

С В І Т

ФІЗИКИ

№4
2013

науково-популярний журнал

Ukraine - Welcome at CERN !

CMS

Ukraine at CERN - today and tomorrow



- 60 років
Фізичному факультетові
ЛНУ імені Івана Франка
- 140 років НТШ

*Людина завжди
пізнаватиме Всесвіт*



(1953–2013)

Фізичному факультетові
Львівського національного
університету
імені Івана Франка

60
років



*Колектив фізичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка (жовтень 2013)*

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

Виходить 4 рази на рік

Засновники:

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

Головний редактор

Іван Вакарчук

заступники гол. редактора:

Олександр Гальчинський

Галина Шопа

Редакційна колегія:

Ігор Анісімов

Михайло Бродин

Петро Голуд

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 "Свросвіт"

Адреса редакції:

Редакція журналу "Світ фізики"

вул. Сакаганського, 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

Науково-популярний журнал "Світ фізики" виходить в Україні вже майже 18 років. Відомий в Україні та за її межами, має своїх постійних дописувачів і читачів.

Журнал "Світ фізики" бере участь у формуванні концепції фізичної освіти в Україні. Видання стало освітньо-інформаційним осередком, що співпрацює з навчальними закладами, науковцями, школярами та студентами, допомагає школярам усвідомити обрати майбутню професію та формує в суспільстві престижність інтелектуальної праці.

Журнал залучає школярів до наукової діяльності, популяризує творчі змагання школярів, зокрема, олімпіади, турніри юних фізиків різних рівнів тощо.

Журнал "Світ фізики" можна передплатити на будь-якій пошті України. Хто з читачів бажає поповнити свою бібліотеку попередніми числами журналу, може звернутися безпосередньо в редакцію.

Водночас виходить серія книжок "Бібліотека "Світ фізики" про фізичні явища, видатних фізиків України і світу та їхні наукові здобутки.

*Не забудьте
передплатити журнал
"Світ фізики"*



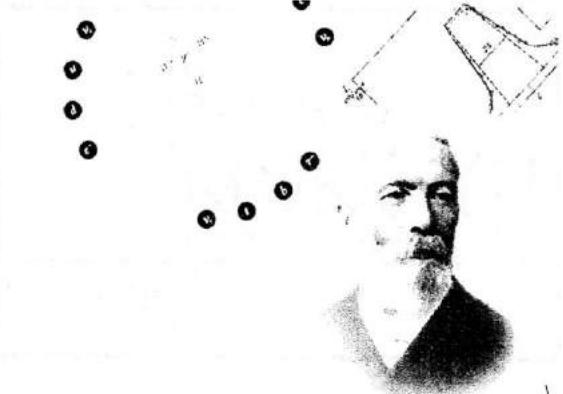
**Передплатний індекс
22577**

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

© СП "Свросвіт"



ЗМІСТ



1. Університети світу

Попель О. М., Ровенчак А. А. Фізика у Львівському університеті до 1953 року

3

2. Нобелівські лавреати

Шопа Галина. Премія за “частинку Бога”

21

3. Актуальні проблеми

Хрептак Олександр. Лабораторія фізики елементарних частинок

23

4. Університети світу

Пляцко Роман. Природознавці в Науковому товаристві імені Шевченка (до 140-річчя НТШ)

27

5. Олімпіади, турніри...

Задачі XVIII Відкритого Луганського турніру юних фізиків (2014 р., юніорська ліга)

27

Розв'язки задач IV етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики (10–11 класи, Львів, 2012)

34

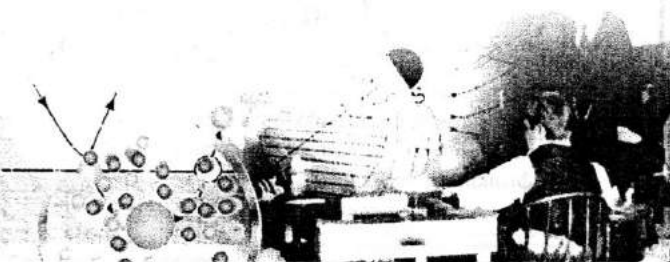
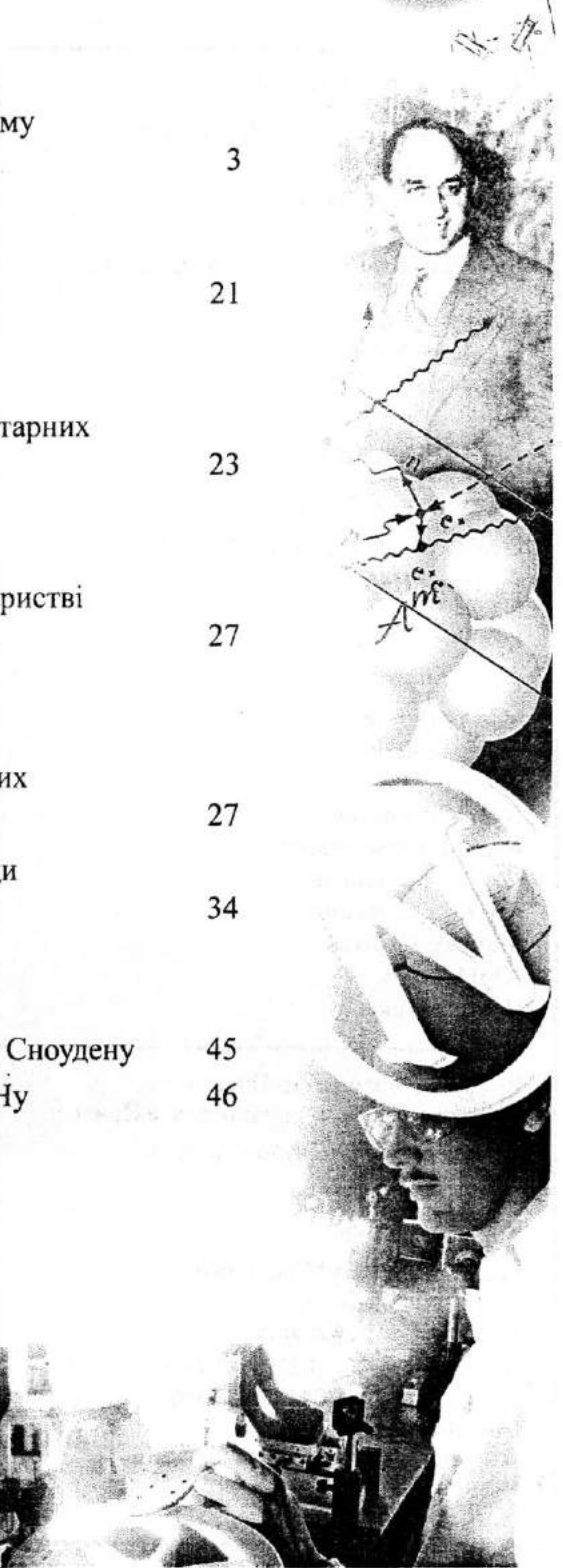
6. Листи до редакції

Ахіллес Манфред і Ганнелоре. Дякуючи Едварду Сноудену

45

Кірик Юрій Ігорович. Незабутня поїздка до ЦЕРНу

46





Фізика у Львівському університеті до 1953 року*

О. М. Попель, А. А. Ровенчак,

Львівський національний університет імені Івана Франка

Розвиток фізичної науки і навчання фізики у Львівському університеті не можна розглядати окремо від історії університету.

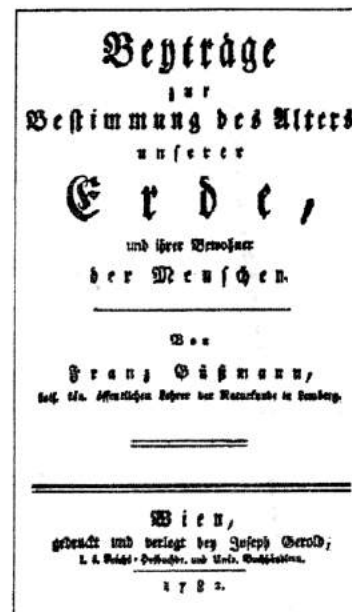
Роком заснування Львівського університету, відомого як університет Яна Казимира, вважають 1661.

Король Речі Посполитої Ян Казимир 20 січня 1661 року надав Львівській єзуїтській колегії "гідність академії і титул університету" з правом викладання усіх тогочасних університетських предметів і присудження вчених ступенів.

До 1773 року університет був під патронатом єзуїтського ордену, що й визначало теологічну спрямованість навчального процесу. Поряд з теологією студентам викладали філософію, медицину, математику і право.

У друкарні колегії за цей період було надруковано кілька книжок з фізики, яка становила частину курсу філософії. Її викладання свідомо обмежувалося, про що свідчать заборони викладати фізику (1706 та 1728 років).

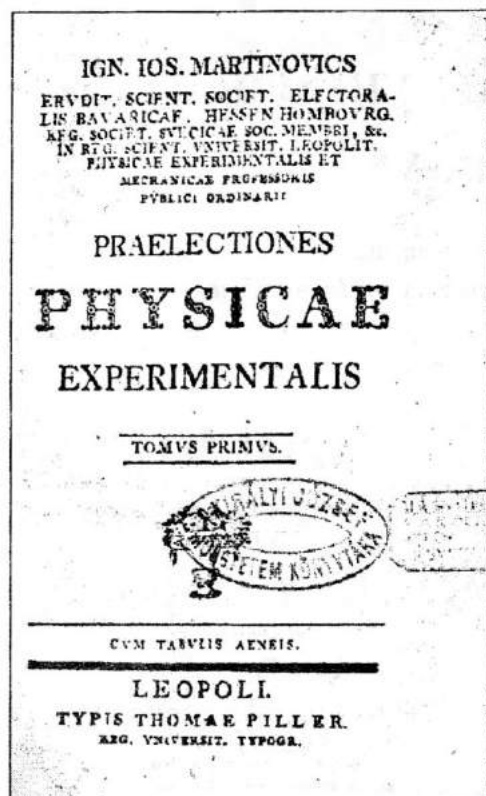
У науковій бібліотеці університету зберігається рукопис анонімного автора, датований 1747 роком, який міг бути конспектом лекцій. З нього довідуємось, що у частині курсу філософії під назвою "Фізика" викладали елементи фізіології – про зір, слух, подані спроби пояснити такі явища як тепло, холод, сухість, вогкість, гнучкість і крихкість твердих тіл, а також роздуми про небесні явища, зокрема комети. Основою цих пояснень були уявлення про первинні елементи – вогонь, повітря, воду і землю.



Титульна сторінка праці Ф. Гюсмана "Beiträge zur Bestimmung des Alters unserer Erde" (Відень, 1782)

У джерелах, які доступні дослідникам історії університету, не збереглися дані про конкретних осіб, які викладали філософію, зокрема фізику, за період 1661–1773 рр. Цим роком завершується початковий період історії Львівського університету.

Після поділу Польщі 1772 року, коли Галичина відійшла до Австрії, ліквідовано сам орден єзуїтів та керовані ним інституції, зокрема Львівську колегію з титулом університету.



Титульна сторінка праці І. Мартиновича
 "Praelectiones physicae experimentalis"
 (Львів, 1787)

У 1773 році діяльність університету, який називали Йосифінським, відновлено. Студенти навчалися на двох факультетах. На філософському як окремі предмети викладали філософію, фізику і математику. З цього року відомі всі, хто по чергово обіймали посаду професора фізики.

До 1873 року, а далі – й до сьогодні, відомі фактично всі викладачі фізики.

Століття (1773–1873) можна вважати другим періодом історії фізики у Львівському університеті. За цей період професорами були 10 осіб, найбільше серед них були за походженням австрійці (4), польського походження (2), по одному: хорват, німець, єврей та українець.

Першим професором, що обійняв кафедру фізики у Львівському університеті 1773 року був Франц Гюсман (Franz Güssmann, 1741–1806). У Львові він написав кілька праць, найвідомішою з них є "Beiträge zur Bestimmung des Alters unserer Erde" ("Опис Землі з точки зору фізики"; в 2-х томах).

1787 року професора Гюсмана перевели до Відня. Його наступником став Ігнацій Мартинович (Ignác Martinovics), професор фізики Львівського університету з 1784 року. Він викладав за власним підручником "Praelectiones physicae experimentalis", в якому дав шкільне, зрозуміле пояснення свого предмету латинською мовою.

Мартинович був талановитим науковцем. Його перу належить понад 30 праць, серед яких низка дисертацій і статей, а також твори на суспільно-політичну тематику. Особливу увагу привертає вже вище згаданий двотомний підручник з експериментальної фізики, який виділяється на фоні інших, не лише об'ємом матеріалу, а й кількістю посилань на інші



Ігнацій Мартинович
 (1755–1795)



джерела. Зокрема, в ньому досить докладно обговорюються методи встановлення властивостей речей шляхом експерименту та спостережень, природа і властивості мінералів, металів, кислот, солей та низки органічних речовин.

Ігнацій Мартинович сприяв збільшенню приладів фізичного кабінету, зокрема придбав електричну машину.

Львівський період діяльності І. Мартиновича закінчився 1791 року. Після отримання дозволу від цесаря Леопольда на виїзд до Відня, Мартинович відзначився у негативному значенні цього слова, тим, що забрав із собою частину фізичних приладів і частину збірки книжок фізичного кабінету університету та ніколи їх не повернув.

Зазначимо також, що І. Мартинович був політичним діячем, лідером угорського яacobинського руху. Його звинуватили у державній зраді й стратили 20 травня 1795 року в Буді.

Після від'їзду професора Мартиновича кафедру фізики Львівського університету 1792 року обійняв професор Антон Гільтенбранд (Anton Hiltenbrand, 1721–1798) й очолював її до 1794 року. Він був автором щонайменше десятка праць, зокрема виданого 1780 року у Відні підручника з історії фізики "Historia Physica: seu cognitiones historicae ad physicam necessariae".

Наступником Гільтенбранда на кафедрі фізики став професор Іван Земанчик (Jan або Johann Zemantsek, 1759–1825). Він приділяв значну увагу розширенню фізичного кабінету, добивався для цього відповідних коштів (на прилади отримував чотири роки по 500 флоринів щорічно); окремі деталі, знаряддя виготовив університетський механік. За організацію фізичного кабінету Іван Земанчик отримав від уряду подяку.

І. Земанчик 1803 року став ректором Львівського університету. Коли 1805 року Львівський університет перенесли до Кракова, Земан-

чик переїхав туди. Про жодну опубліковану наукову працю Івана Земанчика у нас немає відомостей.

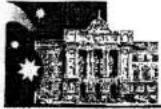
У період між 1805 та 1817 роками у Львові на місці університету існував лицей, що було пов'язано з реформою вищої школи в Австрійській державі. Тим не менше, більшість університетських дисциплін надалі викладали в університетському обсязі, функціонували ті ж факультети.

Лекції з фізики після професора Земанчика, починаючи з 1805 року, читав Антон Глойснер (Anton Gloisner, 1782–1855), і залишався на цій посаді аж 18 років (до 1823 року).

Професор Глойснер був швидше добрим практиком і педагогом, ніж науковцем. Бібліотека Львівського університету зберігає лекції Глойснера за 1813 рік.

У період перебування Глойснера на посаді професора фізики спробу поліпшити стан фізичного кабінету зробив Юліус Гюттер, директор філософських студій у 1807–1823 роках. У жовтні 1823 року він написав велику доповідну записку на ім'я міністра у Відні про стан фізичного кабінету, вказуючи, що йому не вистачає потрібних приладів для демонстрацій. У червні 1824 року прийшла відповідь з Міністерства, у якій сказано, що вимоги треба поновити за рік, натомість уже 17 квітня 1824 року було встановлено постійну дотацію у розмірі 300 флоринів. Доктор Юліус Гюттер значно збільшив збірки приладів фізичного кабінету.

Після звільнення професора Глойснера з посади професора фізики на її заміщення було оголошено конкурс. На це місце претендували кандидати з Відня Макс Вайс і Август Кунцек, з Чернівців – Григорій Вербицький, з Перемишля – Андрій Спрунер. Найкраще виконав поставлені завдання Август Кунцек, який в серпні 1824 року отримав посаду професора фізики у Львові. На цій посаді він перебував 25 років – до 1848 року.



Август Кунцек
(1795–1865)

У Львові професор Кунцек став справжньою окрасою університету епохи до 1848 року. Професор фізики Олександр Завадський так писав про нього: "...Був це професор відданий своєму предмету, тип ученого, що не дбав про поверховість і світове визнання... Це не був незалежний дослідник на полі науки, а професор вибраний, його лекції були зрозумілі і доступні, дуже захоплювали слухачів і він отримував з них бажаних адептів".

Август Кунцек був неабияким популяризатором науки, поширював знання з фізики і астрономії. Його лекції користувались величезною популярністю. Він 1827 року отримав найвищий дозвіл на читання лекцій.

Професор Кунцек намагався стояти на вершині досягнень науки. З цією метою за власні кошти подорожував (1838) Німеччиною, Францією, Англією, де відвідував природничі інститути, музеї, лабораторії тощо. Ці подорожі Август Кунцек здійснював не лише з метою ознайомлення, а й для закупівлі нових приладів і книжок для фізичного кабінету.

Не підлягає сумніву той факт, що Август Кунцек був не лише вченим-теоретиком, він також любив практичний бік свого фаху, був визначним громадським діячем. Для підтвердження наведемо декілька прикладів: Кунцек 1833 року встановлював громовідвод на лікарні у Львові, навчав ремісників, читав популярні лекції для інтелігенції, багато зробив для підйому аграрної культури в Галичині, як член Львівського товариства крайового господарства, опрацював організаційний план зі створення у Львові Технічної академії.

Службова кар'єра професора Кунцека у межах Львівського університету відзначена його перебуванням на посаді декана філософського факультету у 1827–1828 роках, та ректора університету у 1832–1833 роках.

Наукова спадщина Августа Кунцека, що припадає на львівський період, складається з семи наукових праць і підручників німецькою мовою. Серед них можна виділити: "Вчення



Титульна сторінка другого видання книги А. Кунцека "Die Lehre vom Lichte..." ("Вчення про світло", Відень, 1852)



про світло” (1836), “Популярна астрономія” (1842), “Популярний виклад з метеорології” (1846), “Підручник з експериментальної фізики для використання у гімназіях та реальних школах” (1850), “Огляд середньорічних і середньомісячних даних метеорологічних спостережень у Львові за 20 років”. Дещо згодом він написав книжку “Студії з вищої фізики”, що вийшла у Відні 1856 року. Ці підручники користувались популярністю, про що свідчить факт їх багаторазового перевидання та перекладу іншими мовами.

Події революції 1848 року мали безпосередній вплив на історію Львівського університету і розвиток фізики зокрема. Як відомо, 2 листопада 1848 року австрійські війська під командуванням генерала Гаммерштайна нещадно бомбували Львів. Університетський будинок було повністю зруйновано. Більша частина фізичного приладдя і книжок згоріли (після перебудови університету 1828 року фізичний кабінет займав три кімнати). На початку 1851 року було відновлено навчання на філософському факультеті. Деякий час кабінет фізики був розташований у будинку міської ратуші. Після переведення університету у нове приміщення на вул. Миколая (нині М. Грушевського) поліпшились умови для розвитку фізики в університеті.

Після професора Кунцека на заміщення посади, що він обіймав, організували конкурс, на який подали заявки Гросс, П'єрре і Урбанський, та поза конкурсом пройшов Олександр Завадський (Aleksander Zawadzki) і 1849 року очолив кафедру фізики.

Олександр Завадський фізикою як наукою майже не займався, його значно більше цікавила ботаніка – його праці торкалися питань флори і фауни. Він 1852 року переїхав до м. Брно. Відразу ж після від'їзду О. Завадського лекції з фізики почав читати Віктор П'єрре (Viktor Pierre, 1819–1886).



Олександр Завадський
(1798–1868)

Професор П'єрре присвячував багато часу на впорядкування фізичного кабінету, оновлював старі та закупував нові прилади. Під час роботи у Львівському університеті П'єрре опублікував праці “Про максимум пружності водяної пари в повітрі” та “Зауваження до теорії переносної тангенсбусолі”.

Після від'їзду його до Праги 1857 року цю посаду обійняв приват-доцент математичної фізики Войцех Урбанський (Wojciech або Adalbert Urbański), який працював у Львівському університеті з 1857 року.

Доцент Урбанський у 1850–1859 рр. читав лекції з математичної фізики, крім цього викладав електростатику, гальваніку і вищу математику, а в 1857–1859 роках експериментальну фізику, астрономію та проводив практичні заняття з фізики.

Войцех Урбанський належав до вчених, які багато і наполегливо працюють. Сфера його наукових зацікавлень була досить широкою. Серед праць, що торкаються фізики, варто виділити праці: “Експериментальна фізика”



Войцех Урбанський
(1820–1903)

(1849), “Гальванізм на практиці” (1848), “Вступ до вищої фізики” (1857), “Основи фізики”, а також двотомний підручник з фізики, виданий у Варшаві 1866 року.

У квітні 1859 року він став директором університетської бібліотеки, хоча й надалі, до 1866 року, читав лекції і проводив практичні заняття на філософському факультеті.

Після нього кафедру фізики обійняв Алоїс Гандль (Alois Handl), спочатку 1859 року як заступник професора, а від 1862 року як звичайний професор.

Професор Гандль з особливою наполегливістю почав добиватись збільшення міністерської дотації на фізичний заклад університету (дотація становила 300 злотих на рік). Збільшення дотацій вимагали і попередники А. Гандля: О. Завадський, В. П'єрре і В. Урбанський. У відповідь на ці вимоги уряд щорічно додавав по 200 злотих, але систематичне проведення занять і демонстрацій вимагали численних приладів, яких без надання більшої

дотації неможливо було придбати. Крім того, було збільшено платню механіку, а на це також були потрібні кошти.

Професор Гандль читав популярні лекції, які користувались неабияким успіхом. Про нього ходили чутки, як про дуже принципову і справедливу людину (на факультеті він часто голосував проти своїх колег німців, якщо вважав, що справедливість наказує йому так вчинити). Алоїса Гандля 1870 року обрали деканом філософського факультету, у 1871/1872 навчальному році був його продеканом.

Професор Гандль друкував свої наукові праці у виданнях Віденської Академії наук, німецьких “Annalen der Physik und Chemie”, “Repertorium für Experimental Physik” тощо. Це були праці про будову рідин, кристалічну будову солей, поглинання світла, магнетне схилення у Львові, теорію і методи спостережень з переносними барометрами та інші.

У вересні 1872 року декретом Військового міністра Гандля перевели на посаду профе-



Титульна сторінка I тому підручника
В. Урбанського “Fizyka umiejetna...”
(Варшава, 1866)



сора Військової академії у Вінер-Нойштадті. У 1876–1906 роках він був професором експериментальної фізики у Чернівецькому університеті, де у 1894–1895 роках обіймав посаду ректора.

Рік 1872 став переломним в історії фізичного факультету, оскільки одразу двоє викладачів розпочали свою роботу на відділенні фізики, і своєю довголітньою самовідданою працею зумовили значний прогрес у розвитку фізичних досліджень у Львівському університеті та значно підвищили рівень її викладання. Мова йде про Оскара Фабіяна та Томаша Станецького, які 1872 року були габілітовані на посадах приват-доцентів математичної фізики.

У наступному, 1873 році, Оскара Фабіяна затвердили на посаді надзвичайного професора математичної фізики, а Томаша Станецького – на посаді звичайного професора фізики. Перший мав 27, другий – 47 років.

Власне рік професорських номінацій цих особистостей приймаємо як рік заснування двох кафедр – фізики теоретичної та фізики експериментальної.

Оскар Фабіян народився 28 лютого 1846 року в Новому Дворі (Польща), 1864 року закінчив гімназію у Варшаві. Вищу освіту здобував на фізико-математичному факультеті Варшавського університету, а останні два роки навчався на філософському факультеті Віденського університету, де 1870 року отримав ступінь доктора філософії.

Від 1871 до 1873 року був учителем у Львівській вищій реальній школі.

У 1872 р. пройшов габілітацію у Львівському університеті, куди подав дві наукові праці (дисертації): “Про збіжність і розбіжність нескінченних рядів” і “Про заломлення світла і довжину хвиль”.

Маємо підстави вважати, що Оскар Фабіян був першим завідувачем кафедри теоретичної



*Алоїс Гандль
(1837–1915)*

фізики. На цій посаді він перебував майже 28 років, аж до смерті 1899 року.

О. Фабіян був обдарованою та дуже працюючою людиною. Зберіглося понад 30 наукових праць з фізики, математики, астрономії, метеорології, екології. Найважливішими з-поміж них є праці “Про заломлення світла і довжину хвиль”, “Про поняття гравітації”, “Про променистий стан матерії”, а також підручник з аналітичної механіки.

З іменем Томаша Станецького пов’язуємо заснування кафедри експериментальної фізики. Він народився 21 грудня 1826 року у Вадовіцах (Польща). Після гімназії у 1846–1850 роках студіював філософію і право у Львівському університеті. Від 1855 року почав працювати учителем гімназій спочатку в Перемишлі, згодом у Львові, де 1858 року отримав ступінь доктора філософії Львівського університету.

Працюючи у гімназіях, створив підручники з математики та фізики для середніх шкіл, пе-



рекладав підручники з німецької мови. На габілітацію до Львівського університету 1872 року він подав вісім таких підручників та отримав посаду приват-доцента математичної фізики. Наступного, 1873 року, Т. Станецький отримав посаду звичайного професора фізики і розпочав викладати експериментальну фізику. На посаді професора він працював до раптової смерті 1891 року.

Т. Станецький постійно клопотався про дотації фізичному інституту Львівського університету, завдяки йому була створена база для експериментальних досліджень.

Він 1889 року став деканом філософського факультету, а 1890 – ректором університету. Наукові інтереси Т. Станецького стосувалися метеорологічних та магнетних явищ, результати своїх спостережень щомісячно публікував у Відні, а згодом – у Вашингтоні.

Він – автор 16 наукових праць з метеорології, фізики, геометрії, алгебри.

Наступником Томаша Станецького на кафедрі експериментальної фізики став Ігнацій Закшевський. Він народився 1860 року в Тернополі, де закінчив гімназію.

У 1877–1882 роках навчався на філософському факультеті Львівського університету. Працював асистентом у проф. Станецького на кафедрі експериментальної фізики.

І. Закшевський 1887 року переїхав до Кракова, де обійняв посаду асистента кафедри експериментальної фізики Ягеллонського університету. Там 1890 року отримав ступінь доктора філософії. Наступного року повернувся до Львова. У 1892 році читав лекції з експериментальної фізики, 1893 року став надзвичайним, а 1897 року – звичайним професором цієї кафедри. Ігнацій Закшевський керував кафедрою до 1920 року, коли перейшов на пенсію, тобто упродовж майже 30 років.

Його наукові праці стосувалися питань теплоти плавлення льоду, залежності теплоємності твердих тіл від температури.

Ігнацій Закшевський був чудовим педагогом та організатором. Завдяки його ініціативі та наполегливості 1897 року фізичний інститут отримав нову будівлю на вул. Кирила і Мефодія (тоді Длугоша), де розмістилися також кафедри теоретичної та експериментальної фізики. Коли 1857 року університет отримав приміщення на вул. Грушевського (тоді Миколая), то фізичне відділення мало лише 4 кімнати, а в новозбудованому – 43.

І. Закшевському 1919 року присвоїли титул почесного доктора Львівського університету. У 1912 року такий титул отримала всесвітньо відомий фізик Марія Склодовська-Кюрі.

Після смерті Оскара Фабіяна 1899 року кафедру теоретичної фізики очолив Маріян Смолуховський – фізик світової слави, який розпочав свою роботу у Львівському університеті 1899 року. Кафедрою він керував 14 років – до 1913 року.

Саме у цей період (1900–1913) він здійснив свої найголовніші відкриття. Відомі майже 90 його наукових праць за цей період, зокрема: “Середній рух газових молекул і його зв’язок з теорією дифузії” (1906), “До кінетичної теорії броунівського руху і суспензії” (1906), “Кінетична теорія опалесценції газів у критичному стані, а також інші близькі явища” (1908) та інші. У цих працях він обґрунтовує кінетичну природу броунівського руху, а його праці з теорії флуктуацій сприяли цілковитому завершенню молекулярної теорії і стали основою для зв’язку статистичної фізики з термодинамікою. Праці Смолуховського з теорії броунівського руху з’явилися одночасно з працями Айнштейна.

За теоретичні дослідження броунівського руху М. Смолуховський 1908 року отримав нагороду Гайтінгера від Віденської Академії наук.

Напередодні Першої світової війни 1913 року Смолуховський переїхав до Кракова, де отримав посаду звичайного професора експе-



риментальної фізики та був обраний ректором на 1917/1918 роки.

М. Смолуховський 1917 року несподівано помер, маючи лише 45 років, та залишив помітний слід у розвитку фізичної науки.

Після нього кафедру теоретичної фізики очолив Константій Закшевський.

Народився у Варшаві 1876 року, матуру склав 1895 року у Львові, а студії розпочав у Ягеллонському університеті. Там 1900 року захистив докторську працю, в якій розглянув властивості електричного струму в рухомих електролітах. Далі кілька років працював у фізичних лабораторіях Геттінгена, Лейдена, де був асистентом Камерлінг-Оннеса.

У 1903 році повернувся до Кракова, де 1908 року габілітувався як надзвичайний професор експериментальної фізики.

Його наукові праці того періоду стосувалися електронної теорії металів у зв'язку з їхніми оптичними властивостями.

Учений 1913 року переїхав до Львова, де переміг у конкурсі на заміщення вакантної посади професора теоретичної фізики. Нагадаємо, що Маріян Смолуховський виїхав до Кракова та очолив кафедру експериментальної фізики Ягеллонського університету.

Діяльність Константія Закшевського у Львові припала на роки Першої світової війни, коли для розвитку наукових досліджень не було сприятливих умов. Йому вдалося опублікувати лише три праці про поглинання і дисперсію світла в металах та теплоємність рідин.

Після несподіваної смерті Маріяна Смолуховського 1917 року К. Закшевський повернувся до Кракова, де обійняв його посаду. Там Закшевський довго і плідно працював аж до смерті 1948 року. Створена ним наукова школа з фізики діелектриків, започаткована 1918 року в Кракові, стала однією з найвідоміших у Польщі.

Після закінчення війни і відновлення Польщі Галичина і Львів опинилися у її складі.

Львівський університет 1919 року отримав назву "Університет Яна Казимира у Львові". Відбулася суттєва зміна професорського складу, переважно через переїзд професорів австрійського походження у свою державу. Також покинули університет і професори українського походження, які відмовилися скласти присягу на вірність польській державі. Їхні посади обійняли науковці польського походження. Проте ця зміна не мала помітного впливу на розвиток природничих наук і фізики зокрема.

Зазначимо, що 1924 року філософський факультет був поділений на гуманітарний та математично-природничий факультети.

Як згадувалося вище, Ігнацій Закшевський очолював кафедру експериментальної фізики до 1920 року, а 1918 року після від'їзду Константія Закшевського до Кракова перемог у конкурсі на посаду професора теоретичної фізики отримав Станіслав Льорія.

Станіслав Льорія народився у Кракові 1883 року, закінчив Ягеллонський університет 1905 року, де розпочав працювати демонстратором на кафедрі експериментальної фізики.

У 1907 році отримав звання доктора філософії Краківського університету.

У 1907–1910 роках поповнював свої знання у Вроцлавському, Берлінському, Лондонському, Віденському університетах, відвідував фізичні лабораторії Амстердама, Цюриха, Манчестера.

Від 1910 року працював асистентом у фізичному інституті Краківського університету, а з 1911 року – приват-доцентом експериментальної фізики.

У Львові 1919 року отримав титул звичайного професора теоретичної фізики, розпочав викладати термодинаміку, гідродинаміку, механіку, теорію електрики і магнетизму, електронну теорію, теоретичну оптику. У 1921 році у Львові вийшли дві його книжки: "Віднос-



ність і гравітація” і “Ефір і матерія”. У 1923–1925 роках він здебільшого перебував у США, читав лекції з фізики в Каліфорнійському технологічному інституті, знайомився з фізичними дослідженнями у різних лабораторіях.

Проф. Льорія був срудованим фізиком, він викладав теоретичну та експериментальну фізику.

У 1927 року отримав номінацію професора кафедри експериментальної фізики й водночас виконував обов’язки професора кафедри теоретичної фізики.

У 1927–1930 роках кафедра теоретичної фізики фактично не мала свого керівника. Теоретичну фізику викладали у цей період ще декілька науковців.

У 1919–1924 рр. Зигмунт Клеменсевич читав лекції з основ електрики та радіоактивності. Народився він 1886 року у Кракові, закінчив гімназію у Львові, навчався на філософському факультеті, згодом написав свої наукові праці з фізичної хемії та електрохемії, які подав на габілітацію 1911 року, в результаті якої отримав посаду приват-доцента фізичної хемії. Після роботи в університеті перейшов до Львівської політехніки, але до 1927 року читав лекції і в університеті.

Статистичну механіку та теорію квантів у 1928–1929 роках викладав професор Варшавської політехніки Мечислав Вольфке, а професор Львівської політехніки Чеслав Речинський до 1932 року читав термодинаміку випромінювання, теорію спектрального аналізу і будову матерії, теорію електричних струмів у газах.

Кафедру 1931 року очолив доцент Щепан Щеньовський, після того, як роком раніше професор теоретичної фізики Львівської політехніки Войцех Рубінович відмовився від пропозиції перейти до університету.

Щепан Щеньовський народився 1898 року у Варшаві, де закінчив гімназію, університет і до 1930 року працював в Інституті експери-

ментальної фізики Варшавського університету. Як стипендіат фонду Рокфеллера у 1929–1930 роках працював у фізичній лабораторії в Чикаго.

Під впливом контактів з видатними теоретиками В. Гайзенбергом, Ц. Еккартом Щепан Щеньовський розпочав дослідження в галузі теоретичної фізики.

Його наукові праці стосувалися квантової механіки та атомної фізики. Він 1933 року отримав посаду надзвичайного професора.

Наприкінці 1936 року Щеньовський переїхав до Вільна, де обійняв посаду професора теоретичної фізики Університету С. Баторія.

Після війни працював у Познані, згодом директором в Інституті фізики Варшавської політехніки.

У післявоєнний період досліджував фотолюмінесценцію розчинів, космічні промені, електронну дифракцію. Але найвагоміші його наукові досягнення стосуються феромагнетизму. Його вважають батьком польської школи в цій галузі фізики.

Від 1929 року на кафедрі теоретичної фізики Львівського університету почав працювати Леопольд Інфельд, якого взяв на посаду асистента Станіслав Льорія.

Народився Л. Інфельд 1898 року у Кракові, там закінчив університет.

У 1921 році здобуває ступінь доктора філософії у Ягеллонському університеті на підставі дисертації “Світлові хвилі у теорії відносності”.

У 1921–1929 роках працював учителем у гімназії.

Як старший асистент кафедри теоретичної фізики 1931 року отримав право викладати після представлення дисертації “Про т. зв. співвідношення невизначеності у квантовій механіці та про їх зв’язок із питанням вимірювань і причинності” та габілітаційної лекції “Про електронну хвилю”.

У Львівському університеті Л. Інфельд працював до 1938 року, тоді переїхав до Торонто (Канада), де залишався до 1950 року.



У 1933–1934 роках співпрацював з Максом Борном у Кембриджі, а у 1936–1938 роках – з Альбертом Айнштайном у Принстоні.

До класики світової фізики належать нелінійна електродинаміка Борна–Інфельда та теорія рівнянь руху в загальній теорії відносності Айнштайна–Інфельда–Гоффмана.

Від 1950 року Л. Інфельд – професор Варшавського університету, творець і перший директор Інституту теоретичної фізики цього університету. Помер учений 1968 року. Він був членом Польської Академії наук та багатьох іноземних академій.

Коли проф. І. Закшевський вийшов на пенсію, кафедру експериментальної фізики 1920 року очолив українець Роман Негруш.

Він народився 1864 року в Самборі, там закінчив гімназію. Далі навчався у Львівському університеті (1892–1896), закінчивши його, став асистентом кафедри хемії. А після одnorічної військової служби від 1900 року перебував у Берліні, де досліджував явища електроролізу.

Р. Негруш 1901 року став доктором філософії, 1906 – приват-доцентом фізичної хемії й електрохемії Львівського університету. Від 1918 року – надзвичайний, а з 1920 – звичайний професор кафедри експериментальної фізики. У 1926 році учений раптово помер.

Упродовж 1926–1927 років лекції на кафедрі експериментальної фізики читав Ігнацій Закшевський.

Як уже згадувалося, кафедру експериментальної фізики 1927 року очолив Станіслав Льорія. Цю посаду він обіймав аж до початку війни 1941 року. Під його керуванням і за його проектом проведено модернізацію інституту (кафедри) експериментальної фізики, директором якого він був. Суттєво збільшився штат інституту. У 1938/39 навчальному році в інституті експериментальної фізики працювало 11 осіб: 3 старші асистенти, 2 – молодші, заступник асистента і ще 5 осіб допоміжного

персоналу. Одним з молодших асистентів був українець Андрій Ластовецький.

Він народився 1902 року в Станіславові (нині Івано-Франківськ). Навчався у Віденському (1921–1922), Берлінському (1922–1925) та Боннському (1925–1927) університетах.

У Бернському університеті отримав титул доктора філософії.

У 1929–1941 роках працював на кафедрі експериментальної фізики.

А. Ластовецький загинув у роки війни.

З цього періоду відомими є праці С. Льорія з дисперсії та поглинання світла в парах металів та флуоресценції. Після війни С. Льорія організував і керував кафедрою експериментальної фізики Вроцлавського університету, а з 1951 року працював у Познанському університеті.

Помер С. Льорія 1958 року в Англії.

Після від'їзду 1936 року Щепана Щеньовського до Вільна керівництво університету дійшло згоди з проф. Войцехом Рубіновичем, який очолив кафедру (інститут) теоретичної фізики Львівського університету.

В історії фізичного факультету його особа займає особливе місце. Річ у тім, що ніхто інший з тих, хто працював у галузі фізики у Львівському університеті, не створили фізичної школи, яка б на довший період часу визначала напрями фізичних досліджень. Той напрям досліджень, який він започаткував у Львові, й досі актуальний на фізичному факультеті Львівського університету.

Войцех Рубінович народився 1889 року на Буковині. Фізику студіював у Чернівцях, здобувши докторську ступінь 1914 року.

Він 1916 року переїхав до Мюнхена, де з 1917 року працював асистентом Арнольда Зоммерфельда.

В. Рубінович 1919 року переїхав до Відня, а 1920 року – до Копенгагена на запрошення Нільса Бора. Після короткого перебування на посаді професора теоретичної фізики у Люб-



ляні 1922 року приїхав до Львова на таку ж посаду в Політехніці.

На посаді професора у Львівському університеті він працював у 1937–1945 роках (у 1941–1944 роках Львівський університет не функціонував).

Від 1946 року проф. В. Рубінович обіймав посаду професора теоретичної фізики у Варшавському університеті, а від 1953 року – також в Інституті фізики Польської Академії наук. Активно працював науковцем до 1960 року, коли вийшов на пенсію.

Помер учений 1974 року, залишивши після себе ціле покоління обдарованих фізиків.

Його наукові інтереси: теорія дифракції, квантова теорія випромінювання та математична фізика. У найважливіших працях В. Рубіновича розроблена теорія електричного випромінювання. Він 1918 року сформулював правило відбору і поляризації електричного дипольного випромінювання, а в 1928–1930 роках – квадрупольного. Йому вдалося розв'язати загадку так званих “заборонених” спектральних ліній.

Одним з найталановитіших учнів проф. Рубіновича був українець Василь Міліянчук.

Він народився 1905 року в с. Добровідка (недалеко від Станіслава), навчався в гімназіях Коломиї та Львова.

В. Міліянчук 1926 року вступив на математично-природничий факультет Львівського університету (1924 року філософський факультет був розділений на гуманітарний і математично-природничий факультети) на спеціальність “Математика”, а вже 1927 року перейшов до Львівської політехніки, де працював В. Рубінович.

Під його керівництвом В. Міліянчук почав власну наукову діяльність, результати якої одноосібно публікував у німецькому журналі “*Zeitschrift für Physik*” у двох працях загальним обсягом 38 сторінок. Одна з них, “Явище Зеємана квадрупольних ліній на основі теорії Дірака”,

склала його дипломну роботу, яку захистив 1933 року.

Молодого вченого запросив на посаду асистента на кафедрі теоретичної фізики проф. Щеньовський. Він 1935 року на підставі дисертації “Вимушені дипольні лінії” здобув ступінь доктора філософії Львівського університету.

В. Міліянчук у 1935–1937 роках продовжив навчання в Інституті фізики Варшавського університету (1935), Фізичному інституті Ляйпцігського університету (XI.1935–XII.1936), де співпрацював із В. Гайзенбергом, Ф. Гундом, П. Дебаєм, і у Вільнюському університеті (I.1937–X.1937), де вже розпочав роботу проф. Щ. Щеньовський.

Із 1 листопада 1937 року доктор В. Міліянчук продовжив працювати старшим асистентом кафедри теоретичної фізики Львівського університету, яку цього ж року очолив Войцех Рубінович.

Наукові зацікавлення доктора В. Міліянчука продовжували стосуватись теорії атомних спектрів, докладно розроблялися теорія магнетного дипольного та електричного квадрупольного випромінювань. У період до 1939 року він опублікував серію наукових праць із цих питань.

Доктор В. Міліянчук був одним із провідних фізиків-теоретиків тодішньої Польщі. Він завойовував авторитет серед широкого кола фізиків-науковців не лише завдяки досягненням у теорії атомних спектрів, а й своїй широкій ерудиції у теоретичній фізиці загалом. Про це свідчить хоча б його участь у конференції Польського фізичного товариства у Кракові (1939), де він виступив з двома доповідями: “Розрахунок енергії зв'язку ядер” і “Межі застосування теорії квантів”.

З відомих причин, у вересні 1939 року університет Яна Казимира у Львові припинив свою діяльність.



З приходом радянської влади на західно-українські землі 1939 року Львівський університет був перейменований у "Львівський державний університет імені Івана Франка", розпочалась його перебудова на зразок інших радянських університетів.

У складі університету був створений фізико-математичний факультет, на якому відкрито 9 кафедр (3 – фізичних, 5 – математичних та кафедру механіки).

У грудні 1939 року деканом фізико-математичного факультету було призначено всесвітньо відомого математика, професора Стефана Банаха, його заступником – теж математика доктора Мирона Зарицького. Завідувачами кафедр стали професори та доктори: теоретичної фізики – В. Рубінович, експериментальної фізики – С. Льорія, астрономії – Є. Рибка, механіки – Ю. Шаудер, матаналізу I – С. Банах, матаналізу II – Г. Штайнгауз, вищої алгебри – Є. Жиліньський, теорії ймовірності – М. Зарицький, геометрії – С. Мазур.

Був оголошений прийом студентів на всі курси й могли зголошуватися до праці усі ті, хто працював в університеті раніше. З різних причин значна частина польських професорів, особливо з гуманітарних дисциплін, на роботу не з'явилися і були звільнені з цієї причини. На їхнє місце були зараховані українські науковці та педагоги, що працювали у межах Наукового товариства імені Т. Шевченка та в українських гімназіях.

Для зарахування студентів були утворені іспитові комісії, зокрема з фізики, до складу якої входили С. Льорія, В. Рубінович, А. Ластовецький.

Наказом по університету за підписом ректора Михайла Марченка (прибув до Університету з радянської України) від 31 грудня 1939 року були затверджені такі працівники кафедр (крім завідувачів):

теоретичної фізики: проф. З. Храпливий, асист. Ю. Крайслер (зауважимо, що проф.

З. Храпливого було також призначено проректором Львівського університету з наукової роботи);

експериментальної фізики: в. о. проф. Р. Цегельський, доц. М. Пухалік, асистенти Р. Смолюховський (на роботу не з'явився), Щ. Гнатовський, Я. Клінгер, Ф. Кучера, З. Шпехт, Б. Вінавер, Ю. Величко, М. Жив; у січні 1940 року асистентами були зараховані Ю. Вугмейстер (звільнений у серпні цього ж року через відсутність педнавантаження) та Г. Петренко.

астрономії: асистенти О. Монцібович, І. Мергенталер, А. Войтович; у січні 1940 року – О. Казимирчак.

15 січня 1940 року розпочався навчальний рік, а вже 15 червня 1940 року були призначені державні іспити першого (й останнього у період до закінчення Другої світової війни) випуску фізико-математичного факультету. Державними були визначені іспити з основ марксизму-ленінізму, інтегральних і диференціальних рівнянь, теорії електромагнетного поля і електронної теорії та експериментальної фізики.

Державну комісію очолив С. Банах, а до її складу увійшли С. Мазур, М. Зарицький, В. Рубінович та С. Льорія. До державних іспитів, за наказом ректора було допущено 18 випускників зі спеціальності "Математика", 1 – зі спеціальності "Фізика", 1 – зі спеціальності "Астрономія".

У червні цього ж року був оголошений прийом до аспірантури, відповідна комісія була затверджена у складі С. Банаха, М. Зарицького, Є. Рибки.

Завідувачу кафедри теоретичної фізики В. Рубіновичу в грудні 1940 року було підтверджено науковий ступінь доктора фізико-математичних наук і звання професора. Цікаво, що В. Міліянчука 1 січня 1940 року призначено в. о. професора кафедри механіки, і на цій посаді він залишався до червня 1941 року.



З науково-педагогічного складу фізичних кафедр цього періоду привертає увагу особа професора З. Храпливого, видатного вченого українського походження.

Народився Зенон Васильович Храпливий 1904 року в Тернопільській області біля с. Залішки.

У 1923 році з відмінною оцінкою склав іспит зрілості в українській гімназії м. Тернополя, попри те, що навчався самостійно, бо через матеріальну скруту змушений був працювати. Вищу освіту здобував у Віденському, далі – Краківському та Львівському університетах. Він 1929 року склав випускні іспити у Львові й упродовж 1929/1930 навчального року працював замісником асистента кафедри математики Львівського університету. Далі й до осені 1939 року працював гімназійним учителем спочатку в Перемишлі, далі у Львові.

Написав і видав україномовний підручник з фізики для гімназій високого рівня.

До праці у вишах Зенон Храпливий не був допущений польською владою, але у вільний час багато працював на науковій ниві.

У 1932 році З. Храпливий отримав ступінь доктора філософії на підставі дисертації “Про певні труднощі у хвильовій механіці”, а 1934 року був обраний дійсним членом природничо-математично-лікарської секції НТШ.

Під час німецької окупації З. Храпливий працював редактором шкільних книжок в “Українському Видавництві”, а перед приходом радянської влади емігрував на Захід.

У 1941–1948 роках З. Храпливий – професор і завідувач кафедри фізики Вільного університету, який спочатку діяв у Празі, а після війни – Мюнхені.

З. Храпливий у 1948–1972 роках (до виходу на пенсію) – професор університету міста Сент-Луїс (США).

Проф. Храпливий брав участь у багатьох наукових конференціях, був дійсним членом американського відділення НТШ, членом

Нью-Йоркської Академії наук та членом Американського фізичного товариства, був автором чисельних перекладів та словників.

Помер професор З. Храпливий 1983 року в США.

Після професора З. Храпливого залишилась багата наукова спадщина. Ще у довоєнний період З. Храпливий під впливом доктора Інфельда написав низку праць, присвячених проблемі власного потенціала електрона в нелінійній електродинаміці моделі Борна–Інфельда, в якій зробив спробу пояснити Лембівський зсув спектральних рівнів атома водню. Праці З. Храпливого того періоду були надруковані у журналі “Acta Physica Polonica” та збірнику математично-природничо-лікарської секції НТШ. У працях американського періоду діяльності професора З. Храпливого розроблений удосконалений релятивістично-інваріантний квантовий апарат розрахунку взаємодії електрона у зовнішньому полі на підставі представлення Фолді–Вутхайзена, проведений наближений розрахунок релятивістичного потенціального розсіяння.

Війна 1941–1945 років перервала роботу Львівського університету.

Після воєнної перерви Постановою Ради Народних Комісарів УРСР 30 серпня 1944 року було відновлено його роботу. 15 жовтня 1944 року розпочалося навчання.

У цей час хронічно не вистачало професорсько-викладацького складу, за роки війни були пограбовані навчальні лабораторії.

Значну допомогу Львівському університетові надали АН УРСР, Київський, Дніпропетровський, Московський та інші університети. Із 22 наукових працівників фізико-математичного факультету 1944 року залишилось лише 9 осіб, решта прибули, переважно у 1944–1945 роках, зі сходу.

Фізичні кафедри фізико-математичного факультету згідно штатного розпису на 1944/1945 роки були сформовані у складі:



теоретичної фізики: завідувач, професор В. Рубінович (упродовж цього навчального року переїхав на роботу до Варшави), в. о. доцента В. Міліянчук (під час німецької окупації викладав фізику на сільськогосподарських курсах), після вибуття В. Рубіновича він став в. о. зав. кафедри;

експериментальної фізики: завідувач, професор В. Кучер (переведений із Львівського інституту торгівлі), асистент Я. Лазебник (переведений з Дніпропетровського університету), асистент Л. Клімовська (переведена з Київського університету);

загальної фізики: завідувач, доцент С. Литвиненко (переведений з Ташкентського університету), доцент Р. Цегельський, асистент Н. Карханіна (переведена з Київського університету);

астрономії: завідувач, професор Є. Рибка (упродовж навчального року вибув), асистент Я. Капко (працював учителем у Львові).

1 травня 1945 р. завідувачем кафедри був призначений професор О. Сірокомський (переведений з Львівської політехніки, наприкінці навчального року переведений на посаду в. о. професора кафедри механіки Львівського університету).

На початок 1946 року в штаті кафедр відбулися такі зміни: на кафедру загальної фізики прибув із м. Запоріжжя на посаду асистента Г. Сабінін; на кафедру експериментальної фізики – з м. Дніпропетровська на посаду доцента Д. Лазебник, а Я. Лазебник став старшим викладачем; на кафедру теоретичної фізики був зарахований асистентом М. Тимошик, який до цього працював учителем у Сокалі.

Кафедру експериментальної фізики 1947 року поповнив доцент Є. Бушуев з м. Дніпропетровська, штат інших кафедр у цьому навчальному році залишався без змін.

У наступні роки викладацький склад фізичних кафедр зазнавав далі змін і суттєво доповнювався.

Переїшов 1947 року на постійну роботу до Львівського сільськогосподарського інституту проф. В. Кучер, де обійняв посаду завідувача кафедри фізики. Він належав до кола добре відомих науковців Галичини.

В. Кучер народився 1885 року на Тернопільщині (с. Товсте), навчався у гімназіях міст Чернівців та Бучача, здобував освіту у Львівському університеті, а далі – у Віденському, який закінчив 1909 року.

Свою наукову діяльність В. Кучер розпочав роботою “Основи електроніки”. 28 червня 1915 року В. Кучер на основі дисертації “Загальна формула для тиску випромінювання” отримав титул доктора філософії Віденського університету.

За наукові досягнення В. Кучер у травні 1919 року був обраний дійсним членом НТШ у Львові, а восени 1919 року став членом комісії із заснування українського таємного університету у Львові, в якому він від 1.10.1919 року до 30.09.1925 року викладав фізику.

Від 1929 до 1931 року за допомогою НТШ доктор В. Кучер продовжив навчання у Ляйпцігу, Берліні, Празі. У 1930 році він їздив як делегат від НТШ на перший Всесоюзний фізичний з’їзд до Одеси, де налагодив особисті контакти з відомим фізиком Паулі.

Ще у довоєнний період В. Кучер опублікував понад 30 наукових праць. Серед них є підручник виданий у Львові в друкарні НТШ 1925 року (“Теорія зглядності (відносності)”). Разом із М. Чайківським 1925 року він уперше видав українською мовою “Математично-фізичні таблиці” як посібник для гімназійної молоді.

Професор В. Кучер захоплювався також популяризацією наукових знань через журнал “Духовний сіяч”, працював у товаристві “Прогрес”, Товаристві наукових викладів ім. П. Могили та інших освітянських організаціях. Попри велику кількість наукових праць В. Кучер так і не зміг габілізуватися на доцента Львівського



університету Яна Казимира, хоча неодноразово робив такі спроби.

Після приходу радянської влади, з 1 січня 1940 року В. Кучер був призначений завідувачем кафедри фізики в Інституті радянської торгівлі у Львові, а у квітні 1941 року затверджений ВАКом ВКВШ у званні професора кафедри фізики.

Під час німецької окупації В. Кучер працював на посаді професора фізики у Ветеринарному інституті у Львові.

Перейшовши 1947 року на нове місце праці, проф. В. Кучер не поривав зв'язків з університетом, працюючи як сумісник кафедри теоретичної фізики.

У наступні роки продовжувалося подальше формування кафедр фізичного профілю, переважно за рахунок випускників Львівського університету. Водночас не припинявся процес укріплення кафедр прибулими науковцями з різних регіонів СРСР.

Після навчання в аспірантурі Ленінградського політехнічного інституту і захисту кандидатської дисертації, яку виконав під керівництвом Я. Френкеля – науковця світового рівня, на роботу до Львівського університету 1948 року був скерований А. Глауберман. З першого вересня 1948 року він розпочав свою роботу як старший викладач, згодом доцент кафедри теоретичної фізики.

Значення особистості А. Глаубермана, який зробив вагомий внесок у створення і розвиток післявоєнної фізичної школи у Львові, важко переоцінити. Без перебільшення можна стверджувати, що становлення і розвиток фізичної науки у Львівському університеті завдячує, насамперед, діяльності двох талановитих учених – В. Міліянчука, який очолював кафедру теоретичної фізики від 1944 року до своєї несподіваної смерті 1958 року, і А. Глаубермана, який став першим деканом створеного 1953 року фізичного факультету, завідував кафедрою фізики твердого тіла (1958–1964) і

теорії твердого тіла (1964–1966). А. Глауберман 1966 року переїхав до Одеси.

У 1951 році на посаду в. о. доцента кафедри теоретичної фізики з Астрономічної обсерваторії Львівського університету перейшов С. Каплан. Він – випускник аспірантури при кафедрі теоретичної астрофізики Ленінградського університету. Там він 1948 року захистив кандидатську дисертацію і був скерований на роботу до Львівської астрономічної обсерваторії, де 1 липня 1948 року обійняв посаду завідувача відділу астрофізики. Працюючи на кафедрі теоретичної фізики, він не поривав зв'язків з обсерваторією, з якою нерозривно була пов'язана уся його наукова діяльність.

С. Каплан 1961 року перейшов на роботу до Горьківського науково-дослідного радіофізичного інституту.

Кафедру експериментальної фізики після професора В. Кучера очолювали Д. Лазебник (1947–1948), О. Андрієвський (1948–1949), а 1949 року завідувачем став проф. Н. Понирко, який був переведений з Львівського торгово-економічного інституту. На цій посаді він працював до 1953 року.

Чисельний склад кафедри помітно поповнювався молодими асистентами – випускниками Львівського університету – В. Цветковим (1950), В. Вишневським, Р. Кушніром, Н. Кравцовою (усі 1951 року).

З Львівського політехнічного інституту на посади старших викладачів 1951 року перевелися Ф. Алемайкін (випускник Горьківського університету 1937 року), К. Кравченко (випускник Львівського політехнічного інституту 1949 року). Цього ж року зарахували на 0,5 ст. доцента В. Степанова (закінчив Ленінградський університет 1937 року), співпрацівника Львівської астрономічної обсерваторії. Припинив роботу на кафедрі Є. Бушуєв.

На кафедрі загальної фізики з 1949 року почав працювати в. о. доцента Б. Палюх – випускник Львівського університету, з кафедри



теоретичної фізики перевели М. Тимошика, але вибувають Р. Цегельський, Г. Сабінін та Н. Карханіна.

Перестала 1949 року функціонувати кафедра астрономії. Як сформульовано у наказі МВО СРСР від 3.09.1949 року, "... у зв'язку із недостатнім навчальним навантаженням" підлягали об'єднанню кафедри теоретичної механіки та астрономії в одну під назвою "кафедра теоретичної механіки".

У цей період аспірантами стали випускники університету М. Сеньків (1950), І. Юхновський та Р. Гайда (обидва 1951 року), яких також зарахували на 0,5 ст. асистентів кафедр. У 1950–1952 роках М. Сеньків працював асистентом кафедри експериментальної фізики, а у 1952/1953 навчальному році – теоретичної, а І. Юхновський та Р. Гайда до закінчення аспірантури 1954 року були асистентами кафедри загальної фізики.

У цей повоєнний період розгортають наукові дослідження, починають формуватися наукові школи, встановлюються плідні наукові контакти із ученими тодішнього СРСР.

У Львівському університеті налагоджують видання Наукових записок, окремі серії якого присвячують різним науковим напрямам.

У період до 1953 року видано п'ять випусків фізико-математичної серії. У перших двох вміщено праці науковців математичних кафедр, у наступних значна кількість публікацій належить науковцям-фізикам. Регулярно починають з'являтися публікації у престижних наукових журналах СРСР, зокрема у Доповідах Академії наук, Журналі експериментальної і теоретичної фізики, Журналі фізичної хімії та інших виданнях.

На кафедрі теоретичної фізики В. Міліянчук започаткував новий науковий напрям у теоретичній спектроскопії – вплив неоднорідності міжмолекулярного поля на атомні спектри. Дослідження В. Міліянчука дали поштовх для експериментальних досліджень з фізичної

оптики, що виконувались під керівництвом Л. Клімовської. Ця співпраця привела до інтенсивного розвитку львівської наукової школи з експериментальної фізики, у якій оптичні, зокрема спектроскопічні, дослідження зайняли одне з центральних місць.

На кафедрі експериментальної фізики також започаткували розроблення методик вирощування кристалів, їхні рентгеноструктурні методи аналізу, різноманітні електрофізичні дослідження.

На розвиток нового етапу у квантовій теорії поля, започаткованого наприкінці 1940-х років, відгукнувся В. Міліянчук. В осінньому семестрі 1950 року він почав читати спецкурс "Квантова теорія поля". Під його керівництвом випускники кафедри теоретичної фізики виконували і захищали кілька кандидатських дисертацій з релятивістичної теорії квантових полів (Є. Фрадкін, М. Сеньків, Р. Гайда, П. Тацуняк).

Під керівництвом А. Глаубермана розпочали теоретичні дослідження з фізики твердого тіла, а саме: побудова теорії структури металів і їх поверхневого натягу, виходу електронів з металів за наявності електричного поля, у розробленні яких активну участь брав аспірант І. Тальянський, випускник 1950 року. Темою наукових досліджень аспіранта І. Юхновського, за порадою його наукового керівника А. Глаубермана, стала теорія ближнього порядку у рідинах та статистична теорія концентрованих розчинів – електролітів.

Дуже активно наприкінці 1940-х та початку 1950-х років проводили дослідження з астрофізики. Зокрема, четвертий випуск фізико-математичної серії Наукових записок Львівського університету вийшов під назвою "Астрономія". У ньому опубліковано праці, що містять результати спостережень протуберанців Сонця, утворення плям на ньому, електромагнетної теорії їхнього походження (В. Степанов, Т. Мандрикіна, Я. Капко), досліджень



джерел енергії та еволюції білих карликів і походження “надгустих” зір (С. Каплан).

У 1944–1953 роках виникли всі передумови для створення окремого фізичного факультету.

Гортаючи аркуші архівних матеріалів, наукових видань цього періоду, можна відчутти, що усі фізичні кафедри творили єдине ціле, панував дух творчої співпраці.

Література

1. *Л. І. Іванків, С. С. Семак.* З історії розвитку фізики у Львівському університеті // Вісн. Львів. ун-ту, 1993. – Вип. 26: Розвиток фізичної науки у Львівському університеті. – С. 3–24.
2. Львівський університет / В. П. Чугайов (відп. ред.), С. А. Макарчук (заст. відп. ред.), Д. С. Григоращ (відп. секр.) та ін. – Львів: В-во при Львів. держ. ун-ті. Видав. об’єднання “Вища школа”, 1986.
3. Encyclopaedia: Львівський національний університет імені Івана Франка. Т. 1 (Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011).
4. *L. Finkel, S. Starzyński* (Historia uniwersytetu Lwowskiego: w 2 cz. (Lwów, 1894).
5. *R. Lavrycky, I. Vakarchuk, A. Popel.* Physics at Lviv University before 1939 // Physics and Mathematics at Wroclaw University. Past and Present: Proceedings of the 17th Max Born Symposium: Wroclaw, Poland, 18–19 October 2002 / Ed. by J. Lukierski and H. Rechenberg. – Wroclaw, 2003. – P. 71–76.
6. Österreichisches biographisches Lexikon. 1815–1950 (Wien: Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 1957–2005).
7. *A. Rovenchak.* Lviv period for Smoluchowski: Science, teaching, and beyond // Condens. Matter Phys., 2012. – Vol. 15, No. 4. – 40002. – 15 p.
8. *A. Rovenchak.* Oskar Fabian, the First Head of the Department for Theoretical Physics at the University of Lviv // Acta Physica Polonica A. – 2009. – Vol. 116, No. 2. – P. 109–113.
9. *A. Rovenchak.* Bibliography of the Department for Theoretical Physics, University of Lviv, in 1914–1939 // J. Phys. Stud., 2013. – Vol. 17, No. 3. – Art. 3002. – 13 p.
10. *M. Smoluchowski* // Pisma Mariana Smoluchowskiego. T. 3 (Kraków: Polska Akademia Umiejetnosci, 1928). – S. 223.

*Надруковано із незначними поправками і доповненнями із книжки “Фізичний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка (1953–2013) / І. Вакарчук, П. Якібчук, О. Миколайчук, О. Попель. – Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2013. – 586 с.



Нобелівський комітет нагородив Нобелівською премією з фізики за 2013 рік британського фізика Пітера Гігса (Peter Higgs) та бельгійського фізика Франсуа Енглєрта (Francois Englert) за "теоретичне відкриття механізму, який допоміг зрозуміти походження мас субатомних частинок, і який нещодавно був підтверджений через відкриття передбачуваної елементарної частинки експериментами ATLAS і CMS у ЦЕРНі на Великому адронному колайдері".

НОБЕЛІВСЬКІ ЛАВРЕАТИ 2013



Пітер Гігс



Франсуа Енглєрт

Премія за "частинку Бога"

Галина Шопа,
Львівський національний університет
імені Івана Франка

Під час оголошення Нобелівських лавреатів з фізики, 8 жовтня 2013 року, постійний секретар Королівської шведської академії наук сказав: "Премія цього року присвячена чомусь дуже маленькому, яке пояснює все інше в нашому світі".

Пітер Гігс ще 1964 року передбачив існування частинки, що визначає наявність маси у матерії. Згодом цю частинку почали називати "бозоном Гігса" або "частинкою Бога".

Британський фізик П. Гігс, гуляючи гірським районом Единбурга, придумав механізм, а, повернувшись до лабораторії, заявив, що у нього виникла "величезна ідея". Його ідея ґрунтувалася на праці фізика-теоретика японського походження з Чиказького університету,

лауреата Нобелівської премії з фізики (2008) Й. Намбу. Він запропонував теорію відому як "Спонтанне порушення симетрії", засновану на тому, що відбувається в конденсованих середовищах за умов надпровідності. Теорія передбачила безмасові частинки (теорема Голдстоуна).

П. Гігс 1964 року написав невелику статтю та опублікував її у фізичному журналі "Physics Letters", який видає ЦЕРН.

Згодом автор написав другу статтю, де описав теоретичну модель (механізм Гігса), та редакція журналу "Physics Letters" відхилила її. П. Гігс надіслав статтю до журналу "Physical Review Letters", яку того ж року було опубліковано.



У той самий час інший учений, бельгійський фізик Франсуа Енглер разом із американським фізиком-теоретиком Робертом Браутом (Robert Brout, 1928–2011) у журналі “Physical Review Letters” 1964 року опублікували статтю про механізм порушення електрослабкої симетрії, завдяки якому елементарні частинки можуть мати масу.

Роберт Браут також претендував би на Нобелівську премію та 2011 року він помер.

Пітер Гігс народився 29 травня 1929 року в Елсвіку, районі Ньюкасл-апон-Тайн (Велика Британія).

У 1950 році П. Гігс закінчив з відзнакою Королівський коледж Лондонського університету. Рік по тому отримав звання магістра і розпочав наукові дослідження.

У 1954 році науковець захистив дисертацію на тему: “Деякі питання теорії коливань молекул”.

П. Гігс 1954 року перейшов працювати до Единбурзького університету на посаду старшого наукового співробітника.

За два роки, 1956, він повернувся до Лондона, де продовжив наукові дослідження, а за рік почав викладати математику в університетському коледжі.

У жовтні 1960 року учений повернувся до Единбурга, де читав лекції з математичної фізики в Тейт Інституті.

У 1974 році П. Гігса обрали членом Королівського товариства Единбурга, 1980 року його призначили завідувачем кафедри теоретичної фізики.

П. Гігс 1983 року був обраний членом Королівського товариства, 1991 року став науковим співробітником Інституту фізики.

У 1996 році учений залишив роботу, ставши почесним професором Единбурзького університету.

Його 2013 року обрали почесним членом Королівського Шотландського товариства мистецтв.

П. Гігс отримав багато нагород і відзнак, серед них медаль Г'юза Лондонського королівського товариства (1981), медаль Резерфорда Інституту фізики (1984), премію від Королівського банку Шотландії за внесок у шотландську науку (1990), премію Королівського товариства Единбурга (1993), медаль Поля Дірака і премію Інституту фізики Великої Британії (1997), премію Європейського фізичного товариства в галузі високих енергій та фізики частинок (1997), медаль Королівського товариства Единбурга (2000), премію Вольфа з фізики (2004), медаль Стокгольмської академії наук (2009), премію Сакураї в галузі фізики елементарних частинок Американського фізичного товариства (2010).

Учений отримав унікальну особисту медаль Гігса від Королівського товариства Единбурга 1 жовтня 2012 року.

У 2013 році його номіновано на премію “Людина нашого часу”. Він разом із Франсуа Енглером 2013 року отримав премію і медаль із ЦЕРНу на Единбурзькому міжнародному фестивалі науки, премію Принца Астурійського в галузі технічних та наукових досліджень разом з Франсуа Енглером та інститутом ЦЕРНу.

П. Гігс отримав почесні ступені університетів Брістоля (1997), Единбурга (1998), Глазго (2002), Суонсі (2008), Королівського коледжу в Лондоні (2009), Університетського коледжу Лондона (2010), Університету Кембриджа (2012), Геріот-Ватт Університету (2012) та Університету Дарема (2013).

Франсуа Енглер народився 1932 року в Еттербеку (один із районів Брюсселя) в єврейській родині. Під час нацистської окупації Бельгії Енглер був змушений приховувати своє єврейське походження, перховувався у різних сирігських притулках та дитячих будинках бельгійських міст, де застав американські війська, які звільнили Бельгію від нацистів.

Ф. Енглера 1955 року закінчив франкомовний Брюссельський вільний університет за фахом інженера-електромеханіка. Там, 1959 року, він отримав науковий ступінь з фізики.

У 1959–1961 роках Енглера працював у Корнельському університеті асистентом у Роберта Браута, згодом ад'юнкт-професором. Далі повернувся до Брюссельського університету, де обійняв посаду професора, а 1998 року отримав посаду почесного професора.

Від 2011 року учений обіймає посаду гостьового професора в Чепменському університеті в Каліфорнії.

Франсуа Енглера нагородили багатьма преміями та медалями, серед них премією Франкі (1982), премією Європейського фізичного товариства в галузі високих енергій та частинок (1997), премією Вольфа з фізики

(2004), премією Сакураї в галузі фізики елементарних частинок Американського фізичного товариства (2010).

Він разом із Пітером Гітсом 2013 року отримав премію принца Астурийського в галузі технічних та наукових досліджень.

Улітку 2012 року Європейський центр ядерних досліджень (ЦЕРН) оголосив про відкриття частинки, що має характеристики бозона Гітса. Це був результат успішних багаторічних досліджень на Великому адронному коллайдері величезної кількості науковців, інженерів та інших фахівців з різних країн світу, зокрема й України. А в жовтні 2013 року Нобелівський комітет оголосив про нагородження Нобелівською премією з фізики Пітера Гітса та Франсуа Енглера, які ще п'ятдесят років тому передбачили існування "частинки Бога".

ЛАБОРАТОРІЯ ФІЗИКИ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК

Що таке Всесвіт? Як і коли він почав своє існування?

Дослідники у ЦЕРНі намагаються відшукати відповіді на ці та інші запитання, вивчаючи фундаментальну структуру Всесвіту. Вони використовують найбільші та найскладніші у світі наукові прилади для вивчення основних складових матерії – елементарних частинок. Частинки зазнають зіткнень одна з одною зі швидкостями близькими до світлової. Це дає змогу фізикам зрозуміти взаємодію між ними, а також дає уявлення про фундаментальні закони природи.

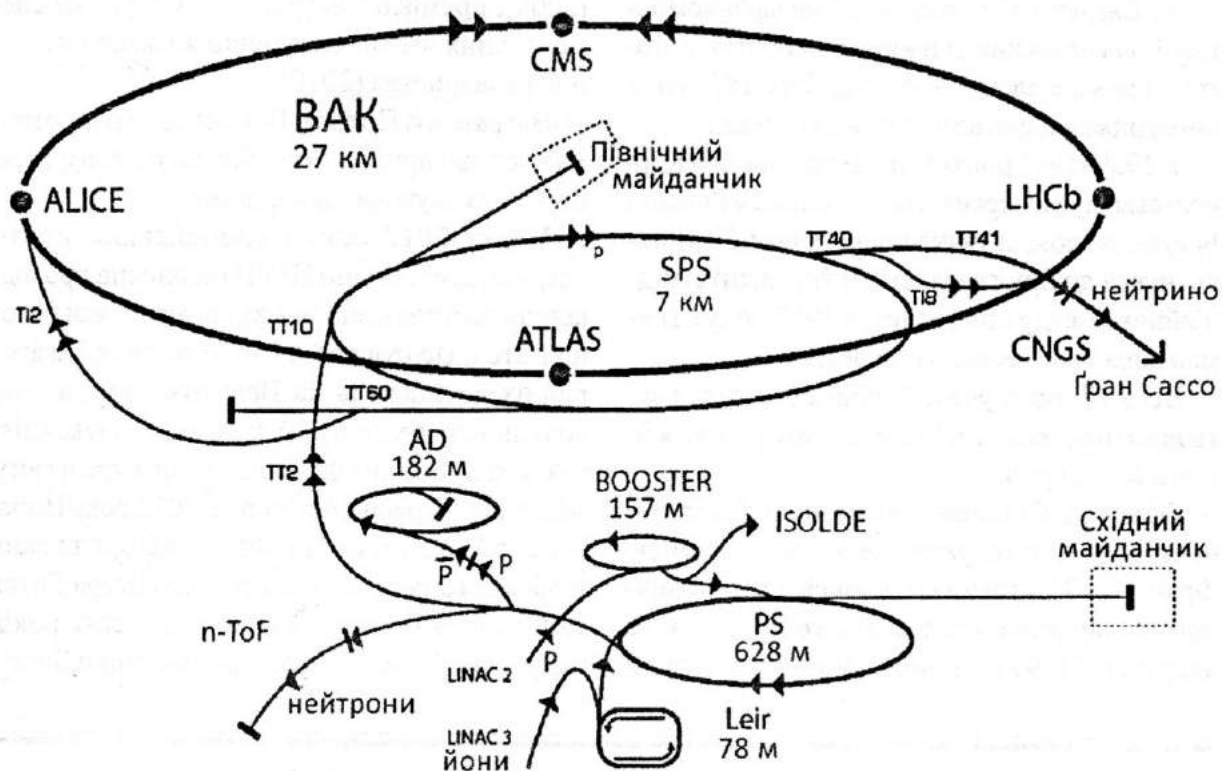
У ЦЕРНі використовують спеціально побудовані пришвидшувачі частинок і детектори. Пришвидшувачі надають пучкам заряджених частинок високих енергій перш ніж вони зазнають зіткнення між собою або з не-

рухомою мішенню. Детектори фіксують та записують результати цих зіткнень.

Лабораторія ЦЕРНу заснована 1954 року, вона розташована на кордоні між Францією та Швейцарією, неподалік Женев. ЦЕРН – один із перших найбільших спільних наукових проєктів у Європі. Нині у ньому беруть участь понад 20 країн.

Назва ЦЕРН (CERN) походить від французького акроніма "Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire", що означає – Європейська рада з ядерних досліджень. Її започаткували 1952 року з метою створення організації фундаментальних фізичних досліджень.

29 вересня 1954 року було офіційно створено Європейську організацію з ядерних досліджень, Рада припинила свою роботу, а французький акронім CERN зберігся.



Крім найвідомішого Великого адронного колайдера (BAK/LHC) у ЦЕРНі працює декілька інших пришвидшувачів, які у сукупності надають частинкам швидкостей близьких до світлової.

Пришвидшувальний комплекс у ЦЕРНі – це послідовність машин, кожна з яких надає частинкам ще вищих значень енергії.

BAK – останній елемент у цьому ланцюжку – кожен пучок частинок набуває максимальної енергії 4 TeV. У майбутньому дослідники планують досягнути енергії 7 TeV. Більшість інших пришвидшувачів у ланцюжку мають власні експериментальні майданчики, що використовують пучки з нижчими енергіями.

Джерелом протонів є газоподібний водень. Посудина з воднем проходить крізь електричне поле, яке “відтягує” його електрони, залишаючи тільки протони. Далі її вводять у LINAC 2 – лінійний пришвидшувач, який

надає протонам енергію 50 MeV. Пучок інжектують у протонний синхротрон Booster, що пришвидшує протони до 1,4 GeV, а далі в протонний синхротрон PS, який розганяє пучок до енергії 25 GeV.

Наступним у ланцюжку є протонний суперсинхротрон SPS, який пришвидшує протони до 450 GeV.

Зрештою, протони інжектують у вигляді двох пучків до труб BAK. Пучок в одній трубі циркулює за годинниковою стрілкою, а в другій – проти. Упродовж 4 хвилин і 20 секунд заповнюється кожне кільце BAKу, а ще за 20 хвилин протони досягають максимальної енергії. Пучки циркулюють упродовж багатьох годин всередині труб BAK. Вони зазнають зіткнень всередині чотирьох детекторів – ALICE, ATLAS, CMS і LHCb – у яких повна енергія в точці зіткнення дорівнює 8 TeV (планують досягнути 14 TeV).

Пришвидшувальний комплекс містить також антипротонний сповільнювач AD, пристрій для вивчення нестабільних ядер ISOLDE, тестовий майданчик Компактного лінійного колайдера CLIC та устаткування для визначення часу проходження нейтронів nTOF.

Також у межах проекту CNGS протонний суперсинхротрон SPS ЦЕРНу створює потік мюонних нейтрино та направляє за 732 км у підземну лабораторію Гран Сассо в Італії.

У ВАК пришвидшують не лише протони, а також йони свинцю. Усе починається з джерела випарів свинцю, які накопичуються у лінійному пришвидшувачі LINAC 3, далі відбувається пришвидшення в кільці йонів низьких енергій Leir. Вони переміщуються тим же маршрутом, досягаючи максимальної енергії, як і протони.

Центр керування ЦЕРНа поєднує зали керування пришвидшувачами лабораторії, криогенну систему розподілу, а також технічну інфраструктуру.

На ВАК працюють 4 основні детектори, в яких відбуваються зіткнення частинок, та 3 допоміжні.

ALICE (абревіатура від англ. назви: експеримент на Великому йонному колайдері) – детектор важких йонів, встановлений на кільці ВАКу. Призначений для вивчення фізичних властивостей сильно взаємодіючої матерії за екстремальної щільності енергії, коли фазу матерії називають кварк-глюонною плазмою. Як вважають, це стан матерії, що існував відразу після Великого Вибуху.

Вся звичайна матерія у теперішньому Всесвіті складається з атомів. Кожен атом містить ядро, яке складається з протонів і нейтронів (за винятком водню, який не має нейтронів), оточених хмарою електронів.

Протони і нейтрони складаються з кварків, зв'язаних іншими частинками, які називають глюонами. Кварки ніколи не спостерігали у вільному стані: вони, як і глюони, завжди зв'язані між собою та обмежуються всередині складових частинок, таких як протони і нейтрони. Це відомо як конфайнмент, тобто утримання.

Під час зіткнень у ВАК генерується температура, вища у 100 000 разів, ніж у центрі Сонця. Зіткнення йонів свинцю відтворюють у лабораторії умови, аналогічні як ті, що були відразу після Великого Вибуху. За цих екстремальних умов, протони і нейтрони “тануть”, звільняючи кварки від зв'язків з глюонами, утворюючи кварк-глюонну плазму. Існування такої фази та її властивості є головними питаннями в теорії квантової хромодинаміки (КХД).

Дослідницька група ALICE вивчає кварк-глюонну плазму, її розширення та охолодження, спостерігаючи, як вона поступово переходить до частинок, які складають матерію нашого Всесвіту. Вони використовують 10000-тонний детектор, завдовжки 26 м, 16 м заввишки і 16 м завширшки. Він розташований у печері на глибині 56 м під землею.

Колаборація налічує понад 1000 учених із понад 100 фізичних інститутів із 30-ти країн. **ATLAS** є одним з двох універсальних детекторів на ВАК. Дає змогу розв'язувати широкий спектр завдань фізики: пошук бозона Гігса, інші виміри простору, а також частинки, які можуть формувати темну матерію.

Коли зустрічні пучки частинок, створені ВАК, зіштовхуються в центрі детектора ATLAS, виникають нові різноманітні частинки, які відлітають від точки зіткнення у всіх напрямках.

Шість різних підсистем детектування, розташовані довкола точки зіткнення, записують шлях, імпульс та енергію цих частинок.

7000-тонний детектор ATLAS завдовжки 46 м, заввишки 25 м і завширшки 25 м, є найбільшим з коли-небудь побудованих. Він розташований у печері на глибині 100 м під землею, поряд з головним майданчиком ЦЕРНа, недалеко від села Мерен (Meuren) в Швейцарії.

Шість різних підсистем детектування, розташовані довкола точки зіткнення, записують шлях, імпульс та енергію цих частинок.

7000-тонний детектор ATLAS завдовжки 46 м, заввишки 25 м і завширшки 25 м, є найбільшим з коли-небудь побудованих. Він розташований у печері на глибині 100 м під землею, поряд з головним майданчиком ЦЕРНа, недалеко від села Мерен (Meuren) в Швейцарії.

Понад 3000 учених із 177 університетів та інститутів із 38 країн працюють над експериментом ATLAS.

Другим універсальним детектором є Компактний мюонний соленоїд CMS. Хоча його призначення таке ж, що і в ATLAS, проте у ньому використано інші технічні рішення та конструкцію магнетної системи.

Детектор CMS побудований довкола величезного соленоїдного магнета. Має форму циліндричної котушки надпровідного кабелю, що генерує поле 4 Тл – більше від магнетного поля Землі приблизно в 100 000 разів. Поле утримується сталевим “ярмом”, яке формує основну частину 12500-тонного детектора.

Його розміри: 21 м завдовжки, 15 м завширшки і 15 м заввишки.

Експеримент CMS є однією з найбільших міжнародних наукових колаборацій: 4300 фізиків, інженерів, техніків, студентів та допоміжного персоналу з 179 університетів та інститутів із 41 країни світу.

Експеримент LHCb досліджує невеликі відмінності між матерією та антиматерією, вивчаючи частинки, які називають “красивими кварками”, або “b-кварками”.

Після Великого Вибуху матерія та антиматерія були в однакових кількостях. Однак, Всесвіт, у якому ми живемо, містить набагато більше частинок, ніж античастинок. Саме цей експеримент має відповісти на запитання, чому ми спостерігаємо саме “матеріальний” Всесвіт, та куди зникла антиматерія.

ВАК створює велику кількість кварків різних типів, перш ніж вони швидко перетворюються в інші форми.

Для перехоплення b-кварків у LHCb розроблено складні рухливі субдетектори, розташовані близько до траєкторії пучків, які циркулюють у ВАК.

5600-тонний детектор LHCb складається з переднього спектрометра і пласких детек-

торів. Має 21 м завдовжки, 10 м заввишки і 13 м завширшки, розташований у печері на глибині 100 м під землею.

Майже 700 учених із 66 різних інститутів та університетів формують колаборацію LHCb.

Завданням експерименту TOTEM є вимірювання повного перерізу зіткнення протонів, пружного розсіяння на малі кути, дослідження непружних дифракційних процесів, а також вимірювання світимості протонних зіткнень у центрі CMS. Дає змогу точніше визначити розмір протонів.

Його розміри: завдовжки 440 м, завширшки 5 м і заввишки 5 м. Маса 20 т.

Над експериментом працюють 143 науковці з 9 інститутів із 7 країн.

Експеримент LHCf використовує частинки, що не зіткнулися, для лабораторного моделювання космічних променів та їхнього подальшого вивчення.

Маса двох частин детектора по 40 кг кожний. Їхні розміри: 30×80×10 см.

Колаборацію формують 30 учених з 9 інститутів із 5 країн.

Сьомий експеримент MOEDAL здійснює пошук гіпотетичних частинок магнетного заряду: магнетних монополів. Складається із 400 модулів у вигляді спеціальних пластин загальною площею 250 м².

Під час роботи ВАК зіткнення частинок (і протонів, і йонів) відбуваються в усіх чотирьох точках і всі детектори одночасно накопичують статистику. Для зберігання та опрацювання величезної кількості даних, отриманих від ВАК та детекторів, створюється розподільна комп'ютерна мережа LCG, яка використовує технологію грид. Вона здатна передавати до 10 гігабіт інформації за секунду в 11 обчислювальних центри. Щороку зчитуватиметься понад 15 петабайт інформації.

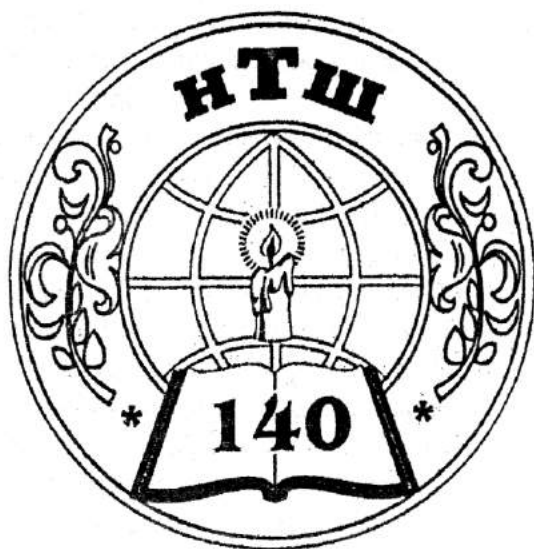
Хрептак Олександр,

*Львівський національний університет
імені Івана Франка*

*За матеріалами офіційного сайту ЦЕРН:
<http://home.web.cern.ch>*



ПРИРОДОЗНАВЦІ В НАУКОВОМУ ТОВАРИСТВІ ІМЕНІ ШЕВЧЕНКА (до 140-річчя НТШ)



Наукове товариство ім. Шевченка (НТШ) веде свій початок від 11 грудня 1873 року, коли у Львові був затверджений його статут тодішніми державними органами. З прийняттям нового статуту 1892 року НТШ зорганізувалось у поважну наукову інституцію на зразок національних академій наук, які функціонували у багатьох європейських країнах. Власне НТШ було предтечею Академії наук України, яка постала 1918 року.

Заснування НТШ у Львові, де умови національного життя українців у той час були значно сприятливіші, ніж у Києві, стало підсумком спільних тривалих зусиль провідних культурних діячів з усіх частин України. Фінансове підґрунтя діяльності Товариства, переважно, забезпечували меценати з Наддні-

рянської України – Єлисавета Милорадович, Дмитро Пильчиков, Євген Чикаленко та інші.

Виняткову роль у формуванні наукового обличчя НТШ відіграв видатний історик Михайло Грушевський, який 1894 року переїхав з Києва до Львова, щоб обійняти посаду професора новоствореної кафедри всесвітньої історії з українською мовою викладання у Львівському університеті.

М. Грушевський у 1897–1913 роках був головою НТШ. За його ініціативи 1898 року зреформований статут Товариства визначав, що звання дійсного члена НТШ присвоювали лише на підставі наукової кваліфікації, що значно підняло престиж Товариства в науковому світі.

Десять років життя віддав Товариству Іван Франко, який очолював його філологічну секцію.

У першій когорті дійсних членів НТШ, обраних 1899 року, було десять осіб, які представляли природничі науки й входили до Математично-природописно-лікарської секції Товариства. Серед них фізик, хемік, математик, біолог, географ, економіст і представники медицини. На той час двоє із цієї десятки уже мали світові імена в науці – це Іван Пулюй (1845–1918) та Іван Горбачевський (1854–1942). Вони здобули освіту у Віденському університеті, де успішно розпочали наукову працю, яку продовжили, поєднуючи її з педагогічною діяльністю, у Празі – обоє на посадах професора, завідувача кафедри, декана і ректора: Пулюй у Політехніці, а Горбачевський – в Університеті.



Як фізик Іван Пулюй відомий своїми фундаментальними дослідженнями природи та властивостей катодних та X-променів, винахідником і конструктором у царині практичної електротехніки. Окремими яскравими сторінками його багатогранної діяльності є праця над перекладом (спільно з Пантелеймоном Кулішем та Іваном Нечуєм-Левицьким), виданням і поширенням Святого Письма українською мовою, блискучі публіцистичні статті та брошури на захист української мови в Російській імперії та обґрунтування прав українців на створення своєї держави. До речі, з позицій сьогодення звертає на себе особливу увагу стисле формулювання Івана Пулюя “Незалежна Україна – бастион миру і стабільності в Європі” з його брошури “Україна та її міжнародне політичне значення”, виданої німецькою мовою у Празі 1915 року.

Іванові Горбачевському ще на початку його наукової кар’єри, у віці 28 років, вдалося здійснити те, чого до цього безуспішно прагли відомі вчені-хеміки – синтезувати сечову кислоту. Здобула широке визнання його монографія у трьох томах під назвою “Лікарська хімія” – перше в світовій науковій літературі фундаментальне видання з цієї проблематики.

Праця І. Пулюя та І. Горбачевського була високо оцінена на державному рівні у Відні – обидва мали титул “Радник Двору”. І. Горбачевський був міністром охорони здоров’я та санітарії Австро-Угорщини, а Пулюй за станом здоров’я відмовився від пропозиції очолити міністерство освіти. Однак нашої особливої уваги заслуговує те, що попри високі становища й провідні індивідуальні позиції в наукових середовищах світу, Пулюй і Горбачевський дбали про те, щоб у недалекій перспективі талановита українська молодь могла торувати свій шлях у науку через здобуття вищої освіти рідною мовою у себе на Батьківщині. Це найбільшою мірою виявилось у їхніх багаторічних зусиллях добитись у віденських

властей відкриття у Львові окремого українського університету, тим більше, що на початку минулого сторіччя в Галичині уже функціонувала низка українських гімназій. Восени 1912 року ці зусилля мали своїм результатом прийняття урядової ухвали про відкриття такого університету не пізніше 1915 року, однак через обставини Першої світової війни цього не було зроблено. (У цьому контексті дуже прикметним є той факт, що того ж 1912 року через свого посла у Відні російський уряд висловив різкий протест проти наміру австрійської влади відкрити український університет у Львові – це ще одне свідчення того, наскільки небезпечною для Російської імперії була українська мова навіть поза своїми територіальними межами, оскільки безпеку могло гарантувати хіба що її тотальне викорінення). Все ж незабаром, уже після закінчення Першої світової війни, зусилля українських учених, передусім провідних членів НТШ, щодо відкриття у Львові українського університету були продовжені й дали певні результати, про що йтиметься далі.

Подано стислі відомості про інших природодослідників, математиків і медиків, обраних дійсними членами НТШ на перших виборах 1899 року. “Основоположником математичної культури нашого народу” – так характеризував Володимира Левицького (1872–1956) видатний математик Михайло Кравчук, також дійсний член НТШ, академік. Математичну освіту В. Левицький здобув у Львові, Геттінгені та Берліні, він відомий працями з теорії аналітичних функцій та аналітичних інваріантів диференціальних рівнянь. У “Записках НТШ” 1894 року було опубліковано першу в історії фахову статтю українською мовою. Автор підручників з математики та фізики. Він очолював Математично-природописно-лікарську секцію, був співредактор усіх томів “Збірника МПЛС”. В. Левицький головував у НТШ у 1932–1935 роках.



Автором підручників з математики і фізики був і Петро Огоновський (1853–1917), він викладав ці предмети в Академічній гімназії у Львові. До речі, майже всі члени НТШ з когорта перших дійсних членів Товариства, обраних від МПЛС, активно розробляли та впроваджували наукову термінологію українською мовою, зокрема в своїх працях, що були надруковані у “Збірнику” секції.

Яскравою постаттю в медичній науці був Олександр Черняхівський (1869–1939) – уродженець Київщини, лікар-гістолог, професор і завідувач кафедри Київського університету, відомий у наукових колах Європи працями з нейрогістології. Він був першим головою Всеукраїнської спілки лікарів-українців. Олександр Черняхівський разом із дружиною письменницею Людмилою Старицькою-Черняхівською звинувачувався на процесі “СВУ”.

Першим головою Українського лікарського товариства, що було засновано 1910 року, був Євген Озаркевич (1861–1916). Він був фундатором і директором “Народної лічниці” і редактором “Лікарського збірника НТШ”.

Авторитетними лікарями-практиками були Осип Дакура (1864–1914), він працював у Відні, та Шасний Фелікс Сельський – член Найвищої ради здоров’я Австро-Угорщини.

Засновником українського природознавства називають Івана Верхратського (1846–1919), він виявив себе не лише як біолог, а й як мовознавець, етнограф, педагог і громадський діяч. Саме він очолив МПЛС, організовану 1893 року, а згодом став редактором “Збірника МПЛС”.

Високий авторитет провідних членів НТШ у наукових колах багатьох європейських країн сприяв здійсненню амбітного плану – обрання відомих учених з інших країн іноземними членами Товариства, звичайно, на підставі їхньої особистої згоди. Серед учених-природодослідників світової слави іноземними членами НТШ стали Макс Планк (1924), Альберт

Айнштайн (1929), Абрам Йоффе (1929), Давид Гільберт, Фелікс Кляйн, Микола Крилов, Володимир Бехтерев та ін.

У листі-відповіді на обрання дійсним членом НТШ М. Планк зазначив: “Я розцінюю це обрання як особливу відзнаку і з гордістю буду почувати себе надалі членом цієї поважної організації. Хочу принагідно висловити мої щирі побажання подальшого розвитку і процвітання вашого Товариства з нагоди 50-річчя утворення. Ви ж знаєте, що у нас в Німеччині саме українська культура викликає пошвавлене зацікавлення, а ваші політичні змагання користуються постійною симпатією”.

З початком 20-их років минулого сторіччя провідні природодослідники-члени НТШ вважали своїм громадським і патріотичним обов’язком викладати в Українському таємному університеті у Львові, попри утиски та переслідування з боку польської влади. Зокрема, фізику і хемію тут викладали Юліан Гірняк (д. чл. НТШ з 1908 р.), Роман Цегельський (1914) і Володимир Кучер (1919). Їхній високий фаховий рівень як науковців і педагогів забезпечував і відповідний рівень підготовки студентів, чії дипломи визнавали в Чехословаччині, Австрії та Німеччині. До речі, Юліан Гірняк, дослідник у царині фізичної хемії, певний час проводив експерименти в Празі в лабораторії Івана Пулюя, здобув ступінь доктора, а згодом зробив вагомий унесок у вивчення фізичної та хемічної кінетик, розробив учення про періодичність хемічних процесів. А становленню Володимира Кучера як визначного фізика-теоретика сприяло навчання у Відні, де він здобув ступінь доктора філософії, а згодом – стажування в Берліні, де був учасником семінарів Макса Планка. Кучер є автором наукових праць у новому на той час напрямку фізики – квантовій теорії. Він 1930 року як делегат від НТШ брав участь у роботі першого Всесоюзного фізичного з’їзду в Одесі.



Безпосередньо причетні члени НТШ – природодослідники і до заснування іншого відомого українського вищого навчального закладу – Українського вільного університету у Відні 1921 року. Зокрема, видатний географ Степан Рудницький (д. чл. з 1901 року), який у той час викладав економічну географію в Академії світової торгівлі у Відні, доклав багато зусиль до створення там Українського вільного університету, а після переведення Університету до Праги працював там професором географії, а згодом – деканом філософського факультету.

Загалом, у міжвоєнний час значних висот у науці досягло багато українських учених-природодослідників, які у той час стали дійсними членами НТШ. Водночас 1930-ті роки стали трагічними для тих з них, хто працював в СРСР: у концтаборах загинули всесвітньо-відомі вчені – математик Михайло Кравчук і

географ Степан Рудницький. Після Другої світової війни така ж доля спіткала видатного вченого у галузі фізики металів Івана Фещенка-Чопівського (д. чл. з 1926 року).

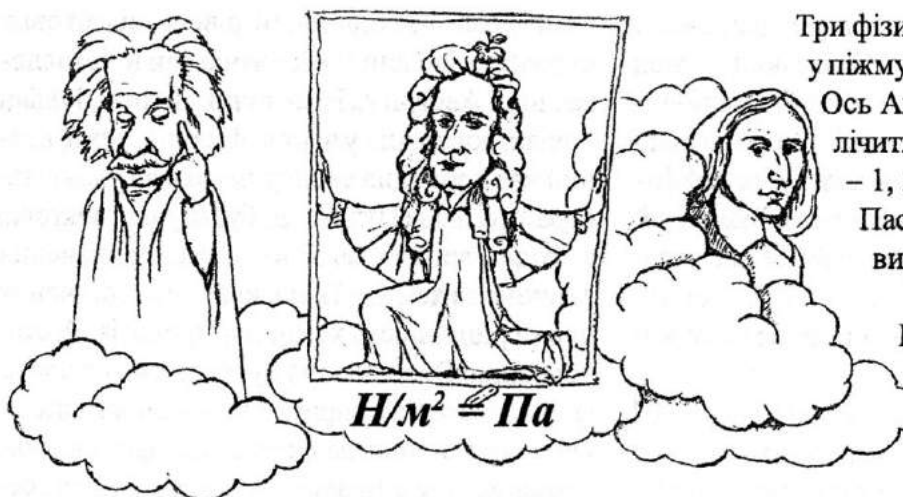
Із більшовицькою окупацією 1939 року діяльність НТШ у Львові була припинена. Вона відновилась 1947 року на еміграції в Західній Німеччині. Через виїзд з Німеччини більшості членів НТШ 1951 року його центральний осередок переїхав до м. Сарсель неподалік Парижа. У 1955 році додатково утворено автономні крайові відділи НТШ у США (Нью-Йорк), Канаді (Торонто), Австралії (Сідней). За ініціативою наукової інтелігенції Львова 1989 року відновлено діяльність Наукового товариства ім. Шевченка на рідній землі, у Львові. Очевидно, для повноти висвітлення ця тема заслуговує окремої публікації.

Роман Пляцко,

доктор фізико-математичних наук,

дійсний член НТШ

Зустрілися у раю Ньютон, Паскаль і Айнштайн.



Три фізики вирішили пограти у піжмурки.

Ось Айнштайн починає лічити:

– 1, 2, 3...

Паскаль і Ньютон вирішують, де сховатися.

Паскаль заховався за хмаркою, замаскувався добре, що не видно його.

А Ньютон просто стоїть і крейдою малює довкола себе квадрат розміром метр на метр.
 – ... 99, 100. Усе! Я йду шукати! – Айнштайн обертається і бачить за спиною Ньютона.
 – Ха! Ньютон, попався!
 – Ні, ні, ні – відповідає той. – Помилився, розумник! Це один Ньютон на метр квадратний,
 – отже, ти знайшов Паскаля.



ЗАДАЧІ ХVІІІ ВІДКРИТОГО ЛУГАНСЬКОГО ТУРНІРУ ЮНИХ ФІЗИКІВ (2014 р., юніорська ліга)

1. Придумай сам.

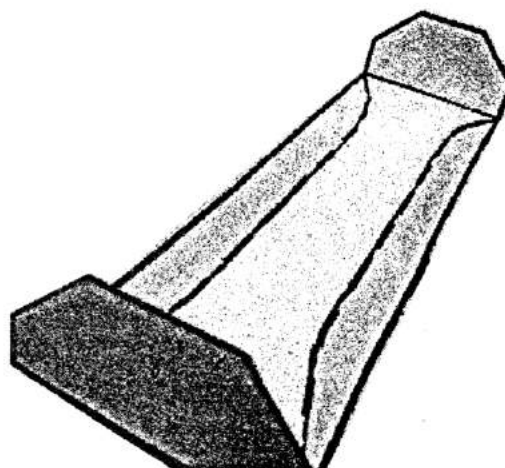
Кипить наш обурений розум!

Придумайте пристрій, що змусить воду в домашніх умовах кипіти за кімнатної температури.

Опишіть роботу цього пристрою теоретично і дослідіть експериментально.

Виконайте числові оцінки.

(Виділення бульбашок повітря або вуглекислого газу з води кипінням не вважайте!)



2. Божевільне чаювання.

Горняк і ложка зв'язані шнуром. Горняк перевишене на шнурі через вказівний палець. Ложку утримують другою рукою в горизонтальному положенні, а далі відпускають.

Поясніть, що відбувається.

Дослідіть експериментально і розрахуйте теоретично від чого залежить відстань, яку пройшло горняк.

Зробіть числові оцінки.

3. Пілотована смужка.

Виготовте пілотовану смужку, а тоді запустіть її. (див. фото і відеоінструкцію).

Чому смужка тримається в повітрі? За яких фізичних умов? Розрахуйте ефект теоретично і дослідіть експериментально.

Зробіть числові оцінки.

Відеоінструкція із виготовлення і запуску:
[Youtube.com/watch?v=LefTqarcvCI](https://www.youtube.com/watch?v=LefTqarcvCI)

4. Фізика з-під палиці

Відомо, що можна довго утримувати на відкритій долоні палицю, що стоїть вертикально, і вона не впаде.

Опишіть з фізичного погляду, чому і за яких умов це можливо.

Розрахуйте ефект теоретично і дослідіть експериментально.

Зробіть числові оцінки.

5. Батут для кульки.

Натягніть на скляну банку гумову плівку від повітряної кульки так, щоб плівка прогнулася всередину банки, і на центр плівки з невеликої висоти впустіть металеву кульку.

Починаючи з деякої критичної висоти кулька різко змінює свою поведінку.

Чому це відбувається?

Від чого і як залежить ця критична висота? Дослідіть експериментально і поясніть теоретично поведінку кульки зі зміною висоти, з якої кульку кидають на плівку.

Зробіть числові оцінки.

6. Дайте ж карти в руки!

Розділіть колоду карт навпіл і вставте карти однієї половини між картами іншої половини. Карти мають бути розташовані у вертикальній площині.

Яку силу треба прикласти, щоб розділити дві половини колоди?

Від яких параметрів залежить ця сила?

Оргкомітет ТЮФ дозволяє використовувати карти лише для проведення експеримента.

7. Фокус холоду.

Поставте два великих увігнутих дзеркала одне навпроти одного. Якщо дуже холодний предмет помістити у фокус одного дзеркала, то термометр, встановлений у фокусі іншого, покаже зниження температури.

Чому це відбувається? За яких умов?

Дослідіть ефект теоретично та експериментально.

Зробіть числові оцінки.

Чи можна використовувати цей ефект на практиці?

8. Рок при свічках.

Кажуть, що від сильного звуку полум'я свічки починає коливатися.

За яких умов це можливо?

Розрахуйте цю "взаємодію звуку і світла" теоретично і дослідіть експериментально.

9. Струмінь проти струменя.

Дослідіть експериментально та опишіть теоретично зіткнення двох водяних струменів під різними кутами.

Зробіть числові оцінки.

Які цікаві ефекти вам вдалося зауважити і пояснити?

10. Ну, зайчику, постривай!

Відомий випадок, коли полярну експедицію, що терпить лихо, врятували завдяки тому, що пілоти, які шукали постраждалих, зауважили сонячний зайчик від кишенькового дзеркала з відстані майже 30 км.

А з якої граничної відстані можна зауважити сонячний зайчик від дзеркала?

Від яких параметрів і як залежить ця відстань?

11. Античний пришвидшувач.

Опишіть з фізичного погляду дію праці¹.

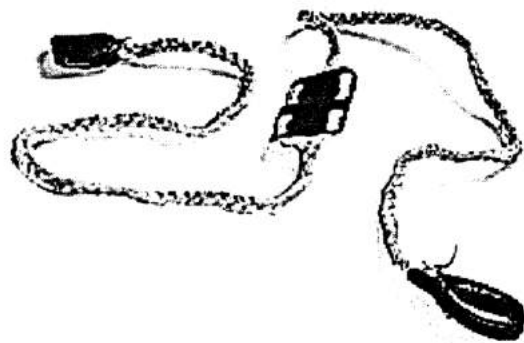
Стріляють з праці так: у розширену частину праці, що є по центрі, вкладають снаряд. Вільний кінець притримують тією ж рукою, на яку надягнута петля. Для метання снаряда обертають пращу зі снарядом над головою, поступово підсилюючи кругові рухи і в момент найсильнішого розмаху випускають вільний кінець праці.

Розрахуйте теоретично, який оптимальний режим розкрутки снаряда?

Яка оптимальна маса снаряда?

Яка максимальна дальність польоту?

Зробіть числові оцінки.



¹Праця – старовинна метальна зброя, що є мотузкою або ременем, один кінець якої згорнутий у петлю, в яку просовують кисть руки.



Як зміняться ці параметри, якщо працю виготовить і застосує не біблійний Давид, а біблійний велетень Голіаф?

Оргкомітет юніорської ліги ТЮФ категорично забороняє стрільнину з праці снарядами, середня щільність яких перевищує середню щільність тенісного м'яча, оскільки праця зброя вкрай небезпечна – далекобійна, але неприцільна. Навіть якщо нікого довкола нема, снаряд може потрапити і в самого металника.

12. Бермудський трикутник.

*Казав, заламуючи руки,
Краснобай і баламут
Про безсилля науки
Перед тайною Бермуд.
В. Висоцький*

Існує гіпотеза, що кораблі в Бермудському трикутнику топить вулкан, що діє на дні океа-

ну: під час підводного виверження до поверхні океану піднімається вулканічний газ.

Доведіть “краснобаям і баламутам”, що наука не безсила – дослідіть з фізичного погляду можливі наслідки такого викиду.

Розрахуйте теоретично вплив газу, що спливає, на корабель, який пропливає мимо.

Проведіть модельний експеримент.

Зробіть числові оцінки.

Поясніть, як перевірити, чи правильна “вулканічна гіпотеза” лих у Бермудському трикутнику.

Задачі запропонували:

*А. Андреев, А. Панов, А. Бойченко,
С. Варламов, В. Висоцький (Москва),
С. Григор'єв (Дніпропетровськ),
О. О. Камін, О. Л. Камін,
С. В. Кара-Мурза (Луганськ),
В. Я. Колебошин (Одеса)*

ФІЗИКИ СТВОРИЛИ КОМПАКТНИЙ ЛАЗЕР ПОТУЖНІСТЮ 10 ТЕРАВАТ

Група фізиків із Лазерного центру при Інституті хемічної фізики в Польщі створила компактний імпульсний лазер потужністю десять терават. У момент імпульсу потужність пристрою, заснованого на принципі оптичного параметричного підсилення, перевищує сумарну потужність всіх ядерних реакторів планети. Висока потужність досягається завдяки роботі лазера в імпульсному режимі. Для порівняння, використані в американському Національному комплексі лазерних термоядерних реакцій лазери давали імпульси потужністю 500 терават, однак вони були дуже масивні та займали цілу будівлю. Розробники підкреслюють, що завдяки підвищенню ККД пристрою і використанню ефектів нелінійної оптики, їм вдалося уникнути охолодження лазера після кожного імпульсу, скоротивши втрати енергії на нагрівання оптичної системи.

Параметричний підсилювач світла працює завдяки тому, що потужний лазерний імпульс проходить крізь кристал, в якому завдяки накачуванню виникає випромінювання з меншою довжиною хвилі і більшою інтенсивністю. Перші подібні пристрої були створені ще 1965 року і серійно їх виготовляли як лабораторне обладнання, однак такої високої потужності в компактній установці досягти не вдавалось. Для потужних імпульсних лазерів дослідники раніше застосовували сапфір з домішкою титану, але такі кристали швидко перегрівалися і вимагали охолодження. Польські фахівці стверджують, що їх кінцевою метою є створення компактного лазера, який зможе досягти потужності 200 терават. Такий лазер планують використовувати для лазерного пришвидшення заряджених частинок, що, в свою чергу, потрібно для променевої терапії та досліджень у галузі матеріалознавства.

Новини з Інтернету: <http://physics.com.ua/news.php?id=2231>

РОЗВ'ЯЗКИ ЗАДАЧ ІV ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ФІЗИКИ (ЛЬВІВ, 2012)

*Розв'язки задач Всеукраїнської олімпіади з фізики за 2012 р. для школярів 10–11 класів.
Умови задач Всеукраїнської олімпіади з фізики за 2012 р. та розв'язки для школярів 8–9
класів читайте в журналі "Світ фізики", 2013 р., № 3.*

10 клас

Задача 1.

Під час послідовного з'єднання пружин додаємо обернені величини:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \dots, \quad (1)$$

а за паралельного – самі жорсткості:

$$k = k_1 + k_2 + k_3 + \dots \quad (2)$$

Отже,

$$\frac{k}{k_0} = \frac{3}{5}$$

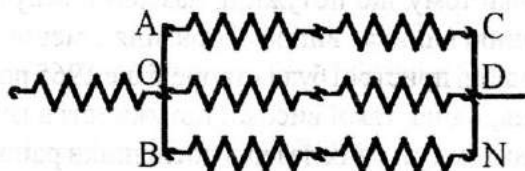
або

$$k = \frac{3k_0}{5} = 3 \cdot \frac{k_0}{5} = 300 \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

З останнього рівняння знаходимо, що треба взяти 7 пружин і скласти схему (мал. 1). На малюнку AB і CN є стрижні.

До того ж,

$$OA = OB = CD = DN.$$



Мал. 1.

Очевидно, що жорсткість системи (мал. 2) також дорівнює k .

Це справді буде так, якщо

$$\frac{MC}{DM} = \frac{PO}{TP} = \frac{l_2}{l_1} = 2. \quad (3)$$

Цю умову отримують, розглянувши рівновагу, наприклад, стрижня TO . Плечі сил, які діють на нього, знаходитимемо відносно точки P . Крім того, положення точок M і P на стрижнях CD та OT має бути таким, щоб видовження частин системи DT і CO під час її деформації були однаковими.

Нехай це видовження дорівнює x .

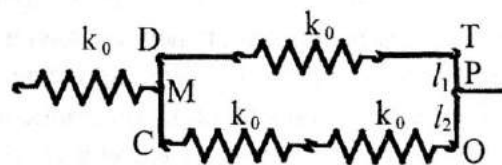
Тоді

$$k_0 x l_1 = \frac{k_0}{2} x l_2.$$

Звідси відразу випливає умова (3), тобто

$$l_2 = 2l_1.$$

На підставі мал. 2 видно, що потрібну систему можна створити на основі чотирьох пружин.

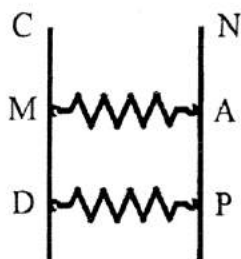


Мал. 2.

Загалом можна запропонувати систему, що складатиметься з двох пружин (мал. 3), до того ж вона матиме жорсткість $k = 300 \text{ Н/м}$.

На цьому малюнку CD і NP – стрижні однакової довжини.

M, A, D, P – точки приєднання до стрижнів; $CM = NA = l_1$; $CD = NP = l_2$.

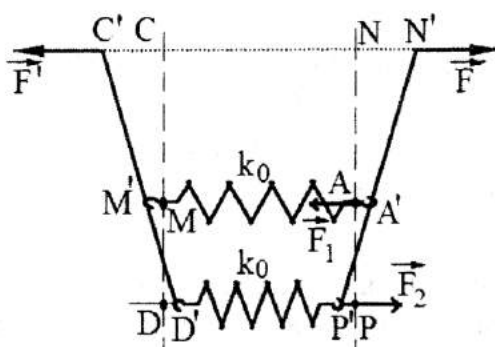


Мал. 3.

Якщо тепер до точок C і N прикласти однакові за величиною сили F , які діятимуть у протилежних напрямках, то здійснюватиметься деформація цієї системи. До того ж пружина MA видовжуватиметься, а пружина DP – стискатиметься.

Напрямки дії цих сил вважатимемо перпендикулярними до стрижнів. Величина F така, що деформацію системи можна вважати малою.

На мал. 4 зображено цю систему в деформованому стані.



Мал. 4.

Тут C, N, M, A, D, P – положення точок C, N, M, A, D, P .

Нехай $NN' = x$.

Значення $2x$ має сенс величини деформації нашої системи:

$$|\vec{F}'| = |\vec{F}| = F = 2kx.$$

Тут k – потрібна жорсткість системи.

Вважаймо, що $AA' = x_1$; $P'P = x_2$.

Розглянувши умови рівноваги стрижня $N'P'$, запишемо систему рівнянь:

$$2kx + 2k_0x_2 = 2k_0x_1, \quad (4)$$

$$2k_0l_1x_1 = 2k_0x_2l_2, \quad (5)$$

$$2kx l_1 = 2k_0(l_2 - l_1)x_2, \quad (6)$$

$$\frac{x_2 + x}{l_2} = \frac{x_2 + x_1}{l_2 - l_1}. \quad (7)$$

Рівняння (7) одержано з геометричних міркувань.

Рівність (4) записана на підставі того, що сили F і F_2 мають бути урівноважені силою F_1 .

Формула (5) отримана, виходячи з того, що плечі сил F_1 і F_2 розраховують відносно точки N' .

У випадку рівняння (6) плечі сил F і F_2 знаходимо відносно точки A' .

Якщо розв'язати систему рівнянь (4)–(7), то одержимо:

$$\frac{k}{k_0} = \frac{(n-1)^2}{n^2+1}, \quad (8)$$

де $n = \frac{l_2}{l_1}$.

У нас

$$\frac{k}{k_0} = \frac{3}{5},$$

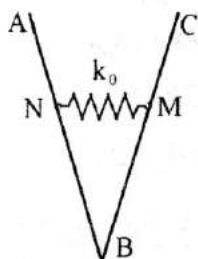
тому

$$n = \frac{5 + \sqrt{21}}{2}. \quad (9)$$

Система, яку ми розглянули, має тільки дві пружини. Вона має сенс, коли довжина стрижнів менша від половини довжини пружини.

За відповідної довжини стрижнів можна зробити систему, яка матиме потрібну жорсткість і складатиметься лише з однієї пружини.

Приклад такої системи зображено на мал. 5.



Мал. 5.

На ньому AB і CB – стрижні, які в точці B з'єднані шарнірно. В точках N і M пружина приєднана до стрижнів.

Якщо до точок A і C прикласти однакові за величиною сили, які діють у протилежних напрямках, то система перейде у деформований стан.

Вважаймо, що ці сили діють паралельно до пружини.

Тоді, розглянувши рівновагу, наприклад, стрижня BC , знаходимо, що потрібна жорсткість k системи буде досягнута, якщо

$$\frac{CB}{MB} = \sqrt{\frac{k_0}{k}} = \sqrt{\frac{5}{3}}. \quad (10)$$

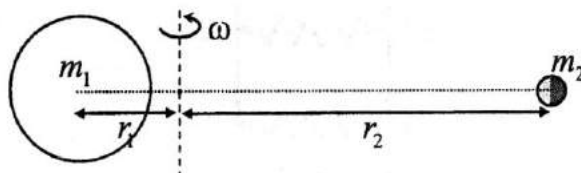
Задача 2.

Розгляньмо по черзі всі надані експериментальні дані.

По-перше, зазначмо, що рівні інтервали часу між затемненнями зорі планетою і планети зорею, як і однакова тривалість самих затемнень вказують на те, що орбіти є круговими. Про це ж свідчить і крива радіальної швидкості зорі.

З цього ж графіку можна визначити максимальну швидкість руху зорі – вона приблизно дорівнює $v_{\max} = 210$ м/с.

Очевидно, що це швидкість обертання її довкола загального із планетою центра мас, як зображено на малюнку.



Зоря і планета рухаються довкола спільного центра мас круговими орбітами з кутовою швидкістю

$$\omega = 2\pi/T,$$

де $T = 2,2$ доби $= 1,9 \cdot 10^5$ с.

Отже,

$$\begin{cases} m_1 \omega^2 r_1 = \frac{Gm_1 m_2}{(r_1 + r_2)^2}, \\ m_2 \omega^2 r_2 = \frac{Gm_1 m_2}{(r_1 + r_2)^2}, \end{cases} \quad (1)$$

тут і далі індекс 1 відповідає зорі, а індекс 2 – планеті.

Отже, якщо площина орбіти утворює кут α з напрямком на спостерігача, швидкість руху центра мас зорі буде:

$$v_1 = v_{\max} / \cos \alpha \approx v_{\max}.$$

З іншого боку,

$$v_1 = \omega r_1. \quad (2)$$

Також ми знаємо пришвидшення вільного падіння на поверхні зорі $g = 120$ м/с², яке дає ще одну формулу:

$$g_1 = \frac{Gm_1}{R_1^2}. \quad (3)$$

Відтак, ми маємо систему з чотирьох рівнянь (1), (2), (3) з п'ятьма невідомими m_1, m_2, r_1, r_2, R_1 .

Додаткову інформацію можна отримати з аналізу першого малюнка. З нього можна визначити час ΔT проходження планетою диска зорі.

Також можна порівняти величини світлових потоків у різних фазах руху планети, наприклад, якщо планета перебуває за та перед зорею.

$$\Phi_1 = \Phi_0 (1 - R_2^2 / R_1^2),$$

звідси знаходимо:

$$\frac{R_1}{R_2} \approx \sqrt{\frac{\Phi_0}{\Phi_0 - \Phi_1}} \approx 12.$$

Ми отримали, що радіус планети у 12 разів менший від радіуса зорі. Відтак, у межах спрощеної моделі (кут нахилу площини орбіти до спостерігача $\alpha \approx 0$) і без врахування можливої реєстрації Кеплером теплового випромінювання планети:

$$m_1 \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}, \quad m_2 \approx 3 \cdot 10^{27} \text{ кг},$$

$$R_1 \approx 10^9 \text{ м}, \quad R_2 \approx 8 \cdot 10^7 \text{ м},$$

$$r \approx 5 \cdot 10^9 \text{ м}, \quad r_1 \approx 6 \cdot 10^6 \text{ м}.$$

Як бачимо $r_1 \ll r$ і навіть $r_1 \ll R_1$, центр мас системи лежить всередині зорі. Зоря має масу подібну до сонячної, а планета – дещо масивніша від Юпітера.

Задача 3.

Оскільки опором повітря нехтуємо, рухатись вертикально донизу кулька зможе лише під водою.

Розгляньмо спочатку перший етап руху кульки – рух у повітрі.

Горизонтальна складова швидкості $v_x = v_0$ не змінюється, вертикальна $v_y = gt$ зростає.

Швидкість кульки до занурення у воду буде:

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 + 2gh},$$

утворюючи з горизонтом кут α , для якого

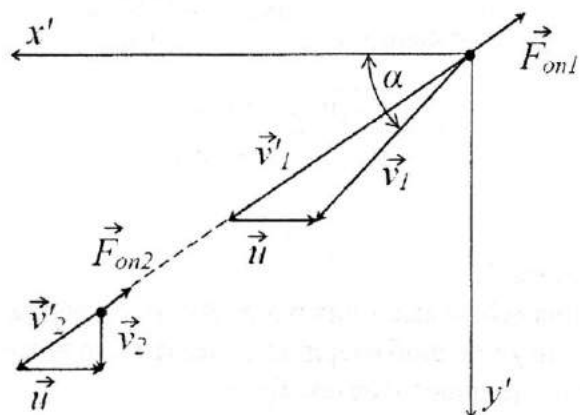
$$\cos \alpha = \frac{v_x}{v_1} = \frac{v_0}{v_1};$$

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{2gh}}{v_1}.$$

Якщо кульку занурили у воду, на неї діє крім сили тяжіння, сила Архімеда та сила опору води. Та оскільки густина кульки дорівнює густині води, сила Архімеда та сила тяжіння компенсують одна одну. Так кулька рухатиметься у воді лише під дією сили опору \vec{F}_{on} , яка в системі відліку зв'язаній з водою завжди направлена у бік протилежний до швидкості кульки \vec{v}' .

Отже, у цій системі відліку за будь-якої залежності сили опору від швидкості кульки, вона рухатиметься прямолінійно, зменшуючи швидкість доти, поки не зупиниться, або досягне дна річки.

До того ж компоненти швидкості змінюватимуться пропорційно одна до одної (див. мал.).



Тобто:

$$\frac{v_y'}{v_x'} = \text{const.}$$

У момент, якщо у системі, що зв'язана із берегом, кулька рухатиметься вертикально.

Її швидкість буде:

$$\vec{v}_2 = \vec{v}_2' + \vec{u},$$

де \vec{v}_2' – швидкість кульки відносно води; \vec{u} – швидкість води.

З малюнка видно, що

$$v_2 = v_{2y} = v_{2y}';$$

$$v_{2x}' = u;$$

$$v_{1y}' = v_{1y} = v_1 \sin \alpha;$$

$$v_{1x}' = v_{1x} + u.$$

Отже,

$$\frac{v_{1y}'}{v_{1x}'} = \frac{v_{2y}'}{v_{2x}'}$$

Звідси,

$$v_2 = \frac{v_{2x}'}{v_{1x}'} v_{1y}'$$

Або

$$v_2 = \frac{u}{v_1 \cos \alpha + u} v_1 \sin \alpha = \frac{u \sqrt{2gh}}{v_0 + u} = \frac{2\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 5}}{10 + 2} = \frac{5}{3} \left(\frac{m}{c} \right).$$

Задача 4.

Спрямуємо вісь x вправо та оберімо початок відліку так, щоб координата центра мас нижнього (першого) бруска була:

$$x_1 = 0.$$

Тоді

$$x_2 = L/a, x_3 = 2L/a, \dots, x_n = (n-1)L/a.$$

А координата центра мас “надбудови” над першим бруском (з другого по n -й брусок):

$$(x_2 + x_n)/2 = nL/2a.$$

Для рівноваги вона має бути не більшою від координати правого торця нижнього бруска, тобто

$$nL/2 \leq L/2.$$

Отже,

$$n_{\max} = a.$$

Задача 5.

Позначмо внутрішній опір кожного вольтметра через R .

Тоді загальний опір вольтметрів V_4 та V_5 становитиме:

$$R_{23} = 2R.$$

Загальний опір вольтметрів $V_3 - V_5$ становитиме:

$$R_{345} = \frac{2}{3}R.$$

Загальний опір вольтметрів $V_2 - V_5$ дорівнюватиме:

$$R_{2345} = R + \frac{2}{3}R = \frac{5}{3}R.$$

Якщо під'єднати коло до джерела напруги U_0 , сила струму через вольтметр V_2 становитиме:

$$I_2 = \frac{U_0}{R_{2345}} = \frac{3U_0}{5R},$$

а напруга на ньому:

$$U_2 = \frac{3}{5}U_0.$$

Напруга на третьому вольтметрі:

$$U_3 = U_0 - U_2 = \frac{2}{5}U_0,$$

на четвертому та п'ятому вольтметрах становитиме половину від напруги на третьому вольтметрі:

$$U_4 = U_5 = \frac{1}{5}U_0.$$

Відтак, напруги на вольтметрах $V_1 - V_5$ відносяться як $5 : 3 : 2 : 1 : 1$.

Між тим за умовою задачі їх покази відносяться як $5 : 4 : 2 : 1 : 1$.

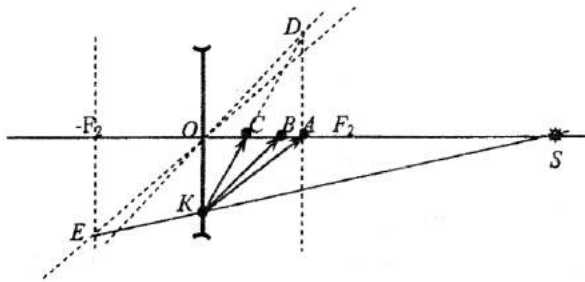
Отже, несправним є вольтметр V_2 , справжня напруга на ньому становить 3 В.

11 клас

Задача 1.

Нехай центр лінзи розташований у певній точці на лінії, яка проходить через точки A, B, C .

Загалом можливі такі розташування лінзи, джерела та його зображень (мал. 1).



Мал. 1. Утворення зображень у випадку двох розсіювальних лінз

Нехай промінь від джерела світла потрапляє у точку K першої лінзи. Після заломлення у ній промінь KA дає зображення A .

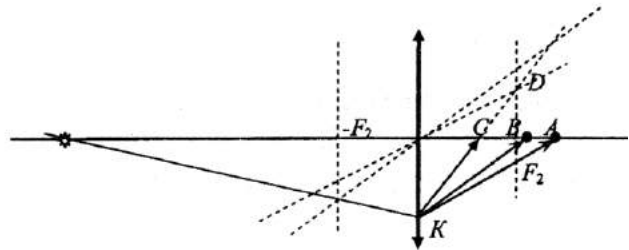
Якщо розмістити щільно з цією лінзою другу, то за умовою задачі зображення джерела буде у точці C (промінь KC).

Знайдімо побудовою фокальну площину другої лінзи.

Скористайтесь властивістю зворотності променів. Джерелом у цьому випадку буде світна точка A , а її зображенням є точка C . Перетин променя KC з побічною оптичною віссю, яка паралельна до променя AK буде у фокальній площині другої лінзи (F_2).

Проведімо симетричну фокальну площину ($-F_2$). Забирімо першу лінзу та отримаймо зображення джерела світла від другої лінзи в точці B .

Знову використаємо правило зворотності ходу променів з точки B у точку K (промінь BK). Після заломлення він перетинається з побічною оптичною віссю у цій фокальній площині у точці E . Перетин променя EK до вісі ABC дає уявне положення джерела (див. мал. 1 і 2).



Мал. 2. Випадок утворення дійсних зображень джерел світла

Задача 2.

Сила кулонівського відштовхування між зарядженими частинками компенсується силою натягу нитки і, оскільки частинки відпускають одночасно з однакової висоти, нитка упродовж руху буде горизонтальною і не вплине на синхронний рух частинок.

Отже, далі розглядатимемо рух однієї частинки.

Для зручності візуалізації припустимо, що лінії магнетної індукції напрямлені від нас перпендикулярно до площини малюнка, а частинка має додатній заряд.

Спроекуємо другий закон Ньютона

$$m\vec{a} = \vec{F}_n + m\vec{g}$$

на радіальний напрямок і скористаємось законом збереження енергії (сила Лоренца роботи не здійснює):

$$\begin{cases} m \frac{v^2}{R} = qvB - mg \cos \alpha, \\ \frac{mv^2}{2} = mgy. \end{cases}$$

Враховуючи, що $\cos \alpha = y/R$, виключаємо із системи кут і швидкість та знаходимо залежність магнетної індукції від координати:

$$B(y) = k\sqrt{y},$$

де $k = \frac{3m}{qR} \sqrt{\frac{g}{2}}$.

Якщо тепер частинку відпустити з висоти h над межею поля, її рух у магнетному полі вже не буде відбуватися по колу (у цьому можна переконатися з аналогічної системи рівнянь, припустивши, що рух все ж таки відбувається по колу іншого радіусу).

Отже, радіус кривизни траєкторії у першому рівнянні системи змінюється і тому замість цього рівняння використаємо проекцію другого закону Ньютона на горизонтальний напрямок осі абсцис, на який проекція сили тяжіння дорівнює нулеві:

$$\begin{cases} m \frac{dv_x}{dt} = qv_y B(y) = kq \frac{dy}{dt} \sqrt{y}, \\ \frac{mv^2}{2} = \frac{m(v_x^2 + v_y^2)}{2} = mg(y+h). \end{cases}$$

Перше рівняння системи після скорочення на dt легко інтегрується:

$$v_x - v_{0x} = \frac{2kq}{3m} y^{3/2},$$

де $v_{0x} = 0$ м/с – горизонтальна швидкість входу частинки у зону поля ($y = 0$).

Із другого рівняння системи (закону збереження енергії), по-перше, виходить, що максимальна швидкість буде у найнижчій точці

траєкторії, де максимального значення набуває координата y (отже, $v_y = 0$),

а, по-друге, що

$$v_y^2 = 2g(y+h) - v_x^2 = 2g(y+h) - \frac{2g}{R^2} y^3.$$

Максимальне y знайдемо, застосувавши умову $v_y = 0$ до останнього рівняння.

Якщо ввести безрозмірну координату

$$\xi = y/R$$

і врахувати

$$h = 6R,$$

отримуємо таке кубічне рівняння:

$$\xi^3 - \xi - 6 = 0.$$

Рівняння має єдиний дійсний розв'язок

$$\xi = 2.$$

Отже,

$$y = \xi R = 2R.$$

Тоді максимальна швидкість буде:

$$v_{\max} = \sqrt{2g(y+h)} = 4\sqrt{gR}.$$

Щоб переконатися, що найбільше пришвидшення буде саме у цей момент часу проходження частинкою найнижчого положення, запишімо обидві проекції другого закону Ньютона на координатні осі:

$$\begin{cases} ma_x = qv_y B(y), \\ ma_y = -qv_x B(y) + mg \end{cases}$$

і запишімо квадрат пришвидшення:

$$\begin{aligned} a^2 &= a_x^2 + a_y^2 = \\ &= \frac{q^2}{m^2} B^2(y) v^2 - 2 \frac{q}{m} v_x B(y) + g^2 = \\ &= g^2 + 3 \frac{g^2}{R^2} (y^2 + 3hy). \end{aligned}$$

Для додатних u маємо монотонно зростаючу функцію.

Підставивши

$$h = 6R, \quad y = 2R,$$

отримаємо

$$a_{\max} = 11g.$$

З проекції другого закону Ньютона на вертикальну вісь отримуємо теж саме:

$$a_y = -\frac{q}{m} v_x B(y) + g = -11g.$$

Знак “-” вказує не те, що пришвидшення спрямоване догори.

Заряджені частинки рухатимуться поряд. Після пірнання у магнетне поле винирнуть і знову злетять вертикально догори до висоти $h = 6R$ і так далі. Такі властивості земного магнетного поля – відбивати заряджені частинки, вже сотні мільйонів років служать земній біосфері. На цьому шляху лежать ідеї використання магнетів у пришвидшувачах і майбутніх термоядерних реакторах.

Задача 3.

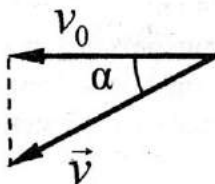
Оскільки опором повітря нехтуємо, рухатись вертикально донизу кулька буде вже під водою.

Розгляньмо спочатку перший етап руху кульки – рух у повітрі.

Горизонтальна складова швидкості

$$v_x = v_0 = 10 \text{ м/с}$$

не змінюється, вертикальна v_y (вісь ординат спрямуємо вниз) зростає.



Швидкість $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ збільшується, утворюючи з горизонтом кут α , який знаходимо із співвідношення

$$\cos \alpha = \frac{v_x}{v} = \frac{v_0}{v}.$$

Перед входженням у воду кулька набула швидкості:

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = 10\sqrt{2} \text{ м/с},$$

яку можна знайти із закону збереження енергії.

Кут з горизонтом у момент входження у воду буде

$$\alpha_1 = 45^\circ.$$

Отже, на першому етапі руху $\alpha \in [0; 45^\circ)$ графік залежності швидкості від кута задає вираз:

$$v = \frac{v_0}{\cos \alpha}. \quad (1)$$

Далі тіло влітає у воду.

Зауважмо, що за умовою задачі під водою сили тяжіння і Архімеда повністю компенсують одна одну.

Перейдімо до системи відліку “вода” (швидкість течії позначимо \vec{u}).

Відносно води швидкість кульки:

$$\vec{w} = \vec{v} - \vec{u},$$

її проекції

$$(v_x + u, v_y).$$

Очевидно, сила опору води напрямлена протилежно \vec{w} . Тому пришвидшення кульки та зміна її швидкості за будь-який час напрямлені теж протилежно \vec{w} .

Траєкторія руху кульки в системі відліку “вода” є прямолінійною.

Отже, за малий проміжок часу

$$\frac{\Delta w_x}{w_x} = \frac{\Delta w_y}{w_y}.$$

Звідси випливає, що за будь-який проміжок часу проекції w_x , w_y змінюються в однакову кількість разів:

$$v_x + u = k(v_0 + u), v_y = kv_0.$$

Тут k поступово зменшується від 1 до 0.

Якщо швидкість \vec{v} напрямлена вертикально,

$$k = \frac{u}{v_0 + u},$$

при цьому

$$v_y = \frac{uv_0}{u + v_0} = \frac{5}{3} \text{ м/с}.$$

Для побудови графіка виразимо через кут α (врахувавши, що $\text{tg } \alpha = \frac{v_y}{v_x}$) коефіцієнт k і модуль швидкості.

Підставивши числові значення швидкостей у м/с, отримаємо:

$$v = \frac{10}{6 \sin \alpha - 5 \cos \alpha}.$$

Мінімальне значення швидкості відповідає максимальному значенню виразу:

$$f(\alpha) = 6 \sin \alpha - 5 \cos \alpha,$$

яке досягається при $\alpha_0 \approx 130^\circ$. Мінімальне значення швидкості дорівнює 1,28 м/с.

Ці результати можна отримати, наприклад, дослідивши $f(\alpha)$ за допомогою похідної або перетворивши $f(\alpha)$ у форму

$$f(\alpha) = \sqrt{61} \cos(\alpha - 130^\circ).$$

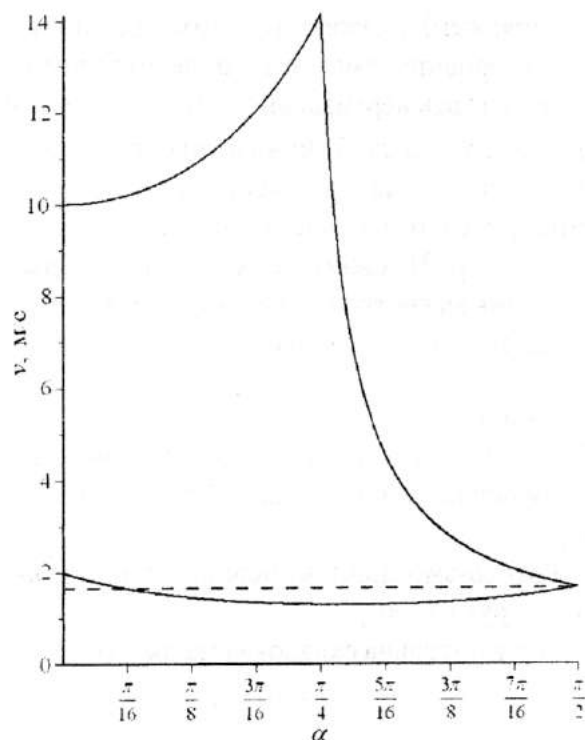
Побудуємо графік за формулою

$$v = \frac{10}{\cos \alpha} \text{ для інтервалу } \alpha \in [0; 45^\circ)$$

і за формулою

$$v = \frac{10}{6 \sin \alpha - 5 \cos \alpha} \text{ для інтервалу } (45^\circ; 180^\circ).$$

Далі праву частину другого графіка дзеркально відбиймо відносно $\alpha = 90^\circ$ (кут α на інтервалі $(90^\circ; 180^\circ)$ не може вважатися кутом між вектором швидкості та площиною горизонту).



Зазначимо, що графік $v(\alpha)$ може бути побудований, попри невідому залежність сили опору води від швидкості. Кожна точка на графіку відповідає конкретному значенню швидкості та куту, хоч ми й не можемо сказати (для руху у воді), в який саме момент часу це відбулося.



Графік має проходити за годинниковою стрілкою, починаючи зі швидкості 10 м/с.

Зазначимо також, що ми знехтували явищами, які відбувалися у процесі входу кульки у воду. І це не лише можлива негоризонтальність поверхні завдяки хвилям, а й те, що сила опору упродовж невеликого проміжку часу входження кульки у воду матиме напрямом дещо відмінний від протилежного до відносної швидкості кульки і води.

Задача 4.

Розгляньмо сферу радіуса R , всередині якої розташовані галактики. Маса такої сфери дорівнює її об'ємові, помноженому на шукану космічну густину маси ρ :

$$M = \frac{4\pi R^3 \rho}{3}. \quad (1)$$

Потенційна енергія будь-якої типової галактики на поверхні цієї сфери буде:

$$A_p = -\frac{mMG}{R} = -\frac{4\pi mR^2 \rho G}{3}, \quad (2)$$

де m – маса галактики; G – гравітаційна стала, $G = 6,67 \cdot 10^{-8} \text{ см}^3/(\text{г} \cdot \text{с}^2)$.

Швидкість цієї галактики можна визначити законом Хаббла:

$$V = HR, \quad (3)$$

де H – параметр Хаббла.

Відповідно, кінетична енергія галактики дорівнює:

$$A_k = \frac{mV^2}{2} = \frac{m(H(t))^2 (R(t))^2}{2}. \quad (4)$$

Повна енергія галактики є сумою кінетичної та потенційної енергій:

$$E = A_p + A_k = m(R(t))^2 \left(\frac{1}{2} (H(t))^2 - \frac{4}{3} \pi \rho(t) G \right). \quad (5)$$

Ця величина має залишатися сталою в процесі еволюції Всесвіту.

Якщо повна енергія E від'ємна, то галактика ніколи не зможе відлетіти на нескінченність, оскільки на дуже великих відстанях потенційна енергія стає малою, і в такому випадку повна енергія дорівнює кінетичній, яка завжди додатня.

Якщо ж повна енергія E додатня, галактика може досягнути нескінченності, маючи залишкову кінетичну енергію.

Відтак, умова того, що галактика ніколи не покине поверхню сфери, на якій знаходиться зараз, – це умова $E = 0$, що дає

$$\frac{1}{2} (H(t))^2 = \frac{4}{3} \pi \rho(t) G.$$

Отже, для того, щоб радіус Всесвіту не змінювався з часом, густина має мати значення:

$$\rho(t) = \frac{3(H(t))^2}{8\pi G}. \quad (6)$$

Враховуючи, що H дорівнює в цей момент значенню 15 км/с на мільйон світлових років, а світловий рік відповідає $9,46 \cdot 10^{12}$ кілометрів отримуємо, що в цей момент густина матерії Всесвіту має дорівнювати:

$$\rho_{\text{крит}} = \frac{3}{8\pi \cdot 6,67 \cdot 10^{-8} \text{ см}^3/(\text{г} \cdot \text{с}^2)} \times \left(\frac{15 \text{ км/с}}{10^6 \cdot 9,46 \cdot 10^{12} \text{ км}} \right)^2 = 4,5 \cdot 10^{-30} \text{ г/см}^3. \quad (7)$$

Це і є шукане сучасне значення критичної густини.

Якщо значення густини у Всесвіті є більшим від критичного, то розширення Всесвіту зміниться стисненням (радіус Всесвіту почне зменшуватись) і навпаки, якщо значення густини виявиться меншим від критичного, то це означатиме, що Всесвіт буде розширюватись вічно.

Зауважмо, що хоча цей результат отриманий із використанням принципів ньютонівської фізики, він насправді справедливий навіть тоді, коли вся матерія Всесвіту є ультра-релятивістською.

Якщо в одному грамі матерії міститься $6,02 \cdot 10^{23}$ ядерних частинок, то тоді для знайденого значення теперішньої критичної густини маємо приблизно $2,7 \cdot 10^{-6}$ ядерних частинок у 1 см^3 .

Характерний час розширення Всесвіту знаходимо, враховуючи що

$$H = \frac{1}{R} \frac{dR}{dT}, \text{ і } R \sim t^n,$$

тобто час розширення (вік Всесвіту) є обернено пропорційним до значення параметра Хаббла в цей момент часу, тобто

$$t_{\text{розши}}(t) = \frac{n}{H(t)} = n \sqrt{\frac{3}{8\pi\rho(t)G}}. \quad (8)$$

Тоді, використовуючи сучасне значення параметра Хаббла, знаходимо нинішній вік Всесвіту:

$$t_{\text{розши}} = 1,86 \cdot 10^{10} \text{ років}.$$

У момент часу, коли густина маси Всесвіту дорівнювала 3 тисячі мільйонів грам на кубічний сантиметр, вік Всесвіту тоді дорівнював (при $n = 2/3$):

$$t_{\text{розши}} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{3}{8\pi \cdot 3,8 \cdot 10^9 (\text{г/см}^3) \cdot 6,67 \cdot 10^{-8} \text{ см}^3/(\text{г} \cdot \text{с}^2)}} = 0,0147 \text{ с}$$

Задача 5.

Нехай початковий об'єм водню дорівнює V_0 .

Графік залежності тиску P водню від його об'єму V зображено на малюнку.

Для всього процесу 1–2–3 за законом збереження енергії

$$Q = \nu C_V (T_3 - T_1) + A_{1-2-3},$$

тут ν – число молей газу;

$$C_V = 5/2R;$$

T_3, T_1 – температури газу наприкінці та на початку розширення;

$$A_{1-2-3} = \frac{13}{12} P_0 V_0 \text{ – робота газу, яка дорівнює}$$

площі під графіком залежності $P(V)$.

Скориставшись рівнянням стану, знаходимо:

$$\nu RT_3 = 2P_0 V_0,$$

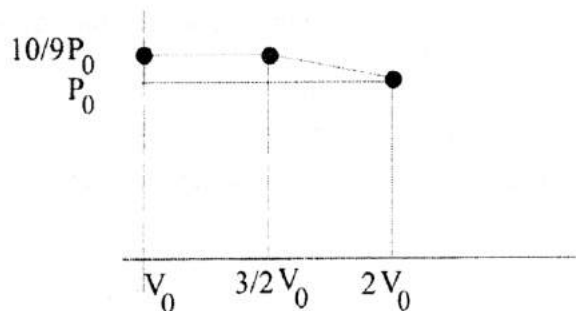
$$\nu RT_1 = \frac{10}{9} P_0 V_0.$$

З урахуванням записаних рівностей, Q дорівнює:

$$Q = \frac{119}{36} P_0 V_0,$$

звідси,

$$V_0 = \frac{39}{119} \frac{Q}{P_0} \approx 303 \text{ см}^3.$$



Зауваження.

Можна показати, що теплоту (за заданих в умові параметрах задачі) треба неперервно підводити під час усього процесу.



Дякуючи Едварду Сноудену

Святкова різдвяна їжа чекає нас, а пізніше, глянеш на кухню, – суцільний хаос – розкидані тарілки, брудні ложки, виделки та ножі не в шафі...

Проте наука знає також інший вид хаосу.

Едвард Лоренц 1960 року випадково під час гри з простим комп'ютером виявив, що дивно – він отримує зовсім інший результат під час розв'язання своїх рівнянь програмою зі швидким відгуком. Учений починав щоразу з трохи різними початковими умовами, не підозрюючи, що це матиме значний вплив на кінцеві результати.

Змінюючи початкові умови, він у кожному конкретному випадку приходив до чогось зовсім іншого, хоча рівняння були завжди однакові. Сьогодні це називають детермінованим хаосом.

“Детермінованим”, тому що його можна описати строго визначеними відповідно до певних правил рівняннями. “Хаос”, тому що щоразу отримують зовсім інший результат. Спочатку Едвард Лоренц вважав, що в нього недосконалий комп'ютер. Згодом він зрозумів, що цьому відповідає фізичне явище і, поглянувши на свою лабораторію, назвав його “хаосом”.

Сьогодні існує безліч систем, що мають такі властивості, які можна описати нелінійними рівняннями. Це явище є частиною “нелінійної динаміки складних систем”. Складно зрозуміти, однак так є. Мова йде про незрозумілу поведінку систем або подій залежно від волі випадку. Тільки згодом стало зрозуміло, що це збіг чітко визначених фізичних законів. Навіть Гете в “Фаусті” визнав, що глибина (хаос) підлягає законам.

За телефонною рекомендацією професора Зігфріда Гроссмана (Siegfried Grossmann) з Марбурга, я міг би легко змінити обертовий маят-

ник (колесо Поля з демпфером на вихрових струмах) так, що він отримає дві нульові точки. Тоді, за умови правильного вибору приводу і демпфування, він коливатиметься хаотично. Це означає, що колесо один раз відхиляється з великою амплітудою, іншого разу з невеликою, дуже нерегулярно, оскільки не знає, біля якого нуля має коливатися.

З. Гроссман разом із Стефаном Томасом (Stefan Thomas) дослідили подвоєння частоти зі зміною параметра в рівняннях. Такий процес під час наступних змін повторюється і на решті приводить систему до хаосу. Це був перший крок до фізичного розуміння хаосу.

Вони також одержали числа, за яких було наявне подвоєння частоти і починався хаос.

Американець Мітчелл Файгенбаум (Mitchell Feigenbaum) одержав їх роком пізніше, а також привів до фундаментальних величин, однією з яких, наприклад, є число π . Згодом, зважаючи на те, що вони простежуються в багатьох природних явищах, їх назвали “числами Файгенбаума”, зміцнивши американську національну свідомість.

Найкращим прикладом природної хаотичної поведінки є погода.

Навіть Гельмгольц зауважив, що припливи і відливи можна точно передбачити, та погоду ні. Ймовірно причина в тому, що тут є багато нулів, і погода може змінюватися часто й непередбачувано. Метеорологи прагнуть прогнозувати погоду, що дуже важливо, наприклад, для літаків. Але для того, щоб означити труднощі прогнозування, вони придумали термін “ефект метелика”: якщо невеликий метелик махає крильцями десь в одному місці, це може мати великий вплив і значно змінити погоду в іншому місці в інший час.

Малі причини, великий ефект.

Манфред і Ганнелоре Ахіллес,

Берлін, Німеччина,

грудень 2013 року

Переклав з німецької Ярослав Шопа



Незабутня поїздка до ЦЕРНу

Юрій Ігорович Кірик,

учитель фізики Великомоствівської школи-ліцею

Сьогодні, хіба що лінивий до пошуку всього цікавого та нового, не хотів би знати, що таке Великий Адронний Колайдер (ВАК) і для чого він потрібний людині?

Ера нанотехнологій уже принесла багато відкриттів та перспектив. Фізики продовжують дослідження...

Таємниця створення Всесвіту та його майбутнє – людину цікавило завжди, до найменших дрібниць.

Міністерство освіти і науки України (МОН) разом із Малою академією наук України (МАН) у співпраці з Міжнародним центром наукових ядерних досліджень (ЦЕРН) у м. Женеві (Швейцарія) проводять спільні навчання для викладачів та учителів фізики України з метою популяризації знань та здобутків учених у дослідженні Всесвіту.

Третя наукова школа для педагогічних працівників на базі Європейської організації ядер-



Юрій Кірик у Міжнародному центрі наукових ядерних досліджень (жовтень, 2013 р., Женева)

них досліджень проходила з 5-го до 12-го жовтня 2013 року. Вона була присвячена ве-

Упродовж багатьох років українські вчені успішно співпрацюють з науковцями Європейського центру ядерних досліджень. Була проведена велика робота, щоб Україна офіційно долучилася до країн, які вже багато років є повноцінними членами найбільшої європейської наукової організації.

3 жовтня 2013 року генеральний директор ЦЕРНу Рольф-Дітер Гойер (Rolf-Dieter Heuer) та віце-прем'єр-міністр України Костянтин Грищенко у штаб-квартирі ЦЕРНу в Женеві (Швейцарія) підписали угоду між Україною та Європейською організацією ядерних досліджень про надання Україні статусу асоційованого члена ЦЕРНу.

У межах популяризації науки для широкого загалу ЦЕРН проводить різноманітні заходи, зокрема публічні лекції, дискусії, виставки тощо. Наприклад, на найбільшій у світі книжковій виставці у Франкфурті на Майні ЦЕРН щорічно організовує великий стенд, де відомі фізики читають лекції, проводять дискусії, наочно демонструють проведені експерименти для студентів, учителів, школярів та широкого загалу.



личезній події у фізиці – відкриттю бозона Гігса, або ще як його називають “частинки Бога”. Саме її не вистачало для пояснення повної картини створення світу.

Існування цієї частинки, тобто механізм передачі маси матерії, передбачили науковці ще 50 років тому (1964) Пітер Гігс (Peter Higgs, 1929), Франсуа Енглерт (Francois Englert, 1932) та Роберт Браут (Robert Brout, 1928–2011). Саме за ці дослідження П. Гігс і Ф. Енглерт 2013 року одержали Нобелівську премію з фізики.

Психологічний аспект

Усе почалось з інтригуючого телефонного дзвінка з обласної МАН щодо нашої шкільної електронної пошти, яку я не міг прочитати, бо два дні в школі та вдома не було Інтернету. Про участь у цій поїздці в складі української делегації я так і дізнався не з електронної пошти. Далі два тижні оформляв документи на Шенгенську візу, щодня їздив до Сокаля чи Львова. Та ці два тижні клопотів вартували перебування з 5-го до 12-го жовтня 2013 року в Швейцарії, а щовечора – у Франції, адже ВАК розташований на кордоні Швейцарії та Франції, а ЦЕРН розташований за 0,5 км від кордону з Францією.

Найбільше, що відчулося з першого дня перебування – щирість, відкритість та повага до нашої праці з боку європейських учених. Цього відчуття мені вистачить на подальшу роботу, та воно й є винагородою за мою вчительську працю.

Останні десять років учні нашого ліцею, навчаючись у МАН м. Сокаля, стають призерами та переможцями різних турнірів і конкурсів. Ці десять років ми разом ще з моїм учителем фізики, батьком Ігорем Олександровичем Кіриком, показуємо дітям, що своєю працею, розумом можна здобувати перемоги на найвищих рівнях.

Тепер я розповідаю дітям, що ВАК – велика перемога науки над неуттвом. Ми сьогодні стоїмо на порозі нових відкриттів, адже швидкості, з якими рухаються частинки в колайдері, наближаються до швидкості світла.

У ЦЕРНі ми щодня слухали найкращих фізиків світу, ставили їм запитання, їхні доповіді були у вигляді презентацій та пресконференцій

Перший запис у моєму записнику зробив Мік Сторр (Mick Storr) – керівник навчальних програм ЦЕРНу.

Щорічно ЦЕРН проводить наукові школи для учителів з різних країн світу. У межах співпраці Малої академії наук України з ЦЕРНом пройшли навчання вже майже 80 українських педагогів.

На думку генерального директора ЦЕРНу Рольфа-Дітера Гойера, українські наукові школи для вчителів і обдарованих школярів, організовані Малою академією наук України, також зробили свій внесок у підписання урядової угоди про асоціацію України з Європейською організацією ядерних досліджень.

Цього року, крім традиційної програми наукової школи, відбулася запланована заздалегідь зустріч керівництва МАН України з генеральним директором ЦЕРНу Рольфом-Дітером Гойером, де учасники обговорили подальший розвиток і поглиблення співпраці. Він підкреслив велику роботу з популяризації науки в Україні, а також підтримав ініціативу Малої академії наук провести в Україні 2014 року міжнародну конференцію з методів залучення школярів до наукових знань під егідою ЦЕРНу. (ред.)



Юрій Кірик під час зустрічі з Міком Сторрі

Державний аспект

Уже у Швейцарії ми дізналися, що Україна 3 жовтня 2013 року ратифікувала асоційованість із ЦЕРНом. Нині з ЦЕРНом співпрацюють 40 країн, 20 з них – повноправні учасники проекту.

У Харкові та Києві вирощують кристали, які допомагають ідентифікувати частинки в детекторах: ALICE, ATLAS, CMS. Характеристики цих детекторів вражають: довжина – від 21 до 46 м; висота: від 15 до 25 м; маса: від 7000 до 12500 тонн.

Фізика

Довжина кільця ВАК становить 26659 м. Температура рідкого надплинного гелію для охолодження магнетів та створення надпровідності 1,9 К. Енергія протона 7 ТеВ. Маса знайденої частинки Гітса 124 ГеВ. Сьогодні вчені кажуть про масу, а розуміють енергію, як казав А. Айнштайн.

Для порівняння, енергія руху молекул 0,03 еВ, протонів 2 еВ, ядерних реакцій порядку 1 МеВ, структура протона – 1 ГеВ, структура кварків – 10^{12} еВ = 1 ТеВ.

Сьогодні частинки мають таку ж енергію, як за 10^{-10} с після “Великого Вибуху”: теорії виникнення Всесвіту зі сингулярної точки. Планують на 2015 рік – 10^5 ТеВ. Це дасть змогу

наблизитись до часу 10^{-34} с після “Великого Вибуху”. Температура анігіляції протон-антипротонного вибуху буде 10^{25} К. Температура цієї кварк-глюонної плазми під час винаходу бозона Гітса буде 10^{16} К, а час – 10^{-10} с після Великого Вибуху.

Застосування і завдання колайдера

1. Учені намагаються знайти елементарну частинку гравітаційного поля – гравітони.

2. На черзі побудова прямого колайдера завдовжки 80 км і енергією 10^2 ТеВ.

3. Поширення ідей ГРІД – всесвітньої об’єднаної мережі INTERNET.

Нині в ЦЕРНі вже не актуальним є пошук інформації на сайтах. Сьогодні інформація, яку одержують дослідники, миттєво потрапляє до ЦЕРНу і там її опрацьовують комп’ютери.

4. Перевірка теорії Гокінга про розвиток та смерть Чорних дір за час, який більший від одного Гугола (Гугол = 10^{100}).

Ця теорія говорить про те, що чорна матерія себе знищує перетворенням захоплених протонів на фотони, тобто кванти випромінювання. Протони утворились після Великого Вибуху. Якщо вони зникнуть – зникне матерія.

Працюючи з учнями над науковими роботами в МАН, в мене з’явилась цікава ідея перевірити теорію Великого Вибуху, про яку розповів Мік Сторрі.

Ми, фізики, знаємо про пам’ять кристалів, пам’ять води. Ми знаємо структуру комет, ядра яких є з льоду, тобто з води, а, отже, й з протонів, які “бачили” Великий Вибух. Якщо в цього льоду є певна правильна структура, то нам залишається потримати воду під час нових вибухів у ВАК, заморозити її та порівняти структури льоду з комет і від Вибуху. А якщо вона ідентична...

Я чекаю відповіді від теоретиків.

5. Продовження створення міжнародних медичних центрів 3-D томографії разом із мініколайдерами для лікування ракових пухлин напрямленим пучком “антиматерії”.

Фізичний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка (1953–2013) / [І. Вакарчук, П. Якібчук, О. Миколайчук, О. Попель]. – Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2013. – 586 с.

Висвітлено розвиток фізичної науки та підготовку фахівців фізиків у Львівському університеті до відкриття фізичного факультету 1953 р. Наведено короткі відомості про фізичний факультет, астрономічну обсерваторію, кафедри, лабораторії та наукові підрозділи, проаналізовано наукові здобутки з фізики та навчальний процес, його кадрове, навчально-методичне забезпечення, перелік кандидатських і докторських дисертацій, захищених аспірантами, співшукачами і працівниками університету, списки випускників факультету (1953-2013).



РЕЗОНАНСИ

Асоціації та афоризми

з колекції
проф. Ярослава Довгого



1. **Свобода й істина**))))))) ■
Хто не любить свободи й істини, може стати людиною могутньою, але великою ніколи не буде.
Вольтер
2. **Із наукового фольклору**))))))) ■
Одного разу Ампер, виходячи з дому, залишив на дверях записку:
“Пана Ампера нема вдома, приходьте сьогодні ввечері”.
Повернувшись, він, побачивши записку, знову пішов геть, щоб прийти аж увечері.
3. **Оптимальний розв’язок**))))))) ■
Коли талановитий лінивцеві береться за складну задачу, він знайде найлегший шлях.
4. **Категоричність поета**))))))) ■
Ученість, добром не підкута, –
То лжа єсть прелюта.
Іван Драч
5. **Тайна причаровує**))))))) ■
Найпрекраснішим враженням є відчуття тайни. Вона є джерелом справжнього мистецтва і науки.
Альберт Айнштайн
6. **Теорія поля**))))))) ■
– Що за книжку ти читаєш?
– “Теорія поля”.
– Зрозуміло. Готуєшся до іспиту з агрономії...
7. **Лекторська майстерність**))))))) ■
Лекторська майстерність – це одночасно наука, мистецтво і гра.
Наука – тому, що потрібні спеціальні знання і досвід. Мистецтво – тому, що потрібна фантазія і відчуття гармонії. Гра – тому, що це справа цікава і навіть азартна...
8. **Гроші на вітер**))))))) ■
Проект спорудження вітрової електростанції був названий “Гроші на вітер”.
9. **Реалістичне мистецтво**))))))) ■
Студент художнього інституту влітку, будучи на вакаціях, намалював на стіні сільської крамниці бочку з пивом. Та так намалював, що вишикувалася черга за пивом...
10. **Повчання нашого філософа**))))))) ■
Лише той Учитель, хто живе так, як навчає.
Григорій Сковорода



Пам'ятники Данилу Галицькому
в м. Володимирі-Волинському
та Юрію Дрогобичу
(Котермаку) в м. Дрогобичі



Теодозія Бриж
(1929–1999)



Надмогильні пам'ятники Соломії Крушельницькій,
Олексі Шатківському та Богдану-Ігорю Антоничу

Теодозія Бриж – видатна українська скульпторка.

Народилася Теодозія Бриж у селі Бережниця на Поліссі 1929 року. Її батько був активістом «Просвіти». У роки Другої світової війни вступив до лав УПА, за що згодом потрапив до Сибіру. Юній Теодозії з матір'ю дивом вдалося вижити у вирі війни та повоєнних репресій. Далі вона навчалася у Сарненській середній школі. Отримавши атестат зрілості, студіювала у Львівському інституті прикладного та декоративного мистецтва.

Теодозія Бриж створила понад двісті скульптур. Двадцять сім реалізовано в натурі. Це – пам'ятники, надгробки, меморіальні дошки, декоративно-паркові скульптури. Чимало мистецьких проєктів Теодозія Бриж здійснила разом зі своїм чоловіком Євгеном Безніском – монументалістом і графіком зі Львова. Подружжя пара оформила меморіальний цвинтар Січових Стрільців на горі Маківці, меморіальну каплицю жертвам НКВС у Золочівському замку.

Теодозія Бриж – автор пам'ятників Данилові Галицькому у Володимирі-Волинському, Тарасові Шевченку у селі Бережниця, Ярославові Мудрому у Богуславі, Юрію Дрогобичу у Дрогобичі, скульптур у парку с. Колодяжне.

Окремої уваги заслуговує серія образів драми-феєрії Лесі Українки «Лісова пісня».

Скульптурам Теодозії Бриж притаманні пластика, витонченість та легкість. Вона одна з перших в Україні стала представником сучасного світового мистецтва у 1960-х роках. Її творчість яскравою сторінкою увійшла в історію української культури.

Теодозія Бриж померла 4 липня 1999 року, похована на Личаківському цвинтарі.

У її майстерні у Львові створено музей.