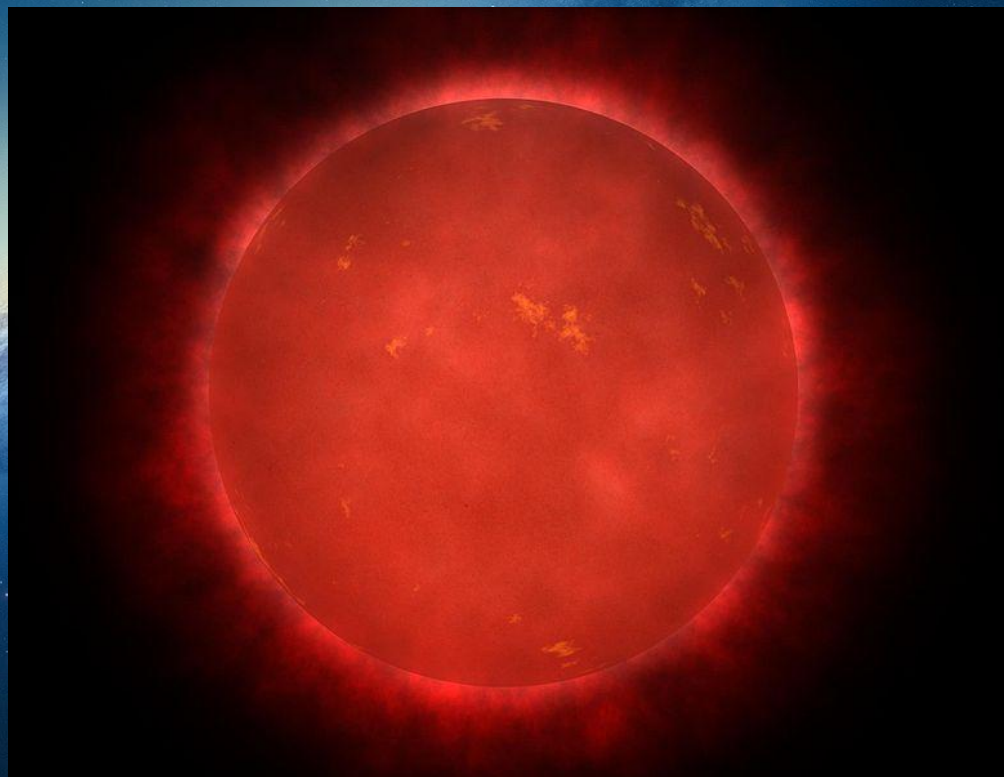
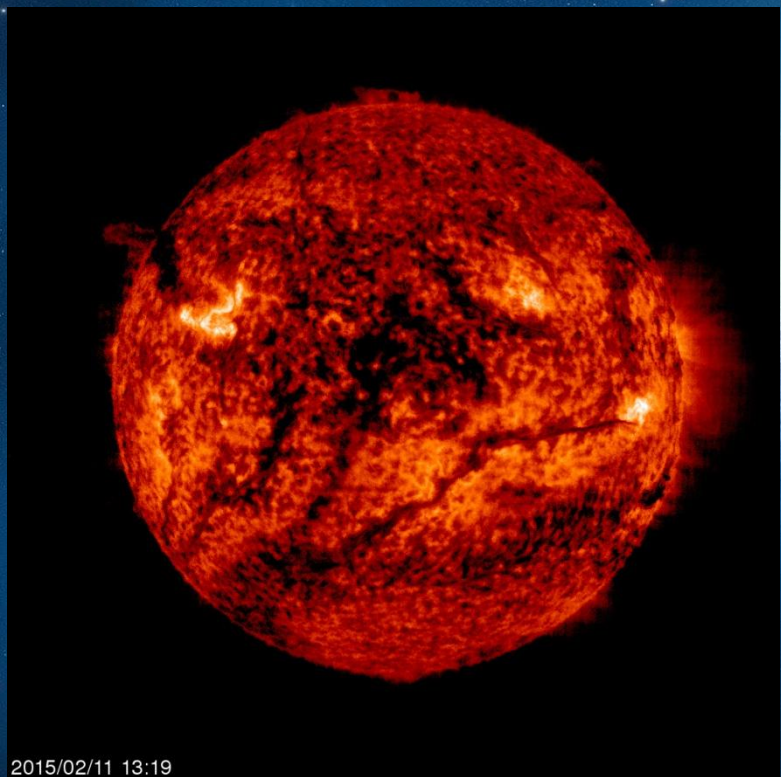
The background is a deep blue space filled with numerous small white stars. A prominent bright star is visible in the upper left quadrant, with a long, faint, white comet-like streak extending from it towards the center. The overall aesthetic is clean and scientific, with a monochromatic blue color scheme for the text and background.

ЗОРІ ТА ЇХ
КЛАСИФІКАЦІЯ,
ЗВИЧАЙНІ ЗОРІ.
ЕВОЛЮЦІЯ ЗІР.

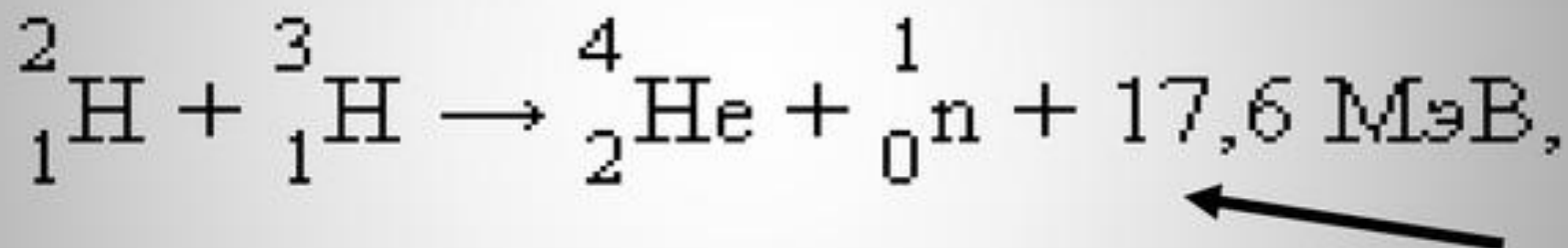
Зорі. Еволюція зір

Зорі - основні об'єкти Всесвіту. Основні характеристики зір: температура, світність, радіус, маса, їх взаємозв'язок. Подвійні зорі. Фізично змінні зорі

Зірка – (грец. *asteres*) – велетенське розжарене, самосвітне небесне тіло, у надрах якого відбуваються термоядерні реакції.



Термоядерна реакція - реакція злиття легких ядер при дуже високій температурі, що супроводжується виділенням енергії



Енергетично дуже вигідна!!!



Наша Галактика містить близько 3×10^{11} зірок, а її загальна маса становить близько 3×10^{12} мас Сонця.

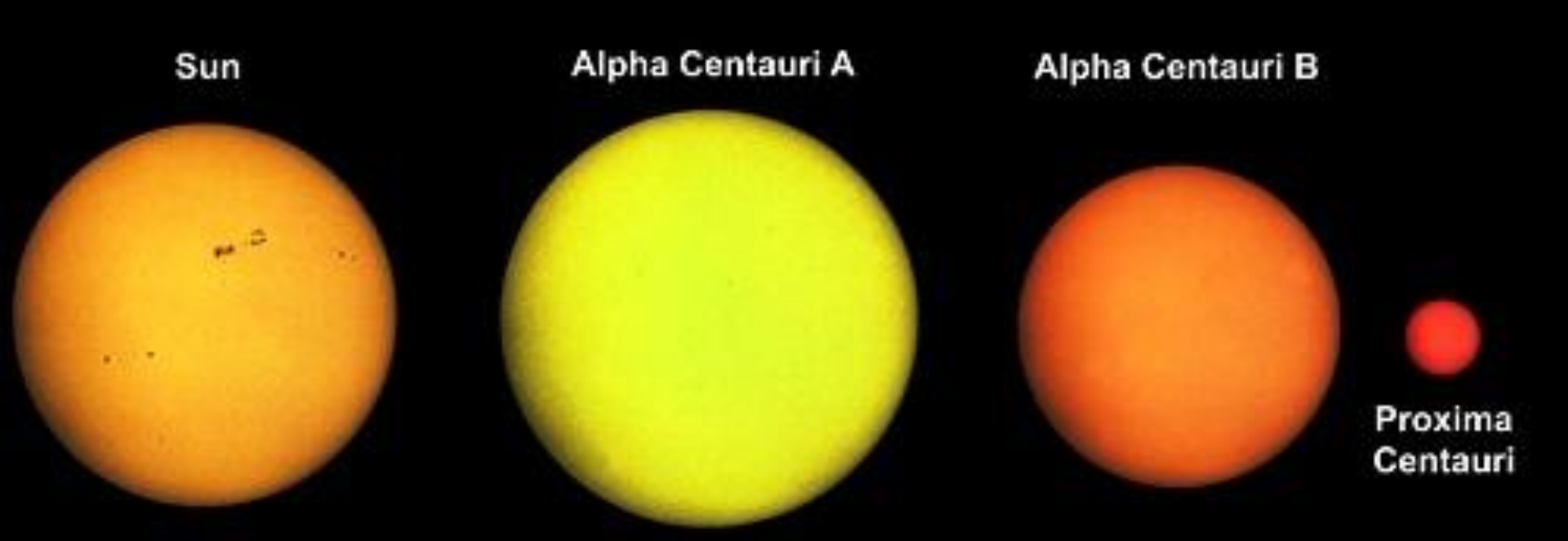


Sun

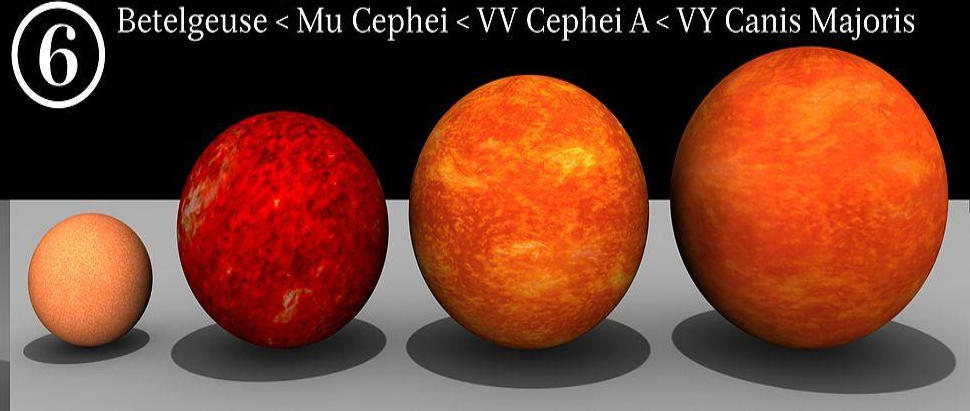
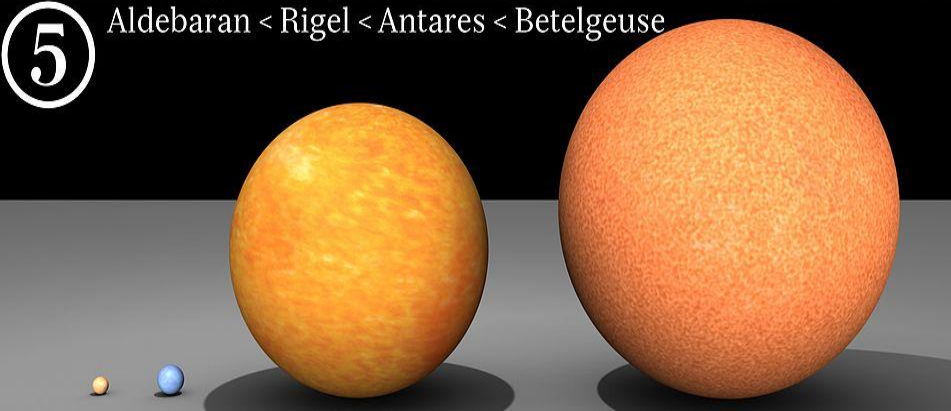
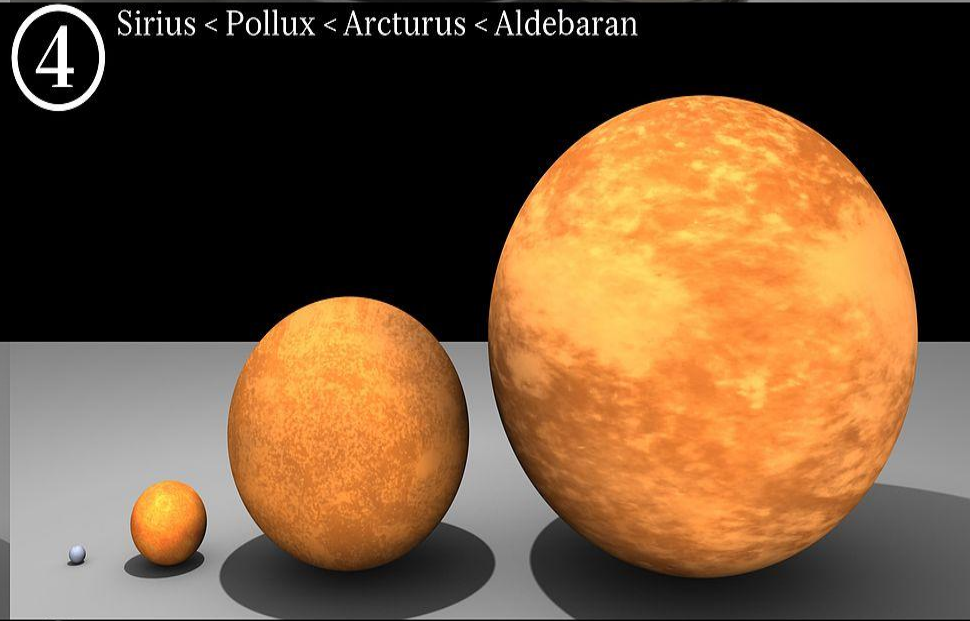
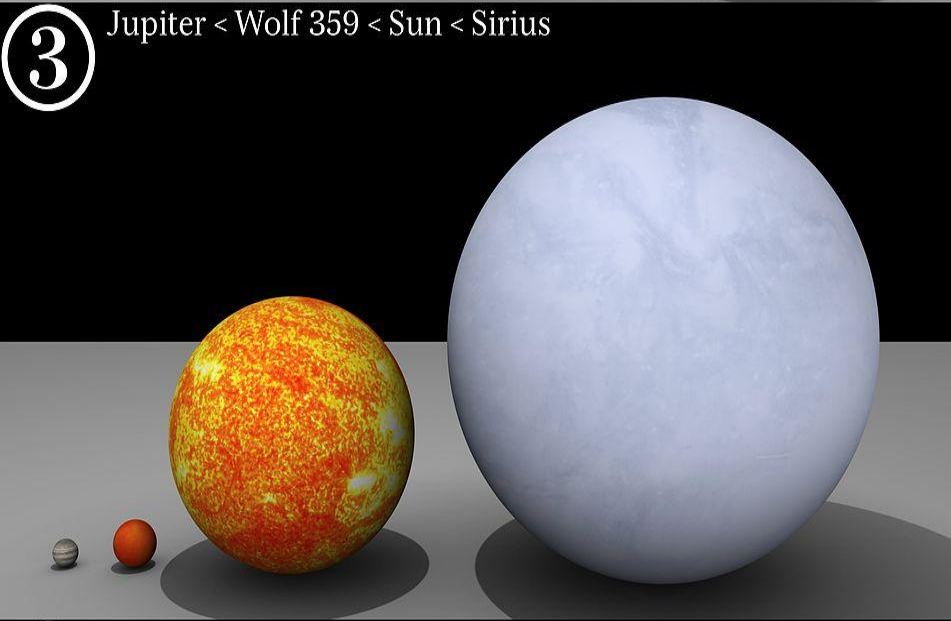
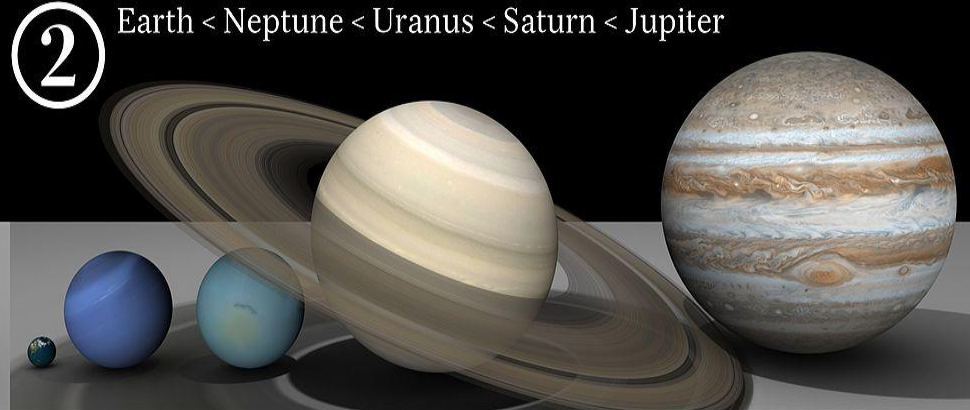
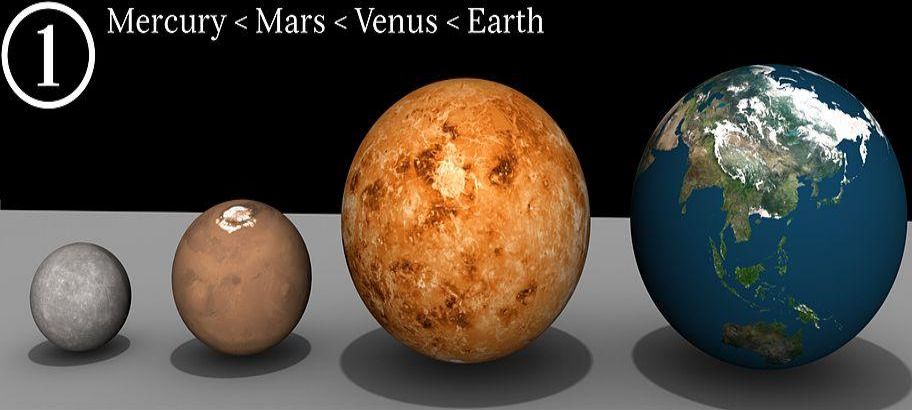
Alpha Centauri A

Alpha Centauri B

Proxima Centauri

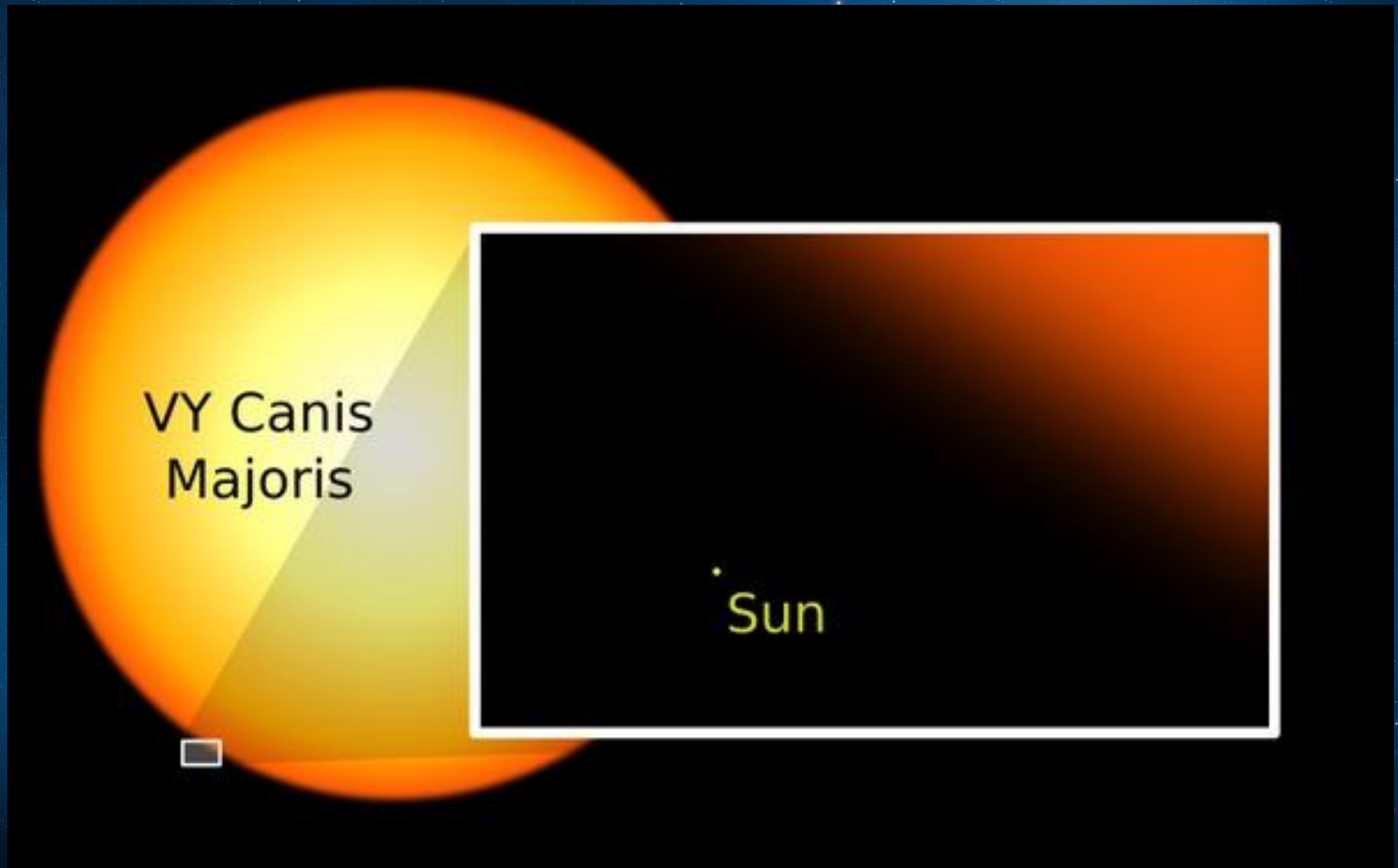


□ **Альфа Центавра (Толіман)** – найближча до Сонця зоряна система (4,35 світлових років), що складається з трьох зірок Альфа Центавра А, Альфа Центавра В та Альфа Центавра С (*Проксима Центавра*).



Найбільша зірка в нашій Галактиці

VY Великого Пса (лат. VY Canis Majoris, VY CMa)

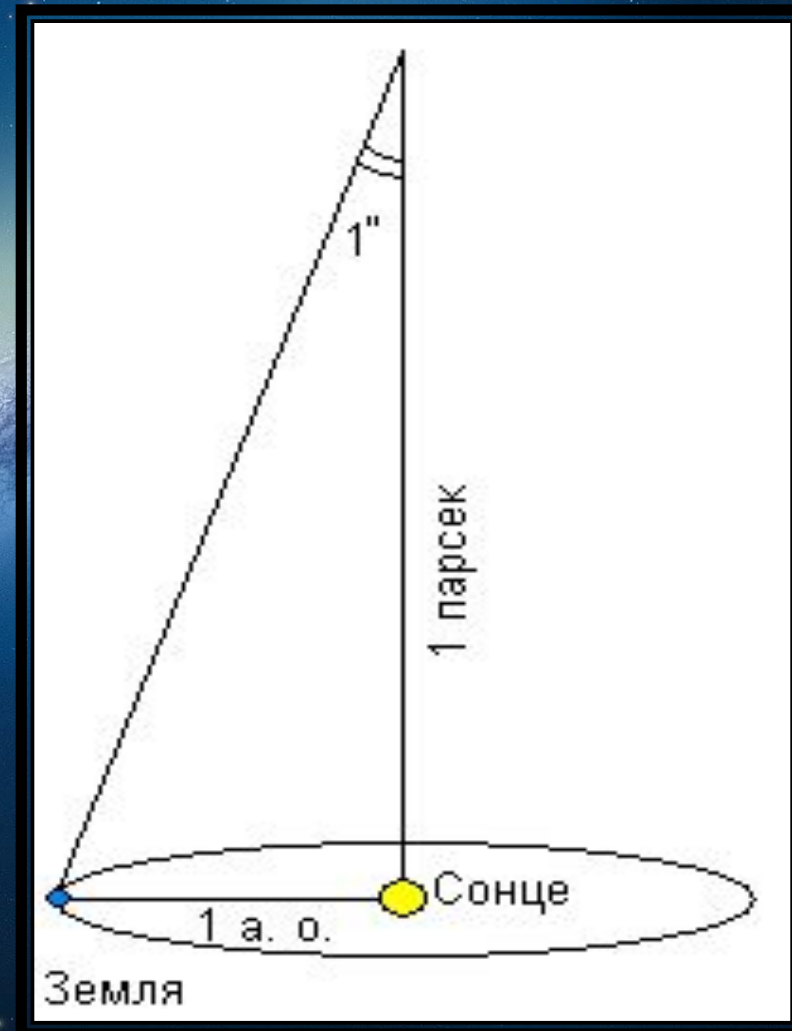


Вимірювання відстаней до найближчих зір

Річним паралаксом зорі π називається кут, під яким із зорі можна було б бачити велику піввісь земної орбіти, перпендикулярну до променя зору.

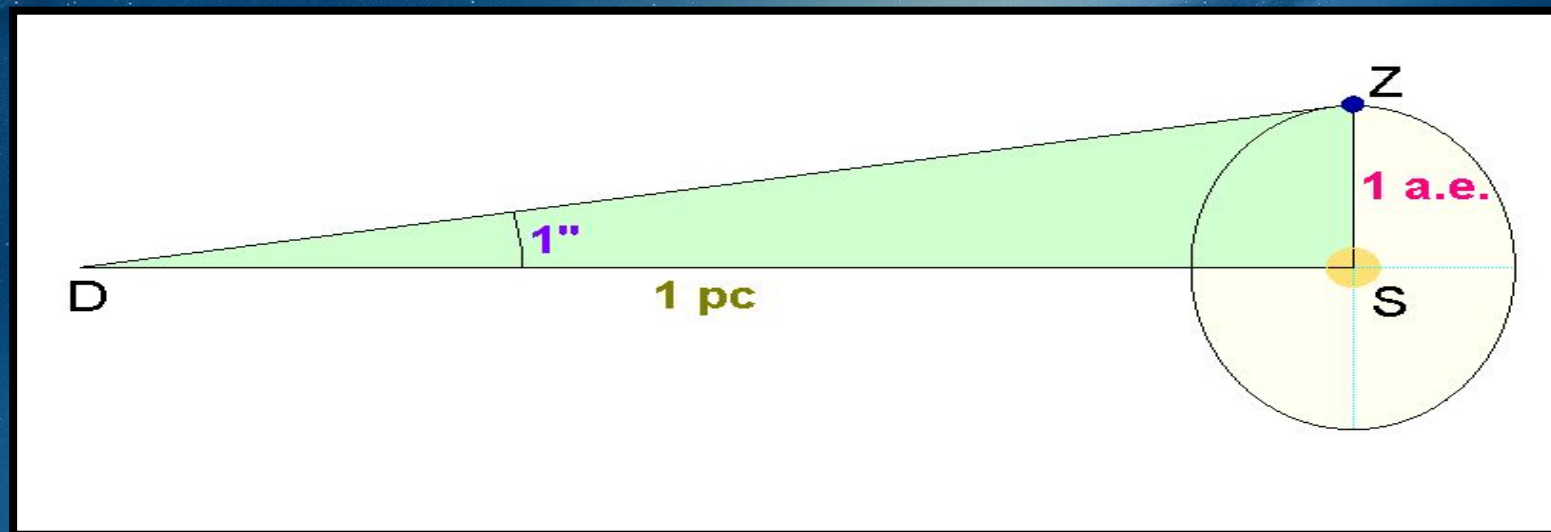
$$r = \frac{206265}{\pi} \text{ (a.o.)}$$

Вимірюють π у кутових секундах.



Парсек – особлива одиниця вимірювання відстаней в астрономії.

$1 \text{ Пк} = 206265 \text{ а.о.} = 30 \text{ трлн. км}$



Зоря, яка перебуває на відстані 1 пк, має паралакс рівний 1''.

Світловий рік – позасистемна одиниця вимірювання довжини, що дорівнює відстані, яку проходить світло за один рік.

$$1 \text{ св.р.} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м} = 0,307 \text{ Пк}$$

Тоді

$$1 \text{ Пк} = 3,26 \text{ св.р.}$$



Відстань до найближчих зір

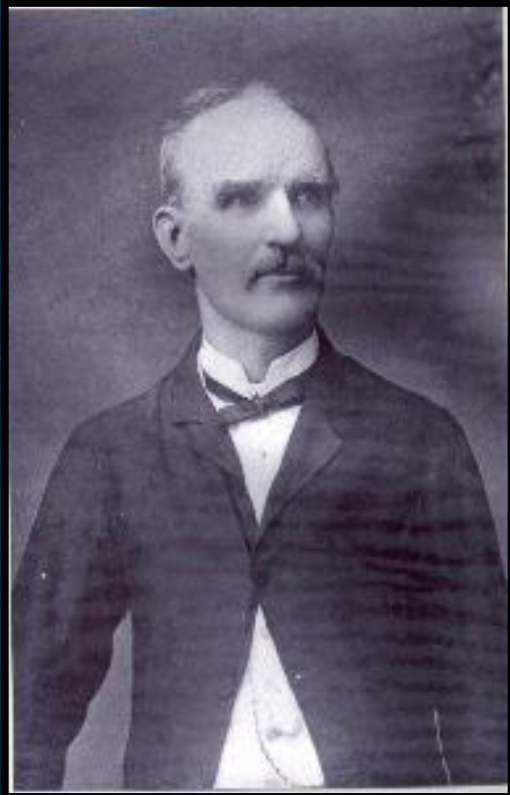
	<u>Зоря</u>	<u>Відстань</u>	
		<u>Св.р.</u>	<u>пк</u>
1.	Проксима	4,2	1,3
2.	Барнарда	5,9	1,8
3.	Вольф 359	7,5	2,4
4.	Сиріус	8,8	2,6
5.	Росс 154	9,5	2,9
6.	Ерідана	11,0	3,3
7.	Проціон	11,4	3,5
8.	Альтаїр	16,5	5,1
9.	Вега	26,5	8,1
10.	Арктур	36,0	11,0
11.	Капелла	45,0	13,8

Зоряна величина



- Зір до 6-ї зоряної величини налічується близько 6000, до 11-ї зоряної величини **приблизно мільйон**, а до 21-ї зоряної величини їх на всьому небі близько **2 млрд**.

Видима зоряна величина m – (англ. *Magnitude*) – безрозмірна величина, що характеризує блиск небесного тіла з погляду земного спостерігача. Чим яскравіший об'єкт, тим менша його зоряна величина.



1836 року Норман Погсон формалізував шкалу зоряних величин, встановивши, що зірка першої величини рівно у **100** разів яскравіша за зірку шостої величини. Різниця в одну зоряну величину відповідає зміні інтенсивності світла в $\approx 2,512$ раз.

$$m_1 - m_2 = -2.51 \lg \left(\frac{E_1}{E_2} \right)$$

Видимі та абсолютні зоряні величини

деяких зір

<u>Зоря</u>	<u>m</u>	<u>M</u>
Сонце	-26,7	+4,8
Сиріус	-1,6	+1,3
Арктур	-0,1	-0,3
Вега	0	+0,5
Капелла	+0,1	-0,7
Рігель	+0,1	-7,5
Проціон	+0,4	+2,6
Бетельгейзе	+0,4	-6,0
Альтаір	+0,8	+2,2
Денеб	+1,3	-7,4

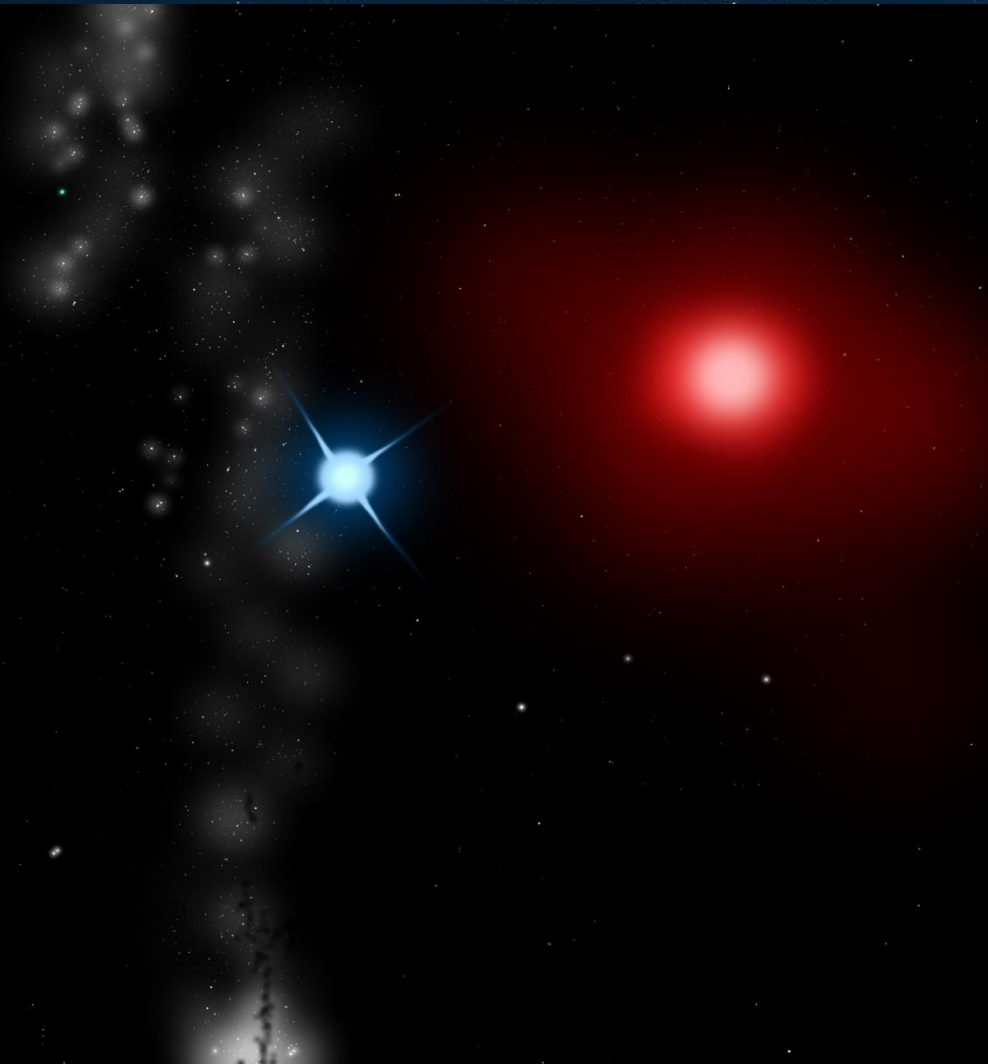
Формула Погсона

$$\frac{E_1}{E_2} = 10^{0,4(m_2 - m_1)}$$

Основні характеристики зір

- **Абсолютна зоряна величина M** визначає яскравість, яку мала б зоря на стандартній відстані 10 пк.
- **Світність** зорі визначає потужність випромінювання зорі.
- **За одиницю світності** приймається потужність випромінювання Сонця $4 \cdot 10^{26}$ Вт.
- Якщо відома відстань до зорі r в парсеках та її видима зоряна величина m , то абсолютну зоряну величину M можна визначити за допомогою такої формули:

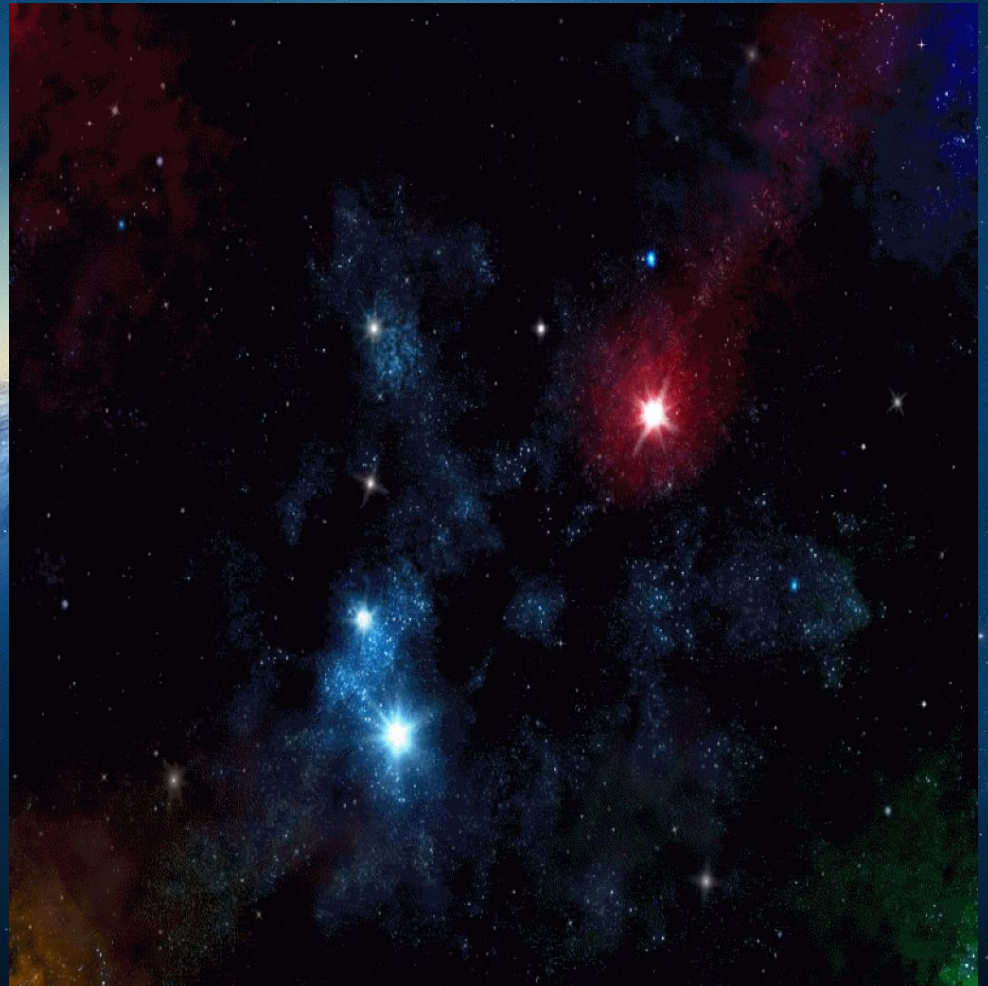
$$M = m + 5 - 5 \lg r$$



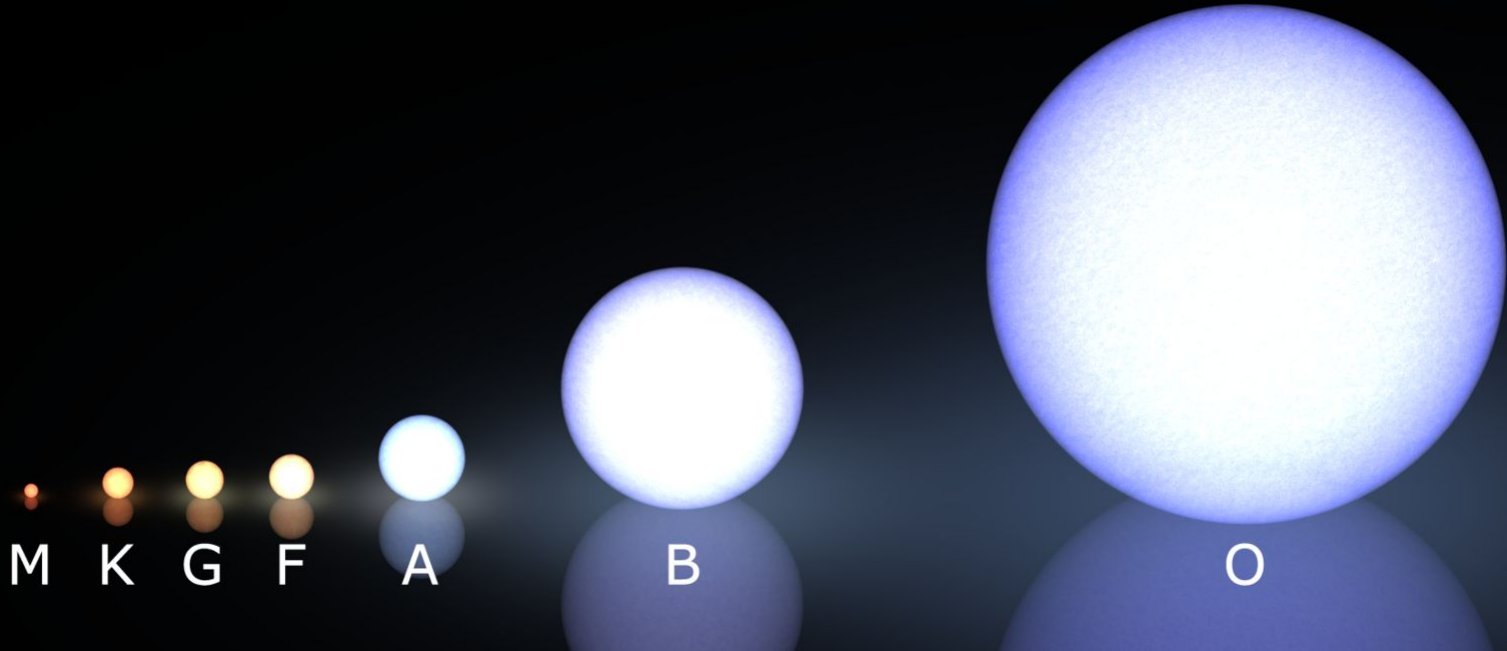
Світність L деяких зір

Зоря	L
• Сонце	1
• Денеб	90000
• Рігель	70000
• Бетельгейзе	25 000
• Полярна	17600
• Капелла	150
• Арктур	102
• Вега	54
• Сиріус	23
• Альтаїр	10

Температуру зорі визначають за законами випромінювання. Найпростішим методом вимірювання температури є визначення її кольору.



Йєркська спектральна класифікація Моргана-Кінана (двовимірна)

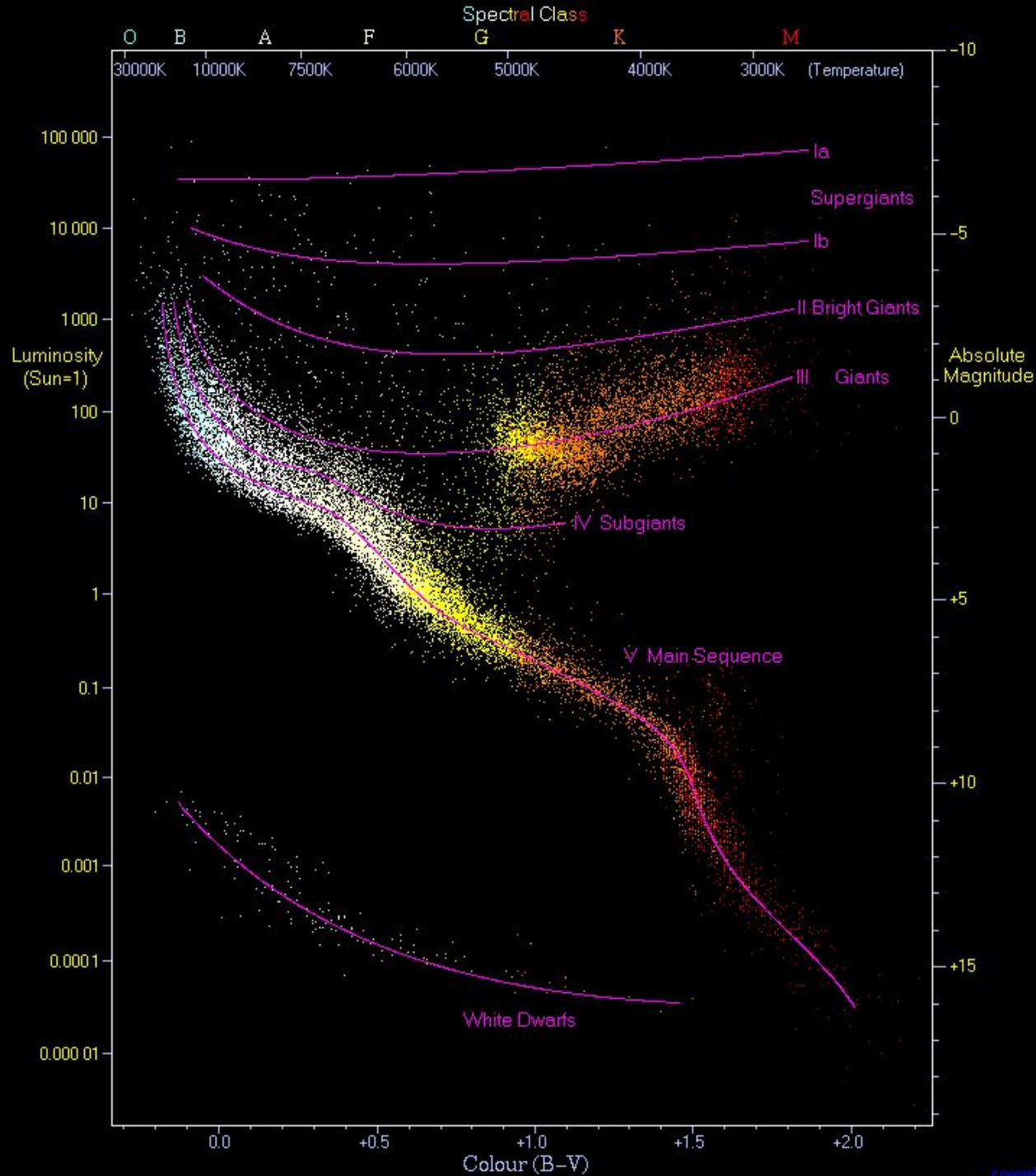


Позначення	Клас світності
0 (або Ia+)	<u>Гіпергіганти</u>
Ia	Яскраві надгіганти
Ib	Надгіганти
II	Яскраві гіганти
III	Гіганти
IV	<u>Субгіганти</u>
V	Зорі головної послідовності
VI	<u>Субкарлики</u>
VII	Білі карлики

Класи світності



Наше Сонце належить до спектрального класу **G2V** й відповідно є зорею головної послідовності.



Діаграма Герцшпрунга-Рессела

Зорі на діаграмі розташовуються у певних послідовностях:

- ГОЛОВНА послідовність,
- надгіганти, яскраві і слабкі гіганти,
- субгіганти,
- субкарлики та білі карлики.

Клас ◆	Температура, К ◆	Справжній колір ◆	Видимий колір ◆
O	30 000—60 000	блакитний	блакитний
B	10 000—30 000	біло-блакитний	біло-блакитний та білий
A	7500—10 000	білий	білий
F	6000—7500	жовто-білий	білий
G	5000—6000	жовтий	жовтий
K	3500—5000	оранжевий	жовтувато-оранжевий
M	2000—3500	червоний	оранжево-червоний

Основні ознаки ◆

Слабкі лінії нейтрального водню, гелію, іонізованого гелію, багаторазово іонізованих Si, C, N, A.

Лінії поглинання гелію та водню. Слабкі лінії H і K Ca II.

Сильна бальмерівська серія, лінії H і K Ca II посилюються до класу F. Також ближче до класу F починають з'являтися лінії металів.

Сильні лінії H і K Ca II, лінії металів. Лінії водню починають слабнути. З'являється лінія Ca I. З'являється та посилюється смуга G, утворена лініями Fe, Ca і Ti.

Лінії H і K Ca II інтенсивні. Лінії Ca I та чисельні лінії металів. Лінії водню продовжують слабнути. З'являються смуги молекул CH і CN.

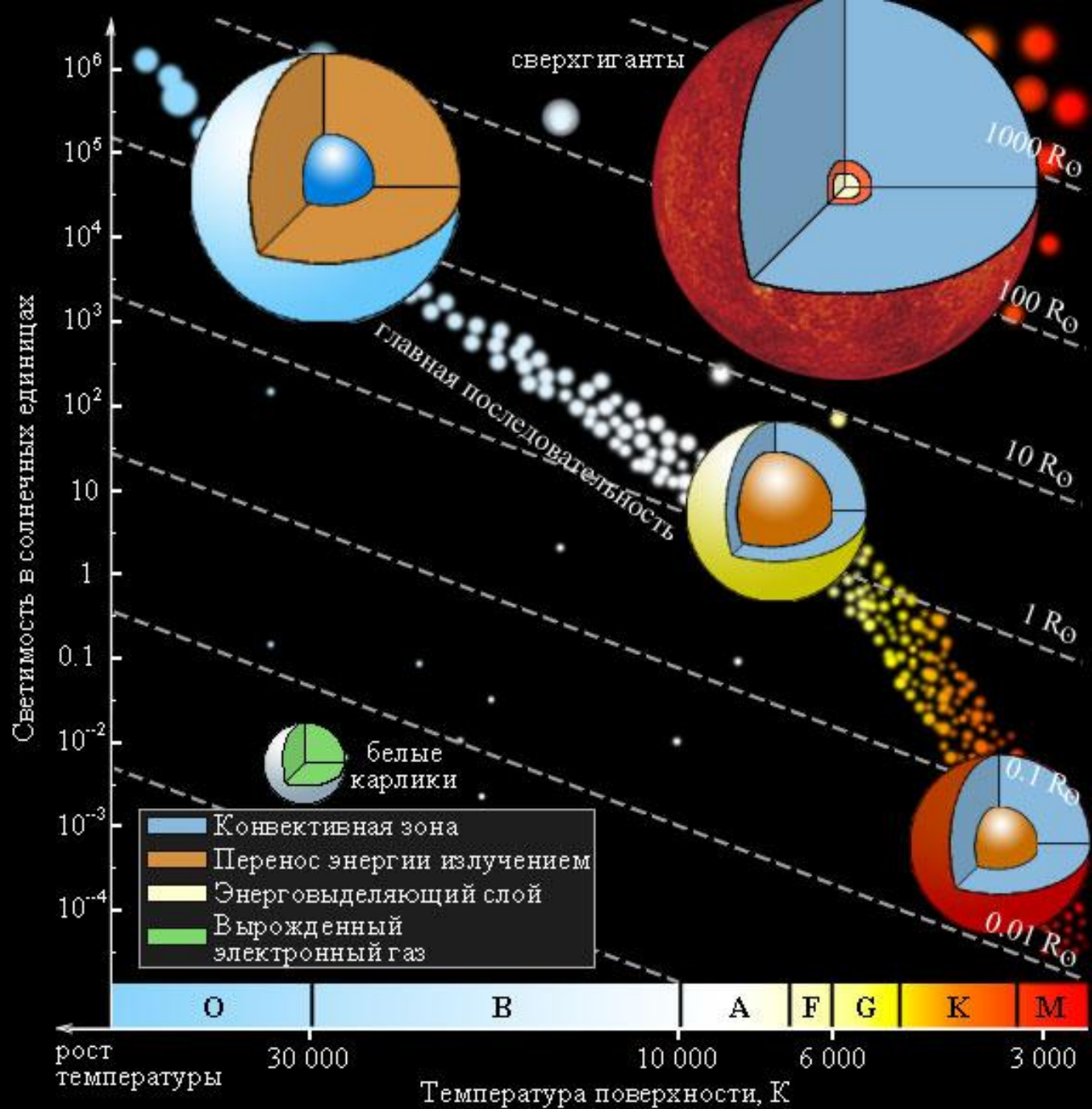
Лінії металів та смуга G інтенсивні. Лінії водню майже непомітні. З'являються смуги поглинання TiO.

Інтенсивні смуги TiO та інших молекул. Смуга G слабне. Все ще помітні лінії металів.



ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ СОНЦЯ

Масштаб і корьори умовні. Часова шкала у мільярдах років (приблизно)



Визначити густину зорі, якщо її
маса $4 \cdot 10^{10}$ кг, радіус $3 \cdot 10^6$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Так як це об'єм лише півкулі, збільшуємо результат в два рази, звідки отримуємо, що об'єм кулі дорівнює:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

Теми для доповідей

- **Подвійні зорі**
- **Зоряні скупчення**
- **Нові зорі**
- **Наднові зорі**
- **Нейтронні зорі**
- **Чорні діри**