

نام درس: مکانیک کوانتومی ۲

تعداد سؤال: ۱۵ نمره: ۶۰ تکمیلی - تشریحی ۴

رشته تحصیلی: گرایش: فیزیک

کد درس: ۲۱۱۴۹۳

نیمسال دوم ۸۲-۸۳

زمان امتحان: تستی و تکمیلی ۶۰ نمره تشریحی ۶۰ نمره

[استفاده از ماشین حساب مجاز است ☆ سوالات تستی نمره منفی دارد]

تعداد کل صفحات: ۴

۱. L_+ و L_- برابر است با:

ب. $L_x^2 + L_y^2 + i[L_y, L_x]$

الف. $L_x^2 + L_y^2 + i[L_x, L_y]$

د. $i[L_x, L_y]$

ج. $L_x^2 + L_y^2$

۲. L_+ با کدام عملگر جابه جایی می شود؟

د. L_-^+

ج. L_+

ب. L_-^+

الف. L_-

۳. $\frac{L_x^2 - L_z^2}{L^2}$ در حد کلاسیک برابر است با:

د. $-m^2$

ج. صفر

ب. ∞

الف. ۱

۴. برای اتم هیدروژن داریم $R_{10}(r) = 2\left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2} e^{-\frac{r}{a_0}}$ بنابراین $\langle r \rangle$ برابر است با:

د. $\frac{1}{a_0}$

ج. $\frac{1}{2\pi} a_0$

ب. $6\pi a_0$

الف. $\frac{3}{2} a_0$

۵. برای اتم هیدروژن:

ب. $\langle T \rangle - 2\langle V \rangle = 0$

د. $2\langle T \rangle + \langle V \rangle = 0$

الف. $\langle T \rangle + 2\langle V \rangle = 0$

ج. $2\langle T \rangle - \langle V \rangle = 0$

۶. برای هامیلتونی $H = \frac{p^2}{2m} + V(r)$ داریم:

ب. $[H, \vec{r} \cdot \vec{p}] = 0$

د. $\frac{d}{dt} \langle \vec{r} \cdot \vec{p} \rangle = \frac{i}{\hbar} [\vec{r} \cdot \vec{p}, H]$

الف. $\langle [H, \vec{r} \cdot \vec{p}] \rangle = 0$

ج. $\langle \vec{r} \cdot \vec{p} \rangle = 0$

تعداد سؤال: ۱۵ نمره: ۶۰ - تشریحی: ۴

نام درس: مکانیک کوانتومی ۲

رشته تحصیلی: گرایش: فیزیک

کد درس: ۲۱۱۴۹۳

زمان امتحان: تستی و تکمیلی ۶۰ نمره تشریحی ۶۰ نمره

[استفاده از ماشین حساب مجاز است ☆ سوالات تستی نمره منفی دارد]

تعداد کل صفحات: ۴

نیمسال دوم ۸۲-۸۳

۷. برای اتم هیدروژن در حالت $l = 2$ و $n = 3$ نمودار $(rR(r))^2$ چند قله دارد؟

۱. د

۲. ج

۳. ب

۴. الف

۸. برای یک دستگاه دو اسپینی، $S_z \chi_+^{(1)} \chi_-^{(2)}$ برابر است با:

$$\frac{1}{4} \hbar \chi_-^{(1)} \chi_+^{(2)}$$

$$\frac{1}{4} \hbar \chi_+^{(1)} \chi_-^{(2)}$$

$$\hbar \chi_+^{(1)} \chi_-^{(2)}$$

ب. صفر

۹. برای یک دستگاه دو اسپینی حاصل $4\sqrt{2} S_{1z} S_{2z} (\chi_+^{(1)} \chi_-^{(2)} - \chi_-^{(1)} \chi_+^{(2)})$ کدام است؟

$$-\sqrt{2} \hbar^2 (\chi_+^{(1)} \chi_-^{(2)} - \chi_-^{(1)} \chi_+^{(2)})$$

$$\sqrt{2} \hbar^2 (\chi_+^{(1)} \chi_-^{(2)} - \chi_-^{(1)} \chi_+^{(2)})$$

$$\sqrt{2} \hbar^2 (\chi_+^{(1)} \chi_-^{(2)} + \chi_-^{(1)} \chi_+^{(2)})$$

$$-\sqrt{2} \hbar^2 (\chi_+^{(1)} \chi_-^{(2)} + \chi_-^{(1)} \chi_+^{(2)})$$

۱۰. عبارت $V(r) = V_1(r) + \frac{1}{\hbar^2} \vec{S}_1 \cdot \vec{S}_2 V_2(r)$ در حالت $S = 0$ برابر است با:

$$V_1(r) + \frac{3}{4} V_2(r)$$

$$V_1(r) - \frac{1}{4} V_2(r)$$

$$V_1(r) + \frac{1}{4} V_2(r)$$

$$V_1(r) - \frac{3}{4} V_2(r)$$

۱۱. $2\vec{L} \cdot \vec{S}$ برابر است با:

$$2(L_z S_z + L_+ S_- + L_- S_+)$$

$$2L_z S_z + L_+ S_- + L_- S_+$$

$$2L_z S_z + L_+ S_+ + L_- S_-$$

$$L_z S_z + L_+ S_- + L_- S_+$$

نام درس: مکانیک کوانتومی ۲

تعداد سؤال: ۱۵ تستی - تشریحی ۴

رشته تحصیلی: گرایش: فیزیک

کد درس: ۲۱۱۴۹۳

زمان امتحان: تستی و تشریحی ۶۰ دقیقه تشریحی ۶۰ دقیقه

[استفاده از ماشین حساب مجاز است ☆ سوالات تستی نمره منفی دارد]

تعداد کل صفحات: ۴

نیمسال دوم ۸۲-۸۳

۱۲. در اتم هیدروژن اگر $H_1 = \frac{-1}{8} \frac{(P^r)^2}{m_e^3 c^2}$ باشد داریم:

الف. $\langle H_1 \rangle \sim \alpha^2 \langle H_0 \rangle$ ب. $\langle H_1 \rangle \sim \alpha \langle H_0 \rangle$

ج. $\langle H_1 \rangle \sim \alpha^3 \langle H_0 \rangle$ د. $\langle H_1 \rangle \sim \alpha^4 \langle H_0 \rangle$

۱۳. برای اتم هیدروژن اگر $\vec{S} \cdot \vec{I} \psi = c \psi$ و $j = l + \frac{1}{2}$ و $m_j = m + \frac{1}{2}$ ، c برابر است با:

الف. $-\frac{1}{2} \hbar^2 (l+1)$ ب. $-\frac{1}{2} \hbar^2 l$ ج. $\frac{1}{2} \hbar^2 l$ د. $\frac{1}{2} \hbar^2 (l+1)$

۱۴. در اتم هیدروژن اگر اسپین کل الکترون و هسته F باشد ، $\vec{F} = \vec{S} + \vec{I}$ ، ویژه مقدار $\frac{\vec{S} \cdot \vec{I}}{\hbar^2}$ برای $F = I + \frac{1}{2}$

برابر است با:

الف. $-\frac{1}{2} I$ ب. $\frac{1}{2} (I+1)$ ج. $-\frac{1}{2} (I+1)$ د. $-\frac{1}{2} I$

۱۵. در اتم هیدروژن تراز $S = \frac{1}{2}$ ، $l = 1, 0$ ، $n = 2$ در اثر جفت شدگی اسپین - مدار به چند تراز شکافته می شود؟

الف. ۳ ب. ۲ ج. ۴ د. ۱

نام درس: مکانیک کوانتومی ۲

رشته تحصیلی: گرایش: فیزیک

کد درس: ۲۱۱۴۹۳

نیمسال دوم ۸۲-۸۳

تعداد سؤال: ۱۵ نمره: ۶۰ تکمیلی - تشریحی ۴

زمان امتحان: تستی و تکمیلی ۶۰ نمره تشریحی ۶۰ نمره

[استفاده از ماشین حساب مجاز است ☆ سوالات تستی نمره منفی ندارد]

تعداد کل صفحات: ۴

سوالات تشریحی

۱. نشان دهید: $\vec{L}^2 + (\vec{r} \cdot \vec{p})^2 = r^2 p^2 + i\hbar \vec{r} \cdot \vec{p}$

۲. برای هامیلتونی $H = c \vec{\sigma} \cdot \vec{B}$ که در آن c یک ثابت است، $\psi(t)$ را بیابید. سپس با فرض این که در $t = 0$ اسپین در

ویژه حالت S_x با ویژه مقدار $+\hbar/2$ می باشد، $\langle S_x \rangle$ را حساب کنید؟

۳. به کمک نظریه اختلال واکن، برای پتانسیل اختلال $\lambda H_1 = Az$ که در آن A یک ثابت است، ویژه مقدارهای انرژی

$E^{(1)}$ را برای حالت های $n = 2$ در اتم هیدروژن حساب کنید؟ (راهنمایی: $\langle \phi_{200} | z | \phi_{210} \rangle = -3a_0$)

۴. به کمک روش وردشی و تابع موج آزمون $\psi = Ne^{-\frac{\alpha x^2}{2}}$ ، انرژی حالت پایه نوسانگر هماهنگ یک بُعدی را حساب کنید.