

ТЕСТЫ
ПО КУРСУ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

1. Найти уровни энергии в одномерной симметричной потенциальной яме: $V(x) = -V_0$ при $|x| < a$; $V(x) = 0$ при $|x| > a$.
2. Найти вероятность отражения частицы при прохождении над одномерным потенциальным барьером $V(x) = V_0$ при $|x| < a$; $V(x) = 0$ при $|x| > a$ (энергия частицы больше высоты барьера).
3. Найти уровни энергии и вектора состояния одномерного гармонического осциллятора в постоянном внешнем поле $H = p^2/2m + kx^2/2 - Fx$. Сравнить точный ответ с первой поправкой к осцилляторным уровням энергии, если внешнее поле рассматривается как возмущение.
4. Найти дифференциальное сечение упругого рассеяния α -частицы на α -частице (в системе центра масс).
5. В ВКБ-приближении найти уровни энергии частицы массы m в потенциальном поле вида $V(z) = \infty$ при $z < 0$; $V(z) = mgz$ при $z > 0$.
6. В ВКБ-приближении найти зависимость тока холодной эмиссии электронов с поверхности металла от приложенного электрического поля.
7. Найти S -уровни энергии в сферически-симметричной яме: $V(r) = -V_0$ при $r < a$; $V(r) = 0$ при $r > a$.
8. Найти S -уровни энергии в сферической оболочке $V(r) = -V_0\delta(r - a)$.
9. Найти вероятность пребывания электрона в классически запрещенной области для водородоподобного атома в основном состоянии.
10. Найти расщепление уровней энергии атома водорода в однородном магнитном поле $\vec{\mathcal{H}}$.
11. Рассчитать расщепление уровня атома водорода с $n = 2$ в слабом однородном электрическом поле.
12. Пусть гамильтониан зависит от λ как от параметра и $H(\lambda)|\psi(\lambda)\rangle = E(\lambda)|\psi(\lambda)\rangle$. Показать, что для нормированных на единицу векторов $|\psi(\lambda)\rangle$ имеет место соотношение $\partial E(\lambda)/\partial \lambda = \langle \psi(\lambda) | \partial H(\lambda) / \partial \lambda | \psi(\lambda) \rangle$
13. Определить отношение интенсивности пятен на экране в опыте Штерна-Герлаха, если магнитное поле ориентировано по оси z , а спины электронов падающего пучка ориентированы под углом θ к оси z .
14. Показать, что если оператор A — скаляр, то $\langle J' M' | A | J M \rangle = \delta_{J J'} \delta_{M M'} \langle J | A | J \rangle$ т.е. его матричные элементы диагональны по J и M и не зависят от M .

15. Две частицы со спином $1/2$ находятся в следующем состоянии: спин первой направлен вдоль оси z , а спин второй направлен вдоль оси, составляющей угол θ с осью z . Найти вероятности обнаружить частицы в синглетном и триплетном состояниях по полному спину.
16. Двухуровневая система с состояниями $|1\rangle, |2\rangle$, энергии которых есть $\hbar\omega_1, \hbar\omega_2$, подвергается действию не зависящего от времени возмущения W . Вычислить вероятность обнаружить то или иное состояние в момент времени t , если в момент времени $t = 0$ система находилась в основном состоянии.
17. Нейтральная частица со спином $1/2$ и магнитным моментом $\vec{\mu} = \mu_0 \vec{s}$ находится в однородном магнитном поле, изменяющемся во времени по закону $\vec{H} = (H_1 \cos \omega t, H_1 \sin \omega t, H_0)$. В момент времени $t = 0$ проекция спина на направление поля была равна $+1/2$. Определить вероятность перехода частицы к моменту времени t в состояние, в котором проекция спина на направление магнитного поля равна $-1/2$.
18. Найти вероятность перехода атома трития H^3 из $1s$ состояния в $1s$ состояние иона He^{3+} при β -распаде одного из нейтронов ядра.
19. Оценить полную энергию ионизации атома в рамках модели Томаса-Ферми.
20. Разложить электронную конфигурацию $(np)^3$ на термы.
21. В борновском приближении вычислить дифференциальное и полное сечение рассеяния на потенциале Юкавы $V(r) = g \exp(-ar)/r$.
22. В борновском приближении найти амплитуду и дифференциальное сечение упругого рассеяния заряженной бесспиновой частицы на сферически-симметричном локализованном распределении заряда $\rho(r)$.
23. Вычислить амплитуду упругого рассеяния медленной частицы на потенциальной яме $V(r) = -V_0, r < a, V(r) = 0, r > a$.
24. Определить полное сечение упругого рассеяния непроницаемой сферой радиуса a для медленных частиц, де-бройлевская длина волны которых $\lambda \gg a$.
25. Найти дифференциальное сечение упругого рассеяния α -частицы на α -частице (в системе центра масс).
26. Указать, между какими уровнями заряженного сферического гармонического осциллятора возможны электромагнитные переходы в дипольном приближении. Вычислить время жизни первого возбужденного состояния осциллятора в этом приближении.