

Фізичні характеристики сонця. Будова сонця та джерела його енергії

1. Основні фізичні характеристики Сонця

Сонце - центральне світило у Сонячній системі, єдина зоря, на поверхні якої ми бачимо окремі деталі і чіткі властивості, порівняно з іншими зорями, добре вивчені. Сонце існує близько 5 млрд. років і стільки ж йому “віщують” у майбутньому. Воно дає необхідне для життя світло, тепло, енергію.

Древні навіть поклонялися Сонцю як божеству, яке дає життя. Безпосередньо із Землі Сонце вивчають оптичними й радіометадами. Позаатмосферна астрономія дозволила значно розширити досліджуваний діапазон частот електромагнітного випромінювання Сонця, а також взятися за детальне дослідження його корпускулярного випромінювання. Все різноманіття сонячних явищ, які ми розглянемо, притаманно і для інших зір. Тому фізика сонячних явищ має величезне значення для розвитку астрофізики в цілому.

Сонце — газова, точніше, плазмова куля. Сонце здається ідеально круглим диском з чітко окресленим краєм, хоча насправді, як у будь-якої газової кулі, поверхні у нього немає. Річ у тому, що основний потік сонячного випромінювання йде від тонкого шару (товщина біля 300 км) з температурою біля 6000 К. Якраз цей тонкий шар, який називають фотосферою (від грец. - сфера світла) і створює ілюзію поверхні.

Фізичні характеристики Сонця

Характеристика	Значення
Радіус	109 R_z (696 000 км)
Маса	330 000 M_z
Середня густина	1,4 г/см ³
Температура фотосфери, К	5780
Температура ядра, К	14 000 000
Прискорення вільного падіння на екваторі	274 м/с ²

Хімічний склад.

Вивчаючи верхні шари атмосфери за допомогою спектрального аналізу, з'ясували, що:

✓ неперервний сонячний спектр містить понад 10 тис. ліній поглинання, які називають *фраунгоферовими*. Вони утворюються внаслідок поглинання атомами різних речовин у хромосфері, а також молекулами газів земної атмосфери;

✓ у спектрі Сонця виявлено лінії 72 хімічних елементів (98 % речовини Сонця становить водень (71 %) і гелій (27%). У 1868р. англійський астроном Д. Лок'єр виявив гелій в атмосфері Сонця і лише у 1895 його було знайдено в земних умовах.

Температура

Сонце випромінює електромагнітні хвилі різної довжини, які сприймаються як біле світло (цілий спектр ЕМ хвиль від червоного до фіолетового), але найбільше енергії

воно випромінює в жовто – зеленій частині спектру, тому її називають жовтою Зорею. Температура поверхні 5780 К

Обертання Сонця.

Регулярні спостереження за положенням окремих деталей на поверхні Сонця привели до висновку, що Сонце обертається навколо своєї осі в тому ж напрямку, що й планети навколо нього. Сонце обертається не як тверде тіло, кутова швидкість окремих його ділянок зменшується з віддаленням від екватора.

Світність Сонця (потужність випромінювання)

Світність Сонця L_{\odot} – це кількість енергії, що випромінює поверхня у всіх напрямках за одиницю часу. (потужність випромінювання).

Для визначення світності Сонця, треба виміряти сонячну сталу q – енергію, яку отримує 1 м^2 поверхні Землі за 1 с за умови, що Сонце розташоване в zenіті.

За сучасними даними на межі верхніх шарів атмосфери Землі $q = 1,37 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$.

Повна потужність випромінювання Сонця визначається так:

$L_{\odot} = 4\pi a_{\oplus}^2 q$, де a_{\oplus} - середня відстань від Землі до Сонця. Тоді

$L_{\odot} = 4\pi a_{\oplus}^2 q = 4 * 3,14 * (1,5 * 10^{11})^2 * 1,37 * 10^3 \approx 3,9 * 10^{26} \text{ (Вт)}$.

2. Будова Сонця

При розгляді будови Сонця розрізняють внутрішню й зовнішню частини (атмосферу). Поверхні Сонця у звичайному розумінні немає. Є плавне зменшення густини з висотою від стану умовно щільного до дуже розрідженого. У результаті фізичних процесів, що протікають в надрах Сонця, безперервно виділяється енергія, яка передається зовнішнім шарам і розподіляється на все більшу площу. Внаслідок цього з наближенням до поверхні, температура сонячної плазми поступово знижується.

Високий тиск у середині Сонця обумовлений дією вище розміщених шарів. Сили тяжіння прагнуть стиснути Сонце. Їм протидіє пружність гарячого газу й тиск випромінювання, що йдуть з надр. Ці сили прагнуть розширити Сонце. Тяжіння, з одного боку, а пружність газів і тиск випромінювання, з іншого боку, урівноважують одне одного. Рівновага має місце в усіх шарах від поверхні до центра Сонця. Такий стан Сонця і зір називають гідростатичною рівновагою. Вона дала змогу скласти рівняння, за яким розраховують моделі внутрішньої будови Сонця, а також інших зір. Тому, залежно від температури та характеру процесів, що визначаються цією температурою, внутрішня частина Сонця умовно поділяється на такі області: ядро, зона радіації (зона променистої рівноваги) та конвективна зона.

Ядро:

- ✓ Займає невеликий об'єм
- ✓ Зосереджена значна частина маси Сонця (має велику густину – 150 г/см^3);
- ✓ Протікання термоядерних реакцій (величезний тиск, висока температура) Найефективнішою реакцією є утворення з чотирьох атомів водню одного атома гелію (енергія $6 \cdot 10^{11} \text{ Дж}$);
- ✓ Радіус ядра – $1/3$ радіуса Сонця.

✓ Температура в центрі ядра - 15 млн. К

Зона променистої рівноваги (зона радіації):

○ Перенесення енергії із ядра у верхні шари шляхом послідовного поглинання та наступного перевипромінювання квантів електромагнітної енергії;

○ Оточує ядро до відстані 2/3 радіуса Сонця.

○ Температура зменшується до 2 млн. К, густина до $0,2 \text{ г/см}^3$

Конвективна зона:

➤ Займає зону від верхнього шару зони радіації до видимої межі Сонця

➤ Енергія передається шляхом перемішування – більш гарячі комірочки спливають угору, а холодні опускаються донизу (явище конвекції).

➤ Температура зменшується від 2 млн до 6000 К, а густина до $2 \cdot 10^{-7} \text{ г/см}^3$

➤ Інтенсивні рухи сонячної речовини та зародження магнітного поля.

Атмосферою вважаються зовнішні шари Сонця, умовно поділених на три оболонки: фотосфера, хромосфера, сонячна корона.

Фотосфера:

✓ 200-300 км завтовшки, сприймається як поверхня Сонця;

✓ $T_c = 5780 \text{ К}$ (Температура зменшується з висотою);

✓ Складається з нетривких (до 7 хв) яскравих ділянок (гранул, зерен) із темними проміжками між ними. Температура гранул в середньому на 500 К вища, ніж проміжків. У гранулах потоки гарячої плазми піднімаються вгору, у темних проміжках - опускаються вниз. (прояв конвекції речовини Сонця)

Хромосфера: (з грец. - забарвлена сфера)

➤ Товщина 10-15 тис. км.

➤ Температура зростає з висотою (від 4500 К у нижніх шарах, а у верхніх шарах сягає 100 000 К).

➤ можна побачити візуально під час сонячних затемнень у вигляді вузького жовто-червоного кільця;

➤ Нагадує траву, що горить, над нею здійснюються характерні утворення, які називаються спікулами.

Сонячна корона:

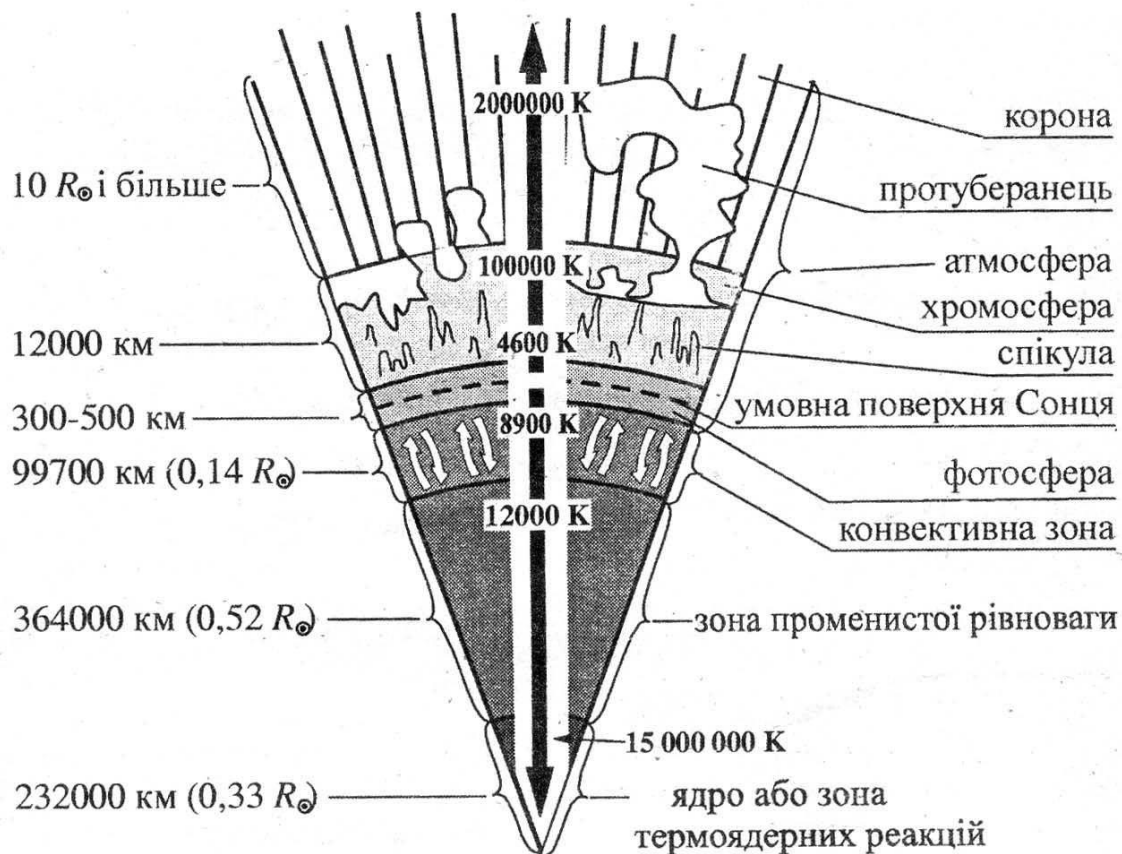
❖ Простягається на висоту кількох сонячних радіусів;

❖ Температура зростає (від 100 000 К у нижніх шарах до 2 000 000 К у верхніх шарах);

❖ Спостерігається візуально під час повного сонячного затемнення та має сріблясто-білий колір (яскравість повного місяця);

❖ У верхніх шарах речовина корони неперервно витікає у міжпланетне середовище, формуючи явище **сонячного вітру**.

❖ Сонячний вітер складається з протонів і α -частинок, утворюючи величезну геліосферу.



Корисні посилання:

1. [Астрономія: підруч. для 11 класу \(рівень стандарту\) В.Д. Сиротюк, Ю.Б. Мирошніченко](#)
2. [Перевір себе. Сонце - найближча зоря. \(інтерактивна вправа\)](#)
3. [Перевір себе. Сонце \(інтерактивна вправа\)](#)
4. [Додаток Solar System Score – повноцінна модель Сонячної системи](#)



5. [Сайт NASA. Сонце та його дослідження.](#)

Додаткові відео з теми:

1. [Будова Сонця \(відео\)](#)
2. [Чи можемо ми пережити смерть Сонця? \(відео\)](#)
3. [Чи зможе людство вижити без Сонця: цікаві факти про зірку. \(відео\)](#)
4. [Чому світить Сонце? \(відео\)](#)
5. [Як ми знаємо, скільки років Сонцю? \(відео\)](#)