





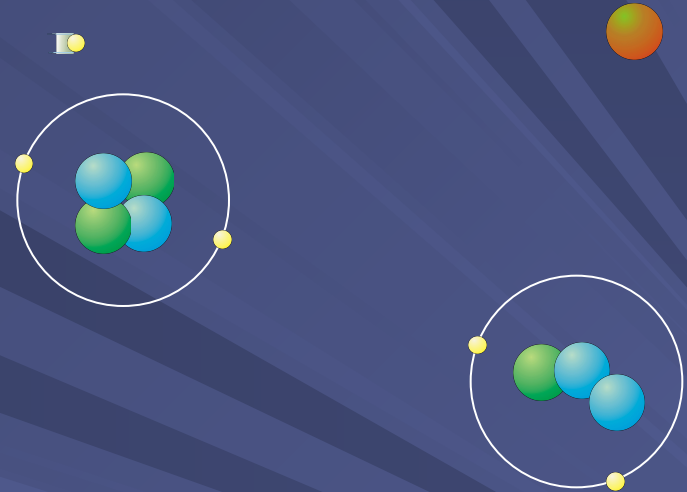


Квантовая физика

-  протон
-  нейтрон
-  электрон
-  позитрон
-  фотон(квант)
-  нейтрино или антинейтрино

π    П-мезоны
- + 0

μ   МЮОНЫ
- +



Наша цели

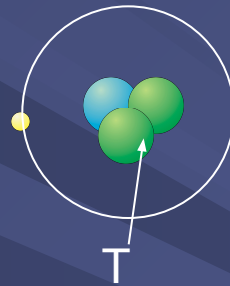
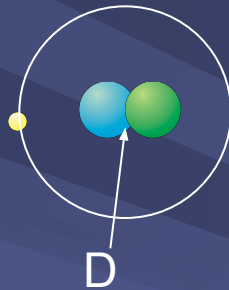
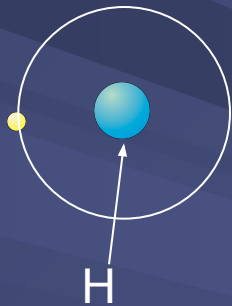
1. Узнать основные свойства элементарных частиц.
2. Рассмотреть изотопы водорода.
3. Рассмотреть законы микромира.
4. Рассмотреть с механизмом ядерных реакций на Солнце.
5. Узнать свойства мезона.
6. Изучить строение адрона.

Свойства элементарных частиц

- Электрон – отрицательно заряженная элементарная частица с массой $\approx 0,511$ МэВ, со спином $0,5 \hbar$.
- Протон – положительная частица с массой $\approx 938,3$ МэВ (≈ 1 а.е), со спином $0,5 \hbar$.
- Позитрон – античастица электрона. Заряд 1, масса как у электрона, спин $-0,5 \hbar$.
- Нейтрон – нейтральная элементарная частица, масса $\approx 939,6$ МэВ, спин $0,5$. В свободном состоянии нейтрон нестабилен и имеет время жизни около 16 мин. Вместе с протонами нейтрон образуют атомные ядра; в ядрах нейтрон стабилен.

Водород и его изотопы

- У водорода три изотопа – протий, дейтерий и тритий.



- Водород с массовым числом 1 называют легким водородом, или протием, обозначают символом H, а его ядро называют протоном, символ p.

Дейтерий и тритий

- Водород с массовым числом 2 называют тяжелым водородом, дейтерием. Для его обозначения используют символы ${}^2\text{H}$, или D (читается «де»), ядро d — дейтрон. Радиоактивный изотоп с массовым числом 3 называют сверхтяжелым водородом, или тритием, символ ${}^3\text{H}$ или T (читается «те»), ядро t — тритон.
- Схема радиоактивности трития:



Законы микромира

- Как известно, нейтрон в свободном состоянии распадается на протон, электрон и антинейтрино. А почему рождается пара лептонов? Разве ту энергию, что несёт антинейтрино, не может унести электрон?
- Все реакции должны проходить по законам сохранения. В эти законы входят: закон сохранения энергии, электрического, лептонного, барионного заряда, и т.д...



реакция



запись

$$0 = 1 + (-1) + 0$$

электрический заряд

$$0 = 0 + 1/2 + (-1/2)$$

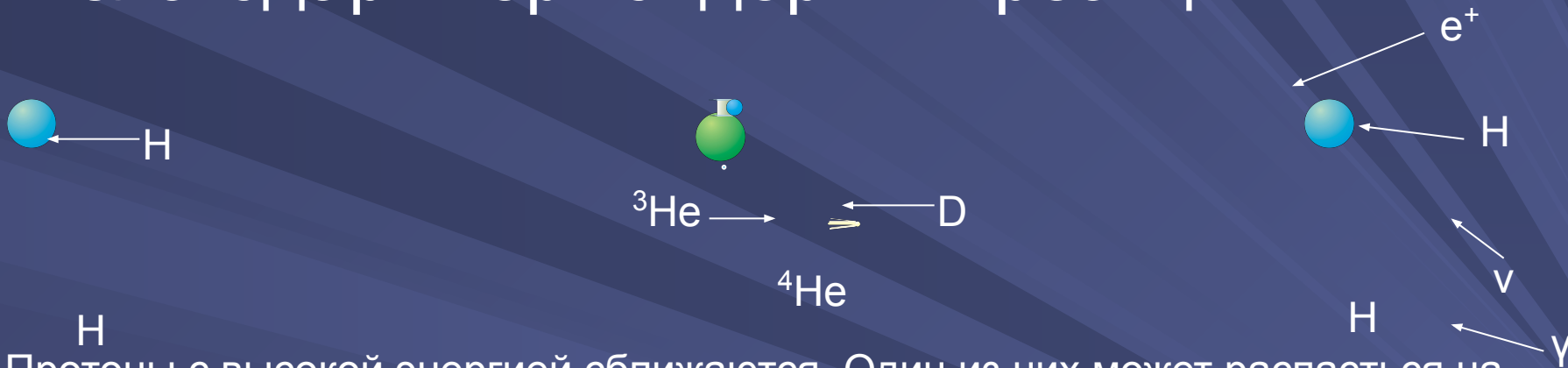
лептонный заряд

$$1 = 1 + 0 + 0$$

барионный заряд

Ядерные реакции на Солнце

- Солнце, как и другие звёзды, светит благодаря термоядерным реакциям.



1. Протоны с высокой энергией сближаются. Один из них может распасться на протон, позитрон и нейтрино. Тогда образуется ядро дейтерия.

2. Ядро дейтерия присоединяет к себе протон, испускает мощный гамма-квант и становится ядром лёгкого гелия.

3. Когда такие ядра сближаются, они могут объединиться в ядро обычного гелия, «отпустив на свободу» два протона.

Итак, в итоге последовательных превращений образуется ядро обычного гелия. Так как масса ядра гелия меньше суммы масс четырёх ядер водорода, то остаток массы переходит в энергию.

П-МЕЗОН

- В ядре протоны и нейтроны обмениваются п-мезонами, сильновзаимодействующими частицами в примерно 270 раз тяжелее электрона.
- В заряженном состоянии распадается на мюон и антинейтрино:



- В нейтральном состоянии он почти мгновенно распадается на два γ -фотона:



Мюон и тяжёлый лептон

- Мюон очень похож на электрон, но в двести с лишним раз тяжелее. Кроме того, мюон радиоактивен, он распадается на электрон и антинейтрино:



\uparrow
 $\bar{\nu}$

- Так же ведёт себя и тяжёлый лептон.
- «Лепто» - с греческого «лёгкий». Но после открытия мюона и тяжёлого лептона, название «лептон» и «адрон» стали чисто условными, фактически синонимами «слабо»- и «сильновзаимодействующий».

\uparrow
 e^-

Строение адрона, кварки

- При составлении таблицы элементарных частиц в основе всех семейств предположили существование семейства кварков – частиц с зарядом меньше, чем у электрона ($-\frac{1}{3}$, $+\frac{2}{3}$, $+\frac{2}{3}$). Нуклоны состоят из трёх кварков, мезоны – из кварка и антикварка.
- Почему кварки существуют только в виде адронов и не существуют в свободном состоянии? Электронным зондирующим пучком установили, что кварки обмениваются глюонами. Сила взаимодействия с расстоянием увеличивается, так как глюон начинает порождать другие глюоны.
- При попытке разорвать глюонные связи образуется новый мезон:



Информационные ресурсы:

- В. С. Барашенков. «Вселенная в электроне».
- «Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия».
- Аванта⁺ «Астрономия».