***Открытие нейтрона***

 **В 1919 году Резерфорд впервые осуществил искусственное расщепление ядра азота** $α-частицей.$ **Вслед за этим началось интенсивное изучение искусственных ядерных превращений. До 1931 года не существовало ускорителей, пригодных для ускорения частиц до энергии, достаточной для расщепления ядра, и единственным известным процессом расщепления была реакция (** $α, р)$**, осуществляемая при помощи** $α-частиц$ **естественных радиоактивных элементов. Было установлено, что большинство легких элементов при бомбардировке** $α-частицами$ **испускают протоны. Реакция (** $α, р)$ **наблюдалась почти со всеми ядрами, заряд которых не настолько велик, чтобы кулоновское отталкивание препятствовало сближению** $α-частицы$ **с ядром. За несколькими исключениями все легкие элементы, до калия включительно, были подвергнуты расщеплению путем бомбардировки их** $α-частицами$**. Однако в 1930 году Боте и Беккер заметили, что эти элементы, а также и некоторые другие под влиянием бомбардировки** $α-частицами $**испускают очень слабо поглощаемое свинцом излучение, которое действует на счетчик Гейгера-Мюллера. Сильная проникающая способность этого излучения внушила представление о том, что оно представляет собой γ-лучи. Были попытки определить энергию этих γ-лучей по коэффициенту поглощения их в свинце, однако он оказался слишком малым, равным 0.22 см¯¹.**

 **Ирен и Фредерик Кюри-Жолио при помощи ионизационной камеры установили, что обнаруженное излучение выбивает из парафина протоны, пробег которых в воздухе достигает 26 см, что соответствует энергии 4.3 МэВ. Образование протонов отдачи было доказано непосредственно путем их треков в камере Вильсона. Если предположить, что эти протоны отдачи возникают в результате столкновения с ними γ-квантов. Кюри и Жолио заключили, что если наблюдаемые ими протоны отдачи образуются благодаря рассеянию на протонах γ-квантов, то энергия этих квантов должна быть приближенно равна 50 МэВ.**

 **Чадвик при помощи импульсной ионизационной камеры с линейным усилителем и осциллографом установил, что излучение возникающее при бомбардировке бериллия** $α-частицами$**, создает не только протоны, но и другие ядра отдачи, ядра лития, бериллия, бора, углерода и азота. Энергию этих ядер отдачи можно будет определить или по величине импульса в ионизационной камере, или по пробегу. Сделав и те, и другие измерения, Чадвик установил, что ядра отдачи азота имеют энергию 1.2 МэВ. Для образования таких ядер отдачи γ-кванты должны обладать еще большей энергией ( примерно 70 МэВ). Анализируя результаты опытов, Чадвик установил, что обнаруженное Боте и Беккером излучение состоит не из γ-квантов, а из частиц с конечной массой покоя. Эта гипотеза прекрасно согласовывалась со всеми результатами опытов, так как обнаруженные частицы обладали сильной проникающей способностью и не создавали непосредственной ионизации в камере Вильсона, их заряд должен быть очень мал или равен нулю, поэтому они были названы *нейтронами.***

 **Количественная оценка верхнего предела величины заряда нейтрона вытекала из результатов специальных опытов Ди, проведенных вслед за опытами Чадвика. Наблюдая за прохождением нейтронов в газе камеры Вильсона, Ди установил, что нейтрон создает не больше одной пары ионов на длине пути в 3 метра. Это означает, что нейтрон очень слабо взаимодействует с электронами, и, следовательно, заряд его очень мал. Заряд нейтрона по крайней мере в 1000 раз меньше заряда протона, и можно считать, что заряд нейтрона равен нулю.**

 **Прямые измерения заряда нейтрона по отклонению пучка тепловых нейтронов в электростатическом поле были проведены Шапиро и Эстулиным в 1955 году. Оказалось, что заряд нейтрона: q‹6·10¯¹²e (e- заряд электрона). Повторение таких измерений в лучших условиях коллимации пучка путем отражения от зеркал дало результат : q=(-1,9±3,7)·10¯¹⁸e, т.е. заряд у нейтрона не обнаружен.**

 **Из результатов измерений Чадвика можно было определить и массу нейтрона. Чадвик получил: m=1.15 а.е.м. и сделал вывод, что масса нейтрона практически совпадает с массой протона**

 **Открытие нейтрона вызвало быстрое развитие исследований в области физики атомного ядра. Наиболее существенные результаты по исследованию свойств нейтронов были получены Ферми и Амальди с сотрудниками в Италии. Ими было открыто возникновение радиоактивности при облучении вещества нейтронами и показано, что активность возбуждается не только в легких, но и в тяжелых элементах. В частности, уже в 1934 году было обнаружено образование нескольких радиоактивных изотов при облучении нейтронами урана.**

***Масса.***

 **Первое определение массы нейтрона были сделаны Чадвиком, и его определение массы по ядрам отдачи оказались довольно неточными.**

 **Наиболее точным методом определения массы нейтрона по разности масс нейтрона и атома водорода является метод, основанный на измерении энергии связи дейтрона и разности масс дейтрона и молекул водорода. В этом случае получается, что масса нейтрона: m=1,67482(3)·10¯²⁷кг=939,550(5) МэВ**

**Масса протона: m= 1,67252(3)·10¯²⁷кг=938,256(5) МэВ**

**Масса нейтрона превосходит массу протона на 1, 294 МэВ, то есть больше чем на 2.5 массы электрона.**

***Распад.***

 **Избыток массы у нейтрона по сравнению с протоном настолько велик, что энергетически вполне возможно превращение нейтрона в протон и электрон путем β- распада. В связи с этим уже после первых определений массы нейтрона Чадвиком и Голдхабером было высказано предположение о том, что нейтрон радиоактивен. Зная энергию распада, можно оценить период распада нейтрона. Теоретически оценки показали, что период полураспада нейтрона должен быть порядка получаса. Такой период слишком велик по сравнению со средним временем жизни нейтронов в веществе. Проходя через вещество, нейтроны довольно быстро захватываются ядрами и благодаря этому в свободном виде существуют в течение времени порядка миллисекунд или даже микросекунд. Следовательно, при прохождении через вещество большинство нейтронов должно захватываться ядрами и лишь один нейтрон на миллион успеет распасться до захвата. Поэтому наблюдать распад нейтронов при прохождении их через вещество весьма трудно. Однако его можно наблюдать в вакууме, где отсутствует захват, мешающий наблюдению распада. Для наблюдения распада нейтронов в вакууме необходимо пользоваться весьма интенсивными пучками медленных нейтронов. Но и при наличии таких пучков наблюдение распада оказывается довольно трудным.**

 **Первые определения периода полураспада были сделаны в 1950 году. По данным Робсона он оказался 9 - 25 мин. В последующих работах Робсона дано уточненное значение периода 12.8 ± 2.5 мин, найденное путем вычисления эффективного объема на основе механического моделирования.**

 **Для определения периода полураспада нейтрона необходимо знать плотность нейтронов в пучке, рабочий объем и число распадов в единицу времени. Плотность нейтронов в пучке определялась при помощи марганцевых индикаторов. Рабочий объем, из которого извлекались регистрируемые протоны, находился на основании опытов с механической моделью; число распадов- по числу зарегистрированных протонов. Полученный на основании этих данных период полураспада нейтрона оказался равным: Т= 12.8 минут с погрешность. 18%.**

 **В 1967 году Христенсен и другие провели новые измерения периода полураспада нейтрона, и он был таким:**

**Т½ = 650 ± 10 (сек)**

 **Среднее время жизни τ связано с периодом полураспада соотношением:**

**Т½ = τln2=0.69 τ**

 **И таким образом τ = 940 ± 15 (сек)**

 **Для приближенных оценок τ ≈ 10³**

***Спин.***

 **Наличие спина у нейтрона следует прежде всего из анализа спинов атомных ядер, состоящих из протонов и нейтронов.**

 **Значение спина нейтрона, равное половине, вытекает из следующих данных:**

1. **Из анализа спинов ядер**
2. **Из соотношения магнитных моментов протона, дейтрона и нейтрона**
3. **Из закона рассеяния нейтронов свободным водородом**
4. **Из закона рассеяния очень медленных нейтронов молекулярным водородом.**

***Магнитный момент.***

 **Вопрос о магнитном моменте нейтрона возник еще в 1933 году в связи с опытами Штерна, из которых следовало, что нейтрон должен обладать магнитным моментом, равным почти двум ядерным магнетонам по величине и отрицательному знаку.**

 **Для измерения магнитного момента нейтрона достаточно сравнить частоты и магнитные поля. Значение магнитного момента оказалось равным**

**Μ = -1·935 ± 0.030**

**ядерного магнетона.**

 **Отрицательный знак магнитного момента свидетельствует о том, что положительный заряд связан с большей массой, отрицательный – с меньшей. В этом отношении структура нейтрона должна напоминать структуру атомов, у которых положительный заряд также связан с большей ядерной массой, а отрицательный заряд с малой электронной.**