



Олег ПЕТРУК

100 років Вивчення космічних променів

Частина 1

Шляхи пізнання світу, в якому ми живемо, знаходяться часом у парадоксальних зв'язках. Що, здавалося б, може поєднувати елементарні частинки та Всесвіт, мікро- та мегасвіти?

Так, ми знаємо, що всі матеріальні тіла складаються з елементарних частинок: і порошок, і Сонце, і галактики. Але чи можуть найдрібніші складові матерії розповісти щось про найбільший Божий витвір – Всесвіт? Здавалося б – ні. Адже як дослідити водень чи гелій хоча б на найближчій до нас зорі Альфа Центавра, коли навіть світло від неї подорожує до нас 4 з третьою роки? Чи як зафіксувати появу важких хімічних елементів під час грандіозного спалаху наднової зорі? Саме так – вибухом завершуєть-



Що може поєднувати елементарні частинки та Всесвіт?

ся життя багатьох зір; й саме під час таких подій утворюються практично всі елементи, з яких складаємося ми і наш світ... Або як довідатися про те, що відбувається в чорних дірах, у цих таємничих об'єктах, які не може покинути навіть світло?

Отож, годі й мріяти, щоб потрапити до космічних систем, аби досліджувати їх безпосередньо. Тому усе, що пізнано про Всесвіт, ми довідалися зі спостережень. Наші знання в буквальному розумінні принесли нам світло з далеких світів! Частинки світла – фотони – є чудовими „кур'єрами“, здатними чи не найкраще зберігати й доносити до нас інформацію про умови, в яких вони народилися.

Астрономія – мистецтво аналізу спостережень неба – є, напевно, найдавнішою наукою. Проте тисячоліттями людство не мало інших засобів спостережень, окрім власних очей. Лише 400 років тому для спостережень неба було використано перший прилад – телескоп, який дозволив зробити грандіозний прорив у пізнанні світу, малою частинкою якого є Земля.

Суттєвий поступ астрономії досягається з появою нових засобів спостережень. Тому століттями вчені та аматори вдосконалюють телескопи. В 1860-х роках завдяки працям Дж. К. Максвелла та Н. Тесли стало зрозуміло, що астрономічні відкриття можливі не лише завдяки вдосконаленню приладів для спостереження видимого світла, а й зусиллями, спрямованими на те, аби „побачити невидиме“. Відтак, почалися дослідження й розробки, що дозволили вести спостереження фотонів багатьох довжин хвиль, а не лише у вузькому інтервалі, в якому їх здатні сприймати наші очі. Нині спостереження ведуться в усьому діапазоні електромагнітного спектру, від радіо- до гама-діапазону. Розширення меж астрономічних спостережень тривало від 1930-х, коли виникли



Космічний телескоп Фермі

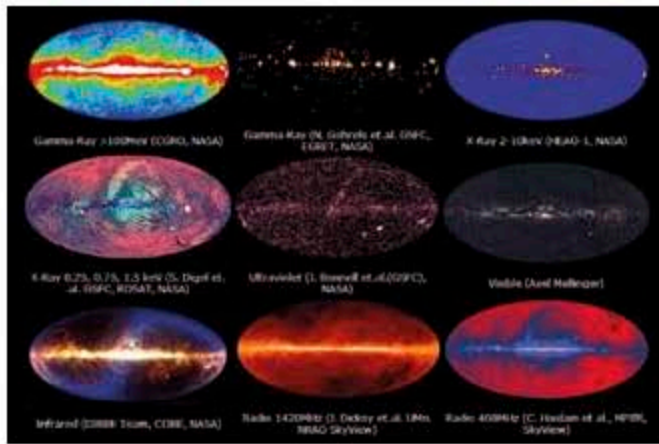
перші радіотелескопи, й аж до 2010 року, коли було запущено космічний гама-телескоп ім. Е. Фермі, який відкрив для нас останнє електромагнітне „вікно“ у Всесвіт.



Джеймс Клерк Максвелл



Ніколас Тесла

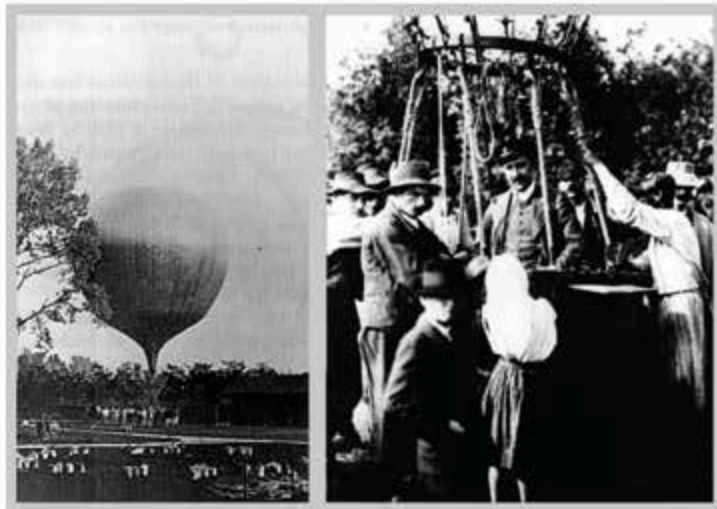


Вигляд Галактики, як її бачать прилади, чутливі до фотонів різних довжин хвиль

ною різноманітністю явищ у космосі можуть бути й інші елементарні частинки. Вітшно, що різні частинки, як і фотони різних енергій, є носіями суттєво різної інформації! Понад те, нині ми знаємо, що лише 4 % всього, що міститься у Всесвіті, здатне взаємодіяти з фотонами й тому може бути помічене спостерігачами (а генерувати кванти здатна ще менша частина світобудови – лише 0,4 %). Усе інше принципово не можна спостерегти ні в якому діапазоні!

Й ось тут відбувається об'єднання найменшого у світі з найбільшим та народжується нова галузь астрономії – космомікрофізика.

Ще на початку минулого століття ніхто не знав, що елементарні частинки з позаземного простору можуть досягати поверхні Землі. 100 років тому, 7 серпня 1912 року, Віктор Гесс



Віктор Гесс на повітряній кулі 7 серпня 1912 року після одного з експериментів. Іонізація газу на висоті 5 км зростає в 5 разів порівняно з рівнем моря, отже вона зумовлена впливом космічних чинників.

Тепер, коли вчені здатні досліджувати всю палітру світла, яке досягає Землі від найдальших куточків Всесвіту, завдяки новим „очам“ та новим „вікнам“, чи залишилися ще нові можливості для розвитку астрономії?

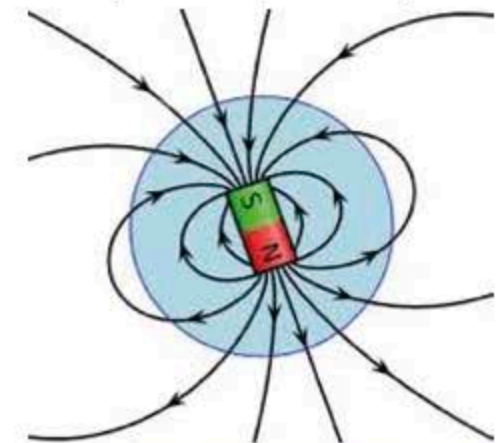
Відповідь на це запитання є ствердною: так! Фотон – це лише одна з елементарних частинок. Отже, „кур'єрами“ між нами та величез-



провів свій найуспішніший експеримент, і виявив зростання радіоактивності з висотою. Він припустив існування „випромінювання з високою проникаючою здатністю“, яке потрапляє в земну атмосферу з космічного простору. У 1936 році за це відкриття вчений одержав Нобелівську премію.

Цікаво, що тривалий час учені вважали феномен Гесса певним різновидом фотонів. Тому його назвали „космічними променями“, за аналогією з уже відомим на той час гама-випромінюванням. І лише в період з 1927 по 1934 роки кілька експериментів переконливо довели, що космічні промені відхиляються в магнітному полі Землі, а, отже, є зарядженими частинками. Під час цих експериментів детектором була вся наша планета.

1927 року вчені виміряли потоки космічних променів на різних широтах Землі, від екватора до полярних районів, і виявили збільшення їхньої кількості зі зростанням широти. Таке явище зумовлене геометрією земного магнітного поля. Заряджені частинки рухаються переважно вздовж ліній поля, а лінії земного магнітного поля спрямовані перпендикулярно до поверхні лише в областях поблизу полюсів Землі. Поблизу екватора ці лінії є паралельними до поверхні й тому перешкоджають зарядженим частинкам досягати поверхні планети. Якби „космічні промені“ були фотонами, то їхня кількість не змінювалася би в такому експерименті. Саме так ми довідалися, що космічні промені є зарядженими частинками. Але зарядженими як: позитивно чи негативно? Ці частинки є протонами чи електронами?



Геометрія магнітного поля Землі

Відповідь на це запитання вчені отримали під час експериментів 1934 року, вимірявши потоки космічних променів, які рухаються зі сходу на захід і навпаки. Виявилось, що суттєвим є потік із заходу. Відтак, напрям ліній магнітного поля Землі та правило лівої руки для сили Лоренца легко переконують в тому, що космічні промені є переважно позитивно зарядженими. Подальші експерименти дозволили визначити, що майже 90 % від загальної кількості частинок космічного походження складають протони, 9 % – ядра гелію й лише 1 % – електрони.

Далі буде.





таких частинок є значно щільнішими. Для їхнього спостереження достатньо детектора площею менше одного квадратного метра. Він фіксуватиме кілька космічних променів щосекунди. Такі прилади встановлюють переважно на космічних апаратах.

Космічні промені найвищих енергій генеруються в дуже потужних джерелах поза межами нашої Галактики. Її магнітне поле є заслабким, аби утримати такі частинки в якомусь „космічному прискорювачі“, якби такий існував у Галактиці. Проте промені з енергіями в мільйони разів меншими народжуються саме в галактичних джерелах, переважно в залишках наднових зір. Такі об'єкти створюють потужні ударні хвилі, які й забезпечують прискорення заряджених космічних частинок проміжних енергій.

Полярне сяйво над Ведмежим озером на Алясці. Січень 2005 року. Це чудове явище природи зумовлене космічними променями низьких енергій

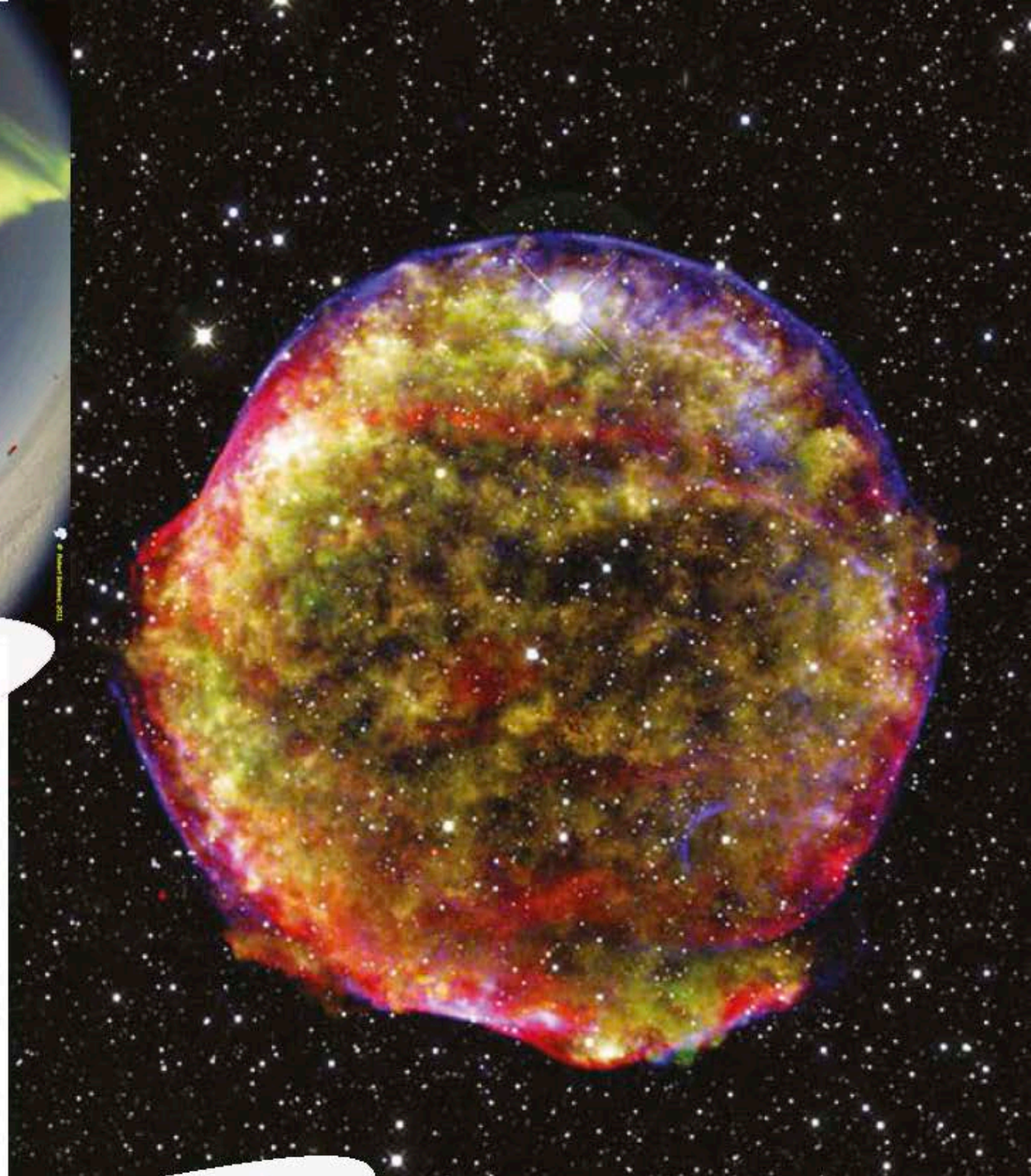
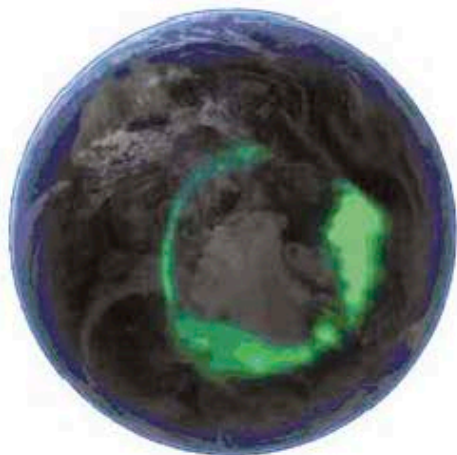
Галактика Центавр А. Видно яскраві потужні струмені, що виходять з чорної діри, яка знаходиться в ядрі галактики. Є гіпотези, що космічні промені надвисоких енергій народжуються саме тут. Струмені розлетілися на вражаючу відстань – 260 000 світлових років





В 1930–1950 роках, до того, як вчені створили прискорювачі достатньо високих енергій, фізика елементарних частинок розвивалась саме завдяки космічним променям. Завдяки їм було відкрито субатомні частинки, зокрема позитрон і мюон. Хоча ядерна фізика й досі використовує результати спостережень космічних променів, основою їхнього вивчення стали астрофізичні проблеми. Вчені вивчають, яким чином і в яких об'єктах елементарні частинки генеруються, як вони набувають надзвичайно високих енергій, яка роль космічних променів у еволюції нашої Галактики та Всесвіту, яку інформацію про космічні об'єкти, міжзоряне чи міжгалактичне середовище можна одержати, знаючи їхній хімічний склад та енергетичний спектр. Ось так, у взаємній гармонії, світ надзвичайно малого допомагає нам зрозуміти світ надзвичайно великого.

Полярне сяйво над
Південним полюсом.
Фото з супутника
НАСА,
11 вересня
2005 року



Залишок наднової Тихо Браге, яка спалахнула 2 листопада 1572 року в сузір'ї Кассіопеї (українська назва сузір'я – Борона). Такі об'єкти прискорюють космічні промені проміжних енергій у нашій та інших галактиках. Діаметр залишку – 15 парсек; світло долає відстань від одного його кінця до іншого впродовж 50 років

