УРОК № 23

**ЗВИЧАЙНІ ЗОРІ. ПОДВІЙНІ ЗОРІ. ФІЗИЧНО- ЗМІННІ ЗОРІ. ПЛАНЕТНІ СИСТЕМИ ІНШИХ ЗІР**

**ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ:**

* **Предметна компетентність:** продовжити вивчення небесних об'єктів — зір, дати уявлення про типи та природу звичайних, подвійних, фізично-змінних зір, основні характеристики змінних, нових та наднових зір, подвійних зір; розглянути планетні системи інших зір (екзопланети);

 **Ключові компетентності:**

**Спілкування державною мовою -** спілкуватися за проблематикою предмету сучасною науковою мовою з використанням усталених астрономічних термінів та понять*;* чітко та однозначно формулювати судження та аргументувати їх; налагоджувати комунікації у процесі вирішення навчальних завдань та виконання проектів; чітко та стисло викладати основний астрономічний зміст питань у письмовій формі; цінувати наукову українську мову; готувати та представляти повідомлення, доповіді та реферати, презентувати результати проектної діяльності.

**Спілкування іноземними мовами -** оперувати найбільш вживаними в міжнародній практиці астрономічними термінами; користуватися іншомовними джерелами як додатковими під час виконання навчальних завдань та проектів;

**Математична компетентність**застосовувати математичний апарат і закони фізики для розв’язування астрономічних задач, обґрунтування та доведення тверджень; опрацювання, інтерпретації, оцінювання результатів спостережень;

**Основні компетентності у природничих науках і технологіях:** характеризувати роль астрономічних знань у формуванні природничо-наукової картини світу; усвідомлювати значення астрономії для дослідження довкілля;

**Інформаційно-цифрова компетентність:** використовувати інформаційні системи для швидкого та цілеспрямованого пошуку інформації;користуватися сучасними гаджетами як інструментальними засобами;визначати можливі джерела інформації, добирати потрібну інформацію, оцінювати, аналізувати, перекодовувати інформацію; працювати з програмами-симуляторами астрономічних явищ;

**Уміння вчитися впродовж життя:** планувати самостійне опрацювання навчального матеріалу з астрономії; визначати цілі навчальної діяльності в короткотерміновому та довготерміновому періодах; виконувати самостійний пошук інформації з використанням різних видів джерел; виділяти головне в опрацьовуваній інформації; критично оцінювати власні досягнення; усвідомлювати важливість самоосвіти для успішного життя.

**Ініціативність і підприємливість*:*** ухвалювати рішення щодо вибору найоптимальніших альтернатив під час вирішення навчальних завдань з астрономії; пропонувати способи та засоби економії енергетичних, часових, фізичних ресурсів у навчальному процесі та побуті, співвідносити очікувані результати та ресурси, потрібні для їх досягнення; усвідомлювати досяжність поставлених цілей як результату наполегливої праці.

**Соціальна та громадянська компетентності:** відстоювати аргументовано свої погляди на вирішення навчальних завдань та сприймати аргументовані пропозицій товаришів; дотримуватися принципів демократичності та відповідальності під час роботи в групі; пропонувати шляхи підвищення рівня соціального розвитку на основі сучасних астрономічних знань;

**Обізнаність та самовираження у сфері культури:** визначити роль астрономії у становленні загальнолюдської культури;пояснювати взаємовплив астрономічної науки та образотворчого, музичного, літературного мистецтва; усвідомлювати історичну єдність процесу розвитку природничої науки та культури людської цивілізації.

**Екологічна грамотність і здорове життя:** дотримуватися правил безпеки життєдіяльності в навчальному процесі та побуті; забезпечення здорового способу життя; дотримуватися правил екологічної поведінки.

**Обладнання**: підручник, презентація із демонстраціями та відеоматеріалами, ноутбук, екран (мультимедійний проектор), зошит для конспектів.

**Тип уроку**: комбінований.

**ХІД УРОКУ**

**■ І. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП**

**■ ІІ. ПЕРЕВІРКА ДОМАШНЬОГО ЗАВДАННЯ**

***Тест «Звичайні зорі та їх класифікація»***

***Варіант 1***

*Ключ - відповідь*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| **Б** | **Г** | **А** | **Г** | **Б** | **Б** |

**7.** Термоядерні реакції у яких водень перетворюється на гелій.

**8.** Розмір зорі (радіус) зорі залежить від температури та світності. $R=R\_{ʘ}\sqrt{L}\left(\frac{T\_{ʘ}}{T}\right)^{2}$

Оскільки, температури зір однакові, тоді їх яскравість одиниці поверхні також однакові, тоді площа поверхні більша у тої зорі, світність якої більша, тому дане твердження є неможливим.

**9.** Зірка Арктур має світність - в 210 разів більшу, ніж у Сонця, і температуру 4300 К. В скільки разів вона більша від Сонця?

|  |  |
| --- | --- |
| ***Дано:***$$L=210L\_{⨀}$$$$T=4300 K $$$$T\_{⨀}=5800 K$$ | ***Розв’язання***$$\frac{R}{R\_{⨀}}=\sqrt{\frac{L}{L\_{⨀}}}\left(\frac{T}{T\_{⨀}}\right)^{2}$$$$\frac{R}{R\_{⨀}}=\sqrt{\frac{210L\_{⨀}}{L\_{⨀}}}\left(\frac{4300}{5800}\right)^{2}≈8 $$***Відповідь:*** у 8 раз |
| $$\frac{R}{R\_{⨀}}-?$$ |

***Тест «Сонце – наша зоря»***

***Варіант 2***

*Ключ - відповідь*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| **В** | **Б** | **А** | **В** | **Г** | **Б** |

**7.** Відношення середніх мас білих карликів та червоних гігантів близьке до одиниці.

**8.** Зовнішній вигляд спектра залежить від температури на поверхні зорі, і при переході від пізних спектральних класів до ранніх спектральних класів температура збільшується. Водночас спектральна послідовність є і послідовністю кольору, адже різний колір залежить від температури. За різних температур максимум інтенсивності неперервного спектра припадає на різні його ділянки. Якщо максимум випромінювання зорі знаходиться у червоній частині спектра, то її колір буде червоним, якщо у блакитній – блакитним, а якщо зоря випромінює з однаковою інтенсивністю весь неперервний спектр, то її колір буде білим. Тому навіть за зовнішнім виглядом спектрограми зорі, можна на «око» оцінити температуру зорі.

**9.** Зірка Денеб має світність 90 000 світностей Сонця та температуру поверхні 9000 К. В скільки разів вона більша від Сонця?

|  |  |
| --- | --- |
| ***Дано:***$$L=90000L\_{⨀}$$$$T=4300 K $$$$T\_{⨀}=5800 K$$ | ***Розв’язання***$$\frac{R}{R\_{⨀}}=\sqrt{\frac{L}{L\_{⨀}}}\left(\frac{T}{T\_{⨀}}\right)^{2}$$$$\frac{R}{R\_{⨀}}=\sqrt{\frac{90000L\_{⨀}}{L\_{⨀}}}\left(\frac{4300}{5800}\right)^{2}≈300∙0,55=165 $$***Відповідь:*** у 165 раз. |
| $$\frac{R}{R\_{⨀}}-?$$ |

**■ ІІІ. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ. МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

*Проблемна бесіда*

Кожен із нас залюбки спостерігає за зоряним небом. Ми бачимо безліч зір на небі.

1. Чи є серед них ті зорі, які «миготять» або розміщені близько одна до одної?
2. Чи спостерігали ви їх?
3. Що є причиною зміни їх блиску?
4. Скільки планет в Сонячній системі?
5. Чи існуюють планети навколо інших зір?
6. Якими методами можна їх знайти?

Сьогодні на уроці ми дізнаємося відповіді на ці запитання та багато іншого не менш цікавого.

**■ ІV. ПОВІДОМЛЕННЯ ТЕМИ, МЕТИ ТА ЗАВДАНЬ УРОКУ.**

**■ V. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ**

1. **Подвійні Зорі.**

Вивчаючи зоряне небо, вчені помітили, що є багато зір, розташованих близько одна від одної, або утворюють складні системи.

 Їх поділяють на:

***Оптично подвійні зорі*** - зорі, які рознесені у просторі на великі відстані і лише проектуються на близькі точки небесної сфери. Класичним прикладом таких зірок є [Міцар](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%86%D0%B0%D1%80) і [Алькор](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%90%D0%BB%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%80&action=edit&redlink=1) у сузір'ї [Великої Медведиці](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%92%D0%B5%D0%B4%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D1%8F_%28%D1%81%D1%83%D0%B7%D1%96%D1%80%27%D1%8F%29).

***Фізично-подвійні -*** системи зір, які під дією сил взаємного тяжіння обертаються навколо спільного центра мас. Для цих зірок вдається визначити зміну з часом [позиційного кута](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%83%D1%82&action=edit&redlink=1) й оцінити період обертання. Такими зірками є [Міцар](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%96%D1%80%D1%96%D1%83%D1%81), Сиріус, 𝛼 Гончих Псів (серце Карла), що складаються з компонентів A і B, що легко розрізняються в звичайний телескоп.

***Кратні -*** системи зір, які під дією сил взаємного тяжіння обертаються навколо спільного центра мас і налічують від трьох до десяти компонентів. Такою зіркою є Кастор[,](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%96%D1%80%D1%96%D1%83%D1%81) що складається з 6 компонентів, Глізе 667 – з 3 компонетів та ін.

***Зоряні скупчення*** - кратні системи, які налічують більше десяти зоряних компонентів.Якщо компоненти кратної зорі видно в телескоп нарізно, її називають *візуально кратною зорею.*

Компоненти більшості подвійних систем занадто близькі одна до одної або ж занадто віддалені від Сонячної системи, через що їх неможливо розрізнити навіть за допомогою найпотужніших телескопів. В цьому випадку їхню подвійність можливо виявити за деякими іншими ознаками.

* ***Затемнювано-подвійні*** *або* ***затемнювано-змінні -***. Це спостерігається для таких систем, для яких Земля перебуває у площині їх взаємного руху або недалеко від неї. Прикладом такої системи є зорі типу Алголя ((𝛽 Персея, з араб, - “диявольська”). Залежність зоряної величини такої системи відображено на малюнку. зорі, видима величина яких ритмічно змінюється внаслідок затемнення одного компонента іншим

***Спектрально-подвійні зорі -*** зорі, подвійність яких можна встановити за допомогою спектральних спостережень.

Якщо об’єкт випромінювань віддаляється від спостерігача, лінії у спектрі зміщуються в область червоної ділянки, при наближенні - в область фіолетової ділянки (ефект Доплера-Фізо). Періодичне ж роздвоєння ліній у спектрі відносно середнього положення внаслідок різних напрямів руху об’єктів вздовж променя зору спостерігача свідчить про обертання об’єктів навколо спільного центра мас. Таким методом, який називається методом променевих швидкостей, можна визначати наявність у системі невидимих супутників, до яких належать і планети.

***Тісні подвійні системи -*** пари зір, відстані між якими співмірні з їх розмірами. Внаслідок припливних ефектів поверхні зір набувають еліпсовидноїформи, а іноді й дотикаються. Як правило, починається перехід речовини з однієї зорі на іншу. Ця речовина утворює навколо неї широкий диск, зоря розширюється, поступово перетворюючись у червоний гігант. Пізніше речовина у диску гальмується, нагрівається, світиться і зрештою осідає на поверхню “сусідки”.

1. **Фізично змінні зорі.**

***Фізично-змінні зорі*** -зорі, зміна блиску яких зумовлена процесами, що відбуваються у їх надрах.

Перші дев’ять змінних зір у кожному із сузір’їв позначають літерами латинського алфавіту від R до Z і додають назву сузір’я, наприклад Т Тельця. Зорі, відкриті пізніше, позначають двома літерами того самого алфавіту (від RR до QZ). За такою схемою позначають 334 зорі в кожному сузір’ї. Наступні відкриті змінні зорі позначають літерою V і додають номер та назву сузір’я, наприклад V335 Лебедя

Залежно від процесів, що відбуваються всередині зорі фізично-змінні зорі поділяють на пульсуючі та еруптивні (нові та наднові зорі).

***Пульсуючі змінні зорі-***зорі, протяжні атмосфери яких здатні нагромаджувати енергію, що йде з глибин зорі, а потім віддавати її. Зоря періодично стискується, розігріваючись, і розширюється, охолоджуючись. Тому енергія то поглинається атмосферою, то виділяється. Внаслідок цього світність цих зір змінюється у кілька разів з періодом від кількох до сотень діб (класичні або довгоперіодичні) та від години до доби (короткоперіодичні). Найвідоміші серед пульсуючих зір є цефеїди, які отримали назву від однієї з найтиповіших їх представників - зорі δ Цефея, зорі типу *RR* Ліри — ***ліриди***, зорі типу *W* Діви — ***віргініди***.

Аналіз показав, що пульсувати можуть тільки зорі-гіганти і надгіганти класів F і G з великими світностями, внаслідок чого їх можна спостерігати далеко за межами нашої Галактики. Цефеїди, ліриди та віргініди - це свого роду “маяки” Всесвіту.

Тривалий час усі ці групи об’єднували під назвою цефеїди. Проте і раніше їх поділяли на довгоперіодичні (або класичні цефеїди, прототип — зоря δ Цефея) і короткоперіодичні (прототип — зоря *RR* Ліри). Виділення окремих типів — лірид і віргінід — супроводжувалося змінами в наукових уявленнях щодо масштабів галактики і галактичного світу в цілому.

***Нові зорі -*** фізично змінні зорі, блиск яких за кілька діб зростає у тисячі, а то й мільйони разів, після чого повільно, роками зменшується до початкового значення. Згодом на місці нової залишається карликова зоря з оболонкою, яка розширюється зі швидкістю понад 1000 км/с.

З’ясовано, що всі нові зорі - це компоненти тісних подвійних систем, виникнення спалахів яких пов’язане з особливостями обміну речовини. Осідаючи на поверхні “сусідки”, речовина із диска збільшує масу і температуру, що може призвести до виникнення термоядерних реакцій у поверхневому шарі і раптового вибуху зорі.

***Наднові зорі***-фізично змінні зорі, блиск яких зростає за кілька діб ще більше, ніж у нових. Зоря спалахує внаслідок колапсу свого масивного ядра. Відбувається це так. На різних етапах життя масивної зорі в її ядрі проходять термоядерні реакції, під час яких спочатку водень перетворюється на гелій, потім гелій на вуглець і т. д. до утворення ядер елементів групи заліза (Fе, Ni, Со). Поступово зоря ще більше «розшаровується» /

Ядерні реакції з утворенням ще більш важких хімічних елементів відбуваються з поглинанням енергії, тому зоря починає охолоджуватися й стискатися. Внутрішні шари немов обвалюються до центра зорі; виникає ударна хвиля, що рухається назад від центра зорі, унаслідок чого зовнішні шари зорі викидаються з величезною швидкістю. У результаті катастрофічної зміни структури зорі відбувається спалах наднової. Під час вибуху звільняється енергія приблизно 1046 Дж. Таку енергію наше Сонце здатне випромінювати мільярди років. Від величезної зорі залишаються тільки газова оболонка, що розширюється з великою швидкістю ( від 5000 до 20000 км/с) і спостерігаються у вигляді газо-пилової туманності (прикладом є Крабовидна туманність у сузір’ї Тельця). Ця оболонка у подальшому слугує матеріалом для утворення зір другого покоління. Є думка про те, що Сонце і Сонячна система утворилися в околицях такої газопилової туманності.

1. **Планетні системи інших зір**

Наша планетна система — це чотири кам’янисті планети (одна з них Земля) у внутрішній частині Сонячної системи і чотири газові планети у зовнішній.

Чи існують планети навколо інших зір?

Спостерігаючи за іншими зорями, досліджуючи їх спектри, астрономи із Женевського університету в грудні 1995 р. виявити в зорі 51 у сузір’ї Пегаса, супутник масою в половину маси Юпітера. Так і було відкрито першу планету поза межами Сонячної системи, вони отримали назву екзопланет.

Екзопланета (від грец. єсо - «поза», «зовні»), або позасонячна планета, — планета, що обертається навколо зорі, тобто за межами нашої Сонячної системи.

Планети надзвичайно малі й тьмяні порівняно із зорями, а самі зорі перебувають украй далеко від Сонця (найближча - на відстані 4,22 св. року). Тому спостерігати їх візуально, навіть у найпотужніші телескопи неможливо.

А як тоді відкривати нові планети або планетні системи?

Для їх виявлення використовують різні непрямі методики: астрометричний, метод перехідної фотометрії, спектрометричне визначення радіальної швидкості зорі, гравітаційне мікролінзування як з поверхні Землі, так і з космічних обсерваторій. Цими методами у наш час астрономами відкрито понад 800 екзопланет. Для їх пошуку астрономи за останнє десятиліття обстежили понад 3000 зір, біля деяких зір знайдено по 2, 3 і навіть 4, 5 планет.

Найбільш відому на сьогодні планетну систему (не враховуючи Сонячну систему) має зоря HD 10180. Навколо неї обертаються сім планет, зоря віддалена від нас на відстань 127 св. років і розташовується у сузір’ї Південної Гідри. Достовірно відомо про п’ять планет, а для доведення присутності ще двох планет потрібні додаткові спостереження.

Головний напрямок пошуку екзопланет — це пошук планет земного типу. На вирішення цієї задачі спрямовані різні космічні проекти. Серед відомих можна назвати проекти KEPLER (NASA) — космічний телескоп Шмідта, здатний одночасно відслідковувати 100 тис. зір; COROT (ESA) спеціалізований 30-см космічний телескоп, здатний відкривати планети земного типу. Сучасні астрономи вважають, що відкриття подібних до Землі планет є актуальним науковим питанням, вирішення якого може бути досягнуто в недалекому майбутньому.

**VIІ. ПІДСУМОК УРОКУ**

**Поміркуємо**

1. Яку назву отримали групи зір, що обертаються не лише навколо центра Галактики, а й навколо спільного для них центра мас?
2. Термін «нова зоря» означає молодий вік чи зростання блиску зорі?
3. Які зорі змінюють кількість випромінюваного світла: фізично-подвійні чи фізично-змінні?
4. Як змінюється сумарний блиск подвійної зоряної системи, коли одна зоря закриває іншу: збільшується чи зменшується?
5. Залежність яких характеристик цефеїд є головною особливістю цих зір?
6. У подвійної зоряної системи, компоненти якої не закривають один одного для земного спостерігача, ми можемо спостерігати лише одну із цих зір, а другу не видно через її малу світність. Які спостереження видимої зорі можуть підтвердити її подвійність?
7. Поясніть чому у спектрі спектрально-подвійної зоряної системи спостерігається розщеплення ліній.
8. Як має бути розташована площина обертання подвійної зоряної системи відносно Землі, щоб ця система була затемнювано-подвійною?

Додаткове завдання

* 1. Зобразіть якісну картину зміни блиску затемнено-подвійної системи, коли одним з компонентів є чорна діра масою, що дорівнює 3 масам Сонця, а іншим – зоря типу Сонця?
	2. Блиск зірки δ Цефея в максимумі і мінімумі дорівнює 3,5m і 4,4m, а температура - 6800 і 5400 К відповідно. Коли розмір зірки більше і у скільки разів?

Рефлексія

* + - На уроці я зрозумів …
		- Сьогодні я навчився …
		- На уроці найцікавішим було …
		- На уроці мені було найважче …
		- Сьогодні на уроці я не зрозумів …
		- У мене виникло запитання …

**VII. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ**

*Прочитати тема 5, пункт 2 (С. 80-84),*

*Контрольні запитання (1-4) С. 84*

*Завдання для дискусії С. 79*

Підготувати повідомлення, буклети, бюлетені, презентації на одну із тем:

* Цефеїди – «маяки» Всесвіту
* Земля – 2. Чи можливо це?
* Ми – діти зірок?
* Звідки взялося золото?