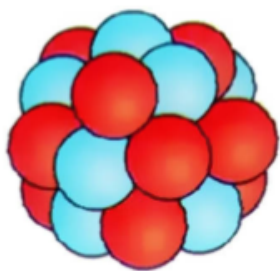


43. Состав ядра: протоны и нейтроны. Изотопы. Основные характеристики ядер. Ядерные силы

Ядро атома состоит из *нуклонов: протонов и нейтронов*. Общее число нуклонов в ядре называют *массовым числом A*. Число протонов в ядре равно порядковому номеру в системе элементов Менделеева *Z* (числу протонов в ядре или числу электронов в атоме), число нейтронов $N = A - Z$.

Атомное ядро



Состав ядра:

Протоны (p)
Нейтроны (n) } Нуклоны

Обозначение: A_ZX

X – символ химического элемента,

A – массовое число,

Z – зарядовое число (порядковый номер).

Z = числу протонов в ядре,

$A = Z + N$, где N – число нейтронов.

Ядра одного химического элемента могут иметь несколько *изотопов* (одинаковые Z , разные A)

	атом	ядро
${}^1_1\text{H} (p)$	водород (протий)	протон
${}^2_1\text{H} (d)$	дейтерий	дейтрон
${}^3_1\text{H} (t)$	тритий	тритон

Ядра имеют приблизительно сферическую форму

Радиус ядра определяется как расстояние от центра ядра, на котором концентрация нуклонов падает в два раза по сравнению с концентрацией в центре ядра. Радиусы ядер находятся в пределах от

$2 \cdot 10^{-15}$ м до $10 \cdot 10^{-15}$ м. По объему ядро занимает малую часть атома. Однако в ядре сосредоточено 99,9% всей массы атома.

Ядра могут вращаться, что является причиной не сферичности ядер в невозбужденном состоянии.

Атомные ядра могут находиться в определенных дискретных квантовых состояниях, отличающихся друг от друга энергией и другими характеристиками, сохраняющимися во времени.

Важнейшими квантовыми характеристиками ядерных состояний являются *спин ядра I* и *четность P* . *Спин* – целое число у ядер с четным A (бозоны) и полуцелое при нечетном A (фермионы). Спин ядра равен сумме спинов составляющих его нуклонов. *Четность состояния $P = \pm 1$* указывает на изменение знака волновой функции ядра при зеркальном отражении пространства, т. е. указывает, как изменяется квантовое состояние при обращении знаков у координат всех частиц.

Ядерные силы

Силы, удерживающие нуклоны в ядре, называют *ядерными*, которые являются проявлением одного из самых интенсивных, известных в физике взаимодействий – сильного (ядерного). Они превосходят электромагнитные взаимодействия \sim в 1000 раз. Свойства ядерных сил:

1. Ядерные взаимодействия – самые сильные в природе. Например, энергия связи дейтрона $\sim 2,23$ МэВ; энергия связи атома водорода $\sim 13,6$ эВ.
2. Радиус действия ядерных сил конечен $\sim 10^{-15}$ м.
3. Ядерные силы не имеют центральной симметрии. Эта особенность ядерных сил проявляется в их зависимости от спинов нуклонов.
4. Взаимодействие между нуклонами имеет обменный характер. В опытах по рассеянию нейтронов на протонах регистрируются случаи “отрыва” от протонов их электрических зарядов и присоединения зарядов к нейтронам, в результате чего нейтрон превращается в протон.
5. Ядерные силы обладают изотопической инвариантностью, которая проявляется в одинаковости сил взаимодействия нуклонов в системах нейтрон – нейтрон, протон – нейтрон, протон – протон при одном и том же состоянии относительного движения частиц в этих парах.
6. На расстояниях $\sim 10^{-15}$ м ядерные силы являются силами притяжения. На меньших расстояниях – силами отталкивания, что было обнаружено в опытах по рассеянию протонов на протонах при энергиях выше 400 МэВ.
7. Ядерные силы обладают свойством насыщения, проявляющееся в независимости удельной энергии связи атомных ядер от их массового числа A .
8. Ядерные силы зависят от скорости относительного движения нуклонов. Например, при столкновениях нуклонов при увеличении энергии от 500 МэВ до 1 ГэВ сечение рассеяния нейтрона на протоне уменьшается на порядок.

Таким образом, характер ядерных сил свидетельствует о сложной структуре нуклонов.