



نام درس: مکانیک کوانتومی ۲

رشته تحصیلی: گرایش: فیزیک

کد درس: ۲۱۱۴۹۳

تعداد سؤال: نهی ۲۰ تکمیلی -- تشریحی ۴

زمان امتحان: تستی و تکمیلی ۶۵ دقیقه تشریحی ۵۵ دقیقه

تعداد کل صفحات: ۵

* استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

۱. اگر پتانسیل یک دستگاه دو ذره‌ای تنها به فاصله بین دو ذره بستگی داشته باشد، آنگاه کدامیک از عبارتهای زیر صحیح

نیست؟

الف. تکانه زاویه‌ای ثابت حرکت است.

ب. هامیلتونی سیستم تحت چرخش ناورد است.

ج. هامیلتونی سیستم با سه مؤلفه تکانه زاویه‌ای جابه‌جاپذیر است.

د. کلیه مؤلفه‌های تکانه زاویه‌ای با یکدیگر جابه‌جاپذیرند.

۲. در خصوص جمله $\frac{l(l+1)\hbar^2}{2\mu r^2}$ در هامیلتونی سیستم دو ذره‌ای، کدامیک از عبارتهای زیر صحیح نیست؟الف. نتیجه یک تابع پتانسیل مرکزگرایز است. ب. نیروی متناظر با آن از رابطه $F_r = -\frac{\partial E}{\partial r}$ بدست می‌آید.

ج. سبب می‌شود تابع موج در مبدأ بی‌نهایت شود. د. سهم انرژی جنبشی است.

۳. برای پتانسیل مرکزی $V(r) = \begin{cases} \infty & r < a \\ 0 & r > a \end{cases}$ انتقال فاز در حالت $l = 0$ چقدر است؟ فرض کنید: $k = \frac{(2\mu E)^{1/2}}{\hbar}$ الف. $n\pi$ ب. ka ج. $n\pi - ka$ د. صفر۴. N ذره را با فاصله‌های زاویه‌ای مساوی $\frac{2\pi}{N}$ روی یک دایره به طور صلب قرار داده‌ایم. اگر I گشتاور لختی هر ذرهباشد، انرژی کوانتومی کل N ذره کدام است؟ (m یک عدد صحیح است.)الف. $\frac{\hbar^2 m^2}{2I}$ ب. $\frac{\hbar^2 N^2 m^2}{2I}$ ج. $\frac{N \hbar^2 m^2}{2I}$ د. $\frac{\hbar^2 m^2}{2NI}$

بزرگترین مرکز فروش نوبت‌های از مدرسه تا دکتر با پانچ‌مترستی و شیرمحر
خرید و فروش کتابهای دانشگاه پیام نور. ارائه کلیه خدمات دانشجویی



متفاوت بیاندیشیم، گزینه هیچکدام را تیک بزنیم

تلفن: ۰۲۱-۸۴۸۲۰۰۰۰ - ۰۲۱-۸۴۸۲۰۰۰۰ - ۰۲۱-۸۴۸۲۰۰۰۰ - ۰۲۱-۸۴۸۲۰۰۰۰



نام درس: مکانیک کوانتومی ۲

رشته تحصیلی: گرایش: فیزیک

کد درس: ۲۱۱۴۹۳

تعداد سوال: نسی ۲۰ تکمیلی -- تشریحی ۴
 زمان امتحان: تستی و تکمیلی ۶۵ دقیقه تشریحی ۵۵ دقیقه
 تعداد کل صفحات: ۵

۱۰. اگر اتمی را در میدان مغناطیسی $\vec{B} = B\hat{z}$ قرار دهیم، چه جمله‌ای به هامیلتون سیستم اضافه می‌شود؟

الف. $\frac{e^2}{\mu c} BL_z$

ب. $\frac{e^2}{2\mu c} BL_z$

ج. $\frac{e}{\mu c} BL_z$

د. $\frac{e}{2\mu c} BL_z$

۱۱. ویژه اسپینورهای عملگر $S_x = \frac{1}{2}\hbar \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ کدام ویژه حالت‌های زیر است؟

الف. $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$

ب. $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$

ج. $\begin{bmatrix} -1 \\ -1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$

د. $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$

۱۲. کدامیک از عبارتهای زیر برای یک الکترون جایگزیده در شبکه بلوری صادق نیست؟

الف. گشتاور دو قطبی مغناطیسی ذاتی الکترون برابر است با: $\vec{M} = -\frac{eg}{2mc} \vec{S}$

ب. هامیلتونی الکترون در حضور میدان مغناطیسی \vec{B} به صورت $H = -\vec{M} \cdot \vec{B}$ است.

ج. تنها درجه آزادی الکترون اسپین آن است.

د. هامیلتونی الکترون شامل انرژی پتانسیل و جنبشی است.

۱۳. اگر $\frac{1}{\sqrt{2}} \langle lm' | L_+ | lm \rangle = \hbar[l(l+1) - m(m+1)]^{1/2} \delta_{m', m+1}$ باشد، آنگاه به ازای $l = \frac{1}{2}$ نمایش ماتریس L_+

کدام است؟

الف. $\begin{bmatrix} 0 & \sqrt{2} \\ \sqrt{2} & 0 \end{bmatrix}$

ب. $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$

ج. $\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$

د. $\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

۱۴. کدامیک از ویژه حالت‌های زیر نمایش حالت سه‌تایی بردار دو ذره یکسان با اسپین $\frac{1}{2}$ نیست؟

الف. $\frac{1}{\sqrt{2}} [\chi_+^{(1)} \chi_-^{(2)} + \chi_-^{(1)} \chi_+^{(2)}]$

ب. $\chi_+^{(1)} \chi_+^{(2)}$

ج. $\frac{1}{\sqrt{2}} [\chi_+^{(1)} \chi_-^{(2)} - \chi_-^{(1)} \chi_+^{(2)}]$

د. $\chi_-^{(1)} \chi_-^{(2)}$

بزرگترین مرکز فروش نوبت‌اللات از مدرسه تا دکتر اباپا محمدرشتی و شیرمحمد
 خرید و فروش کتابهای دانشگاه پیام نور. ارائه کلیه خدمات دانشجویی





تعداد سقوال: نسنی ۲۰ تکمیلی — نشریہ ۴

زمان امتحان: تستی و تکمیلی ۶۵ نوبت تشریحی ۵۵ نوبت

تعداد کل صفحات: ۵

$$\langle H \rangle \geq E_0 \text{ , } \langle H \rangle = E_0 \text{ , } \langle H \rangle \leq E_0 \text{ , } \langle H \rangle < E_0 \text{ . الف.}$$

۱. هامپلتون، یک چرخنده با تقارن محوری به صورت زیر است.

$$H = \frac{L_x^p + L_y^p}{2I_1} + \frac{L_z^p}{2I_2} \text{ ویژه مقادارهای } H \text{ را بدست آورید.}$$

۲. الکترون، در میدان کولنی، یک پروتون در حالتی، است که با تابع موج زیر توصیف می‌شود.

$$\psi(\vec{r}) = \frac{1}{E} [\psi_{100}(\vec{r}) - \nu \psi_{\mu 10}(\vec{r}) + \nu \psi_{\mu \mu 1}(\vec{r})]$$

مقدار چشمداشتی انرژی، \vec{L}^2 و L_z را محاسبه کنید.

۳. تابع حالت ذره‌ای با اسپین $\frac{1}{2}$ در لحظه t برابر است با $\psi(t) = \frac{1}{\sqrt{5}} \begin{bmatrix} e^{-i\omega t} \\ 2e^{i\omega t} \end{bmatrix}$. ارزش انتظاری عملگر S_y در این

حالت چقدر است؟ فرض کنید.

$$\sigma_y = \begin{bmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{bmatrix}$$

۴. با استفاده از روش وردشی، انرژی حالت پایه نره‌ای به جرم m را که در پتانسیل تابع دلتای

$V(x) = -\lambda \delta(x)$, $(\lambda > 0)$, حرکت می‌کند، برآورد کنید. تابع آزمون را به صورت $\psi(x) = Ae^{-bx}$ در نظر بگیرید

که در آن b پارامتر وردشی است.

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\alpha x^2} dx = \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}} \quad \text{راهنمایی:}$$