

- Education | Educational Challenges. Educational Challenges. URL: https://educationalchallenges.org.ua/index.php/education_challenges/article/view/72 (дата звернення: 28.04.2022).
4. Digital competence: what skills do you need to develop during the pandemic? - EU4Digital. EU4Digital. URL: <https://eufordigital.eu/digital-competence-what-skills-do-you-need-to-develop-during-the-pandemic/> (дата звернення: 28.04.2022).
 5. Teachers' digital competencies in higher education: a systematic literature review – International Journal of Educational Technology in Higher Education. SpringerOpen. URL: <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-021-00312-8> (дата звернення: 28.04.2022).
 6. Digitale Bildung: Verstehen und weitergeben. bildungsklick.de – macht Bildung zum Thema. URL: <https://bildungsklick.de/schule/detail/digitale-bildung-verstehen-und-weitergeben> (дата звернення: 28.04.2022).

Євгенія Іванченко

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧОРНИХ ДІР

Чорні діри – загадковий, але дуже цікавий об'єкт для вивчення. Здається, що вони порушують всі закони відомої нам фізики, а тому багато хто не вірить в їх існування. Проте існує багато доказів, як прямих, так і непрямих, їхнього існування у Всесвіті.

Про те, що чорні діри існують, заявив в 1916 році Карло Шварцшильд, який виявив, що чорні діри є неминучим наслідком загальної теорії відносності Ейнштейна. Якщо теорія Ейнштейна правильна, а поки що немає інших даних, чорні діри повинні існувати. Міцніший фундамент під цією теорією створили Роджер Пенроуз і Стівен Гокінг, які довели, що будь-який об'єкт, який колапсує в чорну діру, утворює сингулярність, у якій традиційні закони фізики порушуються. Згодом Пенроуз навіть удостоївся Нобелівської премії з фізики 2020 року «за відкриття того, що утворення чорних дір є наслідком прогнозів загальної теорії відносності».

Чорними дірами, серед фізиків, прийнято називати область простору з настільки потужним тяжінням, що ані речовина, ані випромінювання (в тому числі й світло) не можуть її покинути. Щоб вийти за межі цього об'єкту тілу потрібно надати швидкості, яка є більшою за швидкість світла. Згідно сучасних уявлень максимальна швидкість руху частинок і поширення фізичних взаємодій рівна $3 \cdot 10^8$ м/с. Тому покинути межі чорної діри неможливо – області, з якої світло уже не може повернутись назад, називають горизонтом подій або ж сферою Шварцшильда [1].

Ще в 1930-х роках індійський астрофізик Субраманіан Чандрасекар намагався з'ясувати, що відбувається із зіркою, коли у неї закінчиться її внутрішня енергія. Він виявив, що все залежить від маси зірки. За даними астрофізиків NASA, якщо зірка великого розміру, наприклад, в 20 мас Сонця, то її щільне ядро, яке може бути в 3 або більше разів більшим за масу Сонця, на кінцевій стадії своєї еволюції неодмінно повинні колапсувати (стискатися) до гравітаційного радіуса. В 1967 році Джон Вілер назвав такі колапсари «чорними дірами». Остаточне стиснення ядра відбувається за лічені секунди. При цьому звільняється величезна кількість енергії у вигляді гамма-сплеску. В результаті в космос випромінюється стільки ж енергії, скільки випромінює звичайна зірка за все своє життя. За допомогою наземних телескопів вчені виявили багато з цих сплесків, деякі з них прилетіли з галактик, які розташовані на відстані мільярдів світлових років. Учені кажуть, що так ми дійсно бачимо народження чорних дірок.

В теорії чорні діри можуть бути різного розміру – від зовсім крихітних, що утворилися на початку існування Всесвіту (їх називають первинними), до справжніх велетнів, маса яких перевищує сонячну в десятки мільярдів раз. Таких надмасивних чорних дір відомо чимало. Вони розташовані в центрі багатьох галактик, зокрема нашого Чумацького шляху. Однак дотепер вченим не вдавалося знайти чорну діру з масою менше, ніж п'ять сонячних.

Спершу дослідженням чорних дір займалися фізики-теоретики, та з часом постала необхідність підтвердити теоретичні висновки результатами спостережень.

Сьогодні виокремлюють три типи чорних дір – чорні діри зоряної маси, чорні діри середньої маси та надмасивні чорні діри [2]. Коли зорі, приблизно у 10–30 разів важчі за наше Сонце, спалахують як наднові, їхні центральні частини – ядра, – навпаки, стискаються, внаслідок чого утворюються чорні діри зоряної маси. Такі об'єкти зазвичай є компонентами подвійних зоряних систем. Наше Сонце, врешті-решт, перетвориться на білого карлика, бо має не настільки велику масу, щоб закінчити своє життя як чорна діра. Чорні діри надвеликої маси (або ж надмасивні чорні діри), як від 1960-х років – часу відкриття квазарів – вважають сучасні астрономи, лежать у центрах більшості галактик Всесвіту, зокрема й нашої Галактики. Найзагадковішою для спостережень залишається проміжна група – чорні діри середньої маси (масою від 100 до 100 000 сонячних мас). Визначити їхнє приблизне розташування можна за спалахом рентгенівського випромінювання на спокійній ділянці зоряного неба, який свідчить про те, що чорна діра середньої маси поглинула зорю, яка «необачно» до неї наблизилася. У жовтні 2020 року астрономи стали свідками зникнення зірки поруч з чорною дірою. Це сталося в галактиці на відстані 215 мільйонів світлових років від нас. Ще один доказ реальності таких чорних дір – реєстрація гравітаційних хвиль. Вперше про гравітаційні хвилі, які виникли в результаті злиття двох чорних дір, яке

призвело до утворення чорної діри масою 142 маси Сонця, оголосили в 2016 році. З тих пір вчені з'ясували, що існують і інші події, які створюють гравітаційні хвилі. Наприклад, зіткнення чорної діри та нейтронної зірки, яка сталася на відстані від 650 мільйонів до 1,5 мільярда світлових років від Землі.

Яка доля чекає на чорні діри? Тривалий час вважалося, що вони вічні, бо ніщо не може їх покинути. Проте астрофізик Стівен Гокінг припустив, що чорні діри випаровуються: поблизу них з'являються так звані віртуальні частинки, які за рахунок дії припливних сил можуть як потрапляти всередину чорної діри, так і віддалятися від неї, стаючи реальними частинками, що відбирають частину енергії, а отже, й маси чорної діри. Відбувається таке випаровування надзвичайно повільно, температура об'єкта зростає, а закінчується процес колосальним вибухом. Саме тоді чорну діру і можна буде побачити [3].

Список використаних джерел

1. Дудик М. В., Діхтяренко Ю. В. Класична механіка (курс лекцій): навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізико-математичних спеціальностей. Умань: ПП «Жовтий», 2015. 160 с.
2. <https://cutt.ly/KGILnic>
3. Чорні діри і молоді всесвіти та інші лекції / С. Гокінг; пер. з англ. Я. Лебеденка. – Харків: Книжковий клуб «Клуб сімейного дозвілля», 2019. – 158 с.

Євгенія Іванченко

НАЦІОНАЛЬНО-ПАТРІОТИЧНЕ ВИХОВАННЯ УЧНІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ І АСТРОНОМІЇ НА ПРИКЛАДІ ДОСЯГНЕНЬ УКРАЇНСЬКИХ ВЧЕНИХ У ДОСЛІДЖЕННІ КОСМОСУ

Сьогодні фізику не можна розглядати лише як об'єктивне пізнання природи, яка не взаємодіє з людиною. Учень повинен знати, заради чого пізнається природа, розуміти значення науки в житті суспільства й кожної людини зокрема. Оновлення змісту фізичної освіти слід розглядати як процес формування освітньо-пізнавальних, патріотичних якостей учнів, виховання національної свідомості, поглиблення знань про свій народ, його наукові та культурні традиції. Сучасна загальноосвітня школа має значні резерви щодо результативного формування в особистості системи ціннісних орієнтацій як компоненту її світоглядної позиції. Виховання громадянина має бути спрямованим на розвиток патріотизму – любові до свого народу, до України. З патріотизмом органічно поєднується національна самосвідомість громадянина, яка базується на національній ідентифікації: вбирає в себе віру в духовні сили своєї нації, її майбутнє;