

П. П. Лазарев

**Физические свойства
радиоактивных веществ и
методы исследования
радиоактивности**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 53
ББК 22.3
П11

П11 **П. П. Лазарев**
Физические свойства радиоактивных веществ и методы исследования радио-
активности / П. П. Лазарев – М.: Книга по Требованию, 2019. – 45 с.

ISBN 978-5-458-57943-8

ISBN 978-5-458-57943-8

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2019

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2019

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

газъ, обтекающій М, содержитъ іоны, тѣмъ быстрее будетъ спаданіе листочковъ Е. Если токъ газа сначала остановить, пустивъ въ ходъ трубку R, то мы не замѣтимъ разряженія Е, и оно будетъ тѣмъ больше, чѣмъ быстрее просасывается газъ, следовательно, чѣмъ короче то время, которое протекаетъ между моментомъ іонизации и моментомъ, когда газъ достигаетъ стержня М. Если про- фильтривать газъ черезъ вату или стеклянный сматанный въ комокъ нити и такимъ образомъ замедлить движеніе іоновъ, то мы получаемъ газъ, свободный отъ іоновъ, которые во время движенія успѣваютъ рекомбинироваться.

3. Подвижность ионовъ, получаемыхъ въ воздухѣ при дѣйствіи іонизаторовъ.

Іоны, получаемые подъ вліяніемъ различнаго рода іонизаторовъ изъ разныхъ газавъ, движутся съ различной скоростью, будучи помѣщены въ одинаковыя электрическія поля. Средняя скорость при такомъ полѣ, гдѣ на одинъ сантиметръ приходится паденіе потенциала въ одинъ вольтъ, носитъ названіе подвижности іоновъ.

Способъ измѣренія подвижности іоновъ состоитъ въ томъ, что заставляютъ іонизованный газъ протекать между двумя пластинками, между которыми создается электрическое поле: іоны подъ вліяніемъ поля движутся къ соответственнымъ пластинкамъ и въ то же время относятся токомъ воздуха. Въ зависимости отъ степени подвижности мы получаемъ больший или меньшій переходъ іоновъ на пластинки и такимъ образомъ получаемъ возможность мѣрить подвижность. Методъ этотъ, предложенный Риги, показалъ, что подвижность зависитъ отъ давленія, отъ температуры и отъ природы газа, причемъ положительныя и отрицательныя іоны обладаютъ разною подвижностью, причемъ отрицательныя оказываются болѣе подвижными, чѣмъ положительныя. Въ общемъ, чѣмъ болѣе молекулярный вѣсъ имѣетъ газъ, тѣмъ подвижности іоновъ въ немъ меньше, какъ это видно на таблицѣ I.

Таблица I.

Газъ.	Молекуляр- ный вѣс.	Подвижности	
		іоновъ +	іоновъ —
Водородъ	(H ₂) 2	4,5	7,43
Кислородъ	(O ₂) 32	1,30	1,85
Угльная кислота	(CO ₂) 44	0,89	0,93

4. Дѣйствіе іоновъ на пары и опредѣленіе заряда іоновъ.

Іоны обладаютъ способностью конденсировать около себя пересыщенные пары и образовывать такимъ образомъ туманъ, причемъ іоны отрицательныя обладаютъ этой способностью въ болѣе мѣрѣ, чѣмъ іоны положительныя, такъ что, дивная парамъ известную степень пересышенія, легко можно заставить пары осаждаться только на отрицательныхъ іонахъ. Конденсация паровъ около іоновъ можно легко демонстривать слѣдующимъ способомъ. Колба А (рис. 7), въ которой нагревается до кипѣнія вода, соединяется съ длинной трубкой В, отводящей пары въ воздухъ, при вытеканіи паровъ изъ узкаго отверстія въ воздухъ, мы получаемъ пересыщенный паръ, который представляется въ видѣ полупрозрачной части, за которой уже слѣдуетъ область осажденія непрозрачная. Если поднести къ струѣ вытекающаго пересыщенного пара остріе R, соединенное съ электростатической машиной, то исходящая изъ острія электрическии истеченія, сильно ионизирующія воздухъ, дадутъ сейчасъ же обильное образованіе тумана, вслѣдствіе осажденія паровъ на іонахъ. Опытъ легко сдѣлать доступнымъ для демонстраціи въ аудиторіи, если прозектировать струю, исходящую изъ трубки В на экранъ.

Осажденіе паровъ на іонахъ, подробно изслѣдованное Вильсономъ, было положено Томсономъ въ основаніе метода опредѣленія заряда іона. Для этой цѣли въ замкнутомъ пространствѣ вызывалась известная степень

пересыщения паров воды; ионизуя газ и образуя в нем ионы, мы заставим пары в. видѣ облачка осѣсть на отрицательныхъ іонахъ и заряженное облачко по тяжести будетъ опускаться внизъ. Изъ скорости паденія облачка можно опреде-

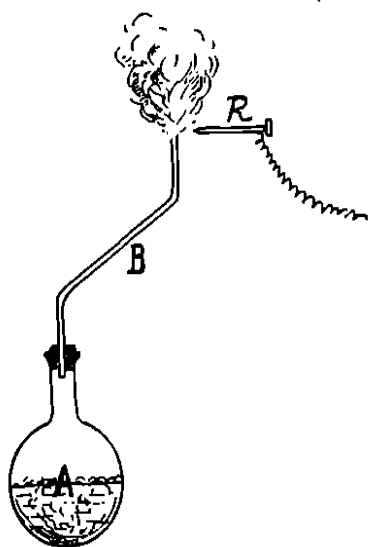


Рис. 7.

литель, какъ это показалъ Томсонъ, діаметръ и, слѣдовательно, объемъ капелекъ, составляющихъ облачко и, слѣдовательно, вѣсъ, каждой капли. Зная степень пересыщенія до осажденія, легко вычислить общее количество воды Q , которая могла послѣ ионизаціи конденсироваться. Отсюда легко, для вѣса воды Q на вѣсъ капелекъ, найти число капелекъ въ облачѣ. Каждая капелька образуется около одного іона и зная общій зарядъ облака, который легко найти, улавливая облако въ цилиндръ, соединенный съ электроскопомъ, и число капелекъ, а слѣдовательно и число іоновъ, вызвавшихъ ихъ образованіе, можно опредѣлить зарядъ одного іона. Такимъ образомъ Томсономъ были измѣрены заряды іона.

Конденсація паровъ воды на іонахъ играетъ очень большую космическую роль, образуя въ верхнихъ сильно ионизованныхъ лучами солнца

слояхъ атмосферы тѣ заряженные облака, которые вызываютъ своими разрядами грозы.

5. О природѣ лучей, даваемыхъ радиоактивными тѣлами.

Если взять крупинку соли радіи R (рис. 8) и помѣстить ее въ ислѣдующее углубленіе свинцоваго цилиндра PB , не-

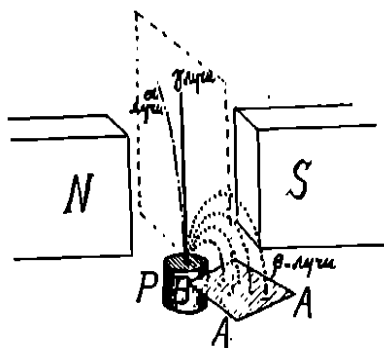


Рис. 8.

прозрачнаго для лучей, даваемыхъ радіемъ, то изъ отверстія цилиндра выходитъ узкій пучокъ лучей вертикально вверхъ. Если помѣстить цилиндръ въ сильное магнитное поле, даваемое магнитомъ съ полюсами сѣвернымъ N и южнымъ S , то радіація, испускаемая радиоактивнымъ тѣломъ, раздѣлится на три. Одинъ пучокъ идетъ, не отклоняясь, по прежнему же направлению, это — γ -лучи радіи; другой отклоняется за плоскость чертежа такъ, какъ отклонились бы въ соответствующемъ магнитномъ полѣ положительно заряженные каналовые лучи. Мы должны отсюда заключить, что и эти лучи радіа, носящіе названіе α -лучей, должны имѣть положи-

тельный зарядъ. α -Лучи отклоняются мало и послѣ отклоненія остаются въ видѣ компактнаго пучка, почти нацѣло поглощаемого слоемъ алюминія въ 0,1 мм. тол-

щины, причемъ они могутъ быть прослѣжены только на небольшомъ разстояніи отъ отверстія РВ. Наконецъ остается еще очень сильно отклоненный пучокъ β -лучей—лучей, отклоняющихся въ сторону противоположную α -лучамъ и, слѣдовательно, дающихъ такое отклоненіе въ соответствующемъ полѣ, какъ дали бы катодные лучи, несущіе отрицательный зарядъ. При прохожденіи черезъ магнитное поле β -лучи, которые, слѣдовательно, должны быть отрицательно заряжены, раздѣляются на рядъ пучковъ, имѣющихъ вслѣдствіе различной скорости движенія электроновъ, ихъ образующихъ, разное отклоненіе. Помѣщая въ А А фотографическую пластинку, легко на значительномъ пространствѣ получить почернѣніе отъ β -лучей. Черезъ слой алюминія въ 0,1 мм. эти лучи проходятъ большею частью и въ этомъ отношеніи отличаются рѣзко отъ α -лучей. Свинцовые экраны и тѣ другіе лучи почти нацѣло задерживаютъ. Такимъ образомъ по свойствамъ своимъ β -лучи представляются жесткими катодными лучами. Что касается до γ -лучей, то ихъ природа въ точности опредѣлена только въ самое послѣднее время и они представляютъ, какъ показываютъ опыты, жесткіе рентгеновскіе лучи. Эти лучи проходятъ въ небольшомъ количествѣ даже черезъ толстые свинцовые экраны, и если имѣть большіе запасы радія до 300—500 млгр., то, помѣщая ихъ въ толстые свинцовые цилиндры (толщина стѣнки 3 мм.), можно обнаружить и флуоресценцію экрана, и ионизацію еще прошедшими сквозь свинецъ лучами. Особенно удобно получить раздѣленіе α -и β -лучей, если заставить лучи выходить изъ целевиднаго отверстія, надъ которыми поставить косвенно фотографическую пластинку. При отсутствіи поля лучи дадутъ на пластинкѣ вертикальную полосу. При наложеніи поля получается картина, изображенная на рис. 9.



Рис. 9.

6. α -Лучи радиоактивныхъ тѣлъ.

Какъ мы указывали выше, α -лучи радиоактивныхъ тѣлъ, играющіе одну изъ главныхъ ролей при радиоактивномъ превращеніи вещества, вызывающіе значительный фотографическій эффектъ и сильную ионизацію газа, представляютъ собою положительно заряженныя частицы, отклоненіе которыхъ въ магнитномъ полѣ одинаково съ отклоненіемъ лучей положительнаго электричества.

Первыя строгія доказательства отклоняемости α -лучей въ магнитномъ полѣ далъ Рутерфордъ, который очень точными и сложными экспериментами могъ такимъ образомъ констатировать ихъ полную аналогію съ каналовыми лучами. Далѣе слѣдуетъ упомянуть объ одномъ простомъ и изящномъ методѣ, принадлежащемъ Анри Беккерелю, который объективно позволилъ констатировать отклоненіе α -лучей магнитнымъ полемъ. Наконецъ существованіе заряда положительнаго лучей было подтверждено опытами Рутерфорда съ отклоненіемъ α -лучей въ электростатическомъ полѣ. Причемъ тонкій пучокъ лучей, исходящихъ изъ маленькаго кусочка радія R^{210} , проходилъ между двумя пластинками конденсатора C_1 C_2 и попадалъ далѣе на фотографическую пластинку Р (см. рис. 10), гдѣ и давалъ пятно а. Пластинки C_1 и C_2 конденсатора, служа съ одной стороны длинною щелью, вырѣзающую узкій пучокъ лучей, позволяли въ то же время при наложеніи на нихъ извѣстной разности потенциаловъ отклонять положительно заряженныя частицы въ сторону поля (положительно заряженная пластинка отталкиваетъ лучи, отрицательно заряженная ихъ притягиваетъ). Мѣняя направле-

¹⁾ Для получения весьма маленькаго по размѣрамъ источника лучей кусочекъ тонкой проволоки или кварцевая ниточка покрывались слоемъ радиоактивнаго вещества (см. ниже наведенная радиоактивность); такіе маленькіе источники и служили Рутерфорду для опытовъ.

ние поля и соединяя C_1 то съ положительнымъ, то съ отрицательнымъ полюсомъ батареей, можно получить отклоненія лучей то въ одну, то въ другую сторону, какъ это изображено на рис. 10 короткими линиями, причѣмъ почернѣнныя пластинки получаютъ въ a_1 и a_2 . Для того, чтобы лучи не поглощались воздухомъ, пѣ опыты съ α -лучами дѣлались въ пустотѣ.

Для того, чтобы избѣжать эффектовъ отъ β -и γ -лучей, применялось радиоактивное тѣло, испускавшее только α -лучи (радій. С). Зная отклоненіе лучей въ электрическомъ и магнитномъ полѣ, можно было опредѣлить, какъ это дѣлается при разрядѣ въ газахъ, скорость V и отношеніе заряда положительно заряженной частицы e и ея массы m , т. е. величину $\frac{e}{m}$.

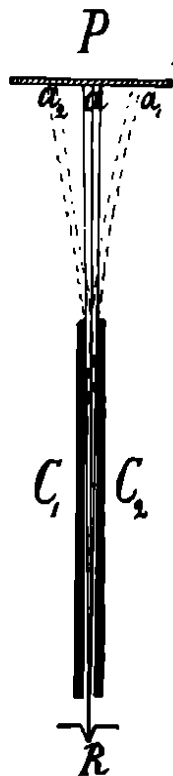


Рис. 10.

Для скорости α -лучей (радій С) Рутерфорда, нашелъ величину около 20.000 километровъ въ секунду: величина, лежащая около одной десятой доли скорости свѣта. Скорость α -частицъ, получаемая для лучей, имѣющихъ различное происхожденіе (радій А, радій F (полоній), актиній С и торій С) оказывается различной, между тѣмъ какъ отношеніе заряда е къ массѣ m у α -лучей самого разнообразнаго происхожденія имѣетъ одну и ту же величину. Это показываетъ, что α -частицы всѣхъ радиоактивныхъ тѣлъ одинаковы по своей физической природѣ, отличаясь только своей скоростью. Что касается до отношенія заряда къ массѣ $\frac{e}{m}$, то эта величина изъ сравненія съ отношеніемъ заряда къ массѣ для водорода (см. выше) позволила заключить, что масса m должна состоять изъ молекулъ водорода, несущихъ одинъ элементарный зарядъ, или изъ неизвѣстнаго элемента съ атомнымъ вѣсомъ 2, связаннымъ также съ однимъ элементарнымъ зарядомъ или же, наконецъ, изъ атомовъ гелія (атомный вѣсъ 4), несущихъ двойной зарядъ.

7. Счетъ α -частицъ, опредѣленіе ихъ заряда.

Мы видѣли выше, что опыты съ отклоненіемъ α -лучей въ электрическомъ и магнитномъ полѣ не позволяютъ сдѣлать совершенно опредѣленнаго заключенія о массѣ и, слѣдовательно, о физической природѣ α -частицъ, такъ какъ относительно величины заряда можно сдѣлать нѣсколько предположеній. Зарядъ можно считать или равнымъ одному элементарному заряду и тогда масса α -частицъ должна быть по отношенію атома водорода равна 2; въ этомъ случаѣ m есть или молекула водорода H_2 , или неизвѣстное тѣло съ атомнымъ вѣсомъ 2; или, считая, что зарядъ двойной получаемъ для массы m , значеніе равное 4, т. е. атомъ гелія.

Въ виду важности выясненія этого вопроса, для его рѣшенія были поставлены опыты Рутерфордомъ и Гейгеромъ, Томсономъ и Регенеромъ, которые и позволили найти зарядъ, а слѣдовательно и массу α -частицы, такъ какъ отношеніе заряда къ массѣ опредѣлено изъ магнитнаго и электрическаго отклоненій.

Рутерфордъ и Гейгеръ при своихъ опытахъ пользовались слѣдующимъ методомъ, изображеннымъ схематически на рис. 11.

Въ выкачанной до крайнихъ предѣловъ разряженія трубкѣ АВ одинъ конецъ закрывается стеклянной пробкой со шлифомъ С, а съ другой вставкой О, имѣющей узкое отверстіе, заклеенное тонкимъ листочкомъ слюды, проходимымъ для α -частицъ.

К трубки АВ приделан кран Д, который можно поворачивать, не нарушая пустоты внутри трубки. В АВ помещается радиоактивное вещество, дающее α -лучи и передвигаемое внутри трубки при помощи магнита. Если кран Д закрыт, то α -частицы, вылетающие из радиоактивного препарата, все остаются внутри трубки. При открывании крана Д некоторые α -частицы в определенный момент проходят через отверстие крана и через слюдяную пластинку О попадают в сосуд F, который состоит из металлического цилиндра, концы которого закрыты зонитовыми пробками Н и J; по оси сосуда проходит проволока G, соединенная с электрометром, причем между нею и металлическими стенками трубки при помощи батареи аккумуляторов устанавливается разность потенциалов весьма близкая к той, при которой в трубке происходит разряд. Воздух в трубке разрежен до 2—5 мм. ртутного столба и степень разрежения измеряется манометром L, другой такой же манометр E позволяет измерять степень разрежения в АВ. Если радиоактивное вещество в АВ находится в очень незначительном количестве, то α -частицы, выходящие за известный промежуток времени через кран Д и отверстие О в сосуд F, немного. Каждая проникающая в сосуд F положительно заряженная α -частица разбивает находящиеся в сосуде F нейтральные молекулы, ионизуя их толчком, и таким обра-

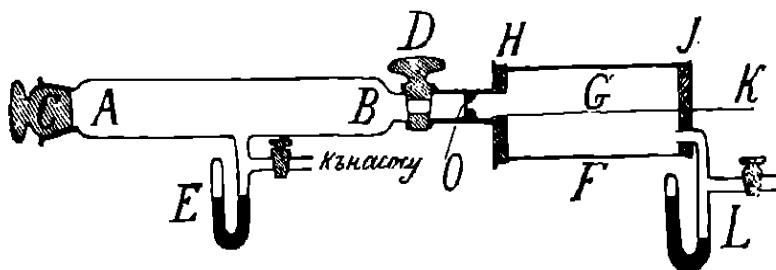


Рис. 11

зом делает воздух в F проводящим электричество и электрометр получает быстро заряд и дает отклонение. Таким образом, подобран определенным образом количеству радиоактивного элемента, можно легко заметить каждую влетающую частицу. В опытах Рутерфорда и Гейгера сделано было так, что в минуту влетали от 3 до 5 частиц.

Эти опыты позволили определить число α -частиц, выходящих из определенного количества радия и, следовательно, подсчитать количество α -частиц, выходящее одним граммом радия в одну секунду (при этом допускается, что радий находится в равновесии с радием С (см. ниже)). Это число оказалось равным $3.4 \cdot 10^{10}$.

Второй метод, использованный Регенером для счета α -частиц, основан на следующем интересном наблюдении Крукса, впервые установившем прерывистый характер испускания α -лучей. Крукс заметил, что, если поместить небольшую поверхность со следами радиевой соли перед ширмой из серебристого цинка и рассматривать ее в темноте, в дупу, можно видеть, что то одна, то другая точка ширины ярко вспыхивает и там же быстро тухнет, между тем как остальные части ширины остаются темной. Подобные свечения, сцинтилляции, как показали опыты, зависят от того, что каждая α -частица, ударяясь о серебристый цинк, вызывает его флуоресценцию. β -Лучи не вызывают свечения серебристого цинка, но зато двойная цианистая соль бария и платина дают свечение от β -частиц (Регенер), причем это свечение значительно слабее

саждения стержнистого цинка под влиянием α -лучей. Под влиянием α -лучей дают сцинтилляцию некоторые сорта алмаза и Регенер и использовался этим явлением для счета α -частиц.

Метод Регенера состоял в том (рис. 12), что в трубку А, заклеенную тонким алмазным шлифом С, вносится укреплённое на стеклинной пробке В маленькое количество радиоактивного вещества, дающее α -частицы. Трубка выкачивается поскольку это позволяют современные насосы и на шлиф С наводится микроскоп, увеличивающий в 50 раз. (Объектив микроскопа изображён в D). Если наблюдать явление в затемнённой комнате, то ясно видно, что темное поле зрения то в одном, то в другом, месте осыпается благодаря удару об шлиф α -частицы и если препарат содержит немного радия и его расстояние от шлифа значительно, то легко можно все удары сосчитать, а отсюда можно вычислить количество выделяемых α -частиц, один грамм радия так же, как это делается при счете α -частиц по методу Рутерфорда. Числа, получаемые методом сцинтилляции, в общем, совпадают с числами, полученными электрическим методом.

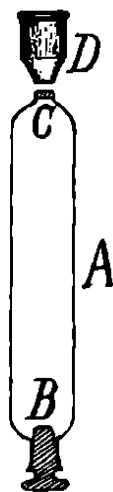


Рис. 12.

Далее, удалив излучение α -частиц поверхностью, соединенную с электрометром и измеряя количество пересеченного за единицу времени электричества i , которое равно заряду частицы e , умноженному на число улавливаемых на поверхность частиц N , имеем $i = eN$. определяя из опыта i и зная из наблюдений Регенера и Рутерфорда N , находим e , которое, как показали расчеты, соответствует двойному элементарному заряду и, следовательно, отсюда ясно, что α -частицы суть атомы гелия, заряженные двумя элементарными положительными зарядами.

8. Природа α -лучей.

Уже сказанного достаточно, чтобы признать, что α -лучи состоят из заряженных атомов гелия. Однако Рутерфорду и Ройдсу удалось принести и непосредственное замечательное доказательство этому факту. Метод состоял в том, что радиоактивный газ (эманация радия) вводился в узкую стеклянную трубку А (рис. 13), стенки которой имели толщину всего только $\frac{1}{100}$ мм., так, что α -частицы свободно могли проходить сквозь трубочку и быть обнаружены снаружи ее сцинтилляцией, между тем как газ проникнуть сквозь стенку трубки А не мог. Трубка А была припаяна к толсто-стенной трубке В и к этой последней припаялась цилиндрическая трубка Т, переходящая в узенькую спектральную трубочку V, где можно, пропуская ток от небольшого индуктора, получить спектр газа. Подняв уровень ртути Hg в сосуде Т, можно газ из Т перегнать в V, где его и исследовать. При опытах Т и V предварительно откачиваются до предельно возможного разрежения. Спустя два дня после введения в А радиоактивного газа и после переведения газа из Т в V можно уже доказать спектрально присутствие желтой характерной линии гелия, спустя 6 дней легко можно было наблюдать весь спектр этого газа.

9. Нагревание, вызываемое α -лучами.

Препараты радия тепле окружающей среды; если иметь радия большое количество (500 и более мгм.), то, поместив его в свинцовый футляр, можно очень грубыми приемами обнаружить постоянное разгитие в нем тепла. Количество выделяемой теплоты легко измеряется обычными точными калориметриче-

скими методами и оказывается, какъ показали опыты Кюри, Лаборда, Прехта и Энгстрема, немного болѣе 100 калорій въ часть на 1 граммъ радія.

Откуда берется это огромное количество тепла? Несомнѣнно причина должна быть связана съ излученіями радія, и такъ, какъ γ -лучи выходятъ почти не поглощаясь веществомъ радія и поэтому теплового дѣйствія не могутъ обнаруживать; β -лучи, какъ мы знаемъ, тоже поглощаются тѣлами слабо и крѣмъ того, какъ мы увидимъ ниже, ихъ масса очень невелика и поэтому остановка ихъ не могла бы дать значительнаго нагрѣванія; остается, слѣдовательно, только предположеніе, сдѣланное Рутерфордомъ, что нагрѣваніе зависитъ отъ удара α -частицъ объ атомы радія. Зная скорость движенія α -частицъ, ихъ массу и число, можно вычислить энергію, которую имѣютъ всѣ выдѣляющіяся частицы. Если всѣ α -частицы будутъ задержаны матеріей, то кинетическая энергія перейдетъ въ тепло, которое мы можемъ такимъ образомъ подсчитать. Такой расчетъ показывалъ Рутерфорду, что въ часть 1 граммъ радія долженъ выдѣлять 100 граммokalорій, т. е. какъ разъ то число, которое было найдено экспериментально.

10. Поглощеніе α -лучей тѣлами, іонизація газовъ и явленія опьнтнлліаціи, вызываемыя ими.

α -Лучи при своемъ прохожденіи черезъ газъ производятъ въ немъ сильную іонизацію, которая во много разъ превосходитъ іонизацію, производимую β -лучами и въ особенности γ -лучами. Если считать величину іонизаціи γ -лучами за единицу, то для β -лучей степень іонизаціи равна круглымъ счетомъ 100, для α -лучей—10.000.

Проходя черезъ матерію, α -лучи ея поглощаются и, какъ показали наблюденія М-те Кюри надъ полоніемъ, испускающимъ только α -лучи, достаточно слоя воздуха въ 4 см., чтобы іонизирующая способность α -лучей была вполне потеряна. Если покрывать радиоактивное вещество толстымъ слоемъ алюминія, слюды и т. п., то разстояніе, на которомъ теряется іонизирующая способность α -лучей, уменьшается. Объясненіе этому на первый взглядъ весьма удивительному факту можно найти въ томъ обстоятельстве, что, проходя черезъ матерію, α -частицы уменьшаютъ скорость своего полета, и если скорость падаетъ ниже извѣстной величины, α -частицы теряютъ способность разбивать нейтральныя молекулы, вызывая такимъ образомъ іонизацію. При выходѣ изъ опредѣленнаго радиоактивнаго атома, по опытамъ Брегга, всѣ α -частицы должны имѣть одинаковую скорость, свойственную данному веществу. Если брать слой радиоактивнаго вещества, испускающаго α -лучи достаточной толщины, то потеря въ скорости у однихъ частицъ будетъ очень большая—это у тѣхъ, которыя должны, прежде чѣмъ выйти въ воздухъ, пройти черезъ вышележащіе слои радиоактивнаго тѣла, наоборотъ, лежащіе на поверхности атомы испускаютъ α -лучи съ максимальной скоростью и поэтому радіація толстымъ слоемъ радиоактивнаго тѣла даетъ сложный комплексъ α -лучей, скорость которой колеблется отъ весьма незначительной величины до максимальнаго значенія этой скорости. Примѣняя очень тонкій слой радиоактивнаго вещества, можно получить почти однородную радіацію α -лучей.

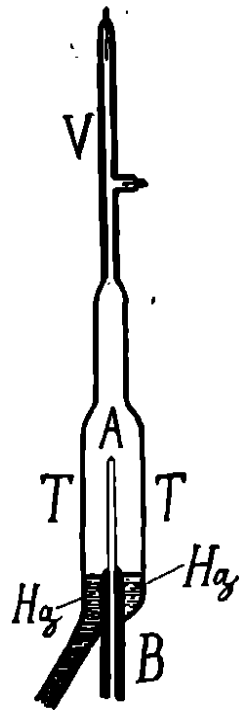


Рис. 13.

имѣющихъ одну и ту же скорость, характерную для данного радиоактивнаго атома. Эта скорость имѣетъ максимальное значеніе для α -лучей торія С, гдѣ ея величина равна 22.000 километр. въ секунду.

Методъ, пользуясь которымъ легко можно найти ионизацію α -лучей на разныхъ разстояніяхъ отъ источника, былъ разработанъ Бреггомъ и состоитъ въ слѣдующемъ (рис. 14). Узкій пучокъ лучей отъ радиоактивнаго препарата R попадаетъ въ ионизаціонную камеру AN, которая состоитъ изъ пластинки A и металлической сѣтки B, пропускающей внутрь камеры α -лучи. При разныхъ разстояніяхъ ионизаціонной камеры отъ R измѣряется токъ, вызываемый ионизаціей между A и B и такимъ образомъ опредѣляется степень ионизаціи на разныхъ частяхъ пути α -частицы.

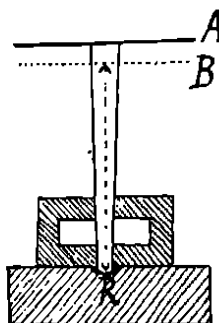


Рис. 14.

Если брать тонкій слой радиоактивнаго вещества, состоящаго только изъ одного химически опредѣленнаго тѣла, то видъ кривой ионизаціи въ зависимости отъ разстоянія выражается приведенными на рис. 15 кривыми для радія и радія С.

Какъ видно изъ рисунка, ионизація съ увеличеніемъ разстоянія сначала растетъ, доходитъ до максимума, который наблюдается у различныхъ радиоактивныхъ продуктовъ на разномъ разстояніи и затѣмъ быстро спадаетъ до очень незначительной величины. Такъ дѣло происходитъ въ томъ случаѣ, если вещество содержитъ радиоактивные атомы одного рода. Если въ веществѣ содержатся атомы различнаго рода, выпускающіе α -лучи различныхъ свойствъ,

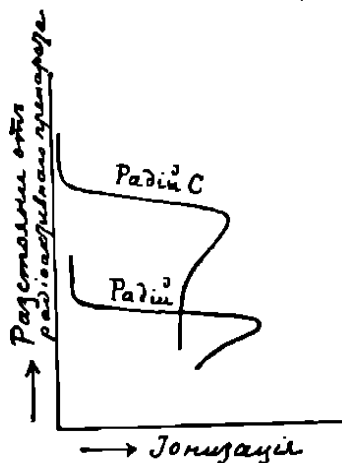


Рис. 15.

то кривая общей ионизаціи получится отъ наложенія дѣйствій всѣхъ компонентовъ и для тонкаго слоя радія, находящагося въ равновѣсіи съ продуктами его превращенія, получится видъ, изображенный на рис. 16, гдѣ сплошная кривая представляетъ экспериментально наблюдаемую Бреггомъ и Климаномъ кривую, а пунктиры представляютъ то продолженіе кривой ионизаціи, которое бы получилось, если продукты съ максимумомъ на болѣе короткомъ разстояніи отъ источника лучей не было.

Болѣе сложная кривая, изображенная на рис. 15, получается всякій разъ, какъ мы принимаемъ радій или его соль не свѣже-приготовленную, а спустя нѣкоторое время послѣ приготовления препарата, и это обстоятельство подтверждаетъ, что изъ радія получается рядъ радиоактивныхъ продуктовъ согласно теоріи превращенія, развитой Рутерфордомъ (см. ниже). Чистый

радій, какъ это мы уже видѣли, даетъ кривую съ однимъ максимумомъ (рис. 15).

Результаты для радія, полученные Бреггомъ и приведенные на рис. 16, получаются только при тонкомъ слое соли. Если слой вещества значителенъ, то однородности испускаемыхъ лучей не наблюдается и теоретически, зная поглощеніе лучей и толщину слоя, можно показать, что кривая ионизаціи въ зависимости отъ разстоянія будетъ въ этомъ случаѣ состоять изъ ряда отрезковъ примыхъ,

поставленныхъ другъ къ другу подѣ угломъ. Такія кривыя были дѣйствительно получены Бреггомъ и для радія связь имѣетъ видъ, изображенный на рис. 17, гдѣ въ точкахъ А, В и С отдѣльныя прямыя образуютъ большіе или меньшіе углы.

Какъ мы видѣли выше (срвни. рис. 15), однородный пучокъ α -лучей, проходя известный разстояніе въ воздухѣ (или вообще въ веществѣ), терять, спо-

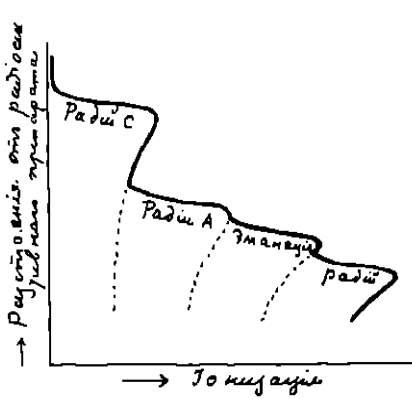


Рис. 16.

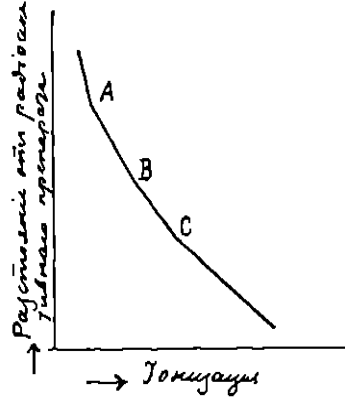


Рис. 17.

собность іонізувати газъ вслѣдствіе уменьшенія скорости α -частиць и разстояніе, послѣ котораго іонізующая способность α -лучей дѣлається равной нулю, называється дальностью полета ихъ (Reichweite) и наблюдается не только для процессовъ іонізації, но и для свѣщенія, вызываемаго въ веществѣ α -частицами—для сцинтилляціи.

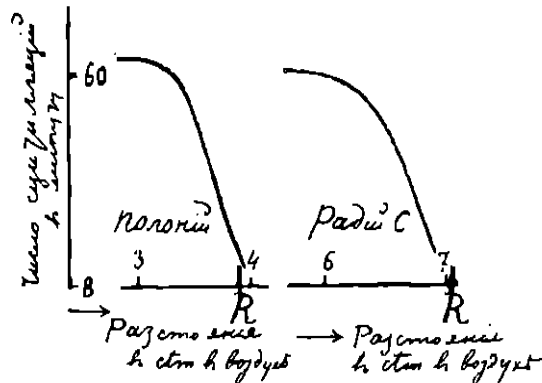


Рис. 18.

Регенеръ и Гейгеръ доказали, что, если наблюдать сцинтилляцію α -частиць на экранѣ и помѣщать на ихъ пути тонкіе слои воздуха или другихъ веществъ, то число всплывающа на экранѣ, сначала постоянное, сильно уменьшается, если скорость частиць соответствуетъ той величинѣ ея, которая наблюдается при дальности полета частиць. На рис. 18 приведены числа сцинтилляцій въ

зависимости отъ пробъгаемаго пути, причѣмъ дальность полета, при которой прекращается іонизація, отмѣчена на рис. 18 буквой R. Какъ видно, іонизація и сцинтилляція прекращается на томъ же разстояніи и, слѣдовательно, при той же скорости α -частицъ.

Методъ Брегга, описанный выше, точно такъ же какъ и методъ сцинтилляцій, пригоденъ для опредѣленія дальности полета α -частицъ только для сильно радиоактивныхъ веществъ. Для слабо-радиоактивныхъ веществъ, какъ, напр., іоній, уранъ и торій, методъ Брегга мало точенъ и Гейгеръ предложилъ другой методъ, который въ схематическомъ видѣ представленъ на рис. 19.

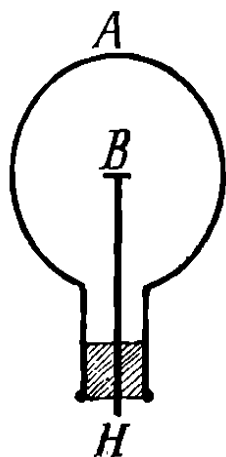


Рис. 19.

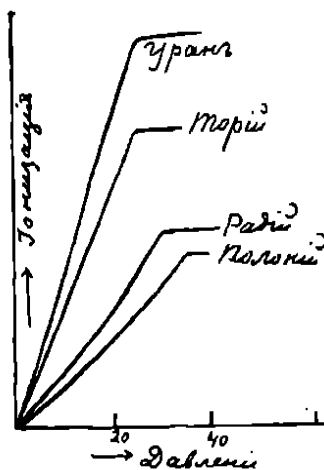


Рис. 20.

Въ центрѣ большого шара A помѣщается на противоположъ BH, соединенной съ электрометромъ, радиоактивный препаратъ. При различномъ давленіи газа въ шарѣ изслѣдуется токъ насыщенія; при этомъ, если давленіе газа мало, то α -частицы при полетѣ отъ B до стѣнокъ шара A, встрѣчая на своемъ пути малое количество молекулъ газа, не получаютъ такой скорости, какъ это бываеъ при дальности полета, и поэтому увеличеніе давленія газа, увеличивающее число молекулъ на пути α -частицы, заставляетъ возрастать и число образующихся іоновъ, а слѣдовательно, токъ насыщенія. Если давленіе газа сдѣлается настолько значительнымъ, что, не доходя до стѣнки изслѣдствіе соудареній съ газовыми молекулами и вслѣдствіе связывающаго съ этимъ уменьшенія скорости, α -частицы потеряютъ іонизирующую способность, то дальнѣйшее увеличеніе количества газа не будетъ увеличивать тока насыщенія въ газѣ, такъ какъ количество іоновъ останется прежнимъ же. Изъ давленія можно вычислить количество газа, необходимаго, чтобы вызвать уменьшеніе скорости, соответствующее дальности полета, и такимъ образомъ найти эту послѣднюю величину.

На рис. 20 приведены кривыя іонизаціи газа въ приборѣ Гейгера при равныхъ давленіяхъ, причѣмъ ясно видно, что, начиная съ опредѣленнаго давленія, у всѣхъ веществъ іонизація при увеличеніи давленія не мѣняется и это соответствуетъ количеству газа, при которомъ достигается дальность полета α -частицъ.

Въ заключеніе нужно отмѣтить, что Вильсону удалось при помощи очень изыскаго метода обнаружить путь α -частицъ въ газѣ. Пересѣкая пространство водяными парами и открывая затѣмъ α -лучамъ доступъ въ это пространство,