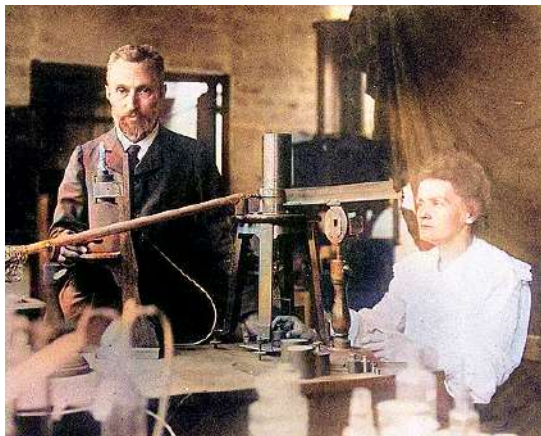


# Родина Кюрі — лауреати Нобелівської премії



Наведено окремі факти біографії видатного вченого-фізика Марії Склодовської-Кюрі та членів її сім'ї, показано титанічну працю, яка передувала відкриттям нових хімічних елементів. Матеріал може бути використано під час поглибленого вивчення фізики, на факультативних заняттях, у позакласній роботі.

**Ключові слова:** радіоактивність, випромінювання, хімічні елементи, Нобелівська премія.

**Hrebeniuk M. P. The Curies Are the Nobel Prize Laureates.**

*Certain facts of the biography of the outstanding scientist-physicist Maria Skłodowska-Curie and the members of her family are given. The titanic work that preceded the discovery of new chemical elements is shown. The material can be used during in-depth study of physics, in optional classes, in extracurricular work.*

**Keywords:** radioactivity, radiation, chemical elements, the Nobel Prize.

**Постановка проблеми.** Під час вивчення фізики в школі мало приділяється уваги біографіям учених. У підручниках у кращому випадку названо їх прізвища і відкриття. А серед визначних особистостей є такі, життя яких – справжній подвиг в ім'я науки.

Марія і П'єр Кюрі, Ірен і Фредерік Жоліо-Кюрі... Історія науки не знає іншого прикладу, щоб дві подружні пари в двох послідовних поколіннях зробили такий внесок у науку, як ця родина. В 1903 році старше покоління Кюрі – Марія і П'єр – одержують Нобелівську премію за відкриття радіоактивності, а через тридцять два роки, в 1935-му, їхня дочка Ірен разом із чоловіком Фредеріком Жоліо-Кюрі також отримують Нобелівську премію з фізики за дослідження в тій самій галузі.

Марія Склодовська-Кюрі та Ірен Жоліо-Кюрі стали жертвами свого відкриття: померли від радіоактивного випромінювання.

Вчителю фізики потрібно не тільки звертати увагу на суть фізичних явищ, які вивчаються на уроках, а й розповісти учням, як робилися відкриття, які особи стояли за ними.

**Виклад основного матеріалу.** Марія Склодовська народилася 7 листопада 1867 року у Варшаві. Вона була молодшою з п'яти дітей у сім'ї Владислава і Броніслави Склодовських. Батько викладав фізику в гімназії, а мати, поки не захворіла

на туберкульоз, була директором гімназії. Мати Марії померла, коли дівчинка мала одинадцять років.

Марія блискуче вчилася в початковій і середній школі. Вже в юному віці вона працювала лаборантом у хімічній лабораторії свого двоюрідного брата.

Через бідність сім'ї і заборону на вступ жінок до Варшавського університету М. Склодовська не могла отримати освіти в Російській імперії. Залишивши Польщу в 24 роки (1891), вступила на факультет природничих наук Паризького університету (Сорбонні). 1893 року, закінчивши курс першою, вона отримала ступінь ліценціата з фізики Сорбонні (еквівалентну ступеню магістра). Через рік стала ліценціатом з математики.

У 1894 році в будинку польського фізика-емігранта Марія Склодовська зустріла П'єра Кюрі. П'єр був керівником лабораторії в Муніципальній школі промислової фізики і хімії. На той час він зробив важливі дослідження з фізики кристалів і залежності магнітних властивостей речовин від температури. Марія досліджувала намагніченість сталі, тож її польський друг сподівався, що П'єр надасть Марії можливість попрацювати у своїй лабораторії.

Познайомившись на ґрунті захоплення фізикою, Марія і П'єр через рік одружилися. Перша їхня дочка Ірен народилася у вересні 1897 року. За три місяці

Кюрі завершила своє дослідження з магнетизму і почала шукати тему для дисертації.

1896 року Анрі Беккерель виявив, що уранові сполуки виділяють глибоко проникне проміння. На відміну від рентгенівського, випромінювання Беккереля було не результатом збудження від зовнішнього джерела енергії (наприклад, світла), а внутрішньою властивістю самого урану. Зачарована цим загадковим явищем і перспективою започаткування нової галузі досліджень, Марія стала його вивчати.

На початку 1898 року вона, перш за все, спробувала встановити, чи існують інші речовини, окрім сполук урану, які випромінюють відкриті Беккерелем промені. Оскільки Беккерель помітив, що у присутності сполук урану повітря стає електропровідним, Марія Кюрі вимірювала електропровідність поблизу зразків інших речовин, використовуючи декілька точних приладів, розроблених і побудованих П'єром Кюрі та його братом Жаком.

Незабаром учена зробила набагато важливіше відкриття: уранова руда, відома під назвою уранової смоляної обманки, випускає сильніше випромінювання Беккереля, ніж сполуки урану й торію, і принаймні в чотири рази сильніше, ніж чистий уран. Кюрі висловила припущення, що в урановій смоляній обманці міститься ще не відкритий і сильно радіоактивний елемент. Навесні 1898 року вона повідомила про свою гіпотезу і результати експериментів Французькій академії наук.

Потім подружжя Кюрі спробувало виділити новий елемент. П'єр відклав свої дослідження з фізики кристалів, щоб допомогти Марії. У липні та грудні 1898 року вони оголосили про відкриття двох нових елементів, які названо ними полонієм (на честь Польщі, по-латині *Polonia*, – батьківщини Марії) та радієм. Радіоактивність полонію була більша за радіоактивність урану приблизно в 400 разів, а радію – ще більшою. Оскільки Кюрі не виділили жоден із цих елементів, вони не могли надати хімікам вирішального доказу їхнього існування. Тому подружжя вирішило екстрагувати два нових елементи з уранової смоляної обманки. Щоб виділити їх у вимірних кількостях, дослідникам необхідно було переробити величезну кількість руди в примітивних і шкідливих для здоров'я умовах.

Для виділення полонію і радію їм довелося чотири роки переробляти вручну тонни відходів уранової руди. Марія вибрала чоловічу долю, взявши на себе роль чорнороба. В сараї працював П'єр над тонкими дослідженнями, у дворі – Марія в старому, запиленому і спаленому кислотами фартусі, оточена клубами диму,

який роз'їдає очі й горло, виконувала функції цілого заводу.

У вересні 1902 року Кюрі оголосили, що їм вдалося виділити одну десяту грама хлориду радію з декількох тонн уранової смоляної обманки. Виділити полоній їм не вдалося, оскільки він виявився продуктом розпаду радію. Аналізуючи сполуку, Марія встановила, що атомна маса радію дорівнює 225. Сіль радію випромінювала блакитне світло і тепло. Ця фантастична речовина привернула увагу всього світу. Визнання і нагороди за його відкриття прийшли до подружжя майже відразу.

Завершивши дослідження, Марія Кюрі написала докторську дисертацію «Дослідження радіоактивних речовин» і представила її в Сорбонні у червні 1903 року. На думку комітету, що присудив науковий ступінь, її праця була найбільшим внеском у науку, зробленим докторською дисертацією.

У грудні 1903-го Шведська королівська академія наук присудила Нобелівську премію з фізики Анрі Беккерелю і подружжю Кюрі. Марія Кюрі стала першою жінкою, удостоєною Нобелівської премії. І Марія, і П'єр хворіли й не змогли поїхати на церемонію вручення премії. Вони отримали її влітку наступного року.

Ще до того як подружжя завершило свої дослідження, їх роботи спонукали інших фізиків до вивчення радіоактивності. 1903 року Ернест Резерфорд і Фредерік Содді висунули теорію, за якою радіоактивне випромінювання виникає під час розпаду атомних ядер. Під час розпаду радіоактивні ядра зазнають трансмутації – перетворення на ядра інших елементів. М. Кюрі не без коливань прийняла цю теорію, оскільки розпад урану, торію і радію відбувається настільки повільно, що у своїх експериментах їй не доводилося цього спостерігати. Щоправда, були дані про розпад полонію, але його поведінку вчена вважала нетиповою. Все ж таки 1906 року вона погодилася прийняти теорію Резерфорда – Содді як найправдоподібніше пояснення радіоактивності. Саме Марія започаткувала терміни *розпад* і *трансмутація*.

Подружжя Кюрі відзначило дію радію на людський організм (як і Анрі Беккерель, вони отримали опіки, перш ніж зрозуміли небезпеку поводження з радіоактивними речовинами) та висловило припущення, що радій може бути використаний для лікування пухлин. Терапевтичне значення радію було визнано майже відразу, і ціни на радієві джерела різко піднялися. Проте Кюрі відмовилися патентувати процес екстракції й використовувати результати своїх досліджень у будь-яких комерційних цілях. На їх думку, отримання комерційної вигоди не відповідало духу науки, ідеї вільного доступу до знань.

Попри це, фінансовий стан подружжя поліпшився, оскільки Нобелівська премія та інші нагороди принесли їм певний достаток. У жовтні 1904 року П'єра призначили професором фізики в Сорбонні, а місяць по тому Марія стала офіційно завідувачем його лабораторії. У грудні в них народилася друга дочка, Ев, яка стала концертною піаністкою та біографом матері.

У квітні 1906 року П'єр загинув у вуличній катастрофі. Втративши найближчого друга і товариша по роботі, Марія замкнулася в собі. Проте вона знайшла сили продовжувати роботу. У травні факультетська рада Паризького університету призначила її на кафедру фізики, яку раніше очолював П'єр. Коли через шість місяців Кюрі прочитала першу лекцію, вона стала першою жінкою – викладачем Сорбонни.

У лабораторії Марія Кюрі зосередила зусилля на виділенні чистого металічного радю, а не його сполук. У 1910 році їй вдалося у співпраці з Андре-Луї Деб'єрном отримати цю речовину і тим завершити цикл досліджень, початий 12 літ тому. Вона переконливо довела, що радій є хімічним елементом. Кюрі розробила метод вимірювання радіоактивної еманції і приготувала для Міжнародного бюро мір і ваг перший міжнародний еталон радю – чистий зразок хлориду радю, з яким належало порівнювати решту джерел.

У кінці 1910 року за наполяганням багатьох учених кандидатуру Марії Кюрі було висунуто на виборах до одного з найпрестижніших наукових товариств – Французької академії наук. П'єр Кюрі був обраний до неї лише за рік до смерті. До того жодна жінка не була її членом, тому висунення М. Кюрі призвело до жорсткої сутички між прихильниками і супротивниками цього кроку. Після кількох місяців полеміки в січні 1911 року кандидатуру було відхилено на виборах більшістю в один голос.

За кілька місяців Шведська королівська академія наук присудила Марії Кюрі Нобелівську премію з хімії за видатні заслуги: відкриття елементів радю й полонію, виділення радю та вивчення його природи і сполук. Кюрі стала першим двічі лауреатом Нобелівської премії.

Дослідниця доклала немало зусиль, щоб домогтися гідної лабораторії для розвитку нової науки про радіоактивність. Незадовго до початку Першої світової війни Паризький університет і Пастерівський інститут заснували для досліджень радіоактивності Інститут радю. Кюрі була призначена директором відділення фундаментальних досліджень і медичного застосування радіоактивності. Під час війни вона навчала військових медиків застосування радіології,

наприклад, виявлення за допомогою рентгенівських променів шрапнелі в тілі пораненого. У прифронтовій зоні допомагала створювати радіологічні установки, забезпечувати пункти першої допомоги 220 переносними рентгенівськими апаратами. Накопичений досвід вона узагальнила в монографії «Радіологія і війна» 1920 року.

Після Першої світової Марія Кюрі повернулася до Інституту радю. В останні літа життя вона керувала роботами студентів і активно сприяла застосуванню радіології в медицині. Нею написано біографію П'єра Кюрі, яку опубліковано 1923 року. Час від часу Марія їздила до Польщі, яка по війні здобула незалежність, там консультувала дослідників. У 1921 році разом із дочками відвідала Сполучені Штати Америки, щоб прийняти в дарунок один грам радю для продовження дослідів. Під час свого другого візиту до США (1929 р.) отримала пожертвування, на яке придбала ще грам радю для терапевтичного використання в одному з варшавських госпіталів. Але внаслідок багаторічної роботи з радієм її здоров'я стало помітно погіршуватися.

Діяльність Марії Склодовської-Кюрі кілька разів перетиналася з Україною. У липні 1912 року вона відвідала Львівську політехнічну школу (тодішня назва Національного університету «Львівська політехніка») і прочитала лекцію. Вчена рада Політехніки того ж дня удостоїла її звання почесного доктора технічних наук.

Склодовська-Кюрі подарувала Львову, місту, що між світовими війнами входило до складу Польщі, 80 мг радю (у 1920 році лабораторія вченої володіла лише трохи більше ніж 1 г цього елемента). Відтоді у Львові зародився невеликий радіологічний відділ, що сприяв, зокрема, лікуванню онкологічних хворих.

Всесвітньо відомий фізик Мар'ян Смулховський згадував про те, що вона допомагала в організації стажувань перспективних учених Львова у провідних європейських наукових установах.

Марії Склодовській-Кюрі присудили 10 наукових премій та 16 медалей. Вона була почесним членом 106 академій, наукових установ і товариств.

Наукові дослідження Кюрі мають велике значення в сучасному світі. Але, на жаль, вони принесли Марії не тільки славу й визнання, а й значне погіршення здоров'я, оскільки під час дослідів не використовувала заходів безпеки і носила ампулу з радієм на грудях як талісман.

Спочатку Марія перенесла важку операцію на нирках, потім у неї різко погіршився зір, з'явилися проблеми зі слухом. У 1923–1930 роках учений зробили чотири операції на очах, які відновили зір. Померла Марія Склодовська-Кюрі 4 липня 1934 року від гострої злоякісної анемії, викликаної

переродження кісткового мозку, в санаторії містечка Пассі у французьких Альпах. У медичному висновку написали: «Мадам Кюрі може вважатися однією з жертв тривалого поводження з радіоактивними речовинами, які відкрили її чоловік і вона сама».

Ховали дослідницю з особливою обережністю. Дерев'яну труну помістили у свинцеву, а ту – в ще одну дерев'яну. Коли у 1995 році останки переносили в Пантеон, заміри рівня радіації внутрішньої труни показали, що він у 30 разів перевищує фонові показники.

Ірен Жоліо-Кюрі народилася в Парижі. Матір уперше отримала радій, коли дочці був лише рік.

У 10 літ, за рік до смерті батька, Ірен Кюрі почала займатися в кооперативній школі, організованій матір'ю і її колегами-фізиками Полем Ланжевенном і Жаном Перреном, які також викладали там. Два роки по тому вона вступила до коледжу Севіньї, закінчила його напередодні Першої світової війни. Ірен продовжила свою освіту в Паризькому університеті (Сорбонні). Однак на кілька місяців перервала навчання, тому що працювала медичною сестрою у госпіталі, допомагаючи матері робити рентгенограми.

Після закінчення війни Ірен Кюрі стала працювати асистентом-дослідником в Інституті радію, а з 1921-го почала проводити самостійні дослідження. Її перші експерименти стосувалися вивчення радіоактивного полонію. Оскільки явище радіації було пов'язане з розщепленням атома, його дослідження давало надію пролити світло на структуру атома. Ірен Кюрі вивчала флуктуації, спостережувані в ряді  $\alpha$ -частинок, які викидаються, як правило, з надзвичайно високою швидкістю під час розпаду атомів полонію. На  $\alpha$ -частинки, які складаються з двох протонів і двох нейтронів і, отже, є ядрами гелію, як на матеріал для вивчення атомної структури вперше вказав англійський фізик Ернест Резерфорд. У 1925 році за дослідження цих частинок Ірен Кюрі присудили докторський ступінь.

Найзначніше з проведених нею досліджень почалося кількома літами пізніше, після того як у 1926-му вона вийшла заміж за свого колегу, асистента Інституту радію Фредеріка Жоліо. У 1930 році німецький фізик Вальтер Боте виявив, що деякі легкі елементи (серед них берилій і бор) випускають сильну радіацію при бомбардуванні їх  $\alpha$ -частинками. Зацікавившись проблемами, які виникли в результаті цього відкриття, подружжя Жоліо-Кюрі (як вони себе називали) приготували особливо потужне джерело полонію для отримання  $\alpha$ -частинок і застосували сконструйовану Жоліо чутливу конденсаційну камеру, щоб фіксувати проникаючу радіацію, яка виникала при цьому.

Вони виявили, що коли між берилієм чи бором і детектором поміщається пластинка речовини, яка містить водень, то спостережуваний рівень радіації збільшується майже вдвічі. Подружжя пояснили виникнення цього ефекту тим, що проникаюча радіація вибиває окремі атоми водню, надаючи їм величезної швидкості. Хоча ні Ірен, ні Фредерік не зрозуміли суті цього процесу, проведені ними ретельні вимірювання проклали шлях для відкриття в 1932 році Джеймсом Чедвіком нейтрона електрично нейтральної складової більшості атомних ядер.

Продовжуючи дослідження, подружжя Жоліо-Кюрі прийшли до свого найзначнішого відкриття. Піддаючи бомбардуванню  $\alpha$ -частинками бор і алюміній, вони вивчали вихід позитронів (позитивно заряджених частинок), відкритих у 1932 році американським фізиком Карлом Андерсоном. Закривши отвір детектора тонким шаром алюмінієвої фольги, вони опромінили зразки алюмінію й бору  $\alpha$ -частинками. На їхнє здивування, вихід позитронів продовжувався декілька хвилин після того як було видалено полонієве джерело  $\alpha$ -частинок. Пізніше Жоліо-Кюрі прийшли до переконання, що частина алюмінію і бору в підданих аналізу зразках перетворилася на нові хімічні елементи. Більш того, ці нові елементи були радіоактивними: поглинаючи два протони і два нейтрони  $\alpha$ -частинок, алюміній перетворився на радіоактивний фосфор, а бор – на радіоактивний ізотоп азоту. Протягом нетривалого часу Жоліо-Кюрі одержали багато нових радіоактивних елементів.

1935 року Ірен Жоліо-Кюрі і Фредеріку Жоліо присудили Нобелівську премію з хімії за синтез нових радіоактивних елементів. У вступній промові від імені Шведської королівської академії наук К. В. Пальмаер нагадав Ірен про те, як 24 роки тому вона була присутня на подібній церемонії, коли Нобелівську премію з хімії отримувала її мати.

Через рік після нагородження Жоліо-Кюрі стала повним професором Сорбонни, де читала лекції, починаючи з 1932 року. Вона також зберегла за собою посаду в Інституті радію і продовжувала займатися дослідженнями радіоактивності. В кінці 30-х Жоліо-Кюрі, працюючи з ураном, зробила декілька важливих відкриттів і впритул підійшла до виявлення того, що при бомбардуванні нейтронами відбувається розпад (розщеплення) атома урану. Повторивши ті ж досліді, німецький фізик Отто Ган і його колеги Фріц Штрасман та Лізі Майтнер у 1938 році домоглися розщеплення атома урану.

Тим часом Жоліо-Кюрі почала все більше уваги приділяти політичній діяльності. У 1936-му чотири місяці працювала помічником статссекретаря з науково-дослідних справ в уряді Леона Блюма.

Незважаючи на німецьку окупацію Франції в 1940 році, Ірен і її чоловік залишилися в Парижі, де вчений брав участь у Русі опору. В 1944-му в гестапо з'явилися підозри щодо його діяльності, і коли він того ж року пішов у підпілля, дружина з двома дітьми втекли до Швейцарії, де залишалися до звільнення Франції.

Перебуваючи у Парижі в період окупації, Жоліо-Кюрі, попри свої антинацистські погляди й членство у Французькій соціалістичній партії (з 1934 р.), зберіг за собою посади в Інституті радію і Колеж де Франс. Він очолював підпільну організацію «Національний фронт» і використовував можливості своєї лабораторії для виготовлення вибухових речовин і радіоапаратури для борців Опору аж до 1944 року, коли йому самому довелося ховатися.

Після звільнення Парижа Ф. Жоліо-Кюрі призначено директором Національного центру наукових досліджень, доручено координувати відновлення наукового потенціалу країни. У жовтні 1945-го він переконав президента Шарля де Голля створити Комісаріат з атомної енергії Франції. Через три роки він керував пуском першого у країні ядерного реактора. Хоча його авторитет як ученого й адміністратора був надзвичайно високий, зв'язок із лівими викликав невдоволення, і в 1950 році його звільнили з посади керівника Комісаріату.

Після цього Фредерік присвячував велику частину свого часу дослідній роботі в лабораторії та викладанню. Залишаючись активним політичним діячем, був президентом Всесвітньої ради миру.

У 1946 році Ірен призначили директором Інституту радію. Крім того, з 1946-го по 1950-й вона трудилася в Комісаріаті з атомної енергії Франції. Завжди глибоко стурбована проблемами соціального та інтелектуального прогресу жінок, входила до Національного комітету Союзу французьких жінок і працювала у Всесвітній раді миру.

На початку 50-х років її здоров'я стало погіршуватися, ймовірно, в результаті отриманої дози радіоактивності. Ірен Жоліо-Кюрі померла в Парижі 17 березня 1956-го від гострої лейкемії. Висока худенька жінка, що прославилася терпінням і рівним характером, дуже любила плавати, ходити на лижах і гуляти в горах.

Крім Нобелівської премії, Ірен була удостоєна почесних ступенів багатьох університетів і входила до багатьох наукових товариств. У 1940 році їй вручили золоту медаль Барнарда за видатні заслуги, присуджену Колумбійським університетом. Була кавалером ордена Почесного легіону Франції.

Смерть дружини стала для Фредеріка важким ударом. Перебравши її посаду – директора Інституту радію – і замінивши її на викладацькій роботі в Сорбонні, узяв на себе й контроль над будівництвом нового інституту в Орсе. Проте організм ученого був ослаблений через перенесений двома роками раніше вірусний гепатит, і 14 серпня 1958-го Фредерік Жоліо-Кюрі помер у Парижі.

Його характеризували як людину чуйну, добру й терплячу. Він любив грати на піаніно, малювати пейзажі й читати. В 1940 році Колумбійський університет теж нагородив ученого золотою медаллю Барнарда. Він був членом Французької академії наук і Медичної академії Франції, а також іноземним членом багатьох наукових товариств.

На честь Ірен названо вулиці Одеси та Рівного, у Дніпрі є вулиця Марії Кюрі, а в Кривому Розі – Кюрі.

**Висновки.** Під час навчання фізики крім викладання теоретичного матеріалу і практичного його використання вчителю треба звертати увагу й на історію науки. Таким чином можна зацікавити учнів до вивчення предмету, який важко сприймається деякими школярами, досягти більш якісного засвоєння знань.

### Література

1. Muzeum Marii Skłodowskiej-Curie w Warszawie. URL: <https://www.mmsc.waw.pl/>
2. Бар'яхтар В. Г., Довгий С. О., Божинова Ф. Я., Кірюхіна О. О. Фізика : підручник для 11-го класу (рівень стандарту за навч. програмою авт. кол. під керівництвом Локтева В. М.) / за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. Харків : Ранок, 2019. С. 230–235.
3. Видатні вчені-хіміки: система блогів з матеріалами для учнів та вчителів хімії. URL: <http://tehnologia-ns.blogspot.com/p/2-1897-17-1956-1935.html>
4. ДСТУ 2439:2018. Хімічні елементи та прості речовини. Терміни та визначення основних понять, назви й символи. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 13 с.
5. Засекіна Т. М., Засекін О. Д. Фізика і астрономія (профільний рівень за навч. програмою авт. кол. під керівництвом Ляшенка О. І.) : підруч. для 11 кл. закл. заг. сер. освіти. Київ : УОБЦ «Оріон», 2019. С. 232–238.
6. Ірен Жоліо-Кюрі. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Ірен\\_Жоліо-Кюрі](https://uk.wikipedia.org/wiki/Ірен_Жоліо-Кюрі)
7. Марія Склодовська-Кюрі. URL: [http://uk.wikipedia.org/wiki/Марія\\_Склодовська-Кюрі](http://uk.wikipedia.org/wiki/Марія_Склодовська-Кюрі)
8. Сиротюк В. Д., Мирошніченко Ю. Б. Фізика і астрономія (рівень стандарту за навч. програмою авт. кол. під керівництвом Ляшенка О. І.) : підруч. для 11 кл. закл. заг. сер. освіти. Київ : Генеза, 2019. С. 176–180.
9. Фредерік Жоліо-Кюрі. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Фредерік\\_Жоліо-Кюрі](https://uk.wikipedia.org/wiki/Фредерік_Жоліо-Кюрі)