



**Энергия
связи
атомного
ядра**



Вспомните, каков состав ядра атома

Массовое
число или
число нуклонов



Краткое
обозначение
элемента

Порядковое
число или
величина
заряда ядра



**Энергия связи атомного
ядра - энергия, которая
необходима
для полного расщепления
ядра
на отдельные нуклоны**

$$E = m \cdot c^2$$

$$E_{\text{св}} = \Delta M \cdot c^2$$



**ΔM - дефект масс-
разность масс покоя
нуклонов, составляющих ядро
атома,**

и массы целого ядра

$$M_{\text{я}} < Z \cdot m_p + N \cdot m_n$$

$$\Delta M = Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M_{\text{я}}$$

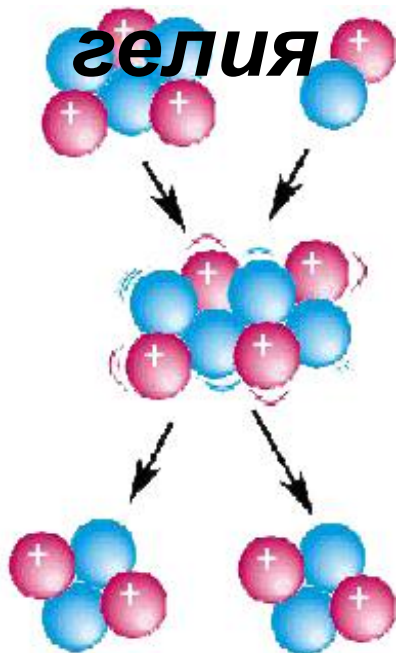
**На 1 а.е.м. приходится
энергия связи = 931 МэВ**



Сравнение ядерной энергии и тепловой

Синтез

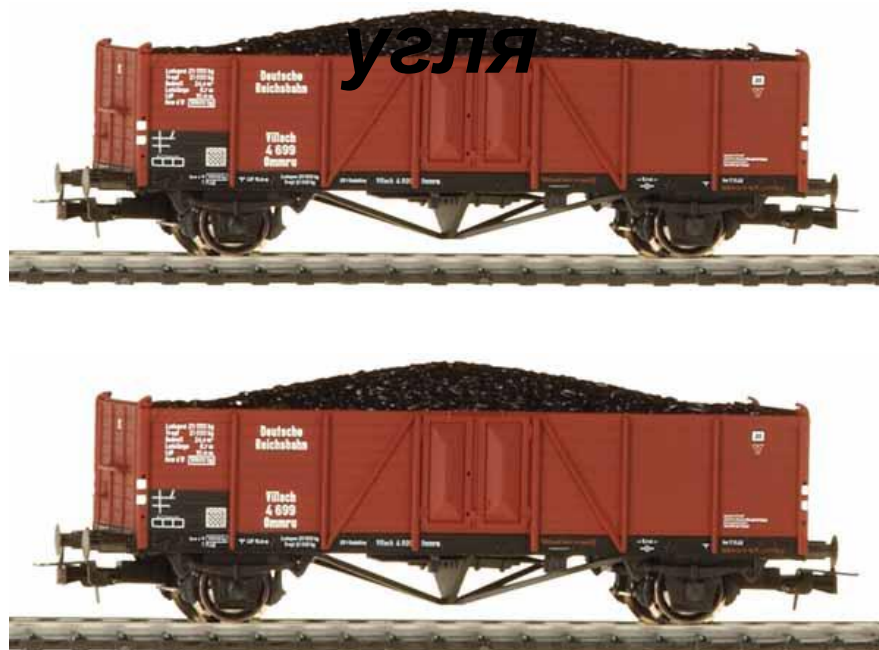
4 г



=

Сгорание

**2 вагонов каменного
угля**



Удельная энергия

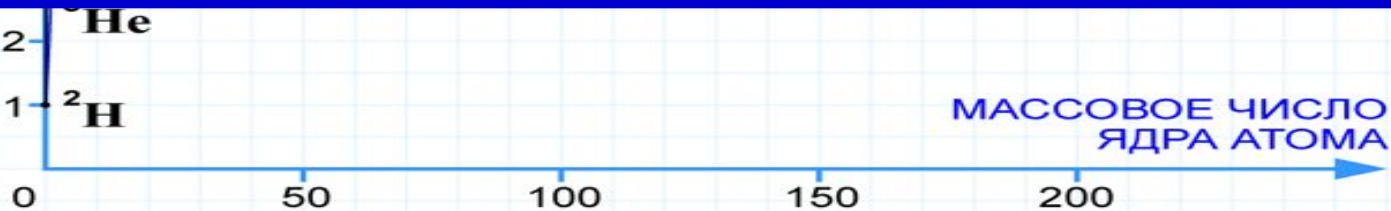
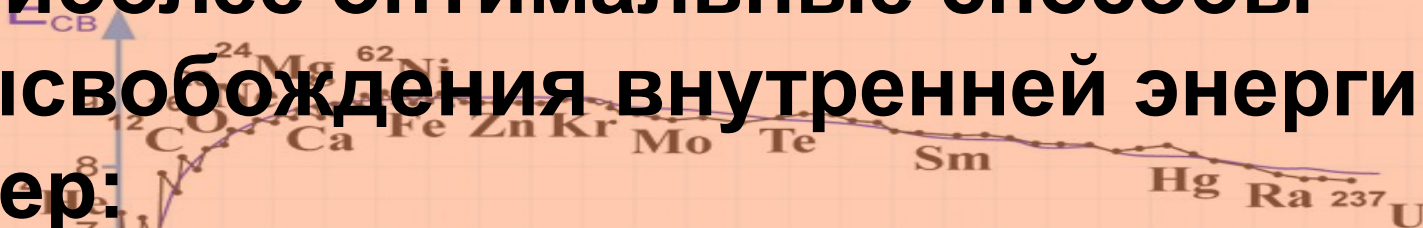
связи-
энергия связи,
приходящаяся

$$E_{уд} = \frac{E_{св}}{A}$$

Наиболее оптимальные способы
высвобождения внутренней энергии
ядер:

- деление тяжелых ядер;

- синтез легких ядер.



Ядерные реакции



Ядерные реакции - искусственные преобразования

Условия:

- 1) Частицы вплотную приближаются к ядру и попадают в сферу действия ядерных сил;**
- 2) Частицы должны обладать большой кинетической энергией (...с помощью ускорителей элементарных частиц и ионов)**

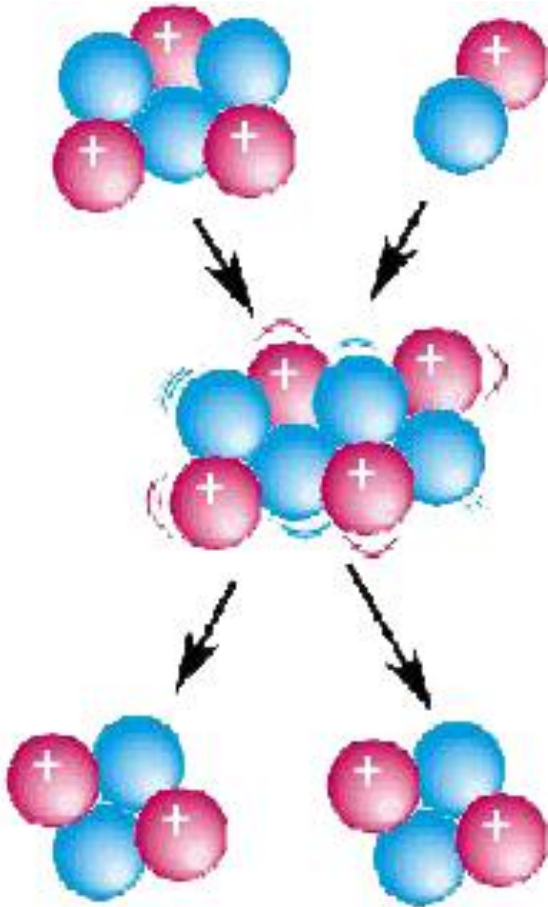
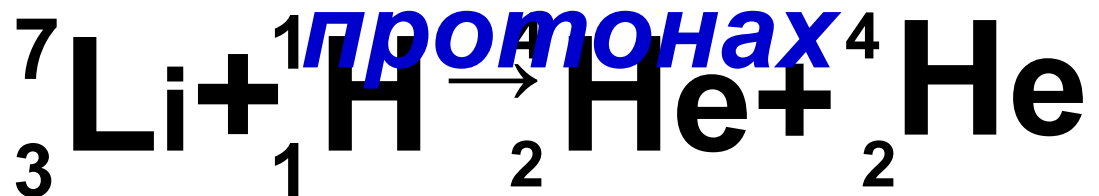


Первые ядерные

реакции

Э. Резерфорд, 1932

2.
Ядерная реакция
на быстрых



Классификация ядерных реакций:

1. По энергии частиц, которые их вызывают:

малые энергии ≈ 100 эВ; средние ≈ 1 МэВ;
высокие ≈ 50 МэВ.

2. По виду ядер, которые участвуют в реакции:

реакции на легких ядрах ($A < 50$), средних
($50 < A < 100$)

и тяжелых ядрах ($A > 100$);

3. По природе бомбардирующих частиц:

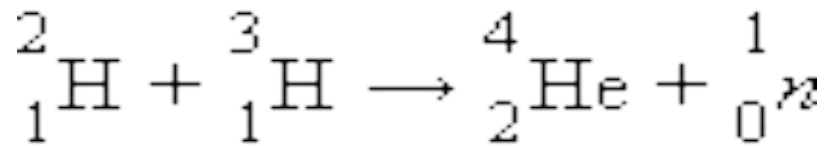
реакции на нейтронах, квантах, заряженных
частицах;



Энергетический выход ядерных реакций $E = \Delta m \cdot c^2$ - разность энергий покоя ядер и частиц

до реакции и после реакции

Приме



$$\Delta m = (m_{{}^2_1\text{H}} + m_{{}^3_1\text{H}}) - (m_{{}^4_2\text{He}} + m_{{}^1_0\text{n}})$$

Если $E < 0$, то энергия выделяется
(экзотермическая);

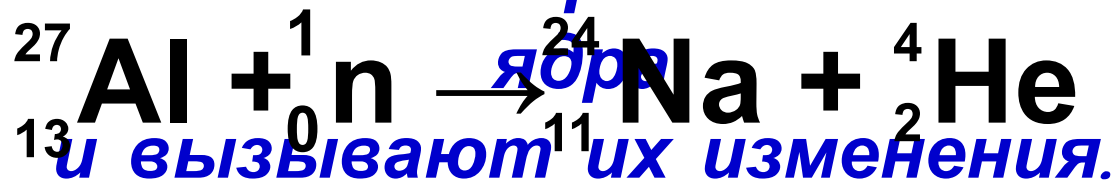
Если $E > 0$, то энергия поглощается
(эндотермическая).



Ядерные реакции на нейтронах

1934 г., Э.Ферми - облучали нейтронами почти все элементы периодической системы.

Нейтроны, не имея заряда, беспрепятственно проникают в атомные



Реакции на быстрых нейтронах.

Реакции на медленных нейтронах 

(более эффективны, чем быстрые; ₁₃

n замедляют в обычной воде)

Деление ядер

Открытие в 1938 г. О.Ган, Ф. Штрассман

Объяснение в 1939 г. О.Фриш, Л. Мейтнер

При бомбардировке нейтронами ^{235}U и образуется 80 различных ядер. Наиболее вероятное деление на ^{91}Kr и ^{142}Ba

в соотношении 2/3



ОСКОЛОК

вторичные нейтроны



Цепная ядерная реакция



Для осуществления цепной реакции
необходимо,
чтобы среднее количество освобожденных

нейтронов
с течением времени не уменьшалось.
**Отношение количества
нейтронов**

в каком-либо «поколении» к количеству
нейтронов

в предыдущем «поколении» называют
**коэффициентом размножения
нейтронов k**
Если $k < 1$, реакция быстро затухает,
Если $k = 1$, то реакция протекает с постоянной
интенсивностью (управляемая),
Если $k > 1$, то реакция развивается лавинно
(неуправляемая) и приводит к ядерному взрыву

Нейтрон
4-го поколения



Коэффициент размножения определяют следующие факторы:

- 1) Захват медленных нейтронов ядрами ^{235}U и
или захват быстрых нейтронов ядрами ^{235}U ^{236}U
и и и
с последующим делением.**
- 2) Захват нейтронов ядрами урана без
деления.**
- 3) Захват нейтронов продуктами деления,
замедлителем и конструктивными
элементами установки.**
- 4) Вылет нейтронов наружу из вещества,
которое делится.**



Чтобы уменьшить вылет нейтронов из куска урана увеличивают массу урана (масса растёт быстрее, чем площадь поверхности, если форма - шар).

Минимальное значение массы урана, при которой возможна цепная реакция, называется критической массой.

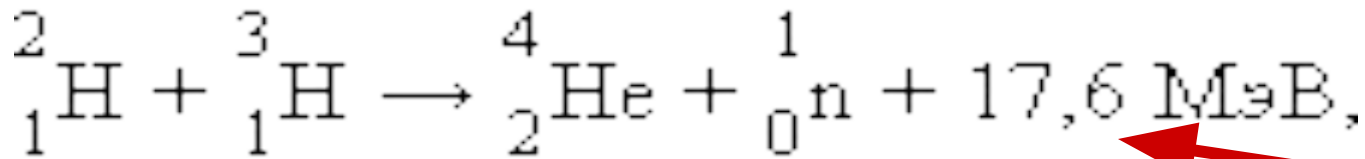
В зависимости от устройства установок и типа горючего критическая масса изменяется от 250 г до сотен килограммов



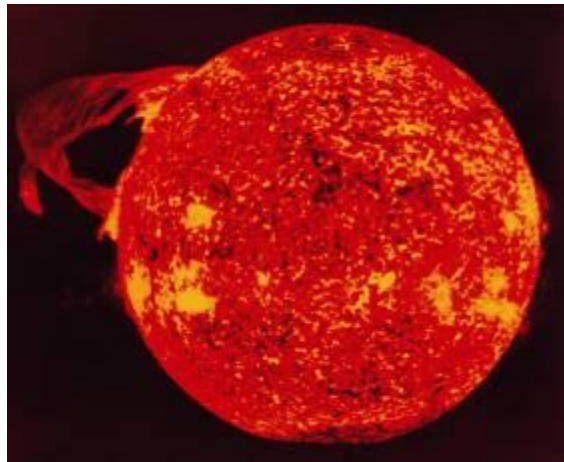
Термоядерн ый синтез



Термоядерная реакция -
реакция слияния легких ядер при
очень высокой температуре,
сопровождающаяся выделением
энергии



Энергетически очень



- водна!!!**
1. Самоподдерживающееся - в недрах Земли, Солнца и других звезд.
 2. Неуправляемая - водородная бомба!!!
 3. Ведутся работы по осуществлению



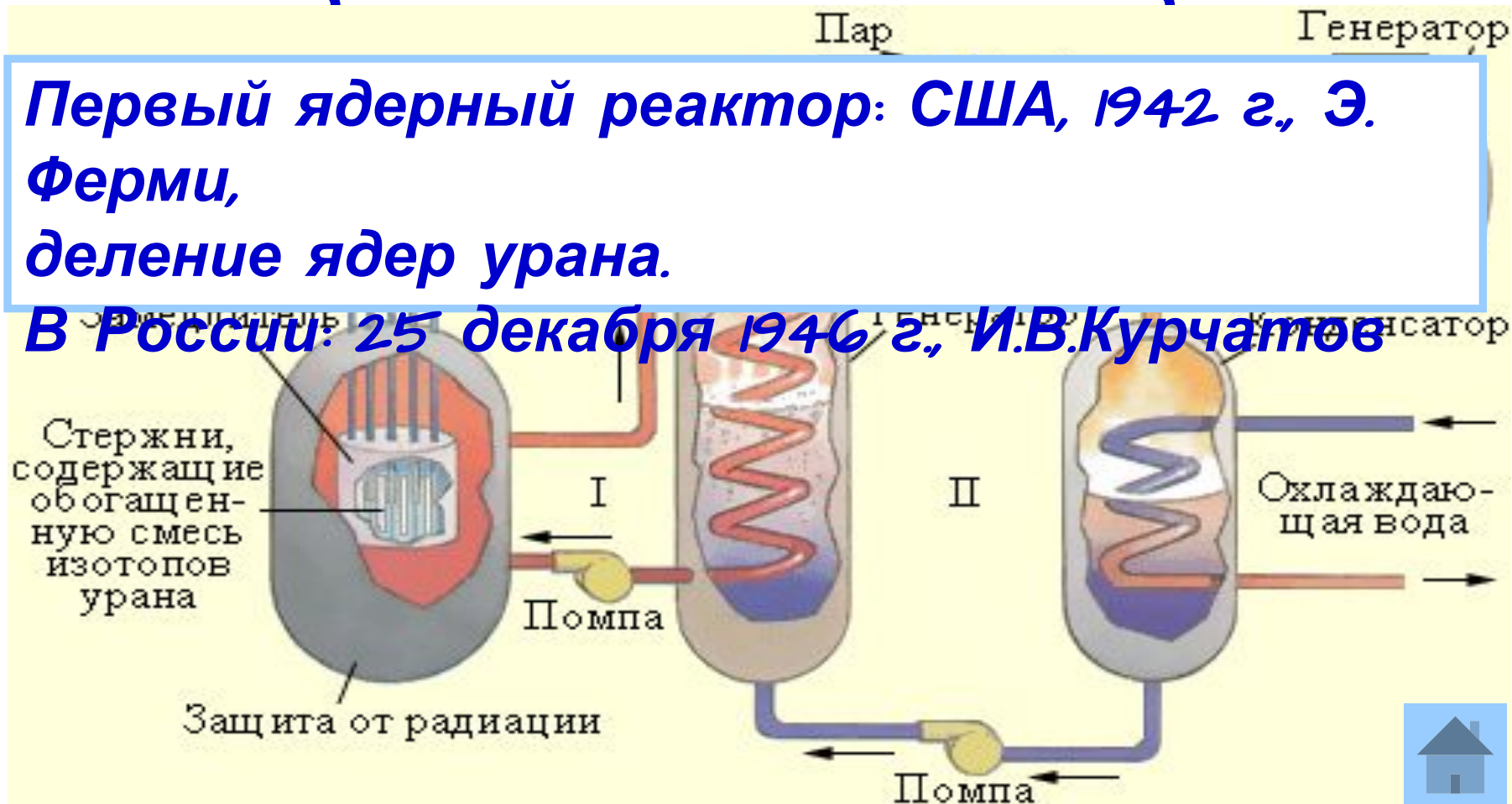
Ядерный реактор



Ядерный реактор - установка, в которой осуществляется управляемая цепная реакция

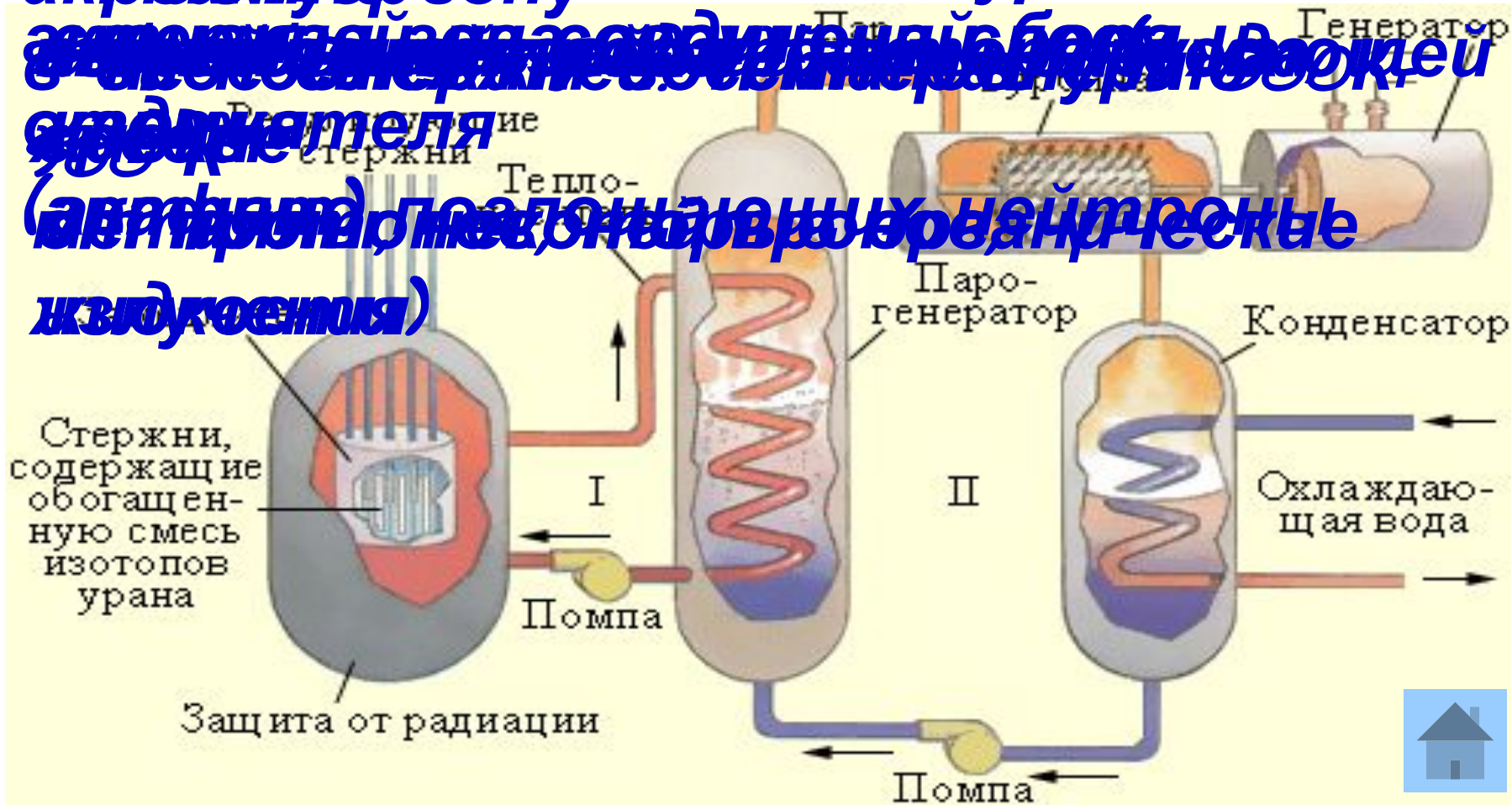
Первый ядерный реактор: США, 1942 г., Э. Ферми, деление ядер урана.

В России: 25 декабря 1946 г., И.В.Курчатов



Условия работы:

до 5% ураном-235, в виде генерации электричества (автоматическое регулирование мощности)



Применение ядерной энергии



Атомная

**Первая АЭС,
1954 г.,
г. Обнинск,
мощность 5000
кВт**



Схема устройства

аварийный запас воды
для охлаждения



ах -

1) Нельзя размещать
в густонаселенных

потенциальная угроза
радиоактивного
заражения!!!!

2) Сложности с захоронением
радиоактивных отходов и

демонтажем отслуживших свой
золотой

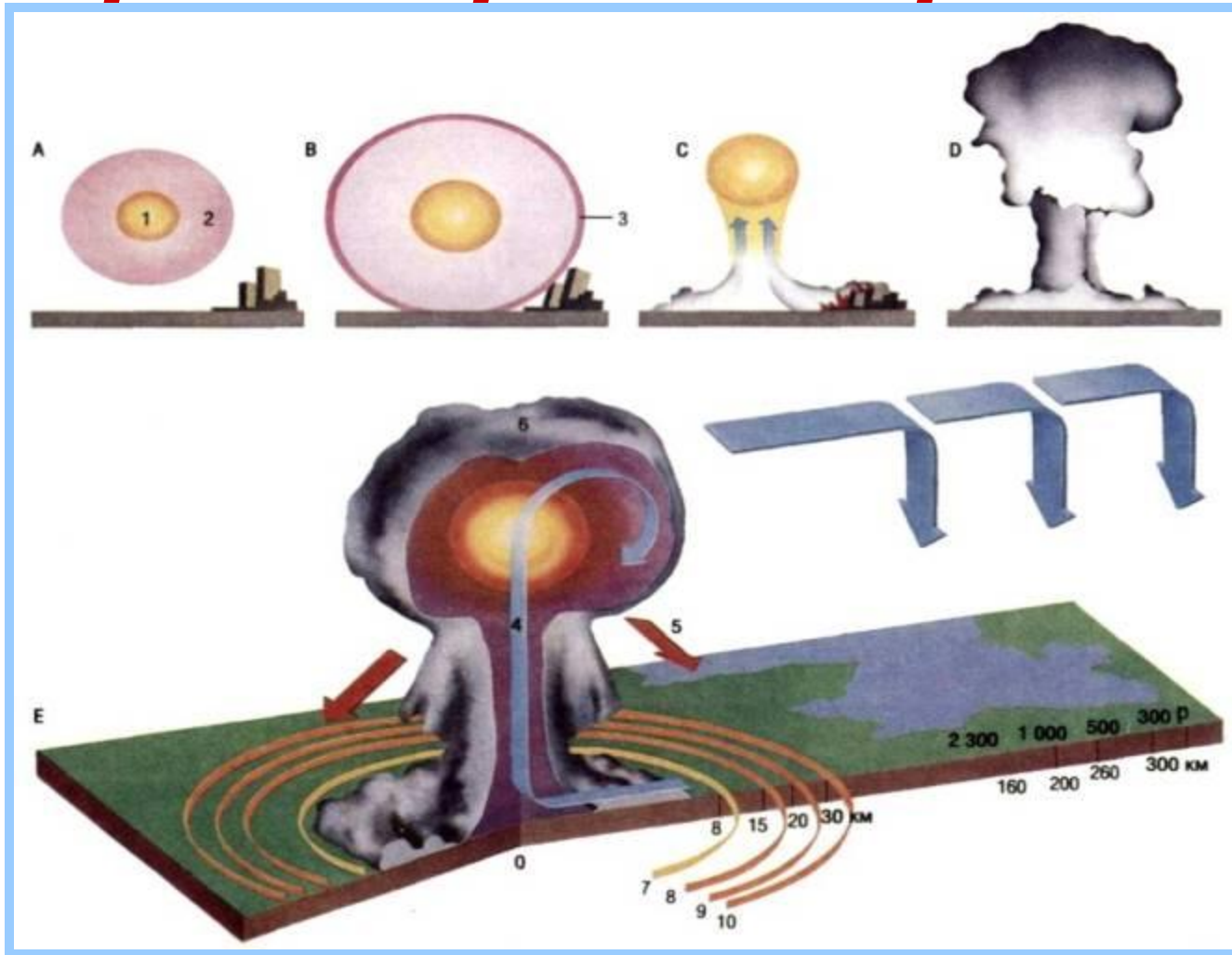


Ядерное оружие

... в отличие от обычного оружия, оказывает разрушающее действие за счет ядерной, а не механической или химической энергии. По разрушительной мощи только взрывной волны одна единица ядерного оружия может превосходить тысячи обычных бомб и артиллерийских снарядов. Кроме того, ядерный взрыв оказывает на все живое губительное



Радиус поражения при ядерном взрыве

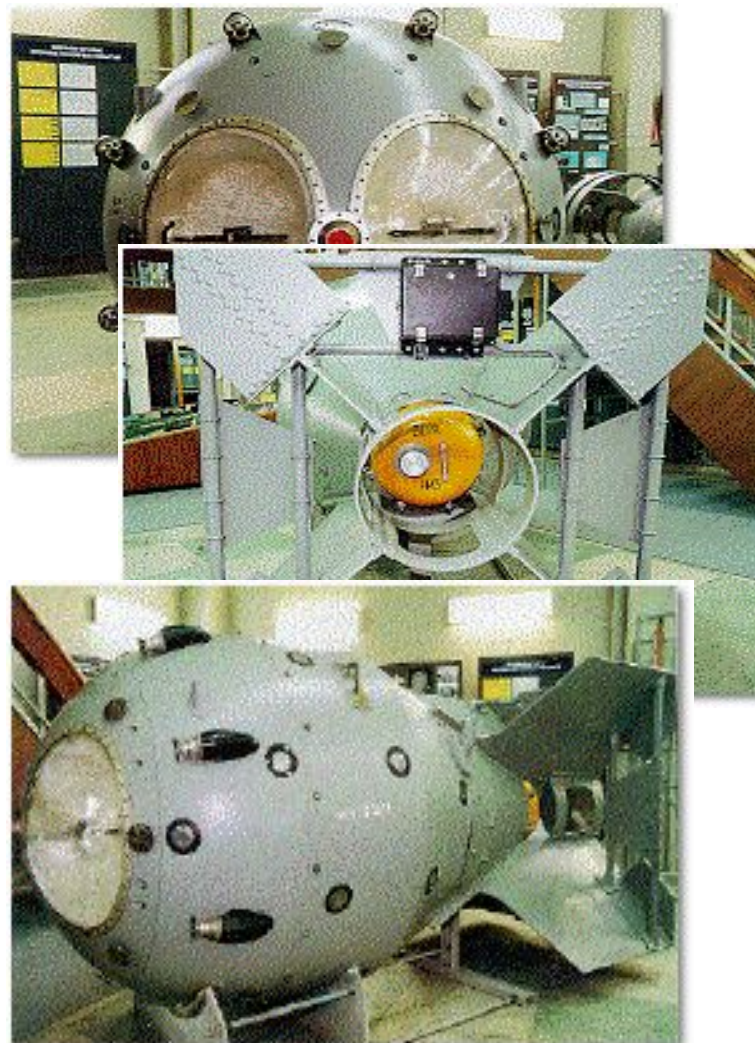


Первая атомная бомба

СССР - «РДС-1»

Ядерный заряд впервые испытан 29 августа 1949 года на Семипалатинском полигоне. Мощность заряда до 20 килотонн тротилового эквивалента.

Музей РФЯЦ-ВНИИТФ г.Снежинск



Отделяемая моноблочная головная часть баллистической ракеты

Пуск осуществляется с подводной лодки на дальность до 1500 км.

В этом ракетном комплексе впервые реализован подводный пуск

ракеты с глубины 40-50 м. Изделие имеет в своём составе термоядерный заряд мегатонного класса.

Габаритные размеры: длина 2300 мм, диаметр 1304 мм.

Масса 144 кг.

Изделие разрабатывалось и испытывалось в начале 1960-х гг.,

принято на вооружение в 1963 г.





Головная часть межконтинентальной баллистической ракеты

Длина 1893 мм, диаметр мидела 1300 мм, масса 736 кг.

Заряд термоядерный мегатонного класса. Корпус имеет

многослойную конструкцию, предусматривающую

силовую оболочку и теплозащиту. Наконечник корпуса

выполнен из радиопрозрачного материала.

