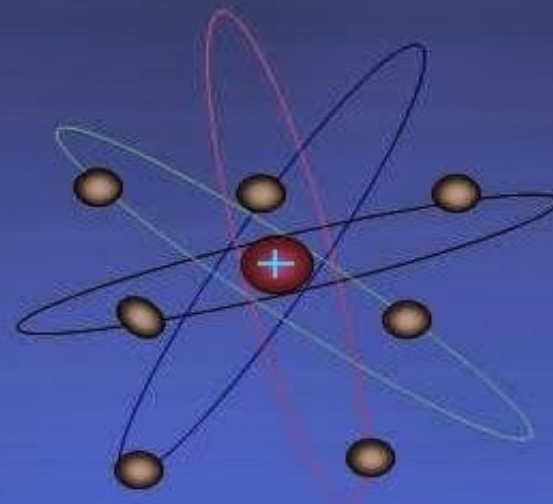


Модель Бора

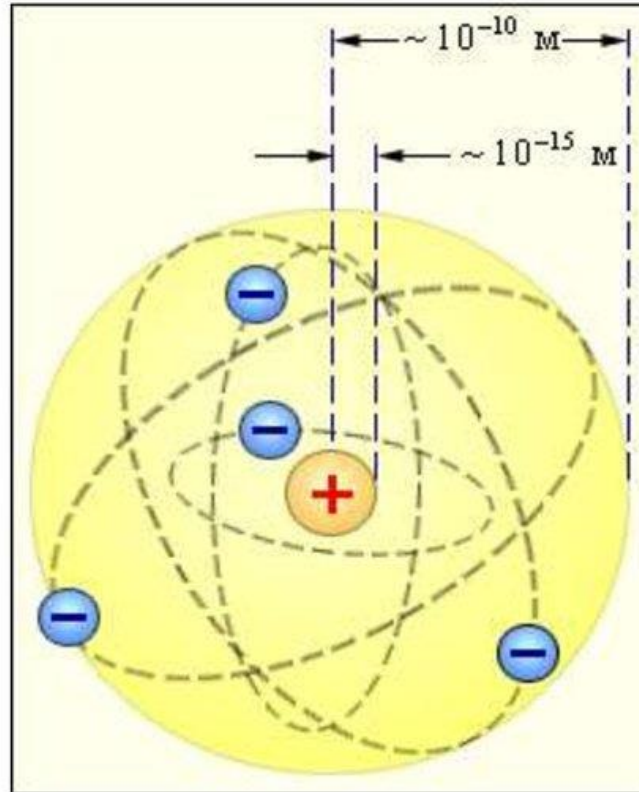


$$E = E_n - E_{(n-1)} = h\nu$$

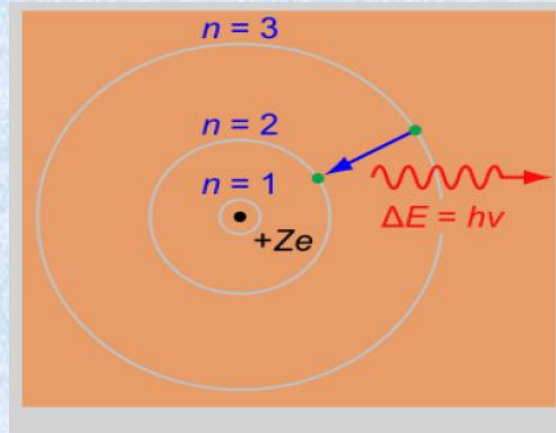
Модель Зоммерфельда



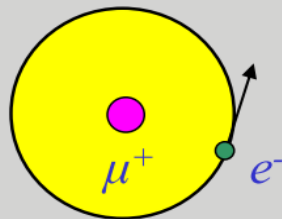
Планетарная модель атома (модель атома Резерфорда)



Мезоатоми, мюоній і позитроній

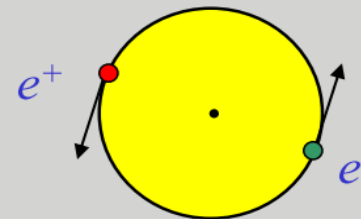


Мезорентгенівські спектри



мюоний

$$r = r_B$$



позитроний

$$r = 2r_B$$

Атомне ядро

- Число нуклонів A в ядрі називається масовим числом ядра.

Радіус ядра r повинен бути пропорційний $A^{1/3}$, (емпірична формула:

$$r = 1.2A^{1/3} \times 10^{-13} \text{ см}).$$

- Число протонів Z визначає загальний заряд ядра, що дорівнює Ze - порядковий номер хімічного елемента в періодичній таблиці елементів. У природі зустрічаються елементи з порядковими номерами від 1 до 92 (крім техніція Tc і прометія Pm).
- Для позначення ядер прийнята символіка A_ZX , де X - хімічний символ елемента. Нижній індекс іноді опускають. Наприклад, ${}^{16}\text{O}$, ${}^{15}\text{N}$ і т. п. Ядра з однаковим числом Z , але різними A , називаються ізотопами (${}^{16}\text{O}$ і ${}^{17}\text{O}$ і ін.), з однаковим A , але різними Z - **ізобарами** (${}^{10}\text{Be}$ і ${}^{10}\text{B}$).
- Існують ядра з однаковими Z і A , але різними періодами напіврозпаду (${}^{80}\text{Br}$ з $T_{1/2} = 4.4$ ч. і ${}^{80}\text{Br}$ з $T_{1/2} = 18$ хв.). Такі ядра називають **ізомерами**.

Повний момент кількості руху ядра прийнято називати спіном ядра (I). Він дорівнює векторній сумі орбітальних і спінових моментів нуклонів, що складають ядро

Z і A парні - $I = 0$: (${}^4\text{He}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{16}\text{O}$).

Z непарне, A парне - I - ціле: ${}^2\text{H}$, ${}^{14}\text{N}$ ($I = 1$); ${}^{10}\text{B}$ ($I = 3$).

A непарне - I - напівціле, що не перевищує значення $9/2$: ${}^1\text{H}$, ${}^{15}\text{N}$ ($I = 1/2$)

Стійкість атомних ядер

■ Дефект маси:

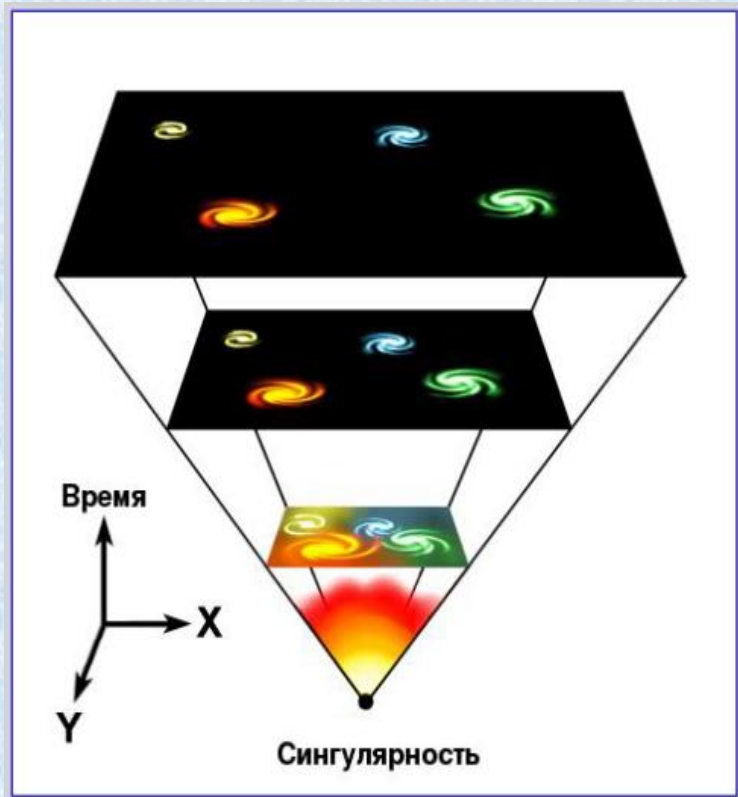
Питома енергія зв'язку:

$$M(A, Z) = Z m_p + (A - Z) m_n - \Delta M$$

$$B = \frac{\Delta M c^2}{A}$$

- Найменшу величину B мають легкі ядра, на найбільшу - Елементи від хрому до цинку ($A \sim 50-60$).
- Використання одного грама речовини, що ділиться елемента типу урану як джерело енергії еквівалентно використанню 10 т хімічного палива. Середня енергія зв'язку, яка припадає на один нуклон, дорівнює 8 MeV і не перевищує 1% енергії, відповідної масі спокою нуклона.

Виникнення Всесвіту



Великий вибух – космологічна модель, що описує ранній розвиток Всесвіту.

За сучасними уявленнями, ми спостерігаємо зараз Всесвіт виникла $13,7 \pm 0,13$ млрд років тому з деякого початкового «сингулярного» стану і з тих пір безперервно розширюється і охолоджується.

За однією з гіпотез передбачається, що кінець Всесвіту (Великий розрив) настане приблизно через 22 мільярдів років.

Виникнення і поширення хімічних елементів

- 1. Космологічний (первинний) нуклеосинтез.

Синтез ядер на ранньому етапі еволюції Всесвіту (до зірок).

H — 75%, ${}^4\text{He}$ — 25%, D — $3 \cdot 10^{-5}$, ${}^3\text{He}$ — $2 \cdot 10^{-5}$, ${}^7\text{Li}$ — 10^{-9}

- 2. Синтез ядер в зірках і під час вибухів зірок

Ядра елементів C - N утворюються в надрах зірок при реакціях термоядерного синтезу. Ядра більш важких елементів з'являються в масивних зірках і при вибухах зірок в результаті реакцій захоплення нейтронів.

- 3. Нуклеосинтез під дією космічних променів

Взаємодія галактичних космічних променів з міжзоряним середовищем: швидкі протони і (α)-частинки (ядра атомів гелію) бомбардують ядра C, N і O міжзоряного середовища, викликаючи їх розщеплення на більш легкі ядра (${}^6\text{Li}$, ${}^7\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$, ${}^{10}\text{B}$ і ${}^{11}\text{B}$).

В результаті, в космічних променях зміст цих елементів приблизно на п'ять порядків більше, ніж в зірках.

Еволюція зірок

Перетворення водню в гелій (He)
(Водневий цикл, $T \sim 10^7$ K)



($m=0.1-0.4M$)

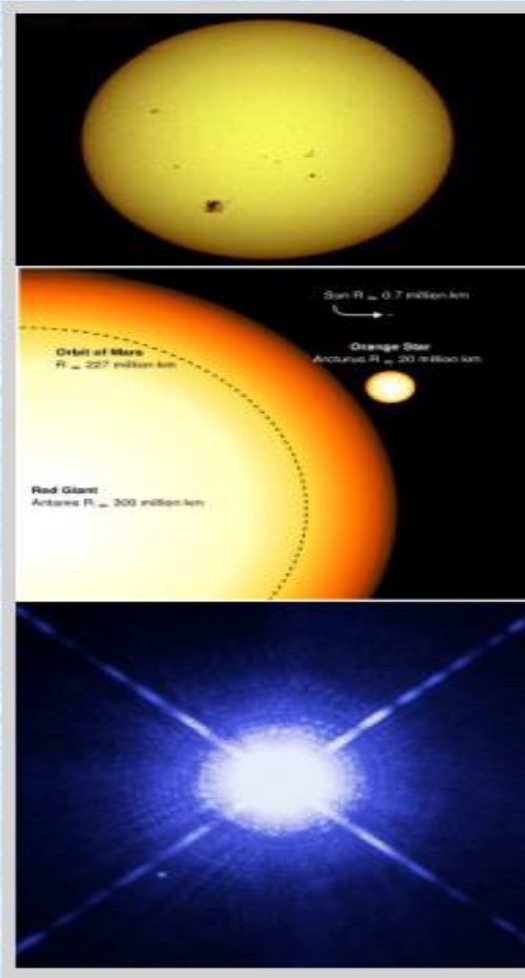
Вибух зовнішньої оболонки зірки і її
перетворення на червоного гіганта



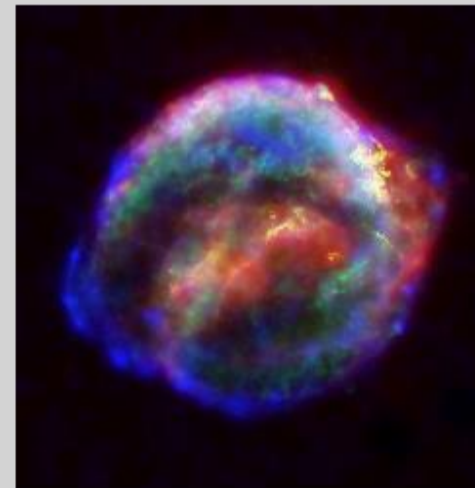
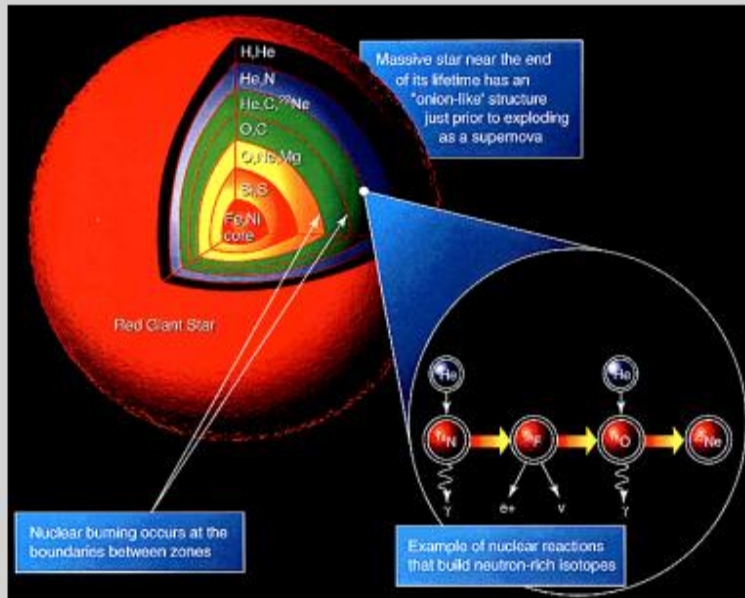
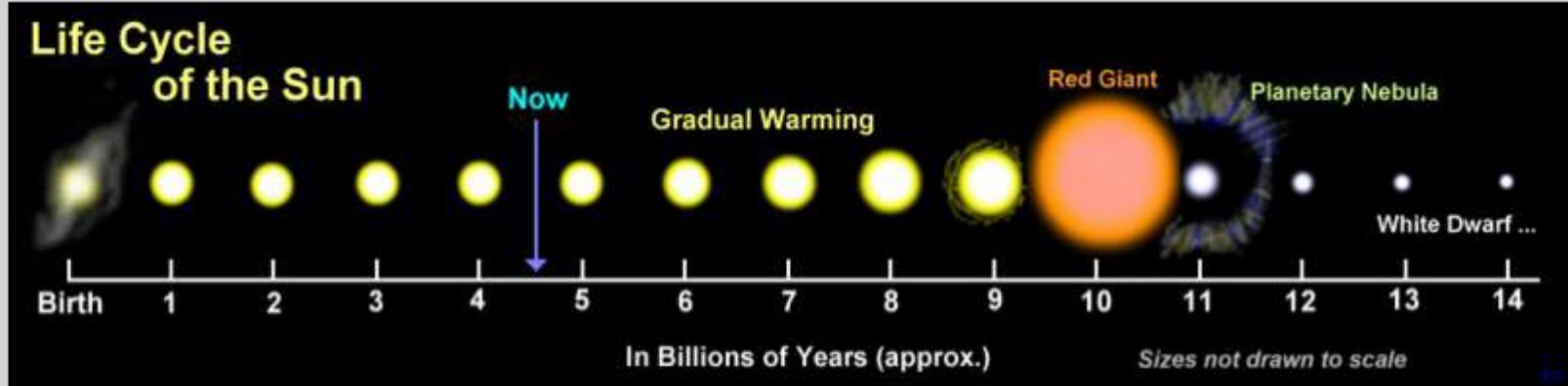
$R \sim 100-800 r$

білий карлик

$$\rho = 10^6 - 10^7 \text{ \AA} / \tilde{m}^3$$



Еволюція зоряної матерії



$T \sim 10^{10} \text{K}$

$m > 1.4M$

Сверхновая звезда

Нейтронні зірки і чорні діри

Нейтронна зірка



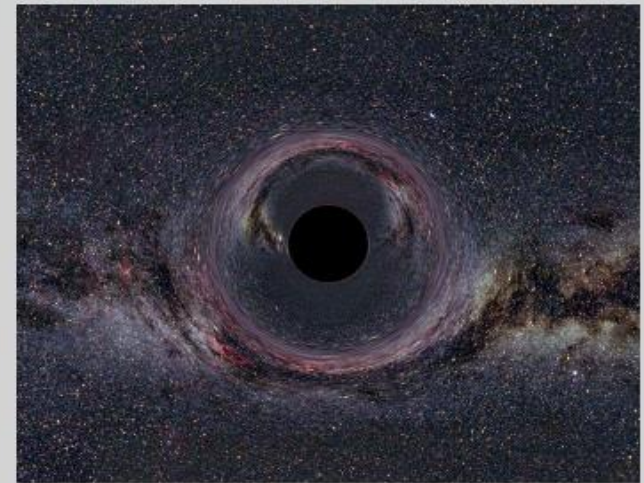
$$m < 1.7 M, \rho \sim 10^{15} \text{ г/см}^3$$

(плотность ядерной материи)
Густина ядерної матерії

Кварковая зірка

(Руйнування нуклонів при високих тисках і температурах)

Чорна діра



$$m \geq 1.7 M, \rho \rightarrow \infty$$

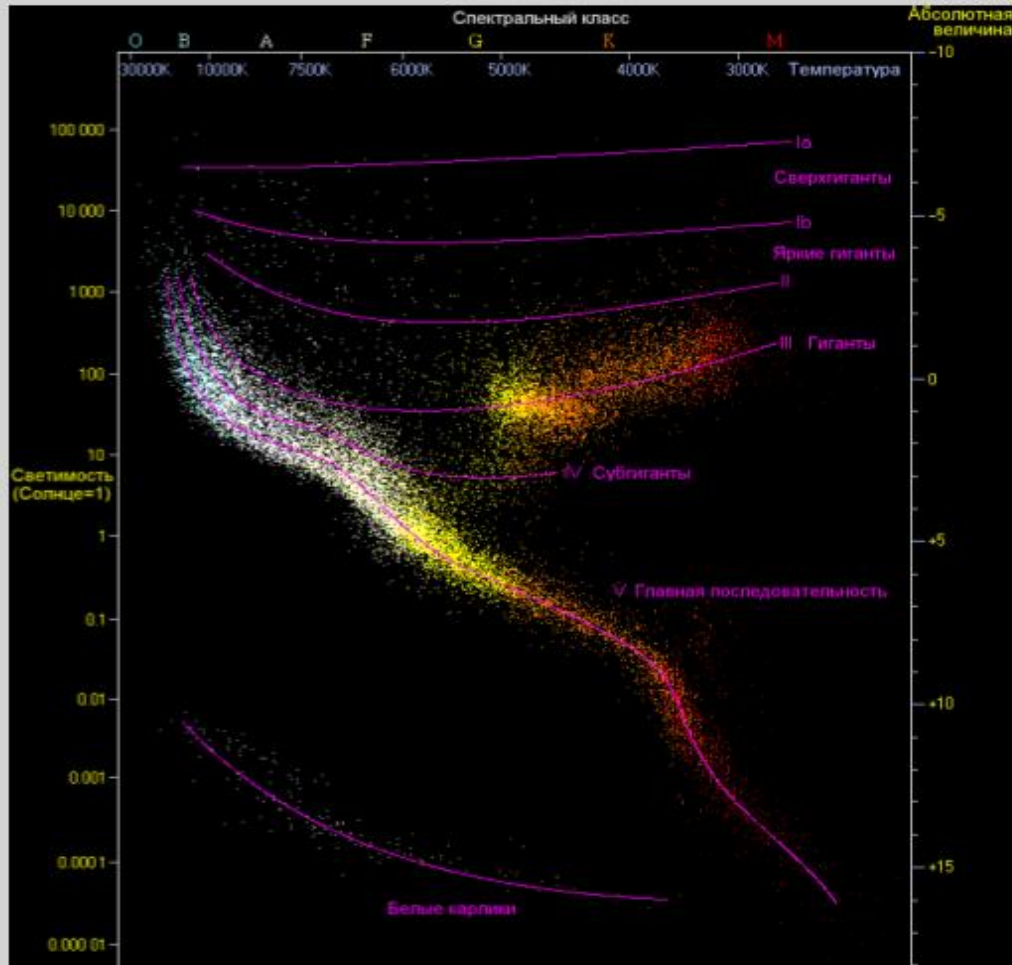
К. Шварцшильд (1916 г.)

$$R = 2Gm / c^2$$

(Чорні діри в основному

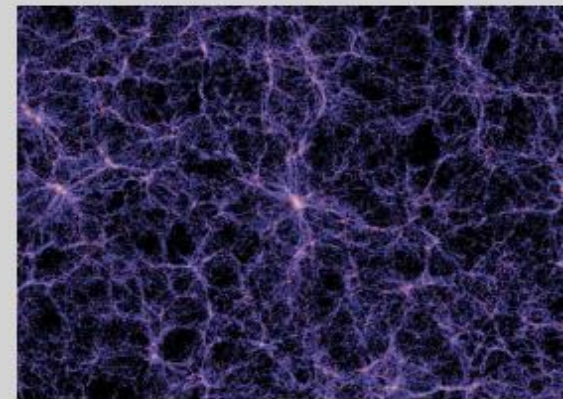
розташовані в центрах галактик)

Зірки й галактики



Туманность Андромеды

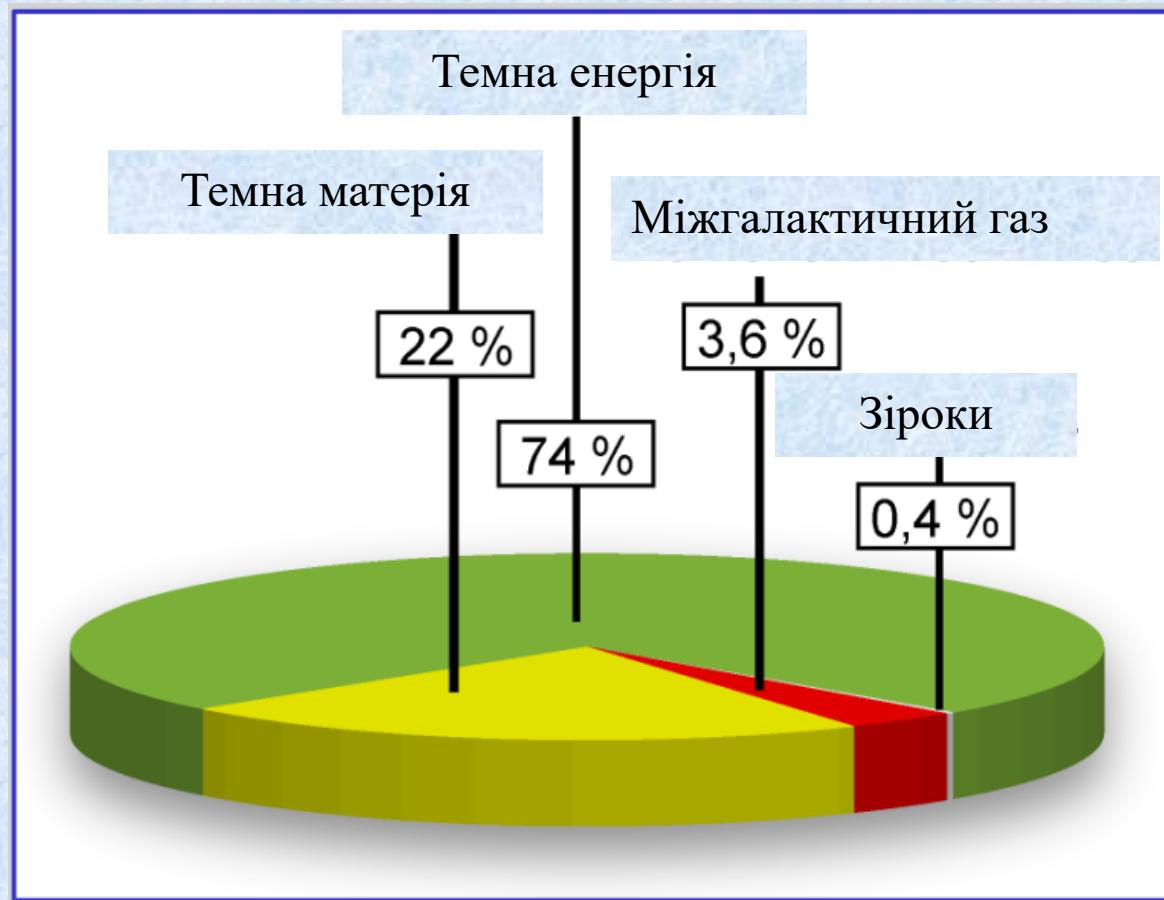
10^{12} звезд, 2.6×10^5 световых лет.



Родильница звезд

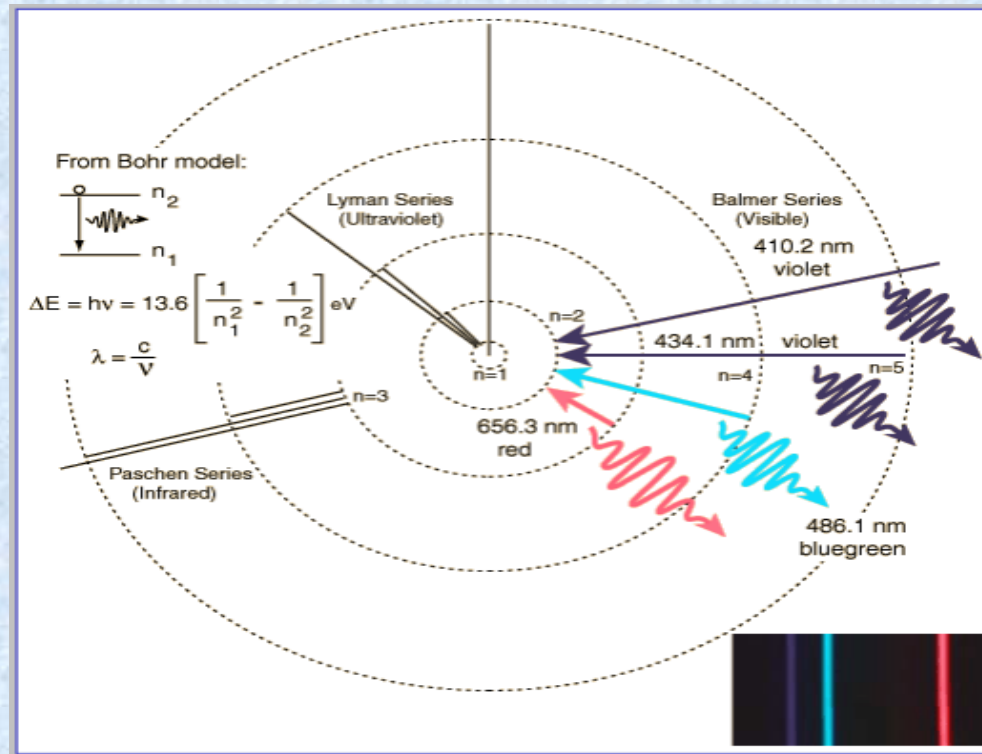
Склад Всесвіту

- Теорія великомасштабної структури Всесвіту передбачає наявність темної матерії, а прискорення її розширення - існування невідомого виду енергії - темної енергії



АТОМ ВОДНЮ

${}^1\text{H}$



Дякую за увагу!