Дата **17.05.2023.** Группа ПКД 1/1. Курс 1

Дисциплина: Физика
Тема занятия: Атомная физика
Цель занятия:

-*методическая* - совершенствование методики проведения лекционного занятия;

- *учебная* – сформировать представление планетарной модели атома, строении атомного ядра;
- воспитательная – обучать учащихся соотносить полученные знания с наблюдаемыми явлениями.

Вид занятия: Лекция
Межпредметные связи:
Обеспечивающие: Техническая механика, Физика

Рекомендуемая литература

1.Мякишев Г.Я. Физика: учеб. для 10 кл. общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н Сотский; под ред. Н.А. Парфентьевой. – 9 изд.,стер. – М.: Просвещение, 2022. – 432 с.: ил. – (Классический курс)

2.Мякишев Г.Я. Физика: учеб. для 11 кл. общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М.Чаругин; под ред. Н.А. Парфентьевой. – 10 изд.,стер. – М.: Просвещение, 2022. – 432 с.: ил. – (Классический курс)

3.Рымкевич А.П. Задачник: сборник для учащихся общеобразовательных учреждений. – М., «Дрофа» 2008.

Тема: Атомная физика

1.Строение атома
2.Определение размеров атомного ядра
3. Планетарная модель атома

1.Строение атома

Открытие сложного строения атома — важнейший этап становления современной физики, наложивший отпечаток на все ее дальнейшее развитие. В процессе создания количественной теории строения атома, позволившей объяснить атомные спектры, были открыты новые законы движения микрочастиц — законы квантовой механики.

Модель Томпсона

Не сразу ученые пришли к правильным представлениям о строении атома. Первая модель атома была предложена английским физиком Дж. Дж. Томсоном, открывшим электрон. По мысли Томсона, положительный заряд атома занимает весь объем атома и распределен в этом объеме с постоянной плотностью. Простейший атом — атом водорода — представляет собой положительно заряженный шар радиусом около 10^{-8} см, внутри которого находится электрон. У более сложных атомов в положительно заряженном шаре находится несколько электронов, так что атом подобен кексу, в котором роль изюминок выполняют электроны.

Однако модель атома Томсона оказалась в полном противоречии с известными уже к тому времени свойствами атома, главным из которых является *устойчивость*.

Опыты Резерфорда

Масса электронов в несколько тысяч раз меньше массы атомов. Так как атом в целом нейтрален, то, следовательно, основная масса атома приходится на его положительно заряженную часть.

Для экспериментального исследования распределения положительного заряда, а значит, и массы внутри атома Эрнест Резерфорд предложил в 1906 г. применить зондирование атома с помощью α-частиц. Эти частицы возникают при распаде радия и некоторых других элементов. Их масса примерно в 8000 раз больше массы электрона, а положительный заряд равен по модулю удвоенному заряду электрона. Это не что иное, как полностью ионизированные атомы гелия. Скорость α-частиц очень велика: она составляет 1/15 скорости света.

Этими частицами Резерфорд бомбардировал атомы тяжелых элементов. Электроны вследствие своей малой массы не могут заметно изменить траекторию а-частицы, подобно тому как камушек в несколько десятков граммов при столкновении с автомобилем не может значительно изменить его скорость.

Резерфорд Эрнест (1871—1937) — великий английский физик, уроженец Новой Зеландии. Своими экспериментальными открытиями заложил основы современного учения о строении атома и радиоактивности. Первым исследовал состав излучения радиоактивных веществ. Открыл атомное ядро и впервые осуществил искусственное превращение атомных ядер. Все поставленные им опыты носили фундаментальный характер, отличались исключительной простотой и ясностью.

Рассеяние (изменение направления движения) α-частиц может вызвать только положительно заряженная часть атома. Таким образом, по рассеянию α-частиц можно определить характер распределения положительного заряда и массы внутри атома. Схема опытов Резерфорда показана на рисунке 12.1.

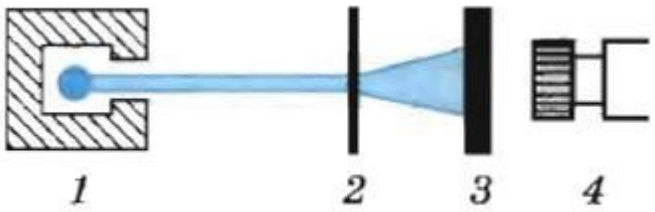

Рис. 12.1

Радиоактивный препарат, например радий, помещался внутри свинцового цилиндра 1, вдоль которого был высверлен узкий канал. Пучок -частиц из канала падал на тонкую фольгу 2 из исследуемого материала (золото, медь и пр.). После рассеяния α-частицы попадали на полупрозрачный экран 3, покрытый сульфидом цинка. Столкновение каждой частицы с экраном сопровождалось вспышкой света (сцинтилляцией), которую можно было наблюдать в микроскоп 4. Весь прибор размещался в сосуде, из которого был откачан воздух.

Смотреть видео!
https://yandex.ru/video/preview/13217140737232496717
https://www.youtube.com/watch?v=VKRPhHAnx4E
Строение атома. Опыты Резерфорда

При хорошем вакууме внутри прибора в отсутствие фольги на экране возникал светлый кружок, состоящий из сцинтилляций, вызванных тонким пучком α-частиц. Но когда на пути пучка помещали фольгу, α-частицы из-за рассеяния распределялись на экране по кружку большей площади.

Модифицируя экспериментальную установку, Резерфорд попытался обнаружить отклонение α-частиц на большие углы.

Для этого он окружил фольгу сцинтилляционными экранами и определил число вспышек на каждом экране. Совершенно неожиданно оказалось, что

небольшое число α-частиц (примерно одна из двух тысяч) отклонилось на углы, большие 90°. Позднее Резерфорд признался, что, предложив своим ученикам провести эксперимент по наблюдению за рассеянием α-частиц на большие углы, он сам не верил в положительный результат. «Это почти столь же невероятно, — говорил Резерфорд, — как если бы вы выстрелили 15-дюймовым снарядом в кусок тонкой бумаги, а снаряд возвратился бы к вам и нанес вам удар».

В самом деле, предвидеть этот результат на основе модели Томсона было нельзя. При распределении по всему атому положительный заряд не может создать достаточно сильное электрическое поле, способное отбросить α-частицу назад. Максимальная сила отталкивания может быть определена по закону Кулона:

$$F_{max} = k\frac{q_\alpha q}{R^2}, \qquad (12.1)$$

где q_α — заряд α-частицы; q — положительный заряд атома; R — его радиус; k — коэффициент пропорциональности. Напряженность электрического поля равномерно заряженного шара максимальна на поверхности шара и убывает до нуля по мере приближения к центру. Поэтому чем меньше радиус R, тем больше сила, отталкивающая α-частицы.

2.Определение размеров атомного ядра

Резерфорд понял, что α-частица могла быть отброшена назад лишь в том случае, если положительный заряд атома и его масса сконцентрированы в очень малой области пространства. Так Резерфорд пришел к мысли о существовании *атомного ядра — тела малых размеров, в котором сконцентрированы почти вся масса и весь положительный заряд атома*.

На рисунке 12.2 показаны траектории α-частиц, пролетающих на различных расстояниях от ядра.

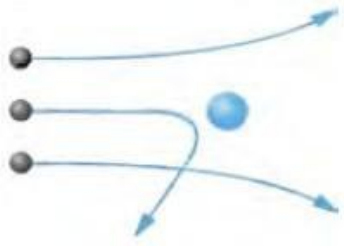

Рис. 12.2

Подсчитывая число α-частиц, рассеянных на различные углы, Резерфорд смог оценить размеры ядра. Оказалось, что ядро имеет диаметр порядка 10^{-12}—10^{-13} см (у разных ядер диаметры различны). Размер же самого атома 10^{-8} см, т. е. в 10—100 тысяч раз превышает размеры ядра. Впоследствии

удалось определить и заряд ядра. При условии, что заряд электрона принят за единицу, заряд ядра в точности равен номеру данного химического элемента в периодической системе Д. И. Менделеева.

Смотреть видео!
https://yandex.ru/video/preview/8895626200735762768
https://yandex.ru/video/preview/16148810704772890596
Размеры атома. Размеры ядра

3. Планетарная модель атома

На основе своих опытов Резерфорд создал ***планетарную модель атома***. В центре атома расположено положительно заряженное ядро, в котором сосредоточена почти вся масса атома. В целом атом нейтрален. Поэтому число внутриатомных электронов, как и заряд ядра, равно порядковому номеру элемента в периодической системе. Ясно, что покоиться электроны внутри атома не могут, так как они упали бы на ядро. Они движутся вокруг ядра, подобно тому, как планеты обращаются вокруг Солнца. Такой характер движения электронов определяется действием кулоновских сил притяжения со стороны ядра.

В атоме водорода вокруг ядра обращается всего лишь один электрон. Ядро атома водорода имеет положительный заряд, равный по модулю заряду электрона, и массу, примерно в 1836,1 раза бóльшую массы электрона. Это ядро было названо **протоном** и стало рассматриваться как элементарная частица. Размер атома водорода — это радиус орбиты его электрона (рис. 12.3).

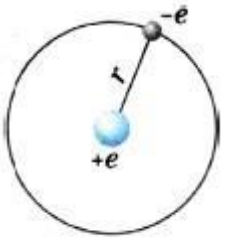

Рис. 12.3

Простая и наглядная планетарная модель атома имеет прямое экспериментальное обоснование. Она кажется совершенно необходимой для объяснения опытов по рассеиванию α-частиц. Но на основе этой модели нельзя объяснить факт существования атома, его устойчивость. Ведь движение электронов по орбитам происходит с ускорением, причем весьма немалым. Ускоренно движущийся заряд по законам электродинамики Максвелла должен излучать электромагнитные волны с частотой, равной частоте его обращения вокруг ядра. Излучение сопровождается потерей энергии. Теряя энергию, электроны должны приближаться к ядру, подобно тому как спутник приближается к Земле при торможении в верхних слоях атмосферы. Как показывают строгие расчеты, основанные на механике Ньютона и электродинамике Максвелла, электрон за ничтожно малое время (порядка 10^{-8} с) должен упасть на ядро. Атом должен прекратить свое существование.

В действительности ничего подобного не происходит. Атомы устойчивы и в невозбужденном состоянии могут существовать неограниченно долго, совершенно не излучая электромагнитные волны.

Не согласующийся с опытом вывод о неизбежной гибели атома вследствие потери энергии на излучение — это результат применения законов классической физики к явлениям, происходящим внутри атома. Отсюда следует, что к таким явлениям законы классической физики неприменимы.

Смотреть видео!
https://yandex.ru/video/preview/9005480873317204754
Планетарная модель атома

Резерфорд создал планетарную модель атома: электроны обращаются вокруг ядра, подобно тому, как планеты обращаются вокруг Солнца. Эта модель проста, обоснована экспериментально, но не позволяет объяснить устойчивость атома.

Контрольные вопросы

1. Почему отрицательно заряженные частицы атома не оказывают заметного влияния на рассеяние α-частиц?
2. Почему α-частицы не могли бы рассеиваться на большие углы, если бы положительный заряд атома был распределен по всему его объему?
3. Почему планетарная модель атома не согласуется с законами классической физики?

Задание для самостоятельной работы:

1. Посмотреть видео!!! Ознакомиться с лекционным материалом
2. Письменно ответить на контрольные вопросы
3. Фотографию прислать в личном сообщении ВК https://vk.com/id139705283

На фотографии вверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И, **17.05.2023**, группа ПКД 1/1 «Физика»