

Нейтрон, раздел «Физик»

Материал из Юнциклопедии

Более 400 каналов всего за 1\$ в месяц! Качество, как со спутника, выгодная замена кабельному. Просм

Нейтрон — нейтральная частица, относящаяся к классу адронов. Открыта в 1932 г. английским физиком Дж. Чедвиком. Вместе с протонами нейтроны входят в состав атомных ядер. Электрический заряд нейтрона q_n равен нулю. Это подтверждается прямыми измерениями заряда по отклонению пучка нейтронов в сильных электрических полях, показавшими, что $|q_n| < 10^{-20}e$ (здесь e — элементарный электрический заряд, т. е. абсолютная величина заряда электрона). Косвенные данные дают оценку $|q_n| < 2 \cdot 10^{-22}e$. Спин нейтрона равен $1/2$. Как адрон с полуцелым спином он относится к группе барионов (см. Протон). У каждого бариона есть античастица; антинейтрон был открыт в 1956 г. в опытах по рассеянию антипротонов на ядрах. Антинейтрон отличается от нейтрона знаком б а р и о н-ного заряда; у нейтрона, как и у протона, барионный заряд равен $+1$.

Как и протон и прочие адроны, нейтрон не является истинно элементарной частицей: он состоит из одного u -кварка с электрическим зарядом $+2/3$ и двух d -кварков с зарядом $-1/3$, связанных между собой глюонным полем (см. Элементарные частицы, Кварки, Сильные взаимодействия).

Нейтроны устойчивы лишь в составе стабильных атомных ядер. Свободный нейтрон — нестабильная частица, распадающаяся на протон (p), электрон (e^-) и электронное антинейтрино ($\bar{\nu}_e$) (см. Бета-распад): $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$. Время жизни нейтрона составляет (917 ± 14) с, т. е. около 15 мин. В веществе в свободном виде нейтроны существуют еще меньше вследствие сильного поглощения их ядрами. Поэтому они возникают в природе или получают в лаборатории только в результате ядерных реакций.

По энергетическому балансу различных ядерных реакций определена величина разности масс нейтрона и протона: $m_n - m_p = (1,29344 \pm 0,00007)$ МэВ. Из сопоставления ее с массой протона получим массу нейтрона: $m_n = 939,5731 \pm 0,0027$ МэВ; это соответствует $1,6 \cdot 10^{-24}$ г, или $m_n \approx 1840m_e$, где m_e — масса электрона.

Нейтрон участвует во всех видах фундаментальных взаимодействий (см. Единство сил природы). Сильные взаимодействия связывают нейтроны и протоны в атомных ядрах. Пример слабого взаимодействия — бета-распад нейтрона — здесь уже рассматривался. Участвует ли эта нейтральная частица в электромагнитных взаимодействиях? Нейтрон обладает внутренней структурой, и в нем при общей нейтральности существуют электрические токи, приводящие, в частности, к появлению у нейтрона магнитного момента. Иными словами, в магнитном поле нейтрон ведет себя подобно стрелке компаса. Это лишь один из примеров его электромагнитного взаимодействия.

Большой интерес приобрели поиски дипольного электрического момента нейтрона, для которого была получена верхняя граница: $d_n < 2 \cdot 10^{-25}e \cdot \text{см}$. Здесь самые эффективные опыты удалось поставить ученым Ленинградского института ядерной физики АН СССР. Поиски дипольного момента нейтронов важны для понимания механизмов нарушения инвариантности относительно обращения времени в микропроцессах (см. Четность).

Гравитационные взаимодействия нейтронов наблюдались непосредственно по их падению в поле тяготения Земли.

Сейчас принята условная классификация нейтронов по их кинетической энергии: медленные нейтроны ($<10^5$ эВ, есть много их разновидностей), быстрые нейтроны ($10^5\div 10^8$ эВ), высокоэнергичные ($>10^8$ эВ). Весьма интересными свойствами обладают очень медленные нейтроны (Ю-7 эВ), получившие название ультрахолодных. Оказалось, что ультрахолодные нейтроны можно накапливать в «магнитных ловушках» и даже ориентировать там их спины в определенном направлении. С помощью магнитных полей специальной конфигурации ультрахолодные нейтроны изолируются от поглощающих стенок и могут «жить» в ловушке, пока не распадутся. Это позволяет проводить многие тонкие эксперименты по изучению свойств нейтронов.

Другой метод хранения ультрахолодных нейтронов основан на их волновых свойствах. При малой энергии длина волны де Бройля (см. Квантовая механика) настолько велика, что нейтроны отражаются от ядер вещества подобно тому, как свет отражается от зеркала. Такие нейтроны можно просто хранить в замкнутой «банке». Эта идея была высказана советским физиком Я. Б. Зельдовичем в конце 1950-х гг., и первые результаты были получены в Дубне, в Объединенном институте ядерных исследований спустя почти десятилетие. Недавно советским ученым удалось построить сосуд, в котором ультрахолодные нейтроны живут до своего естественного распада.

Свободные нейтроны способны активно взаимодействовать с атомными ядрами, вызывая ядерные реакции. В результате взаимодействия медленных нейтронов с веществом можно наблюдать резонансные эффекты, дифракционное рассеяние в кристаллах и т. п. Благодаря этим своим особенностям нейтроны широко используются в ядерной физике и физике твердого тела. Они играют важную роль в ядерной энергетике, в производстве трансурановых элементов и радиоактивных изотопов, находят практическое применение в химическом анализе и в геологической разведке.

Источник — «https://yunc.org/index.php?title=Нейтрон,_раздел_«Физик»&oldid=8484»
