

## Темы теста 1

1. Тепловое излучение. Формула Планка. Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана.
2. Корпускулярные свойства излучения. Фотоэффект. Эффект Комптона.
3. Волны де Бройля. Соотношения неопределенностей.
4. Модели атомов Томсона и Резерфорда.
5. Модель атома Бора.
6. Основные понятия квантовой механики. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Операторы физических величин. Среднее значение и дисперсия физической величины. Собственные значения и собственные функции операторов физических величин.
7. Стационарное уравнение Шредингера. Одномерные задачи. Частица в прямоугольной яме, гармонический осциллятор, туннельный эффект.
8. Нестационарные состояния. Зависимость средних от времени. Теорема Эренфеста.
9. Пространственное квантование. Спин. Сложение моментов.
10. Движение в центрально симметричном потенциальном поле. Задача Кеплера. Атом водорода.

### ПРИМЕР тестового задания 1

1. Оценить величину энергии, излучаемой Солнцем за 1 секунду. Радиус Солнца  $7 \cdot 10^8$  м, температура поверхности 6000 К.
2. Происходит обратное рассеяние фотона с энергией 10 МэВ на свободном покоящемся электроне. Определите энергию рассеянного фотона.
3. Оцените наименьшую погрешность, с которой можно определить скорость электрона, локализованного в области размером 0,5 мкм.
4. Угол отклонения  $\alpha$ -частицы при рассеянии на неподвижном ядре с зарядом  $Ze$  определяется формулой ( в СИ) ( $b$ -прицельный параметр,  $E$  - энергия налетающей частицы вдали от ядра,  $e$  - заряд электрона):

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\vartheta}{2}\right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Ze^2}{bE} \quad \left| \quad \operatorname{tg}\left(\frac{\vartheta}{2}\right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Ze^2}{2bE} \quad \left| \quad \operatorname{tg}\left(\frac{\vartheta}{2}\right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2Ze^2}{bE} \quad \left| \quad \operatorname{tg}\left(\frac{\vartheta}{2}\right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{4Ze^2}{bE} \quad \right|$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\vartheta}{2}\right) = \frac{Ze^2}{2bE}$$

5. Определите длину волны в спектре атома водорода для головной  $\alpha$ -линии серии Бальмера.
6. Волновая функция равна  $\exp(ikx)$  на отрезке  $[-1/2, 1/2]$  и равна нулю при всех других значениях  $x$ . Чему равно стандартное отклонение  $x$ ? ( $k$  - действительное).
7. Частица находится в основном состоянии в бесконечно глубокой прямоугольной одномерной потенциальной яме шириной  $a$ . Найти стандартное отклонение импульса частицы.
8. В бесконечно глубокой прямоугольной одномерной потенциальной яме шириной  $a$ , волновая функция частицы в начальный момент времени имеет вид:  
$$\psi(x, t = 0) = (3\varphi_2(x) + 4\varphi_3(x)) / \sqrt{25}$$
, где  $\varphi_n(x)$  – собственные функции оператора Гамильтона,  $n = 1, 2, 3, \dots$ . Найти среднее значение энергии частицы.
9. Найти минимальный угол, который составляет с осью  $Z$  орбитальный момент электрона в  $p$ -состоянии.
10. Энергия электрона в ионе  $\text{He}^+$  равна  $E = -Ry$ . Какими могут быть значения орбитального квантового числа  $l$ ?

## Темы теста 2

1. Теория возмущений. Тожественность частиц.
2. Атомы с одним оптическим электроном.
3. Атом гелия. Многоэлектронные атомы. Оболочки и подоболочки. Электронная конфигурация. Сложение угловых моментов.
4. Периодическая таблица элементов.
5. Основные термы атомов. Правила Хунда.
6. Тонкая и сверхтонкая структура атомных спектров.
7. Электромагнитные переходы. Правила отбора и спектральные серии.
8. Рентгеновские спектры.
9. Атом в магнитном поле. Магнитный момент атома.
10. Эффекты Зеемана и Пашена - Бака. Опыты Штерна и Герлаха.

### ПРИМЕР тестового задания 2

1. Частица массы  $m$  находится в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме

$$U(x) = \begin{cases} 0, & x \in \left[-\frac{a}{2}, \frac{a}{2}\right] \\ \infty, & x \notin \left[-\frac{a}{2}, \frac{a}{2}\right] \end{cases}$$

- В яме имеется возмущение  $V(x) = \alpha x$ . Найти в первом порядке теории возмущений энергию основного состояния частицы.
2. Энергия связи валентного электрона атома  ${}^3\text{Li}$  в состоянии  $2s$  равна 5,39 эВ. Найти ридберговскую поправку для этого терма.
  3. Найти значения суммарного орбитального момента в электронной конфигурации  $pf$ .
  4. Конфигурация незаполненной оболочки какого элемента в основном состоянии имеет вид  $3d^7$ ?  
| Co ( $Z=27$ ) | Fe ( $Z=26$ ) | Cr ( $Z=24$ ) | Zn ( $Z=30$ ) | Ge ( $Z=32$ ) | Ni ( $Z=28$ )
  5. Найти основной терм конфигурации  $3d^6 4s^2$
  6. Известно, что сверхтонкая структура основного состояния атома кислорода ( $Z=8$ ) состоит из трех компонент. Определите спин ядра.
  7. С учетом спин-орбитального взаимодействия головная линия серии Лаймана является:  
| дублетом | синглетом | триплетом | квинтетом | дипольный переход запрещен
  8. Вычислить с помощью закона Мозли длину волны  $K\alpha$ -линии атома алюминия Al ( $Z=13$ ).
  9. Определите множитель Ланде для состояния  ${}^4P_{1/2}$ .
  10. Атом помещен в сильное магнитное поле. Определите, на сколько компонент расщепится уровень  $3P$  этого атома. (Спин-орбитальным взаимодействием пренебречь).