

Практические задания по теме:

**«Правило квантования энергии для модели атома Бора»**

1. Представить рисунки и формулы, которые иллюстрируют физический термин «*гармонический осциллятор*»;
2. Представить рисунки и формулы, которые иллюстрируют физический термин «*момент импульса*» для электрона в атоме водорода;
3. Представить рисунки и формулы, которые иллюстрируют физические термины «*фазовая траектория*» и «*фазовая плоскость*» для электрона в атоме водорода;
4. Представить рисунки и формулы, которые иллюстрируют физический смысл принципа «квантования момента импульса» для электрона в атоме водорода;
5. Представить рисунки и формулы, которые иллюстрируют физический смысл принципа «квантования энергии» для атома водорода;
6. Представить рисунки, формулы и ход вычисления угловой скорости электрона на орбите в атоме водорода.
7. Представить рисунки, формулы и ход вычисления кинетической энергии электрона на орбите в атоме водорода.
8. Представить рисунки, формулы и ход вычисления потенциальной энергии электрона в электростатическом поле ядра атома водорода.
9. Представить рисунки, формулы и ход вычисления изменения момента импульса ( $\Delta L$ ) электрона в атоме водорода при переходе электрона с орбиты с  $n=3$  на орбиту с  $n=1$ ;
10. Представить рисунки, формулы и ход вычисления изменения момента импульса ( $\Delta L$ ) электрона в атоме водорода при переходе электрона с орбиты с  $n=4$  на орбиту с  $n=2$ ;
11. Представить рисунки, формулы и ход вычисления длины волны фотона, который испустил атом водорода при переходе электрона с орбиты с  $n=5$  на орбиту с  $n=3$ ;

12. Представить рисунки, формулы и ход вычисления длины волны фотона, который испустил атом водорода при переходе электрона с орбиты с  $n=3$  на орбиту с  $n=1$ ;
13. Представить рисунки, формулы и ход вычисления длины волны фотона, который вызвал в атоме водорода переход электрона с орбиты с  $n=2$  на орбиту с  $n=3$ ;
14. Представить рисунки, формулы и ход вычисления длины волны фотона, который вызвал в атоме водорода переход электрона с орбиты с  $n=1$  на орбиту с  $n=4$ ;
15. Представить рисунки, формулы и ход вычисления частоты электромагнитного излучения, которое вызывает в атоме водорода переход электрона с орбиты с  $n=1$  на орбиту с  $n=2$ ;
16. Представить рисунки, формулы и ход вычисления частоты электромагнитного излучения, которое вызывает в атоме водорода переход электрона с орбиты с  $n=2$  на орбиту с  $n=3$ ;
17. Представить рисунки, формулы и ход вычисления частоты электромагнитного излучения, которое излучает атом водорода при переходе электрона с орбиты с  $n=3$  на орбиту с  $n=1$ ;
18. Представить рисунки, формулы и ход вычисления частоты электромагнитного излучения, которое излучает атом водорода при переходе электрона с орбиты с  $n=4$  на орбиту с  $n=2$ ;
19. Представить рисунки, формулы и ход вычисления радиуса орбиты электрона в атоме лития.
20. Представить рисунки, формулы и ход вычисления частоты обращения электрона на орбите в атоме лития.
21. Представить рисунки, формулы и ход вычисления изменения момента импульса ( $\Delta L$ ) электрона в атоме водорода при переходе электрона с орбиты с  $n=1$  на орбиту с  $n=3$ ;

22. Представить рисунки, формулы и ход вычисления изменения момента импульса ( $\Delta L$ ) электрона в атоме водорода при переходе электрона с орбиты с  $n=3$  на орбиту с  $n=2$ ;
23. Представить рисунки, формулы и ход вычисления длины волны фотона, который испустил атом водорода при переходе электрона с орбиты с  $n=4$  на орбиту с  $n=3$ ;
24. Представить рисунки, формулы и ход вычисления длины волны фотона, который испустил атом водорода при переходе электрона с орбиты с  $n=2$  на орбиту с  $n=1$ ;
25. Представить рисунки, формулы и ход вычисления длины волны фотона, который вызвал в атоме водорода переход электрона с орбиты с  $n=2$  на орбиту с  $n=4$ ;
26. Представить рисунки, формулы и ход вычисления длины волны фотона, который вызвал в атоме водорода переход электрона с орбиты с  $n=2$  на орбиту с  $n=4$ .

Самостоятельная работа по теме «*Гипотеза де-Бройля, уравнение Шрёдингера, соотношение неопределённостей Гейзенберга.*»

Обязательные требования к выполнению 1) самостоятельность текстового изложения по сути ответа (формулировка концепций и положений своими словами со своими примерами); 2) свой рисунок, иллюстрирующий пример физического явления; 3) аналитическая запись закона, правила. Перед ответом приводить формулировку вопроса; 4) использовать

терминологию Лекции № 2

1. Суть гипотезы Луи де-Бройля.
2. Суть принципа корпускулярно – волнового дуализма.
3. Назвать примеры физических явлений, где фотон проявляет корпускулярные свойства.
4. Назвать примеры физических явлений, где электрон проявляет волновые свойства.
5. Используя соотношения (1, 3) найти длину волны де-Бройля для электрона, летящего со скоростью  $V=10^8$  м/с.
6. Используя соотношения (1, 3) найти длину волны де-Бройля для протона, летящего со скоростью  $V=10^7$  м/с.
7. Используя соотношения (1, 3) найти длину волны де-Бройля для ядра гелия, летящего со скоростью  $V=10^7$  м/с.
8. Используя соотношение (2) ответить на вопрос: как с увеличением амплитуды колебания напряженности электромагнитного поля изменяется число фотонов, поступающих в единицу времени?
9. Используя соотношения (1, 3) дать собственное понимание картин дифракции на рис.1.
10. Используя соотношение  $dP = \|\Psi\|^2 dV = \Psi\Psi^* dV$  ответить на вопрос: что можно сказать о положении микрочастицы в объеме  $dV$  для случаев  $dP=0$ ;  $dP=0,5$ ;  $dP=1$ .
11. Используя соотношение  $dP = \|\Psi\|^2 dV = \Psi\Psi^* dV$  ответить на вопрос: чему равна вероятность обнаружения микрочастицы в точке с координатами  $x, y, z$ ?
12. Используя соотношения  $\Psi\Psi^* = \psi e^{-i(E/\hbar)t} \times \psi^* e^{-i(E/\hbar)t} = \psi\psi^*$ ;  $-\frac{\hbar^2}{2m}\Delta\Psi + U(x, y, z)\Psi = i\hbar \frac{\partial\Psi}{\partial t}$  ответить на вопрос: зависит или нет плотность вероятности обнаружения частицы от энергии этой частицы?
13. Используя соотношение  $\Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U)\Psi = 0$  рассмотреть и описать состояние микрочастицы при условии  $E=U$ .

14. Какие задачи можно решить с помощью уравнения Шрёдингера?
15. В чем разница записи уравнения Шрёдингера для стационарного состояния от других?
16. Записать уравнения Шрёдингера для электрона с импульсом  $\mathbf{P}$ , который движется без диссипации энергии, и методом подбора решить это уравнение.
17. Записать уравнения Шрёдингера для электрона в атоме водорода и методом подбора решить это уравнение.
18. Из уравнения  $\Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}E\Psi = 0$  найти вид волновой функции свободного неподвижного (кинетическая энергия равна нулю) электрона.
19. Смысл волновой функции в квантовой механике.
20. Собственным примером (мысленный эксперимент) дать иллюстрацию соотношения неопределённостей  $\Delta x \cdot \Delta p_x > \hbar$ .
21. Собственным примером (мысленный эксперимент) дать иллюстрацию соотношения неопределённостей  $\Delta E \cdot \Delta t > \hbar$ .
22. Собственным примером (мысленный эксперимент) дать иллюстрацию соотношения неопределённостей  $\Delta L \cdot \Delta \varphi > \hbar$ .
23. Уравнение Шрёдингера для стационарного состояния электрона?
24. Уравнение Шрёдингера для протона с импульсом  $\mathbf{P}$ .
25. Уравнение Шрёдингера для электрона в атоме водорода.
26. Смысл волновой функции микрочастицы в квантовой механике.

*Темы докладов: Опыт Боте. Опыт Франка и Герца. Опыт Дэвиссона и Джермера, Опыт Резерфорда, Опыт Герлаха и Штерна, Опыт Лауэ и формула Вульфа-Бреггов, Эффект Вавилова – Черенкова, Эффект Зеемана, Эффект Керра, Эффект Комптона, Эффект Мёссбауэра, Эффект Рамана (комбинационное рассеяние света), Эффект Зеебека, Эффект Холла, Скин – эффект, Принцип действия лазера и мазера, Температура Дебая.*