

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра физики и методико-информационных технологий

Разработка комплекта учебно-методических материалов

по теме «Атом водорода»

АВТОРЕФЕРАТ

БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 461 группы

направления (специальности) 44.03.01 Педагогическое образование (физика)

Ширяевой Екатерины Сергеевны

Научный руководитель

профессор, д.ф.-м.н.



Т.Г.Бурова

05.06.2020

Зав. кафедрой

профессор, д.ф.-м.н.



Т.Г. Бурова

05.06.2020

Саратов 2020

ВВЕДЕНИЕ

Невозможно непосредственно изучать внутреннее строение атома, этого микромира невообразимо малых размеров, характеризуемого процессами, недоступными нашему прямому восприятию. Структура атома проявляется только косвенно в явлениях макроскопического масштаба, которые как-то связаны с его внутренним строением.

К числу этих явлений относится, в частности, излучение атомов, возбуждаемых термически или посредством внешнего электрического поля. Это излучение характеризует определенные свойства атома, поскольку оно связано с процессами, протекающими внутри него. Исследование свойств этого излучения позволяет получить некоторые сведения о внутренней структуре атома. Таким образом, изучение и классификация оптических спектров излучения различных атомов приобретает большое значение.

В результате кропотливых исследований ученым удалось найти некоторые общие закономерности в характере спектров и установить эмпирические законы, которым эти спектры подчиняются. Нильс Бор создал теорию атома, в основу которой легли планетарная модель атома, законы классической динамики и предложенные им постулаты, содержащие элементы квантовых представлений.

Целью данной работы является разработка комплекта учебно-методических материалов по теме «Атом водорода».

Задачи работы:

- определить сочетание идей Бора и классической механики на основании его теории строения атома;
- рассмотреть планетарную модель атома и возможность объяснения на этой основе физических и химических свойств элементов;
- определить достоинства и недостатки теории строения атома Бора;

- составить методические рекомендации по подготовке и проведению уроков по данной теме (структура, этапы планирования, требования к уроку);
- разработать компьютерный эксперимент для изучения атомной физики;
- составить разноуровневые задачи для изучения темы.

Бакалаврская работа состоит из введения, двух глав, заключения и списка использованных источников.

Краткое содержание

Первая глава бакалаврской работы содержит теоретические сведения о модели атома водорода по Бору и конспект урока в 11 классе по данной теме.

Главным моментом теории Бора было утверждение, что электроны внутри атома могут находиться только лишь в стационарных состояниях, соответствующих определенным квантованным значениям энергии. Значит, существуют определенные энергетические уровни, на которых как-то располагаются различные электроны атома. Атом каждого последующего элемента содержит на один электрон больше, чем атом предыдущего.

Таким образом, по мере возрастания атомного номера структура электронных оболочек соответствующих атомов все более и более усложняется. Знание этой структуры позволяет определить все химические и физические свойства этих элементов.

В основу своей теории Бор положил следующие постулаты.

Первый постулат (постулат стационарных состояний) гласит: в атоме существуют стационарные (не изменяющиеся со временем) состояния, в которых он не излучает энергии. Стационарным состояниям атома соответствуют стационарные орбиты, по которым движутся электроны. Движение электронов по стационарным орбитам не сопровождается излучением электромагнитных волн.

Согласно первому постулату Бора, атом характеризуется системой энергетических уровней E_n , каждый из которых соответствует определенному стационарному состоянию. Механическая энергия электрона, движущегося по замкнутой траектории вокруг положительно заряженного ядра, отрицательна. Поэтому всем стационарным состояниям соответствуют значения энергии $E_n < 0$. При $E_n \geq 0$ электрон удаляется от ядра (ионизация). Величина E_1 называется энергией ионизации. Состояние с энергией E_1 называется основным состоянием атома.

Второй постулат Бора (правило частот) формулируется следующим образом: при переходе электрона с одной стационарной орбиты на другую излучается (или поглощается) один фотон с энергией, равной разности энергий соответствующих стационарных состояний

$$h \nu_{nm} = E_n - E_m$$

где h – постоянная Планка, E_n и E_m – соответственно энергии стационарных состояний атома до и после излучения (поглощения). Отсюда можно выразить частоту излучения:

$$\nu_{nm} = \frac{E_n - E_m}{h}$$

При $E_n < E_m$ происходит излучение фотона (переход атома из состояния с большей энергией в состояние с меньшей энергией, т. е. переход электрона с более удаленной от ядра орбиты на более близлежащую), при $E_m > E_n$ – поглощение фотона (переход атома в состояние с большей энергией, т. е. переход электрона на более удаленную от ядра орбиту).

Каждая спектральная линия связана с двумя стационарными состояниями атома, действительно,

$$E_2 - E_1 = \frac{hc}{\lambda} \text{ или } k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{E_2}{\hbar c} - \frac{E_1}{\hbar c},$$

где k – волновое число.

Обозначив

$$T(m) = \frac{E_2}{\hbar c} \text{ и } T(n) = \frac{E_1}{\hbar c}$$

получим

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = T(m) - T(n).$$

Это известная аналитическая формулировка комбинационного принципа. Числа $T(m)$ и $T(n)$ называются спектральными термами. Набор

$$\nu_{nm} = \frac{E_n - E_m}{h}$$

возможных дискретных частот квантовых переходов определяет линейчатый спектр атома.

Третий постулат Бора определяет условие нахождения электрона на стационарной орбите $mvr = nh$, где n - целое число. Фактически, это условие означает квантование момента импульса электрона.

Работа содержит конспект урока усвоения новых знаний для 11 классе на рассмотренную тему.

Конспект урока в 11 классе по теме: «Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору»

Цели урока:

Образовательная – организовать деятельность учащихся по изучению постулатов Бора, описывающих основные свойства атомов; раскрыть пути выхода из кризиса классической физики.

Развивающая – содействовать развитию у школьников умений использовать научные методы познания (наблюдение, гипотеза, эксперимент).

Воспитательная – познакомить с личностью Нильса Бора, его смелыми и революционными работами, положившими начало новой физической теории.

Тип урока: урок усвоения новых знаний.

Содержание.

1 Организация начала занятий.

2. Актуализация знаний.

Материал урока будем оформляться в тетрадях, заполняя таблицу:

Ученый	
Факты	
Модель	
Следствия	
Эксперимент	

Таблица 1 – Приложение к уроку

В уроке рассматриваются факты об устойчивости атомов, модель атома Бора, его постулаты, **следствия модели атома Бора, экспериментальное исследование Франка и Герца, ограниченность теории Бора.** В первичном закреплении учащиеся отвечают на вопросы:

1. В каком состоянии энергия электрона меньше: в основном или в возбужденном?
2. Определите наименьшую энергию, которую надо сообщить атому водорода, чтобы перевести его в ионизированное состояние.
3. Сколько квантов с различной энергией может испустить атом водорода, если он находится в третьем энергетическом состоянии?
4. Какие новые закономерности микромира открыл Н. Бор? Почему они были сформулированы в виде постулатов? Чем они противоречат классическим представлениям?

Информация о домашнем задании, инструктаж к его выполнению: Дома нужно прочитать параграфы § 94, 95 решив упражнение после них.

Вторая глава бакалаврской работы содержит:

2.1 Компьютерное моделирование модели атома Бора на языке программирования Pascal.ABC.NET

2.2 Решение задач разного уровня сложности по теме «Модель атома Н.Бора».

2.3 Материалы для проверки знаний по теме «Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору».

Нетрадиционный урок по теме «Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору».

Так как в рабочей программе по данной теме не предоставляется лабораторной работы, учащимся будет предложено решить задачу аналитическим методом и создать графическую модель в программе PascalABC.NET

Задание для учащихся

1. Решить аналитическим методом задачу: «Для электрона, находящегося на третьей орбите ($n = 3$) атома водорода, определите радиус орбиты r_3 , скорость электрона v_3 и период его обращения T_3 » [11].

2. Создать графическую модель в программе «Pascal.ABC.NET».

Далее составляется задача. Данная задача решается численным методом.

По условию нам дано: электрон в атоме H, $n = 3$.

Нужно найти: радиус орбиты r_3 , скорость электрона v_1 и период его обращения T_3 .

Итак, чтобы наглядно посмотреть модель атома и провести исследование, создадим модель в программе «PascalABC.NET».

PascalABC.NET — язык программирования Паскаль нового поколения, включающий классический Паскаль, большинство возможностей языка Delphi, а также ряд собственных расширений. Он реализован на платформе Microsoft.NET и содержит все современные языковые средства: классы, перегрузку операций, интерфейсы, обработку исключений, обобщенные классы и подпрограммы, сборку мусора, λ -выражения, средства параллельного программирования.

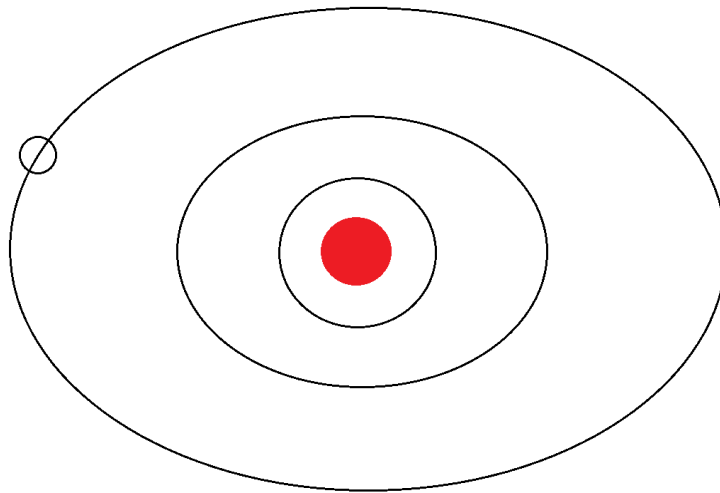


Рисунок 1 – Модель атома Бора в PascalABC.NET

Однако электроны могут переходить на другую разрешенную орбиту. Как и большинство явлений в мире квантовой механики, этот процесс не так просто представить наглядно. Электрон просто исчезает с одной орбиты и материализуется на другой, не пересекая пространства между ними. Этот эффект назвали «квантовым прыжком», или «квантовым скачком».

Также в работе представлены блоки задач различного уровня сложности, такие как: блок простых задач, блок задач с повышенным уровнем сложности и блок задач для подготовки к олимпиадам.

1. БЛОК ПРОСТЫХ ЗАДАЧ

- 1.1. Определить длину волны λ , соответствующую третьей спектральной линии в серии Бальмера.
- 1.2. Вычислить радиусы r_2 и r_3 второй и третьей орбит в атоме водорода.
- 1.3. Определить скорость v электрона на второй орбите атома водорода.
- 1.4. Определить частоту обращения электрона на второй орбите атома водорода.

1.5. Определить потенциальную Π , кинетическую T и полную E энергии электрона, находящегося на первой орбите атома водорода.

1.6. Определить длину волны λ , соответствующую третьей спектральной линии в серии Бальмера.

1.7. Найти наибольшую λ_{\max} и наименьшую λ_{\min} длины волн в первой инфракрасной серии спектра водорода (серии Пашена).

1.8. Вычислить энергию ϵ фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на первый.

1.9. При переходе атомов водорода из состояния с номером $k = 6$ в состояние с номером $n = 2$ излучается видимый свет. Во сколько раз длина волны этого света больше, чем длина волны ультрафиолетового излучения, при поглощении которого атомы водорода переходят из нормального состояния в состояние с номером 3?

2. БЛОК ЗАДАЧ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ

2.1. Согласно теории Бора, радиус первой орбиты электрона в атоме водорода равен $0,53 \cdot 10^{-10}$ м. Определите радиус, скорость и частоту обращения электрона в атоме водорода для второй орбиты.

2.2. На диаграмме представлены энергетические уровни атома водорода. Какой переход электрона с одной орбиты на другую сопровождается излучением минимальной длины волны?

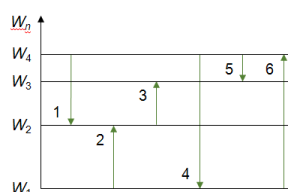


Рисунок 2 – График к задаче 2.2.

2.2. Определите номер электронной орбиты, на которую переходит электрон в атоме водорода, находившийся на втором энергетическом уровне, при поглощении фотона с энергией 1,87 эВ. Энергия атома в основном состоянии равна $-13,6$ эВ.

2.3. Цинковую пластину освещают монохроматическим светом с частотой, соответствующей переходу электрона в атоме водорода между уровнями с энергией $-13,6$ эВ и $-0,33$ эВ. Вне пластинки имеется задерживающее однородное электрическое поле напряженностью 10^3 В/м. На какое максимальное расстояние от пластинки может удалиться фотоэлектрон, если работа выхода для цинка $6,4 \cdot 10^{-19}$ Дж?

2.4. Протон, летящий горизонтально со скоростью $4,6 \cdot 10^6$ м/с, сталкивается с неподвижным свободным атомом гелия. После удара протон отскакивает назад с вдвое меньшей скоростью, а атом переходит в возбужденное состояние. Вычислите длину волны света, который излучает атом гелия, возвращаясь в первоначальное состояние.

2.5. Определите скорость v и ускорение a электрона на первой боровской орбите, радиус которой определяется формулой $r_1 = \frac{\hbar^2}{k_3 m_e e^2}$, где m^e и e – масса и заряд электрона; $k_3 = 9 \cdot 10^{-9} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$.

2.6. Найти силу электрического тока, который вызывает электрон, двигаясь по первой боровской орбите.

2.7. Найти максимальную частоту, максимальную длину волны и максимальный импульс фотона в видимой части спектра, излучённого при переходе электрона на второй энергетический уровень в атоме водорода.

2.8. Определить силу электрического тока, обусловленного движением электрона по первой боровской орбите атома водорода. Масса электрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$, заряд $-|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

2.9. Атом водорода испускает квант света при переходе его электрона с четвертой орбиты на вторую. Может ли этот квант света вырвать электрон с поверхности пластины из калия, работа выхода для которого $A_{\text{вых}} = 2 \text{ эВ}$?

3. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ К ОЛИМПИАДАМ

3.1. На какое минимальное расстояние r могут сблизиться при лобовом столкновении центры α -частицы с кинетической энергией $T = 6 \text{ МэВ}$ и неподвижного ядра золота? Порядковый номер золота $Z_{\text{Au}} = 79$, а его массовое число $A_{\text{Au}} = 197$.

3.2. На какую величину изменится потенциальная энергия электрона, переходящего в атом водорода с 1-ой на 4-ю боровскую орбиту? Во сколько раз изменится его кинетическая энергия при обратном переходе на первую орбиту?

3.3. Определить потенциал ионизации и первый потенциал возбуждения атома водорода.

3.4. Используя модель Бора для атома водорода, найдите дискретные уровни энергий и классические радиусы орбит электрона для водородоподобного атома (водородоподобным атомом называют ион с зарядом ядра Ze , вокруг которого вращается один электрон). Вычислите потенциал ионизации для атома водорода и радиус первой боровской орбиты.

Так же во второй части работы предоставлен нестандартный урок экскурсия на тему «Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору». Где учащиеся представляются «экскурсоводами» и рассказывают одноклассникам о жизни Нильса Бора и открытие им его модели

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Главной целью бакалаврской работы являлось создание комплекта учебно-методических материалов по теме «Атом водорода».

В процессе подготовки работы были рассмотрены основные законы и понятия, изучаемые в школьном курсе физики в разделе «Атомная физика», опыт Резерфорда по внутреннему строению атома; теория Бора о строении атома; непосредственное содержание темы «Атом водорода».

В соответствии с поставленными задачами в работе представлены конспект урока усвоения новых знаний по теме «Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору», нетрадиционный урок по теме «Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору», подборка количественных и качественных задач различного уровня сложности, в том числе - качественные задачи, задачи в одно действие, задачи повышенного уровня сложности и задачи для подготовки к олимпиаде. Также была представлена модель на языке программирования PascalABC, контрольно-измерительные материалы в виде трех различных тестов.

Представленные материалы помогут учителю и в базовом и в профильном классах. Материалы бакалаврской работы могут быть полезны учащимся в школе и студентам учащимся в техникумах для самостоятельной подготовки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Данин, Д. С. Нильс Бор / Д. С. Данин. – М.: Молодая гвардия, 1978.
2. Капица, П.Л. Памяти Нильса Бора / П. Л. Капица. – М.: Природа, 1963. – 67с.
3. Клайн, Б., В поисках. Физики и квантовая теория / Б. Клайн. – М.: Атомиздат, 1971.
4. Кляус, Е.М. Нильс Бор / Е. М. Кляус. – М.: Наука, 1977.
5. Ландау, Л.Д. Слово о Нильсе Боре. / Л. Д. Ландау.– Комсомольская правда. – 1965.
6. Громцева, О. И. Физика. 10-11 классы. Сборник задач к учебникам Г.Я. Мякишева и др. по физике для 10 и 11 кл./ О. И. Громцева. – М.:
7. Экзамен. – 2018. – 208 с.
8. Мур, Р. Нильс Бор – человек и ученый / Р. Мур.– М.: «Мир», 1969.
9. Нильс, Б. Жизнь и творчество. (Сборник статей) / Н. Бор. – М.: «Наука», 1967.
10. Франкфурт, У.И. У истоков квантовой теории / У. И. Франкфурт, А. М. Френк. – М.: «Наука», 1975.
11. Касьянов, В.А. Физика. 11 кл.: Учеб. для общеобразоват. Учреждений / В. Я. Касьянов. – М.: Дрофа, 2012.
12. Мякишев, Г.Я. Физика: Учеб. для 11 кл. общеобразоват. учреждений. / Г.Я. Мякишев. – М.: Просвещение, 2012.
13. Рымкевич, А.П. Физика. Задачник.10–11 кл. / А. П. Рымкевич.– М.: Дрофа, 2012.
14. Потапов, А.А. Деформационная поляризация. Поиск оптимальных моделей / А. А. Потапов. — Новосибирск: Наука, 2004. — 511 с.
15. Маляров, В. В. Основы теории атомного ядра / В.В. Маляров. — М: Физматлит, 1959. — 471 с.
16. Грачёв, А. В. Физика. 11 кл. Базовый и углубленный уровни: учеб. Для общеобразоват. учреждений/ А. В. Грачёв, В. А. Погожев, А. М.

17. Салецкий, П. Ю. Боков. – М.: Вентана-Граф. – 2019. – 473 с.
18. [Арцимович, Л. А.](#) Справочник по ядерной физике / Л. А. Арцимович. — М: Физматлит, 1963. — 632 с.
19. [Широков, Ю. М.](#), Ядерная физика / [Широков Ю. М.](#), Юдин Н. П. — М: Наука, 1980. — 727 с.
20. Климов, А.Н. Ядерная физика и ядерные реакторы / А.Н. Климов — Москва: Энергоатомиздат, 1985. — 352 с.



Е. С. Ширяева

05.06.2020