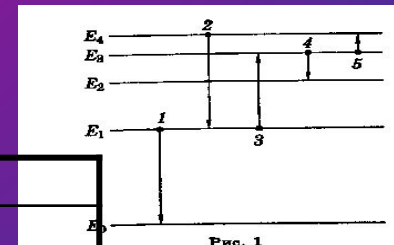


Физика высоких энергий

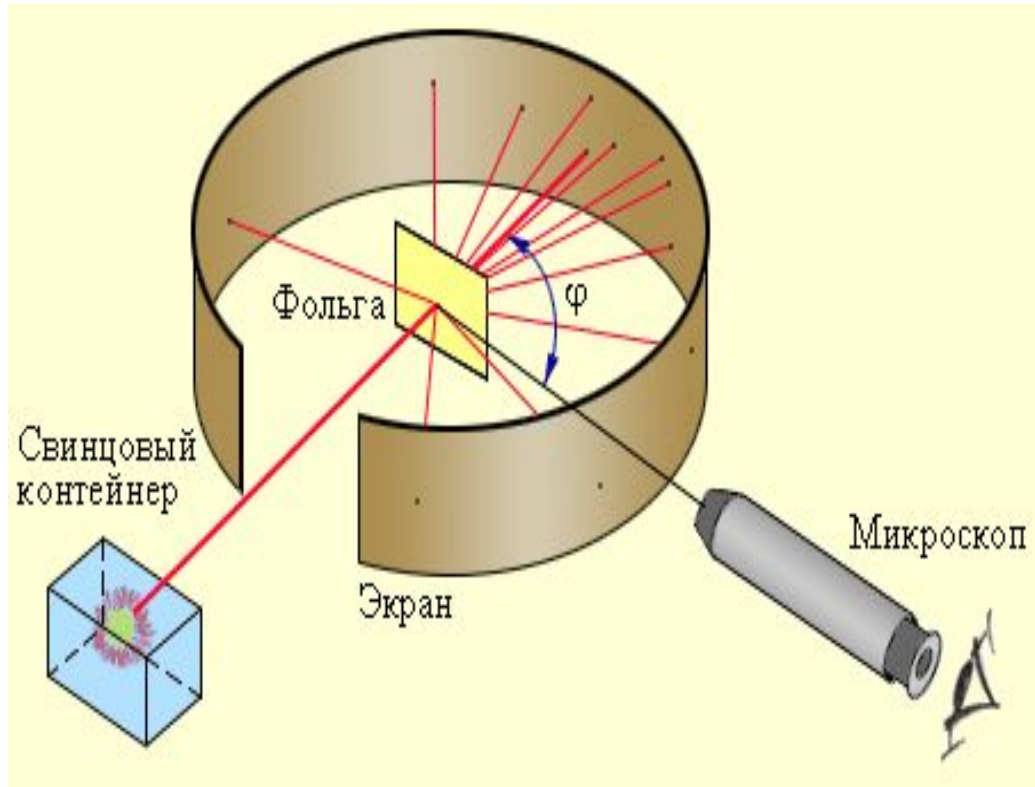
1. Как называется наименьшая возможная величина энергии кванта?
 - А. Квант. Б. Джоуль. В. Электрон-вольт. Г. Электрон. Д. Атом.
2. Какой из перечисленных ниже величин пропорциональна энергия кванта?
 - А. Длине волны. Б. Частоте колебаний. В. Времени излучения. Г. Электрическому заряду ядра. Д. Скорости фотона.
3. Как называется явление испускания электронов веществом под действием электромагнитных излучений?
 - А. Электролиз. Б. Фотосинтез. В. Фотоэффект. Г. Электризация. Д. Ударная ионизация. Е. Рекомбинация.
4. Как зависит максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов от частоты освобождающего их электромагнитного излучения и мощности излучения?
 - А. Линейно возрастает с увеличением частоты и мощности.
 - Б. Линейно возрастает с увеличением мощности, убывает с увеличением частоты.
 - В. Линейно убывает с увеличением частоты, не зависит от мощности.
 - Г. Линейно возрастает с увеличением мощности, не зависит от частоты.
 - Д. Линейно возрастает с увеличением частоты, не зависит от мощности.
 - Е. Не зависит ни от частоты, ни от мощности.
5. Поверхность тела с работой выхода электронов A освещается монохроматическим светом с частотой ν . Что определяет в этом случае разность $h\nu - A$?
 - А. Среднюю кинетическую энергию фотоэлектронов.
 - Б. Максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов.
 - В. Среднюю скорость фотоэлектронов.
 - Г. Максимальную скорость фотоэлектронов.
 - Д. Красную границу фотоэффекта.
6. Кто предложил ядерную модель строения атома?
 - А. Д. Томсон. Б. Э. Резерфорд. В. А. Беккерель. Г. В. Гейзенберг. Д. Н. Бор.
7. Какие из приведенных ниже утверждений соответствуют смыслу постулатов Бора?
 - 1 В атоме электроны движутся по круговым орбитам и излучают при этом электромагнитные волны.
 - 2 Атом может находиться только в одном из стационарных состояний, в стационарных состояниях атом энергию не излучает
 - 3 При переходе из одного стационарного состояния в другое атом поглощает или излучает квант электромагнитного излучения.
 - А. Только 1. Б. Только 2. В. Только 3. Г. 1 и 2. Д. 1 и 3. Е. 2 и 3. Ж. 1, 2 и 3.
8. По диаграмме энергетических уровней атома на рисунке определите, какой переход соответствует случаю излучения фотона с максимальной энергией?
 - А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. 5.
9. Чему равна масса покоя фотона?
 - А. Массе электрона. Б. Массе нейтрона. В. Массе протона. Г. Нулю
10. Чему равен заряд фотона?
 - А. Заряду электрона. Б. Заряду альфа-частицы. В. Заряду протона. Г. нулю



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А	Б	В	Д	Е	Б	Е	А	Г	Г

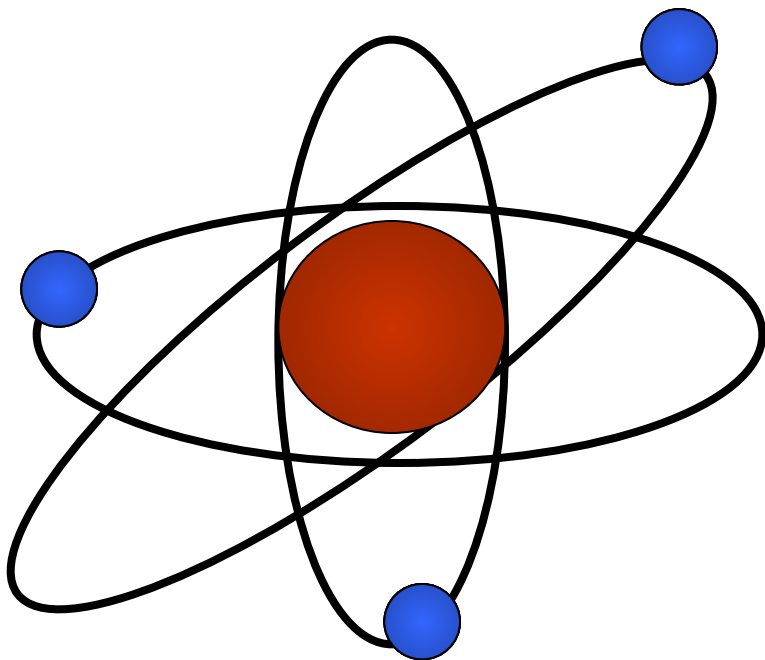
Рис. 1

Опыт Резерфорда



- атом имеет положительно заряженное ядро, размеры которого малы по сравнению с размерами самого атома;
- в ядре сконцентрирована почти вся масса атома;
- электроны вращаются вокруг ядра по орбитам (почти как планеты вокруг Солнца).

Планетарная модель атома



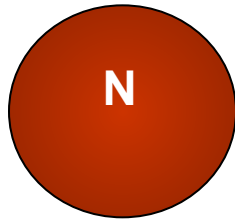
Атомы состоят из атомных ядер и электронов.

Электрон – это частица, заряд которой отрицателен и равен по модулю элементарному заряду $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, а масса $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

Атомное ядро заряжено положительно. Его диаметр не превышает 10^{-14} – 10^{-15} м, а заряд q равен произведению заряда электрона на порядковый номер атома Z в таблице Менделеева:

$$q = Z \cdot e$$

Открытие протона. 1919 .Резерфордом
на примере бомбардировке ядра N.



Вылетает частица - протон

При бомбардировке ядер В, F, Na и др., вылетала та же самая частица.

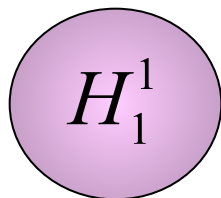
(от греч. Protos - первый).

Протон – это частица, заряд которой положителен и равен по модулю заряду электрона: $q_p = +1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, а масса $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг = 1,007276470 а.е. м.

Входит в состав ядра любого элемента.

В свободном состоянии является атомом водорода H_1^1 .

Обозначается P_1

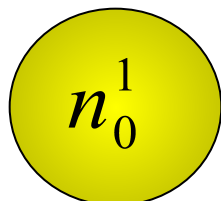


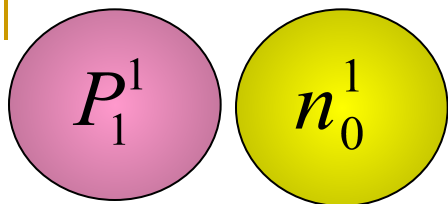
1932 г. Джеймс Чедвик установил, что ядра атомов состоят не только из протонов, но и других частиц – нейтронов.

Нейтрон – это нейтральная частица, масса которой равна $m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27}$ кг.

Свободный нейтрон – нестабильная элементарная частица, которая распадается на три частицы: протон, электрон и антинейтрино.

Обозначают n_0^1

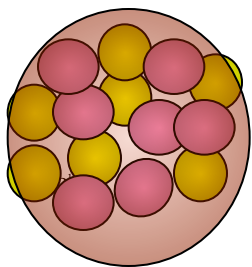




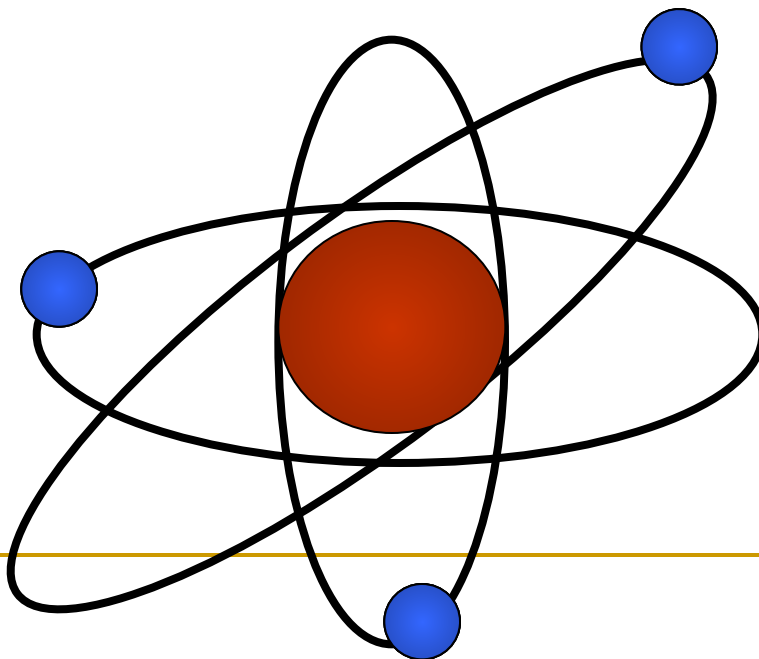
Протон и нейтрон – два разных состояния одной и той же частицы, которая называется – **НУКЛОН** (от лат. *Nucleus* - ядро).

P_1^1 —————> Число нуклонов, массовое число ($A = P+N$)

P_1^1 —————> Электрический заряд частицы, порядковый номер элемента, число «е», (Z)



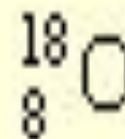
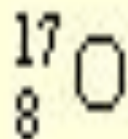
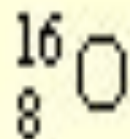
Ядро любого химического элемента состоит из двух видов элементарных частиц - протонов и нейтронов



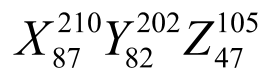
В целом атом нейтрален- число протонов равно числу электронов. Но в ядрах атомов одного и того же химического элемента может находиться разное число протонов. Так называемые **изотопы**

$$R = r_0 A^{1/3}$$

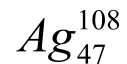
Изотопы атома водорода и кислорода



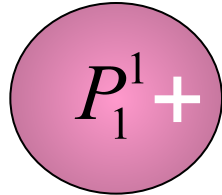
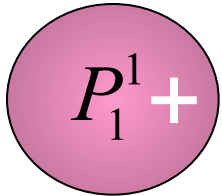
- Сколько протонов и нейтронов содержит изотоп N_7^{15}
- Сколько нейтронов в ядре O^{15}
- Идентифицировать следующие изотопы



- Рассчитать радиус ядра атома серебра



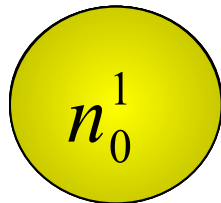
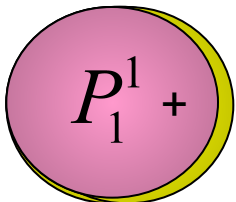
Ядро не разрушается в результате сильного взаимодействия



На расстояниях больше 3 фм одноименно зараженные частицы отталкиваются, а заряженная частица и нейтральная не взаимодействуют.

Но на расстоянии ≈ 3 фм ($1 \text{ фм} = 10^{-15}$ м) и меньше две положительно заряженные частицы притягиваются. Предполагают существование π частиц, которые обуславливают взаимодействие протон-протон (π^+ -мезон, протон-нейтрон π^0 -мезон (пион)).

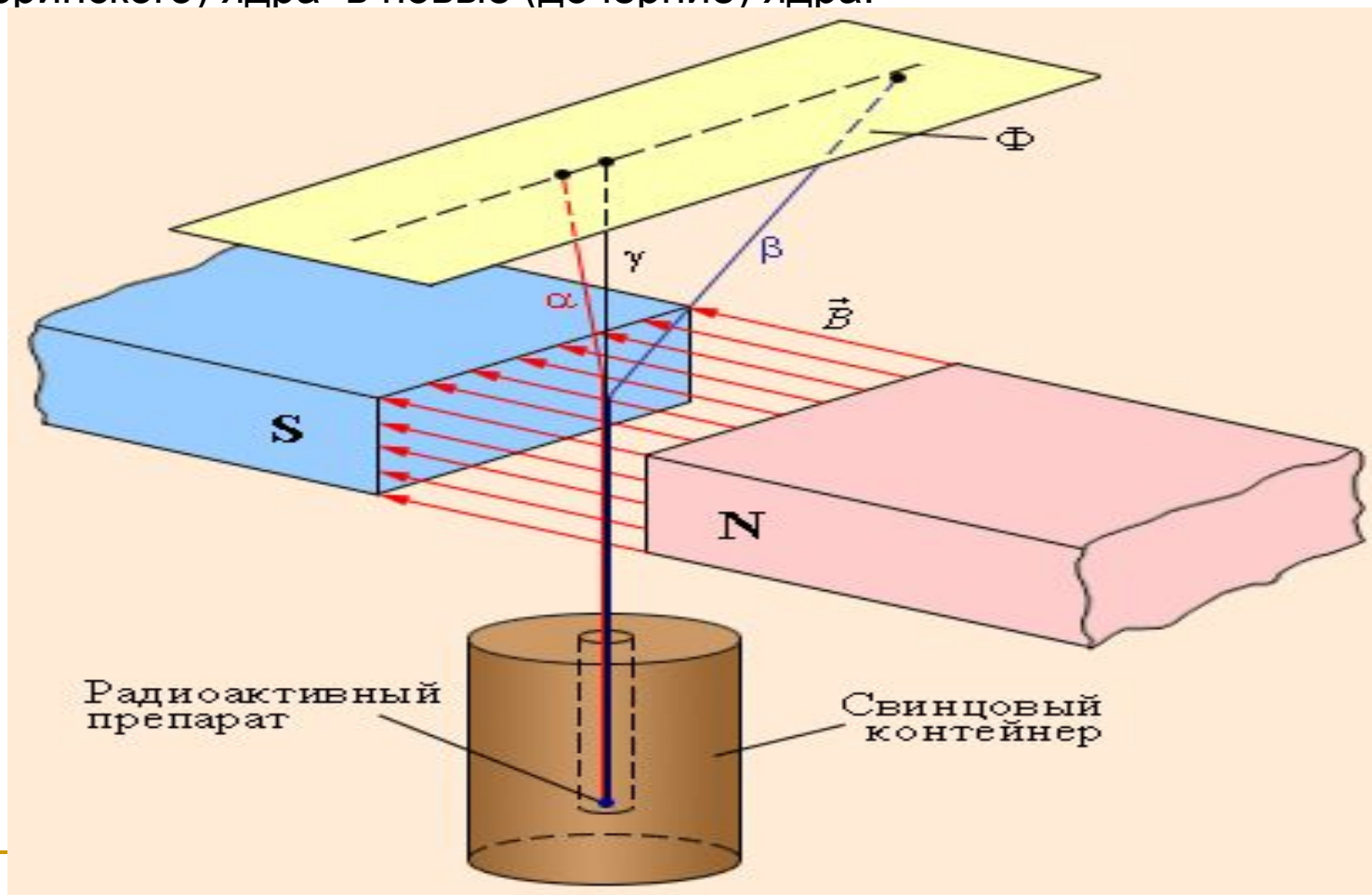
минимальное расстояние в пределах которого может существовать виртуальная частица называется – Комптоновской длиной волны



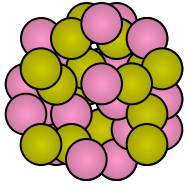
$$R = \frac{\hbar}{m_0 c}$$

Радиоактивность — Явление самопроизвольного превращения неустойчивых ядер атомов в ядра других атомов с испусканием частиц и излучением энергии.

Радиоактивный распад — самопроизвольное превращение исходного (материнского) ядра в новые (дочерние) ядра.



α - распад. Испытывают ядра с избытком протонов. Испускается α частица – атом гелия. He_2^4



+

P_1^1 - 88 протонов

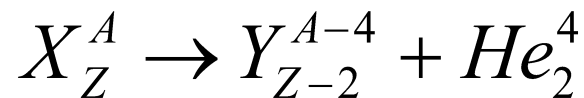
n_0^1 - 136 нейтронов

$$E_k = (m_{Ra} + m_{Rn} + m_{\alpha})c^2$$

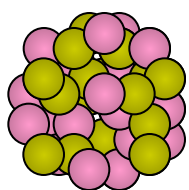
Кинетическая энергия продуктов распада определяется разностью масс материнского ядра и продуктов распада

1 а.е.м.= $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг

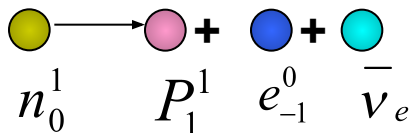
Уравнение α -распада для любых радиоактивных веществ



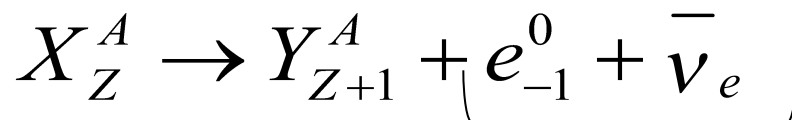
β- распад.



При β- распаде один из нейтронов превращается в протон при этом образуется электрон



Уравнение β -распада для любых радиоактивных веществ



Не входят в состав атомного ядра,
а рождаются в процессе β -распада

В результате β- распада выделяется энергия распада

Промежуток времени за который произойдет распад половины первоначального числа атомов, называется – период полураспада (T).

Закон убывания числа радиоактивных атомов со временем
(закон радиоактивного распада)

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$$

Где t- произвольный момент времени в течении которого рассматривают радиоактивный распад
T- период полураспада

N_0 - число атомов в начальный момент времени

Число распадов в 1 сек- активностью радиоактивного вещества.

$$A = \frac{N}{1.44T}$$

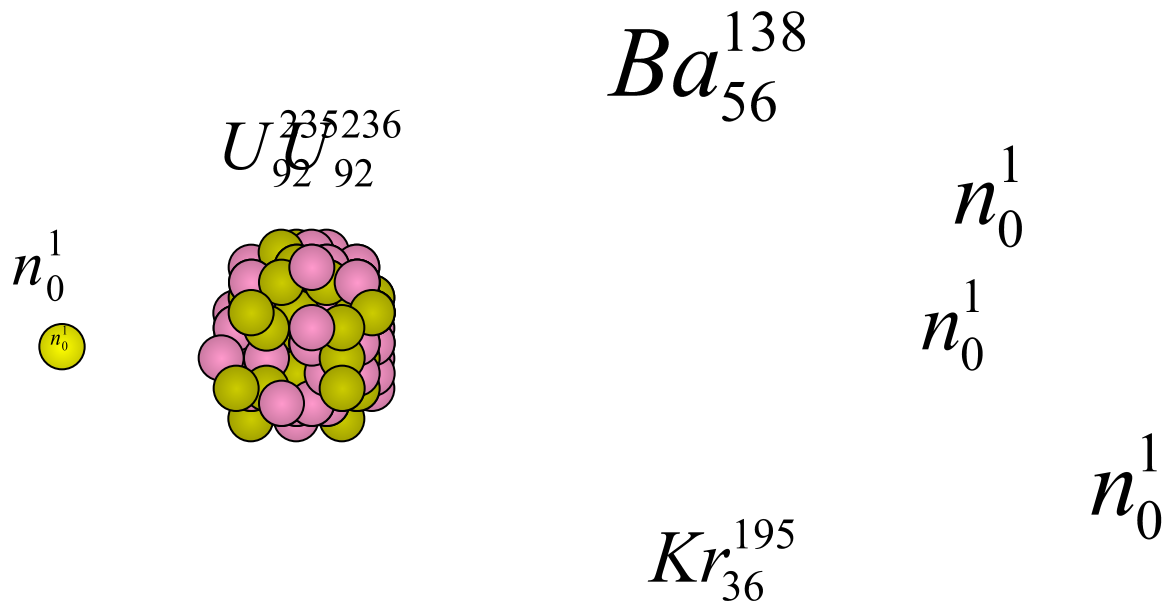
[A]- беккерель (1 Бк)

$$t = 1.44T$$

Среднее время жизни радиоактивного изотопа

Явление самопроизвольного превращения неустойчивых ядер атомов в ядра других атомов при внешнем воздействии – искусственная радиоактивность.

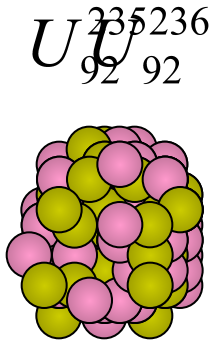
Отто Гран, Франц Штрассман – деление ядра урана U^{235}_{92} под действием медленных нейтронов.



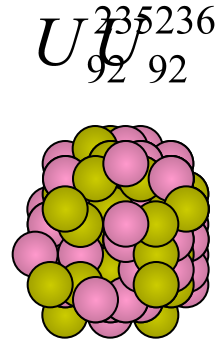
Цепная реакция.

Скорость цепной реакции характеризуется коэффициентом размножения нейтронов $k = \frac{N_i}{N_{i-1}}$

n_0^1



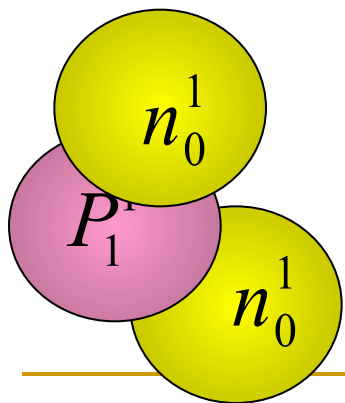
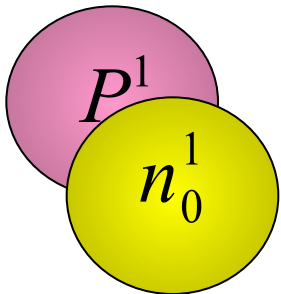
n_0^1

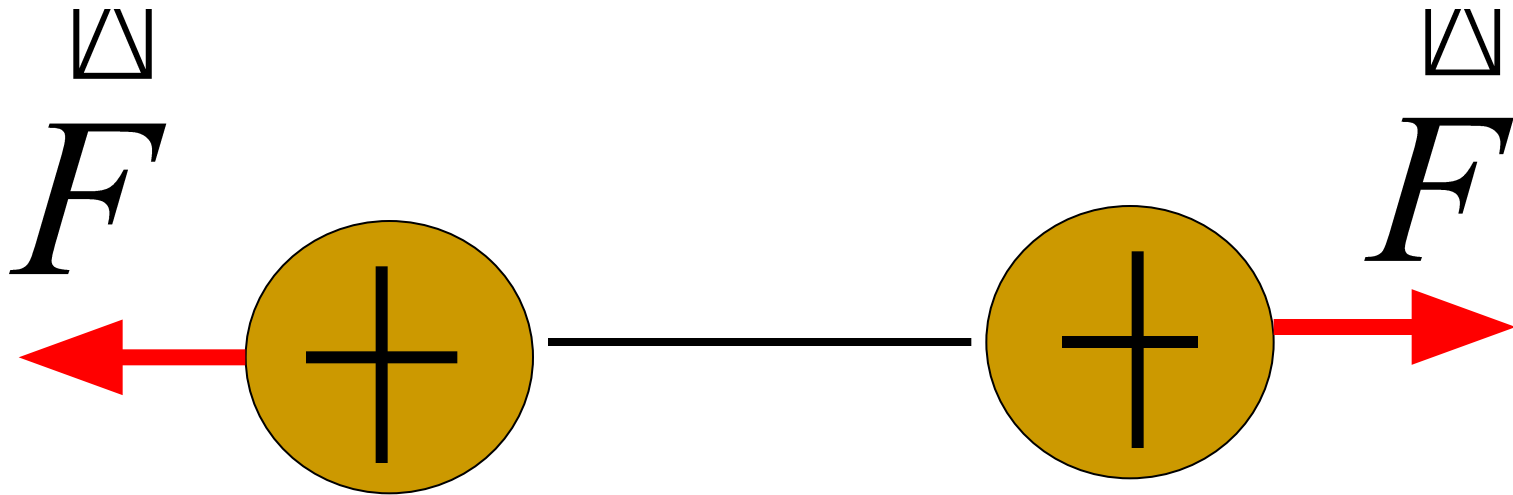


Использование ядерных реакций

- Ядерный реактор
 - Атомные электростанции
 - Ядерное оружие
-

Термоядерный синтез





термоядерные реакции -

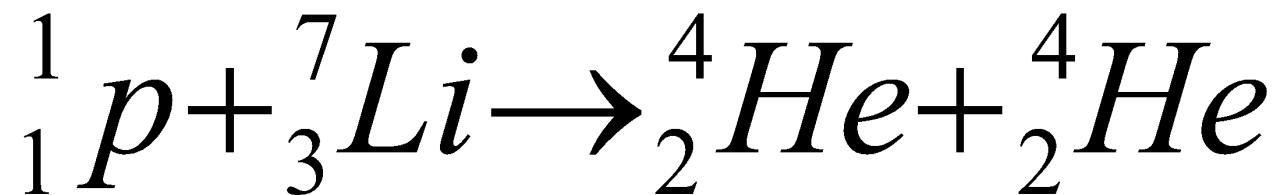
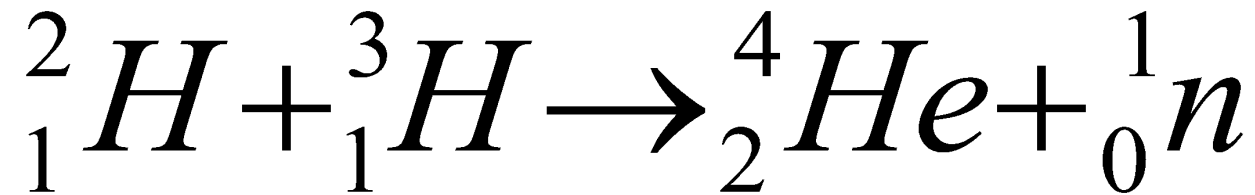
**это реакции слияния легких ядер
при очень высокой температуре.**

Из истории

В 1961 году Н.С. Хрущев громогласно заявил, что в СССР есть бомба в 100 миллионов тонн тротила. « Но,- заметил он, - взрывать такую бомбу мы не будем, потому что если взорвем ее даже в самых отдаленных местах, то и тогда можем окна у себя повывить».

Термоядерные реакции - это благо или вред?

Примеры термоядерных реакций:



Энергетический выход реакций

1 г. U - **75 МДж** = 3 тонны угля

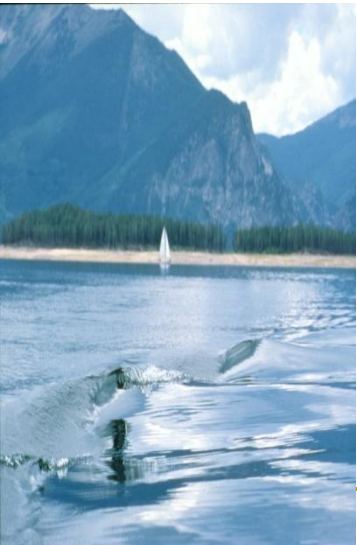
1 г. дейтерий-тритиевой смеси—
300 МДж = ? тонн угля.

Анализ сырья

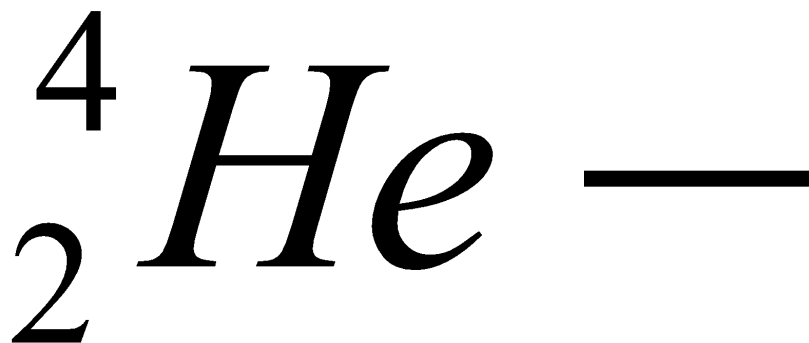


${}^2_1\text{H}, {}^3_1\text{H}$ - Содержатся в морской воде.

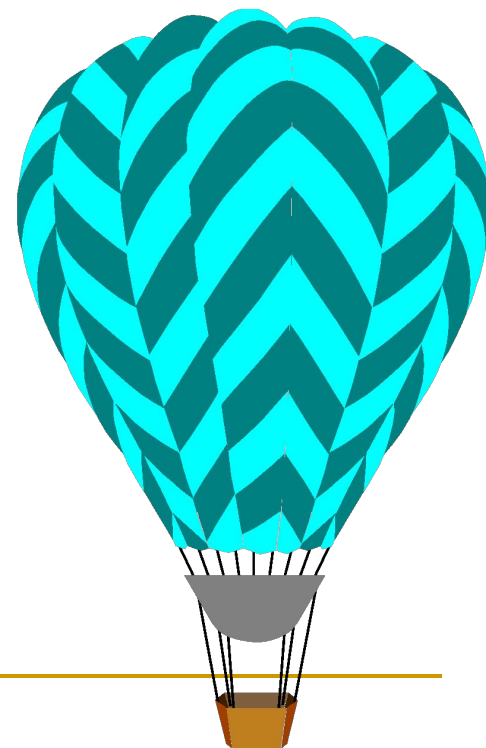
${}^7_3\text{Li}$ - В природе много.



Анализ продуктов реакций



инертный газ.



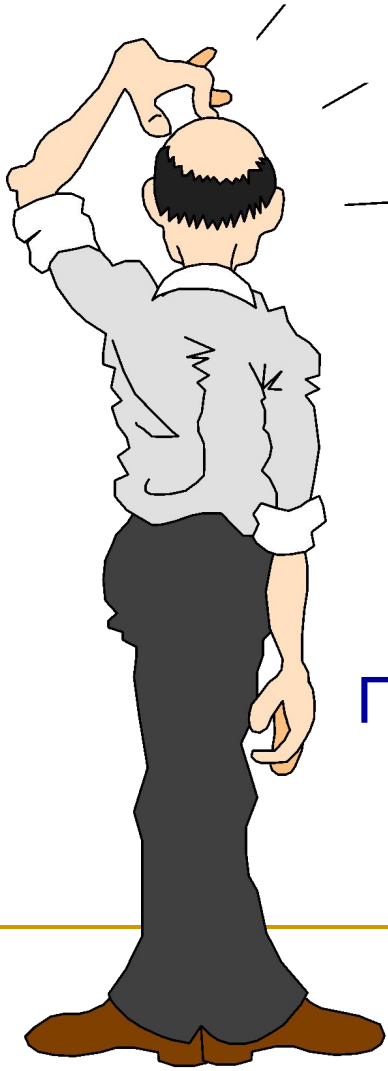
Вывод:

**Термоядерный синтез –
неисчерпаемый и экологически
чистый источник энергии.**



Проблема УТС

(Управляемого
термоядерного
синтеза)

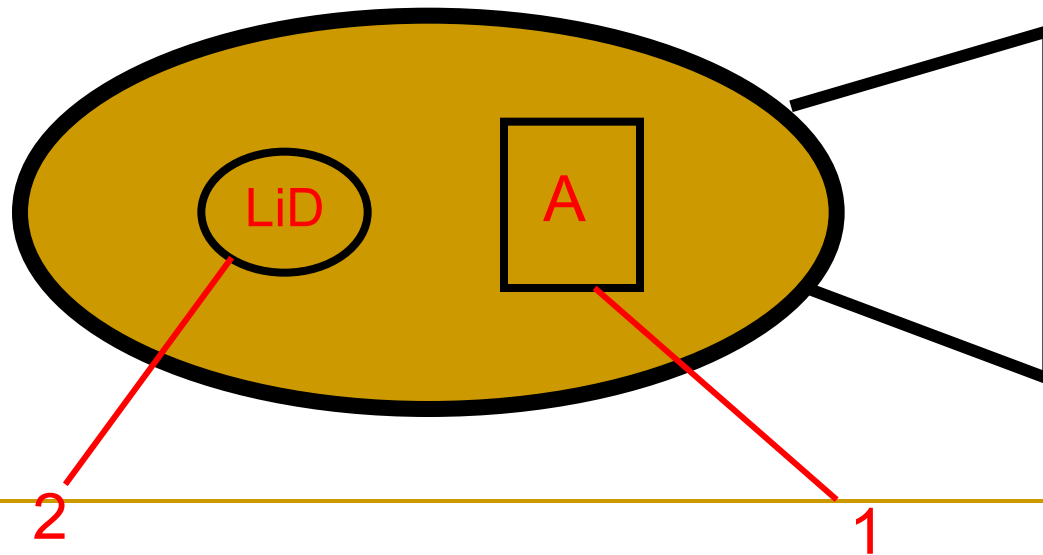


Проект **Токамак**
(ток-камера-магнит)

При больших температурах (порядка сотен млн. градусов) удержать плазму внутри установки на протяжении 0,1 – 1 с.

Неуправляемая реакция синтеза

В водородной (термоядерной)
бомбе



Водородная бомба

1. **1953 год – в СССР,**
2. **1956 год - в США ,**
3. **1957 год – в Англии,**
4. **1967 год – в Китае,**
5. **1968 год – во Франции.**

В арсеналах различных стран накоплено более 50 тысяч водородных бомб!

**Взрыв термоядерного
заряда мощностью 20
Мт уничтожит все живое
на расстоянии до 140 км
от его эпицентра.**

-
- 1. при проведении крупномасштабных горных работ;**
 - 2. В астрофизических явлениях.**
-

Термоядерные реакции – это благо или вред?

