد بهنجار  $|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{5}}|\phi_1\rangle + \frac{3}{\sqrt{5}}|\phi_2\rangle + \frac{1}{\sqrt{5}}|\phi_3\rangle$

$$1. \quad \frac{11}{5} \quad .2 \quad \frac{1}{5} \quad .3 \quad \frac{5}{11} \quad .4 \quad \frac{1}{11}$$

$$-14 \quad \text{تابع موج ذره ای در زمان } t=0 \text{ بصورت } \Psi(x,0) = \begin{cases} Ax/a \rightarrow 0 \leq x \leq a \\ A(b-x)/(b-a) \rightarrow a \leq x \leq b \\ 0 \rightarrow \text{other place} \end{cases} \text{ است. احتمال یافتن ذره در فاصله}$$

$x=0$  و  $x=b$  کدام است؟

$$1. \quad 1 \quad .2 \quad 0/5 \quad .3 \quad \frac{a}{b} \quad .4 \quad \frac{b}{a}$$



تعداد سوالات: تستی: ۴۰ تشریحی: ۰

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۱۲۰ تشریحی: ۰

سری سوال: ۱ یک

عنوان درس: مکانیک کوانتومی ۱

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (زمینه اتمی و مولکولی)، فیزیک (زمینه حالت جامد)، فیزیک (زمینه ذرات بنیادی)، فیزیک (زمینه گرانش و فیزیک نجومی)، فیزیک (زمینه هسته ای)، فیزیک (زمینه فیزیک بنیادی)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد)، فیزیک (هسته ای) (۱۱۱۳۰۴۱)

۱۵- اگر تابع موج ذره ای بصورت  $\psi(x, t) = \sqrt{k} e^{-k|x|} e^{-i\omega t}$  باشد، انحراف معیار  $\sigma$  کدام است؟

۱. صفر      ۲.  $\frac{1}{2k^2}$       ۳.  $\frac{1}{\sqrt{2k^2}}$       ۴.  $2k^2$

۱۶- مقدار  $\left[ \frac{d}{dx}, x^2 \right]$  کدام است؟

۱. ۱      ۲. صفر      ۳.  $2x$       ۴.  $x$

۱۷- اگر  $|\psi_1\rangle = 9i|\phi_1\rangle + 2|\phi_2\rangle$  و  $|\psi_2\rangle = -i|\phi_1\rangle + 3|\phi_2\rangle$  باشد.  $\langle \psi_2 | \psi_1 \rangle$  کدام است؟

۱. ۱۵      ۲. -۳      ۳. -۱۵      ۴. ۳

۱۸- اگر  $|\chi\rangle = \frac{-i}{\sqrt{2}}|\phi_1\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|\phi_2\rangle$  باشد و  $|\phi_1\rangle$  و  $|\phi_2\rangle$  بردارهای پایه کامل و متعامد بهنجار هستند، الحاقی هرمیتی  $|\chi\rangle$  کدام است؟

۱.  $\frac{i}{\sqrt{2}}|\phi_1\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|\phi_2\rangle$       ۲.  $-\frac{i}{\sqrt{2}}|\phi_1\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|\phi_2\rangle$       ۳.  $-\frac{i}{\sqrt{2}}|\phi_1\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|\phi_2\rangle$       ۴.  $\frac{i}{\sqrt{2}}|\phi_1\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|\phi_2\rangle$

۱۹- کدامیک از عملگرهای زیر پادهرمیتی است؟

۱.  $X$       ۲.  $e^x$       ۳.  $e^{d/dx}$       ۴.  $i d/dx$

۲۰- عملگر  $\frac{(1+iA)}{(1-iA^\dagger)}$  چگونه است؟

۱. هرمیتی      ۲. غیر هرمیتی      ۳. پادهرمیتی      ۴. عملگر یکه

۲۱- رابطه  $\frac{d}{dt}\langle A \rangle$  معادل کدام رابطه است؟

۱.  $\left\langle \frac{\partial A}{\partial t} \right\rangle$       ۲.  $\frac{i}{\hbar}\langle [A, H] \rangle$       ۳.  $\frac{i}{\hbar}\langle [A, H] \rangle + \left\langle \frac{\partial A}{\partial t} \right\rangle$       ۴.  $\frac{1}{i\hbar}\langle [A, H] \rangle + \left\langle \frac{\partial A}{\partial t} \right\rangle$

۲۲- ذره ای با انرژی  $40 \text{ Mev}$  به یک سد پتانسیل به ارتفاع  $20 \text{ Mev}$  برخورد می کند. ضریب بازتاب کدام است؟

۱. ۰/۵      ۲. ۱      ۳. ۰/۷۵      ۴. ۰/۹



تعداد سوالات: تستی: ۴۰ تشریحی: ۰

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۱۲۰ تشریحی: ۰

سری سوال: ۱ یک

عنوان درس: مکانیک کوانتومی ۱

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (زمینه اتمی و مولکولی)، فیزیک (زمینه حالت جامد)، فیزیک (زمینه ذرات بنیادی)، فیزیک (زمینه گرانش و فیزیک نجومی)، فیزیک (زمینه هسته ای)، فیزیک (زمینه فیزیک بنیادی)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد)، فیزیک (هسته ای) (۱۱۱۳۰۴۱)

۲۳- تابع موج یک سیستم کوانتومی بصورت  $|\psi\rangle = 2c|\phi_1\rangle + c|\phi_2\rangle$  می باشد، مقدار  $c$  را بگونه ای بیابید که تابع موج بهنجار باشد.

۱.  $\frac{1}{3}$       ۲.  $\frac{1}{\sqrt{5}}$       ۳.  $\frac{1}{5}$       ۴.  $\frac{1}{\sqrt{3}}$

۲۴- ذره ای به جرم  $m$  را در پتانسیل  $V(x) = \begin{cases} +\infty \rightarrow x < 0 \\ 0 \rightarrow 0 < x < 2a \\ +\infty \rightarrow x > 2a \end{cases}$  قرار دارد، تابع موج آن کدام است؟

۱.  $\sqrt{\frac{1}{a}} \sin \frac{n\pi}{a} x$       ۲.  $\sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi}{a} x$       ۳.  $\sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi}{2a} x$       ۴.  $\sqrt{\frac{1}{a}} \sin \frac{n\pi}{2a} x$

۲۵- ذره ای در یک چاه پتانسیل بی پایان با تابع موج  $u_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi}{a} x$  قرار دارد، مقدار  $\langle p^2 \rangle$  کدام است؟

۱.  $\frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{a^2}$       ۲. صفر      ۳.  $\frac{n\pi\hbar}{a}$       ۴. ۱

۲۶- ذره ای در یک چاه پتانسیل بی پایان با تابع موج  $\psi(x) = c\sqrt{\frac{2}{a}} \left( \sin \frac{\pi}{a} x - 3 \sin \frac{2\pi}{a} x \right)$  قرار دارد. احتمال اینکه ذره در حالت پایه یافت شود چقدر است؟

۱.  $\frac{3}{10}$       ۲.  $\frac{2}{a}$       ۳.  $\frac{1}{\sqrt{10}}$       ۴.  $\frac{1}{10}$

۲۷- تابع موج ذره ای در چاه پتانسیل متقارن بصورت  $\psi(x) = \frac{3}{5}\sqrt{\frac{2}{a}} \cos \frac{3\pi}{a} x + \frac{4}{5}\sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{2\pi}{a} x$  است. مقدار چشمداشتی عملگر پارته کدام است؟

۱.  $\frac{-7}{25}$       ۲.  $\frac{7}{25}$       ۳.  $\frac{-16}{25}$       ۴.  $\frac{9}{25}$

۲۸- تابع موج اولیه ذره آزاد بصورت  $\psi(x,0) = Ae^{-x^2}$  می باشد، مقدار  $A$  برای تابع بهنجار شده کدام است؟

۱.  $\left(\frac{2}{\pi}\right)^{1/4}$       ۲.  $\left(\frac{1}{\pi}\right)^{1/4}$       ۳.  $\left(\frac{2}{\pi}\right)^{1/2}$       ۴.  $\left(\frac{1}{\pi}\right)^{1/2}$



تعداد سوالات: تستی: ۴۰ تشریحی: ۰

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۱۲۰ تشریحی: ۰

عنوان درس: مکانیک کوانتومی ۱

سری سوال: ۱ یک

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (زمینه اتمی و مولکولی)، فیزیک (زمینه حالت جامد)، فیزیک (زمینه ذرات بنیادی)، فیزیک (زمینه گرانش و فیزیک نجومی)، فیزیک (زمینه هسته ای)، فیزیک (زمینه فیزیک بنیادی)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد)، فیزیک (هسته ای) (۱۱۱۳۰۴۱)

۲۹- معادله صحیح کدام است؟

$$\nabla \cdot j(r,t) - \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 \quad .2$$

$$\nabla \cdot \rho(r,t) + \frac{\partial j}{\partial t} = 0 \quad .1$$

$$\rho(r,t) = \psi(r,t) \quad .4$$

$$j(r,t) = \frac{\hbar}{2im} (\psi^* \nabla \psi - \psi \nabla \psi^*) \quad .3$$

۳۰- اگر عملگر پاریته و هامیلتونی با هم جابجا شوند یعنی  $[H, P] = 0$  باشد، کدام گزینه صحیح نمی باشد؟

۱. پاریته پایسته است

۲. پاریته ثابت حرکت است

۳. پاریته و هامیلتونی ویژه حالت همزمان دارند

۴. پتانسیل فرد است

۳۱- پله پتانسیل  $V(x) = \begin{cases} 0 \rightarrow x < 0 \\ V_0 \rightarrow x > 0 \end{cases}$  را در نظر بگیرید. تابع موج در نقاط  $x > 0$  برای حالت  $E < V_0$  کدام است؟

$$e^{kx} \quad .4$$

$$e^{-kx} \quad .3$$

$$e^{-ikx} \quad .2$$

$$e^{ikx} \quad .1$$

۳۲- ذره ای با انرژی  $E$  و یک چاه پتانسیل متناهی با عمق  $V_0$  را در نظر بگیرید. در چه حالتی این چاه برای این ذره شفاف است؟

$$V_0 \rightarrow \infty \quad .4$$

$$E \ll V_0 \quad .3$$

$$E \gg V_0 \quad .2$$

$$E = V_0 \quad .1$$

۳۳- در یک نوسانگر هماهنگ کوانتومی  $[AA^\dagger, A^\dagger]$  کدام است؟

$$\hbar \omega A^\dagger \quad .4$$

$$\hbar \omega A \quad .3$$

$$-\hbar \omega A^\dagger \quad .2$$

$$-\hbar \omega A \quad .1$$

۳۴- عبارت  $\langle n | x^2 | n \rangle$  کدام است؟

$$\frac{\hbar}{2m\omega} \quad .4$$

صفر .3

$$\frac{m\omega\hbar}{2}(2n+1) \quad .2$$

$$\frac{\hbar}{2m\omega}(2n+1) \quad .1$$

۳۵- حاصل  $\langle 3 | px | 3 \rangle$  کدام است؟

$$\frac{i\hbar}{2} \quad .4$$

صفر .3

$$-\frac{i\hbar}{2} \quad .2$$

صفر .1



تعداد سوالات: تستی: ۴۰ تشریحی: ۰

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۱۲۰ تشریحی: ۰

سری سوال: ۱ یک

عنوان درس: مکانیک کوانتومی ۱

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (زمینه اتمی و مولکولی)، فیزیک (زمینه حالت جامد)، فیزیک (زمینه ذرات بنیادی)، فیزیک (زمینه گرانش و فیزیک نجومی)، فیزیک (زمینه هسته ای)، فیزیک (زمینه فیزیک بنیادی)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد)، فیزیک (هسته ای) (۱۱۱۳۰۴۱)

۳۶- در یک نوسانگر ساده یک بعدی تابع موج در  $t=0$  بصورت  $\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{2}}u_0(x) + \frac{1}{\sqrt{2}}u_2(x)$  می باشد، ویژه تابع وابسته

به زمان برای  $t \geq 0$  کدام است؟

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\sqrt{2}} \left( u_0(x) e^{\frac{i\alpha x}{2}} + u_2(x) e^{\frac{i\alpha x}{2}} \right) \quad .1 \\ & \frac{1}{\sqrt{2}} \left( u_0(x) e^{\frac{i\alpha x}{2}} + u_2(x) e^{\frac{-i\alpha x}{2}} \right) \quad .2 \\ & \frac{1}{\sqrt{2}} \left( u_0(x) e^{\frac{-i\alpha x}{2}} + u_2(x) e^{\frac{-i\alpha x}{2}} \right) \quad .3 \\ & \frac{1}{\sqrt{2}} \left( u_0(x) e^{\frac{-i\alpha x}{2}} + u_2(x) e^{\frac{5i\alpha x}{2}} \right) \quad .4 \end{aligned}$$

۳۷- انرژی حالت پایه سیستمی متشکل از تعداد  $N$  بوزون غیر برهمکنش که در چاه پتانسیل یک بعدی بی پایان قرار گرفته کدام است؟

$$\begin{aligned} & \frac{N^2 \pi^2 \hbar^2}{8ma^2} \quad .1 \\ & \frac{N\pi^2 \hbar^2}{2ma^2} \quad .2 \\ & \frac{N\pi^2 \hbar^2}{2ma^2} \quad .3 \\ & \frac{N^2 \pi^2 \hbar^2}{8ma^2} \quad .4 \end{aligned}$$

۳۸- مقدار  $[P, H]$  برابر کدام گزینه است؟ (P عملگر اندازه حرکت خطی است.)

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial x} P(x) \quad .1 \\ & \text{صفر} \quad .2 \\ & \frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial x} V(x) \quad .3 \\ & \frac{\partial}{\partial x} V(x) \quad .4 \end{aligned}$$

۳۹- ذره ای در یک جعبه پتانسیل مکعبی قرار دارد، انرژی حالت  $E_{222}$  کدام است؟

$$\begin{aligned} & 12E_1 \quad .1 \\ & 9E_1 \quad .2 \\ & 6E_1 \quad .3 \\ & 3E_1 \quad .4 \end{aligned}$$

۴۰- اولین حالت برانگیختگی در نوسانگر هماهنگ همسانگرد سه بعدی دارای چه درجه واکنی است؟

$$\begin{aligned} & \text{صفر} \quad .1 \\ & ۱ \quad .2 \\ & ۲ \quad .3 \\ & ۳ \quad .4 \end{aligned}$$