





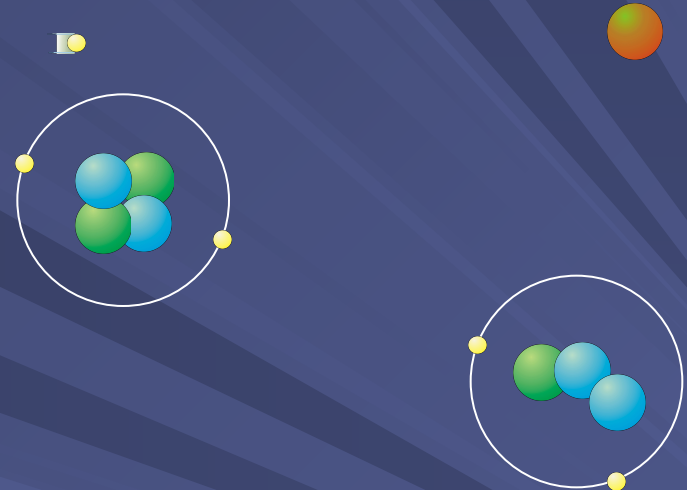


# Квантовая физика

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

$\pi$     П-мезоны  
- + 0

$\mu$    МЮОНЫ  
- +



# Наши цели

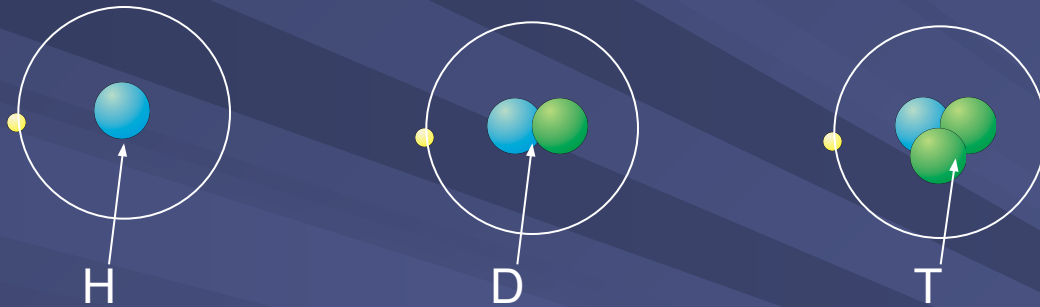
1. Узнать основные свойства элементарных частиц.
2. Рассмотреть изотопы водорода.
3. Рассмотреть законы микромира.
4. Рассмотреть с механизмом ядерных реакций на Солнце.
5. Узнать свойства мезона.
6. Изучить строение адрона.

# 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 ( $\approx 1$  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

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

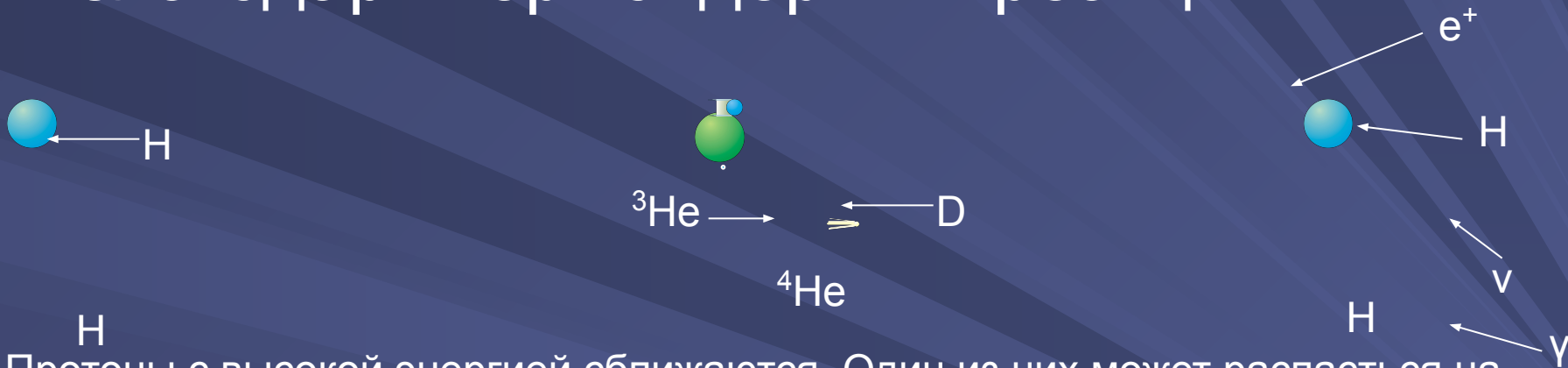
лептонный заряд

$$1 = 1 + 0 + 0$$

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  $\gamma$ -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:



$\bar{\nu}$

- 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».

$e^-$

# 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<sup>+</sup> «Астрономия».