

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

نام درس: فیزیک کوانتوم ۲
رشته تحصیلی و گنبد درس: فیزیک
۱۱۱۳۰۴۳
گنبد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از: — مجاز است.

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

۱. ناوردایی هامیلتونی یک سیستم تحت دوران، باعث می‌شود که کدامیک از کمیت‌های زیر جزو ثابت‌های حرکت سیستم گردد؟

الف. تکانه خطی ب. تکانه زاویه‌ای ج. انرژی د. پاریته

۲. عملگر $L_+ L_-$ برابر است با:

الف. $L^2 + L_z(\hbar - L_z)$ ب. $L^2 + L_z(\hbar + L_z)$

ج. $L_x^2 + L_y^2 + i[L_x, L_y]$ د. $L_x^2 + L_z^2 - \hbar L_z$

۳. رابطه جابجایی $[L_+, L_+ L_-]$ برابر است با:

الف. $-\hbar L_+ L_z$ ب. $\hbar L_z$ ج. $\hbar L_+ L_z$ د. صفر

۴. حاصل $1 - \frac{L_z^2}{L^2}$ در حد کلاسیک ($L \gg 1$) برابر است با:

الف. ∞ ب. $-m^2$ ج. ۱ د. صفر

۵. هامیلتونی سیستمی بصورت $H = \frac{1}{2I}(L_x^2 + L_y^2 - L_z^2)$ است. طیف انرژی آن کدام است؟

الف. $\frac{\hbar^2}{2I}[\ell(\ell+1) - m^2]$ ب. $\frac{\hbar^2}{2I}[\ell(\ell+1) + m^2]$

ج. $\frac{\hbar^2}{2I}[\ell(\ell+1) - 2m^2]$ د. $\frac{\hbar^2}{2I}[\ell(\ell+1) + 2m^2]$

۶. تابع موج یک اتم هیدروژن بصورت $\psi(\vec{r}, t=0) = \frac{1}{\sqrt{14}}[2\psi_{100}(\vec{r}) - 3\psi_{200}(\vec{r}) + \psi_{322}(\vec{r})]$ می‌باشد. احتمال پیدا کردن

سیستم در حالت (۳۲۱) برابر است با:

الف. $\frac{2}{7}$ ب. صفر ج. $\frac{9}{14}$ د. $\frac{1}{14}$

۷. کدامیک از مجموعه‌های زیر که بیانگر اعداد کوانتومی یک حالت برای الکترون در اتم هیدروژن می‌باشند، غیر ممکن است؟

الف. $(n, \ell, m_\ell, m_s) = (3, 1, -2, \frac{1}{2})$ ب. $(n, \ell, m_\ell, m_s) = (3, 2, -2, -\frac{1}{2})$

ج. $(n, \ell, m_\ell, m_s) = (6, 2, 0, \frac{1}{2})$ د. $(n, \ell, m_\ell, m_s) = (3, 1, 1, -\frac{1}{2})$

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

نام درس: فیزیک کوانتوم ۲
رشته تحصیلی و کد درس: فیزیک
۱۱۱۳۰۴۳

مجاز است.

استفاده از: —

کد سری سؤال: یک (۱)

۸. فرکانس لارمور برابر است با:

الف. $\frac{eB}{\mu c} L_z$ ب. $\frac{eB}{\mu c}$ ج. $\frac{eL}{\mu c}$ د. $\frac{eB}{\mu c}$

۹. در اثر بهنجار زیمنان، خط طیفی منفردی که گذار با $B=0$ را نشان می دهد، به چند خط شکافته می شود؟

الف. دو خط ب. بستگی به مقدار n داد. ج. شکافته نمی شود. د. سه خط.

۱۰. کوانتای شار مغناطیسی برابر است با:

الف. $\frac{e\phi}{\hbar c}$ ب. $\frac{\mu\hbar c}{e}$ ج. $\frac{\mu\hbar c}{e}$ د. $\frac{\mu\hbar c}{e}$

۱۱. حالت یک ذره با اسپین $\frac{1}{2}$ در لحظه t توسط بردار $|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{i\alpha} \\ 1 \end{pmatrix}$ توصیف می شود. مقدار چشمداشتی مولفه X بردار اسپین ذره در این حالت کدام است؟

الف. $\frac{\hbar}{2} e^{i\alpha}$ ب. $\frac{\hbar}{2} \cos(\omega t)$ ج. $\frac{\hbar}{2} \sin(\omega t)$ د. $\frac{\hbar}{2} [\sin(\omega t) + \cos(\omega t)]$

۱۲. نمایش $\frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 0 & 1-i \\ 1+i & 0 \end{pmatrix}$ بیانگر کدام یک از عملگرهای زیر است؟

الف. $\hat{\sigma}_x + \hat{\sigma}_y$ ب. $\hat{S}_x - \hat{S}_y$ ج. $\hat{S}_y + \hat{S}_z$ د. $\hat{S}_x + \hat{S}_y$

۱۳. دو ذره بدون اسپین با تکانه های زاویه ای $\ell_1 = 1$, $\ell_2 = 3$ مفروضند. مجموع تعداد حالات ممکن برای تکانه زاویه ای کل مداری کدام است؟

الف. ۹ ب. ۷ ج. ۲۱ د. ۱۳

۱۴. حالت اسپینی دو الکترون را با $X_{\pm}^{(p)}$, $X_{\pm}^{(p)}$ نشان می دهند. کدام گزینه حالت $S_{\text{کل}} = 0$, $S_{\text{کل}} = 1$ را بیان می کند؟

الف. $\frac{1}{\sqrt{2}} (X_+^{(1)} X_-^{(p)} + X_-^{(1)} X_+^{(p)})$ ب. $X_-^{(1)} X_-^{(p)}$ ج. $X_+^{(1)} X_+^{(p)}$ د. $\frac{1}{\sqrt{2}} (X_+^{(1)} X_-^{(p)} - X_-^{(1)} X_+^{(p)})$

نام درس: فیزیک کوانتوم ۲

رشته تحصیلی و کد درس: فیزیک

۱۱۳۰۴۳

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از: —

مجاز است.

تعداد سؤالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

۱۵. اثر اشتراک در اتم هیدروژن تا مرتبه اول اختلال برای کدام حالت اتفاق می افتد؟

الف. حالت پایه

ب. حالات تبهگن

ج. حالت غیر تبهگن

د. برای تمام حالات، که شامل حالت پایه نیز می شود.

۱۶. با افزایش عدد اتمی Z در یک اتم، برهم کنش اسپین - مدار:

الف. زیاد می شود.

ب. کاهش می یابد

ج. تغییر نمی کند.

د. بسته به مقدار Z ، گاهی افزایش و گاهی کاهش می یابد.

۱۷. کدام یک از عبارات زیر، تصحیح نسبیتی در اتم هیدروژن واقعی است؟

الف. $-\frac{1}{8} \frac{(p^r)^2}{\mu^2 c^2}$ ب. $-\frac{1}{12} \frac{(p^r)^2}{\mu^3 c^2}$ ج. $-\frac{1}{8} \frac{(p^r)^2}{m^3 c^2}$ د. $-\frac{1}{8} \frac{(p^r)^2}{m^2 c^2}$

۱۸. بر اثر اعمال میدان مغناطیسی خارجی بر روی اتم هیدروژن گونه با در نظر گرفتن اثر اسپین - مدار، هامیلتونی اختلال عبارت است از:

الف. $H' = \frac{1}{2m^2 c^2} \frac{ze^r}{r^3} \vec{L} \cdot \vec{S}$ ب. $H' = \frac{e}{2mc} (\vec{L} + \vec{S}) \cdot \vec{B}$

ج. $H' = \frac{e}{mc} (\vec{L} + 2\vec{S}) \cdot \vec{B}$ د. $H' = \frac{e}{2mc} (\vec{L} + 2\vec{S}) \cdot \vec{B}$

۱۹. تکانه زاویه ای کل الکترون های اتم هلیوم همواره مضرب از \hbar است.

الف. صحیح

ب. غیر صحیح

ج. نیمه صحیح

د. نامشخص

۲۰. هامیلتونی ذره ای در یک بعد برابر $H = H_0 + V_0$ است، که در آن V_0 مقدار ثابت بسیار کوچکی است. تفاوت ترازهای انرژی ذره

با هامیلتونی H نسبت به ترازهای انرژی ذره با هامیلتونی H_0 در مرتبه دوم اختلال چقدر است؟

الف. برای حالت پایه صفر و برای بقیه حالات نامشخص است. ب. برای تمامی ترازها مقدار ثابت مثبتی است.

ج. برای تمامی ترازها مقدار ثابت منفی است. د. برای همه ترازها صفر است.

نام درس: فیزیک کوانتوم ۲

رشته تحصیلی و گند درس: فیزیک

۱۱۱۳۰۴۳

گند سری سؤال: یک (۱)

استفاده از: —

مجاز است.

تعداد سؤالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

سؤالات تشریحی

(بارم هر سؤال ۱٫۷۵ نمره می باشد.)

۱. تابع حالت ذره ای به بار e که تحت تاثیر پتانسیل برداری $\vec{A}(x)$ است، برابر $\psi(x)$ می باشد. پس از تبدیل پیمانه ای بفرم $\vec{A}(x) \rightarrow \vec{A}(x) + \hbar x \hat{i}$ این تابع حالت به چه صورتی تبدیل خواهد شد؟

۲. برای ذره ای در حالت $\ell = 1$ نمایش عملگر L_+ در یک پایه خاص به شکل $L_+ = \hbar \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$ می باشد. در این پایه، عملگر

 L_x را بدست آورید.

۳. اختلال $V = V_0 L \delta(x - \frac{1}{2})$ را بر ذره ای واقع در یک چاه پتانسیل بینهایت در فاصله $0 < x < L$ اعمال می کنیم. جابجایی تراز پایه در

مرتبه اول اختلال چقدر است؟ $\phi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin(\frac{n\pi x}{L})$ (راهنمایی : $\int dx f(x) \delta(x - x_0) = f(x_0)$)

۴. یک الکترون که در میدان الکتریکی یک پروتون در حرکت است، با تابع موج زیر توصیف می شود:

$$\phi(\vec{r}) = \frac{1}{6} [3\psi_{p11}(\vec{r}) - 4\psi_{p10}(\vec{r}) + \sqrt{11}\psi_{p1,-1}(\vec{r})]$$

مقدار چشمداشتی L_z و L^2 را بدست آورید.