

**Способи вивільнення
ядерної енергії.**

**Фізичні основи
ядерної енергетики**

Мета уроку

- Вивчити особливості поділу ядер урану, з'ясувати умови проходження ланцюгової реакції
- Вивчити особливості термоядерного синтезу
- Ознайомитися з фізичними основами ядерної енергетики та її впливом на екологію

Інтелектуальна розминка

- Які реакції називають ядерними ?
- Які частинки використовують для ядерних реакцій ?
- Чому для ядерних реакцій часто застосовують нейтрони ?
- Які типи ядерних реакцій ви знаєте ?
- Чому ядра наприкінці періодичної таблиці елементів нестійкі ?
- Що ми знаємо про уран ?

Уран



Відносна атомна
маса

Атомний номер

Розподіл електронів

Температура
плавлення С

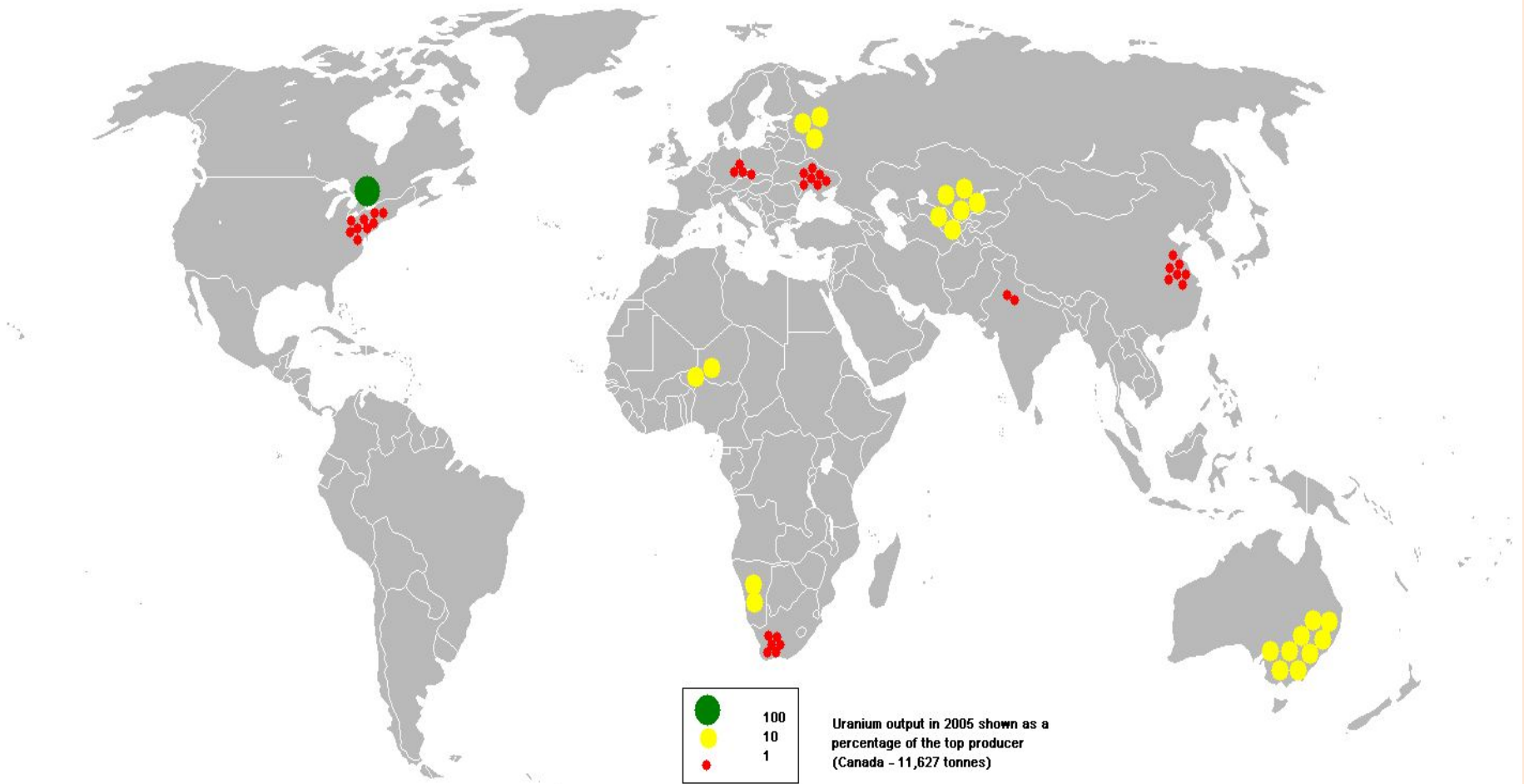
Температура кипіння
С

Латинська назва

Назва

(238)
92 U
$5f^3 6d^1 7s^2$
1132
3818
Uranium
Уран

Уран(лат. Uranium), U — радіоактивний хімічний елемент III групи періодичної системи Менделєєва, належить до сімейства актиноїдів, атомний номер 92, атомна маса 238,029; сріблясто-білий метал.



Уран є одним із найважливіших для життя хімічних елементів, оскільки температура Землі підтримується завдяки енергії розпаду урану всередині Землі.

Уран одержують з уранових руд, що містять 0,05-0,5% U.

Вміст урану в земній корі становить 0,003%.

Природний уран складається з суміші трьох ізотопів :

${}_{92}^{238}\text{U}$ - **99,3%** $T_{1/2} = 4,51 \cdot 10^9$ років,

${}_{92}^{235}\text{U}$ - **0,7 %**, $T_{1/2} = 7,1 \cdot 10^8$ років,

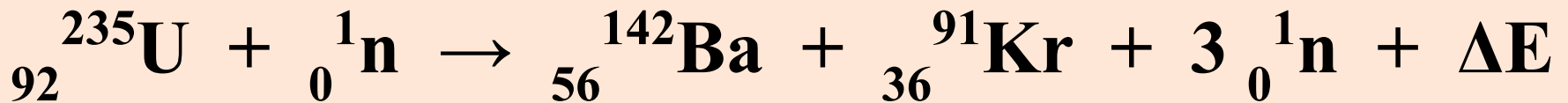
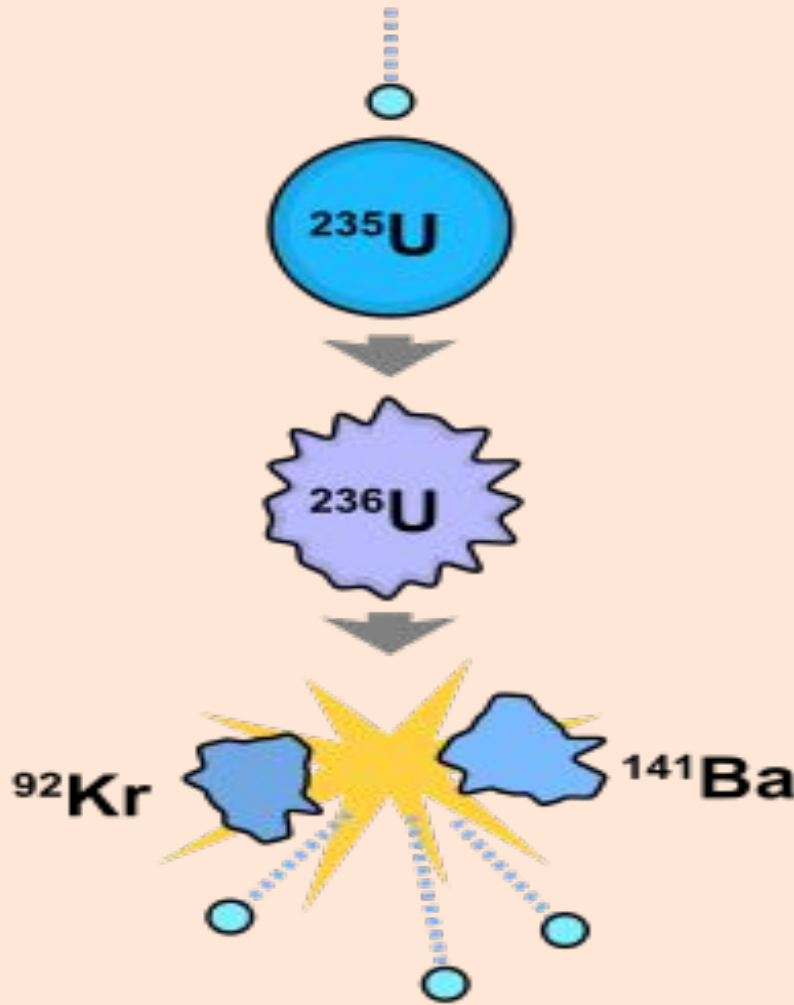
${}_{92}^{234}\text{U}$ - **0,0056 %**, $T_{1/2} = 2,48 \cdot 10^5$ років

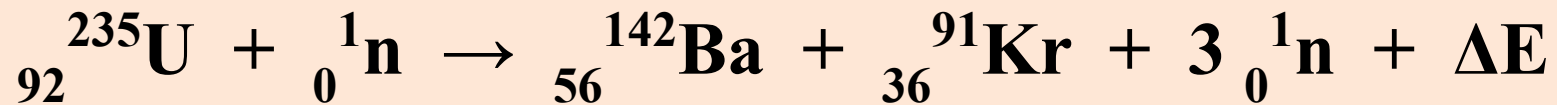
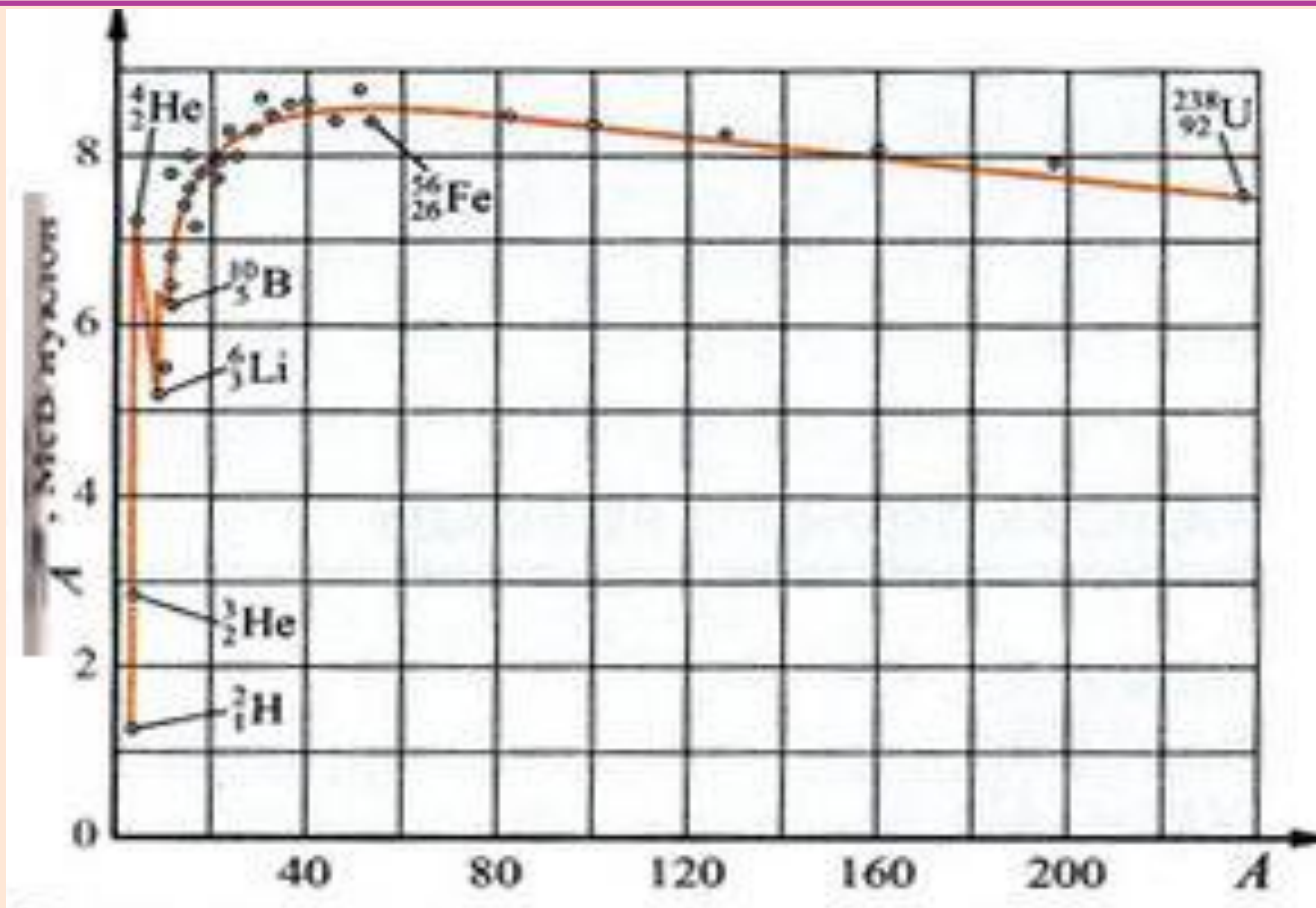
1938 - 1939 р.р.
відкриття поділу ядер
урану

Відомо біля 30 реакцій

Уламки ядра є
радіоактивними

$\Delta E \approx 200 \text{ MeV}$





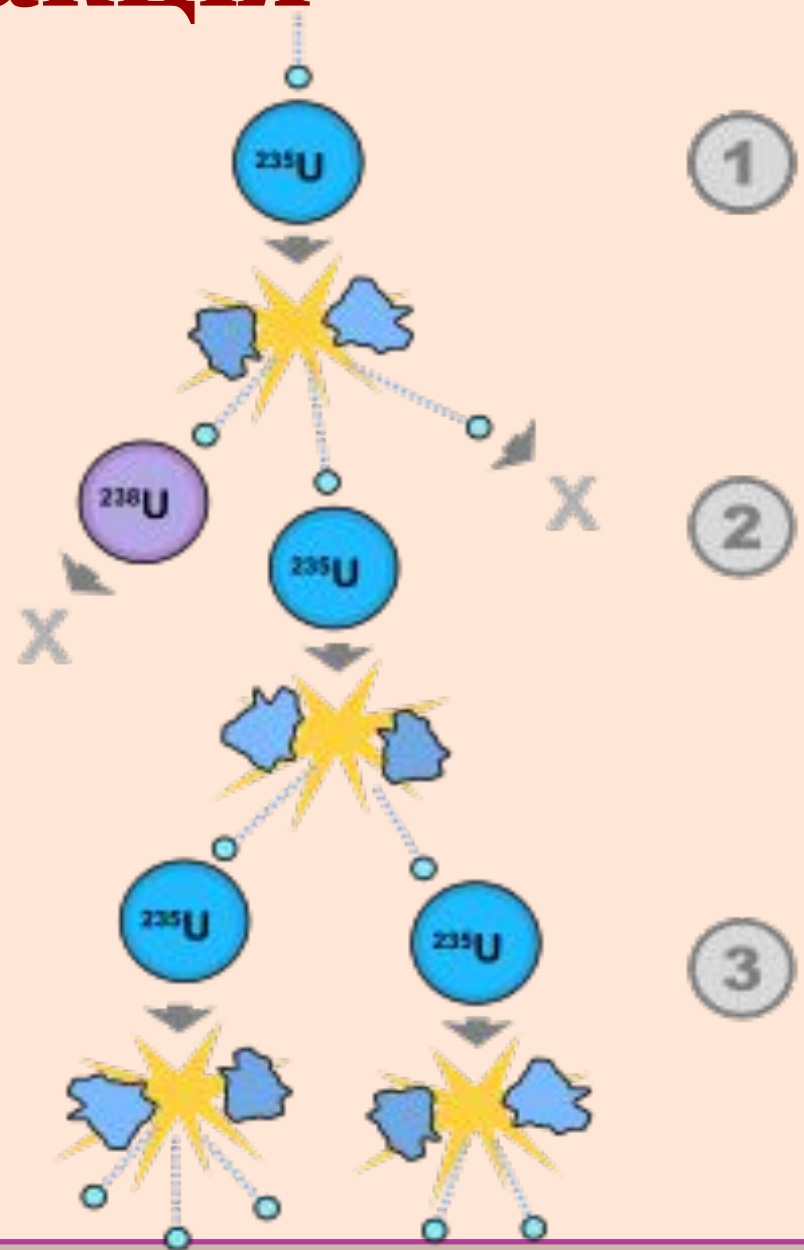
$$\Delta E = 8,4\text{MeV} \cdot 142 + 8,6\text{MeV} \cdot 91 - 7,5\text{MeV} \cdot 235 \approx 205\text{MeV}$$

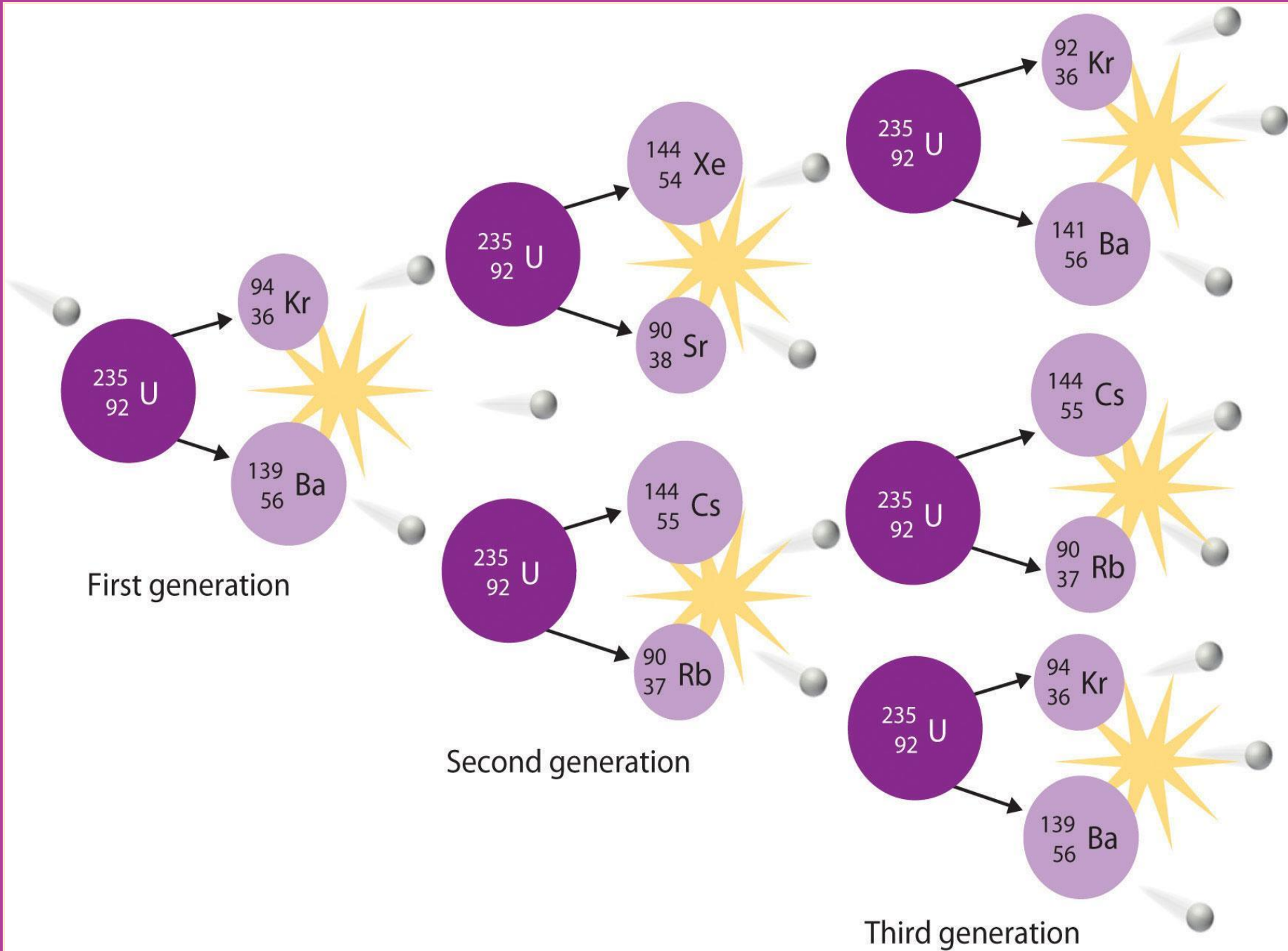
1 г U → 2 т бензину або 3 т вугілля, або 2,5 т нафти

Ланцюгова реакція-

реакція в якій частинки (нейтрони), що спричиняють її, утворюються як продукти цієї реакції

Нейтрони ділення і уламки поділу володіють великою кінетичною енергією. В результаті зіткнень уламків з іншими атомами ця кінетична енергія швидко перетворюється в тепло.





Перегляд відео

<https://www.youtube.com/watch?v=GI5cDbPebeU>

Коефіцієнт розмноження нейтронів

$$k = \frac{N_i}{N_{i-1}}$$

◆ «*k*» - залежить від природи і кількості речовини, яка ділиться, від геометричного об'єму, який вона займає.

Якщо ***k* > 1** - вибух (атомна бомба – *k* = 1,01)

Якщо ***k* = 1** – стабільна ланцюгова реакція (ядерний реактор *k* = 1,005)

Якщо ***k* < 1** - реакція неможлива (в природі)

Критична маса -

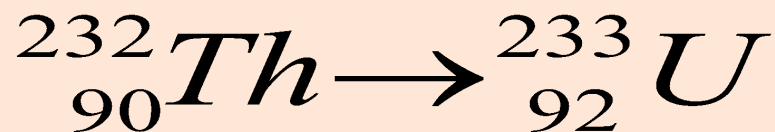
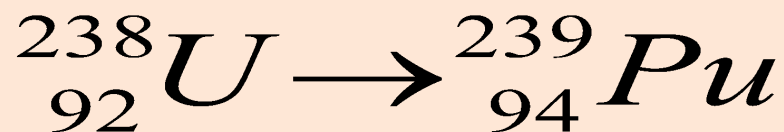
мінімальна маса речовини, яка ділиться і яка знаходиться в системі критичних розмірів

Для чистого ${}_{92}^{235}\text{U}$ критична маса сферичної форми

$$\approx 50 \text{ кг}; R \approx 9 \text{ см}$$

Ланцюгова реакція здійснюється на ізотопах

${}_{92}^{235}\text{U}$, ${}_{92}^{233}\text{U}$, ${}_{94}^{239}\text{Pu}$ – ядерне паливо

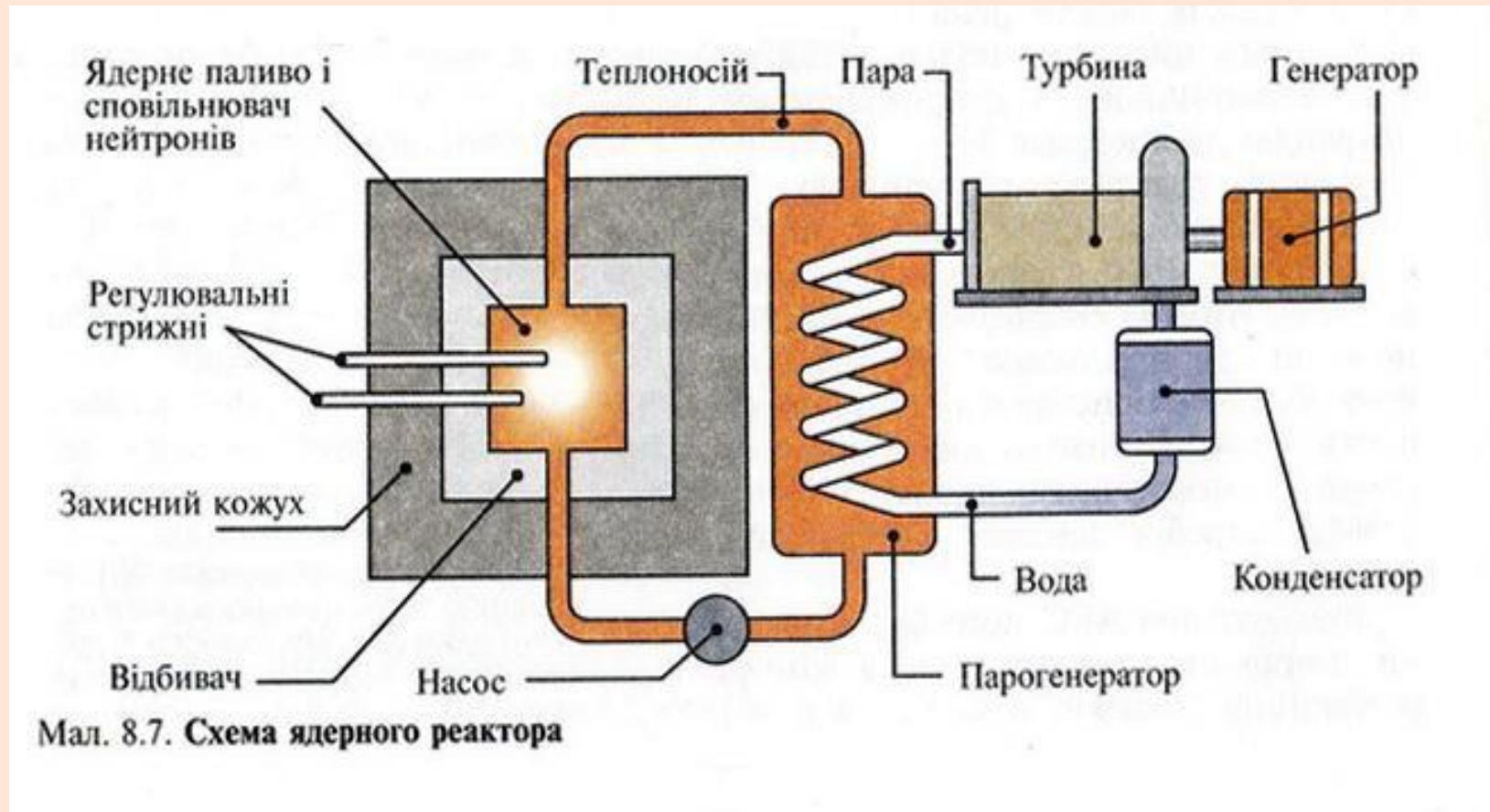


Ізотопи ${}_{94}^{239}\text{Pu}$ і ${}_{92}^{233}\text{U}$
одержують штучно
в ядерних реакторах

${}_{92}^{238}\text{U}$, ${}_{90}^{232}\text{Th}$ – ядерна сировина

Ядерний реактор-

установка в якій здійснюється керована ланцюгова реакція ділення ядер

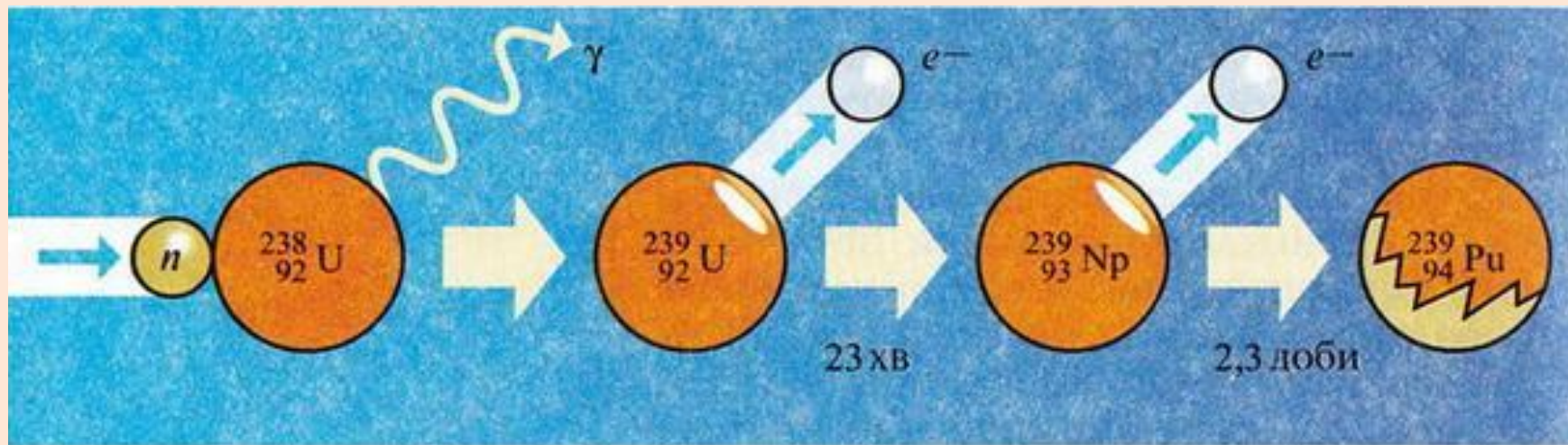


Мал. 8.7. Схема ядерного реактора

Схема энергетической установки з ядерным реактором



Реактори на швидких нейтронах- реактори – розмножувачі ядерного палива

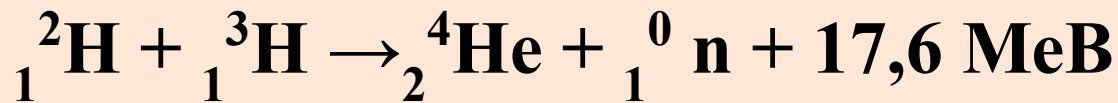


Перетворення Урану-238 на Плутоній-239

Коефіцієнт відтворення до 1,5

Термоядерні реакції-

реакції злиття легких ядер при дуже високій температурі



$$28,3 - (8,5 + 2,2) = 17,6 \text{ MeV}$$

$$\frac{17,6}{5} \approx 3,5 \frac{\text{MeV}}{\text{нуклон}}$$

Енергетично вигідніша, ніж поділ ядер урану!

Термоядерні реакції

```
graph TD; A[Термоядерні реакції] --> B[Відбуваються на Сонці і інших зірках]; A --> C[Керована – не здійснена, великі труднощі]; A --> D[Термоядерна (воднева) бомба]; C --> E[На перспективу]
```

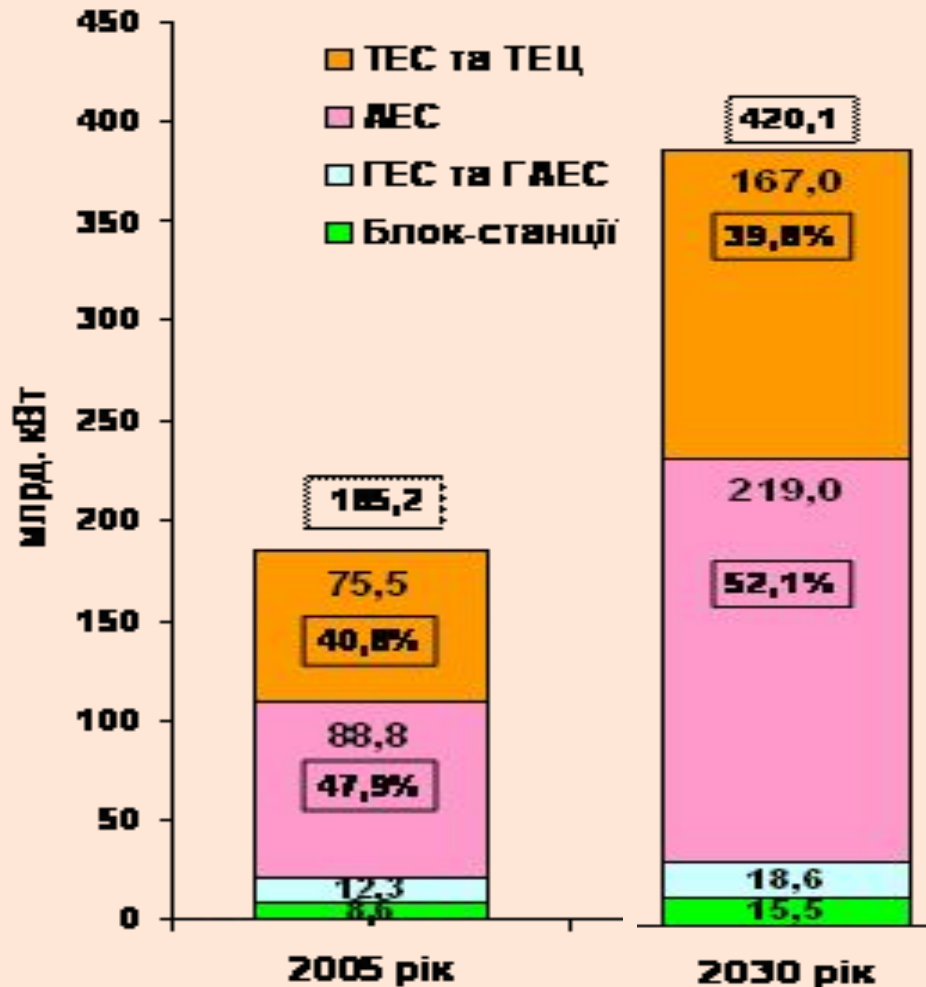
Відбуваються
на Сонці і
інших зірках

Керована –
не здійснена,
великі
труднощі

Термоядерна
(воднева)
бомба

*На
перспективу*

Розвиток енергетики в Україні



В даний час розробляються міжнародні проекти ядерних реакторів нового покоління, які обіцяють підвищити безпеку і збільшити ККД АЕС

ГЕС

Потребують великих запасів води



Водосховища :

- ✓ затоплюють родючі землі
- ✓ необоротно змінюють природу унікальних заплавлених екосистем на десятки км (застій води);
- ✓ проблема водопостачання,
- ✓ проблема рибного господарства;

- ✓ проблема індустрії дозвілля
- ✓ здоров'я місцевого населення

ТЕС



*Найбільшою мірою
спричиняють
руйнування біосфери
Землі !*

- ✓ Знищують млн. т невідновлюваного органічного палива
- ✓ 250 млн. т/рік золи;
- ✓ 60 млн. т/рік сірчистого ангідриду;
- ✓ Парниковий ефект
- ✓ Кислотні дощі
- ✓ Радіаційний фон біля ТЕС навіть вище, ніж на АЕС

АЕС



Рівненська АЕС

- ✓ Екологічно
найчистіша
технологія
виробництва
- ✓ Стабільність
режиму роботи
- ✓ незалежність від
джерел палива з-за
невеликого обсягу
використовуваного
палива.

АЕС



Хмельницька АЕС

Проблеми:

- захоронення радіоактивних відходів
- небезпечні наслідки аварій
- ядерний тероризм
- ліквідація після вироблення ресурсу може скласти до 20% від вартості будівництва.

Енергетична проблема - проблема ВСЬОГО ЛЮДСТВА



Головна проблема сучасної енергетики - не виснаження мінеральних ресурсів, а загрозлива екологічна обстановка:

ще задовго до того, як будуть використані всі можливі ресурси, може вибухнути екологічна катастрофа, яка перетворить Землю в планету, зовсім не пристосовану для життя людини.

Історична довідка

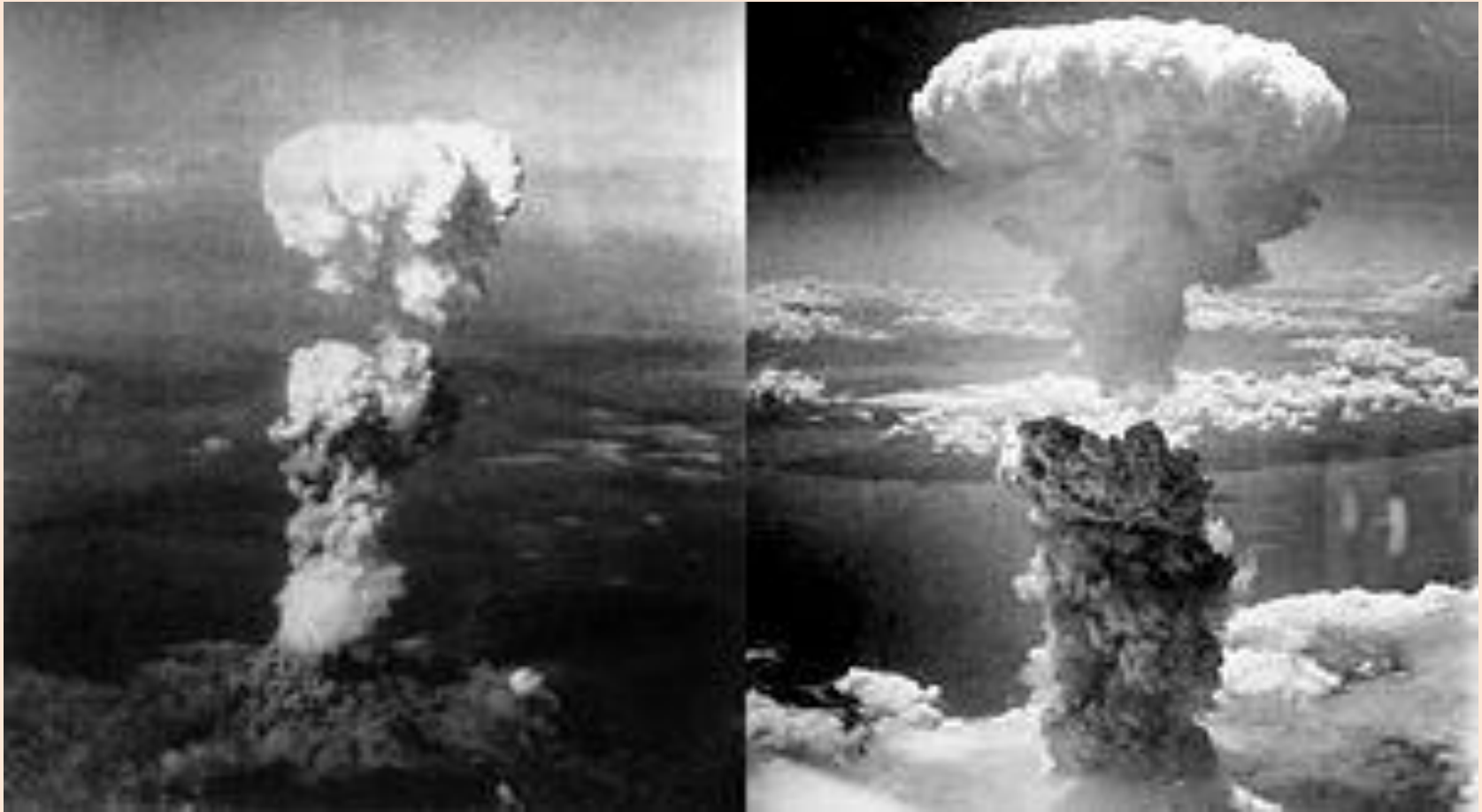
1942 р. - вперше керування ланцюговою реакцією в США під керівництвом Енріко Фермі.

1945 р. – бойове застосування ядерної зброї Збройними силами США проти Японії на завершальному етапі Другої світової війни

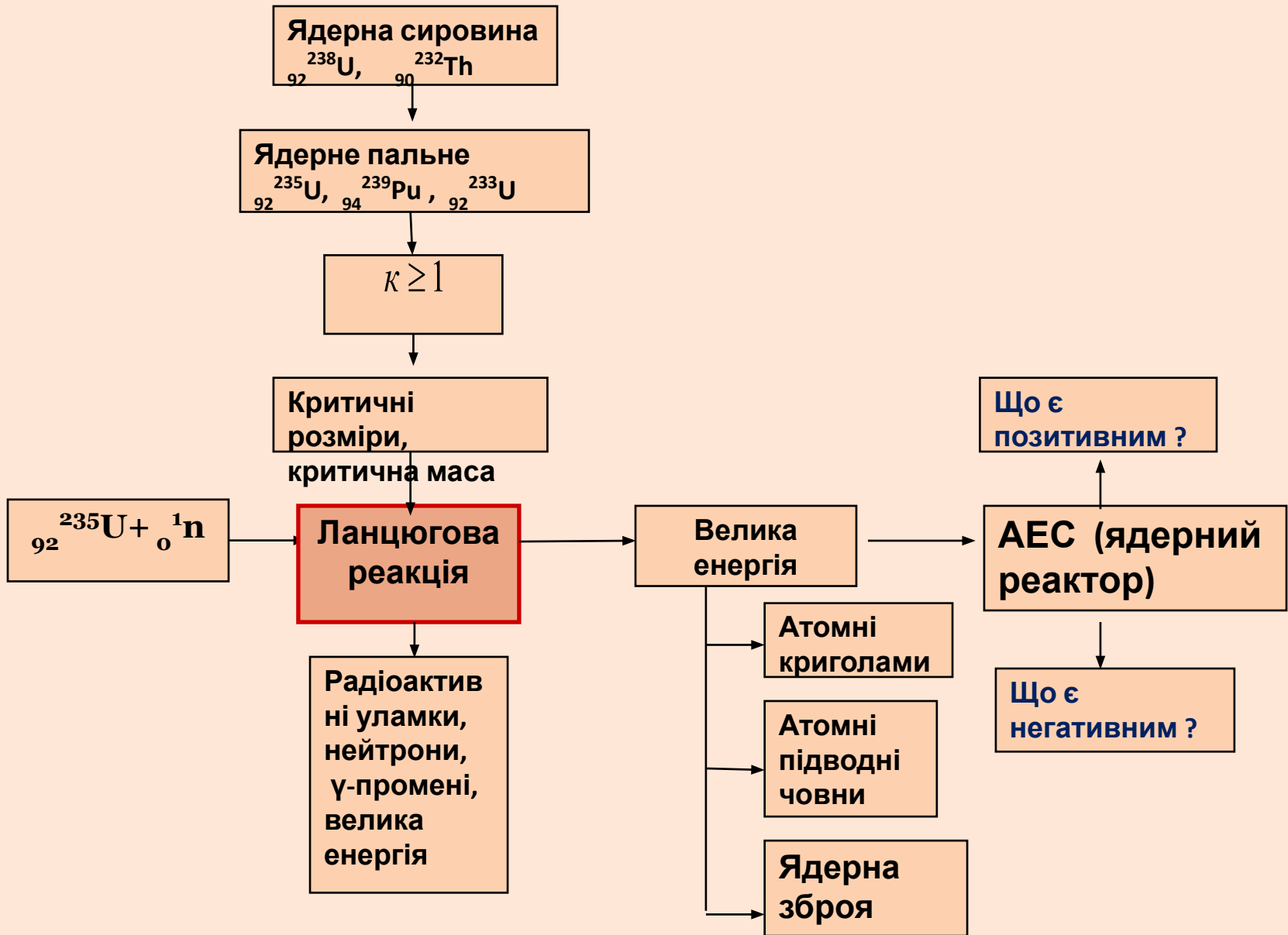
1946 р. – в СРСР під керівництвом І.В. Курчатова запущений експериментальний варіант атомного реактора. Для його роботи використано 45 т урану.

1949 р. (29 серпня) в СРСР відбулося випробування першої атомної бомби.

1954 р.(червень) - перша в світі АЕС в СРСР, м. Обнінськ (заглушена 2002 р.)



Атомні бомбардування Хіросіми і Нагасакі
(6 і 9 серпня 1945 року — єдині в історії людства два
приклади бойового застосування ядерної зброї
Збройними силами США на завершальному етапі Другої
світової війни



Домашнє завдання

1. Вивчити § 51 , 52. Повторити §§48 -50
2. Написати тлумачний словник до термінів структурно-логічної схеми «Ланцюгова реакція»
3. Закінчити розв'язування задачі; написати формули задіяні у виведенні загальної формули розв'язку задачі
4. Реферати, повідомлення (додатково):
 - Застосування ядерної енергії
 - Ядерна енергетика: за чи проти
 - Традиційна енергетика та екологія
 - Альтернативна енергетика

Задача Внаслідок поділу ядра ^{235}U виділяється близько 200 МеВ енергії. Яка маса і який об'єм ядерного палива витрачається за добу блоком АЕС, якщо його потужність 1 ГВт, а ККД 31 % ?

Дано:

$$E_1 = 200 \text{ МеВ}$$

$$P = 1 \text{ ГВт}$$

$$\eta = 31 \%$$

$$\rho = 19 \text{ г/см}^3$$

$$t = 1 \text{ доба}$$

$$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$\mu = 235 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$m - ? \quad V - ?$$

$$\eta = \frac{A_k}{A_3} = \frac{Pt}{E_1 N} = \frac{Pt \mu}{E_1 m N_A} \rightarrow m = \frac{Pt \mu}{E_1 \eta N_A}; \quad V = \frac{m}{\rho}$$

$$[m] = \frac{\text{Вт} \cdot \text{с} \cdot \text{кг}}{\text{моль} \cdot \text{Дж} \cdot \text{моль}^{-1}} = \text{кг}$$

$$m = \frac{1 \cdot 10^9 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{200 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,31 \cdot 6 \cdot 10^{23}} = 3,4 \text{ (кг)}$$

$$V = \frac{3,4 \cdot 10^3 \text{ г}}{19 \text{ г/см}^3} \approx 180 \text{ см}^3$$