

Космічні промені високих енергій приходять до нас із далекого космосу і мають енергії понад 10^{18} eV (електрон-вольт). Вони дають нам можливість розгадати клубок питань про походження космічного випромінювання і будують нам нову картину нашої галактики.

Кожну секунду близько 10^{19} частинок з космічних променів вриваються у земну атмосферу із космосу. Майже кожна з них має приблизно таку ж енергію, як частинка, створена сучасним найпотужнішим прискорювачем. Але мізерна частка частинок космічних променів має енергію у мільярди разів більшу. Астрофізики сильно цікавляться цими малочисельними частинками, оскільки саме вони дають нам ключ до розв'язання загадки походження космічного випромінювання.

Найголовнішою проблемою, з якою ми стикаємося у намаганнях з'ясувати, звідки приходять до нас космічні промені, є та, що ті напрямки, з якими космічні промені влітають у атмосферу Землі, ніяк не пов'язані з точками, де вони утворилися. Космічні промені являють собою заряджені частинки (голі ядра атомів водню разом з ненабагато важчими ядрами, а також електрони) і відчують на собі дію міжзоряних магнітних полів. Ці поля примушують їх рухатися вдовж спіральних траєкторій, які не можливо встановити, де вони починаються.

Список використаних джерел

1 Rossi B. High-energy cosmic rays. / B. Rossi // Scientific American. 1959. Vol. 201(5). – P. 134 – 146.

НОБЕЛІВСЬКА ПРЕМІЯ З ФІЗИКИ 2020

Вінограденко П.О., Мельник О.В.

*Наукові керівники – Дульфан Г.Я., канд. фіз.-мат. наук, доцент,
Петченко О.М., д-р фіз.-мат. наук, професор*

Цього року Нобелівську премію в галузі фізики дали за дослідження, пов'язані з чорними дірами — одним із найекзотичніших, як їх називає Нобелівський комітет, класом об'єктів у Всесвіті. Половина премії дістанеться 89-річному британському математику й фізику Роджеру Пенроузу. А другу між собою поділять 68-річний Райнхард Генцель з Німеччини та 55-річна Андреа Гез зі США. Якщо говорити в найбільш загальних рисах, то дослідження цих вчених пояснюють надзвичайно складну природу чорних дір. І навіть вказують конкретне місце в нашому куточку Всесвіту, де розташований один із таких об'єктів. Роджер Пенроуз, за формулюванням Нобелівського комітету, відкрив, «що утворення чорних дір є надійним передбаченням загальної теорії відносності». Це та сама теорія, яку в 1915-му році оприлюднив Альберт Ейнштейн. Вона змусила абсолютно по-новому поглянути на природу гравітації — того самого явища, яке тримає наш Всесвіт

укупі. Саме завдяки гравітації з пилу народжуються зорі, і вона є причиною їхньої загибелі — гравітаційного колапсу. Потужна гравітація, породжена великою масою, деформує простір і уповільнює плин часу. А надзвичайно велика маса може навіть «відітнути та інкапсулювати» фрагмент простору — так утворюється чорна діра. Ці речі складні для розуміння у побутових термінах, якими мислить абсолютна більшість з нас. Але науковці довели їх не просто теоретично, але експериментально.

Наприклад, три роки тому Нобелівську премію з фізики дали за виявлення гравітаційних хвиль під час злиття двох чорних дір. Їхнє існування впливає з тієї самої знаменитої теорії. Повертаючись до чорних дір, слід сказати, що в їхнє існування як реальних об'єктів у Всесвіті сам Ейнштейн не дуже вірив. Але це не заважало науковцям розв'язувати складні математичні рівняння, з яких теоретично випливало існування чорних дір в якомусь ідеальному Всесвіті. Так було до 1960-их років. Але в 1963-му були відкриті квазари — дуже далекі від нас об'єкти (за мільярди світлових років від нашої Галактики) з надзвичайно потужним випромінюванням. Найбільш логічне пояснення природи цих нових об'єктів передбачало існування чорних дір — цілком реальних, а не математичних. Сьогодні ми вже знаємо, що у квазарах справді є надмасивні чорні діри, які поглинають речовину, що їх оточує. Заслуга Роджера Пенроуза полягає в тому, що він з математичної точки зору описав чорні діри, якими вони є в реальному Всесвіті. Завдяки його роботі з'ясувалося, що в них усередині є сингулярність — певний стан, де закінчуються час і простір. Сьогодні немає фізичних теорій, які можуть пояснити феномен сингулярності. Вважається, що внесок Роджера Пенроуза до нашого розуміння загальної теорії відносності є найбільшим з часів Альберта Ейнштейна. Двоє інших щогорічних лавреатів — Райнхард Генцель та Андреа Гез працювали окремо, але розв'язували одну й ту ж задачу. Вони досліджували Стрільця А* (Sagittarius A*) та його космічні околиці. Так називається астрономічний об'єкт — радіоджерело, розташоване за 26 тисяч світлових років від нас у центрі нашої Галактики. Це означає, що вся наша Галактика обертається навколо нього. Майже до кінця минулого століття не було технологій, які б дозволяли достатньо добре розглядити цю область космосу, сховану за хмарами пилу. Але поява потужних оптичних телескопів та інших технологій дозволили розв'язати цю задачу. Райнхард Генцель разом із колегами працював на Дуже великому телескопі (Very Large Telescope, VLT). Це насправді комплекс із чотирьох телескопів, встановлений на чилійській обсерваторії Паранал. Кожен з цих телескопів має дзеркало діаметром понад 8 мет-

рів. Андреа Гез зі своєю командою працювала в обсерваторії Кека, розташованій на вершині Мауна Кеа на Гавайях. Там є два телескопи із дзеркалами діаметром понад 10 метрів кожне. Упродовж кількох десятиліть ці групи науковців спостерігали за рухом зірок в околицях центру галактики. Одна із них — S2 (або S0-2) розташована на відстані лише 17 світлових годин від Стрільця А* (надзвичайно мало як для галактичних масштабів). Вона всього за 16 років зробила оберт навколо Стрільця А*.

Для порівняння, нашому Сонцю, щоб зробити свій оберт навколо центру Галактики, треба 200 мільйонів років. Надзвичайно точні спостереження за цією та іншими зорями дозволили дослідникам порахувати, що Стрілець А* за масою дорівнює приблизно масі 4 мільйонів наших Сонць, а його розмір не перевищує розміру Сонячної системи. Виходячи з усього, що нам сьогодні відомо, можна зробити висновок, що такий об'єкт може бути лише надмасивною чорною дірою.

Література:

1. Кризь терни до чорних дір [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://hromadske.ua/posts/kriz-terni-do-chornih-dir-komu-i-za-sho-dali-nobelivskupremiyu-z-fiziki-cogo-roku>.

ОПТИЧНІ ІЛЮЗІЇ

Назаренко А.С., Шаповалов І.В.

*Наукові керівники – Дульфан Г.Я., канд. фіз.-мат. наук, доцент,
Петченко О.М., д-р фіз.-мат. наук, професор*

Зорові або оптичні ілюзії – це обман зору, помилки в оцінці й порівнянні між собою довжин відрізків, величин кутів, відстаней, у сприйнятті форми предметів, що виникають у спостерігача за певних умов. Помилки ці численні, різноманітні й важко класифікуються. Образ, що сприймається зором може бути більш або менш викривленим і не відповідати дійсності. Але обманювати можуть як очі так і мозок. Тобто, можливо або невірно відчувати, або невірно тлумачити побачене. Таким чином, причини зорових ілюзій можуть бути фізіологічними, що залежать від будову органів зору, і психологічні, що залежать від отриманих раніше суджень, представлень, тобто від свідомості. До оптичних ілюзій можна віднести: *фізіологічні, фізичні та психологічні* ілюзії. Психологічні ілюзії обумовлені особливостями оптичного сприйняття людського ока та проявляються у нашому повсякденному житті дуже часто. Знання особливостей оптичного сприйняття має велике значення в образотворчому мистецтві та архітектурі, де вмиле їх використання розширює можливості художника або архітектора. Ви-