

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

سری سوال: یک ۱

درس: مکانیک کوانتومی ۲

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد) ۱۱۱۳۰۴۳

استفاده از ماشین حساب ساده، ماشین حساب مهندسی مجاز است

۱- کدام یک از توابع موج زیر می تواند تابع موج کل توصیف الکترون در اتم هیدروژن باشد؟

۱. سه نایبی $Y_{100}X$ ۲. یک نایبی $Y_{100}X$ ۳. سه نایبی $Y_{100}X$ ۴. یک نایبی $Y_{100}X$

۲- برای یک ملکول سه اتمی که تنها می تواند دوران کند هامیلتونی بصورت $H = \frac{L_z^2}{2I}$ است انرژی این

سیستم برابر است با: (m عدد صحیح)

۱. $\frac{\hbar^2 m^2}{2I}$ ۲. $\frac{\hbar^2 m^2}{I}$ ۳. $\frac{\hbar^2 m^2}{3I}$ ۴. $\frac{9\hbar^2 m^2}{2I}$

۳- تابع موج شعاعی اتم هیدروژن R_{21} فرض شود مقدار چشم داشتی $\left\langle \frac{1}{r} \right\rangle$ کدام است؟

۱. $\frac{1}{a_0}$ ۲. $\frac{1}{4a_0}$ ۳. $\frac{1}{2a_0}$ ۴. صفر

۴- کدام یک از مجموعه های زیر که بیان گر اعداد کوانتومی (n, l, m) برای اتم هیدروژن است غیر ممکن می باشد؟

۱. $(2, 1, -1)$ ۲. $(3, 1, -1)$ ۳. $(3, 1, -2)$ ۴. $(3, 2, -2)$

۵- در اثر بهنجار زمین تبهگنی تراز $n = 2$ (اولین حالت برانگیخته) چند گانه است؟

۱. ۱ ۲. ۲ ۳. ۳ ۴. ۴

۶- اگر اتم هیدروژن در یک میدان مغناطیسی ثابت $\vec{B} = B_0 \hat{j}$ قرار داشته باشد، کدام گروه از عملگرهای زیر می تواند جزء عملگرهای همزمان جابجا شوند باشند؟

۱. H, L^2, L_z ۲. H, L^2, L_x ۳. H, L_z, L_y ۴. H, L^2, L_y

۷- اسپینی در $t = 0$ با اسپینور $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ توصیف می شود احتمال اینکه برای s_y مقدار $+\frac{\hbar}{2}$ بدست آید چقدر

است؟

۱. صفر ۲. ۱ ۳. $\frac{1}{2}$ ۴. $-\frac{1}{2}$

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

سری سوال: ۱ یک

درس: مکانیک کوانتومی ۲

رشته تحصیلی/گد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد) ۱۱۱۳۰۴۳

۸- اسپینی در $t = 0$ در ویژه حالت S_x با ویژه مقدار $\frac{-\hbar}{2}$ قرار دارد اسپین را در میدان مغناطیسی

$\vec{B} = B_0 \hat{k}$ قرار می دهیم مقدار چشم داشتی عملگر S_z در لحظه t چقدر است؟

۱. $\frac{\hbar}{2} \sin 2\omega t$ ۲. $\frac{\hbar}{2} \cos 2\omega t$ ۳. $\frac{\hbar}{2} t$ ۴. صفر

۹- ذره ای تحت پتانسیل $V(r) = \frac{\vec{S} \cdot \vec{L}}{\hbar^2}$ قرار دارد کدام دسته از عملگرها می توانند عملگرهای همزمان جابجا

پذیر برای این پتانسیل باشند؟

۱. J^2, L^2, S^2, J_z ۲. L^2, S^2, J_z, S_z ۳. J^2, L^2, S^2, S_z ۴. L^2, S^2, L_z, S_z

۱۰- مقدار تکانه زاویه ای کل برای جمع دو حالت $L_1 = 1$ و $L_2 = 2$ چند حالت می تواند داشته باشد؟

۱. ۵ ۲. ۴ ۳. ۲ ۴. ۳

۱۱- در اثر اشتراک تقریب مرتبه اول انرژی حالت پایه چقدر است؟

۱. صفر ۲. $+3Eea_0$ ۳. $\pm 3Eea_0$ ۴. $-3Eea_0$

۱۲- هامیلتونی سیستمی به صورت $H = \begin{pmatrix} a & 1+a \\ 1+a & a \end{pmatrix}$ است. تصحیح مرتبه اول در ترازهای این سیستم

کدام است؟

۱. $2a, 2a$ ۲. $2a, \frac{a}{2}$ ۳. $2a, 0$ ۴. $\frac{a}{2}, \frac{a}{2}$

۱۳- اثر اسپین مدار حالت $n = 3$ در اتم هیدروژن را به چند تراز تجزیه می کند؟

۱. ۳ ۲. ۲ ۳. ۴ ۴. ۵

۱۴- اندازه حرکت زاویه ای کل الکترون های اتم هلیوم (${}^4_2\text{He}$) همواره چه مضربی از \hbar است؟

۱. نیمه صحیح ۲. صحیح ۳. ناصحیح ۴. نامشخص

۱۵- پیامد ناوردایی چرخشی در مکانیک کوانتومی کدام گزینه است؟

۱. پایستگی تکانه خطی ۲. پایستگی انرژی سیستم

۳. پایستگی تکانه زاویه ای ۴. همه موارد



سری سوال: ۱ یک

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

درس: مکانیک کوانتومی ۲

رشته تحصیلی/گد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد) ۱۱۱۳۰۴۳

۱۶- جواب معادله شرودینگر شعاعی در سه بعد برای چاه پتانسیل سه بعدی نامتناهی کدام است؟

$$R(r) = A j_L(Kr) \quad \cdot 2 \qquad R(r) = A j_L(Kr) + B n_L(Kr) \quad \cdot 1$$

$$R(r) = A j_L(iKr) \quad \cdot 4 \qquad R(r) = B n_L(Kr) \quad \cdot 3$$

۱۷- کدام یک از روابط جابه جایی زیر صحیح نیست؟

$$[L_+, L_z] = \hbar L_+ \quad \cdot 4 \qquad [L_-, L_z] = \hbar L_- \quad \cdot 3 \qquad [L^2, L_z] = 0 \quad \cdot 2 \qquad [L^2, L_+] = 0 \quad \cdot 1$$

۱۸- مقدار چشم داشتی عبارت $\langle z \sin \theta | L_z | z \sin \theta \rangle$ کدام است؟

$$-i \hbar r^2 \quad \cdot 4 \qquad -\frac{1}{2} \hbar^2 r^2 \quad \cdot 3 \qquad \hbar^2 r^2 \quad \cdot 2 \qquad \text{صفر} \quad \cdot 1$$

۱۹- حاصل عبارت زیر کدام است؟

$$(L_x^2 + L_y^2) Y_{22}(\theta, \varphi) = ?$$

$$2\hbar^2 Y_{22}(\theta, \varphi) \quad \cdot 4 \qquad 4\hbar^2 Y_{22}(\theta, \varphi) \quad \cdot 3 \qquad 6\hbar^2 Y_{22}(\theta, \varphi) \quad \cdot 2 \qquad \text{صفر} \quad \cdot 1$$

۲۰- تابع موج الکترونی در اتم هیدروژن بصورت زیر است مقدار چشم داشتی انرژی آن چقدر است؟ (E_1 انرژی حالت پایه)

$$\frac{1}{\sqrt{6}} [\psi_{100} + 2\psi_{110} + \psi_{200}]$$

$$E_1 \quad \cdot 4 \qquad \frac{10}{24} E_1 \quad \cdot 3 \qquad \frac{15}{24} E_1 \quad \cdot 2 \qquad \frac{21}{24} E_1 \quad \cdot 1$$

سوالات تشریحی

نمره ۱.۷۵

۱- با توجه به روابط ذیل نمایش‌های ماتریسی L_y, L_x, L_+, L_- را برای حالت $l = 2$ بیابید.

$$\langle lm' | L_z | lm \rangle = m \hbar \delta_{m', m}$$

$$\langle lm' | L_{\pm} | lm \rangle = \hbar \sqrt{l(l+1) - m(m \pm 1)} \delta_{m', m \pm 1}$$

$$L_{\pm} = L_x \pm iL_y$$

نمره ۱.۷۵

۲- مقادیر چشم داشتی زیر را حساب کنید.

$$\langle Y_{22} | L_x^2 | Y_{22} \rangle$$

$$\langle Y_{20} | L_y^2 | Y_{21} \rangle$$



تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

سری سوال: ۱: یک

درس: مکانیک کوانتومی ۲

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد) ۱۱۱۳۰۴۳

نمره ۱.۷۵

۳- الکترونی در میدان کولنی یک پروتون در حالتی است که با تابع موج زیر توصیف می شود:

$$A \left[3\psi_{100} + 4\psi_{21-1} + \psi_{211} - \sqrt{10}\psi_{210} \right]$$

الف) مقدار ثابت A را حساب کنید.ب) احتمال هر یک از مقادیر L_z را برای $l = 0.1$ حساب کنید.

نمره ۱.۷۵

۴- الف) اثر نابهنجار زیمن را توضیح دهید و هامیلتونی آن را بنویسید

ب) شکافتگی ترازها را برای $n = 2$ رسم کنید (اثر نابهنجار زیمن)