

ТЕМНА МАТЕРІЯ ТА ТЕМНА ЕНЕРГІЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Було розглянуто темну матерію та темну енергію як фундаментальні компоненти сучасної космології, що визначають структуру та еволюцію Всесвіту, хоча їхня природа залишається майже повністю невідомою. Особливу увагу приділено історії відкриття цих явищ, їхній ролі у формуванні галактик та розширенні Всесвіту, а також основним теоретичним моделям і експериментальним підходам до їх дослідження. Проаналізовано сучасні наукові гіпотези, включно з моделями частинок-кандидатів на роль темної матерії та природою космологічної сталої. Метою доповіді є доступне пояснення складних астрофізичних процесів, що підкреслює, наскільки багато аспектів Всесвіту залишаються загадовими.

Ключові слова: темна матерія, темна енергія, Всесвіт, космологія, галактики, розширення Всесвіту, гравітація, космологічна стала, астрофізика, енергія вакууму.

Вступ

Сучасна космологія відкрила перед нами кардинально нові уявлення про структуру Всесвіту. Виявлено, що близько 85% матерії Всесвіту складає темна матерія, яка не випромінює, не відбиває і не поглинає світло, що ускладнює її безпосереднє спостереження. Ще близько 70% енергії Всесвіту становить темна енергія — загадковий компонент, що, ймовірно, спричиняє прискорене розширення Всесвіту. У той же час видима матерія, яку ми спостерігаємо в зірках, планетах і галактиках, становить лише близько 5% від загальної маси-енергії Всесвіту.

Темна матерія не взаємодіє з електромагнітним випромінюванням, але її існування було підтверджено через різноманітні гравітаційні ефекти, такі як спостереження кривих обертання галактик, гравітаційне лінзування та реліктове мікрохвильове випромінювання. Темна енергія, в свою чергу, пов'язана з прискоренням розширення Всесвіту, що було відкрито через дослідження наднових зірок і великих космічних структур.

Вивчення темної матерії та темної енергії є одними з найбільших викликів сучасної фізики та астрономії. Розуміння цих загадкових компонентів не тільки змінює наше бачення Всесвіту, але й має потенціал для революційних відкриттів у галузі фундаментальної фізики.

Результати досліджень

У космології важливу роль відіграє рівняння стану темної енергії, яке описує її вплив на розширення Всесвіту. Це рівняння можна записати так:

$$p = w\rho c^2$$

Де:

p – тиск темної енергії; ρ - її густина енергії; w - параметр рівняння стану (для темної енергії $w \approx -1$); c - швидкість світла.

Темна енергія, як передбачається, має від'ємний тиск, що спричиняє прискорене розширення Всесвіту. Це є основною причиною того, що Всесвіт не просто розширюється, а його розширення прискорюється з часом.

Оцінки складу Всесвіту за стандартною Λ CDM-моделлю дають наступні значення:

$$\Omega_{\Lambda} \approx 0.68 \quad \Omega_{\text{DM}} \approx 0.27 \quad \Omega_{\text{b}} \approx 0.05$$

Ці значення означають, що понад 95% маси-енергії Всесвіту складається з темної енергії та темної матерії, природа яких досі остаточно не з'ясована.

Темна матерія виявляє себе через:

Гравітаційне лінзування — викривлення простору довкола масивних об'єктів;

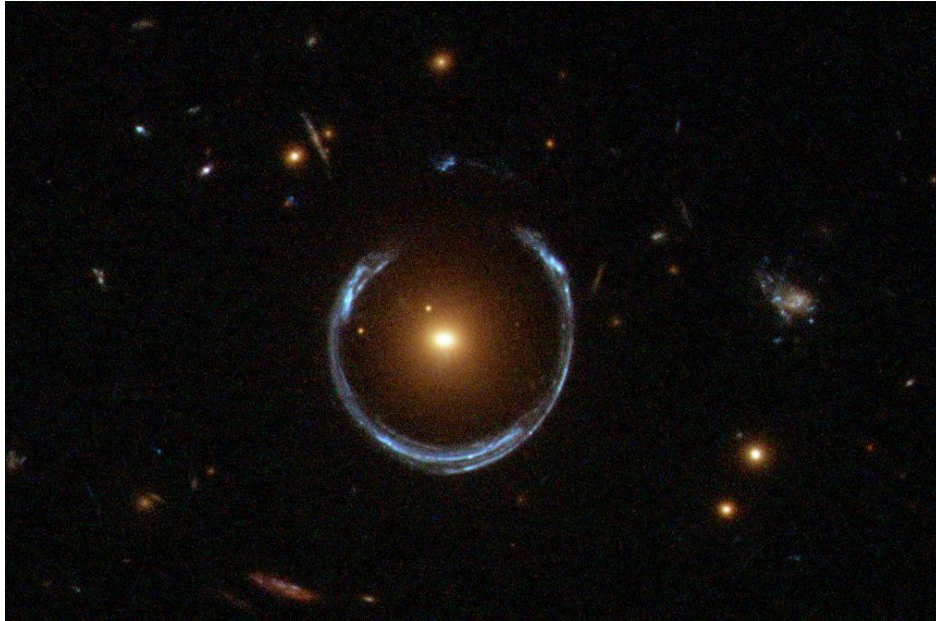


Рис.1 — Гравітаційна лінза.

Криві обертання галактик, які демонструють аномально високі швидкості обертання зірок на околицях;

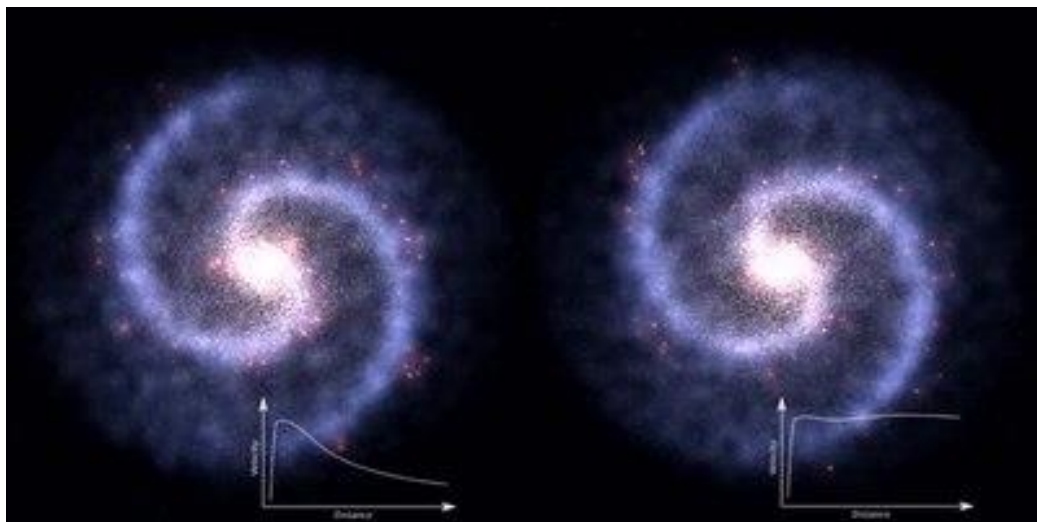


Рис. 2 — Криві обертання галактик.

Темна енергія була виявлена на основі спостережень наднових типу Ia, що виявили прискорене розширення Всесвіту. Ці результати підтверджуються також через дослідження великомасштабної структури Всесвіту та баріонних акустичних осциляцій.

Таким чином, хоча темна матерія та темна енергія залишаються одними з найбільших загадок сучасної науки, їхній вплив є беззаперечним і підтверджується незалежними спостереженнями.

Висновок

Темна матерія та темна енергія залишаються одними з найбільших загадок сучасної космології. Вони відіграють ключову роль у структурі та еволюції Всесвіту, незважаючи на те, що їх природа залишається невідомою. Дослідження цих компонентів є критично важливими для розуміння фізичних законів і майбутнього розвитку космосу, відкриваючи нові горизонти в фундаментальній науці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зельдович Я. Б., Новіков І. Д. *Будова і еволюція Всесвіту*. — Київ: Наукова думка, 1990. — С. 145–168.
2. Іванов О. Ф. *Астрофізика та космологія: навчальний посібник*. — Київ: Либідь, 2012. — С. 214–233.
3. Іванов О. Ф. *Астрофізика та космологія: навчальний посібник*. — Київ: Либідь, 2012. — С. 214–233.
4. Кириченко О. А. *Загальна астрофізика*. — Київ: Університетське видавництво, 2018. — С. 189–205.
5. Лозинський Ю. І. *Фізика космосу*. — Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2016. — С. 163–179.
6. Александров Ю. В., Шевченко В. Г. *Астрофізика: підручник*. — Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. — 252 с.
7. Клімшшин І. А. *Основи космології*. — Київ: Головна астрономічна обсерваторія НАН України, 2012. — 112 с.
8. Семків Ю. М. *Еволюція моделей структури Всесвіту*. — Тернопіль: ТНТУ, 2007. — 45 с.
9. Захожай В. А., Захожай О. В. *Основи елементарної астрономії*. — Київ: КПІ, 2023. — 200 с.

Ходорович Данііл Володимирович – студент групи 2КН-246, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний університет, Вінниця, e-mail: lentinzy@gmail.com

Науковий керівник: **Мартинюк Володимир Валерійович** доцент, кафедри загальної фізики, Вінниця, Вінницький національний технічний університет, e-mail: martynyuk.v.v@vntu.edu.ua.

DARK MATTER AND DARK ENERGY

Abstract

Dark Matter and Dark Energy are two key components of modern cosmology that shape our understanding of the Universe, yet remain almost completely invisible and mysterious. The talk reviews the history of the discovery of these phenomena, their role in galaxy formation and the expansion of the Universe, as well as the main theories and experimental approaches to their study. Particular attention is paid to modern scientific hypotheses, such as models of dark matter candidate particles and the nature of the cosmological constant. The talk aims to provide a popular explanation of complex astrophysical processes and demonstrates how much remains to be understood about the structure of our Universe.

Keywords: dark matter, dark energy, Universe, cosmology, galaxies, expansion of the Universe, gravity, cosmological constant, astrophysics, vacuum energy.

Khodorovych Daniil Volodymyrovych - student of group 2KN-24b, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National University, Vinnytsia, e-mail: lentinzy@gmail.com

Supervisor: **Martyniuk Volodymyr Valeriiovych**, Associate Professor, Department of General Physics, Vinnytsia, Vinnytsia National Technical University, e-mail: martynyuk.v.v@vntu.edu.ua.