**04.06. 2020 ФИЗИКА 16гр. Повар, кондитер.** Преподаватель: А.И.Русанов

(Выполненную работу отправить по электронной почте по адресу [alexander\_rus@inbox.ru](mailto:alexander_rus@inbox.ru) до 17.00).

**Тема урока. Закономерности в атомных спектрах водорода. Ядерная модель атома. Квантовые генераторы.**

**Цель урока:** познакомиться срРазвитие взглядов на строение вещества, изучить строение атома водорода, применение квантовых генераторов.

Ознакомить с практическим применением фотоэффекта. Сформировать у студентов представление о фотоне.

**Теоретическое обоснование:**

**1.Развитие взглядов на строение вещества.**

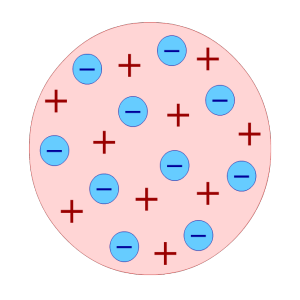
Долгое время, физика накапливала факты о свойстве вещества для полного представления о строении атома. И только в XIX веке изучение атомического строения вещества существенно сдвинулось с точки покоя.

Большую роль в развитии атомистической теории сыграл выдающийся русский химик Дмитрий Иванович Менделеев, разработавший в 1869 году периодическую систему элементов, в которой впервые был поставлен вопрос о единой природе атомов.

Важным свидетельством сложной структуры атомов явились исследования спектров, излучаемые веществом, которые привели к открытию линейчатых спектров атомов. В начале XIX века в излучении атома водорода были открыты спектральные линии в видимой части спектра.

Идеи электронной структуры атома теоретически и гипотетически формулировались учёными. В 1896 году Хендрик Лоренц создал электронную теорию о том, что электроны являются частью атома. Эту гипотезу в 1897 году подтвердили эксперименты Джозефа Джона Томсона. Им был сформулирован вывод о том, что существуют частицы с наименьшим отрицательным зарядом - электроны и они являются частью атомов.

По мысли Томсона, положительный заряд занимает весь объём атома и распределён он в этом сферическом объёме равномерно. У более сложных атомов в положительно заряжённом шаре есть несколько электронов, так что атом подобен кексу, в котором роль изюма играют электроны. Распространённый термин этой модели - **«Пудинг с изюмом» или «Булочка с изюмом».**

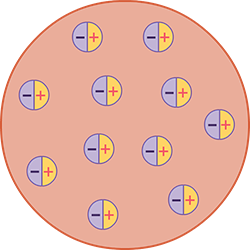


Таким образом, к началу XX века учёные сделали вывод о том, что атомы материи имеют сложную внутреннюю структуру. Они являются электрически нейтральными системами, а носителями отрицательного заряда атомов являются лёгкие электроны, масса которых составляет лишь малую долю массы атомов. Однако модель атома Томсона находилась в полном противоречии с экспериментами по изучению распределения положительных зарядов.

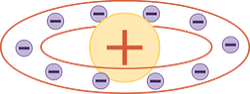
**Электрон** – наименьшая электроотрицательная заряжённая элементарная частица. Масса покоя электрона me= 9,1·10-31кг;

 - отношение заряда электрона к его массе.

Немецкий физик Филипп фон Ленард в 1903 году проводил опыты, в которых пучок быстрых электронов легко проходил через тонкую металлическую фольгу. На основании этого Ленард предположил, что атом состоит из нейтральных частиц или нейтральных дуплетов с совмещённым положительным и отрицательным зарядами, рассредоточенными в атоме, где большая площадь представляет собой пустоту.

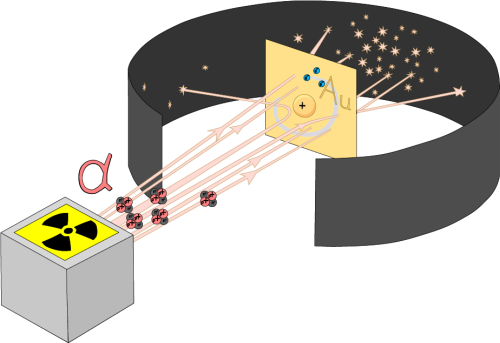


В 1904 году японский физик Хентаро Нагаока выдвинул гипотезу о том, что атом состоит из тяжелого положительно заряженного ядра, окруженного кольцами из большого числа электронов, колебания которых и являются причиной испускания атомных спектров, по аналогии с теорией устойчивости колец Сатурна.



Но в физике уже более 200 лет существует главное правило: окончательный выбор между гипотезами может быть сделан только на основе опыта. Эксперименты, проведенные в первый раз Эрнестом Резерфордом, сыграли решающую роль в понимании структуры атома.

Для экспериментального изучения распределения положительного заряда, а значит, и массы внутри атома Эрнест Резерфорд в 1906 г. предложил применить зондирование атома α-частицами, скорость которых составляет 1/15 скорости света.



Эти частицы возникают при распаде, например, радия и некоторых других радиоактивных элементов. Сами же α-частицы – это ионизированные атомы гелия, положительный заряд гелия в два раза больше заряда электрона +2He. Этими частицами Резерфорд бомбардировал атомы тяжёлых элементов (золото, медь и др.). Если бы электроны были равномерно распределены по всему объёму атома (по модели атома Томсона), электроны не могли бы заметно изменять траекторию α –частиц, так как размеры и масса электронов в 8000 раз меньше массы α-частиц. Точно так же камушек в несколько десятков граммов при столкновении с автомобилем не может изменить его скорость.

Изменение направления движения α-частиц может вызвать только массивная часть атома, при этом положительно заряжённая. Весь прибор размещался в сосуде, из которого был откачан воздух. Радиоактивный препарат, помещался внутри свинцового цилиндра, вдоль которого был высверлен узкий канал. Пучок α -частиц из канала падал на тонкую фольгу из тяжёлого металла. После рассеяния α-частицы попадали на полупрозрачный экран, покрытый сульфидом цинка. Столкновение каждой частицы с экраном сопровождалось сцинтилляцией (вспышкой света), которую можно было наблюдать в микроскоп.

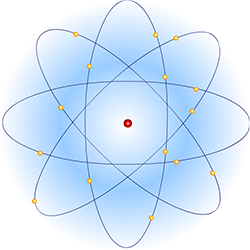
Чтобы обнаружить отклонение α-частиц на большие углы Резерфорд окружил фольгу экранами. Сотрудники Резерфорда вели счёт α-частиц, попадающих в регистрирующее устройство при отклонении их на от первоначального направления на определённый угол φ (фи). Данные из серии опытов, за определённый период времени, приведены в таблице:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Угол отклонения α-частиц φ, °** | 15 | 60 | 105 | 150 | 180 |
| **Число частиц N** | 132000 | 477 | 70 | 33 | 1-3 |

Отсюда можно сделать вывод: такое поведение α-частиц возможно только в том случае, если они упруго взаимодействуют с массивным положительно заряжённым телом малых по сравнению с атомом размеров.

Позднее Резерфорд признался, что, предложив своим ученикам провести эксперимент по наблюдению за рассеянием α-частиц, он сам не верил в положительный результат. Он сравнил такой эффект с 15-дюймовым снарядом, как если бы его выстрелили в кусок тонкой бумаги, а снаряд возвратился бы и нанёс обратный удар.

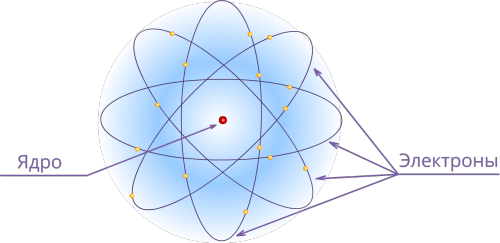
Резерфорд понял, что α-частица могла быть отброшена назад лишь в том случае, если положительный заряд атома и его масса сконцентрированы в очень малой области пространства. Так Резерфорд пришел к мысли о существовании атомного ядра.



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, то есть от 10 до 100 тысяч раз превышает размеры ядра. Впоследствии удалось определить и заряд ядра.

**Планетарная модель атома Резерфорда:**в целом атом нейтрален, в центре атома расположено положительно заряженное ядро, в котором сосредоточена почти вся масса атома. Число внутриатомных электронов, как и заряд ядра, равны порядковому номеру элемента в периодической системе Д. И. Менделеева.

Электроны движутся вокруг ядра, подобно тому как планеты обращаются вокруг Солнца.



Такой характер движения электронов определяется действием кулоновских сил притяжения со стороны ядра.

**2.Ядро атома водорода** имеет положительный заряд, который по модулю равен заряду электрона, и массу, примерно в 1836,1 раза больше массы электрона.

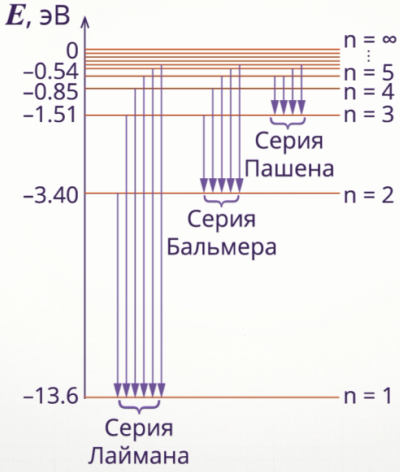
**Размер атома водорода** — это радиус орбиты его электрона

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. Ускоренно движущийся заряд должен излучать электромагнитные волны с частотой, равной частоте его обращения вокруг ядра. Электроны должны приближаться к ядру, подобно тому как спутник приближается к Земле при торможении в верхних слоях атмосферы. 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

В начале XX века было уже известно, что вещество излучает свет конкретных длин волн в определенных, очень узких спектральных интервалах - спектральных линиях, все линии имеют конечную длину.

Линейчатые спектры дают все вещества в газообразном атомарном (но не молекулярном состоянии). Классическим примером линейчатого спектра является спектр атома водорода.

Швейцарский физик и математик Иоганн Якоб Бальмер определил, что в видимой части спектра атома водорода имеются четыре линии, соответствующие длинам волн: λ1 = 434 нм; λ2 = 486 нм; λ3 = 410 нм; λ4 = 656 нм. Частота излучений атома водорода составляет ряд серий, каждая из которых образуется в процессе перехода атома в одно из энергетических состояний, переходов электрона с верхних энергетических уровней на нижние уровни.



На рисунке можно увидеть переходы электрона на другой энергетический уровень, частоты излучения которого находятся в видимой области спектра.

Серию уровней назвали в честь швейцарского учителя Иоганна Бальмера, который ещё в 1885 году основываясь на результатах экспериментов вывел формулу для определения частот видимой части спектра водорода:

https://resh.edu.ru/uploads/lesson_extract/3910/20190204174509/OEBPS/objects/c_phys_11_24_1/7b9f3662-d5f7-48d0-aec9-fcbf9c350cfe.png https://resh.edu.ru/uploads/lesson_extract/3910/20190204174509/OEBPS/objects/c_phys_11_24_1/95a8eb15-44a4-40c1-80ff-0a7a1ed63add.png

где Z – число протонов в атоме или порядковый номер в периодической таблице Менделеева; n и m (целое число – 1, 2, 3, 4, 5, и так далее) - энергетические уровни, где m > n. В этой формуле — не частота, которая измеряется в с-1, а волновое число, которое равно обратному значению длины волны 1/λ и которое измеряется в м-1. R — это постоянная Ридберга (для данного вещества), которая определена из спектральных данных, учитывая, что скорость распространения видимого излучения составляет:

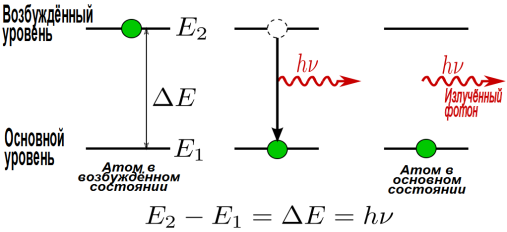
Не согласующийся с опытом вывод о неизбежной гибели атома вследствие потери энергии на излучение — это результат применения законов классической физики к явлениям, происходящим внутри атома. Отсюда следует, что к таким явлениям законы классической физики неприменимы. Все выводы об устойчивости атома и спектре, которые излучает атом будут подтверждены Нильсом Бором в 1913 году.

**3. Квантовые генераторы. Лазер** - оптический квантовый генератор, создающий мощный пучко направленный когерентный монохроматический луч света. LASER – сочетание первых букв слов английского выражения «Light Amplification by Stimulated Emissionof Radiation» («усиление света при помощи индуцированного излучения»).

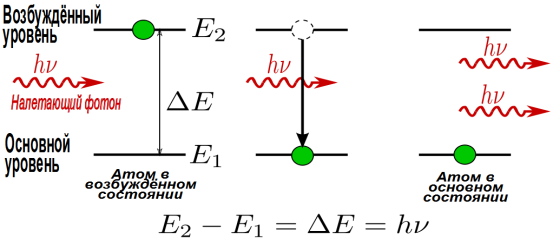
В создании лазера принимали участие советские физики Н.Г.Басов и А.М.Прохоров, американский физик Ч.Таунс. В 1963 г. они были удостоены Нобелевской премии. Первый лазер создан в США в 1960 г.

Жорес Иванович Алферов –наш соотечественник, автор основополагающих работ в области многослойных гетероструктур, ставших основой современных полупроводниковых лазеров. Жорес Алфёров – лауреат Нобелевской премии в области физики за 2000год.

***Спонтанное и вынужденное излучение.***

******

Если электрон находится на нижнем уровне, то атом поглотит падающий фотон, и электрон перейдет с уровня Е1 на уровень Е2. Это состояние неустойчивое, электрон *самопроизвольно* перейдет на уровень Е1 с испусканием фотона. Спонтанное излучение происходит самопроизвольно, следовательно, атом будет испускать свет несогласованно, хаотично, поэтому световые волны несогласованны друг с другом ни по фазе, ни по поляризации, ни по направлению. Это естественный свет.



Но возможно и индуцированное (вынужденное) излучение. Если электрон находится на верхнем уровне Е2 (атом в возбужденном состоянии), то при падении фотона может произойти вынужденный переход электрона на нижний уровень испусканием второго фотона.

Излучение при переходе электрона в атоме с верхнего энергетического уровня на нижний с испусканием фотона под влиянием внешнего электромагнитного поля (падающего фотона) называют **вынужденным, или индуцированным**.

Свойства вынужденного излучения:

* одинаковая частота и фаза фотонов первичного и вторичного;
* одинаковое направление распространения;
* одинаковая поляризация.

**Практическая часть**

**Ответьте письменно на вопросы:**

1.Перечислите какие модели атома были представлены учёными?

2. Почему планетарная модель атома не согласуется с законами классической

физики?

3. Какие учёные изучали строение атома?

4. Перечислите заряженные частицы атома.

5. Почему отрицательно заряженные частицы атома не оказывают заметного

влияния на рассеяние α –частиц?

6. Какое излучение наблюдается при переходах электрона в атоме водорода

на низший энергетический уровень?

7. Что называется квантовым генератором?

8. Чем отличается излучение лазера от излучения лампы накаливания?

9. Какими свойствами характеризуется лазер?

10. Какие виды лазеров применяются ?

11) Перечислите основные применения лазеров.