**Тема.Проблеми космології**

**Мета уроку**: навчальна –дати учням поняття космології, розказати їм про теорії походження й розвитку Всесвіту; дати учням поняття антропного принципу, пояснити унікальність існування життя і нашому Всесвіті, розглянути можливі шляхи пошуку життя у нашому Всесвіт; розвивальна – розвивати уяву, творчі здібності учнів, вдосконалювати вміння застосовувати набуті знання на практиці; виховна – виховувати почуття відповідальності, взаємодопомоги, вміння виступати перед аудиторією.

1. Космологічні моделі. Космологія — наука про Всесвіт у цілому, про найзагальніші закони його будови і розвитку. Це молода і водночас найпривабливіша галузь астрономії. Вона найповніше використовує такі поняття, як простір і час, які є не тільки фізичними, але й філософськими категоріями. На її «полі» упродовж століть ведеться запекла боротьба між матеріалістичним та ідеалістичним світоглядами.

Загальні закономірності розвитку Всесвіту вивчаються за допомогою космологічних моделей. Інакше кажучи, виводяться рівняння, за якими визначається зміна з часом відстані між двома довільно взятими матеріальними об'єктами у Всесвіті (двома галактиками), а також зміна з часом середньої температури і густини речовини. При цьому, як правило, виходять з так званого космологічного принципу, який проголошує, що Всесвіт є однорідним та ізотропним, тобто властивості Всесвіту для кожного заданого моменту часу однакові в усіх його точках і в усіх напрямках.

Сучасна космологія грунтується на створеній А. Ейнштейном (1916 р.) загальній теорії відносності (ЗТВ), в якій було встановлено, що розвиток і подальша доля Всесвіту значною мірою залежать від значення середньої густини речовини, яка його заповнює. При цьому особлива роль відводиться так званому значенню ркр - критичної густини речовини.

Виявляється: якщо р > ркр, то розширення Всесвіту рано чи пізно зупиниться і зміниться його стисненням. Тоді червоні зміщення ліній у спектрах галактик зміняться на фіолетові, оскільки віддалі між галактиками почнуть зменшуватись. У такій моделі Всесвіт пульсує; досягнувши найбільших розмірів, знову стискається. До того ж він замкнений, і світловий промінь, відлетівши у зоряні простори, має зрештою повернутись туди, звідки стартував.

Якщо р < ркр, то Всесвіт відкритий, нескінченний, і його розширення буде тривати вічно!

Чому ж дорівнює критична густина речовини Весвіту? Виявилося, що її значення визначається тільки сучасним значенням сталої Габбла, яку точно знайти дуже непросто. Для її обчислення доводиться вимірювати червоні зміщення дуже далеких галактик, оскільки близькі галактики мають значні власні рухи, не зумовлені розширенням Всесвіту.

Обчислена за середнім значенням сталої Габбла критична густина ркр становить мізерну величину - біля 10 29 г/см3, або 10 s атомних одиниць маси у кожному кубічному сантиметрі. За такої густини грам речовини міститься у кубі зі стороною 40 тис. км!

Отже, для того щоб дізнатись, якій космологічній моделі відповідає Всесвіт, потрібно визначити середню густину його речовини і порівняти з критичною. Визначення середньої густини - це першочергова задача космології.

Зауважимо, що при введенні поняття Всесвіту, що розширюється, зовсім не йдеться про якусь фізичну точку, від якої відбувається розширення. Ніякого центра розширення не існує. Порівняємо Всесвіт із точками на поверхні повітряної кульки. Коли ми почнемо наповнювати її повітрям, відстані між точками будуть зростати, але жодну точку при цьому не можна вважати центром розширення.

Так і при розширенні Всесвіту - сам простір наче розбухає, галактики віддаляються одна від одної, залишаючи завдяки гравітації незмінними свої об'єми.

Та якщо світ галактик розширюється, то, можливо, певне число років тому всі вони почали свій розліт з деякої так званої сингулярної точки? Таке уявлення дозволяє ввести поняття єдиного космологічного часу t, відлічуваного від моменту, коли розпочалося розширення світу галактик.

2. Проблема «прихованої маси». Якщо ми візьмемо в околицях Сонця невеликий об'єм, наприклад куб із стороною 10 пк, то в ньому може виявитись кілька зір і міжзоряна плазма, а в сусідніх 10 пк3 ми можемо не знайти жодної зорі. Це свідчить про нерівномірність заповнення речовиною найближчого до нас простору. Зорі об'єднуються в галактики, а галактики об'єднуються в скупчення, які теж розташовані нерівномірно. Середня відстань між скупченнями становить близько 30 Мпк. Отже, і в таких об'ємах Всесвіт неоднорідний. Але якщо ми візьмемо куб із стороною 100 Мпк, то побачимо іншу картину: в будь-якому місці Всесвіту всередині таких об'ємів кількість галактик та їхніх скупчень буде майже однаковою.

«Розмазавши» подумки всі галактики по цих об'ємах, ми отримаємо для кожного з них однакову середню густину речовини.

Це приводить до дуже важливого висновку: у великих масштабах Всесвіт однорідний, і значення середньої густини речовини у ньому - це один із найважливіших параметрів.

Проте визначити зі спостережень справжню середню густину Всесвіту, виявляється, ще складніше, ніж знайти сталу Габбла і обчислити критичну густину. З астрономічних спостережень випливає, що середня густина усієї видимої речовини - зір, пилу, газу, а також випромінювання - не перевищує 10% критичної густини. Отже, окрім речовини, яка спостерігається, у Всесвіті, безсумнівно, наявна загадкова «прихована» або темна речовина, яка нічим не проявляє себе, крім гравітації. її маса у багато разів перевищує масу видимої речовини.

Останніми роками астрономи отримали цілий ряд прямих вказівок на те, що в основному саме ця темна речовина заповнює Всесвіт. Вона утворює протяжні невидимі темні гало галактик і міститься в міжгалактичному просторі, концентруючись біля скупчень галактик.

Яка природа «прихованої» речовини? Можливо, це поки що не відкриті елементарні частинки, а можливо, вакуум має такі властивості, що робить свій внесок у повну густину матерії. Це можуть бути і звичайні несамосвітні тіла невеликої маси, проміжні між зорями і великими планетами. Може бути і «будівельне сміття», що залишилось після епохи утворення галактик.

Та як би там не було, виміряти масу «прихованої» речовини - задача надзвичайно складна. Це якнайважливіше космологічне питання досі залишається відкритим.

Проблема горизонту. Якщо галактики розлітаються, то перенесімось подумки у минуле і знайдімо момент, коли віддалі між галактиками були такими малими, що вони «торкались» одна одної. Продовжуючи цю подорож у часі, ми неминуче прийдемо до такого моменту, коли вся доступна для спостережень область Всесвіту формально була стягнута в точку, а густина її була нескінченно великою. Звісно, фізично це неможливо, але в рамках моделі припустимо говорити про час життя Всесвіту як такий, що минув від моменту існування нескінченно великої (чи просто великої, але такої, яка ще має фізичний зміст) густини.

Цей час, що називається віком Всесвіту, залежно від прийнятого значення сталої Габбла виявляється близьким до 12-15 млрд років.

Якщо наші математичні моделі вірно описують реальний Всесвіт, то серед астрономічних об'єктів не повинно бути таких, вік яких перевищує вік Всесвіту. І дійсно, вік найстаріших зір як у нашій, так і в інших галактиках, не більший за 15 млрд років.

Будь-який сигнал, що несе інформацію, не може передаватися зі швидкістю, більшою за швидкість світла. Тому «скінченний» вік Всесвіту дозволяє умовно говорити і про розмір спостережуваного Всесвіту, або розмір області гв\*с/Н, з якої інформація може дійти до спостерігача за час, що минув від початку розширення.

Оскільки швидкість світла с має скінченне значення, то і розмір спостережуваного Всесвіту гв - також скінченна величина. Тобто спостережуваний Всесвіт має вигляд сфери скінченного радіуса гв, з-за меж якої ніяка інформація не може дійти до нас у принципі. І ніяке вдосконалення техніки не дозволить зазирнути ще далі. На честь Габбла її називають габблівським радіусом, а поверхня, яку він описує, називається абсолютним горизонтом.

На сьогодні за значення сталої Габбла Н = 75 км / (с • Мпк) габблівський радіус становить 4 000 Мпк.

Але поняття радіуса Всесвіту досить умовне: реальний Всесвіт безмежний і ніде не закінчується. Якщо спостерігач буде рухатись, то його спостережуваний «горизонт» буде відсуватися все далі й далі. Через скінченність швидкості світла величина червоного зміщення у спектрі далекої галактики є водночас і мірою віддалі до неї, і мірою часу, який минув відтоді, коли вона випустила той сигнал, що ми зараз сприймаємо.

Спостерігаючи все віддаленіші галактики, ми зазираємо у їхнє минуле, бо бачимо їх такими, якими вони були мільйони й мільярди років тому.

**Зворотній звязок: ysipovich.anna@gmail.com**