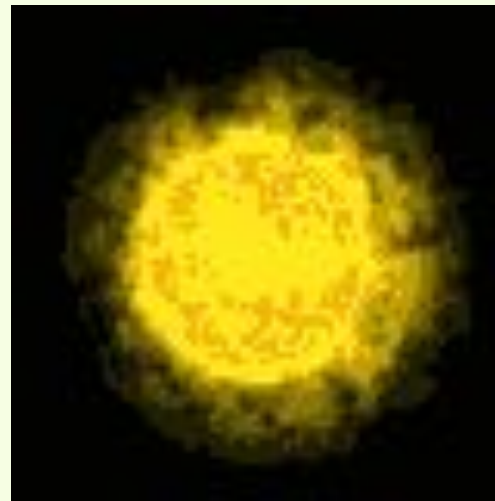


# Зорі та їх класифікація. Подвійні зорі.

---

Дишкант Олександр

5 –Б клас



# Сьогодні на уроці

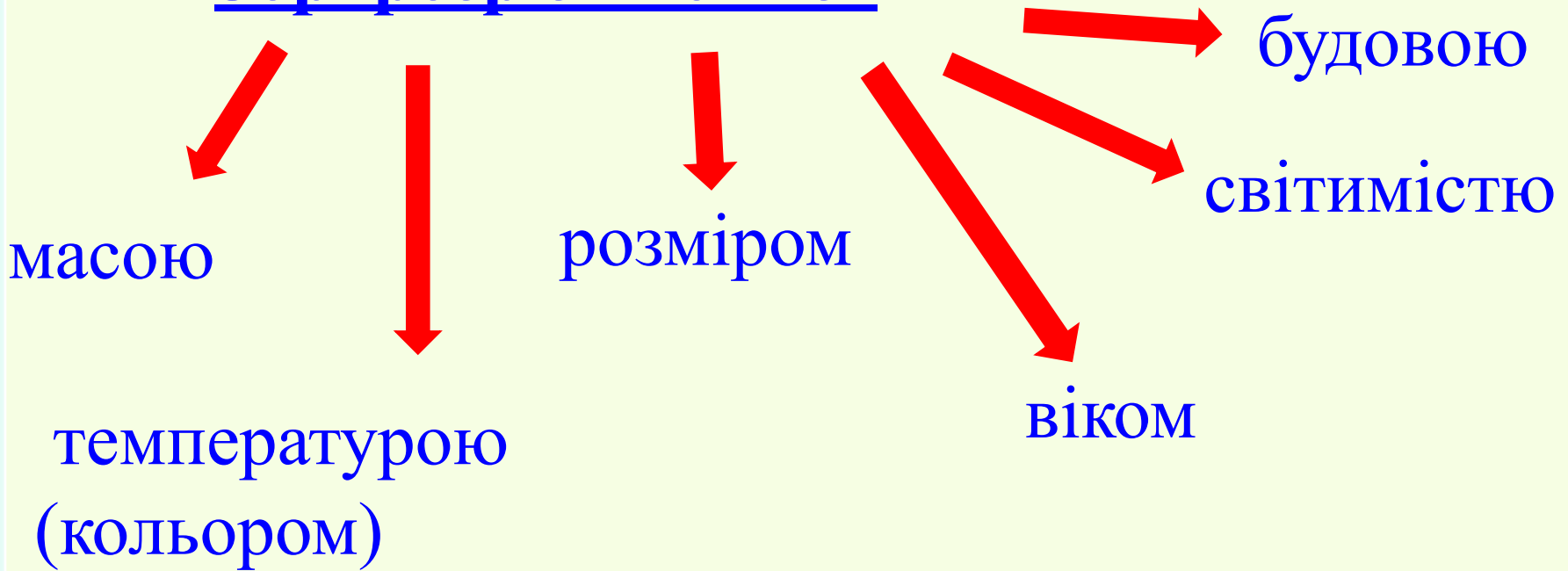
---

- Розглянемо, як вимірюються відстані до зір
- Дізнаємося, що означають зоряні величини
- Довідаємося, як без термометра можна виміряти температуру зорі

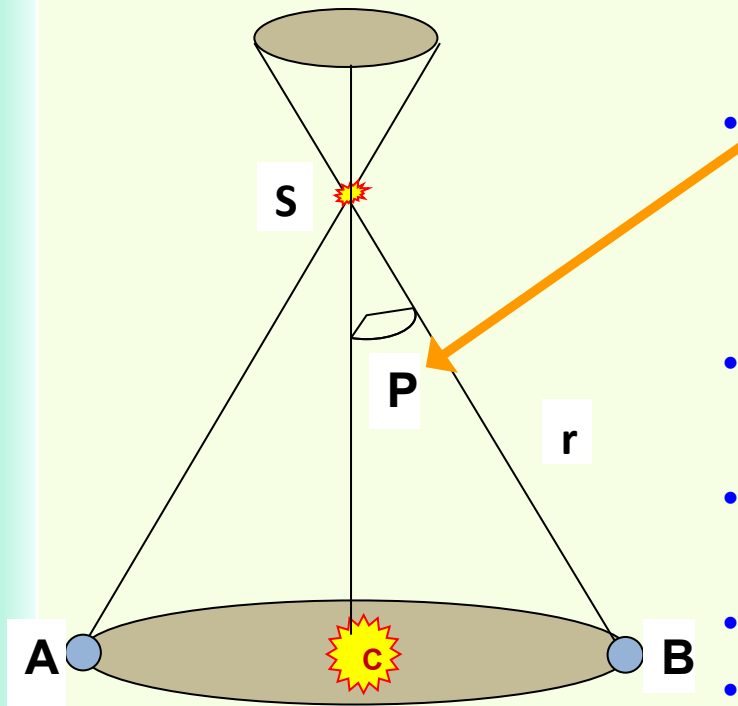
# Фізична природа зір

---

## Зорі розрізняють за



# Вимірювання відстаней до зір



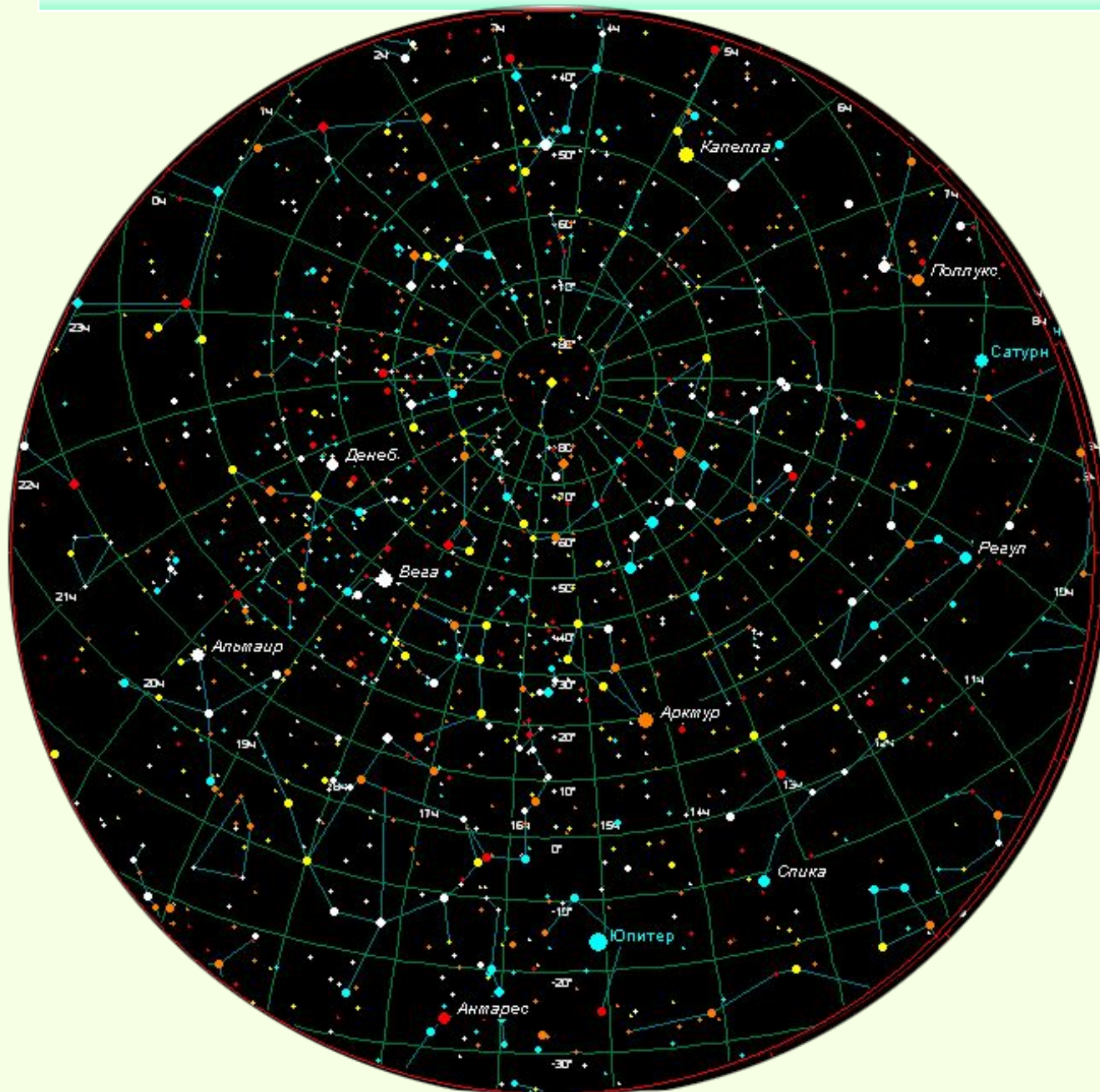
- Для вимірювання відстаней до зір використовують річні паралакси, пов'язані з орбітальним рухом Землі навколо Сонця.
- Річний паралакс  $P$  визначає кут, під яким було б видно велику піввісь земної орбіти (1 а.о.) в перпендикулярному до променя зору напрямку.
- Відстань визначимо з трикутника  $CSB$ :  
$$r = \frac{BC}{\sin p} = \frac{1 \text{ а.о.}}{\sin p}$$
- Відстань до зір вимірюють у світлових роках або в парсеках для якої  $p = 1''$
- $1 \text{ ПК} = \frac{1 \text{ а.о.}}{\sin 1''} = 206265 \text{ а.о.} \approx 3,08 \cdot 10^{13} \text{ км}$
- $1 \text{ ПК} \approx 3,26 \text{ св. року}$
- Якщо річний паралакс вимірюється кутовими секундами, то відстань до зір у парсеках:

$$r \approx \frac{1}{p''} \text{ ПК}$$

# Видимі зоряні величини

- Термін “зоряна величина” для визначення яскравості зір увів грецький астроном Гіпарх у II ст. до н.е.
- Самі яскраві зорі - зорі 1 величини, а 6 зоряна величина – слабо видимі
- У XIX ст. англійський астроном Н. Погсон (1829-1891) доповнив визначення ще однією умовою: *зорі першої зоряної величини мають бути у 100 разів яскравіші за зорі шостої величини.*
- $m$  – *видима зоряна величина*
- Для будь-яких двох зоряних величин  $m_1$ ,  $m_2$  буде справедливе таке відношення їх яскравості
- $\frac{E_1}{E_2} = 10^{0,4(m_2-m_1)}$  - (1) Формула Погсона
- $m$  - визначає кількість світла, що потрапляє від зорі до нашого ока. Найслабкіші зорі, які ще можна побачити неозброєним оком, мають  $m = +6^m$
- Яскравість  $E$  – визначає освітленість, яку зорі створюють на поверхні Землі (люкс). Якщо різниця зоряних величин двох світил дорівнює 1, то відношення блиску  $\approx 2,512$

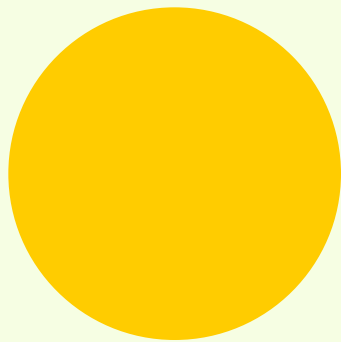
# Колір і температура зір



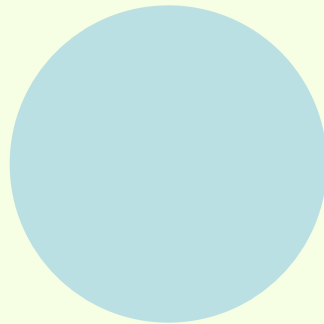
# Колір і температура зір

---

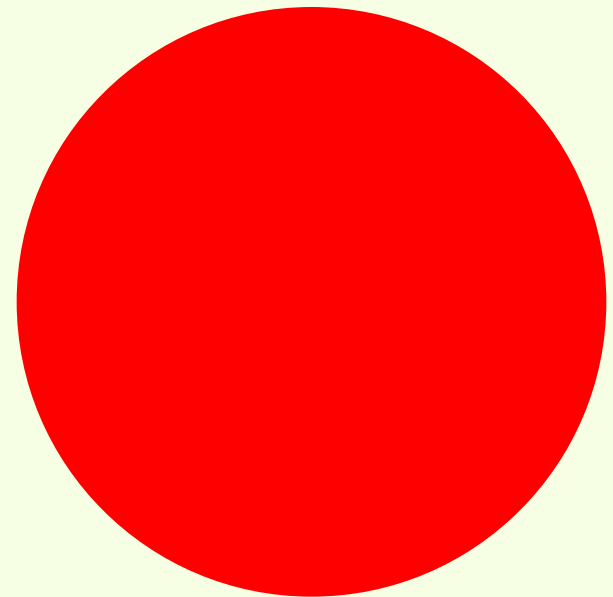
Зорі мають самі різні кольори  
У Арктура помаранчевий колір,  
Рігель біло-голубий,  
Антарес яскраво - червоний.



Арктур

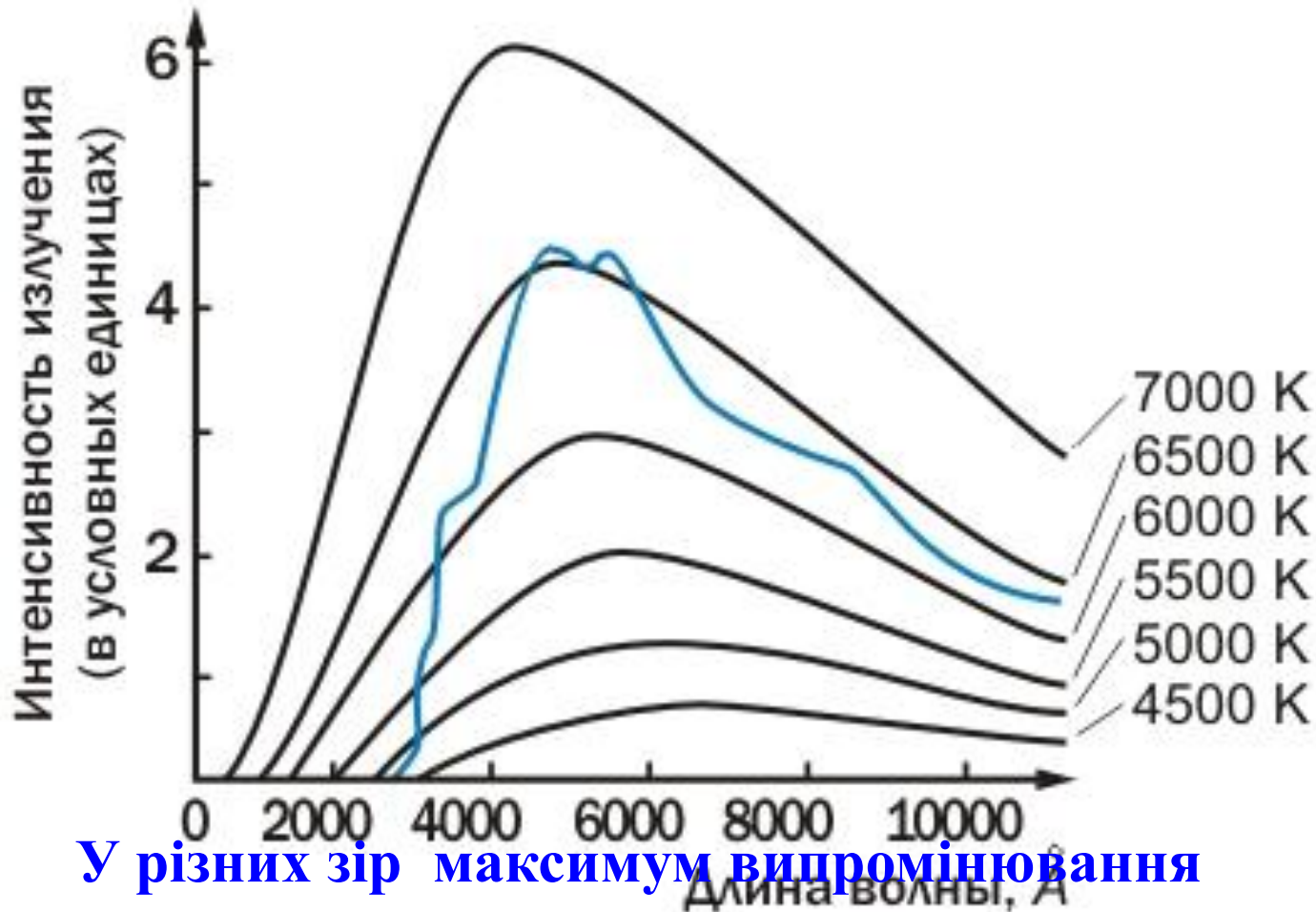


Рігель



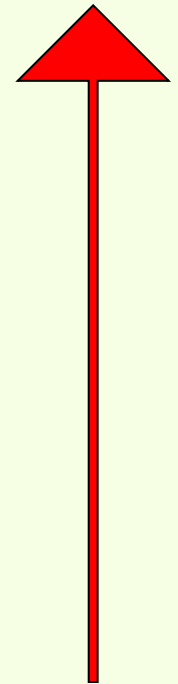
Антарес

# Колір і температура зір



У різних зір максимум випромінювання приходить на рівні довжини хвиль.

Максимум випромінювання Сонця  $\lambda = 4,7 \times 10^{-7}$  м





# Гарвардська спектральна класифікація зір



---

<b>O</b>	<b>Oh</b>	<b>O</b>
<b>B</b>	<b>Be</b>	<b>будь</b>
<b>A</b>	<b>A</b>	
<b>F</b>	<b>Fine</b>	<b>гарною</b>
<b>G</b>	<b>Girl</b>	<b>дівчинкою</b>
<b>K</b>	<b>Kiss</b>	<b>поцілуй</b>
<b>M</b>	<b>Me</b>	<b>мене</b>

# Гарвардська спектральна класифікація зір



# Гарвардська спектральна класифікація зір

<u>клас</u>	<u>ефективна температура K<sup>0</sup></u>	<u>колір</u>	
<b>O</b>	26000–35000	голубий	
<b>B</b>	12000–25000	біло - голубий	
<b>A</b>	8000–11000	білий	
<b>F</b>	6200–7900	жовто - білий	
<b>G</b>	5000–6100	жовтий	
<b>K</b>	3500–4900	оранжевий	
<b>M</b>	2600–3400	червоний	

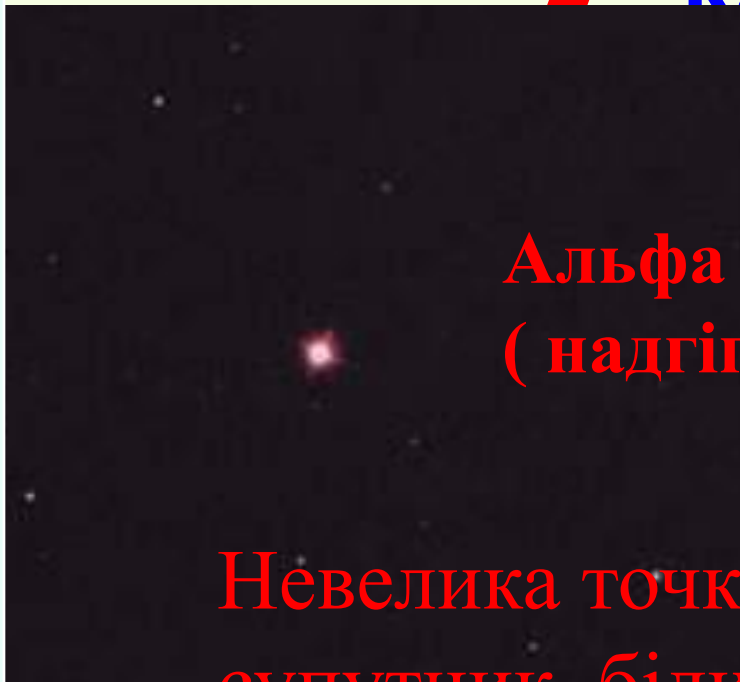
# Розміри зір

## Зорі

Нейтронні

гіганти

карлики



Ал

Альфа Оріона – Бетельгейзе  
(надгігант)



Невелика точка поруч з Сіріусом – його супутник, білий карлик Сіріус В.

# Радіуси зір

- Радіус зорі можна визначити знаючи її світність та температуру

- Закон Стефана- Больцмана:  $Q = \sigma \cdot T^4$

$Q$  – енергія випромінена зорею за 1 с,

$\sigma$  – стала Стефана- Больцмана,

$T^4$  – абсолютна температура поверхні зорі.

- Потужність, що випромінює зоря з радіусом  $R$ , визначається загальною площею її поверхні, тобто:

$$E = 4\pi R^2 \cdot Q = 4\pi R^2 \cdot \sigma \cdot T^4 \quad *$$

- Таке ж співвідношення для енергії, що випромінює Сонце:

$$E_c = 4\pi R_c^2 \cdot \sigma \cdot T_c^4 \quad **$$

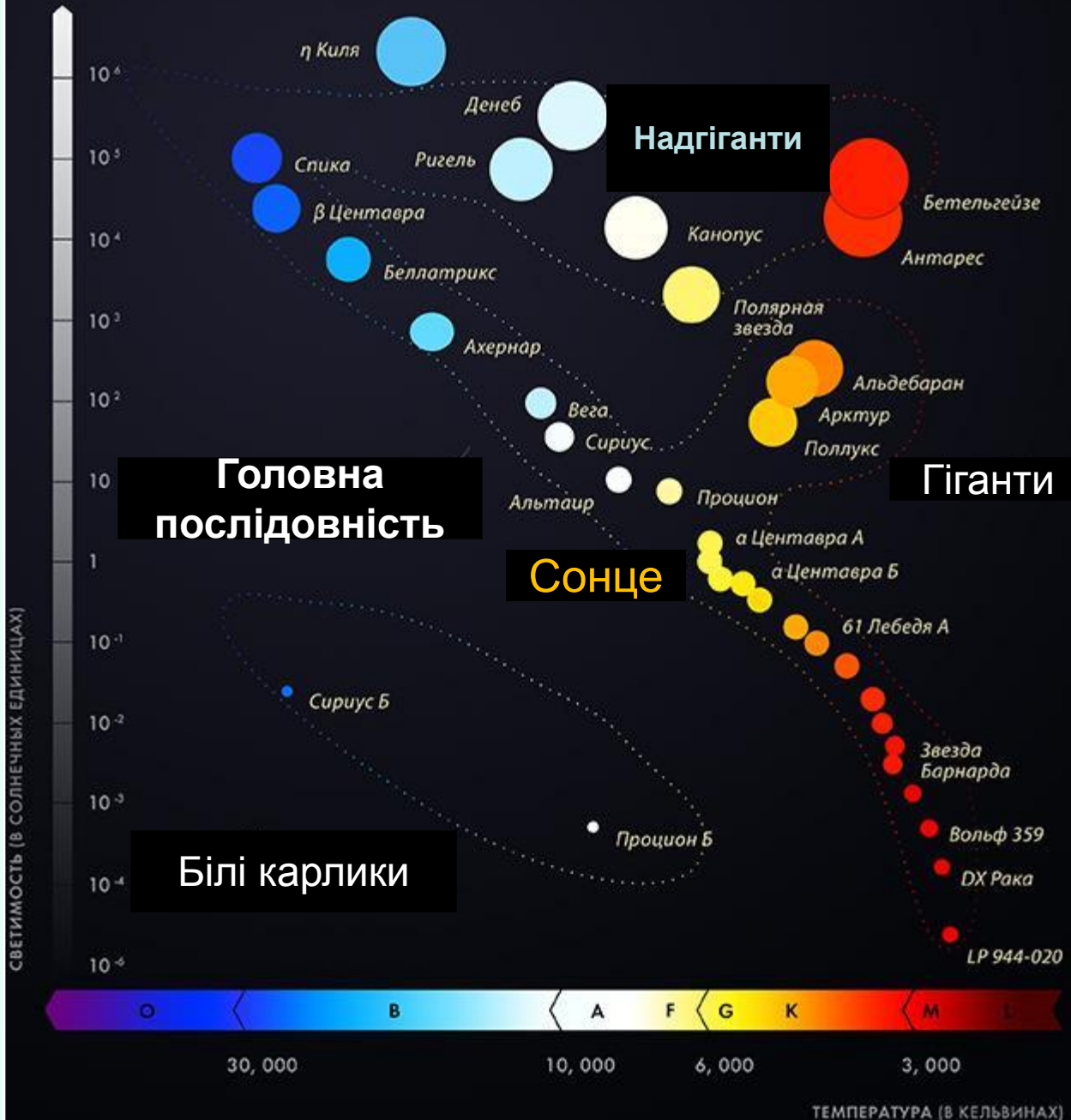
З рівнянь \* та \*\* визначимо невідомий радіус зорі, якщо відомо  $R_c$ ,  $T_c$

$$\frac{R}{R_c} = (L)^{0,5} \frac{T_c^2}{T^2}$$

$L$  – світність зорі в одиницях світності Сонця.

Виявилось, що є зорі у сотні разів більші Сонця, і зорі, що мають радіус менший, ніж радіус Землі.

## Діаграма спектр-світність



- По осі абсцис позначена  $T$  зір,
- по осі ординат – світність.
- Діагональ – головна послідовність зір
- Червоні – холодніші Сонця зорі – нижче;
- Сині – гарячіші Сонця – вище;
- Внизу ліворуч – білі карлики;

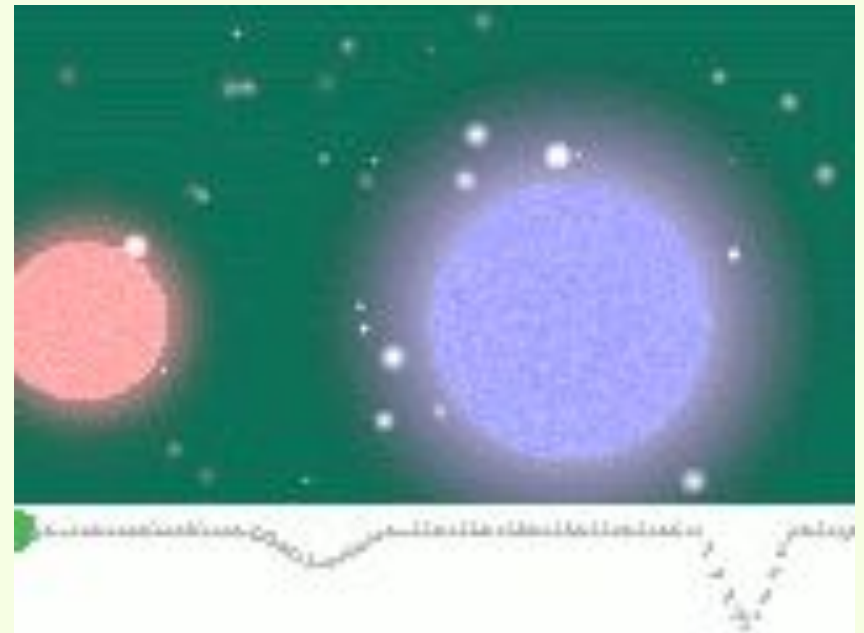
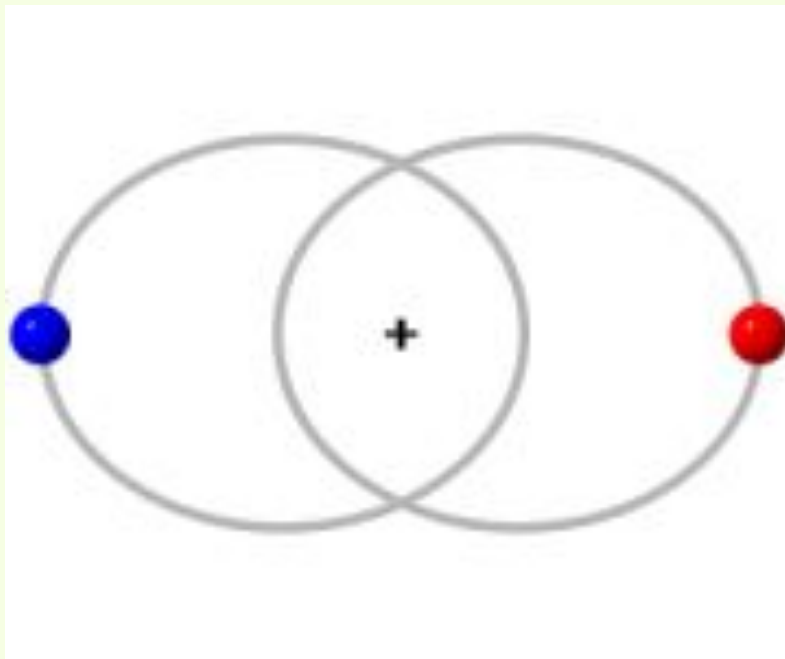
# Типи зір

---

- Сонце належить до середніх зір – має середню температуру і середню світність
- В космосі не знайшли жодної зорі, яку можна вважати копією Сонця
- Чим більша маса зорі, тим більша її світність
- Зорі класу O, B – масивніші за Сонце, а червоні карлики мають масу в десятки разів меншу сонячної
- Білі карлики – зорі, що мають радіус у сотні разів менше сонячного і густину в мільйони разів більшу за щільність води.
- Червоні карлики – зорі, з масою меншою, ніж сонячна, але більшою, ніж у Юпітера. Температура і світність цих зір залишаються сталими протягом десятків мільярдів років.
- Червоні гіганти (клас M) – зорі, що мають температуру 3000 – 4000 K і радіус у десятки разів більший, ніж сонячний. Маса приблизно дорівнює сонячній. Такі зорі знаходяться у нестабільному стані

# Подвійні зорі

- Подвійна зоря — система з двох гравітаційно пов'язані зір, які звертаються навколо спільного центру мас по екліптичних орбітах. Інколи трапляються системи із трьох і більше зірок; у тому загальному разі система називається кратною зіркою.



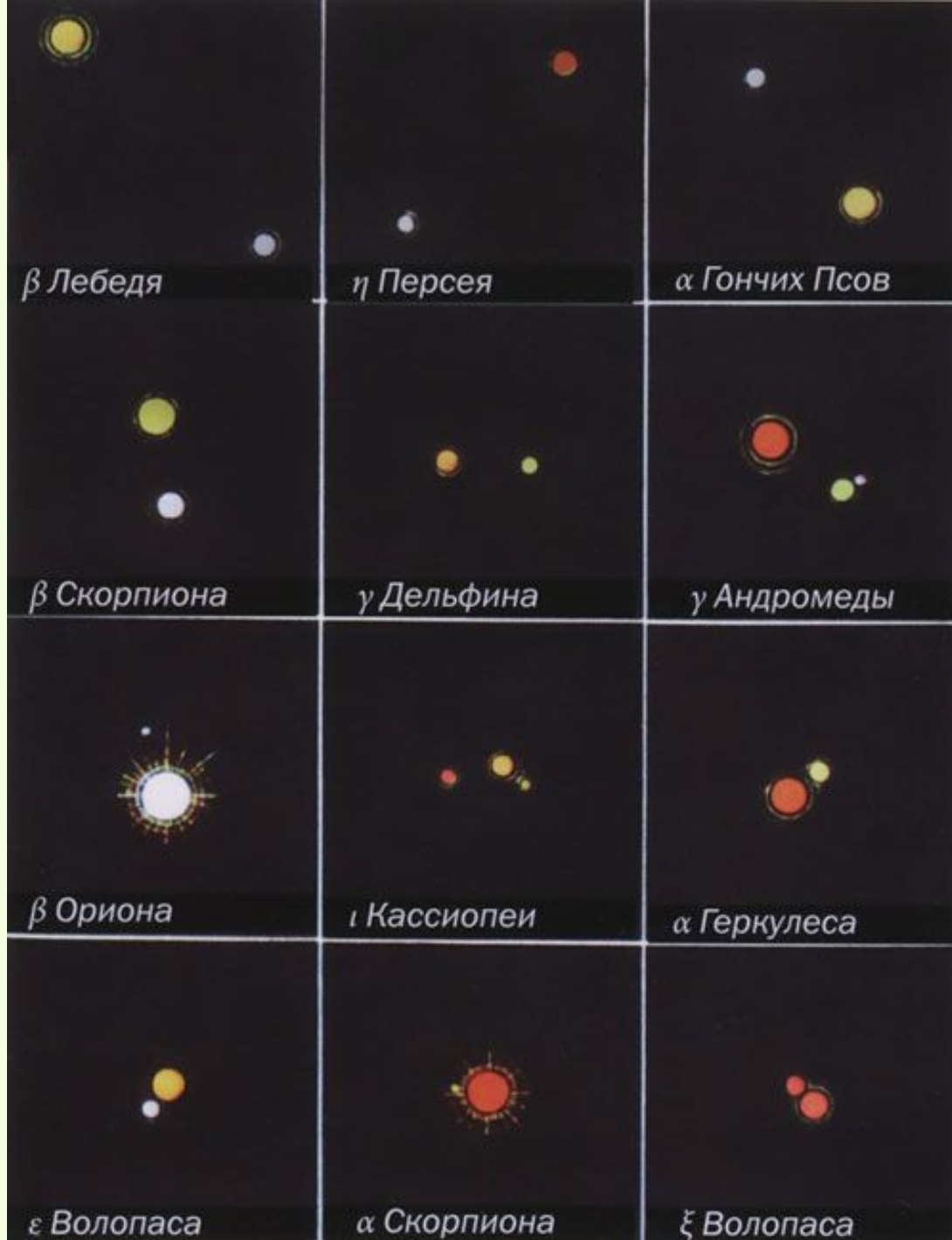


# Види подвійних зір



- ❖ Візуально-подвійні зорі Подвійні зорі, які можна побачити окремо, називають видимими подвійними чи візуально-подвійними.
- ❖ Затемнювано-подвійні зорі Спостерігаються завдяки коливанням блиску, створеними періодичними затьмареннями однієї зірки іншою, це відбувається в тих рідкісних випадках, коли Земля перебуває в одній площині із орбітами зірок.
- ❖ Спектрально-подвійні зорі Спостерігаються завдяки періодичним зсувам спектральних ліній.
- ❖ Оптично подвійні зорі Іноді буває, що дві фізично не пов'язані між собою зірки випадково проектується на дуже близькі одна до одної точки небесної сфери.

# Деякі подвійні зорі



# Висновки

---

- Фізичні характеристики зір: світність, температура, радіус, густина – суттєво різняться між собою
- Між характеристиками зір існує взаємозв'язок, який відображає еволюційних шлях зорі.
- Сонце за своїми параметрами належить до жовтих зір, які перебувають у стані рівноваги і не змінюють своїх розмірів протягом мільярдів років.
- У космосі існують зорі-гіганти, які в тисячі разів більші, ніж Сонце, і зорі-карлики, радіус яких менший, ніж радіус Землі