



تعداد سوالات: تستی: ۳۵ تشریحی: ۰

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

سری سوال: یک ۱

عنوان درس: مکانیک کوانتومی ۱

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

فیزیک (زمینه گرانش و فیزیک نجومی)، فیزیک (زمینه هسته ای)، فیزیک (زمینه اتمی و مولکولی)، فیزیک (زمینه فیزیک)،

بنیادی(۱۱۱۳۰۴۱)

استفاده از ماشین حساب ساده مجاز است

۱- نتایج آزمایشات گوستاو کیرشهف در مورد جسم سیاه نشان داد که:

۱. توان تابشی جسم به شکل جسم بستگی دارد.

۲. توان تابشی جسم به شکل جسم و ترکیب شیمیایی آن بستگی دارد.

۳. توان تابشی فقط تابع بسامد تابش است.

۴. توان تابشی تابع بسامد تابش و دما می باشد.

۲- λ_{\max} در رابطه کمی وین کدام است؟

$$\frac{T^2}{b} \quad .4$$

$$\frac{T}{b} \quad .3$$

$$\frac{b}{T} \quad .2$$

$$\frac{b}{T^2} \quad .1$$

۳- توزیع پلانک کدام است؟

$$u(\nu, T) = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} + 1} \quad .2$$

$$u(\nu, T) = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1} \quad .1$$

$$u(\nu, T) = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{h\nu}{e^{-h\nu/kT} + 1} \quad .4$$

$$u(\nu, T) = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{h\nu}{e^{-h\nu/kT} - 1} \quad .3$$

۴- در اثر فوتو الکترونیک:

۱. انرژی جنبشی فوتوالکترون ها رابطه خطی با بسامد داشته و وابسته به شدت نور فرودی است.

۲. انرژی جنبشی رابطه خطی با سرعت الکترون داشته و مستقل از شدت نور فرودی است.

۳. انرژی جنبشی رابطه خطی با بسامد داشته و مستقل از شدت نور فرودی است.

۴. رابطه خطی با سرعت الکترون داشته و وابسته به شدت نور فرودی است.



سری سوال: ۱ یک

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

تعداد سوالات: تستی: ۳۵ تشریحی: ۰

عنوان درس: مکانیک کوانتومی ۱

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

بنیادی) ۱۱۱۳۰۴۱

۵- کدام گزینه اختلاف طول موج فوتون فرودی و پراکنده شده را در پدیده کامپتون بیان می کند؟

$$\lambda' - \lambda = \frac{4\pi h}{m \cdot c} \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right) \quad .2 \quad \lambda' - \lambda = \frac{h}{m \cdot c} (1 - \cos \theta) \quad .1$$

$$\lambda' - \lambda = \frac{4\pi h^2}{m \cdot c} \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right) \quad .4 \quad .3 \text{ الف و ب}$$

۶- در تابع موج گاوس $\phi(k) = A \exp\left[-a^2(k - k_0)^2/4\right]$ احتمال یافتن ذره در ناحیه $-\frac{a}{2} \leq x \leq \frac{a}{2}$ چقدر است؟

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

۷- در تابع موج گاوس $\phi(k) = A \exp\left[-a^2(k - k_0)^2/4\right]$ حاصلضرب دو نیم پهنای مکان و اندازه حرکت $(\Delta x \Delta k)$ کدام است؟

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

۸- پاشندگی α برای ذره آزاد کدام است؟

$$\alpha = \frac{\hbar^2}{2m} \quad .1 \quad \alpha = \frac{\hbar}{2m} \quad .2 \quad \frac{\hbar}{m} \quad .3 \quad \frac{\hbar^2}{m} \quad .4$$

۹- در اندازه گیری مکان الکترون در آزمایش میکروسکوپ هایزنبرگ حاصلضرب $\Delta p_x \Delta x$ کدام است؟

$$\pi \hbar \quad .1 \quad 2\pi \hbar \quad .2 \quad 4\pi \hbar \quad .3 \quad 3\pi \hbar \quad .4$$

۱۰- اشندگی امواج آب با رابطه $\omega^2 = \frac{T}{\rho} k^3 + gk$ داده شده است که g شتاب جاذبه و ρ و T به ترتیب چگالی و کشش سطحی آب هستند آن گاه سرعت فاز در مورد حدی λ های بزرگ کدام است؟

$$\frac{1}{2} \sqrt{\frac{g}{k}} \quad .1 \quad \sqrt{\frac{T}{\rho}} \quad .2 \quad \sqrt{\frac{g}{3k}} \quad .3 \quad \sqrt{\frac{g}{k}} \quad .4$$



سری سوال: ۱ یک

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

تعداد سوالات: تستی: ۳۵ تشریحی: ۰

عنوان درس: مکانیک کوانتومی ۱

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

(فیزیک (زمینه گرانش و فیزیک نجومی)، فیزیک (زمینه هسته ای)، فیزیک (زمینه اتمی و مولکولی)، فیزیک (زمینه فیزیک

بنیادی) ۱۱۱۳۰۴۱

۱۱- چگالی شار یا اندازه جریان احتمال $j(x, t)$ کدام است؟

$$j(x, t) = \frac{i\hbar^2}{2m} (\psi^* \frac{\partial \psi}{\partial x} - \frac{\partial \psi^*}{\partial x} \psi) \quad .2$$

$$j(x, t) = \frac{-i\hbar}{2m} (\psi^* \frac{\partial \psi}{\partial x} - \frac{\partial \psi^*}{\partial x} \psi) \quad .1$$

$$j(x, t) = \frac{-i\hbar^2}{m} (\psi^* \frac{\partial \psi}{\partial x} - \frac{\partial \psi^*}{\partial x} \psi) \quad .4$$

$$j(x, t) = \frac{-i\hbar^2}{2m} (\psi^* \frac{\partial \psi}{\partial x} - \frac{\partial \psi^*}{\partial x} \psi) \quad .3$$

۱۲- تابع موج زیر را در نظر بگیرید $\psi(x, t) = A e^{-k|x|} e^{-i\omega t}$ که در آن A و k و ω اعداد حقیقی و مثبت هستند

مقدار چشمداشتی $\langle x^2 \rangle$ کدام است؟

$$\frac{1}{\sqrt{k}} \quad .4$$

$$\frac{1}{k} \quad .3$$

$$\frac{1}{2k^2} \quad .2$$

$$\frac{1}{2k} \quad .1$$

۱۳- کدام رابطه در مورد جابجایی مؤلفه های عملگر مکان و اندازه صحیح نیست؟

$$[p_x, x] = i\hbar \quad .4$$

$$[x, \hat{p}_x] = i\hbar \quad .3$$

$$[y, \hat{p}_y] = i\hbar \quad .2$$

$$[z, p_z] = i\hbar \quad .1$$

۱۴- تحول زمانی مقدار چشمداشتی عملگر \hat{A} کدام است؟

$$\frac{d}{dt} \langle \hat{A} \rangle = i\hbar \langle [\hat{A}, \hat{H}] \rangle + \left\langle \frac{\partial \hat{A}}{\partial t} \right\rangle \quad .2$$

$$\frac{d}{dt} \langle \hat{A} \rangle = \frac{1}{i\hbar} \langle [\hat{A}, \hat{H}] \rangle - \left\langle \frac{\partial \hat{A}}{\partial t} \right\rangle \quad .1$$

$$\frac{d}{dt} \langle \hat{A} \rangle = \frac{1}{i\hbar} \langle [\hat{A}, \hat{H}] \rangle + \left\langle \frac{\partial \hat{A}}{\partial t} \right\rangle \quad .4$$

$$\left\langle \frac{d\hat{A}}{dt} \right\rangle = i\hbar \langle [\hat{A}, \hat{H}] \rangle + \left\langle \frac{\partial \hat{A}}{\partial t} \right\rangle \quad .3$$

۱۵- ویژه تابع عملگر $\hat{P}_x = -i\hbar \frac{d}{dx}$ کدام است؟ (A یک ثابت و λ ویژه مقدار است)

$$A e^{\frac{2i\lambda x}{\hbar}} \quad .4$$

$$A e^{\frac{-i\lambda x}{2\hbar}} \quad .3$$

$$A e^{\frac{i\lambda x}{\hbar}} \quad .2$$

$$A e^{\frac{i\lambda x}{2\hbar}} \quad .1$$



سری سوال: ۱ یک

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

تعداد سوالات: تستی: ۳۵ تشریحی: ۰

عنوان درس: مکانیک کوانتومی ۱

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

بنیادی) ۱۱۱۳۰۴۱

۱۶- کدام گزینه صحیح نیست؟

۱. ویژه مقادیر عملگرهای هرمیتی غیرحقیقی هستند.

۲. ویژه حالت های متناظر با ویژه مقادیر متفاوت، متعامدند.

۳. ویژه توابع هر عملگر هرمیتی یک مجموعه کامل را تشکیل می دهند.

۴. در معادله شرودینگر مستقل از زمان زمانی حالت پایا وجود دارد که پتانسیل وابسته به زمان نباشد.

۱۷- تابع موج یک سیستم کوانتومی به صورت: $\psi(x) = c(2u_1(x) + \sqrt{5}u_2(x) + 4u_3(x))$ بهنجار می باشد

ضریب c کدام است؟

۱. $\frac{2}{5}$ ۲. $\frac{3}{5}$ ۳. $\frac{4}{5}$ ۴. $\frac{1}{5}$

۱۸- تابع موج بهنجار یک ذره در چاه پتانسیل بی پایان یک بعدی با عرض x و با انرژی E_n کدام است؟

۱. $u_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{nx}{a}\right)$ ۲. $u_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \cos\left(\frac{n\pi x}{a}\right)$

۳. $u_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right)$ ۴. $u_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \cos\left(\frac{nx}{a}\right)$

۱۹- تابع موج ذره ای در چاه پتانسیل متقارن به صورت: $\psi(x) = \frac{3}{5}\sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{2\pi x}{a}\right) + \frac{4}{5}\sqrt{\frac{2}{a}} \cos\frac{3\pi x}{a}$ می

باشد، مقدار چشمداشتی عملگر پارایته کدام است؟

۱. $\frac{25}{7}$ ۲. $\frac{7}{25}$ ۳. $\frac{7}{2}$ ۴. $\frac{2}{7}$

۲۰- احتمال انعکاس یک ذره با انرژی 100 MeV از یک پله پتانسیل یک بعدی $V(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ V & x > 0 \end{cases}$ به ارتفاع

75 MeV چقدر است؟

۱. $\frac{1}{3}$ ۲. $\frac{1}{9}$ ۳. $\frac{1}{7}$ ۴. $\frac{1}{5}$



سری سوال: ۱ یک

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

تعداد سوالات: تستی: ۳۵ تشریحی: ۰

عنوان درس: مکانیک کوانتومی ۱

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

(، فیزیک (زمینه گرانش و فیزیک نجومی)، فیزیک (زمینه هسته ای)، فیزیک (زمینه اتمی و مولکولی)، فیزیک (زمینه فیزیک

بنیادی) ۱۱۱۳۰۴۱

۲۱- جواب معادله شرودینگر چاه پتانسیلی متناهی $V(x) = \begin{cases} -V_0, & -a < x < a \\ 0, & |x| > a \end{cases}$ در حالت مقید در ناحیه

$-a < x < a$ کدام است؟

۰۲. فرد است.

۰۱. یا فرد است یا زوج است.

۰۴. هیچکدام.

۰۳. زوج است.

۲۲- در پتانسیل جاذبه دلتای یگانه به صورت $V(x) = \frac{-\hbar^2 \lambda}{2ma} \delta(x)$ در حالت نامقید آن ضریب انعکاس کدام است؟

۰۱. $R = \frac{i\lambda/2ka}{1+i\lambda/2ka}$ ۰۲. $R = \frac{\lambda/2ka}{1-i\lambda/2ka}$ ۰۳. $R = \frac{i\lambda/2ka}{1-i\lambda/2ka}$ ۰۴. $R = \frac{\lambda/2ka}{1+i\lambda/2ka}$

۲۳- با فرض اینکه پهنای چاه پتانسیل a مقداری ثابت باشد کمینه عمق پتانسیل باید چقدر باشد تا حداقل دو حالت مقید وجود داشته باشند؟

۰۱. $\frac{\pi^2 \hbar^2}{2ma^2}$ ۰۲. $\frac{2\pi^2 \hbar^2}{ma^2}$ ۰۳. $\frac{\pi^2 \hbar^2}{ma^2}$ ۰۴. $\frac{\pi \hbar^2}{2ma^2}$

۲۴- تابع موج حالت پایه نوسانگر هماهنگ ساده یک بعدی کدام است؟

۰۱. $u(x) = \left(\frac{m\omega}{2\pi\hbar}\right)^{\frac{1}{4}} e^{-\frac{m\omega x^2}{2\hbar}}$ ۰۲. $u(x) = \left(\frac{m\omega}{\pi\hbar}\right)^{\frac{1}{4}} e^{-\frac{m\omega x^2}{2\hbar}}$

۰۳. $u(x) = \left(\frac{m\omega}{2\pi\hbar}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{m\omega x^2}{2\hbar}}$ ۰۴. $u(x) = \left(\frac{m\omega}{\pi\hbar}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{m\omega x^2}{2\hbar}}$

۲۵- حاصل عبارت عدم قطعیت $\Delta\hat{x}\Delta\hat{p}$ در حرکت نوسانگر هماهنگ یک بعدی کدام است؟

۰۱. $(n + \frac{1}{2})\hbar$ ۰۲. $(n - \frac{1}{2})\hbar$ ۰۳. $(n + 1)\hbar$ ۰۴. $(n - 1)\hbar$



تعداد سوالات: تستی: ۳۵ تشریحی: ۰

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

سری سوال: ۱ یک

عنوان درس: مکانیک کوانتومی ۱

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

بنیادی) ۱۱۱۳۰۴۱

۲۶- حاصل عبارت $\langle n | \hat{x}^2 | n \rangle$ و $\langle n | \hat{p}^2 | n \rangle$ در حرکت نوسانگر یک بعدی به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

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

$$\frac{2\hbar}{m\omega}(2n-1), \frac{m\omega\hbar}{2}(2n-1) \quad .4 \quad \frac{\hbar}{2m\omega}(2n+1), \frac{m\omega\hbar}{2}(2n+1) \quad .3$$

۲۷- هامیلتونی نوسانگر هماهنگ ساده یک بعدی با رابطه $\hat{H} = \hbar\omega\left(\hat{a}^\dagger\hat{a} + \frac{1}{2}\right)$ داده شده است اگر تابع موج ذره در

$$\psi(0) = \frac{1}{\sqrt{5}}|1\rangle + \frac{2}{\sqrt{5}}|2\rangle \quad \text{زمان } t=0 \text{ به صورت}$$

$$\frac{5}{23}\hbar\omega \quad .4 \quad \frac{23}{10}\hbar\omega \quad .3 \quad \frac{23}{5}\hbar\omega \quad .2 \quad \frac{10}{23}\hbar\omega \quad .1$$

۲۸- برای عملگر تعویض \hat{p}_{12} و هامیلتونی دو ذره غیرقابل تشخیص و ویژه مقدار P ، عملگر تعویض کدام گزینه صحیح است؟

$$P = \pm 1 \quad .2 \quad \hat{p}_{12}\hat{H}(1,2) = \hat{H}(1,2) \quad .1$$

$$[\hat{P}_{12}, \hat{H}(1,2)] = 0 \quad .3 \quad .4 \quad \text{همه موارد}$$

۲۹- انرژی حالت پایه سیستمی متشکل از N فرمیون غیر برهم کنشی که در چاه پتانسیل یک بعدی بی پایان به پهنای a قرار گرفته اند کدام است؟

$$E(0) = \frac{N^2\pi^2\hbar^2}{24ma^2} \quad .2 \quad E(0) = \frac{N^3\pi^2\hbar^2}{24ma^2} \quad .1$$

$$E(0) = \frac{N^2\pi\hbar^2}{24ma^2} \quad .4 \quad E(0) = \frac{N^3\pi\hbar^2}{24ma^2} \quad .3$$



تعداد سوالات: تستی: ۳۵ تشریحی: ۰

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

سری سوال: ۱ یک

عنوان درس: مکانیک کوانتومی ۱

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

بنیادی) ۱۱۱۳۰۴۱

۳۰- برای ذره بدون اسپین درون جعبه پتانسیلی مکعب مستطیل به اضلاع a و b و c اندازه ویژه مقدار انرژی کدام است؟

$$E_{n_1, n_2, n_3} = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m} \left(\frac{n_1^2}{a^2} + \frac{n_2^2}{b^2} + \frac{n_3^2}{c^2} \right) \quad .2 \quad E_{n_1, n_2, n_3} = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2abc} \left(\frac{n_1^2}{a^2} + \frac{n_2^2}{b^2} + \frac{n_3^2}{c^2} \right) \quad .1$$

$$E_{n_1, n_2, n_3} = \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{n_1^2}{a^2} + \frac{n_2^2}{b^2} + \frac{n_3^2}{c^2} \right) \quad .4 \quad E_{n_1, n_2, n_3} = \frac{\hbar^2}{2abc} \left(\frac{n_1^2}{a^2} + \frac{n_2^2}{b^2} + \frac{n_3^2}{c^2} \right) \quad .3$$

۳۱- برای ذره در جعبه پتانسیل مکعبی به اضلاع a کدام گزینه صحیح نیست؟

۱. حالت برانگیخته اول دارای واگنی سه گانه است.
 ۲. حالت برانگیخته پنجم دارای واگنی شش گانه است.
 ۳. حالت برانگیخته سوم دارای واگنی دوگانه است.
 ۴. حالت برانگیخته چهارم دارای واگنی یگانه است.

۳۲- درجه واگنی یک نوسانگر هماهنگ همسانگرد برای حالت برانگیخته دوم کدام است؟

۱. ۷
 ۲. ۸
 ۳. ۵
 ۴. ۶

۳۳- در حرکت هماهنگ ساده کدام گزینه صحیح است؟

$$\hat{a}\hat{a}^\dagger = n \quad .4 \quad \hat{a}^\dagger \hat{a} = 1 + n \quad .3 \quad \hat{a}^\dagger \hat{a} = n \quad .2 \quad \hat{a}\hat{a} = 1 \quad .1$$

۳۴- برای دو حالت $|\psi\rangle = 3i|x_1\rangle - 7i|x_2\rangle$ و $|\phi\rangle = -|x_1\rangle + 2i|x_2\rangle$ که $|x_1\rangle, |x_2\rangle$ راست هنجارهستند حاصل $\langle\psi|\phi\rangle$ کدام است؟

۱. $3i - 14$
 ۲. $3i + 14$
 ۳. $-3i - 14$
 ۴. $-3i + 14$

۳۵- ثابت ساختار ریز مدل بوهر در قاعده کوانتش جدید در آزمایش اتم هیدروژن در اولین مدار این اتم کدام است؟

$$\frac{1}{0/137} \quad .4 \quad \frac{1}{1/37} \quad .3 \quad \frac{1}{137} \quad .2 \quad \frac{1}{13/7} \quad .1$$