УРОК № 29

**ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ УЯВЛЕНЬ ПРО ВСЕСВІТ. ПОХОДЖЕННЯ Й ЕВОЛЮЦІЯ ВСЕСВІТУ**

**ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ:**

**Предметна компетентність:** розглянути загальноприйняті моделі походження і розвитку Всесвіту: «інфляційного» й «пульсуючого» Всесвіту; космічний процес виникнення міні-Всесвіту й основних етапів його еволюції: синґулярність, явище Великого Вибуху, інфляційне розширення, сучасний стан системи галактик і можливе необмежене розширення або стиску до стану синґулярності; космічний процес виникнення й основні етапи її еволюції Всесвіту: початкове розширення, утворення елементарних частинок й атомних ядер; рекомбінацію, реліктове випромінювання й об'єкти, що існували на ранніх стадіях еволюції Всесвіту;

* **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 обґрунтування та доведення тверджень; опрацювання, інтерпретації, оцінювання результатів спостережень; моделювання астрономічних явищ у формі математичних рівнянь і співвідношень;

**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**

**Фронтальне опитування**

1. Чи є Всесвіт у значному масштабі однорідним?
2. У чому суть гравітаційного космологічного парадокса?
3. Поясніть, у чому полягає парадокс «теплової смерті»? Чим можна його спростувати?
4. Поясніть фотометричний парадокс безмежного і нескінченного Всесвіту (парадокс Ольберса): «Якщо Всесвіт нескінченний, то чому вночі темно?».

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

1. Що є предметом вивчення космології?
2. Сформулюйте космологічний принцип?

Сучасна космологія ґрунтується на загальній теорії відносності для певної моделі Всесвіту. А саме: Всесвіт є однорідним та ізотропним у даний момент часу, тобто його властивості для кожного заданого моменту часу однакові в усіх його точках і напрямках

У разі поширення законів фізики на Всесвіт загалом або досить великі його області, виникають утруднення, які було названо космічними парадоксами.

Для їх вирішення було розроблено ЗТВ та певну модель Всесвіту – безмежного, але скінченного.

1. Чи є справедливою дана модель?
2. Який вік Всесвіту?
3. Як зародився наш Всесвіт і що чекає його у майбутньому?

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

**■ V. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ**

**1.Походження та Еволюція Всесвіту**

Аналізуючи космологічну теорію Ейнштейна, російський вчений О. Фрідман приходить до висновку, що Всесвіт не є стаціонарним і на даному етапі повинен розширюватися. У 1929 р. Е. Габбл підтвердив цей факт. Всесвіт не залишається сталим у часі — він змінює свої параметри.

Але, якщо Всесвіт розширюється, то в якийсь момент часу у минулому відстань між сусідніми об’єктами Всесвіту мусила бути рівною нулю, тобто Всесвіт повинен бути точкою, яку математики називають сингулярною.

В теоретичному плані сингулярність відображає “особливий” стан, у якому густина речовини, кривизна “простір - час” і температура нескінченні: вся надгаряча космічна матерія буквально зібрана в точку. У сингулярній точці всі сучасні закони фізики втрачають свою дію. У рамках цієї моделі час життя Всесвіту вважають таким, що минув від моменту існування нескінченно великої густини. (модель «гарячого» Всесвіту – всесвіт на початку існування мав дуже високу температуру і з розширенням температура знижувалась.)

Процес переходу космічної матерії з цього “точкового” стану на стадію розширення називають Великим Вибухом. Вперше цю модель висунув у 1949 році американський фізик Гамов, вважаючи, що розміри Всесвіту у сингулярній точці були меншими за 10-33 см.

За сучасними даними, стала Габбла Н=70 км/(с • Мпк), вік Всесвіту обчислимо за формулою T=1/Н, маємо, що Великий Вибух міг відбутися приблизно 15 млрд років тому. Якщо врахувати, що вік нашої Галактики не може бути більший за вік найстаріших кулястих зоряних скупчень, що існують уже понад 13 млрд років, то цю цифру можна також вважати за нижню межу віку нашого Всесвіту.

***Сценарій народження і розвитку Всесвіту такий:***

* В першу мить (від 10-43с до 10-35с) відбулося стрімке розширення Всесвіту і його охолодження. Гравітаційне відштовхування матерії переважало гравітаційне тяжіння. За цей інтервал часу розміри Всесвіту зросли (від 10-33см до розмірів апельсина). Стан, у якому перебувала матерія в цей інтервал часу, фізики називають фізичним або квантовим вакуумом. На думку вчених, квантовий вакуум має дивовижні властивості. Наприклад, він в змозі мати необмежену кількість енергії, мати від’ємний тиск;
* надалі Всесвіт розширювався з інертності й за певного значення температури ($≈$1027 К) почали народжуватися спочатку важкі частинки (протони, нейтрони), пізніше легкі (електрони, нейтрино) та їх двійники-античастинки (антипротони, антинейтрони, позитрони, антинейтрино та ін.);
* одночасно з народженням частинок і античастинок відбувалася їх анігіляція. Всесвіт заповнювався випромінюванням;
* характерним було-те, що у процесі народження Всесвіту утворилося більше частинок, ніж античастинок, і через 10 с після початку Великого Вибуху випромінювання вже переважало над речовиною (1 частинка речовини на 106 квантів випромінювання);
* за температури 106 К почався космологічний нуклеосинтез —утворення ядер гелію, другого після водню за поширеністю у Всесвіті хімічного елемента. Цей процес тривав 200 хвилин. Настала ера речовини, яка триває і дотепер.

Надалі, внаслідок виникнення випадкових неоднорідностей, утворилися ущільнені хмари речовини, відбулося відокремлення їх однієї від іншої, дроблення, подальше ущільнення. З таких скупчень через 1 млрд. років утворилися у Всесвіті окремі галактики, а в галактиках — окремі зорі.

Звичайно, до такого сценарію утворення і розвитку Всесвіту є багато запитань без відповіді, але й дуже багато незаперечних доказів його реальності, а саме:

* наявність космічного випромінювання, яке виникло на ранніх стадіях утворення Всесвіту і існує у вигляді радіохвиль, що йдуть на Землю з різних ділянок, незалежно від доби, пори року. Це випромінювання названо ***реліктовим*** (слабким залишком випромінювання, що збереглося від Великого Вибуху. Первинне ядро, як бомба, що вибухнула, в усіх напрямках випромінювало потужні потоки коротких хвиль (відповідає температурі приблизно 10 млн К). з часом це випромінювання мало розсіятися, охолонути й рівномірно заповнити весь Всесвіт, що розширюється. У наш час воно приходило б на землю у вигляді мікрохвиль (коротких радіохвиль), що відповідають температурі всього лише в кілька кельвінів. Подібний мікрохвильовий фон, випромінюваний джерелом температурою приблизно 2,7 К, що однаково надходить з усіх напрямків, було зафіксовано 1965 року.)
* найпоширенішим хімічним елементом у Всесвіті є гідроген, йому поступаються по черзі: гелій, оксиген, карбон, нітроген;
* ізотропність і однорідність простору у великих масштабах;
* наявність неоднорідностей у невеликих масштабах, як наслідок флуктуацій щільності речовини на початковому етапі народження Всесвіту;

співвідношення між кількістю фотонів і окремих атомів у Всесвіті.

**2. Еволюція Всесвіту. Його майбутнє**

Аналізуючи космологічну теорію Ейнштейна, російський вчений О.Фрідман приходить до висновку, що Всесвіт не є стаціонарним, і його подальша доля залежить від густини речовини, яка його заповнює.

Гравітаційна взаємодія речовини в майбутньому може зменшити швидкість розширення Всесвіту. Виявляється, якщо середня густина Всесвіту має критичне значення $9,3∙10^{-27}$ кг/$м^{3}$, а стала Габбла Н = 70 км/(с $∙$ Мпк), розширення може відбуватися вічно. Розрахунки показують, що майбутня доля нашого Всесвіту залежить від значення справжньої середньої густини щодо критичної густини $ρ\_{k}$.

Згідно теорії Фрідмана, Всесвіт може бути відкритим, закритим або пульсуючим.

1. Випадок $ρ$=$ρ\_{k}$. Всесвіт є плоским, геометрія Всесвіту є евклідовою: сума кутів трикутника дорівнює 180 градусів, а паралельні лінії ніколи не перетинаються.

Якщо темна енергія відсутня, плоский Всесвіт буде розширюватися завжди, але повільніше з кожною секундою. Врешті-решт, швидкість розширення буде наближатися до нуля. За наявності темної енергії, швидкість розширення Всесвіту спочатку сповільниться через сили тяжіння, але потім зросте. Доля Всесвіту в такому випадку аналогічна до теорії Відкритого Всесвіту.

1. Якщо ($ρ>ρ\_{k}$), розширення Всесвіту рано чи пізно зупиниться і зміниться його стисненням. У такій моделі Всесвіт пульсує, тобто досягнувши найбільших розмірів, знову стискається. До того ж він є замкненим, геометрія у такому Всесвіті подібно до сфери. Сума кутів трикутника перевищує 180 градусів, а паралельні лінії врешті-решт перетинаються. Геометрія Всесвіту, принаймні у великих масштабах, є сферичною. Замкнутість Всесвіту означає, що світловий промінь, відлетівши у зоряні простори, має зрештою повернутися туди, звідки стартував.

*Деякі сучасні теорії припускають, що у космосі є неймовірно велика кількість темної енергії, сили відштовхування якої вистачить, аби розширення Всесвіту тривало вічно — навіть при* $ρ>ρ\_{k}$*.*

1. Якщо ($ρ$<$ρ\_{k}$), то Всесвіт відкритий, нескінченний геометрія простору є відкритою, нагадуючи поверхню сідла (див. малюнок). Сума кутів трикутника менша за 180 градусів, а поверхні мають від'ємну кривину. Геометрія такого Всесвіту гіперболічна.

Навіть без темної енергії такий Всесвіт буде розширюватися завжди, сила тяжіння у такому випадку майже не впливає на швидкість розширення, а з темною енергію воно навіть прискориться. У такому випадку Всесвіт спіткає теплова смерть.

Якою буде майбутнє Всесвіту?

Із астрономічних спостережень випливає, що останніми роками отримали ряд прямих доказів на існування у Всесвіті темної невидимої речовини, яка нічим себе, окрім гравітації, не проявляє. Маса цієї речовини, яку астрономи називають “прихованою”, у багато разів перевищує масу видимої. Яка природа цієї “прихованої” речовини вченим достеменно невідомо. Можливо, це поки що невідкриті елементарні частинки, а, можливо, вакуум має такі властивості, що робить свій внесок у повну густину матерії. Це можуть бути і “чорні” дірки, і звичайні несамосвітні тіла невеликої маси (проміжні між зорями і планетами), а, можливо, це маса великої сукупності нейтрино у Всесвіті, які з погляду сучасної фізики не мають маси. Астрономи, які займаються проблемами космології, запропонували гіпотезу щодо існування нового класу елементарних частинок, яким дали таку умовну назву — Слабко Взаємодіючі Масивні Частинки (СВМЧ).

За сучасними спостереженнями складовими Всесвіту є темна енергія - 70 %, невидима темна матерія - 25 %, видима речовина, яку можна реєструвати, різноманітні поля і випромінювання – 5 %.

**VI. ПІДСУМОК УРОКУ**

**Поміркуємо**

* 1. Що означає в астрономії термін Великий вибух?
	2. Чи існує центр розширення Всесвіту?
	3. Чому дорівнює середня температура Всесвіту?
	4. У якому стані перебував Всесвіт у момент Великого Вибуху?
	5. Що таке вік Всесвіту, яке його значення у земних роках?
	6. Що таке реліктове випромінювання? Доказом якого явища воно виступає?
	7. Назвіть хімічні елементи, що а поширеністю у Всесвіті займають три перших місця. Розставте ці елементи в порядку зменшення кількості у Всесвіті.
	8. Нині наслідком Великого Вибуху є спостережний факт – розбігання галактик. Чому не розбігаються також зорі в межах однієї, цілком конкретної галактики?
	9. Останніми роками астрономи отримали ряд прямих доказів на існування у Всесвіті темної невидимої речовини, яка нічим себе, окрім гравітації, не проявляє. Що це а речовина? Чи залежить від неї подальша доля Всесвіту?
	10. Назвіть три можливих варіанти розвитку Всесвіту відповідно до теорії Фрідмана. Який з варіантів найбільш можливий?

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 7, пункт 3 (С. 105-111),*

*Контрольні запитання (1-6) С. 111*

*Тестові завдання С. 111*

*Повторити теми 5,6 та 7, підготуватися до контрольної роботи*

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

* Великий вибух
* Історія Всесвіту: від Великого вибуху до сьогодення
* Майбутнє Всесвіту – три можливі сценарії
* Темна енергія та темна матерія – що це?