



سری سوال: یک ۱

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

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

عنوان درس: مکانیک کوانتومی ۲

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد)، فیزیک (هسته ای) (۱۱۳۰۴۳)

استفاده از ماشین حساب ساده مجاز است

۱- در معادله شرودینگر p_i و R_j عملگرهای تکانه و مکان هستند حاصل $[P_x, R_y]$ کدام است؟

۱. صفر ۲. $\frac{\hbar}{i}$ ۳. $i\hbar$ ۴. $-\frac{\hbar}{i}l_z$

۲- کدامیک از روابط زیر نشان می دهد که تکانه زاویه ای ثابت حرکت است؟

۱. $[P_x, L_z] = 0$ ۲. $[L, S] = 0$ ۳. $[L, H] = 0$ ۴. $L \times L = i\hbar L$

۳- حاصل رابطه L_+L_- کدام است؟

۱. $L_x^2 + L_y^2 - i[L_x, L_y]$ ۲. $L_x^2 + L_y^2 + i[L_x, L_y]$ ۳. $i[L_x, L_y]$ ۴. $L_x^2 + L_y^2$

۴- واگنی طیف انرژی برای ذره ای که در حالت n قرار دارد وقتی که حالت اسپینی را نیز در نظر بگیریم کدام است؟

۱. n^2 ۲. $2n^2$ ۳. n ۴. $2n$

۵- مقدار $[L_+, L_-]$ کدام است؟

۱. L_z ۲. $\hbar L_z$ ۳. $2\hbar L_z$ ۴. $-L_z$

۶- اگر $Y_{2,2} = \sqrt{\frac{15}{32\pi}} e^{2i\phi} \sin^2 \phi$ باشد در اینصورت $Y_{2,-2}$ کدام گزینه است؟

۱. $-\sqrt{\frac{15}{32\pi}} e^{2i\phi} \sin^2 \phi$ ۲. $-\sqrt{\frac{15}{32\pi}} e^{-2i\phi} \sin^2 \phi$ ۳. $\sqrt{\frac{15}{32\pi}} e^{-2i\phi} \sin^2 \phi$ ۴. $\sqrt{\frac{15}{32\pi}} e^{2i\phi} \sin^2 \phi$

۷- در مسئله دو ذره ای اصل طرد پاولی وقتی که تحت تعویض دو الکترون باشد، حالت اسپینی است.

۱. متقارن-یکتایی ۲. متقارن-سه تایی ۳. پادمتقارن-سه تایی ۴. سه تایی-پادمتقارن

۸- مقدار انتظاری $\langle \frac{1}{r} \rangle$ برای حالت پایه یک اتم هیدروژن گونه با عدد اتمی Z کدام است؟

۱. $\frac{a_0}{z}$ ۲. $\frac{a_0}{4z}$ ۳. $\frac{z}{a_0}$ ۴. $\frac{z}{4a_0}$

۹- برای هامیلتونی $H = \frac{p^2}{2m} + V(r)$ مقدار $\langle \frac{p^2}{2m} \rangle$ کدام است؟

۱. $\langle V(r) \rangle$ ۲. $\langle r \cdot \nabla V(r) \rangle$ ۳. $\langle \nabla V(r) \rangle$ ۴. $\frac{1}{\rho} \langle r \cdot \nabla V(r) \rangle$



سری سوال: ۱ یک

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

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

عنوان درس: مکانیک کوانتومی ۲

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد)، فیزیک (هسته ای) (۱۱۳۰۴۳)

۱۰- الکترونی در یک میدان کولنی یک پروتون با تابع موج $\frac{1}{6} [4\psi_{100}(r) + 3\psi_{211}(r) - \psi_{210}(r) + \sqrt{10}\psi_{21-1}(r)]$ توصیف می شود. مقدار انتظاری انرژی کدام است؟

۱. $\frac{1}{۳۶}(۱۶E_1 + ۲۰E_۲)$ ۲. $\frac{1}{۶}(۱۶E_1 + ۲۰E_۲)$ ۳. $\frac{1}{۳۶}(۴E_1 + ۱۸E_۲)$ ۴. $\frac{1}{۳۶}(۱۶E_1 + ۱۸E_۲)$

۱۱- کمیت $\frac{\hbar c}{eB}$ دارای چه دیمانسیون است؟

۱. L ۲. L^2 ۳. MLT^{-2} ۴. MLT^{3-2}

۱۲- در داخل یک ابرسانا میدان مغناطیسی B صفر است. این اثر مربوط به کدام گزینه است؟

۱. طرد پائولی ۲. بوهم - آهارانوف ۳. اشتارک ۴. مایسنر

۱۳- اگر A^\dagger عملگر افزایشنده در نوسانگر هارمونیک باشد، حاصل $\langle ۳|A^\dagger|۲\rangle$ کدام است؟

۱. صفر ۲. $\sqrt{2}$ ۳. ۱ ۴. $\sqrt{3}$

۱۴- کدام رابطه صحیح می باشد؟

۱. $\det \sigma_i = ۱$ ۲. $\sigma_x^2 = -1$ ۳. $\det \sigma_y = ۱$ ۴. $[\sigma_x, \sigma_z] = -i\sigma_y$

۱۵- مقدار $S_+ \chi_+$ کدام است؟

۱. صفر ۲. $-\hbar \chi_+$ ۳. $\hbar \chi_-$ ۴. $\hbar \chi_+$

۱۶- پتانسیل وابسته به اسپین یک الکترون بصورت $V(r) = \frac{1}{\hbar^2} S_1 \cdot S_2 V_1(r)$ می باشد. برای حالت $S = 0$ پتانسیل کدام است؟

۱. $\frac{1}{4} V_1(r)$ ۲. $V_1(r)$ ۳. $-\frac{3}{4} V_1(r)$ ۴. صفر

۱۷- اگر تکانه زاویه ای کل J برابر L+S باشد، حاصل $[L, S]$ کدام است؟

۱. j_z ۲. $-2\hbar$ ۳. $2\hbar$ ۴. صفر

۱۸- تعداد کل حالتها یا توابع مستقل برای دو ذره بدون اسپین برای $l_1 = 1$ و $l_2 = 2$ کدام است؟

۱. ۴ ۲. ۲ ۳. ۱۵ ۴. ۱۸



سری سوال: ۱ یک

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

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

عنوان درس: مکانیک کوانتومی ۲

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

۱۹- در اثر نابهنجار زیمان $H_1 = \frac{e}{2mc}(L + 2S).B$ می باشد، در چه حالتی $\langle H_1 \rangle = \frac{eB}{2mc}$ می باشد؟

۴. $m_s = 0, m_l = -\frac{1}{2}$

۳. $m_s = 0, m_l = \frac{1}{2}$

۲. $m_s = \frac{1}{2}, m_l = 0$

۱. $m_s = -\frac{1}{2}, m_l = 0$

۲۰- کدام گزینه حاصل $\int_{-1}^1 d(\cos\theta) P_p^m(\cos\theta)$ است؟

۴. $\frac{1}{5}$

۳. $\frac{1}{7}$

۲. $\frac{2}{7}$

۱. 1

سوالات تشریحی

نمره ۱.۷۵

۱- ذره ای تحت معادله $\frac{1}{6} [4\psi_{100}(r) + 3\psi_{211}(r) - \psi_{210}(r) + \sqrt{10}\psi_{21-1}(r)]$ در حال حرکت است. الف) مقدار انتظاری L^2 را بدست آورید. ب) مقدار انتظاری L_z را تعیین کنید.

نمره ۱.۷۵

۲- برای حالت $l=2$ ماتریس های L_x, L_y, L_z را بدست آورید.

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

نمره ۱.۷۵

۳- با استفاده از عملگرهای بالابرنده یا پایین آورنده ویژه توابع (بهنجار نشده) $Y_{22}(\theta, \varphi) = A \sin^2 \theta e^{2i\varphi}$ را به ازای $l=2, m=0,1,2$ بدست آورید.

نمره ۱.۷۵

۴- برای الکترون جایگزیده ای هامیلتونی بصورت $H = \frac{eg\hbar}{4mc} \sigma.B$ می باشد، در $t=0$ یک ویژه حالت S_x با ویژه مقدار $+\frac{\hbar}{2}$ است، در زمانهای بعدی $\langle S_x \rangle$ و $\langle S_y \rangle$ کدام است؟