

# С В І Т

# ФІЗИКИ

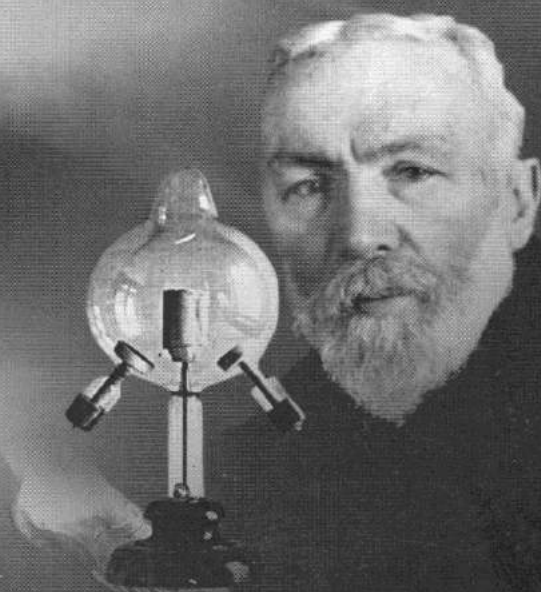
№1  
2015

науково-популярний журнал



*2015 – Міжнародний рік світла  
і світлових технологій*

**Нехай буде світло!**  
(Буття 1:3)



**170 років**  
*від дня народження Івана Пулюя*



## ***ВІТАЄМО!***

**Леонід Петрович ЯЦЕНКО** – лавреат Державної премії України, професор, директор Інституту фізики НАН України.

Л. П. Яценко народився 25 квітня 1954 року в селі Степанівка Ємільчинського району Житомирської області.

Він 1970 року вступив до Київського національного університету імені Тараса Шевченка на радіофізичний факультет. Від 1973 року продовжив навчання на факультеті теоретичної та експериментальної фізики Московського інженерно-фізичного інституту, який закінчив 1976 року за спеціальністю “Фізика твердого тіла”. У 1976–1979 роках навчався в аспірантурі ФІАН ім. П. Н. Лебедева. 1980 року захистив кандидатську дисертацію: “Теоретичне дослідження впливу макроскопічних параметрів на характеристики оптичних стандартів частоти”, а 1996 року – докторську: “Резонансні явища в газових лазерах”.

Л. П. Яценко працював молодшим науковим співробітником (1979–1986), старшим науковим співробітником (1986–1997), провідним науковим співробітником лабораторії лазерної спектроскопії (від 1997 року), з 2008 року – директором Інституту фізики НАНУ.

Учений працює у галузі фізики лазерів, нелінійних та когерентних ефектів під час взаємодії лазерного випромінювання з атомами та молекулами, керування рухом атомів та молекул лазерним випромінюванням (світловий тиск та охолодження), когерентного лазерного контролю, спектроскопії надвисокої роздільності, лазерних стандартів частоти.



***Редколегія журналу “Світ фізики” вітає Яценка Леоніда Петровича з обранням академіком Національної академії наук України.***

***Бажаємо великих творчих наукових досягнень на благо України.***

Журнал "СВІТ ФІЗИКИ",  
заснований 1996 року,  
реєстраційне свідоцтво № КВ 3180  
від 06.11.1997 р.

Виходить 4 рази на рік

**Засновники:**

Львівський національний університет  
імені Івана Франка,  
Львівський фіз.-мат. ліцей,  
СП "Євросвіт"

Головний редактор

**Іван Вакарчук**

заступники гол. редактора:

**Олександр Гальчинський**

**Галина Шопа**

Редакційна колегія:

Ігор Анісімов  
Михайло Бродин  
Ярослав Довгий  
Іван Климишин  
Юрій Ключковський  
Богдан Лукіянець  
Олег Орлянський  
Максим Стріха  
Юрій Ранюк  
Ярослав Яцків

Художник **Володимир Гавло**  
Літературний редактор **Мирослава Прихода**  
Комп'ютерне макетування та друк  
СП "Євросвіт"

**Адреса редакції:**

Редакція журналу "Світ фізики"  
вул. Саксаганського, 1,  
м. Львів 79005, Україна  
тел. у Львові 380 (0322) 39 46 73  
у Києві 380 (044) 416 60 68  
phworld@franko.lviv.ua  
www.franko.lviv.ua/publish/phworld

Заслуги фізичної науки важко переоцінити. Будучи наукою, що вивчає фундаментальні закони довколишнього світу, вона докорінно змінила життя людства.

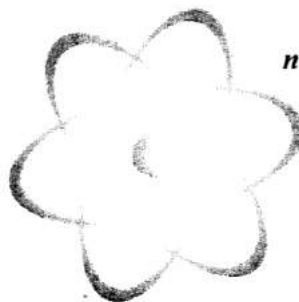
З дослідженням електричних явищ людство ефективно використовує природні та штучні джерела енергії, життя людини стало комфортнішим. Дослідження електричних розрядів привело до відкриття радіозв'язку. Саме завдяки фізичним дослідженням у світі користуються інтернетом і мобільними телефонами.

Завдяки розвитку фізики людство швидкими темпами освоює космічну галузь, запускає космічні кораблі, супутники, ефективно використовує повітряний простір, морські простори, земні ресурси тощо.

Не можна нині назвати жодної сфери життя людини, де б не застосовувались знання з фізики.

Зацікавлення до вивчення фізики у суспільстві спадає – школярі з неохотою вивчають фізику в школі, знизилась конкуренція на фізичні факультети університетів, та це тимчасово.

Сучасні виклики розвитку суспільства – потреба в нових технологіях, нових матеріалах, розвиток космічної, інформативної, військової галузі тощо – вимагатимуть нових наукових результатів, а отже, й нових знань. Це викличе затребуваність фахівців з фізики, підніме престижність цієї важливої фундаментальної науки.



*Не забудьте  
передплатити журнал  
"Світ фізики"*

**Передплатний індекс  
22577**

Передрук матеріалів дозволяється лише з письмової згоди редакції та з обов'язковим посиланням на журнал "Світ фізики"

© СП "Євросвіт"



# ЗМІСТ

## 1. Фізика України

Плячко Роман. Іван Пулюй (до 170-річчя від дня народження) 3

Шопа Галина. Загублене в часі ім'я 9

## 2. Нові та маловідомі явища з фізики

Успішна співпраця серед гострих суперечок 13

## 3. Олімпіади, турніри...

Умови задач III етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики (Львів, 2015) 21

## 4. Університети світу

Хрептак Олександр. Львівські витоки Вроцлавського академічного середовища 26

## 5. Олімпіади, турніри...

Розв'язки задач III етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики (Львів, 2015) 33

## 6. Інформація

2015 рік – Міжнародний рік світла і світлових технологій 46

## 7. Гумор

48







# ІВАН ПУЛЮЙ

(до 170-річчя від дня народження)

**Роман Пляцко,**

доктор фізико-математичних наук,

Інститут прикладних проблем механіки і математики НАН України



*Пам'ятник Іванові Пулюєві  
(с. Гримайлів, Тернопільська область)  
(02.02.1845 – 31.01.1918)*

**Рідкісне поєднання універсального таланту, титанічної працездатності, загостреного почуття справедливості й відповідальності, особливої одухотвореності та ще чогось невлучимого, що визначає чар особистості, витворили феномен Івана Пулюя. Його постать зачаровує кожного, хто носить в собі хоча б часточку “його духа печаті”.**

*Роман Пляцко*

У кожній сфері людської діяльності виділяються постаті, які лише дуже приблизно та умовно вписуються у визначені фахові межі, оскільки незвичайно широким є спектр їхніх зацікавлень і масштаб доробку. Це різною мірою проявилось у ті чи інші історичні періоди й показовою щодо цього вважається епоха Відродження, тому часто універсальні таланти найвищого рівня порівнюють із відомими титанами науки та культури саме тих часів. Однак постать Івана Пулюя унікальна навіть серед найяскравіших його попередників і наступників. Усвідомлення цього зустрічаємо на сторінках спогадів людей, які знали І. Пулюя особисто.

Відомий німецький математик Гергардт Ковалевський писав: “У Німецькій політехніці в Празі були різні славні люди. До них слід зарахувати насамперед тодішнього професора електротехніки Пулюя. Ніколи в житті я більше не зустрічав такої особистості як Пулюй”.

Австрійський професор Вільгельм Форман назвав Івана Пулюя однією з найцікавіших постатей науки XIX і початку XX століть і зазначив, що він спричинився до перетворень світу.

Обсяг доробку Пулюя в науковій, гуманітарній і культурній сферах справді грандіозний. Він упродовж трьох десятиріч був не лише визнаним лідером у фізиці та електротехніці, а й послідовно здійснював масштабну програму піднесення рідного народу до висот духовності. Працюючи майже все свідоме життя за межами України, переважно в Празі та Від-



ні, саме він узяв на себе обов'язок розбудови усієї системи освіти – від початкової школи до українського університету у Львові, від невеликого молитовника до повного видання Біблії, від підручників для гімназій до публікації актуальних наукових праць українською мовою. Досягнувши особистих вершин у науці, він наполегливо торував шлях до таких вершин іншим. Його віра в майбутнє рідного народу була безмежною, а практичні кроки для його досягнення – надзвичайно дієвими.

Народився Іван Пулюй 2 лютого 1845 року у містечку Гримаїлові на Тернопільщині.

Закінчив Тернопільську класичну гімназію, де заснував патріотичне товариство "Тромада". Великий вплив на гімназійну молодь мала поезія Тараса Шевченка.

У 1865–1869 рр. навчався в Греко-католицькій духовній семінарії у Відні. Студенти-українці, які навчалися у Відні, 1867 року заснували легальне товариство "Січ". Семінарист Пулюй уклав і розпочав здійснювати велику програму видання українською мовою (не "язичієм"<sup>1</sup>) освітньої та релігійної літератури. Ще в перший рік навчання він переклав українською мовою підручник з планіметрії для українських гімназій, хоч на той час таких ще не було.

Уже 1869 року І. Пулюй видав у Відні свій переклад "Молитвослова" накладом три тисячі примірників, до того ж половина з них призначалася для українців, які служили в австрійському війську. Друге, доповнене видання він надрукував власним коштом 1871 року. Цього ж року разом із П. Кулішем І. Пулюй у

Відні переклав і видав Євангеліє. Повністю Новий Завіт у їхньому перекладі був надрукований 1880 року у Львові. Згодом над перекладом Старого Завіту працювали І. Нечуй-Левицький, П. Куліш та І. Пулюй, а повне видання всієї Біблії цих авторів вийшло друком у Відні 1903 року, до того ж організаційні та фінансові турботи лягли на плечі Пулюя.

У 1869–1872 роках І. Пулюй навчався на філософському факультеті Віденського університету. "У природничих науках вічні закони і непохитна правда", – такими словами він у автобіографії мотивував свій вибір продовжити навчання в університеті уже після закінчення теологічних студій.

У 1872–1874 роках І. Пулюй працював у фізичній лабораторії професора Лянга у Віденському університеті, 1874–1875 роках – асистентом-викладачем кафедри фізики, механіки та математики Військово-морської академії в місті Фіоме (тепер Рієка в Хорватії), де сконструював прилад для вимірювання механічного еквівалента теплоти, який став широко відомим у науковому світі. Цей прилад було відзначено срібною медаллю на Всесвітній виставці в Парижі 1878 року, а 1907 року на прохання дирекції Національного німецького науково-технічного музею в Мюнхені Пулюй подарував точну копію цього приладу.

У 1875–1876 роках І. Пулюй стажувався і працював у Страсбурзькому університеті, в Фізичному інституті професора Августа Кундта, там здобув ступінь доктора філософії.

У роках 1876–1883 І. Пулюй працював асистентом і приват-доцентом у Віденському університеті, де й виконав важливу частину своїх фізичних досліджень.

<sup>1</sup>*Язичіє* – один з типів штучно витвореної книжної мови, яку вживали в Галичині, Буковині та Закарпатті наприкінці XIX – початку XX сторіч. Створювався як поєднання місцевої народної мови з церковно-літературною. Нею писали москвофіли, прихильники мовної єдності з Росією.

**У природничих науках вічні закони  
і непохитна правда.**

*Іван Пулюй*



У фізиці І. Пулюй відомий як віртуозний експериментатор і проникливий теоретик. Своїми систематичними дослідженнями катодних променів саме Пулюй усунув хибні стереотипи, які побутували в середовищі відомих європейських фізиків щодо їхньої природи. Прикметно, що на відміну від Пулюя провідні європейські фізики аж до середини 1990-х років висловлювали щодо цього помилкові твердження.

Через особливу актуальність досліджень Пулюя Лондонське фізичне товариство 1889 року видало його монографію, присвячену катодним променям і дотичним питанням, в англійському перекладі в книжці, у якій друкували результати найважливіших фізичних досліджень, виконаних поза межами Великої Британії. Ця книжка містить праці чотирьох авторів – Гельмгольца, Гітторфа, Пулюя і Ван дер Ваальса, ці імена добре відомі сучасним фізиком й історикам науки.

Саме І. Пулюй своїми глибокими дослідженнями катодних променів і конструюванням досконалих катодних ламп, здійсненими на початку 1880-х років, прокладав шлях до відкриття Х-променів, яке завдяки щасливому випадкові випало на долю Вільяму Конраду Рентгену наприкінці 1895 року. У цьому контексті дуже слушними є слова академіка Йоффе: “Одне безсумнівне: відкриття рентгенівських променів було вже підготовлене попередніми дослідженнями, вони були б незабаром відкриті ким-небудь іншим, якщо б Рентген пройшов повз них”.

Однак роль Пулюя не обмежується етапом передісторії становлення науки про нові промені: на початку 1896 року він провів свої дослідження, результати яких опублікував у двох статтях у “Доповідах Віденської Академії наук”. Серед цих результатів важливе пріоритетне значення мали:

1. Відкриття властивості Х-променів йонізувати молекули та атоми;
2. З’ясування просторового розподілу Х-променів та точне визначення місця, де вони утворюються;
3. Напрочуд точне пояснення їхньої природи і механізму виникнення;
4. Демонстрація ефективності їхнього застосування в медицині.

Підкреслимо, що по усіх цих пунктах Пулюй був попереду Рентгена. Мало того, Рентген запропонував хибне пояснення природи Х-променів і щодо цього автор книжки “Історія фізики” П. С. Кудрявцев вважав за потрібне зазначити: “Невдала гіпотеза Рентгена була водночас свідченням недоліку його теоретичного мислення, схильного до однобічного емпіризму”.

Стосовно ж світлин, які переконливо свідчили про широкі можливості застосування нових променів у медицині, наголосимо на тому, що саме світлини в Х-променях, які зробив Пулюй за допомогою лампи своєї конструкції ще з 1880-х років, що ввійшла в історію науки і техніки власне як “лампа Пулюя” (“Pulujlampe”), використовувались для цих цілей, будучи неперевершеними за якістю.

Зокрема, лондонський часопис “The Photogram” за 1896 року подав світлину скелету усього людського організму і вказав, що це перша у світі така світлина і що її автором є професор Пулюй.

Є задокументовані свідчення про першу медичну Х-променеву фотографію, яку зроблено у США. Це відбулося 3 лютого 1896 року в Дартмутському коледжі, де була багата колекція газорозрядних трубок. Після перевірки майже дюжини із цих трубок з’ясувалось, що лише одна з них генерувала Х-промені потрібної інтенсивності – це була трубка Пулюя. Вона була виготовлена серійно на фабриці в





*Іван Пулюй з родиною*

Ляйпцігу й мала номер 1147. Зрозуміло, що за такого широкого розповсюдження трубок Пулюя у світі випадкове виявлення X-променів могло трапитися в багатьох лабораторіях.

Якою трубкою користувався Рентген, коли виявив невідоме випромінювання? У своїй статті він щодо цього не висловлюється конкретно, використовуючи лише слова про "... трубку Гітторфа, Крукса, Ленарда або інший прилад". Жодного натяку, що серед усіх приладів виділялась своєю якістю трубка конструкції Пулюя (до того ж, що вони особисто були добре знайомі, оскільки в 1875–1876 роках одночасно працювали в Фізичному інституті професора Кундта в Страсбурзі, а згодом листувалися). Навпаки, позбавив майбутніх дослідників дати відповідь на зазначене запитання, оскільки архів Рентгена був спалений відповідно до його досить дивного заповіту. Те, що Рентген не мав бажання ділитися лаврами дослідника нових променів з Пулюєм, можна зрозуміти – подібні ситуації в історії науки не рідкість. Однак суттєвим недоліком є те, що гіпертрофовані оцінки доробку Рентгена набули поширення в науково-історичній літературі пізніших часів. А з позицій нашого часу, коли наприкінці грудня цього року будуть відзначати 120-річчя відкриття X-

променів, було б невіглаством (принаймні, для фізиків та істориків науки) не знати про першорядну, пріоритетну роль І. Пулюя у становленні науки про ці промені. (Докладний аналіз історії відкриття X-променів подано в книжці: Роман Гайда, Роман Пляцко. Іван Пулюй. (Львів, 1998); там же можна знайти посилання на цитовані літературні та архівні джерела).

На початку 1880-х років І. Пулюй розпочав систематичну діяльність у галузі електротехніки з дослідження процесів у електричних лампочках розжарювання. Пулюєві вдалося сконструювати пристрої кращої якості порівняно з тими, що їх розробив відомий американський винахідник Едісон.

Наприкінці 1883 року Пулюя запросили на посаду консультанта всесвітньовідомої фабрики зброї в австрійському місті Штайр для організації виробництва електротехнічної продукції. Генеральним директором акціонерної фірми був відомий австрійський фахівець Йозеф Верндль. Саме він запросив до Штайра чотирьох найвизначніших фахівців Європи у галузі електротехніки: Шукерта, Пулюя, Кжіжика і Піетту.

На пропозицію Верндля Пулюй організував у Штайрі масове виробництво своїх



електроламп на фабриці. Наскільки успішною була діяльність Пулюя у створенні електроосвітлювальної техніки, можна судити з того, що майже тисяча лампочок Пулюя освітлювали в серпні 1884 року електротехнічну промислову виставку та прилеглі вулиці у Штайрї, і це стало сенсацією, що набула широкого розголосу. Така ілюмінація символізувала початок нової ери в технічному і господарському прогресі людства – ери індустріалізації, підґрунтям якої є здобутки електротехніки.

Виставку в Штайрї 19 серпня 1884 року відвідав цісар Австро-Угорщини Франц-Йосиф і, як писали тодішні газети, тривалий час розмовляв з І. Пулюєм. А в жовтні того ж року Міністерство освіти запросило Пулюя на посаду професора експериментальної і технічної фізики в Німецькій високій технічній школі в Празі. Там він почав читати крім фізики лекції з окремого курсу електротехніки, розробив системний план з організації відповідних досліджень у Празькій політехніці.

На 1888–1889 навчальний рік І. Пулюя було обрано ректором політехніки, а 1890 року – деканом машинобудівного факультету. У 1902 року він заснував та очолив кафедру електротехніки.

З нагоди 100-літнього ювілею Німецької політехніки в Празі Івана Пулюя нагородили орденом Залізної корони за його наукову та викладацьку працю (1906). Він також отримав хрест ордена Франца-Йосифа і високий титул Радника двору (1910).

У 1913 році Івана Пулюя обрали почесним членом Віденського електротехнічного товариства.

Багато теоретичних праць І. Пулюя свідчать, що він глибоко розумів фізичні основи електротехніки і добре володів відповідним математичним апаратом. Провів теоретичний аналіз процесів в електричних колах на підставі їхнього строгого математичного опи-

су, застосовуючи диференціальні рівняння і ряди Фур'є, що було великою рідкістю навіть серед провідних фізиків того часу.

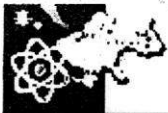
У 90-х роках XIX ст. І. Пулюй відіграв вирішальну роль як керівник проектування і будівництва багатьох електростанцій на змінному струмі в Чехії. Якість проектів і їхньої реалізації були дуже високими, із дотриманням екологічних вимог навіть сучасного рівня (тому, зокрема, мешканці Праги досі використовують електроенергію, яку дає їм "Пулюєва" електростанція).

Пулюєві належить низка винаходів, запатентованих у різних країнах світу та премійованих на міжнародних виставках. Під час вивчення проходження електричного струму у вакуумних трубках він розробив конструкцію серії оригінальних трубок, які знайшли широке застосування. Зокрема, одну з них завдяки конструкторським особливостям використовували як електричний вентиль для випрямлення змінного струму.

На Віденській електротехнічній виставці 1883 року привернула увагу безпечна електрична лампа для гірників, яка була особливо простою і дуже зручною в роботі.

Багато уваги приділив І. Пулюй вдосконаленню телефонного зв'язку, особливо коли працював над спорудженням електростанцій. Важливо було гарантувати безпеку працівників, що користуються телефонним зв'язком зі споживачами електроенергії або віддаленими підстанціями. Значним технічним досягненням Пулюя став винайдений ним телетермометр, що давав змогу вимірювати температуру на великій віддалі від спостерігача.

Натхненна праця Івана Пулюя задля інтелектуального, культурного й державницького піднесення рідного народу, розпочата ним ще в студентські роки, тривала і в період його інтенсивної наукової роботи у Відні та Празі, до останніх днів життя.



Важливе значення мали дві подорожі на Наддніпрянську Україну, 1876 і 1880 роках. Тривалою була подорож улітку 1880 року на запрошення Пантелеїмона Кудіша та Ганни Барвінок. Обговорювали змогу видавати в Австрії український літературний журнал, такий, як "Основа", що виходила в Петербурзі у 1861–1862 роках. Шукати відповідних людей і кошти І. Пулюй поїхав до Києва та Харкова. У Харкові майже тиждень гостював у Володимира Александрова, який працював міським та військовим лікарем і займався літературною творчістю. Побував Пулюй і в домі Христини Алчевської, відомої української громадської та культурної діячки.

Багато зусиль докладав І. Пулюй, щоб вибороти право поширювати Святе Письмо українською мовою для земляків у Російській імперії, починаючи від звернення 1881 року через російське посольство у Відні до головної управи "по делам печати" в Петербурзі й закінчуючи багатьма листами до державних установ Росії аж до 1905 року. Зокрема, в листі до Петербурзької Академії наук писав, що в "Росії тривають дальше такі пресумні відносини, що там вільно поширювати Слово Боже на 40 мовах і діалектах, вільно мати Святе Письмо на рідній мові навіть монголам і татарам, тільки український народ, хоч одновірний з московським, позбавлений царським указом 1876 року свого природного права мати в себе вдома Слово Боже на рідній мові". Однак, легше було знайти розуміння в японського генерала Ногі, який в листі від 1905 року дозволив поширювати духовне слово українською мовою серед полонених вояків-українців.

Також І. Пулюй виступав з обґрунтованою критикою політики австрійських властей щодо права української молоді здобувати вищу освіту рідною мовою. Починаючи від 1902 року він разом Іваном Горбачевським й іншими відомими діячами науки та культури наполегливо добивався відкриття українського універ-

ситету у Львові. Врешті, послідовність і впертість Пулюя мали своїм наслідком те, що в листопаді 1912 року австрійський уряд оголосив проєкт заснування українського університету у Львові. Його відкриття було призначено на початок 1916 року, однак через війну цей проєкт не здійснився. Прикметно, що в червні 1914 року російський посол у Відні заявив міністрові закордонних справ Австро-Угорщини, що заснування українського державного університету в Галичині уряд Росії вважатиме ворожим кроком проти себе та за можливий "casus belli"<sup>2</sup>. Не більше і не менше!

Іван Пулюй з піднесенням сприйняв повідомлення про реорганізацію 1892 року Товариства ім. Шевченка у Львові в наукове (НТШ), яке поступово перетворилося у першу новітню українську академію наук. На сторінках видань НТШ він публікував результати своїх наукових досліджень й опис винаходів українською мовою.

Поряд з І. Франком, М. Грушевським, В. Антоновичем, І. Горбачевським та іншими українськими вченими Іван Пулюй був серед перших дійсних членів НТШ, яких було обрано 1899 року.

Високий авторитет провідних діячів цього Товариства в наукових колах Європи дав підстави започаткувати обрання іноземних членів НТШ за їхньою згодою, серед них фізики М. Планк, А. Айнштайн, А. Йоффе.

З початком Першої світової війни 1914 року І. Пулюй разом з І. Горбачевським очолив Комітет допомоги українським біженцям з Галичини, яка була окупована російськими військами, а також пораненим воякам-українцям і військовополоненим. Він заснував фонд для фінансової підтримки навчання української молоді.

<sup>2</sup>*Casus belli* – юридичний термін з часів римського права, формальний привід для оголошення війни.





Учений 1915 року видав низку статей і дві брошури німецькою мовою, в яких обґрунтував тезу про потребу створення самостійної української держави, що стане ключем до миру і стабільності в Європі. Зокрема, сто років тому, в брошурі "Україна та її міжнародне політичне значення" він підкреслив:

"Вільна Україна означає бастион, безпеку середньоевропейських держав, тому її визволення лежить не лише в інтересах цих держав, а й усієї Європи". Ніби сьогодні...

Професор Пулюй 1916 року одержав пропозицію обійняти посаду міністра освіти Австрійської монархії, однак відмовився за станом здоров'я і вийшов на пенсію.

Помер Іван Пулюй 31 січня 1918 року у Празі, де й похований. Прощаючись з Іваном Пулюєм, ректор Німецької політехніки у Празі професор Бах сказав: "Ти був не тільки людиною твердих переконань і виразно виکارбованою особистістю, але також людиною, що знала, як дотримуватись вірності, передусім вірності народові, з якого Ти вийшов. І немає більшої вірності, ніж вірність власному народові".

Рідкісне поєднання універсального таланту, титанічної працездатності, загостреного почуття справедливості й відповідальності, особливої одухотвореності та ще чогось неловимого, що визначає чар особистості, витворили феномен Івана Пулюя. Його постать зачаровує кожного, хто носить в собі хоча б часточку "його духа печаті".

## ЗАГУБЛЕНЕ В ЧАСІ ІМ'Я

Галина Шона,

Львівський національний університет імені Івана Франка

2015 року наукова громадськість України відзначає 170-річчя від дня народження Івана Пулюя. Широкий загал українців дізнався про цього талановитого вченого, насправду видатного Українця, у рік, коли 1995 року в Україні відзначали на державному рівні 150-річчя від дня його народження. На батьківщині ученого, у с. Гримайлові на Тернопільщині тоді урочисто відкрили видатному землякові пам'ятник, відбулася наукова конференція, з'явилося багато публікацій.

Відтоді видано чимало книжок про Івана Пулюя, із шкільних підручників школярі вивчають біографію ученого, дізнаються про його наукові досягнення, в Україні його ім'ям названо вулиці, Тернопільський технічний університет, гімназія у Гримайлові носять його ім'я.

**Вільна Україна означає бастион, безпеку середньоевропейських держав, тому її визволення лежить не лише в інтересах цих держав, а й усієї Європи.**

*Іван Пулюй*

З'явилися публікації про І. Пулюя не лише в українських джерелах інформації, а й іноземних. Зокрема, професор Чеського технічного університету Іво Краус написав про українського фізика Івана Пулюя у своїй книжці чеською мовою "Вільгельм Конрад Рентген. Нащадок щасливої випадковості". Книжку перекладено українською мовою і 2002 року



видано у серії книжок “Бібліотека “Світ фізики” у видавництві “Євросвіт”.

У передмові до українського видання проф. Краус писав: “Видання біографії винахідника рентгенівських променів в українському перекладі – для мене велика честь. Я від щирого серця бажаю, аби читачі прийняли її як скромний подарунок молодій генерації слов'янського народу, великий син якого – Іван Пулюй – присвятив своїй країні так багато своїх творчих сил. У грудні 2001 року минуло 100 років від присудження першої Нобелівської премії з фізики. І це лише збіг обставин, що першим лавреатом був не Іван Пулюй, а Вільгельм Конрад Рентген. Немає сенсу гадати, якою несправедливою може бути випадковість. Це суто людські проблеми. “Науці абсолютно байдуже, кому буде приписане відкриття її таємниць”, – сказав славетний Майкл Фарадей.”

В іншій своїй книжці чеською мовою “Історія європейських відкриттів та винаходів” (Прага: Академія, 2001) проф. Іво Краус присвячує цілий розділ українським ученим під заголовком “Українські ректори празьких високих шкіл”.

У ній чеський професор написав: “Другим українським науковцем, який знайшов у Празі домівку був Іван Пулюй. Він народився 2 лютого 1845 року в с. Гримайлові на Галичині, закінчив богословський, а згодом і філософ-

ський факультети Віденського університету. За спеціальністю “Математика й фізика” працював два роки у морській академії в Рієці, а згодом (після отримання докторського звання у Страсбурзі) шість років – як приват-доцент експериментальної фізики у Відні. Цісар Франц Йозеф I 1884 року надав йому звання професора Празького німецького технічного університету. За чотири роки його на один термін обрали ректором.

Своїм талантом І. Пулюй зробив вагомий внесок в електротехніку, електрозв'язок. Він відомий як конструктор оригінальних приладів для вимірювання фізичних величин, наприклад, механічного еквівалента тепла. Його лампа 1881 року – вакуумна трубка, у якій катодні промені бомбардують оксиди або сульфід кальцію, магнію або барію – була не лише джерелом видимого світла, а й, як з'ясувалось згодом – потужнішим генератором невидимого випромінювання, ніж те, яке згодом мав у Вюрцбурзі К. Рентген. Про те, що Пулюєві для відкриття X-променів бракувало лише щасливої випадковості, свідчать його фахові лекції перед празькою публікою у середині лютого 1896 року. Утім марно шукати інформацію про цю подію в періодиці того часу. І. Пулюй все ж таки був професором Німецького технічного університету. Як написав Ервін Кіш у своєму часописі “Ринку сенсацій”: “Чеський та німецький технічні університети були віддалені один від одного так, ніби один перебував на північному, а інший – на південному полюсах. Кожна кафедра мала свій антипод з іншого мовного боку, але не було жодного спільного закладу, лікарні, лабораторії, бібліотеки чи моргу”.

Чеські “Narodni listy” мовчали, гортаю сторінки тодішньої німецької “Bohemii”. Першим слідом була коротка інформація, датована 16.02.1896 роком під заголовком: “Лекція Пулюя “Про Рентгенові промені:

Тоді як наплив економічної еміграції може бути для гостинної країни проблематичним, емігранти релігійні чи політичні приносять духовне світло своєму уряду і за подану руку допомоги часто віддячують усім життям наукової праці та громадянською активністю.

*Іво Краус*



“Учора ввечері мав пан проф. др. Пулюй перед шановною публікою, серед якої було, також, багато дам, надмір плутану лекцію про так званий винахід Рентгена”.

Подобиці навело те ж видання 18 лютого у змістовній статті “Про невидиме катодне проміння та фотографії невидимого”. “Слухачі довідались, що лектор досліджував світлові ефекти, зумовлені катодними променями, від 1881 року. За допомогою трубки, яку сам сконструював, він продемонстрував ці промені та пояснив, яка випадковість привела до винаходу Рентгена. Далі учений продемонстрував фотографування невидимих речей. Це здавалося дуже просто: фотографований предмет просто поклав на фотографічну пластинку, обгорнену чорним папером і декілька секунд опромінював. Наступний етап створення світлин ніяк не відрізнявся від звичайної фотографії. Кульмінацією лекції була проекція світлин електричною лампою на біле полотно. Публіка побачила фотографії дитячих рук, туберкульозних кісток, зламаного передпліччя, мертвого тіла новонародженого, черепа з кулею всередині кістки, світлин риби, рака, кішки, окулярів у футлярі, олівця, коркової затулки зі штопором та дитячої ляльки. Багато інших вдалих фотографій учасники лекції могли розглянути на стінах аудиторії. Значний фінансовий дохід від лекції було пожертвовано бідним студентам електротехніки”.

І. Пулюй мав високий науковий та суспільний авторитет: працював як присяжний експерт з електротехніки Торгового суду Чехії, був членом екзаменаційної комісії інженерів архітекторів, президентом електротехнічного товариства в Празі, членом патентного управління та редакційних рад декількох спеціалізованих часописів. Його 1910 року призначили надвірним радником, а за шість років – міністром.

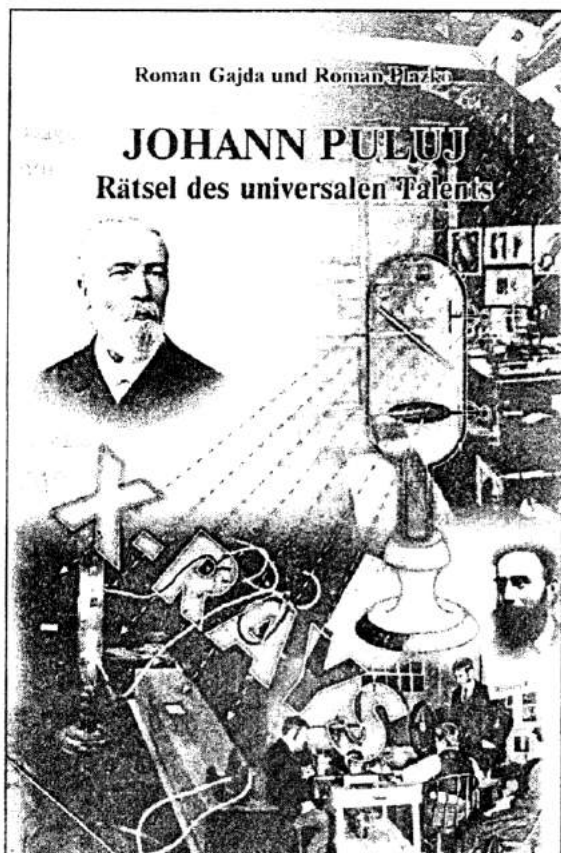
Учений співпрацював з визначними чеськими інженерами того часу – Кржіжіком, Колбеном, Даньком, у 1911–1912 роках бував, кажуть, частим гостем у Пулюєвій лабораторії на празькій Гусовій вулиці № 5 Альберт Айнштайн.

Автентичні дані про Івана Пулюя подав у своїх Спогадах Франтішек Кржіжік: “Коли після 1866 року перестали прославлені австрійські гвинтівки користуватися попитом, керівник Штурського збройного заводу почав виготовляти генератори постійного струму й електролампочки. Лампочки довірили виготовляти др. Пулюєві, який був тоді приватдоцентом у Віденському університеті, і мав великий досвід роботи з лампами і Гейслеровими трубками. Коли я 1884 року приїхав до Штирії, Пулюй навчив видувати лампочки ще й мене.”

Інша Кржіжікова згадка від 1899 року, коли празькі кінні трамваї змінювали на електричні. “Я попросив провідних фахівців з електротехніки проф. Домаліпа з Чеського та проф. Пулюя з Німецького технічного університетів у Празі, проф. Слободу з вищого промислового навчального закладу в Пльзені та інж. Шленка з Технологічного музею у Відні, щоб вони докладно вивчили мої електродвигуни. Всі чотири висновки звучали для мене однаково позитивно.”

Теплова електростанція в Голешовіцях служить пражанам ще від кінця позаминулого сторіччя. Однак, мало хто знає, що це завдяки І. Пулюєві. Довкола цього проекту точилось безліч суперечок. Багато тодішніх міських радників магістрату та відомих технічних консультантів не погоджувались ані з будівництвом електростанції, яка мала виробляти змінний струм, ані з пропозицією спорудити її за межами міста. Головним аргументом Пулюєвих опонентів, які відстоювали більшу кількість





Палітурка книжки німецькою мовою  
"Іван Пулюй – загадка універсального  
таланту" ("Johann Puluj – Rätsel des  
universalen Talents")

рівномірно розташованих енергетичних джерел на постійному струмі, були застереження, що за концепції єдиної електростанції випадкова поломка призведе до енергетичного колапсу, і що розведення змінного струму потребуватиме ще й мережі трансформаторів.

Згодом з'ясувалося, що в тих, хто наполягав на малих електростанціях постійного струму на земельних ділянках поблизу центра міста були інтереси агенств нерухомості.

Професор І. Пулюй має заслугу не лише в електрифікації Праги. Він став засновником виготовлення електроенергії й у деяких менших містах – Маріанських Лазнях, Гавлічковому Броді, Цвікові та Вишшій Броді.

Німецький фізик Манфред Ахіллес у книжці "Різдвяні листи про знаменитих фізиків" німецькою мовою ("Weihnachtsbriefe über bekannte Physiker". – Львів: Євросвіт, 2007) також присвятив розділ Іванові Пулюєві. Німецький професор, який сам працював у Гетінгенському університеті з багатьма відомими фізиками, серед них і українські О. Стасів та О. Смакула, цікавився історією фізики, не був знайомим з науковими досягненнями Івана Пулюя. Лише, коли приїхав в Україну 2007 року до Львівського національного університету імені Івана Франка на наукову конференцію, присвячену 100-річчю від дня народження Остапа Стасіва, йому потрапила до рук книжка німецькою мовою "Іван Пулюй – загадка універсального таланту" ("Johann Puluj – Rätsel des universalen Talents". – Львів: Євросвіт, 2001), зумів докладно ознайомитися з цим талановитим українським фізиком.

Сьогодні ім'я великого українського фізика Івана Пулюя відоме в Україні не лише науковій громадськості, а й широкому загалу. Однак, ще треба докласти багато зусиль для популяризації цього талановитого ученого в світі.

Науці абсолютно байдуже, кому буде  
приписане відкриття її тасмниць

Майкл Фарадей



## УПІШНА СПІВПРАЦЯ СЕРЕД ГОСТРИХ СУПЕРЕЧОК

**Н**апередодні Другої світової війни у готелі Колумбійського університету в Нью-Йорку замешкали два фізики з Європи. Хоча обидва раніше листувались між собою, зустрілися вони там зовсім випадково. Це призвело до однієї з найскладнішої, та водночас найяскравішої співпраці в історії науки.

Обидва втікали з Європи від фашизму, і кожен з них мав окрему важливу частину головоломки, яка в кінцевому підсумку призвела до вивільнення енергії атома.

Та швидко зрозуміємо, що їхня співпраця була непростою, виходячи з глибоких розбіжностей у ставленні до життя, стилю роботи та особистих якостей.

Якби видатні фізики Енріко Фермі (Enriko Fermi, 1901–1954) та Лео Сілард (Leó Szilárd, 1898–1964) не витримали дуже важкої спільної праці, що постійно супроводжувалась суперечками, не вдалося б 1942 року отримати першу в світі керовану ланцюгову реакцію і Мангеттенський проект не завершився б до 1945 року створенням першої атомної бомби.

Якось Сілард сказав: “Якщо американський народ нам коли-небудь і подякує, – що мало ймовірно, – це лише за те, що ми змогли витримати один одного так довго, як це було потрібно.”

Енрікові Фермі було тридцять вісім років, коли він приїхав з Риму до Нью-Йорка. До США він потрапив через Стокгольм, де їздив отримувати Нобелівську премію з фізики за 1938 рік за визнання його результатів дослідження, під час яких завдяки бомбуванню атомів урану нейтронами отримав новий трансурани (елемент важчий від урану). Побоюю-

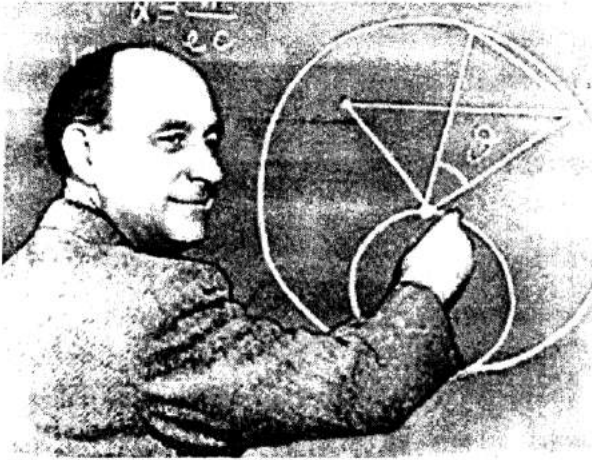
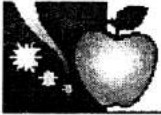
чись нових законів, які були запроваджені в Італії, Фермі, дружина якого була єврейкою, вирішив не повертатися на батьківщину та прийняв одну з чотирьох пропозицій працювати у США в Колумбійському університеті.

Лео Сілард, сорокарічний угорський єврей, виїхав до Америки ще складнішим шляхом. Разом із родиною він з Будапешта 1919 року переїхав до Берліна, де навчався. Деякий час там працював з Альбертом Айнштайном. Результатом їхньої спільної праці було кілька наукових ідей і патентів на електромагнетичний агрегат холодильника.

Після приходу 1933 року в Німеччині до влади Гітлера, побоюючись, Л. Сілард утік до Лондона. Того ж року він опрацював концепцію ядерної “ланцюгової реакції”, яка, як описано в заявці на патент, що була подана ще 1934 року, могла бути використана для виробництва “електрики” і правдоподібно викликати “вибух”. У результаті така ланцюгова реакція могла бути підставою для побудови атомної електростанції та створення ядерної зброї. Та спочатку треба було знайти елемент, в якому може відбутися така реакція.

По чотирьох роках безуспішних експериментів, які він провів в Оксфордському університеті, а згодом університетах Рочестера та штаті Іллінойс у США, Сілард опинився в Колумбійському університеті.

Е. Фермі надзвичайно суворо дотримувався академічності, увесь свій час присвятив блискучій кар’єрі фізика, зовсім не цікавився політикою. Невдовзі він разом із своєю родиною переїхав з готелю до замиського будинку у Нью-Джерсі.



*Енріко Фермі (Enrico Fermi)*  
(29.09.1901 – 28.11.1954)

Учений прокидався щоранку о 5.30, тоді дві години до сніданку доопрацьовував свої теорії та експерименти, що запланував на день. Фермі був обдарованим теоретиком, і водночас його тягнуло самому все експериментально перевірити, що було нечувано серед фізиків ХХ сторіччя. Коли не читав лекції, він разом зі своїми помічниками працював у лабораторії, конструював установки та опрацьовував експериментальні результати.

Л. Сілард був неодружений. Оскільки ніколи не працював як “запрошений учений”, не мав ані своїх учнів, ані лабораторій. Викладав дуже рідко, опублікував декілька праць, пробував себе в економіці та біології. Він мешкав у готелях і академічних гуртожитках, любляв годинами купатися у ванні й видумувати нові ідеї (серед них, й абсурдні, наприклад, що Національний науковий фонд має платити ненауковцям, аби ті не проводили дослідження). Він уважно перечитував газети, постійно спекулюючи на фінансовій, політичній та військовій тематиці, і завжди мав під рукою дві спаковані валізки в разі, якщо змушений буде втікати від раптового наступу фашизму.

Сілард прокидався пізно і часто з’являвся в університеті пополудні, мав звичку заходити до колег. Ставив їм складні запитання та описував експерименти, які вони мали виконувати.

– Будь ласка, відійдіть, – якось сказав йому Ісидор Рабі (Isidor Isaac Rabi, 29.07.1898 – 11.01.1988), майбутній нобелівський лавреат з фізики. – Пан має забагато ідей.

Бернард Фельд, колишній фізик Массачусетського технологічного інституту, який працював у Колумбійському університеті з Фермі та Сілардом як асистент останнього, так охарактеризував обох науковців: “Фермі не пройде від точки А до точки В, поки не дізнається все про точку А, і не отримає якнайбільше інформації про точку В. Сілард у такому випадку перескакував з точки А відразу в точку D, а тоді дивувався, як можна витратити час на вивчення В і С.”

### Переплетені долі

За кілька днів після випадкової зустрічі Фермі і Сіларда у готелі до Нью-Йорку повернувся датський фізик Нільс Бор, який привіз важливі новини з Європи: Ліза Мейтнер, науковець єврейського походження, яка втекла з Німеччини до Стокгольму, показала, що берлінським хемікам Отто Ганнові та Фріцові Штрассманові вдалося викликати “розпад” урану під час бомбування його нейтронами. Таким способом розщепили ядро атома (за багато років, 1966 року, всі троє за ці дослідження отримали премію Енріко Фермі). Інформація Бора допомогла Фермі повніше зрозуміти результати своїх експериментів, які він провів ще 1934 року. З’ясувалося, що на додаток до отримання трансуранових елементів, він несвідомо розщепив ядро.

Для Сіларда ця інформація була ще зловіснішою. Він розумів, що саме уран є елементом, де може відбутися ланцюгова реакція. Це





описано в його патенті ще 1934 року. Показавши чудову політичну проникливість, у повній таємниці, аби німецькі вчені не дізналися про можливість атомного вибуху, він вислав той патент до Британського Адміралтейства. Відкриття поділу ядра підтвердило побоювання Сіларда, що атомна бомба незабаром може стати реальною загрозою.

Ідея ланцюгової ядерної реакції прийшла перший раз до голови Сілардові 1933 року, коли він стояв на розі однієї з вулиць Лондона. Нейтрон було відкрито лише роком раніше, і фізики уявляли собі атом як планетарну систему, з електронами на орбіті негативно зарядженими довкола ядра, що складається з позитивно заряджених протонів і електрично нейтральних нейтронів. Будучи частинкою, позбавленою заряду, нейтрон рухаючись у бік атома, може проникнути в ядро і не відчувати опору з боку електростатичних сил. Сілард уявив собі, що після удару нейтрона об ядро, відбувається його розщеплення і вивільняється енергія, яка тримає їх єдиними. Це також може призвести до перетворення частини складових її частинок вільних нейтронів, які у свою чергу, можуть вдаритися об інші ядра, викликаючи їхнє розщеплення. Якщо кожен з розпадів буде виводити більше, ніж один нейтрон, увесь процес буде розширюватися в геометричній прогресії і в долі секунди мільйон ядер будуть розпадатися. Це буде супроводжуватися вивільненням величезної кількості енергії. (Сілард згодом дізнався, що інформація Бора посприяла тому, що Фермі також передбачив ланцюгову реакцію, хоча вважав це малоймовірним).

Коли Сілард складав свою заявку на патент 1934 року, Фермі працював у Римі, вже мав славу найкращого у світі експерта з бомбування атомів нейтронами. Він виявив, що проходження нейтронів крізь шар парафіну спонукає їхнє сповільнення, що правдоподібно

збільшує їхнє поглинання під час бомбування ядра.

Тим не менш, його дослідження дали дивовижні результати. Деколи ядра урану поглинають нейтрони (бо одиничний елемент визначається числом протонів в ядрі – таким способом Фермі отримав поодинокі важкі ізотопи урану), а в деяких випадках, бомбування нейтронами приводить до створення абсолютно нових елементів.

Німецький хемік Іда Ноддак, яка слідувала за експериментами Фермі в наукових джерелах, запропонувала провести хемічний аналіз цих нових речовин, щоб визначити, чи є вони продуктами розщеплення ядра. Однак Фермі, сконцентрувавши свою увагу на фізичних аспектах бомбування і поглинання, не зробив докладних досліджень цих елементів. Якби це зробив, то відкрив би реакцію розщеплення ядра задовго до Ганна і Штрасмана.

Навесні 1939 року у Колумбійському університеті Фермі і Сілард незалежно провели експерименти, щоб краще зрозуміти реакцію розщеплення ядра.

Сілард запропонував канадському фізику Вальтеру Зіннові радій-берилієве джерело нейтронів, яке той власне замовив у Англії. За його допомогою Зінн і Сілард показали, що під час розпаду ядра урану утворюється більше, ніж два нейтрони.

Е. Фермі зі своїм асистентом Гербертом Андерсеном провели аналогічні експерименти, використавши радієво-берилієве джерело з більшою силою, та не отримали переконливих результатів.

Л. Сілард дійшов висновку, що це джерело було занадто сильним, через що частина нейтронів пролітала вільно крізь ядро і не можна було стверджувати, чи на виході нейтрони походять із розпаду ядра, чи теж безпосередньо з первинного випромінювання. Сілард позичив Фермі своє англійське джерело нейтро-



*Leo Szilard (Leó Szilárd)*  
(11.02.1898 – 30.05.1964)

нів, що дало йому змогу отримати набагато кращі результати.

Згодом обидва вчені намагалися знову співпрацювати – і відразу між ними виникали публічні суперечки. Сілард переважно уникав керування роботами, інтелектуально жонглюючи ідеями, тоді як Фермі вимагав від усіх членів своєї команди особистої участі в експериментах. Хоча обидва визнавали наукові досягнення один одного, щоразу як вони опинялися разом, відразу починали сперечатися. Знаючи, однак, що потрібні один одному, вони звернулися за допомогою до декана фізичного факультету Колумбійський університет Джорджа Пеграма, щоб той погодився координувати їхні дослідження, які вони проводили окремо. Пеграм дипломатично зумів поєднати точність Фермі з далекоглядністю Сіларда.

Разом із Андерсоном сварливі партнери змогли визначити, що за допомогою повільних нейтронів “ланцюгова ядерна реакція може бути стійкою.”

### Побудова ланцюга

На відміну від сутічок, до яких між Фермі та Сілардом доходило дуже часто, зіткнення нейтронів з ядрами на початку відбувалися занадто рідко.

Пропускання нейтронів крізь так звані сповільнювачі (наприклад, Фермі використовував парафін), дало їм змогу сповільнюватися, що підвищило ймовірність їхніх зіткнень з ядрами.

Фізики у 1939 році вже знали інший ефективний сповільнювач – “важку воду”. Частинки звичайної або “легкої” води складаються у відомій усім молекулі  $H_2O$  з двох атомів водню й одного атому кисню. У важкій воді з атомом кисню з’єднані два атоми ізотопу важкого водню, так званого дейтерію (важку воду, як і раніше, використовують як ефективний сповільнювач у нинішніх ядерних реакторах у випадку, коли паливом є природний уран, тоді як для збагаченого уранового палива використовують звичайну воду як сповільнювач). Однак, важка вода коштує дорого і важко її отримати. Експерименти у великих масштабах, які розробив Л. Сілард, вимагають дешевого і доступнішого сповільнювача.

На відміну від німецьких учених, що працювали над таким самим завданням, таку речовину він зміг знайти.

Побоювання Сіларда підтвердилися – німецька дослідницька програма над створенням ядерної зброї навесні 1939 року достатньо просунулася вперед. Німецькі фізики, так само як і американські, знали, що сповільнювачем може бути також графіт – м’яке поліморфне вугілля, що використовують для виробництва



олівців. Однак німецькі дослідники зігнорували ним, бо воно дуже багато поглинало нейтронів, і вони використовували лише важку воду, якої завжди не вистачало.

Сілард, який часто особисто їздив на поїзді до Бостона або Баффало, щоб отримати матеріали для експериментів Фермі, зрозумів, що технічний графіт, який є у продажі, містить невелику кількість бору – елемент, який дуже сильно поглинає нейтрони. Тому спеціально замовив графіт без домішки бору, що, у свою чергу, призвело до чергової гострої сутички з Фермі.

Після вимірювань потужності поглинання нейтронів чистого графіту Андерсон заявив, що він насправді буде досконалим сповільнювачем. Сілард наполягав, щоб результати цих досліджень зберегти в таємниці.

Фермі, як належало справжньому науковцеві, заперечував проти порушень глибоко академічної традиції – публікувати результати досліджень у рецензованих журналах. “Фермі буквально розлютився, – згадував згодом Сілард. – Він справді вважав, що це абсурд”. І знову втрутився Пеграм. Фермі неохоче визнав потребу самоцензури через особливі обставини, які склалися.

Е. Фермі вважав, що використання графітового сповільнювача створює принаймні проблиск надії на допровадження до ланцюгової самопідтримувальної реакції. Однак щодо того, якою реальною була ця надія, погляди Фермі та Сіларда повністю розбігалися.

Сіларда непокоїла думка, що Німеччина уже могла отримати перевагу в гонці ядерних озброєнь.

Фермі такого типу спекуляції присікав одним типово американським висловлюванням, яке собі швидко присвоїв: “Абсурд!”. Він вважав, що атомну бомбу не можна створити

раніше, ніж за 25–50 років, і переконував колег, що самопідтримувальна ланцюгова реакція залишається “далекою перспективою”, з реалізацією не більшою, ніж 10 % вірогідності.

“10 % не віддалена перспектива, якщо це означає, що ми всі можемо загинути”, – відповів на це Ісидор Рабі.

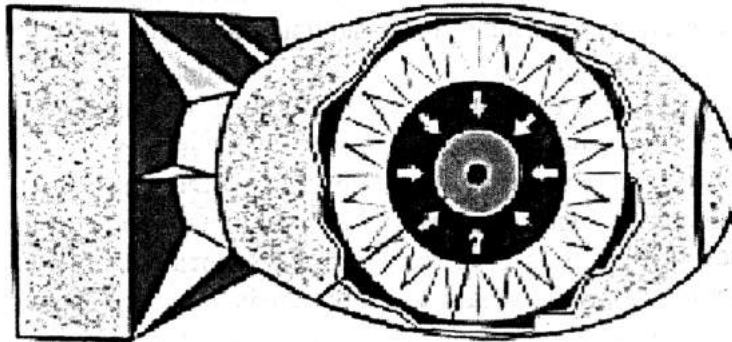
Сілард зауважив, як він і Фермі по-різному інтерпретують одну й ту ж інформацію. “Ми обоє хотіли виглядати консерваторами, – згадував він згодом, – але Фермі вважав, що консерватизм заснований на переконанні, що не можна охопити всього, що тільки можливе, а я вважав, що саме консерватор переконаний – якщо щось є можливе, то раніше чи пізніше це здійсниться, і треба вживати усіх відповідних заходів аби бути готовим до такого повороту подій”.

Одним з таких кроків Сіларда було отримання кредиту в розмірі 2000 доларів для досліджень Фермі. Попри це, влітку 1939 року Фермі, не турбуючись занадто багато про те, що вийде з досліджень, які проводив, поїхав до Університету штату Мічиган, щоб розпочати там дослідження космічних променів. Перша у світі вдала конструкція ядерного реактора народилася не в лабораторії чи бібліотеці, а в листах.

Сілард, як завжди, наполягав на “безпосередньому” початку “широкомасштабних” експериментів. Фермі як завжди поставився до того скептично. Сілард запропонував покласти по чергово шари урану і графіта у вигляді геометрії ферми<sup>1</sup>, яка б визначала параметри нейтронного розсіяння, а, отже, хід реакції розщеплення. Фермі на відміну від цієї системи сам запропонував проект, в якому уран і графіт були б змішані разом, як зерна гравію. Це розізлило Сіларда, який закинув Фермі, що той хоче це так робити аби полег-

<sup>1</sup>Ферма – стрижнева конструкція.



*Схема атомної бомби*

шити собі обчислення конфігурації. На що Фермі відповів, що, подумавши глибше, приєднується до концепцію Сіларда. Погодившись з цією ідеєю, Фермі скерував всю свою геніальність на визначення фізичних властивостей ферми і координацію робіт з будівництва реактора.

#### **Високопоставлені союзники**

Сілард розумів, що його з Фермі величезних інтелектуальних зусиль не вистачить, аби досягнути результату. Їхній співпраці потрібна підтримка впливових особистостей. Як союзники до них підоспіло досить незвичайне тріо: Франклін Д. Рузвельт, Едгар Гувер і Альберт Айнштайн.

Улітку Сілард дізнався, що Німеччина обмежила постачання урану. Будучи переконаним, що німецькі дослідження реакції поділу ядра вже добре просунулися вперед, він вирішив попередити американську федеральну владу. Інстинкт гідного фахівця зі зв'язків з громадськістю шепнув йому звернутися до свого вчителя і друга Айнштайна, який мешкав на дачі,

на Лонг-Айленді, майже 110 миль на схід від Нью-Йорка. Коли Сілард пояснив йому концепцію ланцюгової реакції, відомий фізик, побачив нарешті, у який спосіб можна здійснити перетворення маси в енергію, передбаченого у його знаменитому рівнянні. Айнштайн сказав: "Це мені ніколи не приходило до голови."

Сілард двічі відвідував Айнштайна, другий раз, щоб обговорити з ним лист, який він мав підписати. "Сілард міг усе, крім водіння автомобіля, – казав угорський емігрант, учений Едвард Теллер, який керував автомобілем під час другого візиту. – Оскільки я вмів керувати автомобілем, я завіз Сіларда до дачі Айнштайна. З'ясувалося, що А. Айнштайн був справжнім демократом, запросивши випити філіжанку кави не лише Сіларда, а й його водія."

Так сталося, що Теллер був присутнім під час того, як Айнштайн, одягнений у поношений халат і капці, прочитав і підписав знаменитий лист, який згодом відправили президентові Рузвельтові.

Цей лист, датований 2 серпня 1939 року починався зі слів: "Недавня праця Е. Фермі та Л. Сіларда ...", а далі містив попередження



про німецькі дослідження з ядерної зброї і заклик до США відразу ж розпочали працювати над створенням такої зброї.

Сілард передав лист банкірові Олександрові Сахсові, який, як радник з економіки Білого дому, мав безпосередній доступ до Президента.

1 вересня 1939 року розпочалася Друга світова війна, і лише у жовтні, коли лист нарешті потрапив до Президента, він погодився, що треба вживати заходів, “які не допустять до того, аби нацисти нас підірвали”. Для цього, на федеральному рівні було створено Комісію урану, до якої увійшли Сілард та інші відомі вчені-емігранти. Вони витратили декілька тижнів, аби отримати обіцянку надати їм 6000 доларів для досліджень у Колумбійському університеті.

Після війни А. Айнштайн стверджував, що “насправді послужив Сілардові лише поштовою скринькою.”

Однак, 1940 року, в черговий раз він змушений був втрутитися, коли американська військова служба вже майже відмовила Фермі та Сілардові у доступі до військових тасмниць. Слідчі, оперуючи інформацією, яку отримали від “дуже достовірних джерел”, прийшли до парадоксального висновку, що Фермі, біженець з фашистської Італії, “є, безсумнівно, фашистом,” а Сілард, смертельно боячись нацистів, висловлює “дуже пронимецькі” погляди. Можливо, для цього другого висновку американських служб сприялося нарікання Сіларда, що Німеччина може виграти війну. До того ж, прізвище Сіларда у звіті було написано двома різними способами, обидва помилково. І в одному, і в іншому випадку, висновок звучав так: “рекомендується не використовувати цю особу в працях, які містять військову таємницю”, попри те, що насправді єдина таємниця в Сполучених Штатах у ті часи містилася у головах Фермі і Сіларда.

Якщо б дослухалися до військових і члени Комісії розійшлися б, федеральну програму ядерних досліджень, які очолили Фермі і Сілард, закрили б уже на самому початку. Помилку виправили, коли ФБР під тиском з боку Білого дому отримало вказівку “перевірити їхню лояльність до США.” Директор ФБР, Джон Едгар Гувер направив агентів, щоб запитати про них більше у Айнштайна (пацифістські погляди якого мали також перевірити за деякий час і його лояльність була під сумнівом).

Завдяки добрим відгукам Айнштайна у листопаді 1940 року кошти з федеральних фондів потекли до Колумбійського університету, проте Фермі і Сілард не перестали бути під підозрою доти, поки за багато років вони не отримали американське громадянство.

Маючи гарантоване фінансування, команда на чолі з Фермі приступила до систематичної роботи з побудови ферми Сіларда з урану та графіту, щоб перевірити, які геометричні пропорції та інгредієнти конфігурації забезпечують оптимальний перебіг ланцюгової реакції.

Напередодні нападу японців на Перл-Гарбор президент Рузвельт дозволив з федеральних джерел виділити величезні кошти на фінансування робіт зі створення атомної бомби.

Весною 1942 року Фермі, Сілард та інші члени команди з Колумбійського університету переїхали до Чиказького університету, де заснували цілком таємно “Металургійну лабораторію” для вивчення ядерної ланцюгової реакції.

У червні, всі роботи, пов’язані з атомною зброєю, були включені до військового Мангеттенського проекту. За іронією долі, в той самий час, німці вирішили зменшити фінансування з атомної програми, вважаючи, що нема жодних шансів, щоб цей проект відіграв якусь роль у війні, що тривала.



Восени було завершено будівництво ферми у вигляді сфер урану, що розмістили у середині графітових блоків.

2 грудня 1942 року на тенісному корті під університетським футбольним стадіоном Фермі керував історичним експериментом, в якому запустили першу у світі керовану самопідтримувальну ядерну ланцюгову реакцію. Коли експеримент закінчився, Фермі і Сілард залишилися одні з реактором, вони потиснули один одному руки. Сілард згадував: "І тоді я сказав, що, на мій погляд, цей день увійде в історію як один з найпохмуріших днів в історії світу".

#### Конфлікти і майбутня співпраця

**Н**априкінці війни, 1945 року Фермі і Сілард знову розійшлися.

Сілард, який із самого початку розглядав атомну бомбу як оборонну зброю проти німців, після падіння Гітлера виступив проти використання її на Японію, вважаючи, що тільки демонстрація її дії змусить японців здатися.

Фермі як науковий радник консультативного комітету уряду щодо ядерної зброї переконував, що така демонстрація сили нічого не дасть. Уряд поділяв думку ученого, тому в сер-

пні 1945 року було віддано наказ скинути бомби на Гіросіму і Нагасакі.

Після війни, Е. Фермі виступав за збереження ядерних досліджень для військових цілей, тоді як Л. Сілард успішно провів у Конгресі компанію зі створення нової, громадської комісії з атомної енергії.

Обидва вчені опинилися знову на одному боці барикад 1950 року в опозиції до старого друга Сіларда, Едварда Теллера, протестуючи разом проти американських робіт над водневою бомбою. Фермі навіть назвав водневу бомбу, як "зброю, використання котрої, є геноцидом".

Спільний патент на "нейтронний реактор" Фермі-Сіларда був уперше опублікований 1955 року, за рік після смерті Фермі.

Сілард до самої смерті 1964 року займався молекулярною біологією і проблемами контролю над ядерним озброєнням.

Фермі характеризував Сіларда як "винятково обдарованого" науковця, який однак "найбільше любив робити сюрпризи іншим."

Л. Сілард так сказав про Е. Фермі:

"Я найбільше любив його, коли він злився. Звичайно, за винятком випадків, коли він злився на мене".

---

За матеріалами: Lanouette William. Genius in the Shadows: A Biography of Leo Szilard, the Man Behind the Bomb (University of Chicago Press, 1994); Swiat Nauki, 2001; <http://www.tim.com/time/time100/scientist/profile/fermi.html> ; [www.dannen.com/szilard.html](http://www.dannen.com/szilard.html).

---

*Світло відслонює нам те, про що ми в темряві лише здогадувалися.*

**Григорій Сковорода**

-----  
*Існує достатньо світла для тих, хто хоче бачити,  
і достатньо темряви для тих, хто не хоче.*

**Блез Паскаль**





## УМОВИ ЗАДАЧ ІІІ ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ФІЗИКИ (Львів, 2015)

### 8 клас

#### Задача 1.

Пружину розтягнули силою  $F_1 = 16$  Н до довжини  $L_1 = 16$  см.

Якщо б пружину стиснули силою  $F_2 = 8$  Н, її довжина становила б  $L_2 = 10$  см.

Якою буде довжина  $L_3$  пружини, якщо б її стискували силою  $F_3 = 6$  Н?

#### Задача 2.

Хлопчик пройшов  $2/5$  довжини моста, коли почув сигнал автомобіля, що його наздоганяв.

Якщо хлопчик побіжить назад, то зустрітеться з автомобілем біля одного краю моста, якщо побіжить уперед – біля іншого.

У скільки разів його швидкість  $v_1$  менша від швидкості автомобіля  $v_2$ ?

#### Задача 3.

Шматок сиру розміром  $10 \times 10 \times 6$  см має масу  $M = 550$  г.

Якщо відрізати маленький суцільний шматочок, його густина становитиме  $\rho_c = 1100$  кг/м<sup>3</sup>.

Усередині шматка сиру є великі дірки, які заповнені повітрям і непомітні ззовні.

Знайдіть масу дірок  $\Delta m$  у великому шматку.

Густина повітря дорівнює  $\rho_n = 1,29$  кг/м<sup>3</sup>.

#### Задача 4.

Хлопчик опустил скляну пробірку масою  $M = 80$  г і ємністю  $V = 60$  мл у циліндричну посудину з водою і насипав пісок на дно пробірки, доки вона не занурилася у воду по вінця.

Маса піску на той момент була  $m = 12$  г.

Внутрішній радіус посудини становить  $R = 5$  см.

Визначте густину скла пробірки  $\rho_{ск}$ .

Знайдіть  $\Delta h$  – підйом рівня води у посудині, зумовлений зануренням пробірки.

Густина повітря становить  $\rho_n = 1,29$  кг/м<sup>3</sup>, густина води –  $\rho_o = 1000$  кг/м<sup>3</sup>,  $\pi = 3,14$ .

#### Задача 5.

У кімнаті довжиною  $L$  і висотою  $H$  на стіні висить пласке дзеркало.

Людина дивиться у нього з відстані  $l$ .

Якою має бути найменша висота дзеркала, щоб людина бачила протилежну стіну кімнати повністю?

На якій відстані  $s$  від підлоги висить дзеркало, якщо ріст людини  $z$ ?

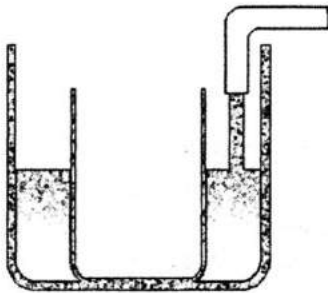
## 9 клас

**Задача 1.**

На дні циліндричної посудини із внутрішньою площею дна  $40 \text{ см}^2$  і висотою  $10 \text{ см}$  стоїть склянка із масивним дном, площа якого ззовні становить  $20 \text{ см}^2$ .

Маса склянки –  $80 \text{ г}$ , висота –  $7 \text{ см}$ .

У посудину, поза склянкою, починають вливати воду зі швидкістю  $4 \text{ г/с}$ .



Дно склянки прилягає до дна посудини нещільно, однак кількість води, яка підтікає під склянку дуже мала.

Побудуйте графік залежності висоти води в посудині від часу упродовж перших  $60 \text{ с}$  кунд.

Густина води –  $1 \text{ г/см}^3$ .

**Задача 2.**

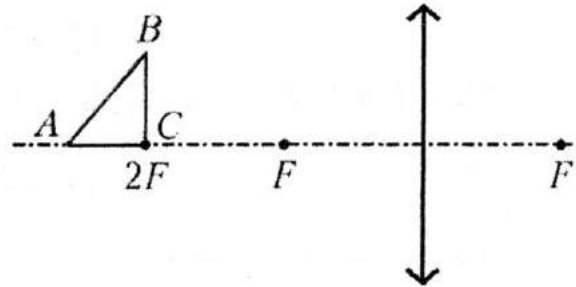
Рівнобедрений прямокутний трикутник  $ABC$  площею  $S = 50 \text{ см}^2$  розмістили перед тонкою лінзою так, що його катет  $AC$  лежить на головній оптичній осі лінзи.

Фокусна відстань лінзи  $F = 50 \text{ см}$ .

Вершина прямого кута  $C$  лежить ближче до центру лінзи, ніж вершина  $A$ .

Відстань від центру лінзи до точки  $C$  становить дві фокусні відстані лінзи.

Побудуйте зображення предмета і знайдіть його площу.


**Задача 3.**

Кулька рухається по колу зі сталою кутовою швидкістю  $45^\circ$  за одну секунду.

У момент часу  $t = 0$  починають відраховувати відстань, яку проходить кулька.

Кулька починає зменшувати свою швидкість за законом: на початку кожної другої секунди (починаючи із 2-ої секунди від початку відліку) швидкість руху зменшується удвічі.

Скільки обертів пройде кулька до повної зупинки?

**Задача 4.**

Холодильник підтримує в морозильній камері постійну температуру  $T_0 = -12^\circ \text{C}$ .

Посудина з водою охолоджується в цій камері від температури

$T_1 = +29^\circ \text{C}$  до  $T_2 = +25^\circ \text{C}$  за час  $t_1 = 6 \text{ хв}$ ,

а від  $T_3 = +2^\circ \text{C}$  до  $T_4 = 0^\circ \text{C}$  – за час  $t_2 = 9 \text{ хв}$ .

За скільки часу вода з температурою  $0^\circ \text{C}$  в посудині замерзне?

Теплоємністю посудини знехтуйте.

Питома теплоємність води дорівнює

$$C = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C}),$$

питома теплота плавлення льоду:

$$\lambda = 340 \text{ кДж}/\text{кг}.$$

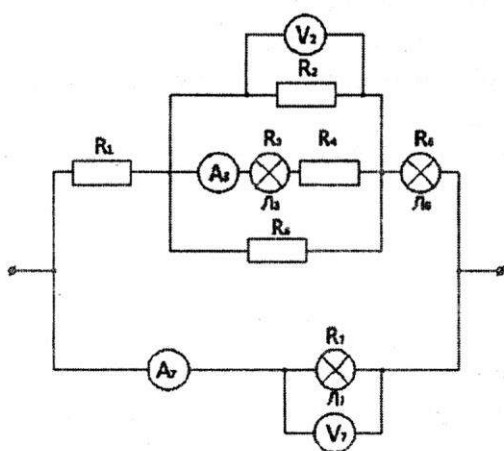
**Задача 5.**

У електричному колі (зображено нижче на малюнку) знайдіть покази вольтметра  $V_7$  і потужність лампочки № 7  $P_{л7}$ , якщо відомо, що:

$$R_1 = \frac{1}{3} \text{ Ом}; \quad R_2 = R_5 = 1 \text{ Ом}; \quad R_4 = 0,5 \text{ Ом};$$

$$P_{л3} = 2 \text{ Вт}; \quad P_{л6} = 12 \text{ Вт}; \quad U_2 = 2 \text{ В};$$

$$I_3 = 2 \text{ А}; \quad I_7 = 3 \text{ А}$$



10 клас

**Задача 1.**

Ракету запустили вертикально догори.

Визначте час підняття ракети на максимальну висоту  $H = 74$  км (за мінімальної витрати палива), якщо пришвидшення ракети під час роботи двигуна стале і дорівнює  $a = 2g$ .

Опором повітря і зміною значення пришвидшення вільного падіння  $g$  знехтуйте.

**Задача 2.**

Вантажний автомобіль масою  $m_1$  з платформою довжиною  $L$  починає рухатися з місця зупинки по прямій, розвиваючи силу тяги  $F$ .

Біля задньої стінки платформи стоїть вантаж масою  $m_2$  і коефіцієнтом тертя з платформою  $k$ .

Водій розганяє автомобіль за час  $t_1$ , а тоді різко гальмує з пришвидшенням  $-a$ .

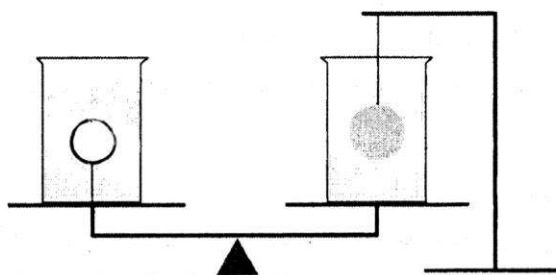
Знайдіть:

1. Шлях, який проїде автомобіль до повної зупинки.
2. Шлях, на який переміститься вантаж відносно платформи.
3. Залежність максимально допустимого значення швидкості автомобіля до гальмування, за якої вантаж не розіб'ється об кабінку, від довжини платформи та коефіцієнта тертя  $k$ .
4. Залежність максимально допустимого значення пришвидшення гальмування, за якого вантаж не розіб'ється об кабінку, від часу розгону  $t_1$ .
5. Побудуйте графіки залежності швидкості руху та пришвидшення автомобіля та вантажу від часу.

Рух вантажу та автомобіля вважайте прямолінійним, а вантаж таким, що не перекидається.

**Задача 3.**

На терезах стоять дві склянки з однаковою кількістю води, в кожену склянку помістили кульки однакового об'єму.



У одній склянці (ліворуч) – м'ячик для пінг-понгу, у другій (праворуч) – стальна кулька.

Одна кулька закріплена ниткою до штативу, інша – до дна.

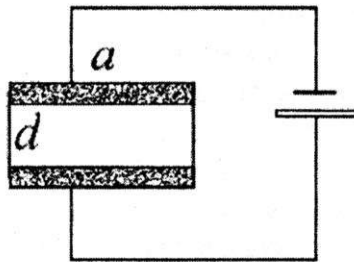
Як вестимуть себе терези?



**Задача 4.**

Протічний водонагрівач складається з труби завдовжки  $L = 1$  м, поперечний переріз якої є прямокутником розмірами  $a \times d$ .

Стінки розміром  $L \times a$  виготовлені з металу, а стінки розміром  $L \times d$  – із діелектрика.



Підігрів води, що прокачується по трубі, здійснює електричний струм. Для цього до металевих стінок труби прикладають постійну напругу.

Визначте, якою має бути ця напруга, щоб пристрій забезпечував нагрів 600 л води за годину від 10 до 60 °С, якщо  $a = 20$  см,  $d = 1$  см.

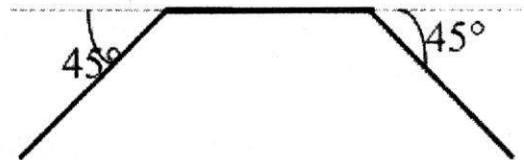
Вода, що використовується в нагрівнику, має такі характеристики:

- густина – 1000 кг/м<sup>3</sup>,
- питома теплоємність – 4200 Дж/(кг·°С),
- питомий опір – 10 Ом·м.

Теплоємністю труби і втратами тепла знехтуйте.

**Задача 5.**

Уявімо, що у вашій кімнаті стоїть люстро, яке складається з трьох однакових дзеркал. Два з них закріплені під кутом 45° до поверхні третього (див. мал.).



З часом центральне дзеркало зіпсувалося і перестало відбивати світло.

Скільки своїх зображень ви побачите, якщо перебуваєте на вісі симетрії люстра на відстані  $a$  від центрального дзеркала?

Побудуйте усі свої зображення в дзеркалах люстра.

Довжина кожного дзеркала –  $l$ , висота – вище вашого зросту.

**II клас**
**Задача 1.**

У посудині об'ємом  $V_1$  міститься газ з тиском  $p_1$ .

Знайдіть об'єм газу  $V_2$  за ізотермічного розширення, якщо тиск зменшився удвічі.

**Задача 2.**

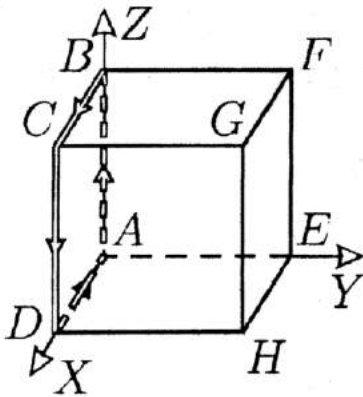
Мідний дріт довжиною  $L$  та площею поперечного перерізу  $S$  має електричний опір  $R$ .

Знайдіть масу дроту.

Густина міді відома.

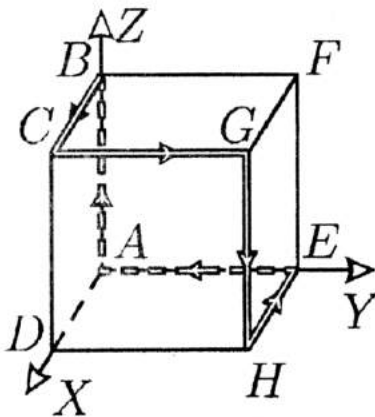
**Задача 3.**

Струм протікає по контуру  $ABCD$  (мал. 1), який утворений чотирма ребрами куба, і створює в центрі куба магнетну індукцію величиною  $B_0$ .



Мал. 1

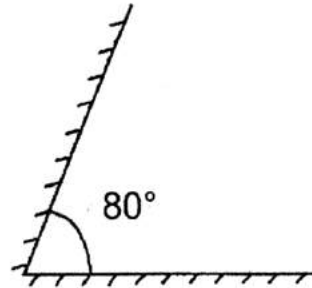
Знайдіть індукцію магнетного поля  $\vec{B}$  в центрі куба, створену цим струмом, що протікає контуром  $ABCGHEA$  (мал. 2).



Мал. 2

**Задача 4.**

Два плоских дзеркала утворюють двогранний кут  $80^\circ$ , у якому розмістили точкове джерело світла.



Скільки всього різних зображень точкового джерела світла можна побачити?

**Задача 5.**

Закритий вертикальний циліндр розділений на дві рівні частини тонким масивним поршнем.

У початковий момент часу поршень закріплений посередині циліндра, а знизу та зверху від нього міститься рівна кількість одноатомного ідеального газу за температури  $T$  і тиску  $p$ .

Після того, як поршень відпустили, він змістився донизу на деяку відстань і встановився в положенні рівноваги.

У цьому положенні різниця тисків зверху та знизу поршня дорівнює  $\Delta p$ .

Знайдіть, на яку температуру  $\Delta T$  під час цього змінилась температура газу.

Теплоємністю поршня і стінок циліндра знехтуйте.



# ЛЬВІВСЬКІ ВИТОКИ ВРОЦЛАВСЬКОГО АКАДЕМІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА

Олександр Хрептак,

*Львівський національний університет імені Івана Франка*

Вроцлав – метрополія, закладена над річкою Одра, розташована на перехресті багатьох шляхів, що ведуть з усіх сторін світу, місто семи річок і понад сотні мостів, має багате минуле.

Змінювалися його володарі та етнічний склад мешканців – чехи, австрійці, німці, поляки. Попри ці перетворення місто зберігало своє важливе значення.

Не шкодували Вроцлав війни – багато разів був спалений та зруйнований. Однак завжди відроджувався з руїн, відновлював своє багатство і красу.

Хоча Вроцлав завжди лежав на околиці різних державних утворень, до яких належав, і зазнавав впливу різних народів та різних культур, ніколи не був містом провінційним. Завжди залишався містом з багатими культурними, освітніми та науковими традиціями.

Тому не дивно, що, починаючи з XV сторіччя у Вроцлаві виникла ідея створення власного університету. Матеріальна інфраструктура, культурна та інтелектуальна спадщина створювали для цього відповідні підстави.

Не сприяло цьому сусідство старих університетських міст – Кракова, Праги і Ляйпціга, які заради успіху своїх закладів заважали виникненню нового університету у Вроцлаві<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Коли 1661 року польський король Ян II Казимир підписав декрет про заснування у Львові університету, то це також зустріло рішучу опозицію Ягеллонського університету в Кракові.

Однак 1702 року у Вроцлаві створили єзуїтський університет. Попри важку долю міста та постійну зміну правителів, які володіли містом, Університет неперервно працював понад триста років, як навчальний заклад австрійський, пруський та німецький, а нині продовжує функціонувати, як польська вища академічна школа.

Наприкінці Другої світової війни за підтримки антигітлерівської коаліції почався процес визначення нових кордонів між європейськими державами. Йосиф Сталін вимагав від західних партнерів під час конференції в Тегерані згоду на захоплення Львова.

Остаточно це було закріплено на Потсдамській конференції (17 липня – 2 серпня 1945 року). Саме тоді Вроцлав став стратегічним елементом польської програми відновлення незалежності.

Ще коли тривали бої Другої світової війни, почався процес переселення поляків зі Львова та Західної України. Передусім це торкнулося інтелігенції, яка для радянської влади була особливо небезпечним “елементом”.

Учені творили єдине академічне співтовариство із власною етикою. Коли вони не змогли залишитися у Львові, то почали шукати шляхи врятувати свою львівську самобутність за межами міста.

Спершу вважали, що новим осередком для львівських професорів стане Люблін. Там за рішенням польської влади був утворений новий державний Університет імені Марії Кюрі-





Складовської, як альтернатива до Люблінського католицького університету.

Восени 1944 року до Любліна почали прибувати перші професори, що змушені були залишити Львів. Втікали від арештів, висилань на схід та інших переслідувань з боку радянської влади. Тоді й розпочалися у Любліні наукова та освітня діяльність. Проте рішення про їхню подальшу долю не відразу були прийняте, а їхнє перебування у Любліні було тимчасовим.

Водночас Вроцлав готувався до військових дій. Наприкінці 1944 року німецька влада, свідомо, що наближається фронт, почала вивозити з міста найцінніші пам'ятки та унікальні дослідницькі прилади з університету та технічної школи.

У січні 1945 року почався великий зимовий наступ радянських військ. Несподівано для його мешканців, Вроцлав опинився на лінії фронту. Організована із затримкою евакуація не могла охопити всіх мешканців міста. Місць у потягах було недостатньо, зокрема й для частини німецьких професорів. Масовий відступ відбувався за умов лютих морозів. Колони піших втікачів неодноразово бомбували літаки та атакували загони радянських танкових військ. Під час цієї втечі багато вроцлав'ян загинули.

Майже безлюдний Вроцлав – з мільйона мешканців залишилося в ньому лише 200 тисяч – був оточений військами з усіх боків і опинився в котлі.

Ще коли Вроцлав був оточений радянськими військами, проф. Генріх Раабе, керівник Відділу вищих навчальних закладів Тимчасового уряду в Любліні, представив 5 лютого 1945 року проект мережі вищих навчальних закладів у повоєнній Польщі. Він запропонував, зокрема, на матеріальній основі німецького університету та технічної школи у Вроцлаві створити новий польський університет і політехніку. Попередні такі проекти часто оцінювали як нереальні і відхиляли як



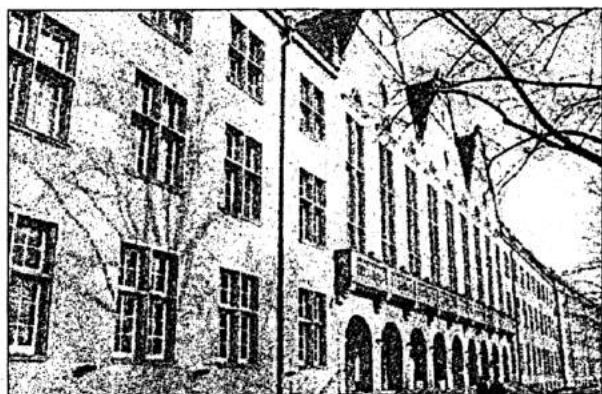
*Головний корпус Вроцлавського університету над рікою Одра*

незрілі з кадрових міркувань, оскільки багато вчених загинули від рук гітлерівців. Пропозиція проф. Г. Раабе була прийнята під час конференції міністра освіти у березні 1945 року у Лодзі (Польща).

Багато працівників навчальних закладів зі Львова переїхало до Кракова. Вони прагнули зберегти особливості своєї академічної спільноти. Маючи все менше надій на повернення до рідного Львова, вони звернулися до Сенату Ягеллонського університету з пропозицією створити окрему львівську групу. Однак, рішення з цього питання так ніколи й не було прийнятим. Саме тому більшість колишніх працівників Львівського університету переїхали до інших міст, зокрема Любліна, Глівіц та Торуня. Натомість частина кадрів із Львівської Політехніки переїхали до Гданська та Глівіц.

Тим часом професори Станіслав Кульчинський і Станіслав Лорія запропонували Болеславові Дробнеру, якого призначили президентом Вроцлава, долучити львівських науковців до його групи. Їхню пропозицію прийняли.

З цією метою у Кракові створили групу, яка по закінченню війни мала відновити життя у Вроцлаві уже в межах польської держави. Очолив Науково-культурну групу проф. Ста-



*Головний корпус  
Вроцлавської політехніки*

ніслав Кульчинський – колишній ректор Львівського університету. Міністр освіти Тимчасового уряду 20 квітня 1945 року призначив його відповідальним за “збереження майна та приладів вищих навчальних закладів, наукових інститутів, бібліотек, збірок на території Вроцлава та околиць”.

Крім С. Кульчинського в цій Групі були й інші львівські професори, переважно із Львівського університету.

9 травня 1945 року першими до Вроцлава прибули др. Антоній Кнот – організатор Оссолінеум<sup>2</sup> та університетської бібліотеки, Владжімеж Козак та Станіслав Камінський. Того ж дня до Вроцлава виїхали Б. Дробнер і проф. С. Кульчинський.

На початку до цієї групи входило 26 осіб. Серед них були доцент Тадеуш Барановський, др. Станіслав Шпільчинський, др. Тадеуш Новаковський, др. Тадеуш Овінський, др. Анджей Дзьоба (лікарі), др. Генрик Кучинський,

<sup>2</sup>Національна бібліотека імені Оссолінських або Оссолінеум (пол. Ossolineum) – бібліотека, яку заснував граф Оссолінський 1817 року у Львові, А. Кнот домігся перевезення частини фондів до Вроцлава. Натомість у Львові заснували Національну бібліотеку імені Василя Стефаника.

др. Віктор Гожеляний, др. Станіслав Юшкевич (хеміки), підполковник Ян Чялович і поручник Дезидерій Хлаповський (відповідальні за збереження музеїв), о. Кажімеж Лагош і о. Віктор Немчик (представники релігійних визнань), Зофія Гостомська (бібліотекарка Оссолінеум), др. Юзеф Звжицький (геолог), Францішек Кучера (фізик), Юзеф Гембчак (історик мистецтва), Мечислав Кофта (журналіст), а також майбутня Академічна варта: Мечислав Гембчак, Альфред Гавел, Тадеуш Гержік, Роман Яворський та Едвард Мелцажевич.

Красивий перед війною Вроцлав вітав членів Науково-культурної групи руїнами, грудями військової техніки, безлюдними вулицями, якщо не рахувати численних мародерів, які грабували все, що вціліло після бомбування.

Не було відповідних будівель, лабораторій, бібліотек, парт і дощок. Не було також професорів та студентів. Справді, за цих обставин треба бути великим оптимістом та мати добру уяву, щоб мріяти про створення в цьому місті вищих навчальних закладів.

Науково-культурна група одразу взялася за реалізацію завдань, які стояли перед нею. Почали відбудовувати з руїн рештки будівель та рятувати майно колишніх німецьких вищих шкіл від розкрадання.

Хоча влада ще навіть не прийняла остаточного рішення про утворення у Вроцлаві вищих навчальних закладів, до міста почали з'їжджатися не лише працівники освіти і науки, а й молодь, яка хотіла уже незабаром сісти за студентські лави.

Уже наприкінці травня 1945 року організовано основу академічних структур ще формально неіснуючих навчальних закладів. У червні розпочали підготовку до створення університету, а незабаром – і політехніки. Планували відкрити великі вищі школи із багатьма напрямками навчання та широким спектром наукових досліджень. Та ідеям утворення політехніки перешкоджало те, що у Науково-



культурній групі майже не було представників технічних наук. Більшість працівників Львівської політехніки раніше опинилися у Глівіцах та Гданську. Проте, з іншого боку, будівлі колишньої німецької технічної школи (Technische Hochschule) зазнали значно менше руйнувань, ніж корпуси університету. Також було збережено дороге та якісне обладнання.

Найбільше підтримували ідею утворення Вроцлавської політехніки проф. С. Кульчинський, проф. Едвард Сухарда і Діонізій Смоленський. Допомогавав їм також проф. Кажімеж Ідашевський зі Львова, який до цього обійняв посаду декана Сілезької політехніки в Глівіцах.

Президент Крайової Національної Ради Болеслав Берут 24 серпня 1945 року затвердив рішення "Про перетворення Вроцлавського університету і Вроцлавської політехніки у польські державні академічні школи".

За статтею 2 цього рішення було створено шість факультетів університету: юридично-адміністративний, гуманітарний, математично-природничий, лікарський із фармацевтичним відділенням, ветеринарної медицини та сільського господарства з відділенням садівництва. У Політехніці створено чотири факультети: хемічний, механіко-електротехнічний, будівництва та металургійно-гірничий.

Обидва навчальні заклади мали спільного ректора, сенат і бюджет. Рішенням міністра освіти від 3 вересня 1945 року проф. С. Кульчинський став виконувати обов'язки ректора Університету і Політехніки у Вроцлаві. Проф. С. Лорія обійняв посаду проректора Університету, а проф. Е. Сухарда – проректора Політехніки. Лише 4 листопада 1947 року Президент Польської Народної Республіки Болеслав Берут призначив проф. С. Кульчинського ректором Університету, а 15 листопада того ж року – ректором Політехніки.



*Професор Станіслав Кульчинський  
(1895–1975)*

Крім створення адміністративних структур навчальних закладів, одночасно проводили заходи пристосування будівель, аудиторій та лабораторій до навчального процесу.

Члени Науково-культурної групи прийняли рішення про організацію Академічної варти з майбутніх студентів. Їхніми завданнями були відбудова та упорядкування будівель, а також охорона майна від розкрадання. З карабінами в руках вони оберігали місця свого майбутнього навчання.

Водночас місто поверталось до мирного життя. Організованість та запал мешканців Вроцлава справді вражають. Юристи одразу взялися за розв'язання правничих справ. Лікарі долучалися до медичної служби. Архітектори готували плани відбудови міста. Рільники випробовували різні методи освоєння нових земель. Можна сказати, що це не





академічний осередок формувався у Вроцлаві, а навпаки – місто повставало довкола навчальних закладів, навіть тоді, коли вони ще формально не існували.

Професор чи студент, перед тим як увійти до бібліотеки, мусив спершу вилізти на дах та залатати дірки, вставити нові шибки у вікна, прибрати в приміщеннях сміття та залишки озброєнь. Упродовж першого семестру часто замість книжок чи пера студентам доводилося брати до рук молоток, шпатель або пензлик, щоб упорядкувати аудиторії та лабораторії для занять.

Новий академічний осередок формували не лише львівські професори та доценти. Було також багато вчених з Вільнюса (Литва), Варшави, Познаня (Польща) та інших міст.

Важливу роль у формуванні академічного співтовариства відіграли математики. Фундамент цієї дисципліни у Вроцлаві заклав проф. Едвард Мажевський. Його 1944 року гітлерівці вивезли з Варшави, він пережив облогу Вроцлава. Значний внесок у розвиток вроцлавської математики зробив також Гуго Штейнгауз<sup>3</sup>, який приїхав зі Львова, де був професором Львівського університету. Броніслав Кнастер приїхав до Вроцлава з Варшави, Станіслав Гартман – з Кракова, Владислав Шлебоджинський повернувся з концтабору Аушвіц.

Часто до Вроцлава переїжджали цілі групи зі Львова – крім професорів та їхніх книжок, у вагоні потяга їхали асистенти, працівники, та навіть прибиральники.

На кафедрі мікробіології проф. Людвік Гіршфельд 6 вересня 1945 року прочитав першу лекцію для відновленого університету. Вона була частиною підготовчого курсу для майбут-

ніх студентів з Академічної варти. Слід зазначити, що на той момент ще навіть не було оголошено про набір на навчання.

Подібні лекції читав у Політехніці проф. Е. Мажевський. Заняття відбувалися нерегулярно – деколи з кількадедними перервами.

Офіційне зарахування студентів розпочалося 1 листопада 1945 року. Інавгурація першого навчального року відбулася 15 листопада. Цього дня професор Кажімеж Ідашевський прочитав свою першу лекцію для студентів старших курсів механіко-електротехнічного факультету Політехніки. Також на лікарському факультеті Університету інавгураційну лекцію прочитав проф. Людвік Гіршфельд.

Навчання на інших напрямках почалося ще пізніше – наприкінці листопада і в грудні. Однак Вроцлавський університет і політехніка закінчили перший навчальний рік, як академічна школа з великим потенціалом, із повністю сформованою адміністрацією, власними професорами та студентами. Загалом навчалося 2353 студента, працювало 50 професорів та 120 асистентів. Перші дипломи випускники отримали у квітні 1946 року.

Перед вищим навчальним закладом Вроцлава стояло ще багато завдань та обов'язків. Крім навчального процесу, на який було кинуто перші сили, потрібно було організовувати наукову діяльність. Для цього бракувало обладнання, книжок, людей. Вроцлав готував план великої розбудови вищої школи, що потребувало великих фінансових затрат, нових будівель, та насамперед – професорських кадрів.

Науковий осередок у Вроцлаві розвився дуже динамічно. Росла кількість наукових досліджень, популярними були відкриті лекції, виникали наукові товариства. Особливо активними були математики, історики, правники, представники природничих, технічних і медичних наук.

<sup>3</sup>Гуго Штейнгауз (1887–1972) – відомий математик, учень Давида Гільберта. Разом із Стефаном Банахом був співзасновником Львівської математичної школи.





Студенти у вільний час займалися спортом, брали участь в аматорському театрі, урізноманітнювали культурне життя міста.

Починаючи з 1950-их років з однієї головної вищої школи формуються менші навчальні заклади. Із структур Університету виникли Медична академія, Вища сільськогосподарська школа, Школа фізичного виховання.

Зрештою, 1951 року відбулося остаточне розділення Вроцлавського університету і політехніки. Ректором Університету залишився проф. Станіслав Кульчинський, а ректором Політехніки став проф. Діонізій Смоленський.

Батьком повоєнної фізики у Вроцлаві можна вважати Станіслава Лорію<sup>4</sup> – колишнього професора Львівського університету, де він очолював спершу кафедру теоретичної фізики (1918–1927), а згодом кафедру експериментальної фізики (1927–1941). Він 1945 року став заступником керівника Науково-культурної групи та проректором Вроцлавського університету. Організував там кафедру фізики. Займався дослідженнями флуоресценції, розподілу енергії в емісійних спектрах, поглинання світла парами металів. У 1951 році став професором Університету імені Адама Міцкевича у Познані.

Значний внесок у розвиток фізики вніс також Роман Станіслав Ингарден. Він 1938 року розпочав навчання у Львівському університеті, а закінчив у лютому 1946 року в Ягеллонському університеті в Кракові. У 1945 році переїхав до Вроцлава, приєднавшись до Науко-

<sup>4</sup>Про проф. Станіслава Лорію докладніше читайте у книжці “Фізичний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка”, авторів І. Вакарчук, П. Якібчук, О. Миколайчук, О. Попель (Львів: Видавничий центр ЛНУ, 2013. а також у журналі “Світ фізики”, 2013. № 4.



*Професор Станіслав Лорія  
(1883–1958)*

во-культурної групи. Спершу обійняв посаду асистента, а коли здобув титул доктора, обійняв посаду заступника професора теоретичної фізики.

Почесне місце на дошці пошани серед вроцлавських фізиків займає Ян Тадеуш Лопушанський. Він народився у Львові 1923 року. Під час Другої світової війни його заарештувало НКВС за антирадянську діяльність. Під час окупації Львова гітлерівськими військами втік із в'язниці. У 1945–1950 роках навчався у Вроцлавському університеті, а докторську дисертацію захистив у Ягеллонському 1955 року. Проф. Я. Лопушанський сформував у Вроцлаві школу квантової теорії поля.

Уродженець Луцька Зигмунт Галасевич закінчив Вроцлавський університет 1950 року. Він став засновником вроцлавської школи теорії квантових рідин. Учений працював у



видатного українського фізика Миколи Боголюбова<sup>5</sup> в Інституті ядерних досліджень у м. Дубно під Москвою.

На кафедрі експериментальної фізики Вроцлавського Університету проф. Ян Нікліборц сформував школу фізики поверхні. Навчався він у Львівському університеті Яна Казимира та Ягеллонському університеті. Був ад'юнктом, а згодом доцентом у Львівській політехніці. Він 1946 року став заступником професора експериментальної фізики Вроцлавського університету і політехніки.

Інструментальною оптикою займався проф. Зигмунт Боднар. У довоєнні роки працював у Львівській політехніці науковим помічником, організував виготовлення оптичних інструментів на підприємстві Яна Буяка у Львові. Після війни Зигмунт Боднар працював на Державній оптичній фабриці, де фактично заклав підгрунття оптичної промисловості Польщі. Водночас викладав на кафедрі експериментальної фізики Вроцлавського університету.

Вроцлавський університет і Вроцлавська політехніка 2015 року відзначають 70-річчя відновлення своєї наукової діяльності, до якого також долучилися львівські учені.

Досі вроцлавські вищі школи зберігають львівські наукові традиції, а також тісні академічні зв'язки із українськими вищими навчальними закладами.

Вроцлавський університет надав титул доктора honoris causa фізику Миколі Боголюбову (1970), хеміку Костянтину Яцимирському (1972), фізику Петру Капиці (1972), фізику-теоретикові Івану Вакарчуку (2009).

Вроцлавська політехніка цим титулом відзначила Григорія Денисенка (1976), Володимира Панащука (1999), а також 2012 року ректора Національного університету "Львівська Політехніка" Юрія Бобала.

Автор висловлює подяку доцентів факультету фізики і астрономії Вроцлавського університету доктору фізики Лешкові Ріку за допомогу в пошуку матеріалів для статті.

<sup>5</sup>Микола Миколайович Боголюбов (1909–1992) – відомий український математик, механік і фізик-теоретик, засновник наукових шкіл з нелінійної механіки і теоретичної фізики, академік АН СРСР (від 1953 року) і АН УРСР (від 1948 року).

Докладніше про видатного вченого читайте у книжці Мриглода І. М., Ігнатюка В. В., Головача Ю. В. "Микола Боголюбов та Україна" (Львів: Свросвіт, 2009).

---

*Те, що називають світлом, є прозорим, але всі предмети,  
попадаючи в його промені, стають непрозорими.*

**Кобо Абе**

*Світло вважає, що воно найшвидше, та воно помиляється: неважливо, як швидко  
летить світло – темнота вже на місці прибуття та очікує його.*

**Террі Пратчетт**

## РОЗВ'ЯЗКИ ЗАДАЧ ІІІ ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ФІЗИКИ (Львів, 2015)

8 клас

### Задача 1.

Позначивши довжину нерозтягнутої пружини  $L_0$ , запишімо закон Гука для всіх трьох випадків:

$$F_1 = k(L_1 - L_0),$$

$$F_2 = k(L_0 - L_2),$$

$$F_3 = k(L_0 - L_3).$$

Взявши відношення частин рівностей, позбудьмося невідомої жорсткості пружини:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{(L_1 - L_0)}{(L_0 - L_2)},$$

$$\frac{F_2}{F_3} = \frac{(L_0 - L_2)}{(L_0 - L_3)}.$$

З першої рівності отримаємо:

$$L_0 = 12 \text{ см.}$$

Тоді з другої:

$$L_3 = 10,5 \text{ см.}$$

### Задача 2.

Позначмо відстань від автомобіля до моста  $S$ , довжину моста –  $L$ .

Тоді випадок руху хлопчика назад можемо описати рівнянням:

$$\frac{2L}{5v_1} = \frac{S}{v_2}.$$

Випадок руху хлопчика вперед:

$$\frac{3L}{5v_1} = \frac{S+L}{v_2}.$$

Позбудьмося невідомої величини  $S$ :

$$v_2 = 5v_1.$$

Тобто швидкість хлопчика у п'ять разів менша від швидкості автомобіля.

### Задача 3.

Введемо позначення:

$m_c$  і  $V_c$  – “чисті” маса та об'єм сиру;  $V$  – об'єм усього шматка сиру;  $\Delta V$  – об'єм дірок.

Запишімо рівність мас:

$$M = m_c + \Delta m.$$

Враховавши, що

$$m_c = \rho_c V_c = \rho_c (V - \Delta V) = \rho_c \left( V - \frac{\Delta m}{\rho_i} \right),$$

отримаємо:

$$M = \rho_c \left( V - \frac{\Delta m}{\rho_i} \right) + \Delta m.$$

Звідси, маса дірок дорівнюватиме:

$$\Delta m = \frac{\rho_n (\rho_c V - M)}{\rho_c - \rho_n} =$$

$$= \frac{1,29 \cdot (1100 \cdot 600 \cdot 10^{-6} - 0,55)}{1100 - 1,29} \approx 0,0001 \text{ кг.}$$

**Задача 4.**

Позначмо об'єм матеріалу пробірки  $V_{\text{ок}}$ .

Рівновага пробірки у воді можлива, якщо:

$$F_A = P_1 + P_2,$$

де

$$F_A = \rho_s g (V + V_{\text{ок}}) \text{ – сила Архімеда;}$$

$$P_1 = (M + m) g \text{ – вага пробірки з піском;}$$

$$P_2 = \rho_n V g \text{ – вага повітря у пробірці.}$$

Тоді, врахувавши, що

$$V_{\text{ок}} = \frac{M}{\rho_{\text{ок}}},$$

отримаємо:

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ок}} &= \frac{M \rho_s}{M + m - V(\rho_s - \rho_n)} = \\ &= \frac{80 \cdot 10^{-3} \cdot 1000}{80 \cdot 10^{-3} + 12 \cdot 10^{-3} - 60 \cdot 10^{-6} \cdot 998,71} \approx \\ &\approx 2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}. \end{aligned}$$

Далі знайдемо об'єм витісненої води:

$$V_s = V + V_{\text{ок}} = 0,000092 \text{ м}^3.$$

Тоді, врахувавши зв'язок радіуса циліндра з його об'ємом, отримаємо:

$$V_s = S \Delta h = \pi R^2 \Delta h.$$

Звідси,

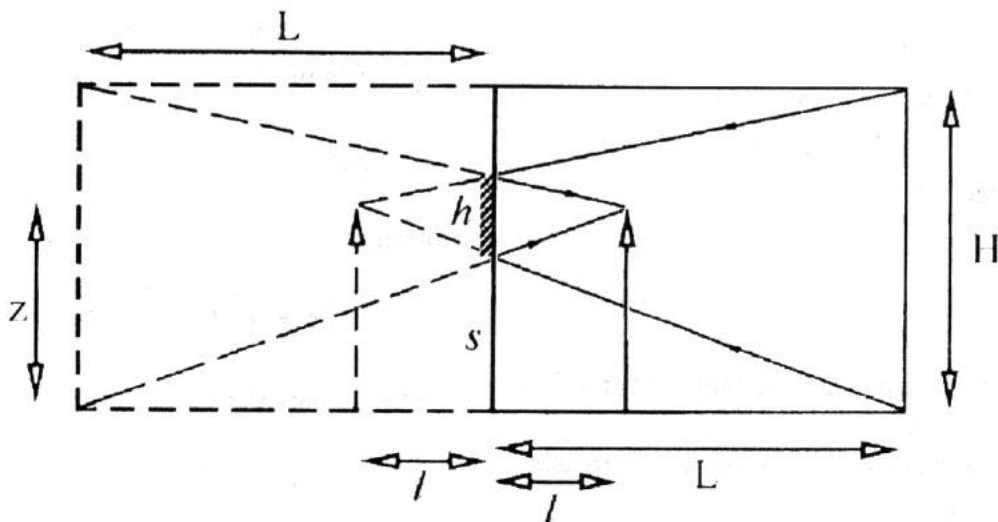
$$\Delta h = \frac{V_s}{\pi R^2} \approx 0,012 \text{ м}.$$

**Задача 5.**

Із побудови, зображеної на малюнку, з врахуванням подібності відповідних трикутників, матимемо:

$$h = \frac{Hl}{l+L},$$

$$s = \frac{zL}{l+L}.$$



Малюнок до розв'язку задачі 5



9 клас

**Задача 1.**

На першому часовому проміжку вода заповнюватиме простір посудини довкола склянки.

Швидкість підняття рівня води становитиме:

$$v_1 = \frac{K}{\rho(S_1 - S_2)} = 0,2 \frac{\text{см}}{\text{с}},$$

де  $K$  – швидкість вливання води в г/с;  
 $\rho$  – густина води;  $S_1$  – площа дна посудини;  
 $S_2$  – площа дна склянки.

За законом Архімеда, склянка почне плавати в момент, коли набереться стільки води, що вона витіснить масу води, яка дорівнює її власній масі.

Це станеться, коли рівень води у посудині досягне висоти:

$$h = \frac{m}{\rho S_2} = 4 \text{ см},$$

де  $m$  – маса склянки.

Очевидно, що цей рівень є меншим від висоти склянки. Тому склянка почне плавати через проміжок часу  $t_1$  після початку наповнення посудини водою:

$$t_1 = \frac{h}{v_1} = 20 \text{ с}.$$

Далі рівень води в посудині наростатиме зі швидкістю:

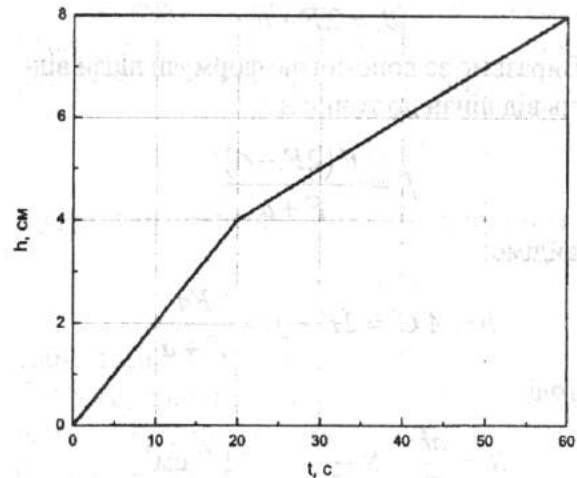
$$v_2 = \frac{K}{\rho S_1} = 0,1 \frac{\text{см}}{\text{с}}.$$

За решту часу  $t_2 = 40$  с рівень води досягне висоти:

$$h_1 = h + v_2 t_2 = 8 \text{ см},$$

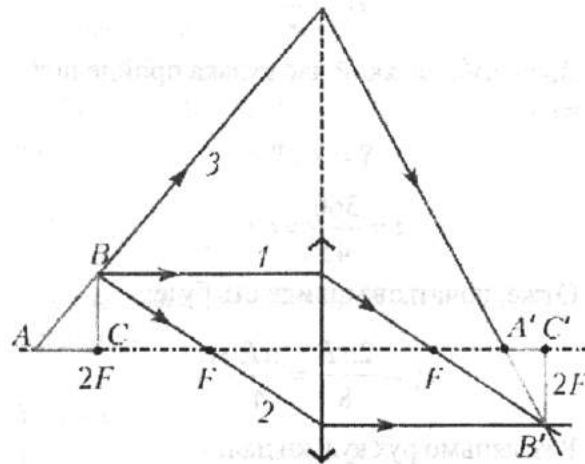
що менше від висоти посудини.

З цих міркувань побудуємо графік залежності рівня води в посудині від часу.



**Задача 2.**

Намалюймо зображення предмета:



Оскільки трикутник рівнобедрений, то

$$S = \frac{a^2}{2},$$

звідси знаходимо його катети:

$$a = \sqrt{2S} = 10 \text{ см}.$$

Оскільки за  $d = 2F$  отримаємо  $f = 2F$ , то  $BC$  переходить у такий же за величиною відрізок  $B'C'$ .

Відстань від точки  $A$  до лінзи дорівнює:

$$d_1 = 2F + a.$$

Виразимо за допомогою формули лінзи відстань від лінзи до точки  $A'$ :

$$f_1 = \frac{F(2F + a)}{F + a}$$

і знайдімо:

$$b = A'C' = 2F - f_1 = \frac{Fa}{F + a}.$$

Тоді,

$$S' = \frac{ab}{2} = S \frac{F}{F + a} = 41,7 \text{ см}^2.$$

### Задача 3.

Знайдімо початкову швидкість кульки:

$$v_0 = \frac{S}{t}.$$

Визначмо, за який час кулька пройде повне коло:

$$S = 2\pi R,$$

$$t = \frac{360}{45} = 8 \text{ с}.$$

Отже, початкова швидкість буде:

$$v_0 = \frac{2\pi R}{8} = \frac{\pi R}{4} \text{ м}.$$

Розгляньмо рух кульки далі.

Упродовж часового проміжку між  $t = 0$  с до  $t = 2$  с кулька рухається з початковою швидкістю  $v_0$ .

Упродовж наступного часового проміжку між  $t = 2$  с до  $t = 4$  с зі швидкістю  $\frac{v_0}{2}$  і так до моменту, коли швидкість дорівнюватиме нулеві.

Запишімо шлях, який пройде кулька до повної зупинки.

Позначмо інтервали руху через  $t_0 = 2$  с.

$$L = v_0 t_0 + \frac{v_0}{2} t_0 + \frac{v_0}{4} t_0 + \frac{v_0}{8} t_0 + \dots$$

$$L = v_0 t_0 \left( 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots \right).$$

Рівняння для шляху кульки є нескінченною спадною геометричною прогресією.

Щоб визначити суму всіх доданків, використаємо вираз для суми спадної геометричної прогресії:

$$S_n = \frac{b_1}{1 - q},$$

де у нашому випадку  $b_1 = 1$  і  $q = 1/2$ .

Отже, сума елементів буде:

$$S_n = \frac{1}{1 - \frac{1}{2}} = 2.$$

Відстань, яку пройде кулька до зупинки, дорівнюватиме:

$$L = v_0 t_0 S_n = 4v_0 \text{ м}.$$

Щоб визначити кількість обертів, треба поділити пройдену кулькою відстань на довжину кола:

$$N = \frac{L}{2\pi R} = \frac{4v_0}{2\pi R}.$$

Підставмо вираз для  $v_0$ :

$$N = \frac{4 \frac{\pi R}{4}}{2\pi R} = \frac{1}{2}.$$

Отже, кулька пройде півоберта до повної зупинки.

**Задача 4.**

Отримаємо оцінку часу замерзання.

Для початку вважаймо, що кількість теплоти  $q$ , яка віддається холодильнику за одиницю часу, є однаковою для процесу охолодження від  $T_3 = +2$  °С до  $T_4 = 0$  °С і для процесу замерзання води за  $0$  °С.

Позначимо масу води  $M$ .

Тоді матимемо:

$$qt_2 = CM(T_3 - T_4).$$

Час замерзання води  $t_3$  можемо визначити із співвідношення:

$$qt_3 = \lambda M.$$

Із записаних рівнянь отримаємо:

$$t_3 = \frac{\lambda M}{q} = \frac{\lambda t_2}{C(T_3 - T_4)} = \frac{340 \cdot 9}{4200 \cdot 2} \approx 360 \text{ хв} = 6 \text{ год.}$$

Однак така відповідь не враховує залежності  $q$  від температури.

Точнішу оцінку часу замерзання можемо отримати, дослідивши залежність швидкості тепловіддачі від різниці температур.

Під час охолодження від температури  $T_1 = +29$  °С до  $T_2 = +25$  °С швидкість тепловіддачі в розрахунку на одиницю маси дорівнює:

$$\frac{q_1}{M} = \frac{C(T_1 - T_2)}{t_1} = \frac{4200 \cdot 4}{6} = 2800 \text{ в. о.},$$

а під час охолодження від температури

$$T_3 = +2 \text{ °С до } T_4 = 0 \text{ °С:}$$

$$\frac{q_2}{M} = \frac{C(T_3 - T_4)}{t_2} = \frac{4200 \cdot 2}{9} = \frac{2800}{3} \text{ в. о.},$$

тобто утричі менша.

Це зумовлено тим, що в першому випадку різниця середньої температури води і температури в морозильній камері дорівнює:

$$\frac{T_1 + T_2}{2} - T_0 = 39 \text{ °С},$$

а у другому випадку ця різниця становить:

$$\frac{T_3 + T_4}{2} - T_0 = 13 \text{ °С},$$

тобто також утричі менша.

Отже, швидкість тепловіддачі пропорційна різниці температур посудини з водою і морозильної камери.

У процесі замерзання води ця різниця буде в

$$\frac{\frac{T_3 + T_4}{2} - T_0}{T_4 - T_0} = \frac{13}{12}$$

разів меншою, ніж під час охолодження води від  $T_3 = +2$  °С до  $T_4 = 0$  °С.

Час замерзання буде в стільки ж разів більшим:

$$t_3 = \frac{\lambda t_2}{C(T_3 - T_4)(T_4 - T_0)} \left( \frac{T_3 + T_4}{2} - T_0 \right) \approx 6,5 \text{ год.}$$

Отже, час замерзання води становитиме 6,5 годин.

**Задача 5.**

Знайдімо опір лампочки № 3  $R_3$ .

Використаймо допоміжні формули:

$$R = \frac{U}{I}, \quad U = \frac{P}{I}, \quad R = \frac{P}{I^2}.$$

Отже,

$$R_3 = \frac{P_{л3}}{I_3^2} = \frac{2}{2^2} = 0,5 \text{ Ом.}$$

Опір  $R_{3,4}$  буде:

$$R_{3,4} = R_3 + R_4 = 1 \text{ Ом.}$$

Опір  $R_{2-5}$  становитиме:

$$\frac{1}{R_{2-5}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{3,4}} + \frac{1}{R_5},$$

$$R_{2-5} = \frac{R_2 \cdot R_{3,4} \cdot R_5}{R_{3,4} \cdot R_5 + R_2 \cdot R_5 + R_2 \cdot R_{3,4}} = \frac{1}{3} \text{ Ом}.$$

Щоб знайти опір лампочки № 6, треба знайти струм  $I_6$ .

Для цього треба взяти суму струмів трьох гілок розгалуження, яке послідовно з'єднане з цією лампочкою:

$$I_6 = I_2 + I_3 + I_5,$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2},$$

$$U_5 = U_2,$$

$$I_5 = \frac{U_2}{R_5},$$

$$I_6 = \frac{U_2}{R_2} + I_3 + \frac{U_2}{R_5} = \frac{2}{1} + 2 + \frac{2}{1} = 6 \text{ А}.$$

Опір  $R_6$  буде:

$$R_6 = \frac{P_{л6}}{I_6^2} = \frac{12}{36} = \frac{1}{3} \text{ Ом}.$$

Опір  $R_{1-6}$  буде:

$$R_{1-6} = R_1 + R_{2-5} + R_6 = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = 1 \text{ Ом}.$$

Тепер знайдімо напругу  $U_7$ :

$$U_7 = U_{1-6} = I_{1-6} \cdot R_{1-6} = 6 \cdot 1 = 6 \text{ В}.$$

Отже, потужність лампочки № 7  $P_{л7}$  буде:

$$P_{л7} = I_7 \cdot U_7 = 3 \cdot 6 = 18 \text{ Вт}.$$

Відтак,  $U_7 = 6 \text{ В}$ ,  $P_{л7} = 18 \text{ Вт}$ .

### 10 клас

#### Задача 1.

Систему відліку пов'яжімо з поверхнею Землі. За початок системи координат візьмімо точку запуску ракети. Вісь координат спрямуємо вертикально догори. За початок відліку часу приймімо момент запуску ракети.

Максимальної висоти підйому ракета набирає на двох етапах: під час рівноприскореного руху без початкової швидкості з прискоренням  $a = 2g$  вертикально догори і під час "вільного падіння" після припинення роботи двигуна.

$$H = \frac{1}{2} a t_1^2 + \frac{v_1^2}{2g} =$$

$$= \frac{2g t_1^2}{2} + \frac{(2g t_1)^2}{2g} = 3g t_1^2.$$

Звідси,

$$t_1 = \sqrt{\frac{H}{3g}}.$$

Час польоту ракети після припинення роботи двигуна до максимальної висоти можемо знайти з рівняння:

$$v_1 = g t_2.$$

Звідси,

$$t_2 = \frac{v_1}{g} = \frac{2g t_1}{g} = 2t_1.$$

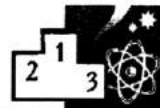
Повний час руху ракети до досягнення максимальної висоти буде:

$$t = t_1 + t_2 = 3t_1 = \sqrt{\frac{3H}{g}},$$

або

$$t \approx 150 = 2,5 \text{ хв}.$$



**Задача 2.**

Повний шлях, який проїде автомобіль до повної зупинки, складається з двох: шляху, який проходить під час розгону, і шляху під час гальмування:

$$S_1 = S_{\text{розг}} + S_{\text{зальм}}. \quad (1)$$

Шлях, який проїде автомобіль під час розгону, визначмо з рівняння руху:

$$S_{\text{розг}} = \frac{a_{\text{розг}} t_1^2}{2}. \quad (2)$$

З другого закону Ньютона пришвидшення, що надається системі двох зв'язаних тіл під дією сили тяги, можна виразити:

$$a_{\text{розг}} = \frac{F}{m_1 + m_2}. \quad (3)$$

Підставивши, отримаємо:

$$S_{\text{розг}} = \frac{F}{m_1 + m_2} \frac{t_1^2}{2}. \quad (4)$$

Шлях, що проходить автомобіль під час гальмування, буде:

$$S_{\text{зальм}} = \frac{v_k^2}{2a_2}, \quad (5)$$

а швидкість наприкінці розгону:

$$v_k = a_{\text{розг}} t_1 = \frac{F}{m_1 + m_2} t_1. \quad (6)$$

Отже, разом:

$$S_{\text{зальм}} = \left( \frac{t_1 F}{m_1 + m_2} \right)^2 \frac{1}{2a_2}. \quad (7)$$

Підставмо (4) та (7) в (1) та отримаймо розв'язок:

$$S_1 = \frac{F}{m_1 + m_2} \frac{t_1^2}{2} + \left( \frac{t_1 F}{m_1 + m_2} \right)^2 \frac{1}{2a_2}. \quad (8)$$

Рух вантажу почнеться відразу після початку гальмування автомобіля і з тією ж швидкістю відносно дороги, з якою їхав автомобіль.

Щоб знайти шлях відносно платформи, треба відняти шлях, який вантаж пройде по платформі з початковою швидкістю  $v_k$ , і шлях, на який за цей час переміститься автомобіль:

$$S_2 = \frac{v_k^2}{2a_{\text{вант}}} - \frac{v_k^2}{2a_2}. \quad (9)$$

Щоб визначити пришвидшення вантажу, запишемо другий закон Ньютона:

$$m_2 a_{\text{вант}} = k m_2 g. \quad (10)$$

Звідси, маємо:

$$a_{\text{вант}} = kg. \quad (11)$$

Рівняння (11) та (6) підставмо в (9).

Отримаємо розв'язок:

$$S_2 = \left( \frac{t_1 F}{m_1 + m_2} \right)^2 \frac{1}{2kg} - \left( \frac{t_1 F}{m_1 + m_2} \right)^2 \frac{1}{2a_2}. \quad (12)$$

Вантаж розіб'ється об кабінку у випадку, якщо  $S_2 > L$ .

Нехай  $S_2 = L$ , тоді отримаємо:

$$S_2 = \frac{v_k^2}{2kg} - \frac{v_k^2}{2a_2} = L. \quad (13)$$

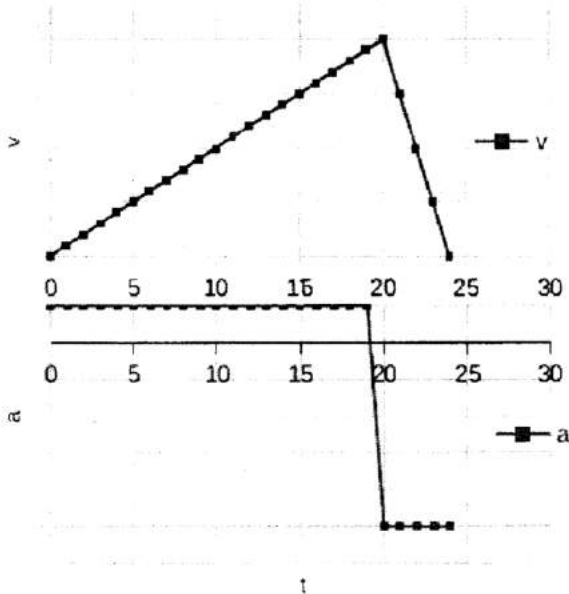
Звідси можемо виразити швидкість, як функцію довжини платформи та коефіцієнта тертя:

$$v_k = \sqrt{\frac{L}{\frac{1}{2kg} - \frac{1}{2a_2}}}. \quad (14)$$

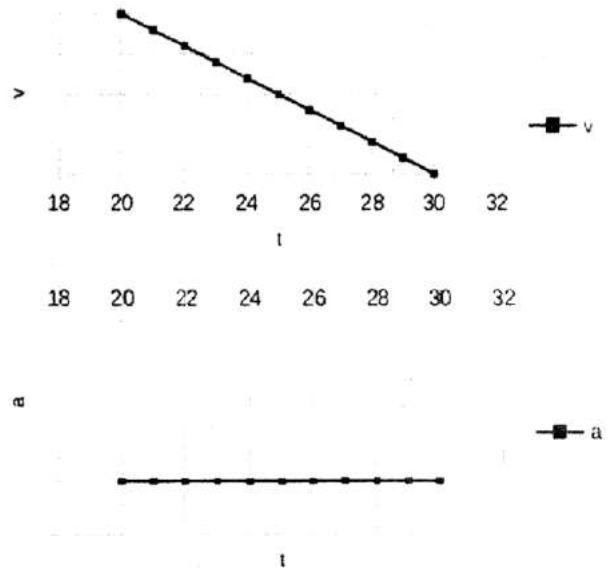
З виразу (14) добре видно: що більша довжина платформи і що більший коефіцієнт тертя, то з більшою швидкістю може рухатися автомобіль.

Пришвидщення вантажу після гальмування не залежить від швидкості на момент початку гальмування і, відповідно, від часу розгону, а лише від коефіцієнта тертя  $k$ .

Побудуймо графіки залежності швидкості руху та пришвидщення автомобіля від часу.



Графіки залежності швидкості руху та пришвидщення вантажу від часу будуть:

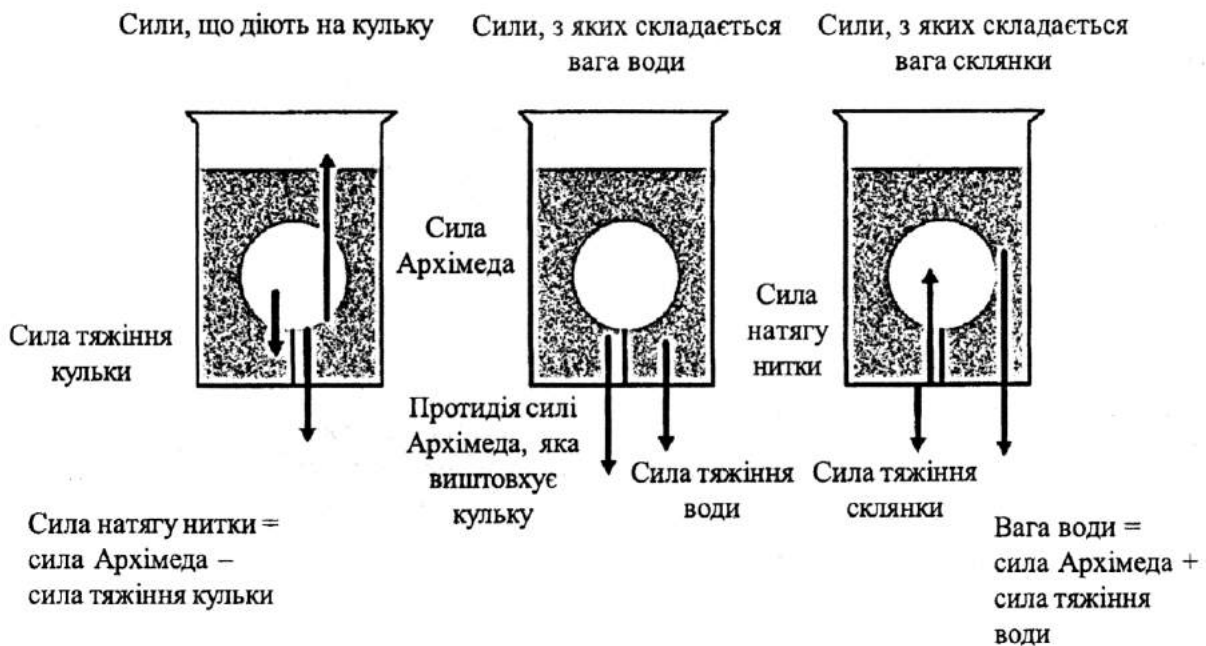


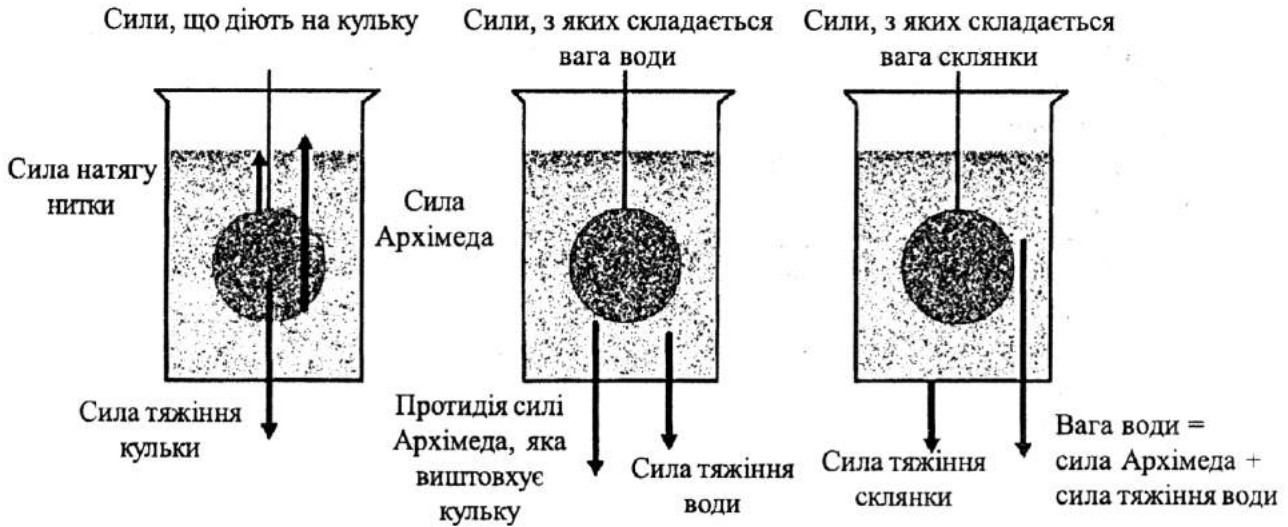
### Задача 3.

Що діє на терези?

Склянки! Ні вода, ні кульки, ні нитки – лише склянки доторкаються до терезів. Отже, лише вони і діють.

Але не лише своєю масою, адже на них мають вплив усі складові системи.





Якщо ми розпишемо усі сили, що діють у цих системах, то намагатися додати їх буде помилкою, оскільки діють вони на різні об'єкти і їхня сума не буде вагою системи.

Додавати ми можемо лише сили, що діють на один об'єкт!

Вода діє на кульку силою Архімеда, але за третім законом Ньютона кулька діє на воду з тією ж силою, але в протилежному напрямку. Вода тисне на склянку і кулька тисне на воду.

Якщо б кулька плавала на поверхні, то сума діючих на неї сил дорівнювала б нулеві.

Отже, сила Архімеда дорівнює силі тяжіння за модулем.

Вага води – це сила, з якою вона тисне на склянку – сума сил тяжіння, що діють на воду і на кульку.

Тепер розгляньмо наш випадок, коли кулька прикріплена ниткою до дна склянки.

На кульку діє сила тяжіння і виштовхувальна сила, як і в попередньому випадку.

Але виштовхувальна сила більша – адже кулька занурена повністю. І на кульку ще діє сила натягу нитки.

Сума усіх цих сил дорівнює нулеві, адже кулька перебуває у спокої. Тобто сила натягу нитки дорівнює силі Архімеда мінус сила тяжіння, що діє на кульку.

Чи змінить це вагу склянки?

На воду, як і раніше, діє сила тяжіння і сила обернена до сили Архімеда. Та на терези діє не вода, а склянка, а на склянку діє, крім ваги води і ваги самої склянки, ще й сила натягу нитки.

Вага води дорівнює сумі сил тяжіння, що на неї діє, та сили, що виштовхує кульку.

Сила натягу нитки дорівнює різниці сил, що виштовхує кульку, та сили тяжіння, що діє на кульку.

Вага тисне донизу, нитка догори. Доданки з виштовхувальною силою скоротяться, залишається сума сил тяжіння, що діють на воду, на кульку і на саму склянку.

Розгляньмо тепер праву склянку.

Кулька у правій склянці важча ніж у лівій і вона намагається потонути.

Сила тяжіння тягне кульку донизу, сила Архімеда – догори, але сила тяжіння більша від сили Архімеда, тому стан спокою забезпечує сила натягу нитки, що дорівнює різниці між силою тяжіння і силою Архімеда.

І кулька тисне на воду своїм об'ємом, протидіючи виштовхувальній силі.

Тобто вага води дорівнює сумі сил тяжіння, що діє на воду, та сили протидії силі Архімеда, як і для лівої кульки.

Однак на праву склянку діє лише сила тяжіння і вага води – нитка прикріплена не до неї, не тягне її догори.

Отже, вага склянки дорівнює сумі сили тяжіння, що діє на неї, сили тяжіння, що діє на воду, та сили Архімеда, що діє на кульку.

Права склянка ідентична лівій. Тобто сили тяжіння, що діють на склянки і на воду в них однакові. Вони не можуть мати впливу на різницю у вазі склянок.

Неоднакові впливи:

Сила тяжіння, що діє на кульку у лівій склянці та сила Архімеда – для правої.

Ліва кулька, намагається виплисти на поверхню (їй перешкоджає нитка кріплення до дна).

Отже, сила Архімеда, що її виштовхує, більша від її сили тяжіння.

Оскільки кульки мають однаковий об'єм, то на них діє однакова виштовхувальна сила. Тобто сила Архімеда, що діє на праву кульку, більша від сили тяжіння, що діє на ліву.

Отже, переважить права сторона терезів.

#### Задача 4.

Очевидно, струм, що протікає між двома горизонтальними пластинами, нагріває воду.

Розгляньмо невеликий об'єм води розмірами  $a \times d \times dl$ .

У цьому об'ємі виділяється теплова потужність:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2 a \cdot dl}{\gamma d}$$

Нехтуючи теплопровідністю води, можемо знайти енергію, отриману цим об'ємом за весь час перебування його в нагрівнику:

$$Q = \frac{U^2 a \cdot dl}{\gamma d} \cdot \frac{L}{v}$$

Тоді температура цього об'єму збільшиться на

$$\Delta T = \frac{U^2 L}{\gamma \rho d^2 v},$$

де  $v$  – швидкість течії води, пов'язана з її

об'ємними витратами  $k = \frac{\Delta V}{\Delta t}$  очевидним

співвідношенням:

$$k = dav \cdot$$

Для нагрівання 600 л води за годину від 10 до 60 °C у такому нагрівнику потрібна напруга:

$$U = \sqrt{\frac{k \rho \gamma c d \Delta T}{La}}$$

Підставивши чисельні значення, отримаємо:

$$U \approx 132 \text{ В.}$$

#### Задача 5.

Якщо

$$a > \frac{l}{2} \sqrt{\frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}-1}},$$

існує три зображення, в протилежному випадку – два, усі вони уявні.

Якщо

$$l \frac{\sqrt{2}}{2} < a < l \left( \sqrt{2} - \frac{1}{2} \right),$$

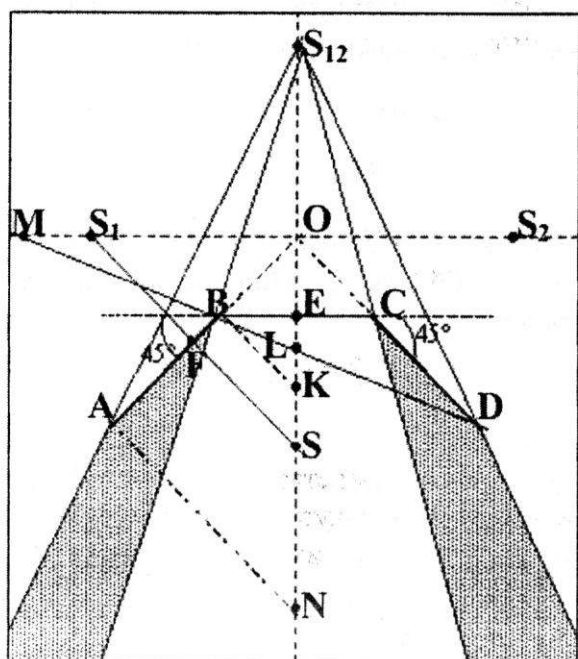
ми бачимо два зображення, в протилежному випадку – жодного.

Зробімо такі позначення (див мал.):

$ABCD$  – люстерко;  $S$  – ваше розміщення;  $O$  – точка перетину продовження сторін люстра  $AB$  і  $CD$ ;  $F$  – основа перпендикуляру, опущеного з точки  $S$  на  $AB$ ;  $E$  – середина  $BC$ .

Легко бачити, що ваше зображення в дзеркалах  $AB$  і  $CD$  існує завжди (вони позначені  $S_1$  і  $S_2$ , відповідно).





Оскільки  $\angle OFS = \angle OFS_1$ , то обидва зображення  $S_1$  і  $S_2$  є на прямій, що проведена через  $O$  паралельно  $BC$ , і  $S_1O = S_2O$ .

Водночас побачити зображення можна не завжди, а лише тоді, коли відбиті від дзеркала промені попадуть у точку, в якій є спостерігач.

Так, своє зображення в дзеркалах  $AB$  і  $CD$  ви можете побачити лише тоді, якщо точка  $F$  лежить на відрізку  $AB$  (а не на його продовженні). Це можливо, якщо ви є між точками  $K$  і  $N$ , перпендикуляри, опущені з яких на  $AB$ , попадають у точки  $B$  і  $A$ , відповідно.

Нескладні обчислення показують, що

$$EK = l \frac{\sqrt{2}}{2},$$

$$EN = l \left( \sqrt{2} - \frac{1}{2} \right).$$

Крім цих зображень, може утворитися зображення уявного предмета  $S_1$  у дзеркалі  $CD$  і, навпаки, уявного предмета  $S_2$  у дзеркалі  $AB$ .

Фізично це відповідає тому, що після відбивання від дзеркала  $AB$  промінь спочатку попаде на дзеркало  $CD$ , а далі вийде із системи. (Зауважимо, що більше, ніж подвійні відбивання у цій системі виникнути не можуть).

Обидва зображення, що так отримані, розміщуються в т.  $S_{12}$  ( $OS = OS_{12}$ ), до того ж їхня орієнтація також співпадає, тому фактично зображення одне.

Це зображення може утворитися, якщо промінь, "що виходить" з т.  $S_1$  і проходить через відрізок  $AB$ , попадає на відрізок  $CD$ , тобто якщо пряма  $BD$  перетне пряму  $S_1S_2$  на відрізку  $OS_1$ .

Відповідну умову найпростіше написати у вигляді  $OM > OS_1$ .

Неважко переписати цю умову так:

$$ES > \left( \frac{l}{2} \right) \text{ctg} \angle CBD.$$

$$\angle CBD = 22,5^\circ,$$

тому кінцеву умову можна записати у вигляді:

$$ES > \frac{l}{2} \sqrt{\frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}-1}}.$$

Навіть якщо це зображення існує, ви не зможете його побачити. Це можна пояснити так: усі промені світла, що утворюють це зображення, мають здаватися, що виходять з точки  $S_{12}$   $D$ , водночас вони мусять виходити з одного з бокових дзеркал люстерка  $AB$  або  $CD$ , оскільки після відбивання від них промінь більше ніде не змінює свого напрямку. Тому ділянка, з якої видно зображення  $S_{12}$ , обмежена променями  $S_{12}A$  і  $S_{12}B$  і променями  $S_{12}C$  і  $S_{12}D$ . На малюнку ці ділянки зафарбовані сірим.

Видно, що жодна точка вісі симетрії дзеркала не належить цим ділянкам. Якщо зійти з центральної осі, то ці зображення справді можна побачити.

**II клас**
**Задача 1.**

За ізотермічного процесу величина

$$pV = \text{const.}$$

Запишімо цей закон для двох станів:

$$p_1V_1 = p_2V_2.$$

Звідси знайдемо  $V_2$ :

$$V_2 = \frac{p_1V_1}{p_2}.$$

За умовою задачі:

$$p_2 = \frac{p_1}{2}.$$

Отже,

$$V_2 = 2V_1.$$

**Задача 2.**

Маса мідного дроту дорівнює:

$$m = \rho V.$$

Об'єм визначаємо за формулою:

$$V = LS.$$

Отже, маса дроту дорівнює:

$$m = \rho LS.$$

**Задача 3.**

Використовуючи правило свердлика, можна знайти, що вектор індукції магнетного поля  $\vec{B}_0$ , який створюється струмом, що тече контуром  $ABCD$ , напрямлений уздовж осі  $u$ .

Струм  $I$ , який протікає контуром  $ABCGHEA$  можна представити як суму трьох струмів, які течуть контурами  $ABCD$ ,  $DCGHD$  та  $ADHEA$  (див. мал.).

Кожен із цих контурів створює в центрі куба (точка  $O$  на мал.) індукцію магнетного поля, що дорівнює  $B_0$ , і яка напрямлена перпендикулярно до площини відповідного контура.

Отже, на основі суперпозиції для шуканого вектора  $\vec{B}$  можна написати:

$$\begin{aligned} \vec{B} &= (0, B_0, 0) + (-B_0, 0, 0) + (0, 0, B_0) = \\ &= (-B_0, B_0, B_0). \end{aligned}$$

Вектор  $\vec{B}$  буде напрямлений уздовж відрізка  $OF$  у бік точки  $F$ , а його величина дорівнюватиме:

$$B = \sqrt{3}B_0.$$

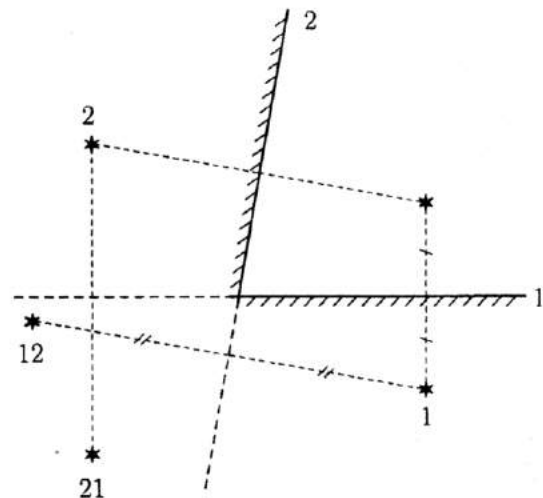
**Задача 4.**

Якщо джерело розмістити недалеко від бісектриси двогранного кута, то ми можемо спостерігати чотири уявних зображень (мал. 1).

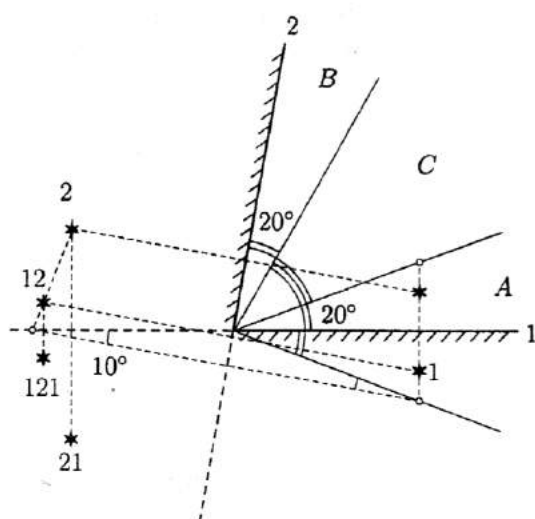
Їх одержують від відбивання світла від першого дзеркала (зображення 1), від другого дзеркала (зображення 2), а також під час відбивання уявних зображень джерела світла 1 і 2 у дзеркалах 2 і 1 (зображення 12 і 21).

Тут слід зауважити, що джерело може дати зображення тільки тоді, якщо його розмістити перед відбивальною поверхнею дзеркала або на її продовженні.

Оскільки уявні зображення джерела світла 12 і 21 є за продовженням відбивальних поверхонь дзеркал 1 і 2, то світло від них відбитись більше не може.



Мал. 1



Мал. 2

Якщо джерело наблизити до поверхні якогось дзеркала, наприклад 1, то як видно з мал. 2 зображення 12 буде переміщатись у бік площини дзеркала 1, перетне його та опиниться над продовженням його відбивальної поверхні.

У такому випадку отримаємо ще одне уявне зображення 121, яке одержується під час відбивання уявного зображення 12 від поверхні дзеркала 1. Відтак, будемо спостерігати п'ять уявних зображень джерела світла.

З побудови на мал. 2 можемо побачити, що уявне зображення 12 перетне площину дзеркала 1 тоді, коли джерело світла лежить у площині, яка створює із дзеркалом 1 кут  $20^\circ$ .

Аналогічні міркування можна провести і для випадку розташування джерела світла біля поверхні другого дзеркала.

Отже, якщо джерело світла перебуває всередині двогранного кута  $20^\circ$  від будь-якого із дзеркал (ділянки A та B), то спостерігатимемо п'ять уявних зображень джерела світла, а в решті випадків (ділянка C, включно з її обмежувальними площинами) – чотири.

**Задача 5.**

Позначмо площу циліндра через  $S$ , масу поршня –  $m$ , об'єм циліндра –  $2V$ , а кількість речовини ідеального газу –  $2\nu$ .

Для ідеального газу в початковому стані справедливе рівняння Менделєєва-Клапейрона:

$$pV = \nu RT. \quad (1)$$

Після того, як поршень відпустили, він перейшов у положення рівноваги, опустившись на висоту  $h$ .

У результаті такого процесу температура газу знизилась на  $\Delta T$ , а тиск у нижній частині циліндра зріс на величину  $\Delta p_1$ , а у верхній частині циліндра знизився на  $\Delta p_2$ .

Запишімо закон Менделєєва-Клапейрона для ідеального газу, який міститься над поршнем і під ним:

$$(p + \Delta p_1)(V - Sh) = \nu R(T + \Delta T), \quad (2)$$

$$(p - \Delta p_2)(V + Sh) = \nu R(T + \Delta T). \quad (3)$$

Оскільки, поршень перебуває в положенні рівноваги, то:

$$\Delta p_1 + \Delta p_2 = \Delta p = \frac{mg}{S}. \quad (4)$$

Під час опускання поршня зміна його потенціальної енергії в полі сили тяжіння  $mgh$  йде на зміну внутрішньої енергії газів:

$$\frac{3}{2} 2\nu R \Delta T,$$

тобто

$$3\nu R \Delta T = mgh.$$

Звідси, висота опускання поршня дорівнює:

$$h = \frac{3\nu R \Delta T}{mg}. \quad (5)$$



Фактично ми отримали систему рівнянь (1)–(5), яку потрібно розв'язати.

Таку систему рівнянь розв'яжемо відносно  $\Delta T$ .

У результаті отримаємо квадратне рівняння на невідому величину  $\Delta T$ :

$$15p^2 (\Delta T)^2 + 6p^2 T \Delta T - T^2 (\Delta p)^2 = 0.$$

З рівняння (5) видно, що величина  $\Delta T$  є додатня.

Розв'язавши квадратне рівняння, отримаємо таке значення приросту температури:

$$\begin{aligned} \Delta T &= \frac{1}{30p^2} \left( -6p^2 T + 6p^2 T \sqrt{1 + \frac{5}{3} \left( \frac{\Delta p}{p} \right)^2} \right) = \\ &= \frac{T}{5} \left( \sqrt{1 + \frac{5}{3} \left( \frac{\Delta p}{p} \right)^2} - 1 \right). \end{aligned}$$

## 2015 РІК – МІЖНАРОДНИЙ РІК СВІТЛА ТА СВІТЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Важко уявити собі життя без світла. Воно відповідає за 75 % інформації, що надходить до нас через органи чуття, є джерелом енергії, що підтримує життя на Землі, є підґрунтям численних технологій – від сонячних годинників до оптичних волокон і оптичних процесорів.

Захоплива та складна природа світла призводила до революційних відкриттів.

Цього року буде 1000 років після опублікування робіт з оптики арабського ученого-універсала Ібн Аль-Хайтама під час ісламського золотого століття.

Також відзначатимемо 200 років від тоді, як французький фізик Огюстен Жан Френель опублікував епохальний документ, в якому ввів поняття хвильової природи світла.

Минуло 150 років від часу, коли шотландський учений Джеймс Клерк Максвелл створив теорію світла і тим об'єднав в одне ціле електрику, магнетизм й оптику. Це проклало шлях для технологій від лазерів до мобільних телефонів.

Світло у часі та просторі описав за допомогою рівнянь теорії відносності знаменитий фізик Альберт Айнштайн понад 100 років тому.

Співпрацівники "Лабораторії Бел Телефон" (Bell Telephone Laboratories) у Голмдейлі (штат Нью-Джерсі, США) Арно Пензіас та Роберт Вудроу Вільсон 1965 року випадково виявили космічне мікрохвильове випромінювання. За це відкриття дослідників 1978 року нагородили Нобелівською премією з фізики.

Активісти з декількох країн світу 2012 року запропонували проголосити 2015 рік Міжнародним роком світла. Пояснювали це зростанням ролі світла в наш час, потребою розвивати науку в цій галузі, а також річницями важливих відкриттів, пов'язаних зі світлом. До цієї ініціативи приєдналися 28 країн.

Тому 20 грудня 2014 року на 68 сесії Генеральної Асамблеї ООН проголосили 2015 рік Міжнародним роком світла та світлових технологій (IYL 2015).





Майже 1500 делегатів зібралися у французькій столиці на церемонії відкриття Міжнародного року світла, яка відбувалася з 19 до 20 січня. Серед них представники ООН і ЮНЕСКО, а також лавреати Нобелівської премії Стівен Чу, Серж Гарош і Вільям Філіпс.

ООН оголошує “міжнародні роки” з 1959 року, щоб привернути увагу до тем, які мають світове значення. В останні роки відзначили кілька успішних наукомістких тем, зокрема Рік фізики (2005), астрономії (2009), хемії (2011) та кристалографії (2014).

Міжнародний рік світла має завдання – зосередитися на питаннях, які пов’язані з медициною, зв’язком, економікою, довкіллям та суспільством. Одним з головних принципів у статуті програми є боротьба зі світловим забрудненням і викидами штучного світла в небо. Цей документ звертає увагу на те, що піклуючись про темне небо і астрономію, ми також дбаємо про зменшення споживаної енергії, а, отже, менше шкодимо довкіллю.

Важливою метою Міжнародного року світла також є просування ефективних освітлювальних систем.

Організатори Міжнародного року світла планують зосередитися на дослідженнях різних явищ, які пов’язані зі світлом, що можуть дати підґрунтя для створення сучасних світлових технологій.

Також організатори популяризуватимуть наукові знання про світло серед широкого загалу. Зокрема, сприятимуть обізнаності людей про проблеми світлового забруднення, що та-

кож призводить до значних витрат енергії та забруднення довкілля під час її виробництва.

Значну увагу звертатимуть на культурні аспекти, пов’язані зі світлом, зокрема пояснення, як світло пов’язане з мистецтвом і людським життям.

До співпраці в межах Міжнародного року світла 2015 зареєструвалися понад 100 інститутів з 85 країн з Європейським фізичним товариством на чолі.

Цього року буде організовано багато цікавих акцій, зокрема:

– “Рік піонерів” – кожен місяць буде присвячений конкретному вченому і його внескові у розвиток науки про світло;

– “Світло для змін” – партнери підтримуватимуть та розвиватимуть ініціативи, які просувають дешеві та енергоефективні системи освітлення.

– “Щоденний вчений” – науковці, починаючи від аспірантів до професорів, розповідатимуть про свої дослідження за допомогою соціальних медіа, таких як блоги, Facebook або YouTube.

– “Світлові відблиски” – цілорічний конкурс серед шкіл, який має визначити найкрасивіші світліни оптичних явищ, таких як гало, веселка або міраж. Переможців оголошуватимуть щомісяця.

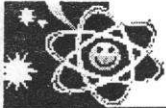
– “День світла для Землі” – один день у році буде розроблений повністю на узгоджені міжнародні дії для поширення знань про роль світла у природі, економії енергії та зниженні світлового забруднення.

*Хрестак Олександр*



*Не шукай світла, якщо шукаєш якусь річ серед речей,  
а шукай камені, будуй храм, і він осяє тебе світлом.*

**Антуан де Сент-Екзюпері**



## КІНСЬКА СИЛА

- У** рок фізики в школі. Вчителька запитує в учнів:
- Що таке кінська сила?
  - Це сила, яку має кінь ростом один метр і масою один кілограм, – відповів Іванко.
  - Цікаво! Де ж ти такого коня бачив? – запитує вчителька.
  - А його так просто не побачиш. Його зберігають у Парижі, в Палаті мір та ваги.
- 

## ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА

**О**дного разу колишній студент-фізик зустрів свого викладача вищої математики. Привітались, почали згадувати минуле.

Професор питає:

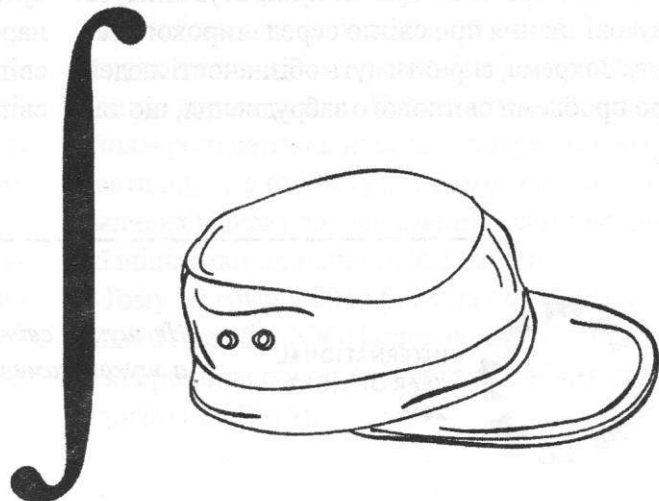
- Я вам два роки читав вищу математику. От скажи, чи по житті тобі пригодилися ті знання?

Студент подумав і каже:

- А таки був один випадок...
- Ммм... Дуже цікаво. Розкажи мені його і я буду на лекціях розповідати, що вища математика не така уже й абстрактна та буває потрібною у житті.

Студент:

- Йшов я якось вулицею, а вітер здув мені шапку просто в калюжу. Я взяв шматок дроту, зігнув його у формі інтеграла і дістав шапку, не намочивши ніг.



Серія книжок “БІБЛІОТЕКА МОЛОДОГО НАУКОВЦЯ”



1. Довгий Я. *Розповіді про фізиків*. – Львів: Євросвіт, 2015. – 520 с.
2. Довгий Я. *Чарівне явище надпровідності*. – Львів: Євросвіт, 2000. – 440 с.
3. Проскура О. *Осяяні світлом науки. Нариси з історії фізики*. – Львів: Євросвіт, 2010.

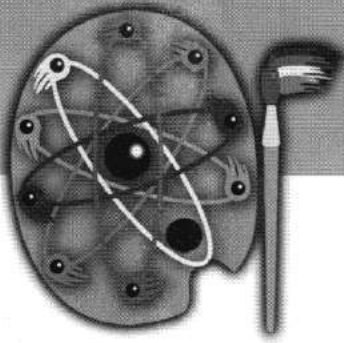
Серія книжок “Бібліотека “СВІТ ФІЗИКИ”

1. Олекса Біланюк. *Тахіони*. – Львів: Євросвіт, 2002. – 160 с.
2. Шопа Г., Бондарчук Я. *Творчість – його кредо*. – Львів: Євросвіт, 2003. – 92 с.
3. Іво Краус. *Вільгельм Конрад Рентген* (пер. з чеськ.). – Львів: Євросвіт, 2004. – 94 с.
4. Штол Іван. *Крістіан Доплер* (пер. з чеськ.). Львів: Євросвіт, 2004. – 72 с.
5. *Василь Міліянчук* / За ред. О. Попеля. – Львів: Євросвіт, 2005. – 20 с.
6. *Життя, віддане науці* / За ред. І. Николина. – Львів: Євросвіт, 2005. – 106 с.
7. Манфред Ахіллес. *Різдвяні листи про знаменитих фізиків* (нім. мовою). – Львів: Євросвіт, 2007. – 56 с.
8. Мриглод І. та ін. *Микола Боголюбов та Україна*. – Львів: Євросвіт, 2009. – 192 с.
9. *Спектри кристалів. Збірник на пошану професора Ярослава Довгого* / Упорядник Галина Шопа. – Львів: Євросвіт, 2013. – 132 с.
10. Стадник В., Курляк В. *З когорти плугатарів* (з нагоди 80-річчя від дня народження Миколи Олексійовича Романюка). – Львів: Євросвіт, 2011. – 116 с.
11. В. Алексейчук, О. Гальчинський, Г. Шопа. *Обласні олімпіади з фізики. Задачі та розв’язки*. – Львів: Євросвіт, 2004. – 184 с.
12. Б. Кремінський. *Всеукраїнські олімпіади з фізики. Задачі та розв’язки*. 3-те вид. – Львів: Євросвіт, 2007. – 344 с.

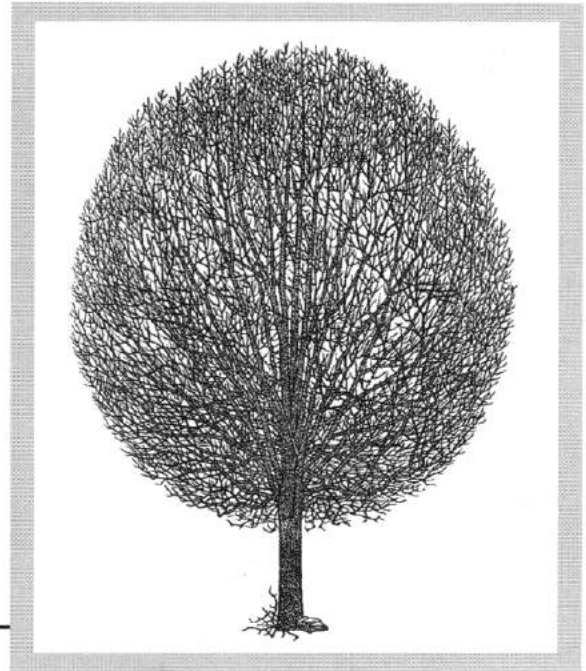
**ШАНОВНІ ЧИТАЧІ!**

Не забудьте передплатити науково-популярний журнал “Світ фізики”, попередні числа видання можна замовити в редакції журналу за адресою:  
вул. Саксаганського, 1,  
м. Львів, 79005, а/с 6700;  
Phworld@franko.lviv.ua





**Яків Гніздовський  
(1915–1985)  
Безлисте дерево,  
дереворіз, 1965**



Видатний український і американський художник **Яків Якович Гніздовський** народився в галицькому селі Пилипче 27 січня 1915 року. Працював у різних жанрах живопису та графіки. Автор іконостасу для Української Греко-католицької церкви святої Трійці в Керганксоні (США).

Він закінчив Чортківську гімназію. З 1933 року навчався у Львівській духовній семінарії. Далі продовжив навчатися у Варшавській академії мистецтв. Через початок Другої світової війни з 1939 року навчався в Загребській академії мистецтв (Хорватія). Виїхавши із Загреба 1944 року, опинився в таборі для переміщених осіб поблизу Мюнхена, де перебував до 1949 року. Далі переїхав до США, оселився в місті Сент-Пол (штат Міннесота), де отримав посаду дизайнера в рекламній фірмі "Brown and Bigelow". Митець 1950 року переїхав до Нью-Йорка.

Дебютне визнання в США художник отримав 1950 року на виставці графіки в Мінеапольському інституті мистецтв. За дереворит "Куц" його нагородили другою премією.

Президент США Джон Кеннеді прикрасив свій робочий кабінет гравюрами Гніздовського "Зимовий пейзаж" і "Соняшник". А дереворит "Куц" купила бібліотека Конгресу США у Вашингтоні.

Хоча 1954 року **Яків Гніздовський** отримав американське громадянство, він постійно підкреслював, що він – українець.

У 1956–1958 роках художник удосконалював майстерність у Парижі. Там, 16 лютого 1957 року одружився з Стефанією Кузан – донькою вихідців з України після Першої світової війни.

У листопаді 1975 року персональну виставку Гніздовського в Токіо відвідав син японського імператора Хірохіто. Усі роботи викупила найбільша тамтешня галерея "Йосейдо". Разом із виставкою сучасної американської графіки роботи українця експонувалися у країнах Латинської Америки, Японії та Індії.

**Яків Гніздовський** створив 377 гравюр. Більшість з них виконані рідкісною технікою різьблення на поздовжньому зрізі дерева. Вони зберігаються у Національному музеї американського мистецтва у Вашингтоні, "Еддисон галереї", Музеї модерного мистецтва у Більбао та інших найвідоміших музеях і художніх галереях світу.

**Яків Гніздовський** помер 8 листопада 1985 року в Нью-Йорку, був похований у колумбарії Собору Йоанна Богослова. За двадцять років, 5 листопада 2005 року, його прах перепоховали в Україні, на Личаківському цвинтарі у Львові.



Ювілейна монета НБУ присвячена Якову Гніздовському