

РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЕЁ В МЕДИЦИНЕ

Зармед Махмуд Рахматов

Доцент Самаркандского университета,

Кахрамонов Сейман Ахмадович

студент 1-го курса направление Лечебное дело

Аннотация: В данной статье рассматриваются рентгеновское излучение и ее виды, история её открытия, взаимодействие рентгеновского излучения с веществом, применение рентгеновского излучения в медицине, радиоактивность, и действие ионизирующего излучения на живой организм.

Ключевые слова: Рентгеновское излучение, рентгеновская трубка, рентгенодиагностика, рентгенография, флюорография, рентгеновское томография, компьютерная томография, радиоактивность α , β и γ - распад.

История открытия рентгеновского излучения.

К концу 19 века "ньютоновская физика" выполнила объяснение почти всех явлений связанных с массой, скоростью, электричеством и теплом. Однако некоторые вопросы оставались без ответа, в частности, происхождение явлений люминесценции, наблюдаемых либо в стеклянных, вакуумных трубках, подвергнутых высокому напряжению, либо на некоторых рудах. В обоих случаях одним из главных вопросов было их индуцируемость по отношению к солнечному свету. Немецкий физик Вильгельм Конрад Рентген решил первую задачу. Само открытие произошло случайно: однажды вечером, когда Рентген выходил из лаборатории и выключил свет, он заметил зеленоватое свечение, исходящую от экрана, покрытого кристаллами платино-синеродистого бария. Оказалось, что кристаллы реагировали на электровакуумную трубку, находившуюся под высоким напряжением неподалеку.

При выключении тока свечение прекращалось, а при повторном включении возобновлялось.

Рентген предположил, что трубка испускает невидимые лучи, способные проникать через непрозрачные среды и возбуждать кристаллы бария. Эти лучи он назвал X-лучами. За это открытие он был удостоен первой Нобелевской премии по физике в 1901 году.

Рентгеновское излучение представляет собой электромагнитную волну. Длина относящееся к которой варьируется от 80 до 10⁻⁵ нм.

По способу появления делится на тормозное рентгеновское излучение и характеристическое рентгеновское излучение. Рассмотрим оба их.

Тормозное рентгеновское излучение. Оно возникает следующим образом. Представьте себе электрон, который находится в состоянии ускоренного движения, двигаясь так он ударяется(тормозится) об электростатическое поле атома. С торможением выделяется энергия часть которой идет на создание

фотона рентгеновского излучения, другая часть идет на тепло. Если вся энергия перейдет на создание фотона, то возникает короткое рентгеновское излучение (т.е. длина волны которой будет короткой). Короткое рентгеновское излучение обладает большей проникающей способностью чем длинноволновое и называется жестким, а длинноволновое рентгеновское излучение называется мягким.

Источник рентгеновского излучения. Одним из распространённых источников рентгеновского излучения является **рентгеновская трубка**. Она представляет собой вакуумный прибор, в котором располагается катод и анод. С катода испускаются электроны, эти электроны идут в сторону анода, и они ударяются (тормозятся) об анод. А это как было описано выше является причиной рентгеновское получение. Анод имеет наклонную поверхность для того чтобы направить рентгеновское излучение под углом к оси трубки. Если увеличить напряжение, то увеличивается жесткость рентгеновского излучения. Если увеличить температуру подогрева катода, то увеличится эмиссия электронов (т.е. увеличится количество испускаемых электронов), а это приведет к увеличению силы тока в трубке и большого количества фотонов. Выше было сказано, что при торможении электрона об электростатическое поле атома часть энергии идет на тепло, и это тепло идет на подогрев анода. Чтобы не допустить перегрева анода её поверхность изготавливают из тугоплавких металлов, имеющих высокий номер в таблице Менделеева. В отдельных случаях анод специально охлаждают водой или маслом.

Характеристическое рентгеновское излучение. Оно возникает следующим образом. Движущийся электроны залетают в атомы и выбивают из внутренних слоев электроны, появляются свободные места и эти места занимают электроны с верхних слоев. А это является причиной рентгеновского излучения. И оно одинаково в отношении всех атомов потому что у атомов электронные оболочки одинаковы и отличаются лишь энергией. Поэтому такой тип излучения называется характеристическим. Причем излучение возникает всегда если в атоме есть свободное место в электронной оболочке, независимо от причины. Из этого вывод что ионы (а именно катионы) могут излучать характеристическое рентгеновское излучение.

2. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом.

Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом определяется первичным взаимодействием фотона с атомом. И тут выделяют 3 процесса.

1. Когерентное(классическое) рассеяние: В этом процессе энергия ионизации превышает энергию фотона (под энергией ионизации «Аи» понимают энергию, которая необходима для отрывания электрона от атома т.е. превращения нейтрального атома в ион). Значит энергия фотона не хватает для того чтобы оторвать электрон от атома в этом случае энергия фотона, как и энергия атома не изменяется и поэтому данное рассеяние не несет в себе биологического действия.

2. Некогерентное (эффект Комптона) излучение. В этом случае энергия фотона превышает энергию ионизации. А поскольку это так, то при встрече фотона с электроном его энергии хватает для того чтобы оторвать электрон от атома. Итак, при встрече фотона с электроном, энергия фотона распределяется следующим образом. Часть энергии идет на создание нового фотона рентгеновского излучения, другая часть идет на энергию ионизации и часть передается электрону в виде кинетической энергии: $h\nu = h\nu' + A_i + E_k$ ($E = h\nu$ энергия фотона). Однако часто некогерентное рассеяние происходит вне атома со свободными электронами, а поэтому эту формулу можно записать так: $h\nu = h\nu' + E_k$. Здесь мы убрали энергию ионизацию. Так как нет необходимости в её написание. Зачем энергия на отделение электрона из атома если мы имеем дело с электроном находящееся вне атома?

3. Фотоэффект. Заключается в поглощение атомом рентгеновского излучения в результате чего из атома вылетает электрон, а сам атом ионизируется.

Рассматриваемые сверху 3 процесса являются первичными они приводят к вторичным третичным процессам. Так, например, ионизированные атомы могут быть источником характеристического рентгеновского излучения, а возбужденные атомы могут стать источником видимого света, данный процесс называется «рентгенолюминесценция» - это свечение ряда веществ при их облучение рентгеновским излучением.

3. Применение рентгеновского излучения в медицине.

Одно из важных применений рентгеновского излучения в медицине является **рентгенодиагностика** – просвечивание внутренних органов с диагностической целью. Для этого используют фотоны энергией порядка 60 – 120 кэВ. Разные ткани по-разному поглощают рентгеновское излучение это позволяет в теневой проекции видеть изображение внутренних органов тела человека. Если исследуемый орган и окружающие его ткани одинаково поглощают рентгеновское излучение, тогда применяются специальные контрастные вещества. Например, кашеобразной массой сульфата бария, наполнив кишечник и желудок, можно видеть их теневое изображение.

Рентгенодиагностику используют в двух вариантов:

1) **Рентгеноскопия** – это процесс наблюдения за внутренними органами в реальном времени с использованием рентгеновских лучей.

2) **Рентгенография** — это метод получения статичного изображения(**рентгенограммы**) внутренних органов костей и тканей.

При рентгеноскопии изображение рассматривают на рентгенолюминесцирующем экране, а при рентгенографии – изображение фиксируется на фотопленке. Яркость же изображения на экране и время экспозиции на фотопленке зависят от интенсивности рентгеновского излучения. Если его использовать для диагностики, то интенсивность не может быть большой чтобы не вызывать нежелательных биологических последствий.

Поэтому имеется ряд технических приспособлений, уменьшающих изображение при малых интенсивностях рентгеновского излучения. К примеру, электронно – оптические преобразователи.

Одним из вариантов применение рентгенографии является **флюорография** она широко применяется при массовом обследовании населения. Суть её заключается в следующем: на чувствительной малоформатной пленке фиксируется изображение с большого рентгенолюминоэсцирующего экрана. При съемке используют линзу большой светосилы, готовые снимки рассматривают на специальные увеличители.

Также еще одно применение рентгенографии является **рентгеновская томография** и его машинный вариант – **компьютерная томография**.

С лечебной целью рентгеновское излучение применяют главным образом для уничтожения злокачественных образований (рентгенотерапия).

4. Радиоктивность.

Одним из распространённых источников рентгеновского излучения является **радиоактивность**. Радиоактивность – это спонтанный распад атомного ядра с испусканием других ядер или элементарных частиц. К основным видам распада относят: **α распад, β^+ распад, β^- распад и e^- – захват**.

1) **α распад** заключается в выбросе из ядра атома α – частицы. $X \rightarrow Y + \alpha^4_2$, где X материнское ядро, Y – дочернее ядро. Энергия возбуждения дочернего ядра чаще выделяется в виде фотонов поэтому α распад сопровождается γ – излучением поэтому допишем к вышеприведенной формуле следующее: $X \rightarrow Y + \alpha^4_2 + h\nu$. Если дочерние ядра радиоактивны, то возникает целая цепочка распадов кондом, которого будет стабильное ядро.

2) **β^+ распад** заключается в выбросе из атома позитрона. При этом распаде заряд ядра увеличивается на один. Это происходит по причине перехода нейтрона в протон:

$n \rightarrow p + (e^+)$, где n – нейтрон, p – протон, (e^+) – позитрон.

3) **β^- распад** заключается в выбросе из атома электрона. При этом распаде заряд уменьшается на один. Это происходит по причине перехода нейтрона в протон:

$n \rightarrow p + (e^-)$, где (e^-) – электрон.

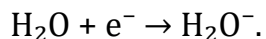
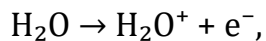
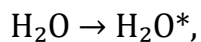
4) **e^- – захват** заключается в захвате ядром атома электрона из внутренней оболочки другого атома. В зависимости от оболочки с которой осуществляется захват разделяют K – захват и L – захват. По причине свободного места в электронной оболочке появляется характеристическое рентгеновское излучение. В этом процессе заряд ядра уменьшается на один. По причине взаимодействия захваченного электрона с протоном ядра: $p + (e^-) \rightarrow n$.

Также во всех этих процессах помимо α – распада выделяется еще одна частица, которая называется нейтрино. (β^+ распаде выделяется антинейтрино).

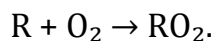
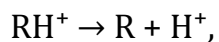
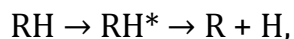
5. Действие ионизирующего излучения на организм

Действие ионизирующего излучения на организм делят на взаимодействие с водой и взаимодействие с органическими соединениями. Под действием ионизирующих излучений происходит химические изменения вещества, которые называются **радиолиз**.

Возможные варианты радиолиза:



Взаимодействие молекул органических соединений с ионизирующими излучениями может образовать возбужденные молекулы, ионы, радикалы и перекиси:



Высокоактивные в химическом отношении соединения будут взаимодействовать с молекулами биологической системы что приведет к нарушению мембран клеток и всего организма.

Таким образом наблюдение и эксперименты показывают что: рентгеновское излучение взаимодействие рентгеновского излучение с веществом, радиоактивность, действие ионизирующего излучения на организм имеют большое значение в медицине для диагностики и лечения болезни

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. А.Н.Ремизов. МЕДИЦИНСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИКА. Учебник для вузов-М.:ГЭОТАР - медиа, 2012.
- 2.Иванов А.В и др. Медицинское и биологическое физико: учебное пособие - М.Лань 2019.
- 3.Антонов В.Ф Физико и Биофизика; учебное пособие для вузов -М.:ГЭОТАР - медиа, 2012.
2010г.
- 4.Sarah Baatout Editor. Radiobiology Textbook.
- 5.neiron.su. <https://neiron.su> История открытия рентгеновского излучения.