

# Постулаты Н. Бора

**Подготовила**  
**учитель физики**  
**Гусева Наталия Павловна**  
**МОУ СОШ №41 г.Саратов**

# Цель урока

***1. Изучить квантовые постулаты Бора***

***2. Модель атома водорода Бора***

***3. Показать значение теории Бора в развитии физической науки***

## Задачи урока:

### *Образовательная:*

изучить постулаты Бора , раскрывающие основные свойства атома, их значимость в развитии физической науки. Применять полученные знания при решении задач.

### *Развивающая:*

развивать логическое мышление, правильную речь, естественнонаучное миропонимание о строении вещества.

### *Воспитательная:*

воспитывать стремление учащихся демонстрировать собственные достижения, объективно оценивать свои умения применять знания.

# План урока

- 1. Организационный момент(1-2мин)*
- 2.Проверка домашнего задания и актуализация изучаемой темы(6-8мин)*
- 3.Изучение нового материала(12мин)*
- 4.Физические упражнения для профилактики утомляемости на уроке (3 мин)*
- 5. Первичная проверка понимания учащимися нового материала (5мин)*
- 6. Закрепление новых знаний (10 мин)*
- 7. Итоги урока. Рефлексии (4мин)*
- 8.Организция домашнего задания(1мин)*



# Проверка домашнего задания

## ТЕСТ №1

**1. Принятая в настоящий момент в науке модель структуры атома обоснована опытами по...**

- a. растворению и плавлению твердых тел**
- b. ионизации газа**
- c. химическому получению новых веществ**
- d. рассеянию  $\alpha$ -частиц**

**Ответ: d.**

## **2. В опыте Резерфорда альфа частицы рассеиваются...**

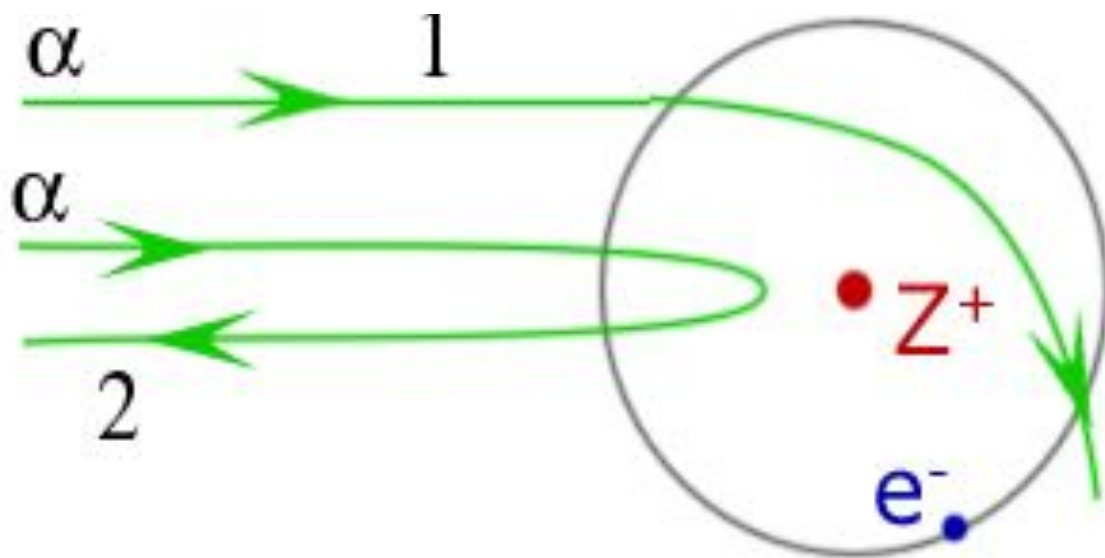
- a. электростатическим полем ядра атом**
- b. электронной оболочкой атомов мишени**
- c. гравитационным полем ядра атома**
- d. поверхностью мишени**

**Ответ:**

**a**

**3.** На рисунке показаны траектории альфа частиц при рассеянии их на атоме, состоящем из тяжелого положительно заряженного ядра  $Z^+$  и легкого облака электронов  $e^-$ . Какая из траекторий является правильной?

- a. Только 1
- b. Только 2
- c. И 1, и 2
- d. Ни 1, ни 2



**Ответ: b**



## 4. Какое утверждение соответствует планетарной модели атома?

1) Ядро — в центре атома, заряд ядра положителен, электроны на орбитах вокруг ядра

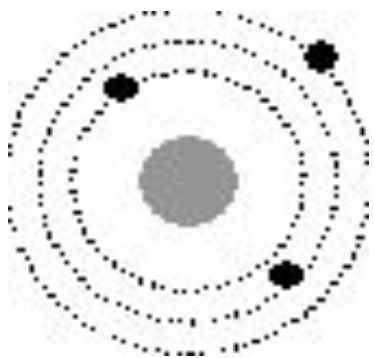
2) Ядро — в центре атома, заряд ядра отрицателен, электроны на орбитах вокруг ядра

3) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд ядра положителен

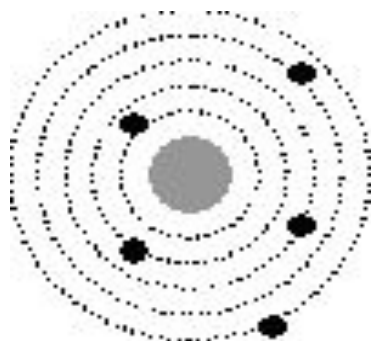
4) Электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд ядра отрицателен

**5.** На рисунке изображены схемы четырех атомов. Черными точками обозначены электроны. Атому  ${}^{13}_{5}\text{B}$  соответствует схема..

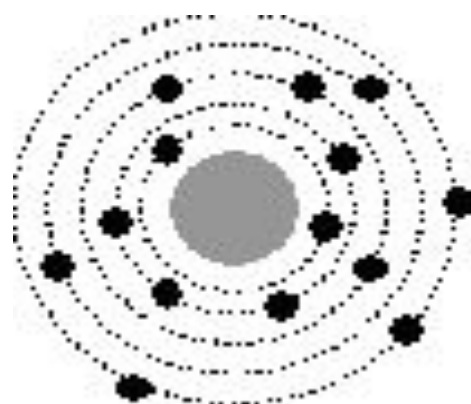
**a**



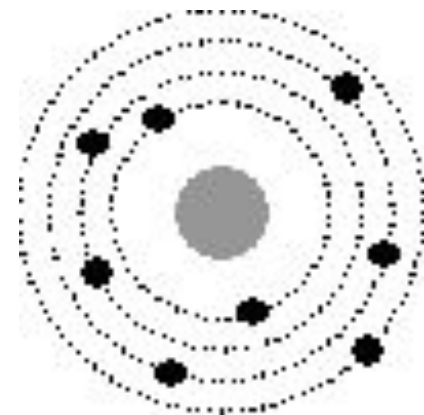
**b**



**c**



**d**



**Ответ: b**

**6. Сравните массы частиц, фигурирующих в объяснении опыта Резерфорда: масса альфа частицы –  $M_a$ , масса ядра атома золота  $M_{Au}$ , масса электрона –  $M_e$**

$$M_{Au} \gg M_a \gg M_e$$

**A**

$$M_{Au} > M_a \gg M_e$$

**B**

$$M_{Au} \gg M_a \gg M_e$$

**C**

$$M_{Au} \gg M_a < M_e$$

**Ответ: c**

# Изучение НОВОГО материала

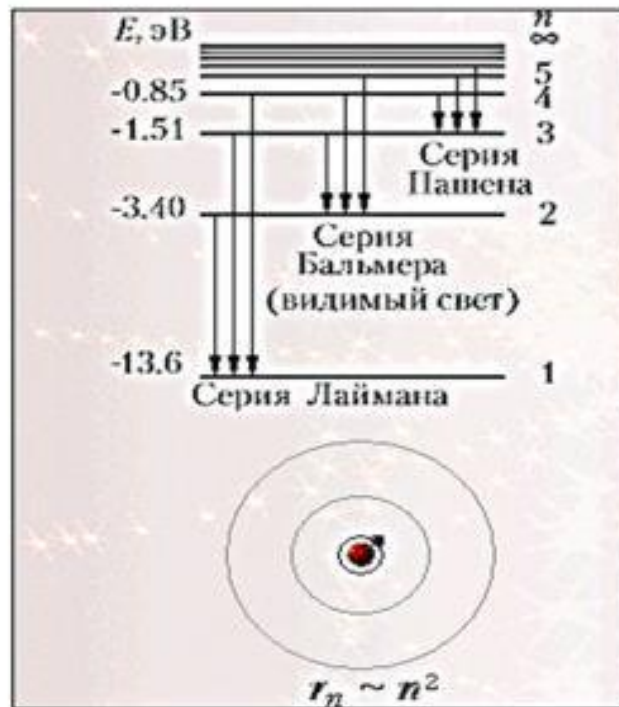
Датский физик Нильс  
Бор  
(1885--1962).



# **I постулат ( стационарных состояний)**

**Атомная система может находиться только в особых стационарных или квантовых состояниях, каждому из которых соответствует определенная энергия  $E_n$ . В стационарных состояниях атом не излучает энергию, при этом электроны в атомах движутся с ускорением.**

# Демонстрация модели атома Бора (1С: Образование 3.0)



## II постулат (правило частот)

Излучение света происходит при переходе атома из стационарного состояния с большей энергией  $E_k$  в стационарное состояние с меньшей энергией  $E_n$ . Энергия излучённого фотона равна разности энергий стационарных состояний:

$$h\nu_{kn} = E_k - E_n$$

$$\nu_{kn} = \frac{E_k - E_n}{h} = \frac{E_k}{h} - \frac{E_n}{h}$$

# Модель атома водорода по Бору

$$r_n = \frac{\hbar^2 n^2}{me^2} - \text{радиусы орбит}$$

$r_1$ , где  $n = 1$

$$r_1 = \frac{\hbar^2}{me^2} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ см} - \text{радиус атома водорода.}$$

$$n = 1; \quad E_1 = -\frac{me^4}{2\hbar^2} = -2,168 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} = -13,53 \text{ эВ}$$



# Демонстрация диаграммы энергетических уровней атома водорода(1С: Образование 3.0; рис. V, 3 на цветной вклейке в учебнике)



Физика, 10-11 кл. Подготовка к ЕГЭ. Администратор Администратор

Курсы Галерея Справочник Журнал Мои материалы

Курсы

- Последовательное прохождение
  - Механика
  - Основы МКТ и термодинамики
  - Электродинамика
  - Оптика
  - Основы СТО
  - Квантовая и ядерная физика
    - 25. Квантовая теория света
    - 26. Строение атома. Атомные
      - Опыт Резерфорда по рр.
      - Боровская модель атома
      - Атомное ядро
      - Линейчатые спектры. Сп.
      - Принцип работы лазера.
    - 27. Ядро атома и ядерные р
  - Методы познания в физике
  - Ликвидация пробелов в знаниях
  - Варианты ЕГЭ за 2001-2004 год.

где  $m$  и  $n$  – номера орбит электронов. Поэтому в спектре водорода будут наблюдаться линии с частотами

$$\nu_{mn} = \frac{m_e e^4}{8 \epsilon_0^2 h^3} \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

Рис. 6

Серия спектральных линий (рис. 6), возникающих при переходах атомов водорода из возбужденных состояний в основное состояние, называется серией Лаймана. Все спектральные линии этой серии лежат в ультрафиолетовой области. Переходом в первое возбужденное состояние из более высоких возбужденных состояний соответствует серия Бальмера в видимой области спектра. Длины волн спектральных серий атома водорода, рассчитанные по теории Бора, с высокой степенью точности соответствуют экспериментально полученным значениям.

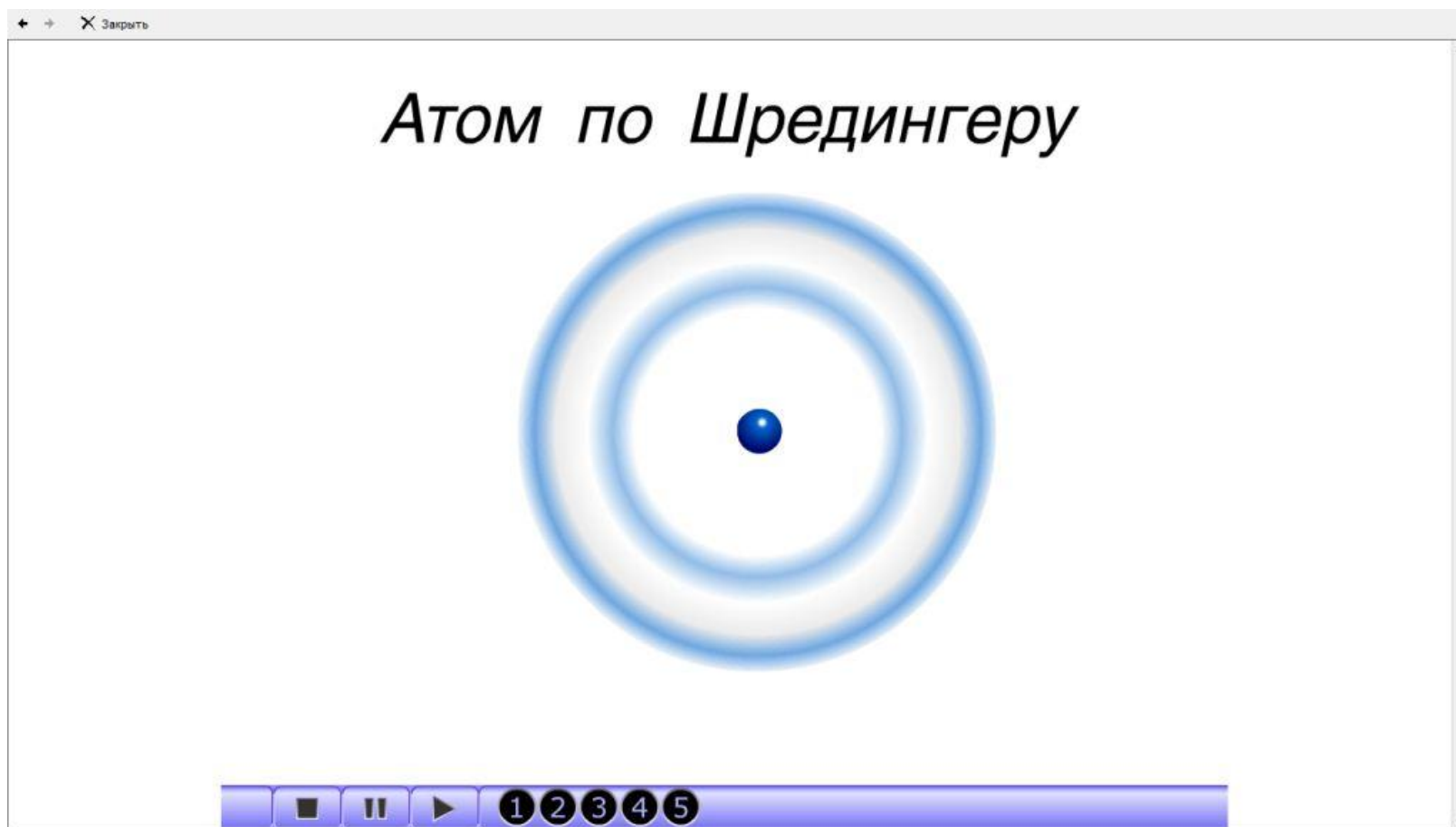
Постоянная Ридберга  $R_H$  – коэффициент в формуле для вычисления экспериментально определяемых частот излучения в атоме водорода:

$$\nu_{mn} = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right), m > n.$$

Он численно совпал с полученным коэффициентом в теории Бора

$$\nu = R \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

# Демонстрация анимации модели атома по Шредингеру (1С: Образование 3.0)



# Первичная проверка понимания учащимися нового материала

## Фронтальный опрос



# **1. Какие затруднения вызвала модель Резерфорда для объяснения процессов излучения энергии атомами?**

*Ядерная модель Резерфорда просто обосновывала экспериментальные данные, но не позволяла объяснить устройство атома исходя из классических законов физики.*

## 2. Сформулируйте первый постулат Бора

*Атомная система может находиться только в особых стационарных или квантовых состояниях, каждому из которых соответствует определенная энергия  $E_n$ . В стационарных состояниях атом не излучает энергию, при этом электроны в атомах движутся с ускорением.*

### 3. Сформулируйте второй постулат Бора.

*Излучение света происходит при переходе атома из стационарного состояния с большей энергией  $E_k$  в стационарное состояние с меньшей энергией  $E_n$ . Энергия излучённого фотона равна разности энергий стационарных состояний*

$$h\nu_{kn} = E_k - E_n$$

## 4. В чём заключаются противоречия между постулатами Бора и законами классической механики классической электродинамики?

*Как следует из постулатов, вопреки классической электродинамике электроны движутся по замкнутым орбитам и электромагнитные волны при этом не излучают.*

**5. При каком условии происходит излучение, а при каком условии происходит поглощение энергии атомом?**

*При поглощении света, атом переходит из стационарного состояния с меньшей энергией в стационарное состояние с большей энергией.*

*При излучении атом переходит из стационарного состояния с большей энергией, в стационарное состояние с меньшей энергией.*



## 6. Какого значение теории Бора в развитии физической науки?

- I. Явилась важным этапом в развитии квантовых представлений о строении атома.
- II. Позволила определить

радиусы орбит

$$r_n = \frac{\hbar^2 n^2}{me^2}$$

энергию стационарных состояний

$$n=1; E_1 = -\frac{me^4}{2\hbar^2} = -2,168 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} = -13,53 \text{ эВ}$$

частоты излучения

$$\nu_{kn} = \frac{E_k - E_n}{h} = \frac{E_k}{h} - \frac{E_n}{h}$$

**6. На рисунке 12.4, стр 278 изображена диаграмма энергетических уровней атома водорода. Энергия ионизации атома равна:  
а) 0; б) 3.4эВ; в) 0.54эВ; г) 13.6эВ**

**ОТВЕТ**

*13.6эВ. Энергия ионизации - энергия, которую нужно затратить для перевода электрона из основного состояния в состояние с нулевой энергией. Исходя из диаграммы, в основном состоянии электрон имеет энергию  $E = -13.6\text{эВ}$ .)*

**7. Сколько квантов ( с различной энергией) может испускать атом водорода, если электрон находится на третьем возбужденном уровне.)  
(рис12.4,стр278)**

**ОТВЕТ**

*Атом водорода может испускать кванты с тремя различными энергиями  
. Возможные переходы :  $n=3 \rightarrow n=1, n=2 \rightarrow n=1, n=3 \rightarrow n=2$ .*



# Закрепление новых знаний

# *1 Уровень сложности*

*Решить задачу у доски (возможна  
помощь учителя)*

# Задача № 1728

Степанова Г.Н.

## Решение

$$1728. E_2 - E_1 = 3,278 \cdot 10^{-19} \text{ Дж. } \lambda - ?$$

$$E_2 - E_1 = h \frac{c}{\lambda}, \lambda = \frac{hc}{E_2 - E_1}.$$

$$\lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3,278 \cdot 10^{-19}} = 6,06 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 606 \text{ (нм)} - \text{оранжевый цвет.}$$

# Задача №1724

Степанова Г.Н.

## Решение

1724.  $n_1=1, n_2=2. \nu - ?$

При переходе электронов с одной орбиты на другую длина волны излучения атома

$$\lambda = \frac{1}{R\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)}, \quad R = 1,1 \cdot 10^{17} \text{ м}^{-1} - \text{постоянная Ридберга.}$$

$n_1$  – номер орбиты, на которую переходит электрон,  $n_2$  – номер орбиты, на которой находится электрон.

$$\nu = \frac{c}{\lambda}, \quad \nu = cR\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right), \quad \nu = 3 \cdot 10^8 \cdot 1,1 \cdot 10^{17} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4}\right) = 2,475 \cdot 10^{15} \text{ (Гц).}$$



## *2. Уровень сложности задания*

***ТЕСТ №2***



**1. Электрон, связанный с атомом, при переходе с более удалённой орбиты на менее удалённую от атома орбиту в момент перехода.....**

**ОТВЕТ**

*излучает энергию*

**2. С ростом главного квантового  
числа  $n$  (энергетического уровня  
атома) энергия стационарного  
состояния атома.....**

**ОТВЕТ**

***увеличивается***

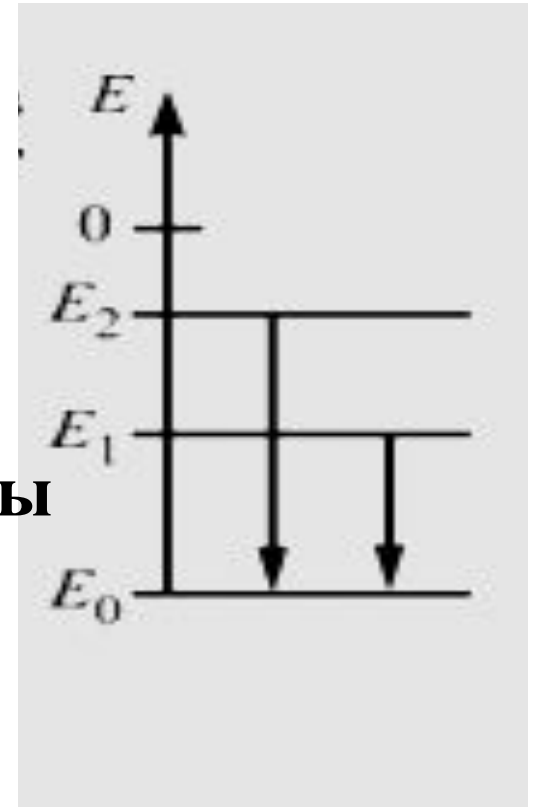
**3. Электрон в атоме водорода перешёл с первого энергетического уровня на третий. Как при этом изменилась энергия атом?**

**ОТВЕТ**

***увеличилась***

### 3. Диаграмма свидетельствует о том, что атом

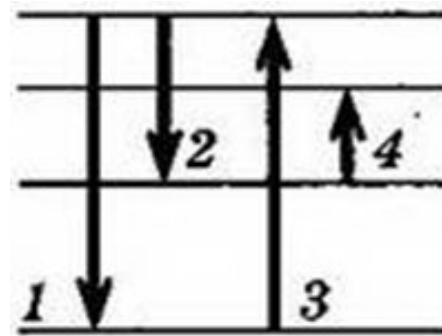
- a.** только поглощал фотоны.
- b.** только испускал фотоны
- c.** и поглощал, и испускал фотоны
- d.** ни поглощал, ни испускал фотоны



Ответ:

**b**

**4. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из переходов в спектре поглощения атома соответствует наименьшей частоте?**



**ОТВЕТ**

**4**

**5. Длина волны для фотона, излучаемого атомом при переходе из возбужденного состояния с энергией  $E_1$  в основное состояние с энергией  $E_0$ , равна... (с - скорость света,  $h$  - постоянная Планка)**

1.  $(E_0 - E_1)/h$
2.  $(E_1 - E_0)/h$
3.  $ch/(E_1 - E_0)$
4.  $ch/(E_0 - E_1)$

**ОТВЕТ**

**3**

**6. Электрон внешней оболочки атома сначала переходит из стационарного состояния с энергией  $E_1$  в стационарное состояние с энергией  $E_2$ , поглощая фотон частотой  $\nu_1$ . Затем он переходит из состояния  $E_2$  в стационарное состояние с энергией  $E_3$ , поглощая фотон частотой  $\nu_2 > \nu_1$ . Что происходит при переходе электрона из состояния  $E_3$  в состояние  $E_1$ ?**

- 1. излучение света частотой  $\nu_2 - \nu_1$**
- 2. поглощение света частотой  $\nu_2 - \nu_1$**
- 3. излучение света частотой  $\nu_2 + \nu_1$**
- 4. поглощение света частотой  $\nu_2 + \nu_1$**

**ОТВЕТ**

**3**

***3 Уровень сложности задания***



***самостоятельно решить задачи***

***Упр13(1,2)***



## Решение Упр13(2)

Согласно второму постулату Бора энергия излученного фотона равна разности энергий стационарных состояний атома:

$$h\nu = \frac{hc}{\lambda} = E_4 - E_2, \quad \lambda = \frac{hc}{E_4 - E_2},$$

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cdot \frac{1}{3,4 - 0,85} \text{ м} \approx 4,9 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$$

Ответ:  $\lambda \approx 4,9 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$

# Решение Упр13(1)

№ 1.

Дано:

$$r_0 = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{me^2}$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$$

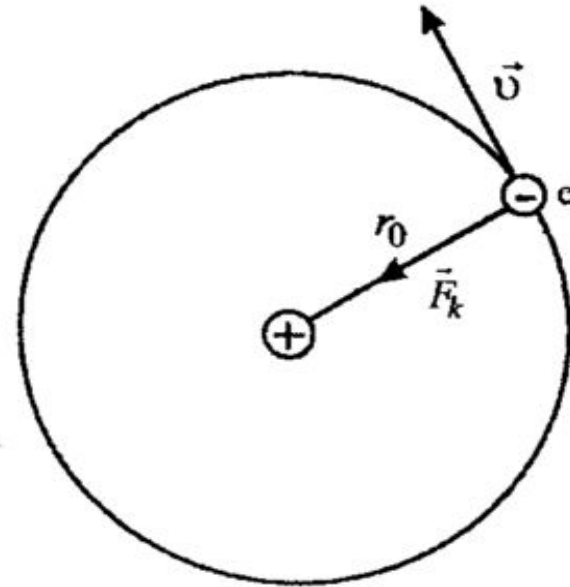
$$\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$v - ? \quad a - ?$$

Решение:



Согласно модели Бора, электрон в атоме водорода представляет собой классическую частицу, вращающуюся вокруг ядра по круговой орбите. Запишем второй закон Ньютона для электрона:  $m\vec{a} = \vec{F}_k$ , где  $\vec{F}_k$  – Кулоновская сила притяжения. По закону Кулона:

$$F_k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r_0^2}.$$

Следовательно,  $ma = F_k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r_0^2}.$

Скорость и ускорение при движении по окружности связаны соотношением:

$$a = \frac{v^2}{r_0}.$$

Перепишем закон Ньютона в виде:

$$\frac{mv^2}{r_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r_0^2}, \quad v^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{mr_0}.$$

$$v = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0\hbar} = \frac{(1,6 \cdot 10^{-19})^2}{4 \cdot \pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 1,05 \cdot 10^{-34}} \text{ м/с} = \frac{1}{(4\pi\epsilon_0)^2} \frac{e^4}{\hbar^2} 2 \cdot 10^6 \text{ м/с};$$

$$a = \frac{v^2}{r_0} = \frac{m}{(4\pi\epsilon_0)^3} \frac{e^6}{\hbar^4} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^6}{(4\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}) \cdot (1,05 \cdot 10^{-34})^4} \text{ м/с}^2 \approx 10^{23} \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $v \approx 2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ ;  $a \approx 10^{23} \text{ м/с}^2$ .

**ГРУППОВАЯ РЕФЛЕКСИЯ – по кругу  
высказываемся одним предложением,  
используя начало фразы из рефлексивного  
экрана:**

✓ сегодня я узнал... 

✓ было интересно... 

✓ было трудно... 

✓ я выполнял задания... 

✓ я понял, что... 

✓ теперь я могу... 

✓ я почувствовал, что... 

✓ я научился... 

✓ у меня получилось... 

✓ я смог... 

✓ я попробую... 

✓ меня удивило... 

✓ урок дал мне для жизни... 

✓ я приобрел... 

# Домашнее задание

## § 94,95.



## Использованные материалы и интернет-ресурсы

1. Образовательный комплекс ФИЗИКА, 10–11 класс. ПОДГОТОВКА К ЕГЭ. ( Система программ "1С: Образование 3.0" ) . Раздел « Квантовая и ядерная физика» . CD. 2004г.
2. <http://fiz.1september.ru>
3. <http://studyport.ru>
4. <http://radik.web-box.ru>

## Список использованной литературы

1. Мякишев Г. Я., Физика. 11 класс : учеб. для общеобразоват. учреждений : базовый и профил. уровни / Г. Я. Мякишев, Б. В. Буховцев, В. М. Чаругин; под ред. В. И. Николаева, Н. А. Парфентьевой. — 17-е изд., перераб. и доп. — М. : Просвещение, 2008. — 399 с : ил.

2. Волков В.А. Поурочные разработки по физике: 11 класс.- М : ВАКО.2006.- 464с.- ( В помощь школьному учителю).  
ISBN 5-94665-348-2

3. Сборник задач по физике: Для 10-11 кл. общеобразоват. учреждений/  
Сост. Г.Н. Степанова.-10-е изд.- М.: Просвещение, 2004.-288 с. : ил. –  
ISBN 5-09013438-3.