

Использование радиоактивности



Работу выполнили
студенты «КТЭТ»
группа Б-424
Сафиуллина
Гульшат
Галеева Милена

- **Радиоактивность** - превращение атомных ядер в другие ядра, сопровождающееся испусканием различных частиц и электромагнитного излучения. Отсюда и название явления: на латыни radio - излучаю, activus - действенный. Это слово ввела Мария Кюри. При распаде нестабильного ядра - радионуклида из него вылетают с большой скоростью одна или несколько частиц высокой энергии. Поток этих частиц называют радиоактивным излучением или попросту радиацией.

Виды радиоактивных излучений

-
- Когда в руках исследователей появились мощные источники радиации, в миллионы раз более сильные, чем уран (это были препараты радия, полония, актиния), можно было более подробно ознакомиться со свойствами радиоактивного излучения. В первых исследованиях на эту тему самое активное участие принял Эрнест Резерфорд супруги Мария и Пьер Кюри, А.Беккерель, многие другие. Прежде всего, была изучена проникающая способность лучей, а также действие на излучение магнитного поля. Оказалось, что излучение неоднородно, а представляет собой смесь «лучей». Пьер Кюри обнаружил, что при действии магнитного поля на излучение радия одни лучи отклоняются, а другие нет. Было известно, что магнитное поле отклоняет только заряженные летящие частицы, причем положительные и отрицательные в разные стороны. По направлению отклонения убедились в том, что отклоняемые β -лучи заряжены отрицательно. Дальнейшие опыты показали, что между катодными и β -лучами нет принципиальной разницы, откуда следовало, что они представляют собой поток электронов.
- Отклоняющиеся лучи обладали более сильной способностью проникать через различные материалы, тогда как неотклоняющиеся легко поглощались даже тонкой алюминиевой фольгой - так вело себя, например, излучение нового элемента полония - его излучение не проникало даже сквозь картонные стенки коробки, в которой хранился препарат.
- При использовании более сильных магнитов оказалось, что β -лучи тоже отклоняются, только значительно слабее, чем β -лучи, причем в другую сторону. Отсюда следовало, что они заряжены положительно и имеют значительно большую массу (как потом выяснили, масса β -частиц в 7740 раз больше массы электрона). Впервые это явление обнаружили в 1899 А.Беккерель и Ф.Гизель. В дальнейшем выяснилось, что β -частицы представляют собой ядра атомов гелия (нуклид ^4He) с зарядом +2 и массой 4 у.е.. Когда же в 1900 французский физик Поль Вийар (1860-1934) исследовал более подробно отклонение β - и β -лучей, он обнаружил в излучении радия и третий вид лучей, не отклоняющихся в самых сильных магнитных полях, это открытие вскоре подтвердил и Беккерель. Этот вид излучения, по аналогии с альфа- и бета-лучами, был назван гамма-лучами, обозначение разных излучений первыми буквами греческого алфавита предложил Резерфорд. Гамма-лучи оказались сходными с лучами Рентгена, т.е. они представляют собой электромагнитное излучение, но с более короткими длинами волн и соответственно с большей энергией. Все эти виды радиации описала М.Кюри в своей монографии «Радий и радиоактивность». Вместо магнитного поля для «расщепления» радиации можно использовать электрическое поле, только заряженные частицы в нем будут отклоняться не перпендикулярно силовым линиям, а вдоль них - по направлению к отклоняющим пластинам.
- Долгое время было неясно, откуда берутся все эти лучи. В течение нескольких десятилетий трудами многих физиков была выяснена природа радиоактивного излучения и его свойства, были открыты новые типы радиоактивности.?
- Альфа-лучи испускают, главным образом, ядра самых тяжелых и потому менее стабильных атомов (в периодической таблице они расположены после свинца). Эти высокоэнергетичные частицы. Обычно наблюдается несколько групп α -частиц, каждая из которых имеет строго определенную энергию. Так, почти все α -частицы, вылетающие из ядер ^{226}Ra , обладают энергией в 4,78 МэВ (мегаэлектрон-вольт) и небольшая доля α -частиц энергией в 4,60 МэВ. Другой изотоп радия - ^{221}Ra испускает четыре группы α -частиц с энергиями 6,76, 6,67, 6,61 и 6,59 МэВ. Это свидетельствует о наличии в ядрах нескольких энергетических уровней, их разность соответствует энергии излучаемых ядером α -квантов. Известны и «чистые» альфа-излучатели .

Действие радиоактивного излучения на человека

- Радиоактивное излучение всех видов (альфа, бета, гамма, нейтроны), а также электромагнитная радиация (рентгеновское излучение) оказывают очень сильное биологическое воздействие на живые организмы, которое заключается в процессах возбуждения и ионизации атомов и молекул, входящих в состав живых клеток. Под действием ионизирующей радиации разрушаются сложные молекулы и клеточные структуры, что приводит к **лучевому поражению организма**. Поэтому при работе с любым источником радиации необходимо принимать все меры по радиационной защите людей, которые могут попасть в зону действия излучения.
- Однако человек может подвергаться действию ионизирующей радиации и в бытовых условиях. Серьезную опасность для здоровья человека может представлять инертный, бесцветный, радиоактивный газ радон. Как видно из схемы, изображенной на рис.5, радон является продуктом α -распада радия и имеет период полураспада $T = 3,82$ сут. Радий в небольших количествах содержится в почве, в камнях, в различных строительных конструкциях. Несмотря на сравнительно небольшое время жизни, концентрация радона непрерывно восполняется за счет новых распадов ядер радия, поэтому радон может накапливаться в закрытых помещениях. Попадая в легкие, радон испускает α -частицы и превращается в полоний который не является химически инертным веществом. Далее следует цепь радиоактивных превращений серии урана (рис. 5). По данным Американской комиссии радиационной безопасности и контроля, человек в среднем получает 55% ионизирующей радиации за счет радона и только 11% за счет медицинских обслуживаний. Вклад космических лучей составляет примерно 8%. Общая доза облучения, которую получает человек за жизнь, во много раз меньше **предельно допустимой дозы (ПДД)**, которая устанавливается для людей некоторых профессий, подвергающихся дополнительному облучению ионизирующей радиацией.

Применение радиоактивных изотопов

- Одним из наиболее выдающихся исследований, проведенных с помощью «меченых атомов», явилось исследование обмена веществ в организмах. Было доказано, что за сравнительно небольшое время организм подвергается почти полному обновлению. Слагающие его атомы заменяются новыми. Лишь железо, как показали опыты по изотопному исследованию крови, является исключением из этого правила. Железо входит в состав гемоглобина красных кровяных шариков. При введении в пищу радиоактивных атомов железа было установлено, что свободный кислород, выделяемый при фотосинтезе, первоначально входил в состав воды, а не углекислого газа. Радиоактивные изотопы применяются в медицине как для постановки диагноза, так и для терапевтических целей. Радиоактивный натрий, вводимый в небольших количествах в кровь, используется для исследования кровообращения, йод интенсивно отлагается в щитовидной железе, особенно при базедовой болезни. Наблюдая с помощью счетчика за отложением радиоактивного йода, можно быстро поставить диагноз. Большие дозы радиоактивного йода вызывают частичное разрушение аномально развивающихся тканей, и поэтому радиоактивный йод используют для лечения базедовой болезни. Интенсивное гамма-излучение кобальта используется при лечении раковых заболеваний (кобальтовая пушка).
- Не менее обширны применения радиоактивных изотопов в промышленности. Одним из примеров этого может служить следующий способ контроля износа поршневых колец в двигателях внутреннего сгорания. Облучая поршневое кольцо нейтронами, вызывают в нем ядерные реакции и делают его радиоактивным. При работе двигателя частички материала кольца попадают в смазочное масло. Исследуя уровень радиоактивности масла после определенного времени работы двигателя, определяют износ кольца. Радиоактивные изотопы позволяют судить о диффузии металлов, процессах в доменных печах и т. д.
- Мощное гамма-излучение радиоактивных препаратов используют для исследования внутренней структуры металлических отливок с целью обнаружения в них дефектов.
- Все более широкое применение получают радиоактивные изотопы в сельском хозяйстве. Облучение семян растений (хлопчатника, капусты, редиса и др.) небольшими дозами гамма-лучей от радиоактивных препаратов приводит к заметному увеличению урожайности. Большие дозы радиации вызывают мутации у растений и микроорганизмов, что в отдельных случаях приводит к появлению мутантов с новыми ценными свойствами (радиоселекция). Так выведены ценные сорта пшеницы, фасоли и других культур, а также получены высокопродуктивные микроорганизмы, применяемые в производстве антибиотиков. Гамма-излучение радиоактивных изотопов используется также для борьбы с вредными насекомыми и для консервации пищевых продуктов. Широкое применение получили «меченые атомы» в агротехнике. Например, чтобы выяснить, какое из фосфорных удобрений лучше усваивается растением, помечают различные удобрения радиоактивным фосфором ^{32}P . Исследуя затем растения на радиоактивность, можно определить количество усвоенного ими фосфора из разных сортов удобрения.
- Интересным применением радиоактивности является метод датирования археологических и геологических находок по концентрации радиоактивных изотопов. Наиболее часто используется радиоуглеродный метод датирования. Нестабильный изотоп углерода возникает в атмосфере вследствие ядерных реакций, вызываемых космическими лучами. Небольшой процент этого изотопа содержится в воздухе наряду с обычным стабильным изотопом. Растения и другие организмы потребляют углерод из воздуха, и в них накапливаются оба изотопа в той же пропорции, как и в воздухе. После гибели растений они перестают потреблять углерод и нестабильный изотоп в результате β -распада постепенно превращается в азот с периодом полураспада 5730 лет. Путем точного измерения относительной концентрации радиоактивного углерода в останках древних организмов можно определить время их гибели.

Применения радиоактивности.

- 1. Биологические действия. Радиоактивные излучения губительно действуют на живые клетки. Механизм этого действия связан с ионизацией атомов и разложением молекул внутри клеток при прохождении быстрых заряженных частиц. Особенно чувствительны к воздействию излучений клетки, находящиеся в состоянии быстрого роста и размножения. Это обстоятельство используется для лечения раковых опухолей.

Для целей терапии употребляют радиоактивные препараты, испускающие γ -излучение, так как последние без заметного ослабления проникают внутрь организма. При не слишком больших дозах облучения раковые клетки гибнут, тогда как организму больного не причиняется существенного ущерба. Следует отметить, что радиотерапия рака, так же как и рентгенотерапия, отнюдь не является универсальным средством, всегда приводящим к излечению.

Чрезмерно большие дозы радиоактивных излучений вызывают тяжелые заболевания животных и человека (так называемая лучевая болезнь) и могут привести к смерти. В очень малых дозах радиоактивные излучения, главным образом α -излучение, оказывают, напротив, стимулирующее действие на организм. С этим связан целебный эффект радиоактивных минеральных вод, содержащих небольшие количества радия или радона.

2. Светящиеся составы, Люминесцирующие вещества светятся под действием радиоактивных излучений (ср. § 213). Прибавляя к люминесцирующему веществу (например, сернистому цинку) очень небольшое количество соли радия, готовят постоянно светящиеся краски. Эти краски, будучи нанесены на циферблаты и стрелки часов, прицельные приспособления и т. п., делают их видимыми в темноте.

3. Определение возраста Земли. Атомная масса обыкновенного свинца, добываемого из руд, не содержащих радиоактивных элементов, составляет 207,2. Как видно из рис. 389, атомная масса свинца, образующегося в результате распада урана, равна 206. Атомная масса свинца, содержащегося в некоторых урановых минералах, оказывается очень близкой к 206. Отсюда следует, что эти минералы в момент образования (кристаллизации из расплава или раствора) не содержали свинца; весь наличный в таких минералах свинец накопился в результате распада урана. Используя закон радиоактивного распада, можно по отношению количеств свинца и урана в минерале определить его возраст (см. упражнение 32 в конце главы).

Определенный таким методом возраст минералов различного происхождения, содержащих уран, измеряется сотнями миллионов лет. Возраст древнейших минералов превышает 1,5 миллиарда лет.

Возрастом Земли принято считать время, прошедшее с момента образования твердой земной коры. По многим измерениям, основанным на радиоактивности урана, а также тория и калия, возраст Земли превышает 4 миллиарда лет.

