

Министерства Высшего и Среднего Специального
образования Республики Узбекистан

Ташкентский государственный технический университет
Факультет Электроники и Автоматики

Кафедра «Общей физики»

Реферат

Тема: Гамма – излучение и его свойства

Выполнила: студент группы 83-14 И.Камилова
Приняла: ст.преп. Д.Шукурова

Ташкент-2015

ПЛАН

1. Гамма излучение
2. Электронная конверсия
3. Фотоэлектрическое поглощение

Гамма – излучение и его свойства

Экспериментально установлено, что γ -излучение не является самостоятельным видом радиоактивности, а только сопровождает α - и β - распады и также возникает при ядерных реакциях, при торможении заряженных частиц, их распаде и т.д. γ -Спектр является линейчатым. γ - Спектр - это распределение числа γ - квантов по энергиям. Дискретность γ - спектра имеет принципиальное значение, так как является доказательством дискретности энергетических состояний атомных ядер. В настоящее время твердо установлено, что γ – излучение испускается дочерним (а не материнским) ядром. Дочернее ядро в момент своего образования, оказываясь возбужденным, за время примерно $10^{-13} - 10^{-14}$ с, значительно меньшее времени жизни возбужденного атома (примерно 10^{-18} с), переходит в основное состояние с испусканием γ – излучения. Возвращаясь в основное состояние, возбужденное ядро может пройти через ряд промежуточных состояний, поэтому γ – излучение одного и того же радиоактивного изотопа может содержать несколько групп γ - квантов, отличающихся одно от другой своей энергией. При γ - излучении A и Z ядра не изменяются, поэтому оно не описывается никакими правилами смещения. γ - Излучение большинства ядер является столь коротковолновым, что его волновые свойства проявляются весьма слабо. Здесь на первый план выступает корпускулярное свойство, поэтому γ – излучение рассматривают как поток частиц - γ - квантов. При радиоактивных распадах различных ядер γ – кванты имеют энергии от 10 кэВ до 5 МэВ.

ЭЛЕКТРОННАЯ КОНВЕРСИЯ

Ядро, находящееся в возбужденном состоянии, может перейти в основное состояние не только при испускании γ – кванта, но и при непосредственной передаче энергии возбуждения (без предварительного испускания γ – кванта) одному из электронов того же атома. При этом испускается так называемый электрон конверсии. Само явление называется внутренней конверсией. Внутренняя конверсия – процесс, конкурирующий с γ – излучением. Электронам конверсии соответствуют дискретные значения энергии, зависящей от работы выхода электрона из оболочки, из которой электрон вырывается, и от энергии E , отдаваемой ядром при переходе из возбужденного состояния в основное. Если вся энергия E выделяется в виде γ – кванта, то частота излучения ν определяется из известного соотношения $E = h\nu$. Если же испускаются электроны внутренней конверсии, то их энергии равны $E - A_K, E - A_L, \dots$, где A_K, A_L, \dots – работа выхода электрона из K-, ... L- оболочек. Моноэнергетичность электронов конверсии позволяет отличить их от β - электронов, спектр которых непрерывен. Возникшее в результате вылета электрона вакантное место на внутренней оболочке атома будет заполняться электронами с вышележащих оболочек. Поэтому внутренняя конверсия всегда сопровождается характеристическим рентгеновским излучением. γ – Кванты, обладая нулевой массой покоя, не могут замедляться в среде, поэтому при прохождении γ – излучения сквозь вещество они либо поглощаются, либо рассеиваются им. γ – Кванты, не несут электрического заряда и тем самым не испытывают влияния кулоновских сил. При прохождении пучка γ – квантов сквозь вещество их энергия не меняется, интенсивность, изменение которой описывается экспоненциальным законом $I_0 e^{-\mu x}$ (I_0 и I – интенсивности γ – излучения на входе и выходе слоя поглощающего вещества толщиной x ; μ – коэффициент поглощения). Так как γ – излучение – самое проникающее излучение, то μ для многих веществ – очень малая величина; μ зависит от свойств вещества и энергии γ – квантов. γ – Кванты, проходя сквозь вещество, могут

взаимодействовать как с электронной оболочкой атомов вещества, так и с их ядрами.

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ

В квантовой электродинамике доказывається, что основными процессами, сопровождающими прохождение γ – излучения сквозь вещество, являются фотоэффект, комптон – эффект (комptonновское рассеяние) и образование электронно – позитронных пар. Фотоэффект, или фотоэлектрическое поглощение γ – излучения, - это процесс, при котором атом поглощает γ – квант и испускает электрон. Так как электрон выбивается из одной из внутренних оболочек атома, то освободившееся место заполняется электронами из вышележащих оболочек, и фотоэффект сопровождается характеристическим рентгеновским излучением. Фотоэффект является преобладающим механизмом поглощения в области малых энергий γ – квантов ($E_\gamma \leq 100$ кэВ). Фотоэффект может идти только на связанных электронах, так как свободный электрон не может поглотить γ – квантов, при этом одновременно не удовлетворяются законы сохранения энергии и импульса. По мере увеличения энергии γ – квантов ($E_\gamma \approx 0,5$ МэВ) вероятность фотоэффекта очень мала и основным механизмом взаимодействия γ – квантов с веществом является комptonновское рассеяние. При $E_\gamma > 1,02$ кэВ = $2m_e c^2$ (m_e – масса электрона) становится возможным процесс образования электронно-позитронных пар в электрических полях ядер. Вероятность этого процесса пропорциональна Z^2 и увеличивается с ростом E_γ . Поэтому при $E_\gamma \approx 10$ МэВ основным процессом взаимодействия γ – излучения в любом веществе является образование электронно – позитронных пар. Если энергия γ – кванта превышает энергию связи нуклонов в ядре (7-8 МэВ), то в результате поглощения γ -кванта может наблюдаться ядерный фотоэффект – выброс из ядра одного из нуклонов, чаще всего нейтрона.

Литература

1. А.А. Детлаф. Курс Общей физики. Москва, Академия, 2007
2. Т.И. Трофимова. Курс Общей физики. Москва, Академия, 2007