

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

نام درس: مکانیک کوانتومی ۱
رشته تحصیلی/گد درس: فیزیک کلیه گرایش‌ها (۱۱۱۳۰۴۱)

گد سری سؤال: یک (۱) استفاده از: ماشین حساب مجاز است. منبع: —

پیامبر اعظم (ص): روزه سیر آتش جهنم است.

۱. فوتونی با طول موج λ توسط الکترونی تحت زاویه 180° پراکنده می‌شود. کدام رابطه در مورد انرژی فوتون پراکنده شده

الف. $E' = \frac{hc}{\lambda}$ صحیح است
ب. $E' = \frac{hc}{\lambda + \frac{m_e c^2}{2h}}$

ج. $E' = \frac{hc}{\lambda - \frac{m_e c^2}{2h}}$

د. $E' = \frac{hc}{\lambda + \frac{m_e c^2}{2h}}$

۲. رابطه پاشندگی برای امواج آب با رابطه $\omega^2 = gk + ak^3$ داده شده است. سرعت فاز و سرعت گروه کدام است؟ (g, a) ثابت هستند.)

الف. $v_g = \frac{g + 3ak^2}{2\sqrt{gk + ak^3}}$; $v_{ph} = \sqrt{\frac{g}{k} + ak}$

ب. $v_g = \frac{g + 3ak^2}{\sqrt{gk + ak^3}}$; $v_{ph} = \sqrt{g + ak^2}$

ج. $v_g = \frac{g + ak}{2\sqrt{gk + ak^3}}$; $v_{ph} = \sqrt{\frac{gk + ak^3}{2}}$

د. $v_g = \frac{g + 3ak^2}{\sqrt{gk + ak^3}}$; $v_{ph} = \sqrt{\frac{g}{k} + ak}$

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

نام درس: مکانیک کوانتومی ۱
رشته تحصیلی/گروه درس: فیزیک کلیه گرایش‌ها (۱۱۱۳۰۴۱)

گلد سری سؤال: یک (۱) استفاده از: ماشین حساب مجاز است. منبع: ---

۳. کدام گزینه صحیح نیست؟

- الف. جسم سیاه جسمی است که تمام تابش فرودی را جذب می‌کند.
ب. قانون ریلی جینز چگالی انرژی کل را بی‌نهایت پیشگویی می‌کند.
ج. قانون پلانک در صورتی که طول موج به سمت صفر میل کند به قانون ریلی جینز تبدیل می‌شود.
د. فرمول وین از فرکانسهای بالا با آزمایش توافق دارد.
۴. بسته موج گاوسی که به صورت تابع گاوسی زیر بیان می‌شود.

$$\phi(p, b) = \frac{1}{\sqrt{b\sqrt{2\pi}}} e^{-(p-p_0)^2 / 4b^2}$$

در آن p_0 و b مقادیر ثابتی هستند پهنای توزیع چقدر است؟

- الف. $\sqrt{2b}$ ب. $2\sqrt{2b}$ ج. $4b$ د. $2b$

۵. ذره‌ای را در نظر بگیرید که به ازاء $x > 0$ تابع موج بهنجار شده آن چنین است.

$$\psi(x) = 2\alpha\sqrt{\alpha} x e^{-\alpha x}$$

به ازای چه مقداری از x چگالی احتمال $p(x)$ بیشینه است؟

- الف. $x = \alpha$ ب. $x = \frac{1}{\alpha}$ ج. $x = \frac{2}{\alpha}$ د. $x = 2\alpha$

۶. تابع موج ذره‌ای به صورت $\psi(x) = N e^{-\alpha|\bar{x}|^2 - i\frac{\bar{p}\cdot\bar{x}}{\hbar}}$ است. کدامیک از گزینه‌های زیر می‌تواند مقدار N باشد.

- الف. $\left(\frac{2\alpha}{\pi}\right)^{\frac{1}{4}}$ ب. $\left(\frac{\pi}{2\alpha}\right)^{\frac{1}{4}}$ ج. $\left(\frac{\alpha}{2\pi}\right)^{\frac{1}{4}}$ د. $\left(\frac{2\alpha}{\pi}\right)^{\frac{1}{4}}$

نام درس: مکانیک کوانتومی ۱

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک کلیه گرایش‌ها (۱۱۱۳۰۴۱)

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

کد سری سؤال: یک (۱) استفاده از ماشین حساب مجاز است. منبع: —

۷. هر گاه تابع حالت یک ذره حقیقی باشد مقدار چشمداشتی $\langle p \rangle$ برابر می‌شود با:

ب. صفر

الف. بستگی به نوع تابع دارد

د. مقدار حقیقی اما مخالف صفر

ج. موهومی خالص

۸. ویژه توابع ذره در جعبه‌ای را در نظر بگیرید که دیواره‌هایش در $x = \pm a$ واقع است. مقدار چشمداشتی کدام کمیت برای کلیه ویژه توابع صفر می‌شود؟

د. همه موارد

ج. xp^3x

ب. p^3x^2

الف. x^2p^3

۹. کدام گزینه نادرست است؟

الف. هر عملگری که وابستگی زمانی صریح نداشته و با عملگر هامیلتونی جابجا شود ثابت حرکت است.

ب. عملگر پاریته که با رابطه $p\psi(x) = \psi(-x)$ تعریف می‌شود هرمیتی نیست.

ج. ویژه توابع عملگر پاریته متناظر با ویژه مقادیر $+1$ و -1 متعامدند.

د. آنچه ویژه توابع تبهگن را از هم متمایز می‌کند این است که آنها ویژه توابع همزمان عملگر هرمیتی دیگری هستند.

۱۰. تابع موج ذره آزادی به صورت $\psi(x) = Ae^{ikx} + Be^{-ikx}$ می‌باشد. شار مربوط به این حالت برابر است با:

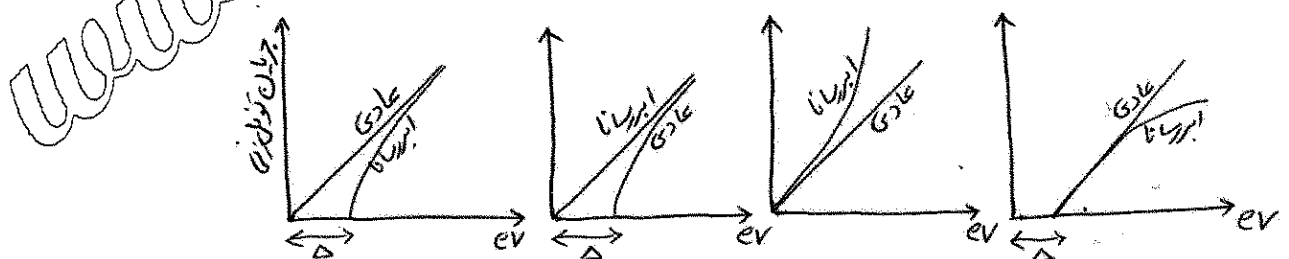
$$\frac{\hbar k}{m} \sqrt{A^2 - B^2}$$

$$\frac{\hbar k}{m} (A^2 - B^2)$$

ب. صفر

$$\frac{\hbar k}{m}$$

۱۱. کدام گزینه نمودار جریان تونل زنی بر حسب ولتاژ را برای حالت عادی و ابر رسانا نشان می‌دهد؟



د.

ج.

ب.

الف.

۱۲. تقریب WKB...

الف. تقریبی است برای ضریب عبور از میان سدی که شکل هندسی منظمی ندارد.

ب. در نزدیکی نقاط برگشت که در آنها انرژی و پتانسیل برابرند کمترین دقت را دارد.

ج. تقریبی است که در آن $V(x)$ باید تابع همواری از x باشد که به آرامی تغییر کند.

د. همه موارد

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

نام درس: مکانیک کوانتومی ۱
رشته تحصیلی/گروه درس: فیزیک کلیه گرایشها (۱۱۱۳۰۴۱)

گد سری سوال: یک (۱) استفاده از: ماشین حساب مجاز است. منبع: --

۱۳. خصوصیت مهم پتانسیل نوسانگر هماهنگ ساده کدام گزینه است؟
الف. انرژی نقطه صفر
ب. تونل زنی
ج. تشدید عبور
د. هیچکدام

۱۴. تابع موج ذره ای را در یک پتانسیل تابع دلتا $V(x) = -V_0 \delta(x)$ به صورت
$$U(x) = \begin{cases} Ae^{kx} & x < 0 \\ Be^{-kx} & x > 0 \end{cases}$$

در نظر بگیرید که در آن $k = \sqrt{\frac{2m|E|}{\hbar^2}}$ است ضرایب پهنجاریش A و B چقدر است؟

الف. $A = B = \sqrt{\frac{k}{2}}$
ب. $A = \sqrt{k}$ و $B = \frac{k}{\sqrt{2}}$

ج. $A = B = \sqrt{k}$
د. $A = B = 2k$

۱۵. اگر A و B عملگرهای هرمیتی باشند کدامیک از عملگرهای زیر هر میتی است؟

الف. AB
ب. AB + BA
ج. (A + B)^۲
د. ب و ج

۱۶. فرض کنید که تابع موج سیستمی در لحظه t چنین باشد.

$$\psi(x, t) = \frac{1}{\sqrt{2}} (e^{\frac{-iE_1 t}{\hbar}} \psi_1(x) + e^{\frac{-iE_2 t}{\hbar}} \psi_2(x))$$
 که در آن ψ_1 ویژه تابع برای انرژی E_1 و ψ_2 ویژه تابع برای انرژی

$E_2 = 2E_1$ است. پس از گذشت چه زمانی سیستم دوباره به حالت اول خود ($t = 0$) باز می گردد؟

الف. $\frac{\pi \hbar}{E_1}$
ب. $\frac{\pi \hbar}{2E_1}$
ج. $\frac{2\pi \hbar}{E_1}$
د. $\frac{3\pi \hbar}{2E_1}$

نام درس: مکانیک کوانتومی ۱

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک کلیه گرایشها (۱۱۱۳۰۴۱)

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب

مجاز است.

منبع: --

۱۷. برای ذره آزادی به جرم m مقادیر $\frac{d\langle p \rangle}{dt}$ و $\frac{d\langle x \rangle}{dt}$ به ترتیب برابر است با:

الف. صفر، صفر
ب. صفر، $\frac{\langle p \rangle}{m}$

ج. $\frac{d\langle x \rangle}{dt}$ و $\frac{d\langle p \rangle}{dt}$
د. $P(t=0)$ و $\frac{\langle p^2 \rangle}{m}$

۱۸. کدامیک از گزینه‌های زیر در مورد تصویر هایزنبرگ صحیح است؟

- الف. بردارهای پایه بر حسب زمان تغییر می‌کند اما بردار حالت و عملگرها تابعی از زمان نیستند.
ب. بردار حالت بر حسب زمان تغییر می‌کند اما بردارهای پایه و عملگرها تابعی از زمان نیستند.
ج. عملگرها بر حسب زمان تغییر می‌کنند اما بردارهای پایه و بردار حالت تابعی از زمان نیستند.
د. بردار حالت و بردارهای پایه بر حسب زمان تغییر می‌کنند اما عملگرها تابعی از زمان نیستند.

۱۹. سیستم دو ذره‌ای کوانتومی را در نظر بگیرید هر گاه تابع موج آنها برابر $\psi(1,2)$ و $\psi(2,1)$ باشد ویژه حالت متقارن برای اپراتور تعویض P_{12} کدام است؟

الف. $\psi(2,1)$

ب. $\psi(1,2)$

ج. $\frac{1}{\sqrt{2}}(\psi(1,2) + \psi(2,1))$

د. $\frac{1}{\sqrt{2}}(\psi(1,2) - \psi(2,1))$

۲۰. وابستگی انرژی کل و انرژی فرمی به چگالی ذرات (n) به ترتیب برابر است با:

الف. $\frac{2}{n^{3/2}}, \frac{5}{n^{3/2}}$

ب. $\frac{1}{n^{3/2}}, \frac{2}{n^{3/2}}$

ج. $\frac{2}{n^{3/2}}, \frac{5}{n^{3/2}}$

د. $\frac{1}{n^{3/2}}, \frac{2}{n^{3/2}}$

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

نام درس: مکانیک کوانتومی ۱
رشته تحصیلی/گروه درس: فیزیک کلیه گرایش‌ها (۱۱۱۳۰۴۱)

گلد سری سؤال: یک (۱) استفاده از ماشین حساب مجاز است. منبع: ---

« سوالات تشریحی »

« بارم هر سؤال ۱/۷۵ »

۱. فرض کنید تابع موج اولیه یک ذره در چاه مربعی نامتناهی به پهنای L به صورت زیر است.

$$\psi(x) = \frac{\sqrt{\psi_0}}{L^2} (x^2 - Lx) \quad 0 < x < L$$

الف. مقادیر چشمداشتی مکان و انرژی ذره چقدر است؟
ب. عدم قطعیت در مکان ذره چقدر است؟

۲. ذره‌ای به جرم m و انرژی E از راست به پله پتانسیل زیر برخورد می‌کند. فرض کنید $E > V_0$ است.

$$V(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ V_0 & x > 0 \end{cases}$$

الف. جواب معادله شرودینگر در نواحی $x < 0$ و $x > 0$ را پیدا کنید.

ب. شار موج باز تابیده و موج عبوری را به دست آورید.

نام درس: مکانیک کوانتومی ۱

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک کلیه گرایش‌ها (۱۱۱۳۰۴۱)

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب

مجاز است.

منبع: --

۳. یک نوسانگر هماهنگ یک بعدی را در راستای x در نظر بگیرید.

الف. نشان دهید که رابطه جابجایی زیر برقرار است.

$$[A, A^+] = 1$$

ب. تابع حالت این نوسانگر در لحظه $t = 0$ به صورت $|\psi(0)\rangle = \frac{|U_0\rangle + |U_1\rangle}{\sqrt{2}}$ است که در آن $|U_n\rangle$ ها ویژه حالت‌های

انرژی سیستم هستند تابع حالت در زمان t $|\psi(t)\rangle$ و مقدار چشمداشتی اندازه حرکت را در حالت $|\psi(0)\rangle$ پیدا کنید.

$$A = \sqrt{\frac{m\omega}{\hbar}} x + \frac{i}{\sqrt{2m\omega\hbar}} p$$

توجه کنید که:

$$A^+ = \sqrt{\frac{m\omega}{\hbar}} x - \frac{i}{\sqrt{2m\omega\hbar}} p$$

۴. در داخل یک چاه پتانسیل بی‌نهایت، دو ذره اسپین‌دار قرار گرفته‌اند.

الف. اگر انرژی حالت پایه این سیستم دو ذره‌ای، در حالتی که هر دو ذره فرمیون باشند با E_1 و وقتی که هر دو بوزون باشند با E_p

نمایش داده شود چرا برای این سیستم دو ذره‌ای همواره رابطه $E_1 \geq E_p$ برقرار است توضیح دهید.

ب. اگر این دو ذره الکترونی‌های با حالت اسپینی یکسانی باشند که با هم بر همکنش ندارند تابع موج حالت پایه این دستگاه چیست؟