

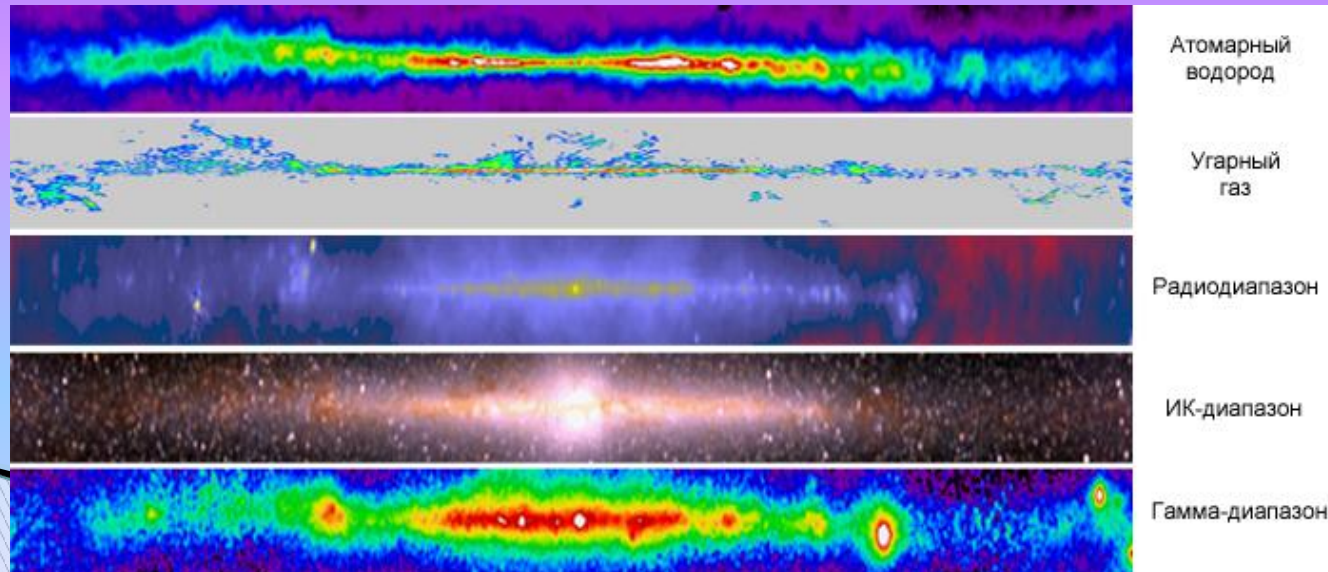
# Випромінювання небесних світил. Методи астрофізичних досліджень

Виконали ліцеїстки 45 групи

Рудюк Людмила

Гуменюк Аліна

Електромагнітне випромінювання небесних тіл - основне джерело інформації про космічні об'єкти . Досліджуючи електромагнітне випромінювання , можна дізнатися температуру , щільність , хімічний склад та інші характеристики даного нас об'єкта.

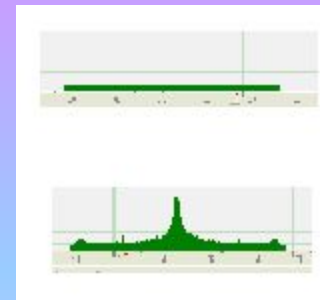
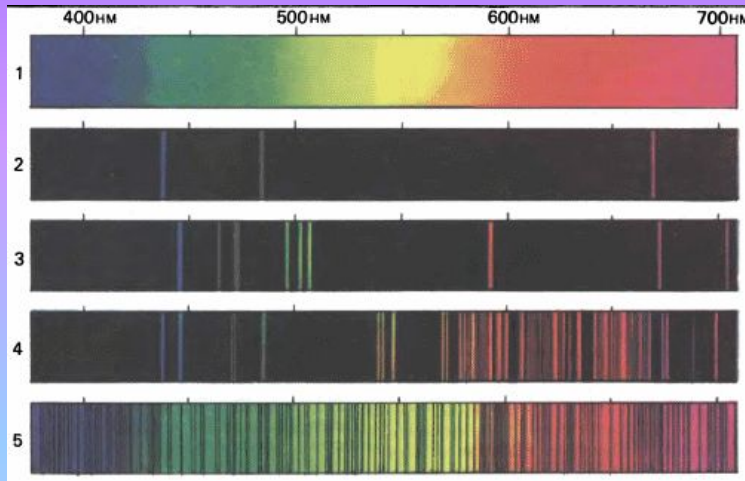


- Повний опис властивостей електромагнітного випромінювання та його взаємодії з речовиною дається квантовою електродинамікою - однієї з найскладніших теорій сучасної фізики. Відповідно до цієї теорії, електромагнітне випромінювання має як хвильовими властивостями, так і властивості потоку частинок, званих фотонами або квантами електромагнітного поля.

Хвильові властивості електромагнітного випромінювання визначаються взаємодіючими змінними електричними і магнітними полями. Так само як і будь-яка хвиля електромагнітне випромінювання характеризується частотою, що позначається зазвичай літерою  $\nu$ , і довжиною хвилі  $\lambda$ .

$$V = c / \lambda ,$$

де  $c$  - швидкість світла .



Якщо розглядати електромагнітне випромінювання як потік фотонів , то його основна характеристика визначається енергією фотонів  $E$  , пов'язаної з частотою формулою Планка :

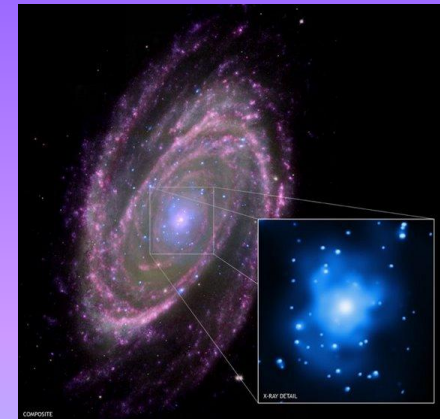
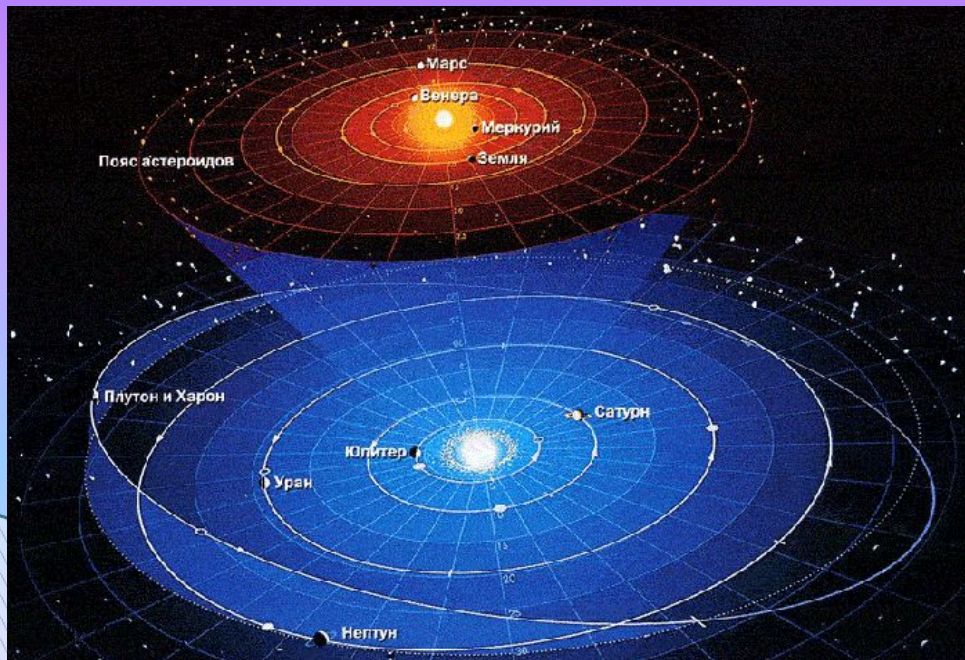
$$E = h\nu ,$$

де  $h$  - постійна Планка ,  $\nu$  - частота випромінювання



Зазвичай небесні тіла випромінюють відразу на багатьох довжинах хвиль. Розподіл енергії випромінювання по довжинах хвиль називається **спектром випромінювання**, а визначення характеристик випромінюючих тіл по їх спектру - **спектральним аналізом**. Розрізняють три основних види спектрів:

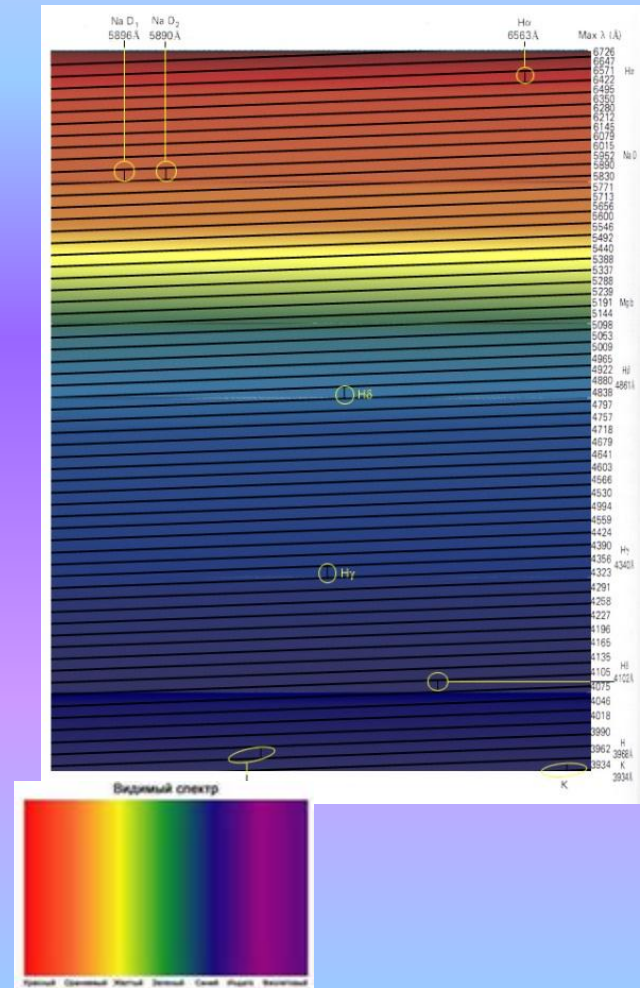
- безперервний спектр
- лінійний спектр поглинання
- лінійний емісійний спектр



- В оптиці **спéктром** (лат. *spectrum* — привид) називається сукупність монохроматичних випромінювань — привид) називається сукупність монохроматичних випромінювань, що належать до складу складного випромінювання — привид) називається сукупність монохроматичних випромінювань, що належать до складу складного випромінювання. Спектр випромінювання може описуватися графічною — привид) називається сукупність монохроматичних випромінювань, що належать до складу складного випромінювання. Спектр випромінювання може описуватися графічною.

# Безперервний спектр

У безперервному спектрі присутній випромінювання в широкому діапазоні довжин хвиль. Такий спектр має випромінювання нагрітого щільної речовини, причому, чим вище температура, тим на меншу довжину хвилі доводиться максимум випромінюваної тілом енергії. Інший приклад з безперервним спектром - хмара електронів, що рухаються з великою швидкістю в магнітному полі. Що виникає при цьому випромінювання називається синхротронним випромінюванням.



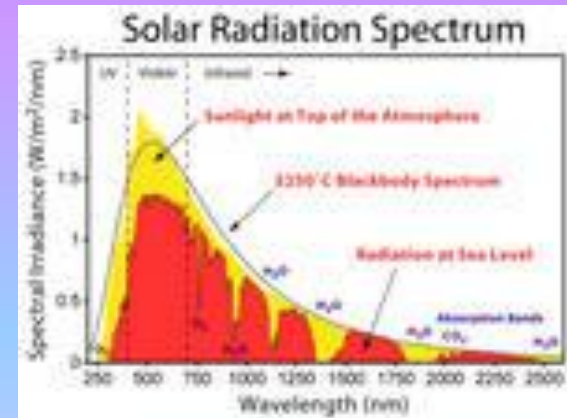
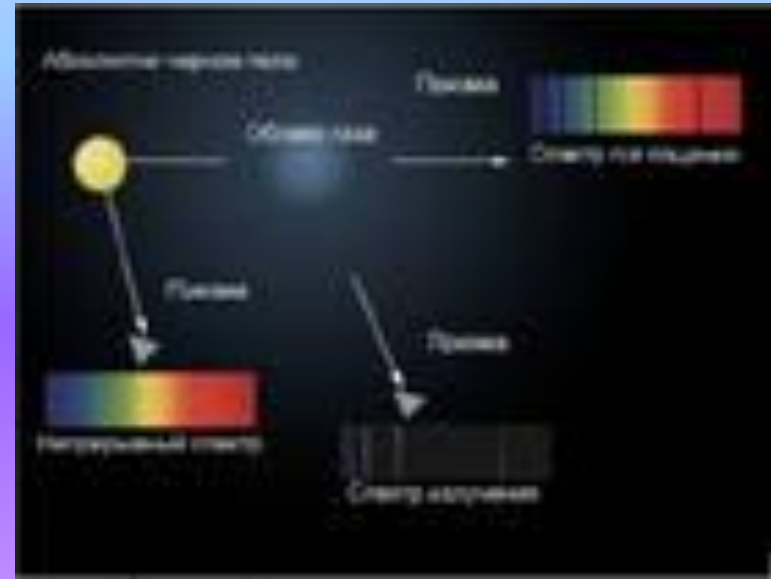


□ Суцільний спектр видимого випромінювання

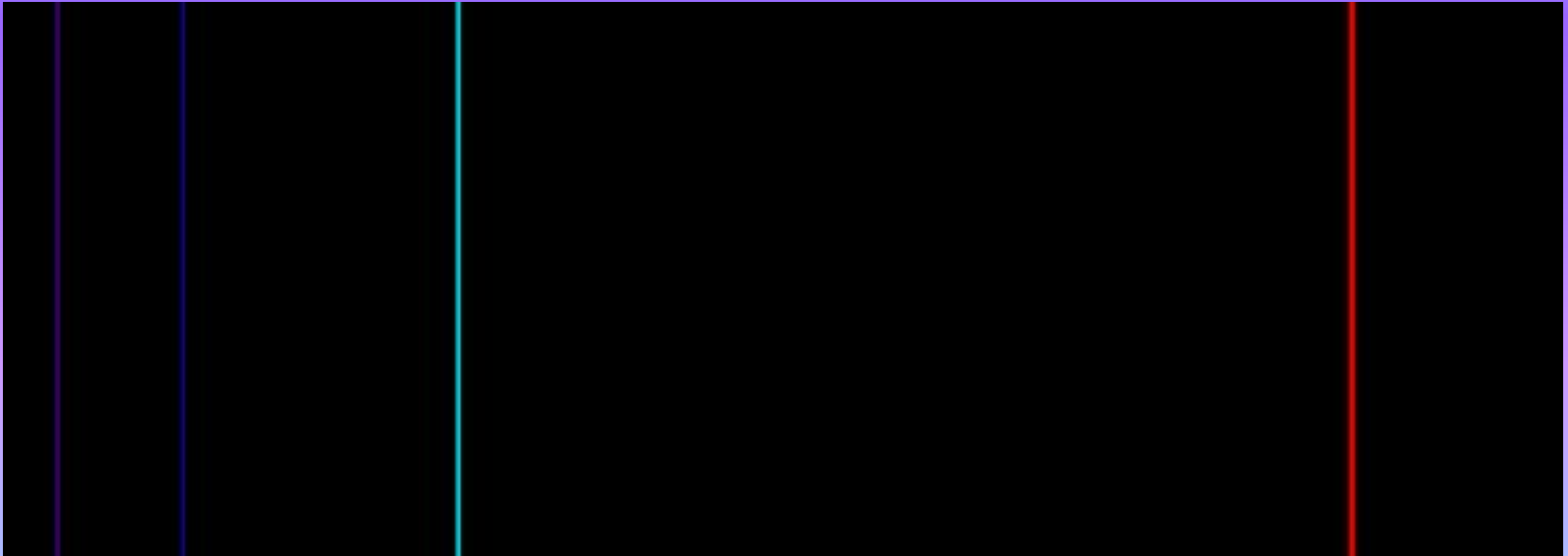


# Лінійний спектр поглинання

Спектр поглинання утворюється при проходженні випромінювання з безперервним спектром через холодний газ. При цьому кожен газ поглинає на певних довжинах хвиль. Ділянки спектру, на яких відбувається помітне поглинання, називаються лініями поглинання. Так, наприклад, при проходженні випромінювання через холодний водень утворюються лінії поглинання на довжинах хвиль 121,6 нм, 102,6 нм та ін. Нейтральний гелій найсильніше поглинає на довжині хвилі 58,4 нм.

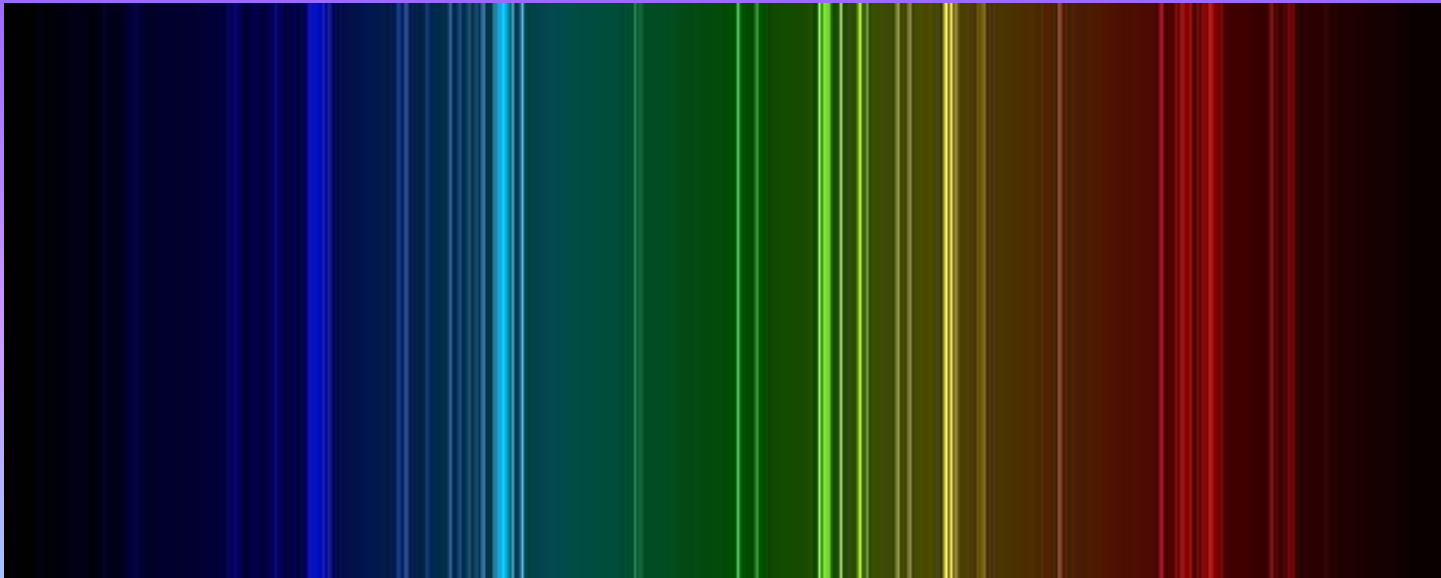


□ Лінійчатий спектр видимого водню



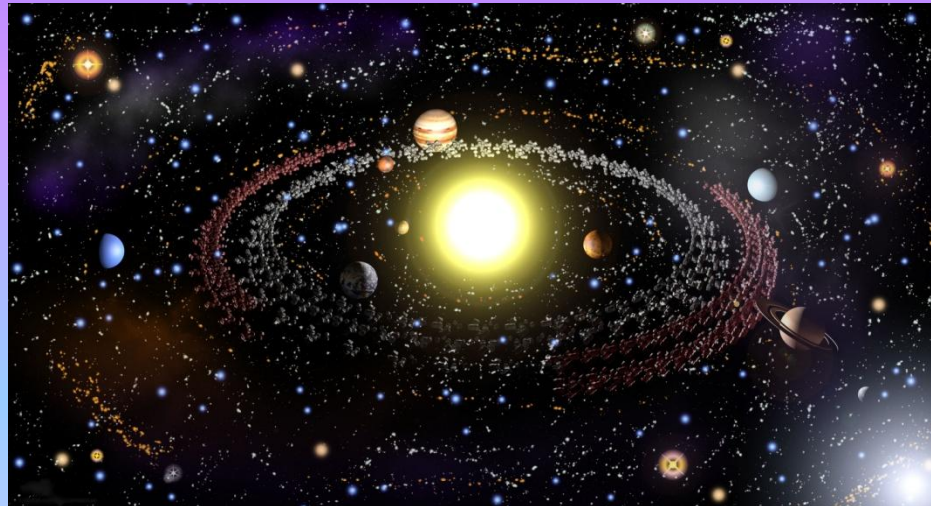
- ▣ **Смугасти́й спектр** — спектр, монохроматичні складові якого утворюють групи (смуги), що складаються з безлічі тісно розташованих монохроматичних випромінювань. Смуги випромінювання в різних хімічних елементів різні, на чому і оснований спектральний аналіз речовин при аналізі сполук невідомого складу.

□ Смугастий спектр видимого випромінювання азоту



# Що вивчає астрофізика?

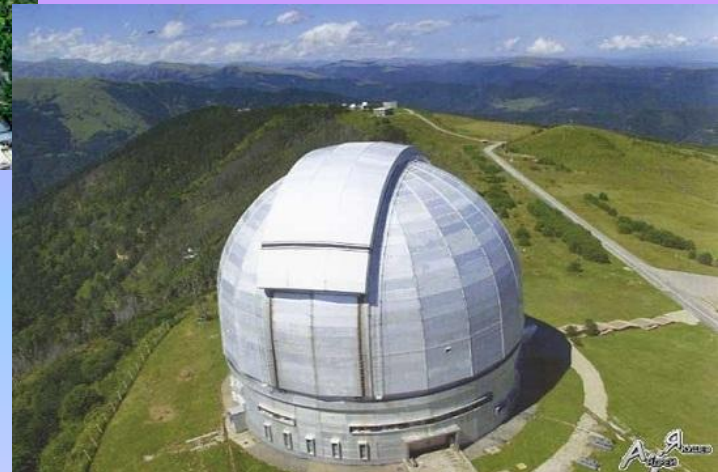
Астрофізика вивчає будову космічних тіл, фізичні умови на поверхні й всередині тіл, хімічний склад, джерела енергії тощо.



Між фізикою та астрофізикою є багато спільного — ці науки вивчають закони світу, в якому ми живемо. Але між ними існує також одна суттєва різниця: фізики мають можливість перевірити свої теоретичні розрахунки за допомогою відповідних експериментів, в той час як астрономи у більшості випадків такої можливості не мають, бо вивчають природу далеких космічних об'єктів, тому інколи виникають сумніви щодо вірогідності астрофізичних теорій.



Спостереження за об'єктами Всесвіту здійснюється у спеціальних астрономічних обсерваторіях. У цих космічних дослідженнях астрономи навіть мають перевагу перед фізиками, бо можуть спостерігати за процесами, які відбувалися мільйони або мільярди років тому.

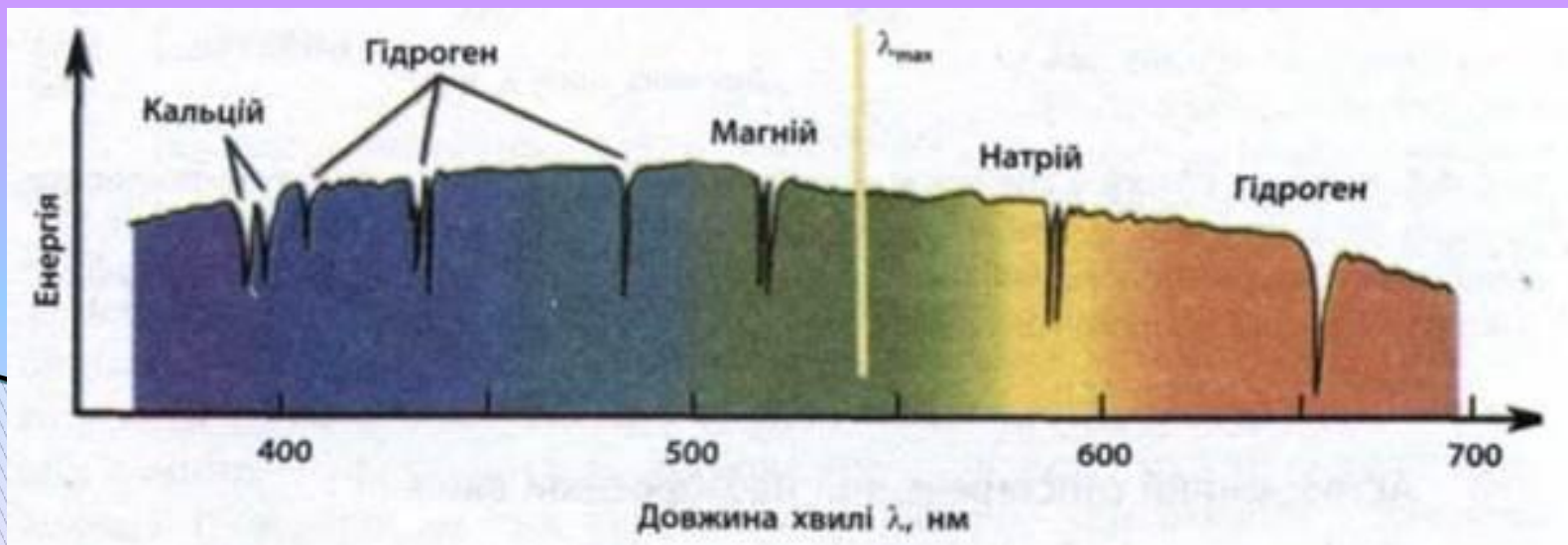




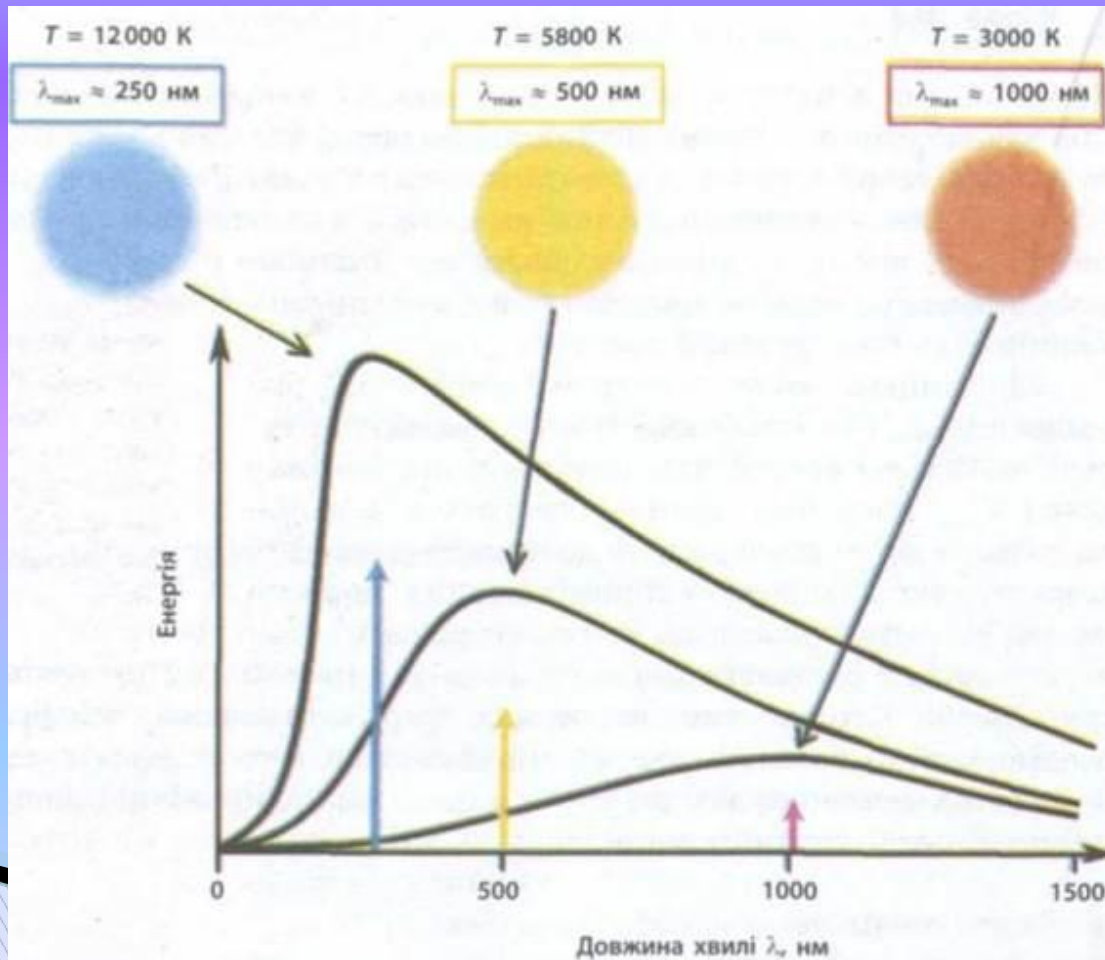
# Чорне тіло

- Чорне тіло поглинає всю енергію, яка падає на його поверхню, і всю енергію перевипромінює в навколишній простір, але в іншій частині спектра.
- Як відомо з курсу фізики, атоми можуть випромінювати або поглинати енергію електромагнітних коливань різної частоти — від цього залежать яскравість та колір того чи іншого тіла. Для розрахунків інтенсивності випромінювання вводиться поняття так званого **абсолютно чорного тіла**, яке може ідеально поглинати і випромінювати електромагнітні коливання в діапазоні всіх довжин хвиль (неперервний спектр).

- Зорі випромінюють електромагнітні хвилі різної довжини, але в залежності від температури поверхні найбільше енергії припадає на певну частину спектра (рис. 11). Цим пояснюються різноманітні кольори зір — від червоного до синього.
- Використовуючи закони випромінювання абсолютно чорного тіла, які відкрили фізики на Землі, астрономи розраховують температуру далеких космічних світил.



- При температурі 300 К абсолютно чорне тіло випромінює енергію переважно в інфрачервоній частині спектра, яка не сприймається неозброєним оком. При низьких температурах таке тіло, знаходячись у стані термодинамічної рівноваги, має справді чорний колір.



# Астрономічні спостереження неозброєним оком

- Око є унікальним органом чуття, за допомогою якого ми отримуємо понад 90 % інформації про навколишній світ. Оптичні характеристики ока визначаються роздільною здатністю та чутливістю.
- Роздільна здатність ока, або гострота зору, — це спроможність розрізняти об'єкти певних кутових розмірів. Встановлено, що роздільна здатність ока людини не перевищує  $1'$ . Це означає, що ми можемо бачити окремо дві зорі (або дві букви у тексті книги), якщо кут між ними  $> 1'$ , а якщо  $< 1'$ , то ці зорі зливаються в одне світило, тому розрізнити їх неможливо. Ми розрізняємо диски Місяця та Сонця, бо кут, під яким видно діаметр цих світил (кутовий діаметр), дорівнює близько  $30'$ , в той час як кутові діаметри планет та зір менші ніж  $1'$ , тому ці світила неозброєним оком видно як яскраві точки. З далеких планет Плутона та Нептуна диск Сонця для космонавтів буде мати вигляд яскравої зорі.

# Телескопи

Телескопи (грец. tele — далеко, skoros — бачити) дозволяють нам побачити далекі небесні світила або зареєструвати їх за допомогою інших приймачів електромагнітного випромінювання — фотоапарата, відеокамери. За конструкцією телескопи можна поділити на три групи: **рефрактори** (латин. refractus — заломлення), або лінзові телескопи; **рефлектори** (латин. reflectio — відбиваю), або дзеркальні телескопи ; **дзеркально-лінзові телескопи.**





Припустимо, що на нескінченності розташовується небесне світило, яке для неозброєного ока видно під кутом  $\alpha_1$ . Двоопукла лінза, яку називають об'єктивом, буде зображення світила у фокальній площині на відстані  $F$  від об'єктива. У фокальній площині встановлюють фотопластину, відеокамеру або інший приймач зображення. Для візуальних спостережень використовують короткофокусну лінзу — лупу, яку називають Окуляром.

**Збільшення телескопа** визначається так:

$$n = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{F}{f}$$

де  $\alpha_2$  — кут зору на виході окуляра;  $\alpha_1$  — кут зору, під яким світило видно неозброєним оком;  $F$ ,  $f$  — фокусні відстані відповідно об'єктива й окуляра.

Роздільна здатність телескопа залежить від діаметра об'єктива, тому при однаковому збільшенні більш чітке зображення дає телескоп із більшим діаметром об'єктива.

Крім того телескоп збільшує видиму яскравість світил, яка буде у стільки разів більша за ту, що сприймається неозброєним оком, у скільки площа об'єктива більша від площі зіниці ока.

**Запам'ятайте, що в телескоп не можна дивитись на Сонце, бо його яскравість буде такою великою, що ви можете втратити зір.**

# Електронні прилади для реєстрації випромінювання космічних світил

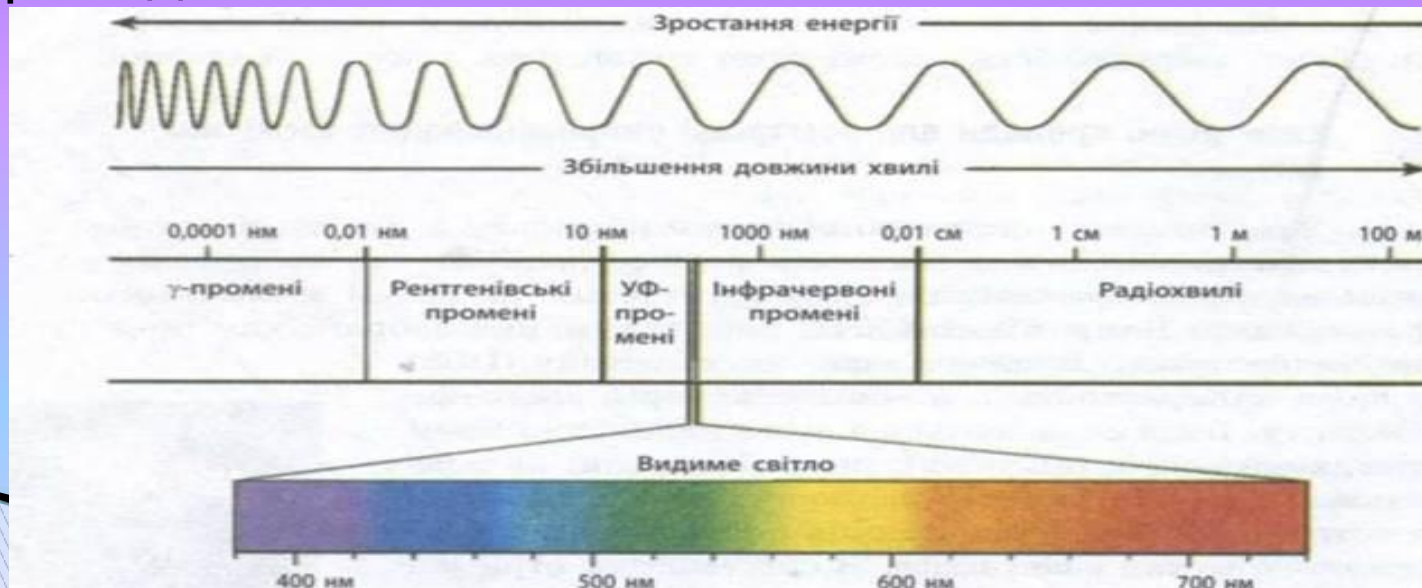
- Електронні прилади для реєстрації випромінювання значно збільшують роздільну здатність та чутливість телескопів. До таких приладів належать фотопомножувачі та електронно-оптичні перетворювачі, дія яких ґрунтується на явищі зовнішнього фотоефекту. Наприкінці ХХ ст. для отримання зображення почали застосовувати прилади зарядового зв'язку (ПЗЗ), у яких використовується явище внутрішнього фотоефекту. Вони складаються з дуже маленьких кремнієвих елементів (пікселів), що розташовані на невеликій площі. Матриці ПЗЗ використовують не тільки в астрономії, але й у домашніх телекамерах і фотоапаратах — так звані цифрові системи для отримання зображення. До того ж, ПЗЗ більш ефективні, ніж фотоплівки, бо сприймають 75 % фотонів, в той час як плівка — лише 5 %. Таким чином, ПЗЗ значно збільшують чутливість приймачів електромагнітного випромінювання і дають змогу реєструвати космічні об'єкти у десятки разів слабші, ніж при фотографуванні.





# Радіотелескопи

- Для реєстрації електромагнітного випромінювання в радіодіпазоні (довжина хвилі від 1 мм і більше) створені радіотелескопи, які приймають радіохвилі за допомогою спеціальних антен і передають їх до приймача. У радіоприймачі космічні сигнали опрацьовуються і реєструються спеціальними приладами.



# Вивчення всесвіту за допомогою космічних апаратів

- Вивчення Всесвіту за допомогою космічних апаратів. З початком космічної ери настає новий етап вивчення Всесвіту за допомогою ШСЗ та АМС. Космічні методи мають суттєву перевагу перед наземними спостереженнями, бо значна частина електромагнітного випромінювання зір та планет затримується в земній атмосфері.
- У 1990 р. в США був створений унікальний космічний телескоп Габбла з діаметром дзеркала 2,4 м. Зараз у космосі функціонує багато обсерваторій, які реєструють та аналізують випромінювання всіх діапазонів — від радіохвиль до гамма-променів.



- Великий внесок у вивчення Всесвіту зробили також українські вчені. За їх участі були створені перші КА, які почали досліджувати не тільки навколоземний простір, але й інші планети. Автоматичні міжпланетні станції серії «Луна», «Марс», «Венера» передали на Землю зображення інших планет з такою роздільною здатністю, яка у тисячі разів перевершує можливості наземних телескопів. Людство вперше побачило навіть панорами чужих світів з дивовижними пейзажами. На цих АМС була встановлена апаратура для проведення безпосередніх фізичних, хімічних та біологічних експериментів.

# Висновки

Астрономія з оптичної науки перетворилась у всехвильову, бо основним джерелом інформації про Всесвіт є електромагнітні хвилі та елементарні частинки, які випромінюють космічні тіла, а також гравітаційні й електро-магнітні поля, за допомогою яких ці тіла між собою взаємодіють. Сучасні телескопи дають можливість отримувати інформацію про далекі світи, і ми навіть спостерігаємо події, що відбувались мільярди років тому. Тобто за допомогою сучасних астрономічних приладів ми можемо мандрувати не тільки у просторі, але й у часі.