

نام درس: مکانیک کوانتومی (۱)	تعداد سؤالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴
رشته تحصیلی و کد درس: فیزیک	زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه
۱۱۱۳۰۴۱	آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗
کد سری سؤال: یک (۱)	استفاده از ماشین حساب مجاز است.

امام علی (ع): برتری مردم به یکدیگر، به دانش‌ها و خردهاست؛ نه به ثروت‌ها و تبارها.

۱. توان گسیل جسم سیاهی در دمای  $1000\text{ K}$  برابر  $\frac{\text{erg}}{\text{cm}^2\text{s}}$  است. توان گسیل این جسم در دمای  $5000\text{ K}$  چند

$$\frac{\text{erg}}{\text{cm}^2\text{s}} \text{ می‌شود؟}$$

الف.  $6/25 \times 10^7$  ب.  $6/25 \times 10^{10}$  ج.  $3/39 \times 10^7$  د.  $3/39 \times 10^{10}$

۲. قطره‌ای آب به شعاع  $0/1\text{ mm}$  با سرعت  $20 \frac{m}{s}$  حرکت می‌کند. طول موج دو بروی آن چند متر است؟ چگالی آب

$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ و ثابت پلانک } h = 6/63 \times 10^{-34}$$

الف.  $6/63 \times 10^{-25}$  ب.  $6/63 \times 10^{-22}$

ج.  $7/9 \times 10^{-27}$  د.  $7/9 \times 10^{-25}$

۳. کدامیک از روابط زیر از فرض‌های بور می‌باشد؟

$$\lambda = \frac{h}{p} \text{ ب.}$$

$$mvr = n\hbar \text{ الف.}$$

$$E = -\frac{1}{2} m c^2 \frac{(Z\alpha)^2}{n^2} \text{ د.}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \text{const} \left[ \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right] \text{ ج.}$$

۴. سرعت گروه برای یک ذره آزاد از کدام رابطه زیر به دست می‌آید؟

$$\frac{p^2}{2m} \text{ د.}$$

$$\frac{\omega}{k} \text{ ج.}$$

$$\frac{d\omega}{dk} \text{ ب.}$$

$$\frac{p}{2m} \text{ الف.}$$

تعداد سؤالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴  
زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه  
آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

نام درس: مکانیک کوانتومی (۱)  
رشته تحصیلی و کد درس: فیزیک  
۱۱۳۰۴۱  
کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب مجاز است.

۵. با توجه به اینکه برد نیروهای هسته‌ای از مرتبه یک فرمی می‌باشد، تکانه نوکلئون‌های داخل هسته (پروتون‌ها یا نوترون‌ها) بر حسب

$$\frac{kg \cdot m}{s} \text{ از چه مرتبه‌ای است؟}$$

د.  $10^{-14}$

ج.  $10^{-15}$

ب.  $10^{-17}$

الف.  $10^{-19}$

۶. برای بسته موجی که در آن  $g(k) = \begin{cases} 0 & k < -\frac{a}{2} \\ N & -\frac{a}{2} < k < \frac{a}{2} \\ 0 & \frac{a}{2} < k \end{cases}$  باشد،  $f(x)$  تبدیل فوریه  $g(k)$  کدام است؟

ب.  $\frac{2N}{x} \sin \frac{ax}{2}$

الف.  $\frac{N}{x} \sin \frac{ax}{2}$

د.  $\frac{2N}{x} \sin ax$

ج.  $\frac{N}{2x} \sin \frac{ax}{2}$

۷. کدام یک از توابع زیر انتگرال‌پذیر مجذوری است؟ فرض کنید که بازه  $x$ ،  $-\infty < x < \infty$  است.

د.  $x^2$

ج.  $e^{-x^2}$

ب.  $\frac{1}{x}$

الف.  $\sin x$

۸. اگر  $\psi(x) = \sqrt{\frac{\alpha}{\pi}} e^{-\frac{\alpha x^2}{2}}$  باشد، آنگاه  $\langle x^2 \rangle$  کدام است؟ فرض کنید بازه  $x$ ،  $-\infty < x < \infty$  باشد.

ب.  $\frac{1}{2} \frac{d}{d\alpha} \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$

الف.  $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$

د. صفر

ج.  $\frac{1}{2} \frac{d^2}{d\alpha^2} \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$

نام درس: مکانیک کوانتومی (۱)

رشته تحصیلی و کد درس: فیزیک

۱۱۱۳۰۴۱

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب

مجاز است.

تعداد سؤالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

۹. اگر  $[x, p_x] = i\hbar$  باشد، آنگاه  $[x^2, p_x]$  کدام است؟

د.  $2i\hbar p_x$

ج.  $i\hbar p_x$

ب.  $2i\hbar x$

الف.  $i\hbar x$

۱۰. ذره‌ای به جرم  $m$  در پتانسیل  $V(x) = \begin{cases} \infty & x < 0 \\ 0 & 0 < x < a \\ \infty & x > a \end{cases}$  قرار دارد. اگر  $E > 0$  باشد، مقدار ویژه انرژی در اولین حالت

برانگیخته کدام است؟

د.  $\frac{4\pi^2\hbar^2}{ma^2}$

ج.  $\frac{2\pi^2\hbar^2}{ma^2}$

ب.  $\frac{\pi^2\hbar^2}{ma^2}$

الف.  $\frac{\pi^2\hbar^2}{2ma^2}$

۱۱. کدامیک از عبارات‌های زیر صحیح است؟

الف. هر عملگری که وابستگی زمانی صریح نداشته باشد ثابت حرکت است.

ب. هر عملگری که با هامیلتونی جابه‌جا شود ثابت حرکت است.

ج. هر عملگری که وابستگی زمانی صریح نداشته باشد و با هامیلتونی جابه‌جا شود، ثابت حرکت است.

د. اگر پتانسیل با زمان تغییر کند، در بعضی موارد هامیلتونی می‌تواند ثابت حرکت باشد.

۱۲. هرگاه پتانسیل دوره‌ای باشد و با تبدیل  $x \rightarrow x + a$  تغییر نکند، آنگاه تابع موج به صورت کدامیک از توابع زیر است؟

ب.  $\psi(x) = e^{ikx}$

الف.  $\psi(x+a) = e^{ika} \psi(x)$

د.  $\psi(x+a) = e^{i(x+a)} \psi(x)$

ج.  $\psi(x+a) = e^{ikx} \psi(x)$

نام درس: مکانیک کوانتومی (۱)

رشته تحصیلی و کد درس: فیزیک

۱۱۳۰۴۱

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب

مجاز است.

تعداد سؤالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

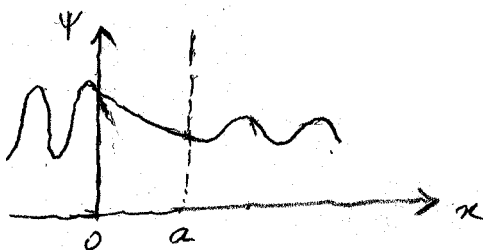
زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

۱۳. تابع موجی سیستمی به صورت  $\psi(x) = e^{ikx} + \text{Re}^{-ikx}$  می باشد. چگالی احتمال کدام است؟

الف.  $\frac{\hbar k}{2m}(1 - |R|^2)$  ب.  $\frac{\hbar k}{m}(1 - |R|^2)$  ج.  $\frac{\hbar k}{2m}(1 + |R|^2)$  د.  $\frac{\hbar k}{m}(1 + |R|^2)$

۱۴. تابع موجی ذره‌ای به صورت شکل مقابل است. ذره در فاصله ۰ تا  $a$  با چه نوع پتانسیلی روبرو می‌شود؟



الف. پله پتانسیل

ب. سد پتانسیل

ج. چاه پتانسیل با عمق نامحدود

د. چاه پتانسیل با عمق محدود

۱۵. اگر  $A$  و  $B$  هرمیتی باشد ولی  $AB \neq BA$  باشد، آنگاه کدامیک از عبارات‌های زیر هرمیتی نیست؟

الف.  $AA^\dagger$  ب.  $A + A^\dagger$  ج.  $(A + B)^n$  د.  $AB$

۱۶. اگر  $[A, A^\dagger] = 1$  و  $H = \hbar\omega(\frac{1}{2} + A^\dagger A)$  باشد، آنگاه  $[H, A]$  برابر است با:

الف.  $\hbar\omega A$  ب.  $-\hbar\omega A$  ج.  $\hbar\omega A^\dagger$  د.  $-\hbar\omega A^\dagger$

۱۷. با توجه به اطلاعات تست قبل  $\frac{dA(t)}{dt}$  کدام است؟

الف.  $-i\omega A$  ب.  $i\omega A$  ج.  $-i\omega A^\dagger$  د.  $i\omega A^\dagger$

۱۸. انرژی کل یک سیستم متشکل از  $N$  بوزون یکسان بدون برهم کنش به جرم  $m$  که در پتانسیل

$$V(x) = \begin{cases} \infty & x < 0 \\ 0 & 0 < x < a \\ \infty & x > a \end{cases}$$

قرار دارد، از کدام رابطه زیر به دست می‌آید؟

الف.  $\frac{\pi^2 \hbar^2 N^2}{2mb^2}$  ب.  $\frac{\pi^2 \hbar^2 N^2}{mb^2}$  ج.  $\frac{\pi^2 \hbar^2 N}{2mb^2}$  د.  $\frac{\pi^2 \hbar^2 N}{mb^2}$

تعداد سؤالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴  
زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه  
آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

نام درس: مکانیک کوانتومی (۱)  
رشته تحصیلی و کد درس: فیزیک  
۱۱۱۳۰۴۱  
کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب مجاز است.

۱۹. پیامد ناوردایی هر پتانسیل تحت تبدیل جا به جایی  $x_i \rightarrow x_i + a$ ، کدام است؟

الف. تکانه کل  $P$  ثابت حرکت است. ب. عملگر پاریته ثابت حرکت است.

ج. تکانه زاویه‌ای کل  $L$  ثابت حرکت است. د. انرژی کل سیستم ثابت می‌ماند.

۲۰. انرژی یک ذره در جعبه‌ای سه بعدی به ابعاد  $L$  و جرم  $m$  از رابطه  $E = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2mL^2} (n_1^2 + n_2^2 + n_3^2)$  به دست می‌آید که در آن

$n_1, n_2, n_3$  و اعداد صحیح اند. در حالتی که  $n_1 = 1$ ،  $n_2 = 2$  و  $n_3 = 3$  باشد، تبهگنی چند گانه داریم؟

الف. یک ب. ۳ ج. ۶ د. ۲۴

«سؤالات تشریحی»

\* پاسخ هر سؤال ۱/۷۵ نمره.

۱. برای ذره‌ای در پتانسیل  $V(x) = gx^4$ ، انرژی حالت پایه را با استفاده از رابطه عدم قطعیت برآورد کنید.

۲. معادله ویژه مقدری  $\int_{-\infty}^{\infty} dx' (\psi(x')x') = \lambda \psi(x)$  را حل کنید. به ازای چه مقادیر ویژه‌ای از  $\lambda$ ، ویژه توابع

انتگرال‌پذیری مجذوری خواهد بود؟

۳. وابستگی زمانی عملگر  $x(t)$  را که در هامیلتونی زیر وارد می‌شود، به دست آورید.

$$H = \frac{p^2(t)}{2m} + mgx(t)$$

۴. انرژی فرمی  $E_F$  متعلق به پرانرژی‌ترین الکترون در حالت پایه یک گاز الکترونی به چگالی  $n = \frac{N}{L^3}$  را به دست آورید.