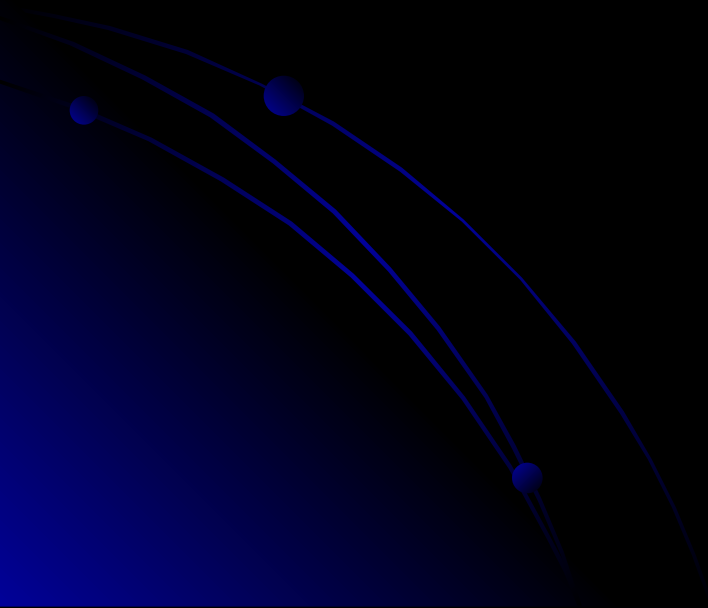
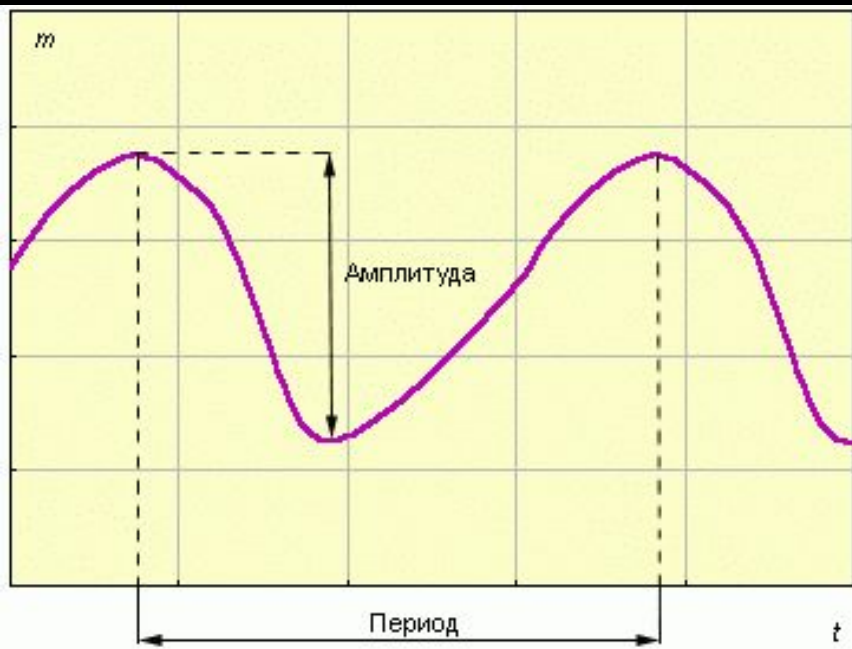


Змінні зорі



Змінні зорі

зорі, що змінюють з часом свій блиск, світність



Перша відкрита в 1596г **Давидом Фабріціусом** (1564-1617, Німеччина). Це о Кита (Мира Кита). Він назвав її Мірою, що означає «чудесна, дивна». Блиск змінюється від 2^m у період мінімуму до 10^m , у максимумі. Середній період змінності Міри Кита 331,6 доби

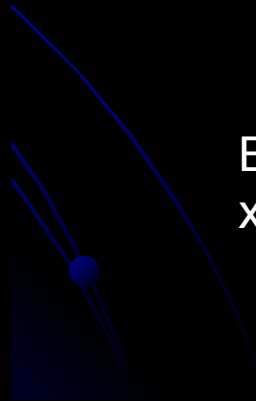
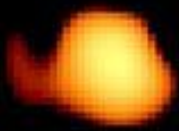
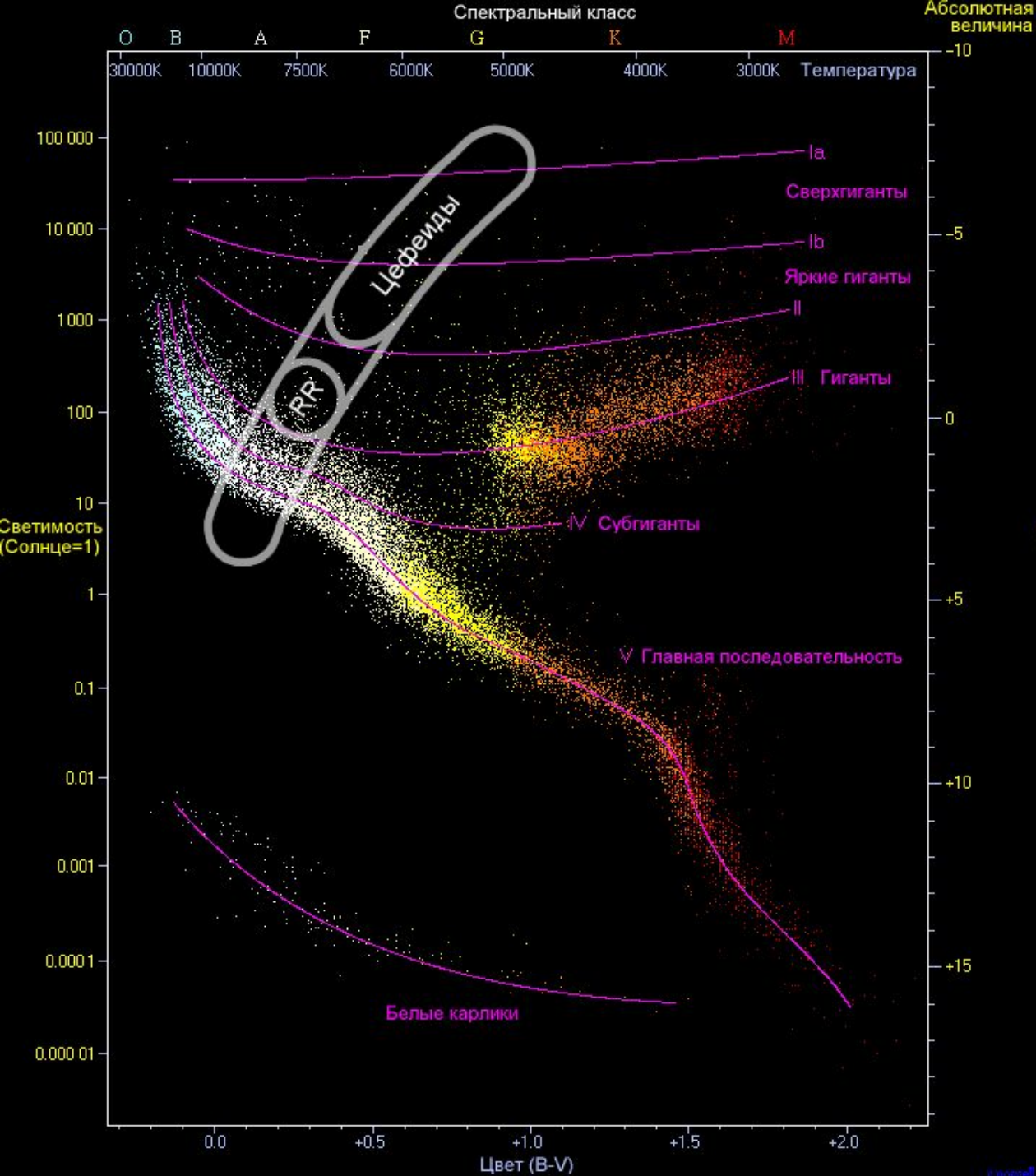


Фото в ультрафіолеті.
Видний крюкоподібний
хвіст, який відходить від
Міри, у напрямку її
компаньйона.

- Змінність зірок характеризується **періодом і амплітудою зміни блиску**, що міняється по різних причинах. Залежно від зміни блиску, зірки діляться на:
 - строго періодичні (**правильні**),
 - з порушенням періодичності (**напівправильні**),
 - хаотично змінюють блиск (**неправильні**),
 - **короткоперіодичні** (період зміни блиску від 1 до 90 доби)
 - **довгоперіодичні** (період зміни блиску від 90 до 739 доби)
- Позначаються буквами від **R** до **Z** у з'єднанні з назвою сузір'я (або парами букв від **RR** до **ZZ**) до 334 комбінацій. А далі просто як **V335**, **V336** тощо.



Смуга
нестабільності
на діаграмі
“спектр-
світність”

Цефеїди

Цефеїдами називаються фізичні змінні зірки, які характеризуються особливою формою кривої блиску.

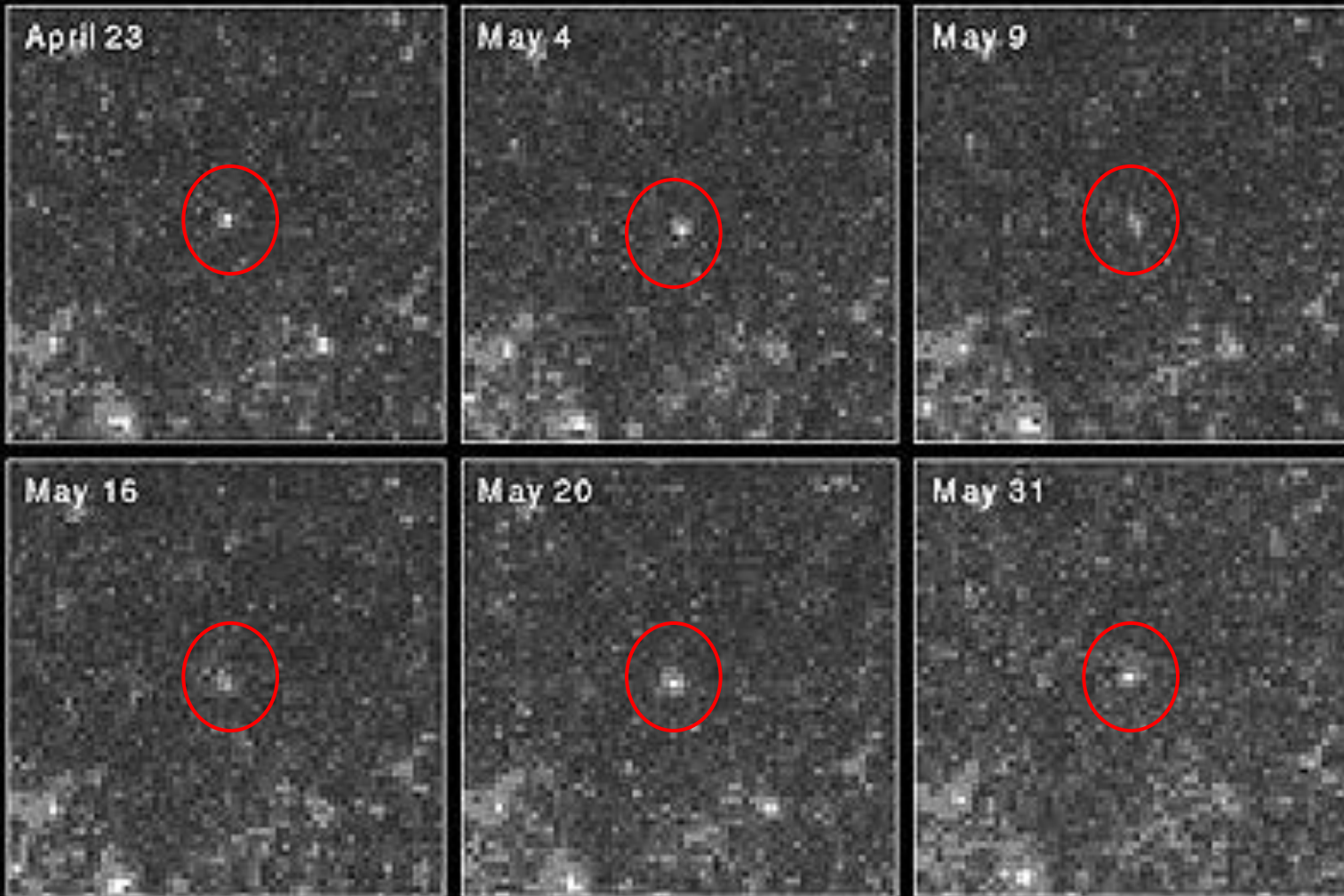


Видима зоряна величина плавно й періодично міняється з часом і відповідає зміні світності зірки в кілька разів (як правило від 2 до 6).

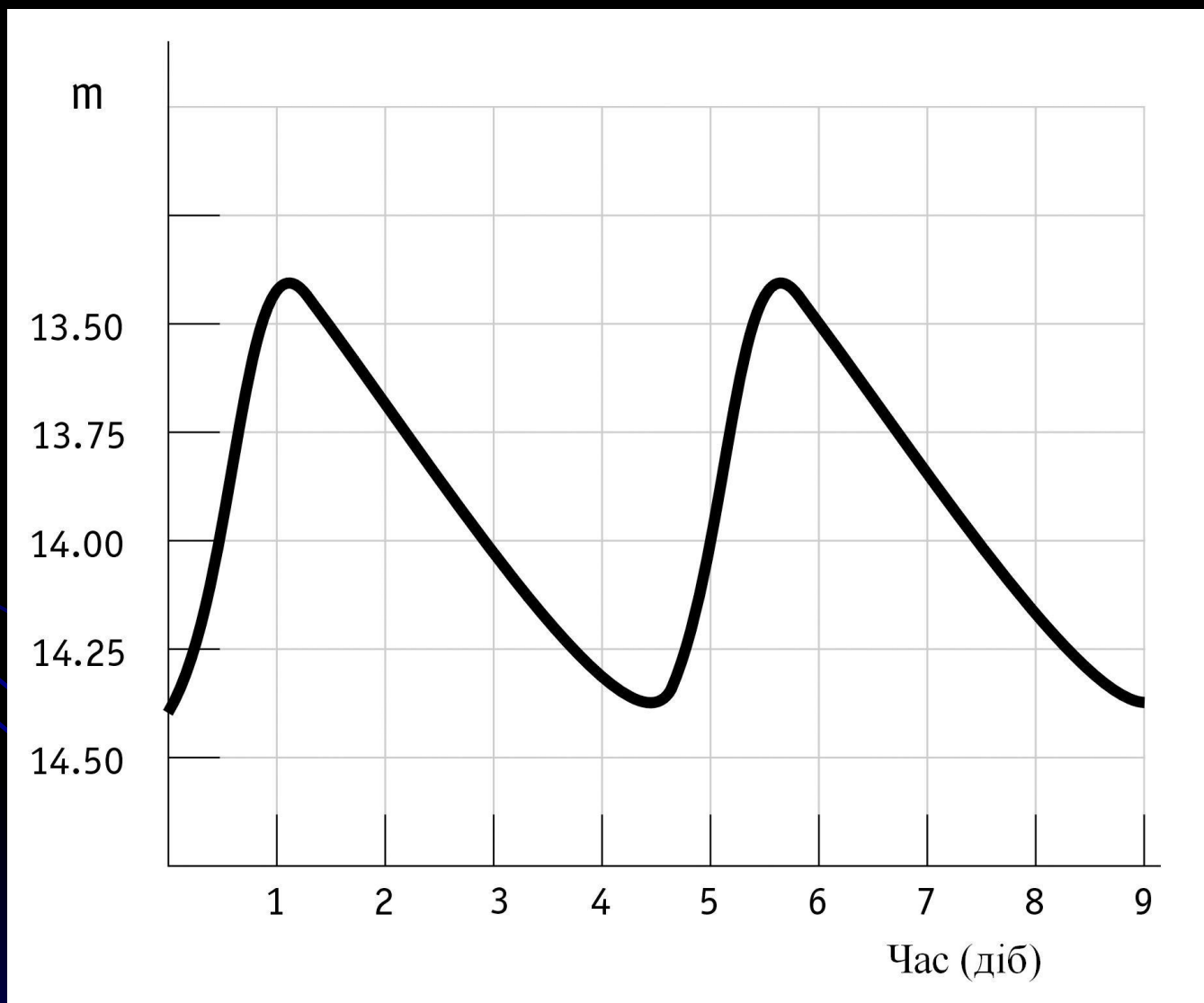
Зміна блиску цефеїди

Cepheid Variable Star in Galaxy M100

HST-WFPC2



Крива зміни блиску цефеїди



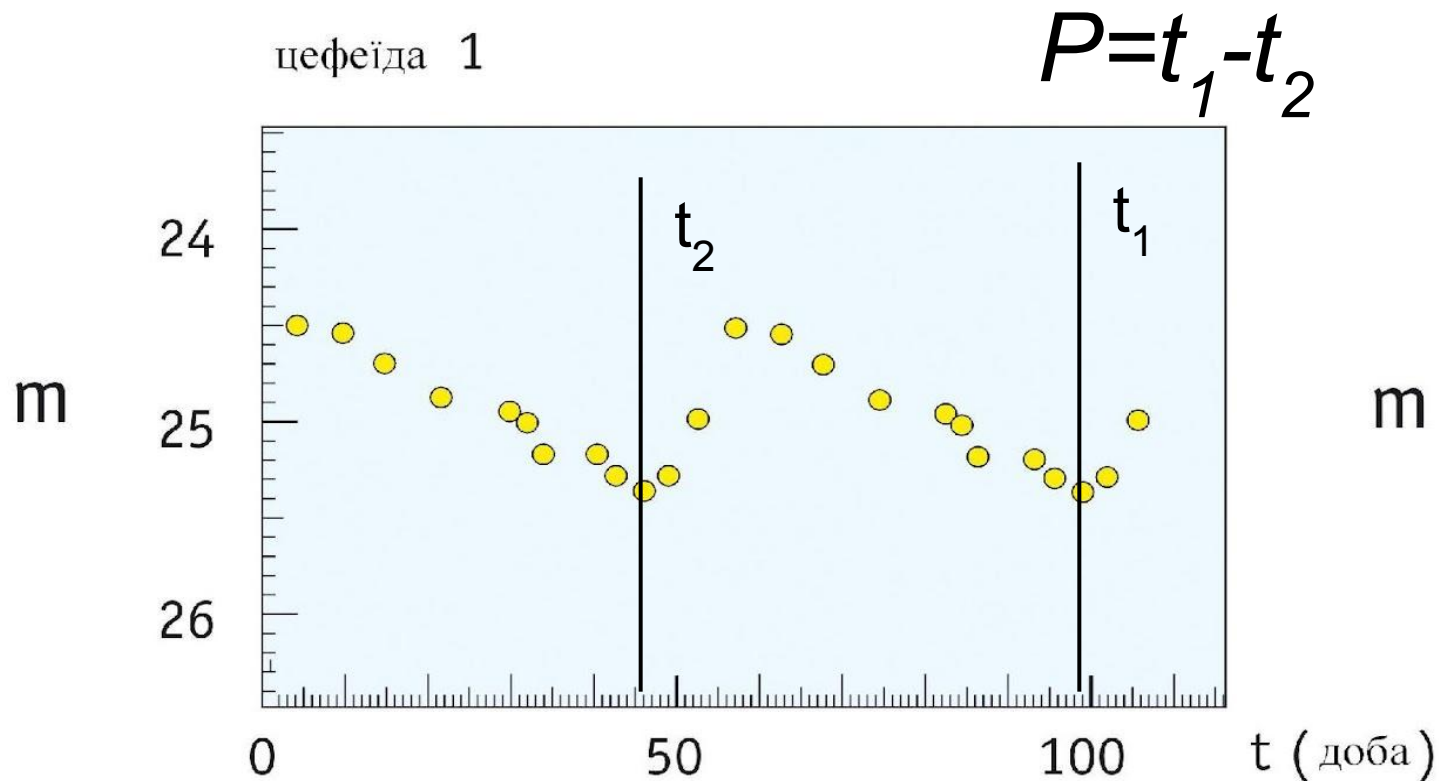
Залежність “період-світність”



- **Генрієтта Лівіт** (Henrietta Swan Leavitt) (1868 - 1921)
- В 1908 році Генрієтта, вивчаючи Малу Магелланову Хмару, помітила, що чим менше видима зоряна величина цефеїди, тим більший період зміни її блиску. Оскільки всі зірки ММХ віддалені від нас на приблизно однакову відстань, то видима зоряна величина m цефеїд відображає її світність L . А тому що надгіганти добре помітні на великих відстанях, цю залежність можна використовувати для визначення відстаней до галактик.

Визначення відстані до цефеїди

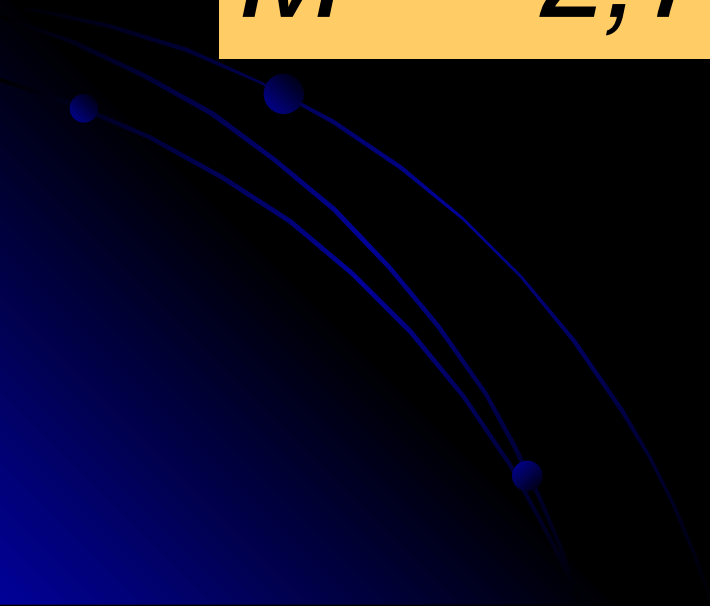
- Крок 1. визначення періоду пульсації
цефеїди;



Визначення відстані до цефеїди

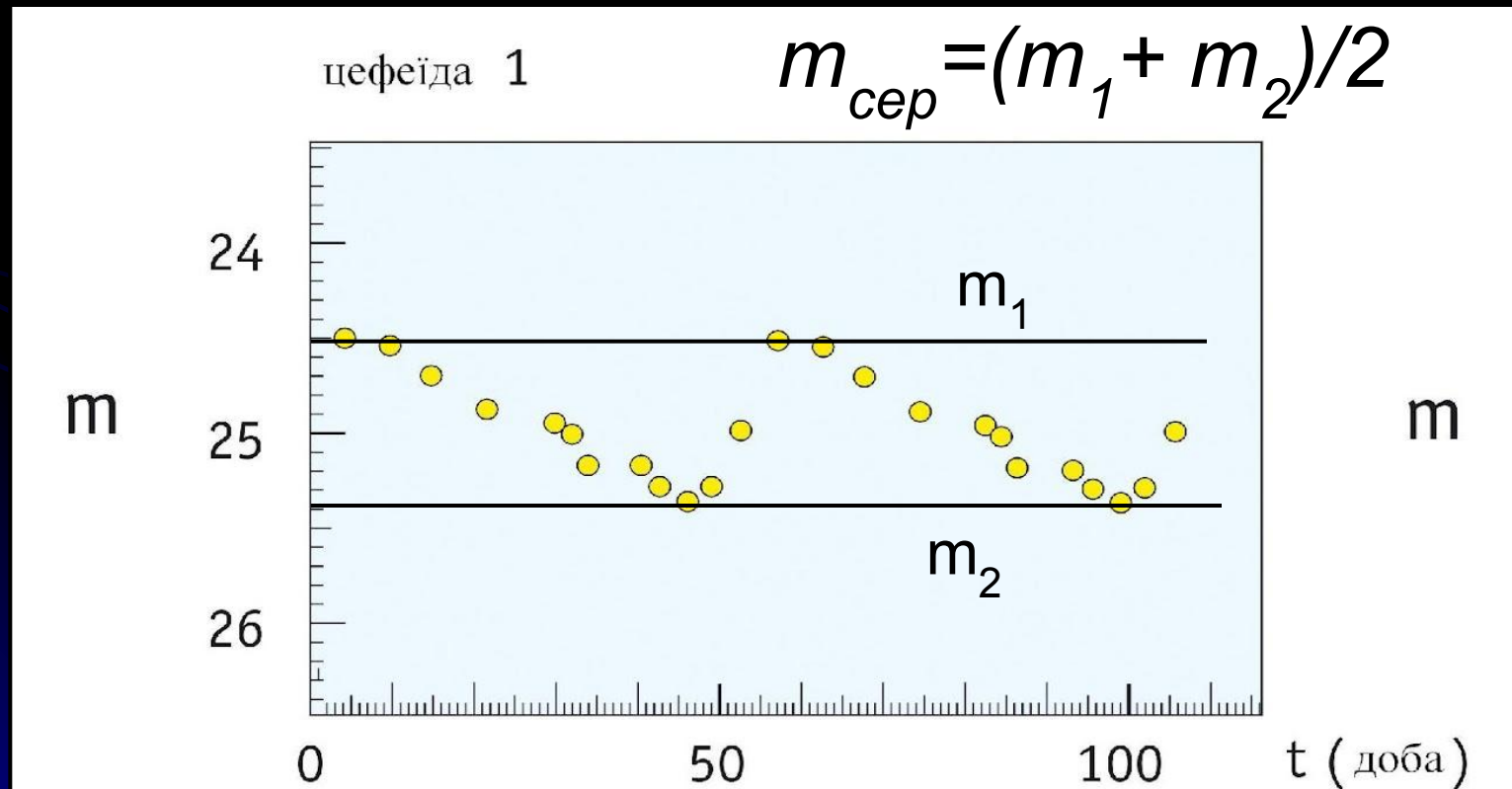
- **Крок 2:** за залежністю “період-світність” визначаємо абсолютну зоряну величину

$$M = -2,78 \cdot \lg P - 1,35$$



Визначення відстані до цефеїди

- Крок 3: за рисунком знаходимо середнє значення видимої зоряної величини



Визначення відстані до цефеїди

- **Крок 4:** за залежністю між абсолютною і видимою зоряними величинами знаходимо відстань до цефеїди.

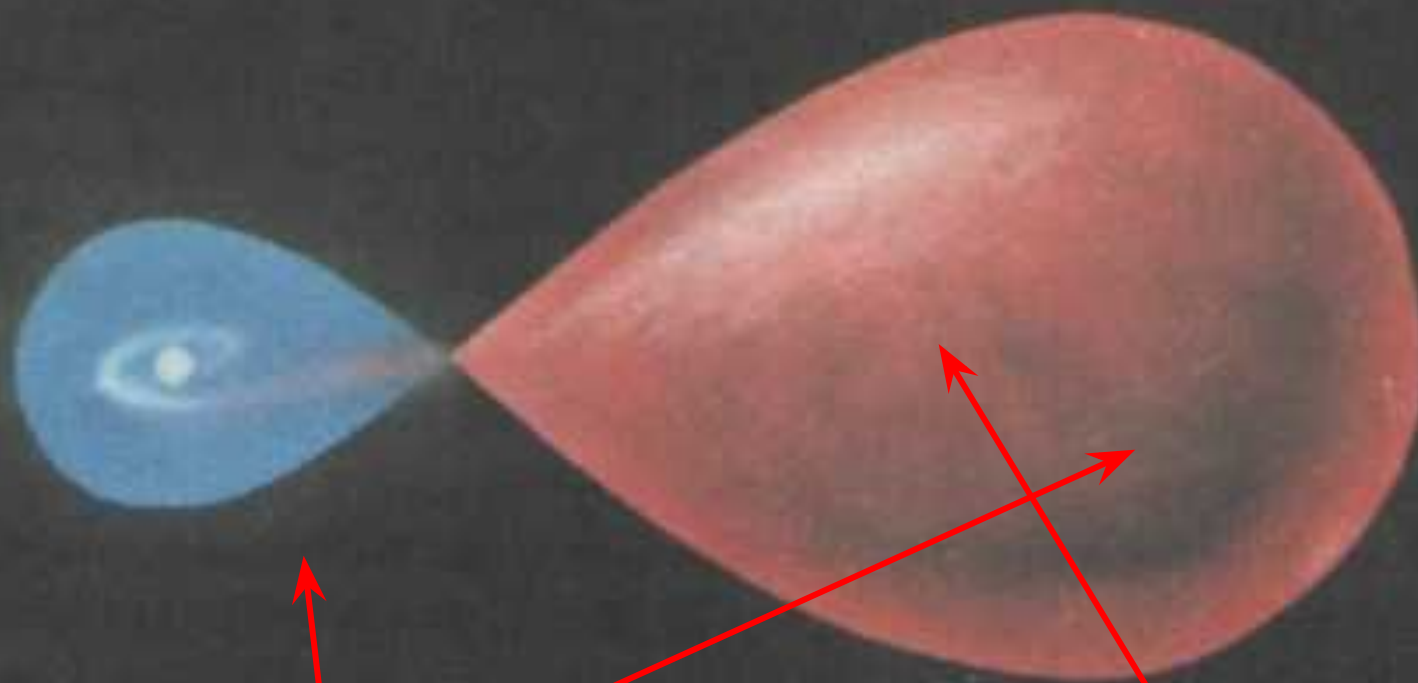
Звідси отримаємо

Отриманий результат = 16,25 Мпк

Еруптивні зорі

- **Нові** зорі – зорі, яскравість яких раптово збільшується, як правило, від 2^m до 8^m (у середньому в 10^4 разів), а потім поступово (протягом декількох місяців) спадає.
- Всі **нові** зірки є **тісними подвійними системами**, які складаються з білого карлика та зірки-компаньйона, що перебуває на головній послідовності, або яка досягла в ході еволюції стадії червоного гіганта і заповнила свою порожнину Роша.

Тісні подвійні системи

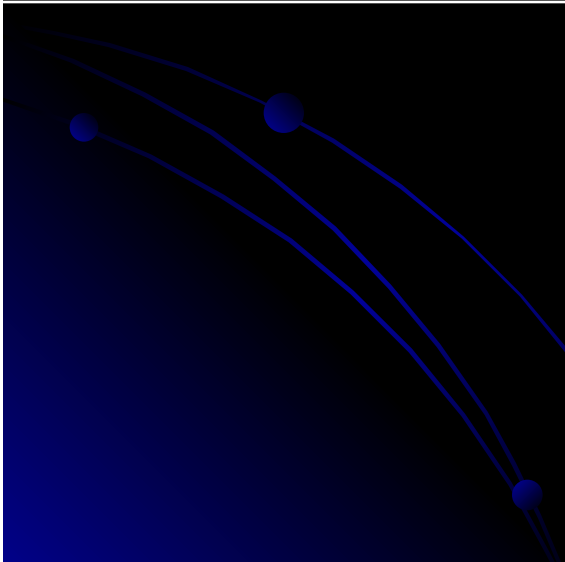


Порожнини Роша

Точка Лагранжа

- **Наднові зорі** — зорі, що закінчують свою еволюцію в катастрофічному вибуховому процесі.
- Терміном «**наднові**» були названі зорі, які спалахували набагато (на порядки) сильніше так званих «нових зір». Насправді, ні ті, ні інші фізично новими не є, завжди спалахують вже існуючі зорі. Але історія знає випадки, коли спалахували ті зорі, які раніше практично не було видно на небі, що й створювало ефект появи нової зірки. Тип наднової визначається по наявності в спектрі спалаху ліній водню. Якщо вони є - то наднова II типу, якщо немає — то I типу.

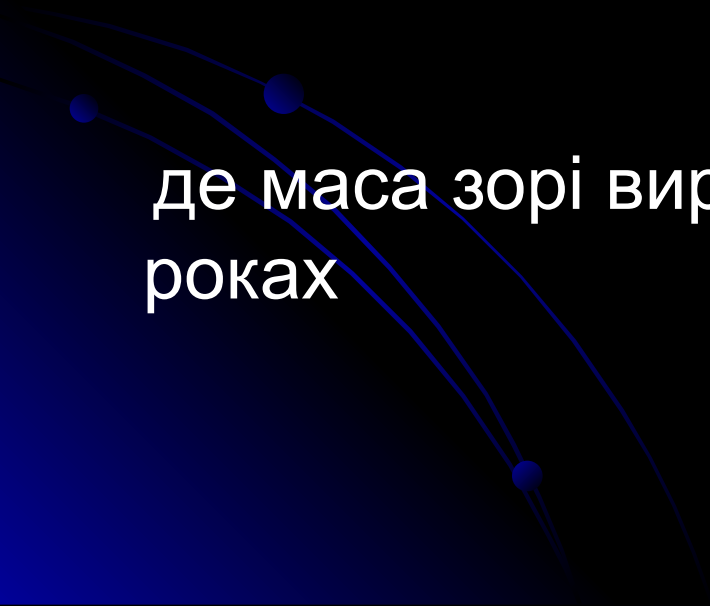
Схема еволюції одинокої зорі

Малі маси 0.08M _☉ - 0.5M _☉		Помірні маси 0.5M _☉ - 8M _☉		Масивні зорі 8M _☉ – 60-100M _☉	
		0.5M _☉ -3M _☉	3M _☉ - 8M _☉	8M _☉ -10M _☉	>10 M _☉
Горіння водню в ядрі					
гелієві білі карлики	Вироджене <i>He</i> ядро	Невироджене <i>He</i> ядро			
	Гелієвий спалах				
	спокійне горіння гелію в ядрі				
	<i>CO</i> білий карлик	<i>C</i> в <i>O</i> , <i>Ne</i> , <i>Si</i> , <i>Fe</i> , <i>Ni</i> ..	<i>C</i> , <i>O</i> в <i>Fe</i>		
		нейтронна зоря	чорна діра		

Час життя зір

- Час життя зір можна визначити за формулою:

де маса зорі виражена в масах Сонця, а час в роках

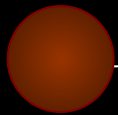


Маса протозорі $< 0,01 M_{\odot}$

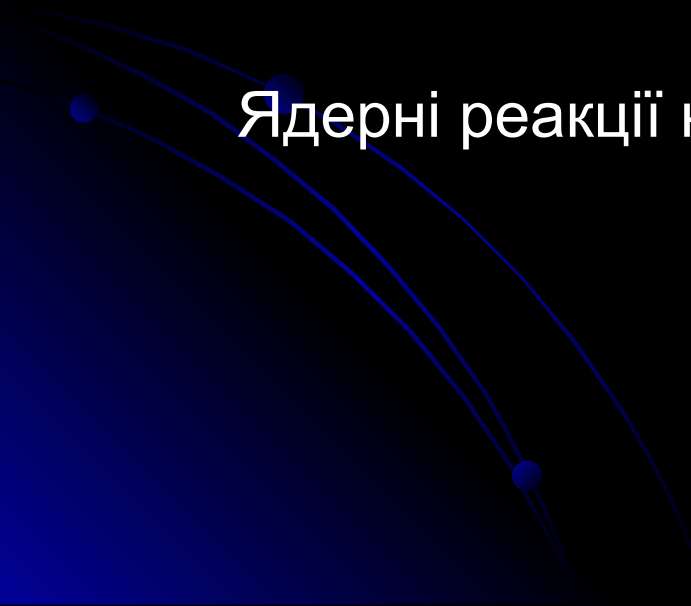
Коричневий карлик

10^{12} років

Чорний карлик



Ядерні реакції не починаються

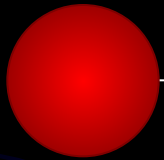


Маса протозорі $< 0,5M_{\odot}$

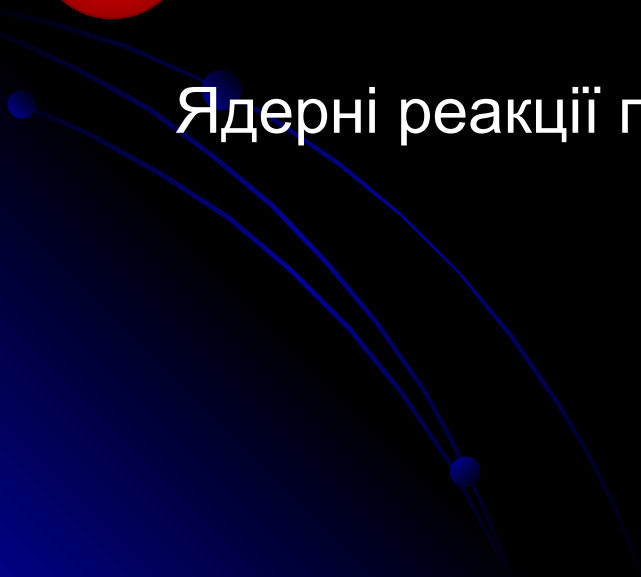
Червоний карлик

Білий карлик

10^{11} років



Ядерні реакції починаються



Маса протозорі дорівнює
 $0,5 - 3 M_{\odot}$

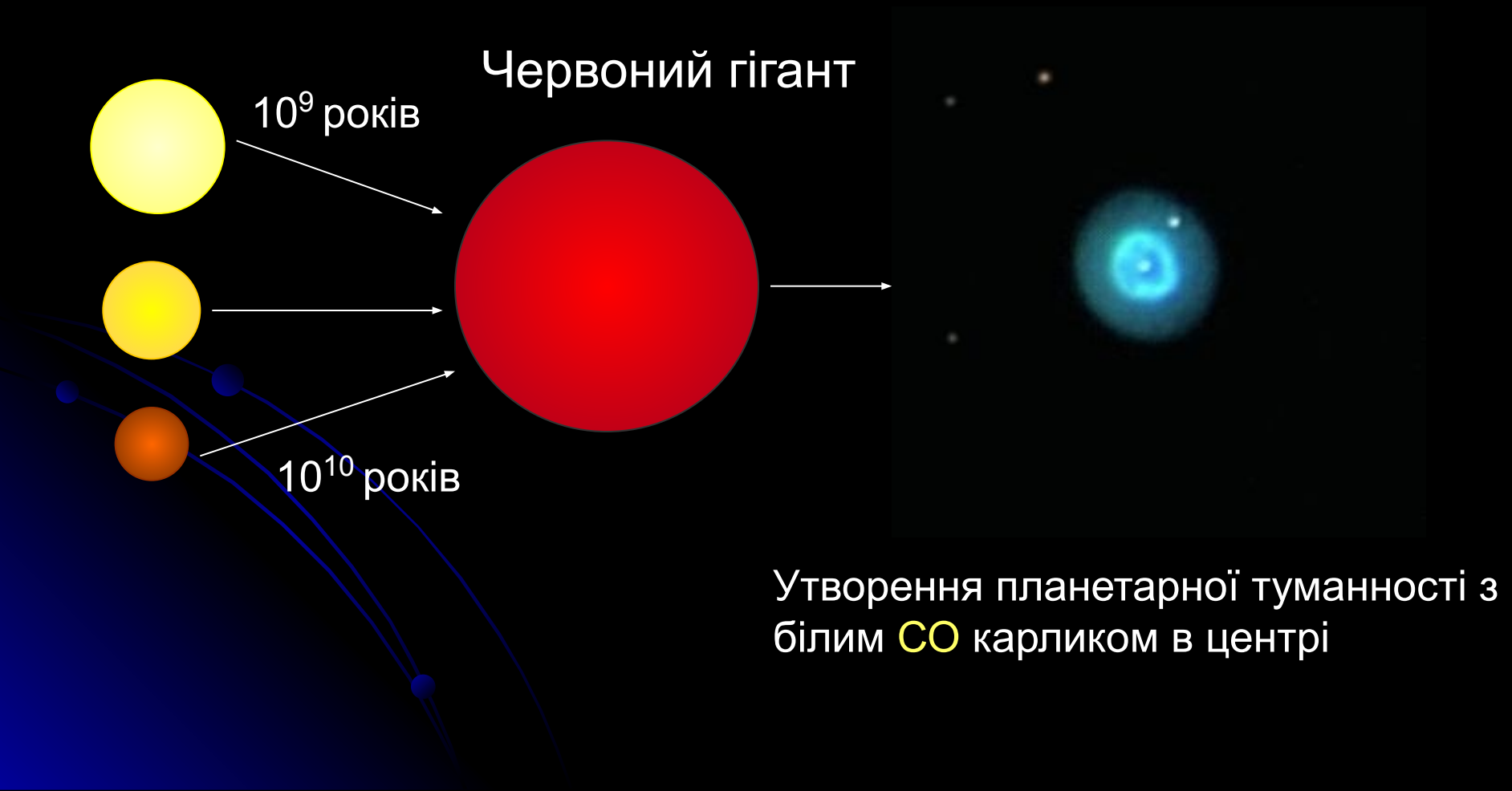
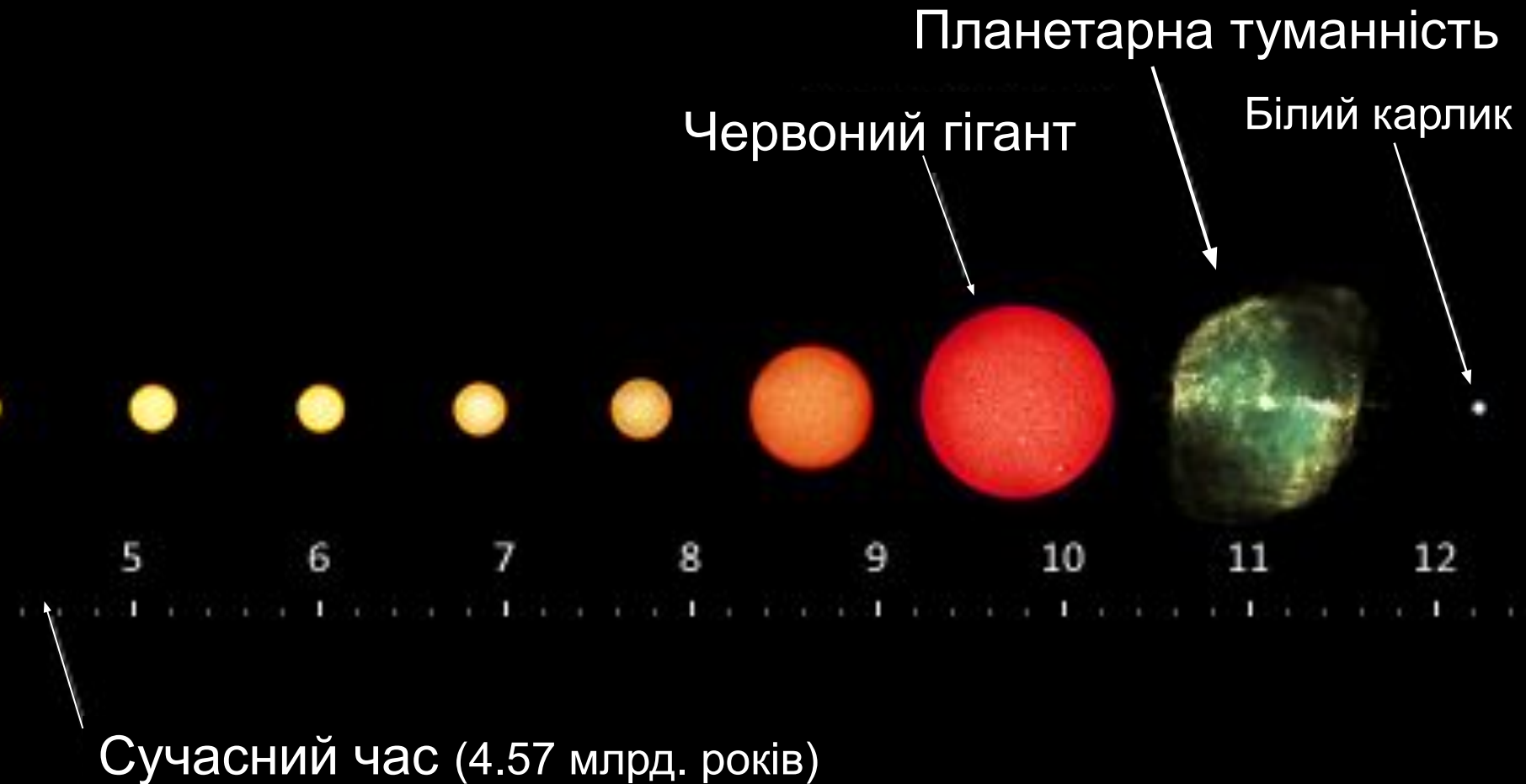


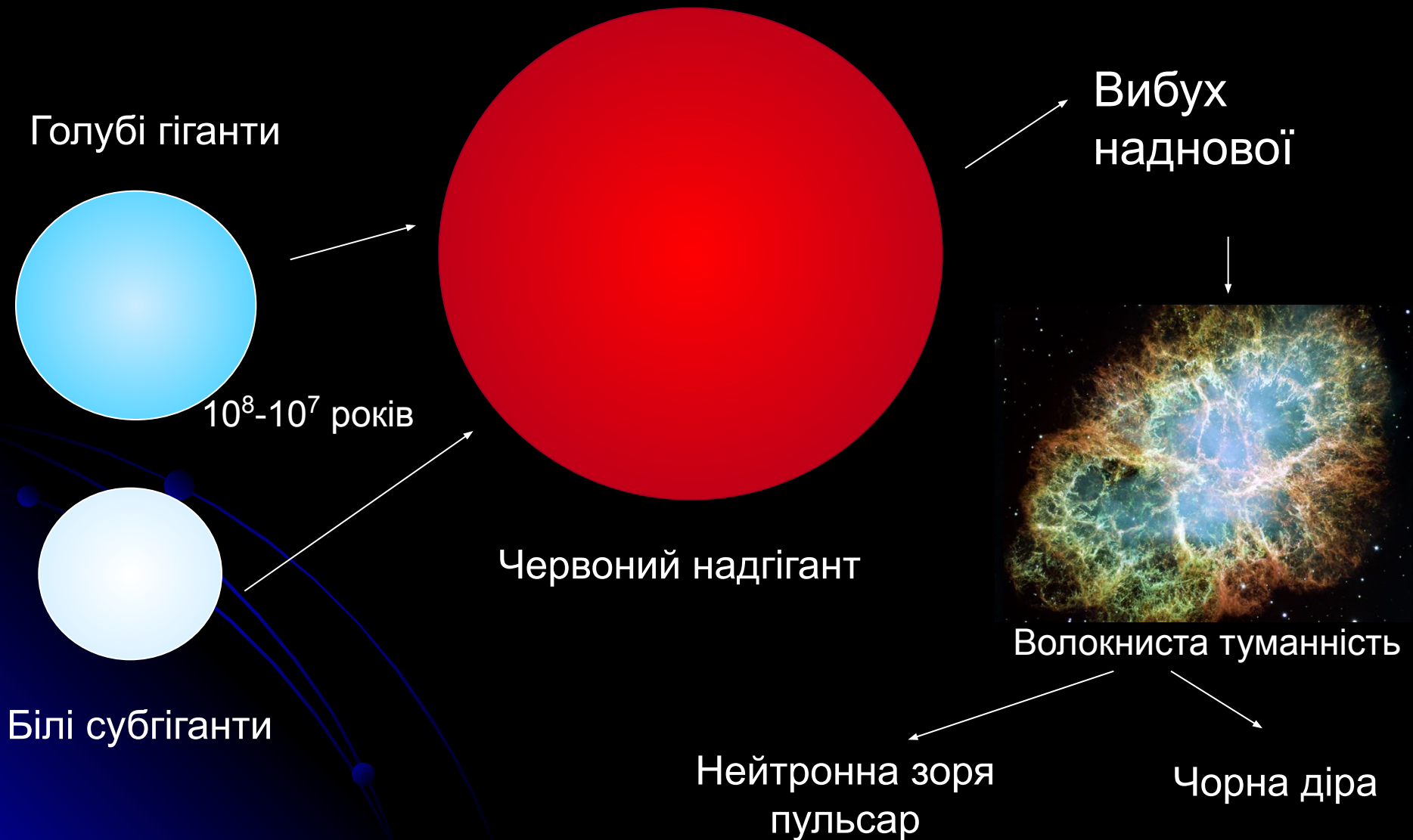
Схема еволюції Сонця



Схема еволюції Сонця



Масивні зорі



Загальна схема еволюції зір

