

С В І Т

ФІЗИКИ

№1
2006

науково-популярний журнал

НОВА НАУКОВА ПАРАДИГМА

*Досвід – це школа, в якій
уроки коштують дорого,
але це єдина школа,
в якій можна вчитися.*

Бенджамін Франклін

ВІДЗНАКА „ЗА ПОПУЛЯРИЗАЦІЮ ФІЗИКИ В УКРАЇНІ”

СП „СВРОСВІТ” і журнал „Світ фізики” заснували щорічну відзнаку
„За популяризацію фізики в Україні”.

Щорічно цю відзнаку одержуватимуть науковці, викладачі вищих навчальних закладів, учителі та всі, хто популяризуватиме фізику в Україні.

Відзнаку „За популяризацію фізики в Україні” 2005 року отримали:

Олег Орлянський за внесок у розвиток фізики, за роботу з обдарованою молоддю.

Юрій Пасіхов за нові методики викладання фізики, активну участь в олімпіадному русі.

Олег Орлянський народився 24 липня 1964 року в м. Дніпродзержинську Дніпропетровської обл. Він 1981 року вступив на фізичний факультет Дніпропетровського державного університету, який закінчив з відзнакою.

У 1986–1987 роках працював інженером на кафедрі електрофізики Дніпропетровського державного університету, у 1987–1989 роках служив в армії, далі повернувся на роботу до цього ж університету. З листопада 1989 року – аспірант кафедри теоретичної фізики Дніпропетровського державного університету, до жовтня 1995 року – асистент, із 1995 до 2005 року – доцент, із липня 2005 року й досі – виконуючий обов’язки завідувача кафедри теоретичної фізики. О. Орлянський багато працює з обдарованими школярами, викладає в Дніпропетровському обласному ліцеї-інтернаті фізико-математичного профілю, ліцеї Самара (м. Новомосковськ).

О. Орлянський 5 липня 1994 року захистив кандидатську дисертацію “Точні сферично симетричні розв’язки рівнянь Ейнштейна для ідеальної рідини” і здобув ступінь кандидата фізико-математичних наук. Коло наукових інтересів – загальна теорія відносності, космологія, методика викладання фізики.

Він член журі та автор задач VI і VII Соросівських олімпіад, член журі Всеукраїнської олімпіади з фізики, Всеукраїнських турнірів юних фізиків і студентських турнірів з фізики. Заступник голови журі обласної олімпіади з фізики, член журі обласного відділення МАН, укладач завдань 2-го етапу олімпіади з фізики у Дніпропетровській області, Відмінник освіти України, нагороджений грамотами Міністерства освіти і науки України. Має чимало наукових публікацій, науково-популярних статей і книжок. Автор багатьох задач з фізики обласних і Всеукраїнських олімпіад, турнірів юних фізиків.



Юрій Пасіхов народився 28 квітня 1956 року. Він учитель фізики та інформатики фізико-математичної гімназії № 17 м. Вінниці. На педагогічній ниві працює понад 25 років. Багато уваги приділяє впровадженню у викладання фізики нових методик і технологій.

Він учитель-методист, заслужений учитель України, нагороджений багатьма грамотами та відзнаками, медаллю Сухомлинського.

Ю. Пасіхов – член журі Всеукраїнської олімпіади з фізики, член журі Всеукраїнської олімпіади з інформатики, член методичної комісії з проведення навчально-відбіркових зборів команди України з інформатики, керівник “Віртуального центру проведення олімпіад школярів у мережі Інтернет”. Має наукові публікації, науково-популярні статті та книжки.

СВІТ ФІЗИКИ

науково-популярний журнал

1(33)'2006

Журнал "СВІТ ФІЗИКИ",
заснований 1996 року,
реєстраційне свідоцтво № КВ 3180
від 06.11.1997 р.
Виходить 4 рази на рік

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

Головний редактор
Іван Вакарчук

заступники гол. редактора:
Олександр Гальчинський
Галина Шопа

Редакційна колегія:

Олекса Біланюк
Михайло Бродин
Петро Голод
Семен Гончаренко
Ярослав Довгий
Іван Климишин
Юрій Ключковський
Богдан Лукіянець
Юрій Ранюк
Ярослав Яцків

Художник **Володимир Гавло**
Літературний редактор
Мирослава Прихода
Комп'ютерне макетування та друк
СП "Євросвіт", наклад 1000 прим.

Адреса редакції:

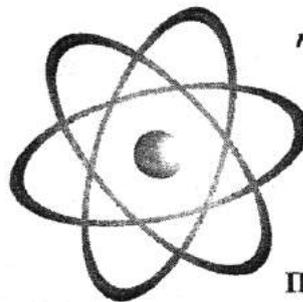
редакція журналу "Світ фізики"
вул. Саксаганського, 1,
м. Львів 79005, Україна
тел. у Львові 380 (0322) 96 46 73
у Києві 380 (044) 416 60 68
phworld@franko.lviv.ua; sf@ktf.franko.lviv.ua
www.franko.lviv.ua/publish/phworld

На початку ХХІ сторіччя перед європейською наукою постало дуже багато проблем: недостатні видатки на наукові дослідження, міграція учених до США, спад зацікавлення молоді наукою тощо. *"Європа мусить діяти швидко, якщо не хоче опинитися на задвірках світової науки, перетворившись у музей науки, що прославляє своє славне минуле"*, – зазначив професор Карл Сундберг.

Сьогодні європейська наука як ніколи потребує відкритого і продуктивного діалогу науковців з громадськістю, оскільки вона не може розвиватися без підтримки суспільства.

У серпні 2004 року в Стокгольмі проходив перший Європейський форум науки. Це – публічні лекції в університетах, показ науково-популярних фільмів, вистави в театрах і школах, відкриття наукових кафе. Ці заходи провела громадська організація "Євросайєнс", яку заснували декілька європейських наукових фондів 1997 року. Мета організації – створити єдиний науковий і технологічний простір в Європі, зміцнити зв'язки між наукою і суспільством та сформуванати наукову політику в європейських країнах. "Євросайєнс" – це аналог американської асоціації підтримки науки AAAS (American Association for Advancement Science), яку було створено понад 150 років тому. Сьогодні вона налічує 262 наукових інституцій та сотні тисяч членів. "Євросайєнс" робить перші кроки. Нині її членами є півтора тисяч осіб із 40 країн. Європейські форуми науки планують проводити щодва роки. Наступний форум відбудеться у Мюнхені з 15 до 19 липня 2006 року.

Звертаємось до науковців разом із журналом "Світ фізики" долучитись до популяризації науки серед громадськості в Україні.



*Не забудьте
передплатити журнал
„Світ фізики”*

**Передплатний індекс
22577**

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

© СП „Євросвіт”

ЗМІСТ

1. Нові й маловідомі явища фізики

Опанасюк Анатолій. Фізичні картини світу 3

2. Фізики України

А. Г. Наумовець – організатор науки 14

3. Фізики світу

Шона Галина. Бенджамін Франклін – видатний учений і громадський діяч Америки 21

4. Олімпіади, турніри...

Орлянський Олег. Другий етап XLIII Всеукраїнської олімпіади з фізики Дніпропетровської області
Умови задач III (обласного) етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики (Львів, 2006) 27

5. Нобелівські лавреати

Гальчинський Олександр. Надточне вимірювання частоти – шлях до нових відкриттів 32

6. Олімпіади, турніри...

Лесівців Віталій. Розв'язки задач III (обласного) етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики. 8–9 кл. (Львів, 2006) 35

7. В допомогу вчителю

Златев Георгій. Лабораторні роботи з фізики. 9-й клас 38

8. Інформація

Найкрасивіші експерименти у фізиці 41

9. Реальність і фантастика

Зиков Сергій. Сонячне затемнення очами аматора 45





Сучасна фізика та утвердження нової наукової парадигми

Чи закінчилася у ХХ сторіччі глобальна наукова революція в природознавстві, передусім у фізиці? Яка ж наукова картина світу на початку ХХІ сторіччі?

Ці кардинальні питання цілком закономірні в осмисленні прикмет новітньої фізики (хоча б з нагоди “Року фізики”).

Як свідчить історія науки, становлення наукової картини світу або наукової парадигми ґрунтується переважно на досягненнях фізики як найзагальнішої науки про природу. Так формувалися *механістична*, відтак *електромагнетна* і *квантово-релятивістська* картини світу.

Здійснені наприкінці ХХ – початку ХХІ сторіччя відкриття в природознавстві та їх витлумачення на основі нових концептуальних засад привели до ситуації, коли можемо вести мову про утвердження нової наукової парадигми – *синергетичної*.

Оскільки в програмах та посібниках з базових фізичних дисциплін ці нові концепції досі не набули належного висвітлення, я рекомендував би нашому журналові якось заповнити цю прогалину. Маю на увазі авторську передмову до книжки Анатолія Опанасюка “Сучасна фізична картина світу: мікро-, макро- та мегасвіти”, яка вийшла друком 2005 року у видавництві Сумського державного університету.

проф. Ярослав Довгий

Фізичні картини світу

Анатолій Опанасюк,
доцент Сумського державного університету

Визначення ролі та місця науки в системі культури людства стало предметом багатьох досліджень філософів і науковців. У більшості з них історія науки, і фізики зокрема, описана переважно як лінійний розвиток із поступовим накопиченням знань про довколишній світ, кульмінацією якого є нинішній стан справ. Проте сучасне бачення цієї проблеми, яке склалося значною мірою завдяки праці Томаса Куна “Структура наукових революцій”, суттєво відрізняється від того, що існувало до середини ХХ сторіччя [1]. Докладний аналіз наукової історії показав, що уявлення про прямолінійний розвиток науки надзвичайно спотворені романтизованою картиною реального ходу подій.

Історія науки жодною мірою не є поступовим накопиченням відомостей про природу з форму-

ванням дедалі загальніших наукових теорій. Натомість у розвитку науки виразно спостерігається циклічність із специфічними стадіями і характерною динамікою. Процес цей закономірний, і зміни, що відбуваються, можна зрозуміти, навіть передбачати, використавши центральну у вченні Куна методологічну концепцію *парадигми* [1–3].

Буквальний зміст цього слова – зразок. За словами Куна, парадигму творять “...визнані усіма науковці досягнення, які упродовж певного часу дають науковому співтовариству модель постановки проблем та їх вирішення”. Отже, у широкому значенні парадигма може бути визначеною як набір переконань, цінностей і методик, що сприймають члени цього наукового співтовариства на відповідному етапі розвитку науки та формують характер їх світобачення. Деякі з парадигм



мають філософську природу, вони загальні й всеосяжні, інші керують науковим мисленням у досить специфічних, обмежених сферах досліджень. Зміст основних парадигм відображено в підручниках, працях науковців, його викладають студентам, а основні ідеї проникають і в масову свідомість.

Парадигма має таку саму вагу для науки, як спостереження та експеримент; прихильність до деяких визначених парадигм є передумовою будь-якої вагомої наукової праці. Наука не в змозі розглядати конкретне природне явище в усій різноманітності зв'язків, не може провести всі потрібні експерименти для повного його вивчення. Вченому чи інженерові завжди доводиться зводити ту чи ту проблему до деякого інформаційного обсягу, і його вибір завше визначається провідною парадигмою конкретного часу. Отже, науковець неодмінно вносить у свою сферу досліджень певну систему переконань, які є загально визначеними. Займатися наукою загалом неможливо без вибору апріорних переконань, фундаментальних положень і відповідей на запитання про природу реальності та людського знання. Але завжди слід чітко пам'ятати про відносну природу будь-якої парадигми, якою б прогресивною вона не була і як би переконливо не була сформульована.

До парадигм в історії науки відносять Аристотелівську динаміку, Птолемеєву астрономію, Ньютонівську механіку тощо, які визначали уявлення людства про довколишній світ упродовж тривалого часу.

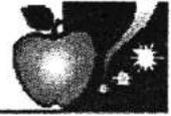
Процес розвитку наукового знання всередині (у межах парадигми) одержав назву "нормальної науки", зміна ж парадигми є не чим іншим, як *науковою революцією* [2–3]. Отже, розвиток науки відбувається у специфічному ритмі, коли тривалі періоди накопичення знань, всеосяжного панування однієї парадигми змінюються епохами світоглядних трансформацій, революціями в опануванні законів Всесвіту. Відповідно в ці періоди відбувається докорінний перегляд панівної парадигми. "Нормальна" наука переходить в екстраординарну. Наочний історичний приклад такого процесу – заміна класичної (ньютонівської) фізики на квантово-релятивістську на початку ХХ сторіччя.

Отже, весь процес розвитку науки є почерговою зміною парадигм. Переважно це відбувається під впливом нових дослідних фактів, які не укладаються в стару парадигму. В період розквіту останньої окремі факти, що суперечать їй, зазвичай, не беруться до уваги, їх ігнорують. Проте з часом кількість таких фактів-аномалій та їх значущість зростає. Врешті-решт це призводить до кризової ситуації в науці, яка розв'язується шляхом наукової революції. У результаті набуває прав нова парадигма та формуються змінені узагальнені уявлення про довколишній світ, створюється оновлена картина світу. Нова парадигма за деякий час досягає розквіту, протягом якогось періоду скеровує дослідницьку діяльність, відтак знову настає кризова ситуація, і весь цикл повторюється.

ТВОРЦІ НОВОЇ НАУКОВОЇ ПАРАДИГМИ



*Нобелівський лауреат з фізики 1979 року
Шелдон Лі Глешоу (Sheldon Lee Glashow)
(05.12.1932 р. н.) "за внесок у загальну теорію
слабких та електромагнетних взаємодій
між елементарними частинками,
зокрема за передбачення слабких
нейтральних струмів"*



Виникнувши, нова парадигма згодом має щораз більше і більше своїх прихильників. Коли парадигму приймає більшість наукової спільноти, вона стає обов'язковою точкою зору. Визнана науковою спільнотою, парадигма на тривалий час визначає коло проблем, що привертать увагу вчених, і є немовби офіційним підтвердженням справжньої "науковості" їхньої праці. У результаті основною метою традиційної науки стають спроби "втиснути" природу в чинну парадигму. На цьому етапі є небезпека помилково побачити в ній точний опис реальності, а не допоміжну карту, зручне наближення і модель для організації уявлень про природу. Таке змішування карти з територією досить характерне для історії науки. У результаті дуже часто обмежені знання про довколишній світ, що існували впродовж тривалих історичних періодів, ставали для наукових діячів тих часів вичерпною картиною реальності, в якій не вистачає лише окремих деталей.

Перехід від однієї наукової парадигми до іншої можна порівняти з оберненням людей у нову релігійну віру: світ звичних об'єктів, завдяки рішучому переглядові вихідних пояснювальних принципів, постає в абсолютно новому світлі. Аналогія з новооберненням потрібна передусім для того, щоб наголосити, що історично майже миттєвий акт зміни парадигм не може тлумачитися суворо раціонально. Твердо встановлених фактів, звичайно, змінити не можна – на те вони й факти! Але в науці важать не лише факти, а й їхня інтерпрета-

ція, пояснення. Сам собою факт, який не входить до якоїсь пояснювальної схеми, науці байдужий. Тільки разом з тією чи тією інтерпретацією він набуває змісту, стає "хлібом науки". Учений, що прийняв нову парадигму, схожий на людину, яка одягла нові окуляри: той же світ, що й учора, вона бачить зовсім під іншим, новим кутом зору, наче споглядає його наново.

Утвердження нової парадигми завжди здійснюється в умовах сильної протидії прихильників старої парадигми. До того ж новаторських підходів може виявитися відразу декілька. Тому вибір принципів, що створять майбутню успішну парадигму, здійснюють вчені не стільки на підставі логіки або під тиском емпіричних фактів, скільки в результаті раптового "освянення", "прояснення", ірраціонального акту віри в те, що світ влаштований саме так, а не інакше. Оскільки в ході революції парадигма виникає відразу в своїй закінченій і досконалій формі, вона не потребує скільки-небудь істотного допрацювання, у подальшому відбувається лише уточнення понять, вдосконалення техніки експерименту тощо.

Парадигма – дуже стійке утворення, тому зміна її можлива лише унаслідок зміни покоління вчених – усі прихильники старої парадигми мають відійти від наукової діяльності й поступитися місцем молодим. Тільки тоді нова парадигма остаточно замінить панівну. Між носіями старої і нової парадигми неминуче виникає проблема спілкування. Ці люди оперують різними базовими пос-

ТВОРЦІ НОВОЇ НАУКОВОЇ ПАРАДИГМИ

*Нобелівський лауреат з фізики 1979 року
Абдус Салам (Abdus Salam) (29.01.1926–21.11.1996)
"за внесок у загальну теорію
слабких та електромагнетних взаємодій
між елементарними частинками,
зокрема за передбачення слабких
нейтральних струмів"*





тулатами про природу реальності, і відповідно їхні дискусії переважно зводяться до розмови глухого з німим.

Історія людства знає дві глобальні наукові революції: у XVI–XVII сторіччі та науково-технічну революцію XX сторіччя, які привели до кардинальної зміни уявлень про фундаментальні основи світобудови і відповідно до зміни парадигми. Наукова революція XVI–XVII сторіччя була революційним стрибком насамперед у науках, що вивчають механічну форму руху матерії. В результаті відбулося становлення класичного природознавства, яке створило так звану *механістичну картину світу*.

Оскільки фізика була і є сьогодні найрозвиненішою і систематизованою природничою наукою, наукові картини світу завжди значною мірою ґрунтувалися і надалі ґрунтуватися саме на її досягненнях, а розвиток самої фізики безпосередньо пов'язаний з утвердженням фізичних картин світу, що змінюють одна одну.

Фізична картина світу в найширшому значенні – це особливий самостійний вид знань – найзагальніше теоретичне знання у фізиці (система понять, принципів і гіпотез), що є основою для побудови наукових теорій. Фізична картина світу, з одного боку, збагачує всі раніше здобуті знання про природу, з іншого, вводить у фізику нові філософські ідеї та зумовлені ними поняття, принципи і гіпотези, яких до цього не було і які докорінно змінюють основи фізичного теоретичного знання: старі фізичні поняття і принципи “відки-

даються”, нові виникають, відповідно картина світу змінюється [3].

Становлення механістичної картини світу пов'язують з іменами Галілея, Кеплера й особливо Ньютона. Її формування тривало декілька сторіч і закінчилося лише в середині XIX сторіччя [6].

Основу цієї картини світу становить *ідея атомізму*, за якою всі тіла складаються з неподільних першоелементів-атомів, що перебувають у неперервному тепловому русі. Саме вони є “цеглинами” світобудови. Взаємодіючи один з одним, атоми утворюють молекули і врешті-решт всю матерію Всесвіту. При цьому взаємодія будь-яких тіл відбувається і за їхнього безпосереднього контакту, і на відстані (тяжіння). Розв'язуючи проблему взаємодії тіл на відстані, Ньютон запропонував *принцип далекодії*. За цим принципом взаємодія між тілами відбувається *миттєво*, незалежно від відстані. Причини ж самої взаємодії у цій картині світу нез'ясовані. Ще одним першоелементом буття в цій картині світу став всепроникний *ефір*, який заповнює весь простір і є середовищем, у якому поширюється світло.

Концепція далекодії тісно пов'язана з розумінням простору і часу як особливих середовищ, що вміщують тіла, які взаємодіють між собою. Ньютон запропонував концепцію *абсолютного простору і часу*. Простір уявлявся йому великою “чорною скринькою”, у якій перебувають всі тіла в світі, до того ж якби навіть вся речовина Всесвіту раптом зникла, простір все одно б залишився незмінним. Аналогічно, в образі річки, що тече, уяв-

ТВОРЦІ НОВОЇ НАУКОВОЇ ПАРАДИГМИ



Нобелівський лауреат з фізики 1979 року
Стівен Вайнберг (Steven Weinberg)
(03.05.1933 р. н.) “за внесок у загальну теорію
слабких та електромагнетних взаємодій
між елементарними частинками,
зокрема за передбачення слабких
нейтральних струмів”



ляється час, який існує абсолютно незалежно від простору та матерії [4–6].

Світ у механістичній картині був побудований на єдиному фундаменті – на законах механіки Ньютона. Всі перетворення та явища природи на рівні мікроявищ зводилися у ній до механіки атомів і молекул – їхніх переміщень, зіткнень, зчеплень, роз'єднань. У світі Ньютона всі *процеси оборотні* і протікають без розсіювання енергії. Тут панують *лінійні закони*: наслідок завжди пропорційний причині, що його зумовлює, а властивості цілого завжди є сумою властивостей складників (принцип суперпозиції). Математичною основою механістичної парадигми стали лінійні диференціальні рівняння.

Механістична картина світу виходила з уявлень, що мікросвіт аналогічний макросвітові. Вважали також, що і нежива, і жива матерія “сконструйовані” з одних і тих самих “механічних деталей”, що розрізняються тільки розмірами. Отже, механістичний світогляд бачив у малому те саме, що й у великому, лише в менших розмірах. Це творило уявлення про світ, схожий на вставлених одна в одну матрьошок.

У механістичній картині був відсутній розвиток, тобто світ вважали незмінним. Всі причинно-наслідкові зв'язки в такому світі однозначні, тут панує *детермінізм*, за яким, якщо відомі початкові умови системи, то можна точно передбачити її майбутнє. В результаті світ функціонує як точно відлагоджений годинниковий механізм: величезний космічний механізм, що підпорядкований

законам класичної механіки, які й керують рухом усього Всесвіту загалом. Життя і розум у цій картині світу не мають ніякої якісної специфіки. Відповідно така дійсність не несе в собі потреби виникнення людини і свідомості. Людина в цьому світі – помилка, випадковий продукт зоряної еволюції [2–6].

Електромагнетна картина світу почала формуватися в другій половині XIX сторіччя на основі досліджень в галузі електромагнетизму. Загалом вона була закінчена впродовж трьох десятиріч. Головну роль у становленні цієї картини відіграли дослідження Фарадея і Максвелла, які ввели в науку поняття *фізичного поля*. На зміну механістичній моделі ефіру прийшла електромагнетна модель: електричне і магнетне поля трактували спочатку як різні “стани” ефіру, згодом потреба в ефірі зовсім відпала. З'явилося розуміння того, що єдине *електромагнетне поле* саме є певним видом матерії і для його поширення не потрібне якесь особливе середовище-ефір. Тоді були розвинуті нові філософські погляди на матерію, простір, час і сили, які багато в чому змінювали колишню механістичну картину світу.

У результаті зміни уявлень про основи світобудови була створена нова картина світу. Матерія в цій картині існує в двох формах – *речовини* і *поля*, між якими є непрохідна грань: речовина не перетворюється на поле і навпаки. Відомі два види поля: електромагнетне і гравітаційне. Як результат, у природі існують два види фундаментальних взаємодій. Поле, на відміну від речовини,

ТВОРЦІ НОВОЇ НАУКОВОЇ ПАРАДИГМИ

*Нобелівський лавреат з фізики 1980 року
Джеймс Ватсон Кронін (James Watson Cronin)
(29.09.1931 р. н.) “за відкриття порушень
фундаментальних принципів симетрії
під час розпаду нейтральних K-мезонів”*





яка є дискретною, безперервна субстанція, що може передавати взаємодію зі швидкістю світла. Відповідно ньютонівський принцип далекодії в новій концепції замінювався принципом близькодії, де сили передаються від точки до точки з цією обмеженою швидкістю. Електромагнетна взаємодія пояснює не лише електричні й магнетні явища, а й інші – оптичні, хемічні, теплові. В результаті майже все в природі зводиться до електромагнетизму. Поза сферою панування електромагнетизму виявляється лише тяжіння. Водночас у новій картині світу незмінними є уявлення про абсолютний простір і час та лінійність явищ, що відбуваються у Всесвіті.

Як елементарні “цеглини”, з яких складається вся матерія, в новій картині світу розглядаються три частинки: *електрон, протон і фотон*. Елементарними “цеглинами” речовини є електрони і протони. Фотони – кванти електромагнетного поля. Оскільки електрон і протон – стабільні частинки, атоми та їхні ядра теж стабільні. Це забезпечує стабільність і незмінність Всесвіту загалом. Водночас у фізику вперше вводять поняття *випадковості* та *ентропії*.

В електромагнетній картині світу не змінювалися також уявлення про місце і роль людини та життя у Всесвіті. Вони є “сторонніми” тілами в бездоганно побудованому світі. Їх виникнення, як і раніше, вважали лише примхою природи. У науці панувала *ньютонівсько-картезіанська парадигма подвійної реальності*, за якою світ

існує незалежно від людини. Відповідно матеріальний світ можна описати об’єктивно, не долучаючи до цього опису людини-спостерігача. Картина світу, яку побудували фізики в XIX сторіччі, на перший погляд, мала вигляд повністю закінченої і майже бездоганної.

Механістичну та електромагнетну картини світу, зазвичай, об’єднують поняттям *класичне природознавство*.

Особливе місце в розвитку науки займає період від кінця XIX сторіччя до початку XX, який закінчує період панування *класичної фізики*. У відносно короткий період (1895–1905) було зроблено відкриття, які засвідчили, що ні про яку побудову закінченої картини світу не може бути й мови. Ці відкриття не тільки суперечили чинним концепціям, а й спростовували багато “старих принципів”, які здавалися незаперечними. Створилося враження, що руйнуються фундаментальні закони природи. Почали ставитися під сумнів головні принципи фізики: закон збереження енергії, друге начало термодинаміки та ін. Цей період, який Анрі Пуанкаре назвав *кризою фізики*, ознаменував початок *другої глобальної революції в фізиці*. Становлення сучасної фізики привело людство до розуміння *діалектики природи* [3].

Ця революція була пов’язана з кардинальним переглядом початкових ідеалізацій простору, часу та руху в контексті створення *теорії відносності* й розроблення *квантової механіки* у фізиці. Фактично сучасна некласична наука значною мірою є

ТВОРЦІ НОВОЇ НАУКОВОЇ ПАРАДИГМИ



Нобелівський лауреат з фізики 1980 року
Вал Логсдон Фітч (Val Logsdon Fitch)
(10.03.1923 р. н.) “за відкриття порушень
фундаментальних принципів симетрії під
час розпаду нейтральних K-мезонів”



наукою, пов'язаною з *квантово-релятивістською картиною світу*, яка була створена в процесі цієї революції.

Наприкінці третього десятиріччя ХХ століття майже всі найголовніші постулати, раніше висунуті наукою, були спростовані. До них входили уявлення про атоми як тверді та неподільні "цеглини" матерії, про час і простір як незалежні абсолюти, про сувору причинну зумовленість усіх явищ, про можливість об'єктивного спостереження природи та ін.

Електромагнетній картині світу була властива стабільність, оскільки в її основі були стабільні частинки – електрон, протон і фотон. Проте, як з'ясувалося, стабільні елементарні частинки – це виняток, правилом є їх *нестабільність*. Майже всі елементарні частинки нестабільні – вони самочинно (спонтанно) розпадаються і перетворюються на інші частинки. Взаємоперетворення відбуваються і під час зіткнень частинок. Одночасно способи їх перетворення підкоряються певним законам, які можуть бути використані для опису світу субатомних частинок. Останні виконують роль *правил заборони*, що регулюють взаємоперетворення частинок.

Механічна та електромагнетна картини світу були побудовані на *динамічних закономірностях*. Ймовірність там допускається лише у зв'язку з неповнотою наших знань про природу, маючи на увазі, що із зростанням знань і уточненням деталей закони ймовірності поступляться місцем

динамічним. У новій картині світу ситуація принципово інша – тут фундаментальними є закономірності ймовірності, що не зводяться до динамічних. У зв'язку з цим не можна точно передбачити, яке перетворення частинок відбудеться, можна говорити лише про *ймовірність* того або того перетворення, не можна передбачити моменту розпаду частинки та ін. З'ясувалося, що на випадковості та невизначеності ґрунтується природа речей, тому мова ймовірності стала нормою при описі фізичних явищ [2, 3].

Стало зрозуміло, що сам *дослідник належить до системи*, яка називається Всесвітом, а, отже, він стає невід'ємною частиною картини світу, яку вивчає. Отже, пізнання природи припускає присутність людини, і треба чітко усвідомлювати, що ми, як висловився Нільс Бор, не тільки глядачі спектаклю, а водночас і дійові особи драми. У зв'язку з цим, принципово неможливо відокремити спостерігача від об'єкта досліджень. З'ясувалося також, що прилади, які використовують для досліджень, можуть впливати на їхні результати.

Наприкінці ХХ сторіччя – початку ХХІ у фізиці виникла ситуація, яка дуже нагадує ситуацію 1895–1905 років. З'ясувалося, що евристичний потенціал більшості фундаментальних теорій, створених в 70–80-х роках минулого сторіччя, майже вичерпаний. Наприклад, у фізиці високих енергій відкриті всі суб'ядерні частинки, передбачені так званою "Стандартною моделлю", пов-

ТВОРЦІ НОВОЇ НАУКОВОЇ ПАРАДИГМИ

*Нобелівський лауреат з фізики 1984 року
Симон ван дер Мер (Sivon van der Meer) (24.11.1925 р. н.)
"за вирішальний внесок у великий проєкт,
здійснення якого призвело до відкриття частинок,
які переносять слабку взаємодію"*





ністю вичерпала себе і стандартна модель “гарячого” Всесвіту в космології. Водночас триває накопичення фактів, що суперечать з панівною на той час парадигмою [7]. Зроблені відкриття, які мають принципний характер (встановлення фрактального характеру світу, відкриття явищ *стохастичності, самоорганізації та енергоінформаційного обміну* в природі, відкриття прискореного розлітання матерії Всесвіту та ін.). Знову відбувається перегляд уявлень про простір, час, першоелементи матерії [8].

Деякі результати, одержані останніми роками, стали просто приголомшливими для фізиків. Наприклад, за останніми даними спостереження Всесвіту (2002), стало зрозуміло, що людство досі має інформацію лише про чотири відсотки його матерії, тобто з’ясувалося, що основна частина матерії у Всесвіті (96 % !!!) поки що людству невідома (так звана *прихована маса та темна енергія* або *космологічний вакуум*) [9, 10]. Фізики тільки почали досліджувати природу цієї прихованої матерії. Отже, Всесвіт, у якому ми живемо, виявився зовсім не таким, яким його впродовж трьох-чотирьох сторіч відображала наука: звична для нас “видима” матерія займає в ньому незначне місце. Стає також очевидним, що фізичні закони, якими оперує наука, встановлені в результаті вивчення мізерної частини матерії, яка до того ж якісно відрізняється від усієї іншої! Зрозуміло, що сфера застосування цих законів є локальною, водночас мають існувати загальніші закони світо-

будови, серед яких наші “фундаментальні” закони виконують вузьку, вторинну роль.

Фактично після усвідомлення цього факту стало зрозуміло, що фізика перебуває в стадії *нової глобальної революції*, яка за своїми масштабами та наслідками не має аналогії в історії людства [3, 11].

Така ж ситуація склалася в інших сферах природознавства. Насамперед це стосується наук про живу природу – біології, генетики, фізики живого, де відбулися фантастичні відкриття. Вперше в історії людства склалася ситуація, коли фізика втрачає роль науки, яка забезпечує найфундаментальніший опис реальності. Зміна парадигми в науці на глибнішому рівні вимагає перенесення центру уваги науковців з фізики до наук про життя. Виникла нагальна *потреба долучення життя, розуму, свідомості в наукову картину світу*. Це і визначає основну мету сучасної наукової революції.

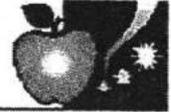
На цей час нова фізична картина світу, яку можна назвати *еволюційно-синергетичною*, перебуває в стані формування, але розгляд сучасних фізичних теорій дає змогу уявити її основні обриси.

Основою всього, що існує в *новій картині світу*, є *фізичний вакуум*, який є основним компонентом Всесвіту. Фактично, *фізичний вакуум є “первинним бульйоном” віртуальних частинок різної природи, які постійно народжуються та зникають*. Такі властивості частинок, як спин, маса, заряд, з’являються завдяки їхній взаємодії з вакуумом. Отже, сучасні теорії докорінно змі-

ТВОРЦІ НОВОЇ НАУКОВОЇ ПАРАДИГМИ



Нобелівський лавреат з фізики 1984 року
Карло Руббіа (Carlo Rubbia) (31.03.1934 р. н.)
“за вирішальний внесок у великий проєкт,
здійснення якого призвело до відкриття
частинок, які переносять слабку взаємодію”



нили погляд на вакуум, який у класичних картинах світу вважали місцем, вільним від матерії.

Багато фізиків вважають відкриття *динамічної суті вакууму* одним із найважливіших досягнень останнього часу. Сучасна фізика фактично є фізикою вакууму. Вона демонструє, що на рівні мікросвіту матеріальні тіла не мають власного єства, вони нерозривно пов'язані зі своїм оточенням: їхні властивості можна сприймати тільки в термінах взаємодії з довколишнім світом. Нерозривна єдність Всесвіту виявляється не тільки в світі нескінченно малого, а й в мегасвіті – цей факт вже одержав визнання в сучасній фізиці й космології. Як з'ясувалося, космологічний вакуум є основним складником Всесвіту і за останніми даними становить 73 % його маси [10]!

Важливим досягненням останніх десятиріч стало усвідомлення *нелінійності* більшості явищ природи. Якщо у XVIII сторіччі довколишній світ уподібнювався до механічного годинника, у XIX – він став лінійним світом малих змінних, то наука кінця XX – початку XXI відкрила “безжалісно нелінійний” Всесвіт. У такому світі прості детерміністичні рівняння можуть таїти в собі несподіване багатство і різноманітність поведінки. Зокрема *нелінійні системи демонструють хаотичну поведінку з принципово непередбачуваним результатом* [3, 12].

Ще однією важливою особливістю сучасної картини світу є визнання того факту, що процеси руйнування і творення, деградації та еволюції у Всесвіті принаймні є рівноправними; процеси



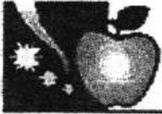
творення (наростання складності й впорядкованості) мають єдиний алгоритм незалежно від природи систем, в яких вони відбуваються. В результаті однією із центральних ідей сучасної фізики як і науки загалом стала *ідея розвитку, або ідея еволюції* [3, 13]. Тому нова концепція у фізиці й природознавстві одержала назву універсального, або *глобального еволюціонізму*. Деколи її називають також постнекласичним, або *еволюційно-синергетичним* мисленням [3].

Сучасне природознавство доводить, що в природі реалізується все, що не заборонено її законами, яким би божевільним і неймовірним це не здавалося. Водночас сучасна картина світу достатньо проста і струнка, оскільки для її розуміння потрібно не так багато всеосяжних принципів і гіпотез. Цих якостей їй надають такі провідні принципи побудови та організації сучасного нау-

ТВОРЦІ НОВОЇ НАУКОВОЇ ПАРАДИГМИ

Нобелівський лавреат з фізики 1999 року
 Герардуст Гуфт (Gerardus't Hoofst) (05.07.1946 р. н.)
 “за пояснення квантової структури
 електрослабких взаємодій у фізиці”





кового знання, як системність, глобальний еволюціонізм, самоорганізація та історизм [2, 3].

Характерною особливістю сучасної революції є також зміна функцій самої науки. Насамперед сучасна наука має усвідомити своє місце в загальній системі людської культури і світогляду. Їй потрібно визначити межі своєї ефективності та плідності, визнати рівноправність таких сфер людської діяльності й культури, як релігія, філософія, мистецтво та можливість і результативність нерациональних способів освоєння дійсності. Цілком можливо, що в недалекому майбутньому *наука і релігія* стануть розділами єдиного знання про цілісну картину світу [8]. Виникає відчуття, що вся світова наука наближається до кардинальної зміни парадигми, в результаті якої принципово зміняться наші уявлення про реальність і людську природу, яка нарешті поєднає концептуальним містком давню мудрість і сучасну науку, примирить східну духовність із західним прагматизмом [11].

Попри те, що у фізиці відбувається революція небачених досі масштабів, яка вже привела до суттєвої зміни панівної парадигми і відповідно уявлень людства про картину світу, цей факт повністю ігнорують у навчальних програмах і курсах фізики вищої школи. Фактично, в кращому разі, студентам дають уявлення про квантово-механічну картину світу, в гіршому, – електромагнетну або навіть механістичну. В класичному курсі загальної фізики розглядають лише *замкнені системи*, які в природі радше є винятком, ніж пра-

вилком. У результаті уявлення про довколишній світ і його закони, про які розповідають студентам, мають мало спільного з реальністю. Найнебезпечнішим, однак, є те, що майбутнім інженерам і науковцям нав'язується застаріла наукова парадигма. Так само, як чарівник смарагдового міста, ми наділяємо молодь окулярами, що викривлюють і спотворюють довколишній світ. Оскільки парадигма – надзвичайно стійке утворення, для майбутнього втрачається ціле покоління вчених.

Ще однією особливістю сучасної фізики стало те, що з науки про неживу природу вона перетворилася на дисципліну, яка *розробила “мову”, що однаково ефективно підходить до опису живої, неживої матерії та суспільства*. На її основі відбувається злиття гуманітарної і науково-природничої культур людства. Ця нова еволюційно-синергетична “мова” адекватно описує світобудову та обов'язково має стати надбанням широкої громадськості і найперше студентської молоді.

Література

1. Кун Т. Структури научних революцій/ Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1975. – 478 с.
2. Концепции современного естествознания /Под ред. В. Н. Лавриненко, В. П. Ратникова. – М.: Культура и спорт, ЮНИТИ, 1997. – 325 с.
3. Грушевицкая Т. Г., Садохин А. П. Концепции современного естествознания. – М.: Высш. шк., 1998. – 278 с.
4. Льюис М. История физики. – М.: Мир, 1972. – 371 с.

ТВОРЦІ НОВОЇ НАУКОВОЇ ПАРАДИГМИ



Нобелівський лауреат з фізики 1999 року
Мартін Велтман (Martin J. G. Veltman)
(27.06.1931 р. н.) “за пояснення квантової
структури електрослабких взаємодій
у фізиці”



5. Кудрявцев П. С. Курс истории физики. – М.: Просвещение, 1974. – 457 с.
6. Спасский Б. И. История физики. – М.: Высш. шк., 1977. – 356 с.
7. Шелдрейк Р. Семь экспериментов, которые изменяют мир. Самоучитель передовой науки / Пер. с англ. А. Ростовцева. – М.: Издательский дом "София", 2004. – 432 с.
8. Владимиров Ю. С. Фундаментальная физика, философия и религия. – Кострома: МИИЦАОСТ, 1996. – 226 с.
9. Гинзбург В. Л. Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными (тридцать лет спустя, причем уже на пороге XXI века)?// Успехи физических наук. – 2002. Т. 169, № 4. – С. 419–440.
10. Гинзбург В. Л. О некоторых успехах физики и астрономии за последние три года// Успехи физических наук. – 2002. – Т. 172, № 2. – С. 213–219.
11. Капра Ф. Дао физики. – К.: София: Геліос, 2002. – 352 с.
12. Капра Ф. Паутина жизни. Новое научное понимание живых систем / Пер. с англ. под ред. В. Г. Трилиса. – К.: София: Геліос, 2003. – 336 с.
13. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. – М.: Едитория УРСС, 2003. – 312 с.

Мікросвіт – світ дуже малих об'єктів, яких безпосередньо не спостерігає людина. Їх просторові розміри перебувають в інтервалі від 10^{-8} см до 10^{-33} см, а час життя – від нескінченності до 10^{-43} с.

Макросвіт – світ макрооб'єктів, розмір яких відповідає людському досвідові: просторові величини в цьому випадку вимірюються в міліметрах, сантиметрах і кілометрах, а час – у секундах, хвилинах, годинах і роках.

Мегасвіт – світ дуже великих космічних масштабів і швидкостей, відстані в якому вимірюються світловими роками, а час існування космічних об'єктів – мільйонами і мільярдами років.

Відповідно до цього фізика розглядає три структурні рівні єдиної картини світу. Хоча на цих рівнях діють свої специфічні закономірності, мікро-, макро- і мегасвіти тісно пов'язані між собою, і тому такий поділ досить умовний.

Зазвичай передній фронт фундаментальних досліджень у фізиці пов'язують із гігантськими астрофізичними розмірами або мікροструктурою матерії. Водночас упродовж останніх двох-трьох десятиріч фактично відбулася революція в сфері дослідження явищ, які чудово описуються класичною механікою і належать до макросвіту. Якщо розвиток науки ХХ сторіччя відбувався під знаком відкриття фундаментальної ролі законів симетрії в світобудові, починаючи з мікросвіту і закінчуючи мегасвітом, то кінець цього сторіччя був характерний усвідомленням видатної ролі в процесах, що відбуваються у природі, явищ *динамічного хаосу, самоупорядкування та саморозвитку у відкритих системах*. Попри те, що ці відкриття визначають сучасну картину світу, вони ще маловідомі й майже не висвітлені в навчальній літературі.

ТВОРЦІ НОВОЇ НАУКОВОЇ ПАРАДИГМИ

*Нобелівський лавреат з хемії 1977 року
Ілья Пригожин (Prigogine Ilya) (25.01.1917–28.05.2003)
“за праці з термодинаміки необоротних процесів,
особливо за теорію дисипативних структур”*





А. Г. Наумовець – організатор науки



Антон
Григорович
Наумовець

3 січня 2006 року наукова громадськість України відзначила 70-річчя від дня народження видатного українського фізика, академіка Антона Григоровича Наумовця.

Антон Григорович Наумовець – це видатний український учений і організатор науки, визнаний фахівець у галузі фізичної електроніки і фізики поверхні, академік Національної академії наук України, лавреат Державних премій СРСР і України, премії НАН України ім. М. М. Боголюбова, премії ім. В. І. Вернадського Фонду інтелектуальної співпраці “Україна – XXI сторіччя”, Заслужений діяч науки і техніки України, член Європейської академії наук, мистецтв і літератури, Почесний радник Міжнародного союзу “Фізика, технологія і застосування вакууму”, Соросівський професор. За високі наукові здобутки ученого нагородили орденом Ярослава Мудрого, трьома медалями.

А. Наумовець успішно працював на посаді академіка-секретаря Відділення фізики і астрономії НАН України. Він багато зробив для консолідації зусиль учених з різних інститутів на розв’язання найактуальніших завдань фундаментальної і прикладної фізики, на зміцнення міжнародних зв’язків українських інститутів. Він

*“Я хочу подякувати Україні.
Білорусь – моя перша Батьківщина.
Я завжди думаю про неї, вболіває,
коли читаю повідомлення друзів про те,
що там відбувається”...
Україна – моя друга Батьківщина.
Я намагаюсь робити все можливе, щоб вона
процвітала, розвивалась якомога краще”.*

успішно представляє фізичну науку України на міжнародних форумах, у міжнародних наукових товариствах, чим активно сприяє зміцненню її міжнародного авторитету.

Найбільше в НАН України за кількістю установ і науковим потенціалом Відділення вимагало багато сил і творчої віддачі від тих, хто стояв біля його керування. Це відомі науковці – член-кореспондент НАН України А. Загородній, нині академік НАН України О. Івасишин та представник харківської фізичної спільноти академік НАН України В. Яковенко.

Антон Григорович успішно працює в такому актуальному напрямі сучасної фізики, як нанофізика і наноелектроніка, очолює з українського боку українсько-німецьку програму, відіграє провідну роль в подібній українсько-російській програмі. Великою мірою завдяки його ініціативі та зусиллям було організовано і проведено низку представницьких українсько-німецьких семінарів із нанофізики і нанотехнології, що відбувалися в Україні, Росії, Німеччині.

Успішною є науково-організаційна діяльність А. Наумовця на посаді віце-президента НАН України, голови секції фізико-технічних і математичних наук НАН України. Тут також виявились його великі організаторські здібності, широка ерудиція, здатність вільно орієнтуватись не лише в проблемах близької йому фізики, а й суміжних наук. Завдяки його великій організованості та працездатності, не постраждала його творча наукова робота в інституті, не знизилась її результативність. Він встигав керувати роботою своїх співпрацівників, ставити завдання відділові й брати участь в їх розв’язанні, писати наукові статті,



виступати з доповідями на міжнародних конференціях, читати лекції в Університеті.

Не можна оминати увагою ще одного напряму багатогранної діяльності А. Наумовця, де яскраво виявляється його непересічна особистість – популяризація науки. В Академії наук України регулярно проводять круглі столи, де зустрічаються вчені з журналістами, щоб обговорити важливі проблеми і досягнення науки та їх популяризувати серед громадськості.

А. Г. Наумовець народився 2 січня 1936 року в селі Рудка Пінського району Брестської області (Білорусь) в учительській сім'ї. Закінчивши середню школу в смт Іваново Брестської області.

“Народився я в бідному поліському краї, де не має ані корисних копалин, ані чорноземів, ані виходу до моря. Є лише надія на трудові руки. Я виховувався у великій селянській родині. Мій батько був учителем початкової школи, мандрував від села до села поліським краєм. І батько, і мати зробили великий вплив на моє виховання”...

Далі життєва дорога понесла молодого хлопця у незвіданий світ... Як Антон Григорович опинився в Києві? *“... У Москву я не ризикував їхати, бо боявся, що не вступлю до університету, до Мінська – було добиратися дуже важко, хоча це й Білорусь. А тут пустили прямий поїзд: Брест–Київ. Я з двома моїми однокласниками вирішили їхати навчатися до Києва. Батьки мою ідею схвалили. Мій батько був інвалідом Першої світової війни і якимось повертався з лікування в госпіталі додому через Київ. Він згадував: “Яке це чудове місто Київ!”*

А. Наумовець вступив на радіофізичний факультет Київського державного університету ім. Тараса Шевченка, який закінчив з відзнакою.

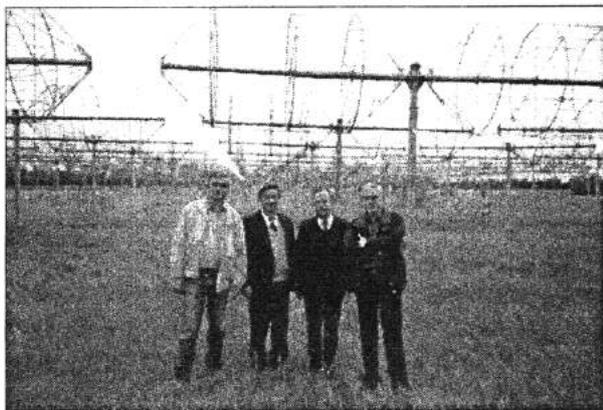
Наукову діяльність А. Наумовець почав в Інституті фізики АН УРСР, куди його після навчання в університеті 1957 року скерували на роботу. Працюючи інженером, він 1959 року вступив до аспірантури без відриву від виробництва. За чотири роки успішно її закінчив і 1964 року захистив кандидатську дисертацію на тему “Дослідження адсорбційних процесів у сильних електричних полях”. Його науковим керівником був Н. Моргуліс. Формування А. Наумовця як ученого відбувалося також під впливом плідної творчої співпраці з В. Гаврилюком та Ю. Птушинським.

За ініціативою Н. Моргуліса, П. Борзяка та В. Ляшенка тоді в Києві інтенсивно розвивалися дослідження з фізики поверхні твердого тіла. А. Наумовець брав у них активну участь. У цих дослідженнях використовували нові методики експерименту, які були розроблені на той час завдяки досягненням фізичної електроніки в світі й, зокрема, Києві. Експерименти почали виконувати в надвисоковакуумних умовах, було забезпечено атомну чистоту поверхонь зразків, адсорбцію досліджували на різних гранях металевих монокристалів, застосовували нові аналітичні методики, що ґрунтувалися на емісійних явищах і взаємодії електронів і фотонів із поверхнями твердих тіл. Характерною рисою досліджень від самого початку наукової діяльності А. Наумовця стало застосування найінформативніших та потужних методик і додержання ретельно контрольованих умов експерименту. Кількісні методики досліджень й атомна чистота поверхонь зразків дали змогу одержати якісно нові дані про вплив атомної та електронної структури підкладки на властивості адсорбованих шарів.

Проте недоступність металевих монокристалів макророзмірів на межі 1950–1960-х років змусила А. Наумовця та його колег розгорнути спочатку дослідження адсорбції на мікрокристалічних вістрях в автоелектронному проекторі. А. Наумовець 1961 року створив перший у СРСР гелієвий автойонний мікроскоп із роздільною здатністю атомарного масштабу. В своїх ранніх працях він одержав одні з перших у світі надійні дані про вплив адсорбції на роботу виходу різних



*5 клас, Іваново, Брестська обл., 1947 рік,
Антон Наумовець – третій зліва в нижньому ряді*



*А. Коноваленко, Д. Таращенко, А. Наумовець,
Л. Литвиненко біля радіотелескопа НАН України
(Граково, під Харковом, 2000)*

граней монокристалів, відкрив явище дрейфу адсорбованих атомів та молекул у неоднорідному електричному полі й довів полярний характер адсорбційного зв'язку. Встановлено, що напрямок дрейфу визначається взаємною орієнтацією дипольного моменту адсорбційного зв'язку і вектора електричного поля. Явище, яке спостерігали, пояснили, що воно ґрунтується на врахуванні впливу електричного поля на енергію адсорбції. На підставі цих експериментів розроблено принципово новий метод визначення дипольного моменту і поляризованості атомів в адсорбованому стані, а також внеску подвійного електричного шару в зміну роботи виходу під час осадження адсорбованих плівок. Ці результати цитують як фундаментальні в багатьох працях, в яких досліджують явища перенесення адсорбованих частинок у неоднорідних електричних полях – зокрема, в каталітичних і електрохімічних процесах, при поверхневій електроміграції в різноманітних гетерогенних системах. Останніми роками до них додалися праці, присвячені т. зв. атомному ремеслу (“atomcraft”) – монтажу поверхневих структур за допомогою вістря, яке за заданою програмою розміщує окремі атоми і молекули на поверхні зразка в сканувальному тунельному мікроскопі.

Успішному розвитку цих праць посприяли відвідини Інституту фізики 1963 року М. Мельникова, заступника головного конструктора космічних систем С. Корольова. Ознайомившись із дослідженнями електронно-адсорбційних процесів на поверхні металів, які проводили за учас-

тю А. Наумовця, він запропонував співпрацю зі своєю організацією на основі госпдоговорів. Треба було підвищити ефективність термоелектронних перетворювачів енергії. Саме такі джерела енергії планували використати в космічних апаратах. Співпраця з колективом М. Мельникова не лише забезпечила додаткове фінансування, вкрай потрібне для розвитку цього напрямку робіт в Інституті фізики, а й додавала ентузіазму виконавцям через усвідомлення того, що їхній Інститут долучався до архіважливої державної справи.

З'ясування природи взаємодії атомів і молекул на поверхнях має вирішальне значення для розуміння різноманітних властивостей адсорбованих плівок і механізмів поверхневих явищ. Для цього А. Наумовець із В. Медведевим та О. Федорусом наприкінці 1960-х років почали широкі дослідження структури субмоношарових адсорбованих плівок на гранях металічних монокристалів макроскопічних розмірів із застосуванням методу дифракції повільних електронів. Уперше в таких дослідженнях було застосовано охолодження кристалів для запобігання теплового розупорядкування адсорбованих плівок. Низькотемпературні дослідження атомної структури плівок виявились одним із найплідніших наукових проєктів, що приніс світове визнання Інституту фізики НАН України як генераторові ідей та авторитетному центру експериментальних досліджень двовимірних кристалів і згодом був відзначений Державною премією СРСР 1988 року в галузі науки і техніки. Охолодження досліджуваних зразків дало змогу спостерігати невідомий до того широкий набір поверхневих структур. Зокрема виявлені довгоперіодні двовимірні ґратки наочно продемонстрували наявність далекосяжної латеральної взаємодії в адсорбованих шарах. Дослідження, які провели А. Наумовець із колегами під час охолодження кристалів рідким азотом, а згодом і рідким гелієм, значно випередили аналогічні дослідження в інших лабораторіях.

А. Наумовець із колегами цілеспрямованими порівняльними дослідженнями на поверхнях кристалів подібної атомної структури, але різної хемічної природи, підтвердили існування передбаченої теоретично взаємодії адсорбованих частинок через електронний газ підкладки. Для багатьох адсорбційних систем вона накладається на відому



диполь-дипольну взаємодію. Ці результати принципові для розроблення методів керування властивостями поверхонь. Було експериментально доведено, що робота виходу поверхні, покритої адсорбованим шаром, залежить переважно від ближнього, а не дального порядку в цьому шарі. Своєю чергою, кореляційна функція, що характеризує ближній порядок у плівці, за відносно невисоких температур має на собі відбиток кристалічної структури підкладки. Цей висновок дав змогу зрозуміти факт відсутності значного впливу фазового переходу порядок-безлад на роботу виходу. Водночас він має важливе значення для матеріалознавства поверхонь, зокрема, під час використання даних про поверхневі фазові діаграми для препарування поверхонь із заданими фізико-хімічними властивостями.

За ініціативою П. Борзяка, керівника відділу фізичної електроніки, 1970 року на базі цього відділу було створено відділ адсорбційних явищ, до складу якого ввійшли дві наукові групи, одну з яких очолював завідувач новоствореного відділу Ю. Птушинський, другу – А. Наумовець. У відділі адсорбційних явищ група під керівництвом А. Наумовця набувала дедалі більшого наукового авторитету, а він став визнаним у світі фахівцем у галузі фізики поверхні. Учений 1973 року захистив докторську дисертацію на тему: “Електронно-адсорбційні властивості та атомна структура плівок електропозитивних елементів на металічних монокристалах”. За пропозицією П. Борзяка А. Наумовець 1981 року обійняв посаду завідувача відділу фізичної електроніки, яку обіймає досі.

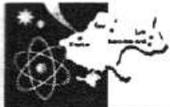
А. Наумовець з колегами отримали унікальний комплекс даних про фазові переходи в адсорбованих субмоношарових квазидвовимірних плівках. Зокрема виявлено фазові переходи типу двовимірної конденсації в плівках із відштовхувальною взаємодією адсорбованих атомів, що суперечило теоретичним уявленням, які існували на той час. Подальші теоретичні дослідження на підставі деполяризаційної моделі обґрунтували можливість таких переходів. Було також виявлено орієнтаційні фазові переходи, в яких плівка, що є структурно несумірною з підкладкою, в процесі двовимірного стискування змінює кристаліграфічну орієнтацію відносно підкладки. Результати цих праць було опубліковано 1977 року в журна-



Зустріч українських учених із Нобелівським лауреатом з фізики Жоресом Алфьоровим (аеропорт Бориспіль, 2001). Зліва направо: В. Биков, С. Ларкін, Ж. Алфьоров, І. Юхновський, А. Наумовець, А. Шпак

лі “Успехи физических наук”. Наступним кроком у низькотемпературних дослідженнях структури плівок було спостереження якісних відмінностей у характері упорядкування та розупорядкування сумірних і несумірних з підкладкою плівок, які відображають принципову різницю між дво- і тривимірними кристалами. Ці результати не тільки підтвердили теоретичні передбачення Л. Ландау і Р. Пайєрлса, а й надали поштовху низці нових теоретичних досліджень у тому ж напрямі. З’явилися праці В. Покровського та І. Люксютова з теорії двовимірних кристалів, зокрема, у випадку слабкої взаємодії атомів, яка виявляється саме в низькотемпературних експериментах. Більшість експериментальних та теоретичних результатів стали основою монографії І. Люксютова, А. Наумовця і В. Покровського “Двовимірні кристали”, яка вийшла з друку російською (1988) та значно доповнена англійською мовами (1992).

Дослідження процесу врівноваження структури адплівок А. Наумовцем із колегами у співпраці з Інститутом фізики твердого тіла при Ганноверському університеті (ФРН) привели до відкриття утворення поверхневих двовимірних стекол у системах “метал на металі”. Це явище вперше спостерігали 2000 року для адсорбційної системи $Du/Mo(112)$. Сформульовано теоретичний критерій формування двовимірних стекол на поверхні. Виявлено особливість врівноваження субмоношарів, адсорбованих на борознистих підкладках. Вона полягає в існуванні певної ієрархії впорядкування хемосорбованих шарів, що віддзеркалює атомні



процеси спочатку лише в плівці на пасивній метастабільній підкладці, на зміну яким за достатньої термоактивації приходять процеси стабілізації плівки за участю адсорбованих атомів і атомів підкладки.

Учений багато працює над дослідженням поверхневої дифузії адсорбатів. В його працях виявлено суттєвий вплив фазових переходів в адсорбованих шарах на фізико-хімічні властивості поверхні та на кінетику і механізм поверхневої дифузії. Вперше спостерігали фазний характер поверхневої дифузії в адсорбованих шарах. Внаслідок того, що дифузія супроводжується утворенням двовимірних адсорбційних фаз різної густини і симетрії й кожна з фаз має специфічні дифузійні параметри, відбувається динамічна самоорганізація дифузійної зони: в цій зоні кожна з фаз займає тим ширшу ділянку, ніж вищий властивий їй коефіцієнт дифузії. Показано, що зі зростанням ступеня покриття, коли покриття наближається до моношарового, поверхнева дифузія набуває яскраво вираженого кооперативного характеру. На підставі одержаних даних І. Люксютов і В. Покровський розвинули теоретичні уявлення про т. зв. солітонний механізм поверхневої дифузії. А. Наумовець та Ю. Ведула 1985 року опублікували огляд "Поверхнева дифузія адсорбатів" у журналі "Surface Science Reports", який широко цитують у літературі. Ці праці, результати яких дуже важливі для розуміння явищ поверхневого переносу речовини в каталізі, мікроелектроніці,



Симпозіум з польової емісії, присвячений 50-річчю першого польового йонного мікроскопа. Вручення відзнаки за кращу доповідь. (Берлін. 2001)

рості кристалів, здобули високу оцінку – нагородили групу науковців Інституту фізики на чолі з А. Наумовцем Державною премією України 1997 року в галузі науки і техніки.

А. Наумовець та О. Федорус 1974 року вперше виявили явище електронно-стимульованого розупорядкування (ЕСР) плівок Li на W(011) при опроміненні поверхонь повільними електронами. При цьому в упорядкованій плівці утворюються дефекти. Це явище вдається спостерігати лише при глибокому охолодженні кристала, яке запобігає відпалюванню утворених дефектів. Згодом подібне явище спостерігали ще для декількох адсорбатів, і з'ясували, що воно може мати пороговий і безпороговий характер. Запропоновано модель, за якою процес розупорядкування ініціюється йонізацією однієї з внутрішніх електронних оболонок, причому це може бути оболонка самого адатома і сусіднього атома підкладки. ЕСР можливе також під час рекомбінації гранично повільних електронів (що розташовані майже на рівні енергії вакууму) з поверхнею. До того ж можуть тимчасово утворюватися негативні йони. На підставі використання ЕСР запропоновано новий метод виявлення та оцінки параметрів рухливості адсорбованих частинок. ЕСР можна також застосовувати для контрольованого створення радіаційних дефектів на поверхні. На підставі цих піонерських праць А. Наумовець розвинув сучасні уявлення про радіаційно-стимульовану поверхневу дифузію та її основні механізми, опублікований перший, і поки що єдиний у світовій літературі, огляд із електронного стимулювання рухливості поверхневих частинок.

Поряд із дослідженнями суто адсорбційних явищ на поверхні металів, А. Наумовець працював і над проблемами нанофізики, нанотехнології і наноелектроніки. Насамперед це дослідження властивостей і розроблення нової технології одержання острівцевих металічних плівок на діелектричних підкладках, які вже давно є об'єктом вивчення в ІФ НАН України. Він запропонував метод одержання острівцевих металічних плівок із регулярною (ланцюжковою) структурою. А. Наумовець із колегами дослідили на таких зразках електронну емісію й світіння острівцевих плівок в умовах контрольованого розташування каналів протікання струму. Це дало змогу зробити висновок



на користь моделі нерівноважного розігрівання електронного газу в наночастинках металу. Досліджено також електричні, фото- та електролюмінесцентні властивості планарних нанокмпозитів на основі острівцевої плівки золота і низки органічних люмінофорів, що мають високий квантовий вихід люмінесценції. З'ясовано, що характеристики провідності й світіння активних центрів нанокмпозитів визначаються каналуванням струму крізь органічні містки, що утворюються в результаті напilenня органічних речовин на острівцеві металічні плівки. Одержані результати свідчать про перспективність планарних нанокмпозитних структур, в яких поєднуються специфічні характеристики металічних наночастинок і органічних люмінофорів.

Важливі результати одержали А. Наумовець і О. Дадикін у співпраці з Інститутом хімії поверхні та Інститутом фізики напівпровідників НАНУ під час дослідження польової електронної емісії з наночастинок германію (квантових точок), які вирощені на поверхні кремнію. Вперше було одержано стабільну електронну емісію з багатовістрного германій-кремнієвого польового катода, який є перспективним для використання у вакуумній наноелектроніці, виявлено резонансне тунелювання електронів, пов'язане з наявністю квантованого електронного спектра в наночастинці. Вперше встановлено, що польова електронна емісія з багатосферних наноструктур – квантових точок (штучних атомів) германію на кремнії – має значну фоточутливість у діапазоні довжин хвиль 0,4–10 мкм за кімнатної температури. Ці структури перспективні для створення високоефективних неохолоджуваних електронно-оптичних перетворювачів інфрачервоного випромінювання.

Важливі й цікаві результати А. Наумовець і О. Дадикін одержали також під час дослідження п'єзоелектричних плівок. Отримано холодну електронну емісію з тонких плівок низки п'єзоелектриків на металічних підкладках, яку спостерігають при середніх електричних полях порядку 10^5 В/см (значно нижчих за такі, що спричиняють традиційну польову емісію) і слабчутливу до вакуумних умов (стабільною у вакуумі до 10^{-6} тор). Емітери цього типу можуть знайти застосування у вакуумній мікро- і наноелектроніці, зокрема, для виготовлення пласких катодолумінесцентних



3-я Міжнародна школа з теоретичної і математичної фізики для обдарованої молоді (А. Загородній, А. Наумовець, С. Ніколаєнко). Інститут теоретичної фізики, 2003 р.

дисплеїв. Запропоновано фізичну модель емісії з п'єзоелектричних плівок, яка ґрунтується на врахуванні п'єзогеометричного підсилення електричного поля біля торців п'єзоелектрично активних плівок.

Світового визнання знайшли праці А. Наумовця та його колег із поверхневої природи фотоелектронної емісії адсорбованих плівок. Уперше було експериментально доведено, що значне зростання квантового виходу пов'язане зі збудженням мультипольних плазмонів у поверхневому шарі.

Новим напрямом наукового пошуку А. Наумовця є молекулярна електроніка. Він із О. Марченком у співпраці з Центром атомних досліджень у Сакле (Франція) вивчили фізичні чинники, що визначають структуру тонких плівок низки органічних сполук. На прикладі аліфатичних сполук встановлено, що впорядкованість тонких адсорбованих шарів молекул значно вища на підкладках з полярним характером зв'язку, біля поверхні яких існують сильні локальні електричні поля. Знайдено низку моношарів, що відрізняються високою стабільністю та перспективні для молекулярної електроніки. Для вивчення структури застосовано надзвичайно перспективний метод сканувальної тунельної мікроскопії (СТМ). Щоб уможливити використання СТМ в експериментах з низькопровідними органічними плівками, науковець запропонував гексаборид лантану як підкладку з низькою роботою виходу і металічною провідністю, а також достатньою стійкістю для



Директор Інституту фізики НАНУ, академік М. Бродин зачитує привітання керівників України академікові А. Наумовцю з нагоди його 70-річчя (Київ, 3 січня 2006 р.)

роботи в атмосфері. Це значно розширило можливості цього потужного методу в дослідженні великих органічних молекул й інших об'єктів з низькою тунельною прозорістю.

Характерною рисою наукової стратегії ученого є встановлення тісної взаємодії між експериментаторами й теоретиками. Найваговішими досягненнями теоретичної гілки відділу А. Наумовця є праці І. Люксютова з теорії двовимірних одновісних кристалів, О. Брауна з теорії поверхневої дифузії й трибології на молекулярному рівні та І. Яковкіна з розрахунків поверхневої зонної структури.

Учений дбає про те, щоб ознайомити наукову спільноту із результатами своєї праці. Наукові результати, які одержав А. Наумовець із колегами, опубліковано в українських і престижних міжнародних виданнях. Вони широко відомі науковій громадськості України, і за кордоном, їх активно цитують у літературі. Він є автором і співавтором понад 190 наукових публікацій, серед них двох монографій, одна з яких є першою в світі монографією стосовно двовимірного кристалічного стану речовини. А. Наумовець також опублікував деякі оглядові статті з фізики поверхні в таких авторитетних виданнях, як УФН, УФЖ, ФНТ, "Soviet Science Reviews", "Surface Science Reports" та ін. Він виступав із запрошеними доповідями на багатьох українських і міжнародних конферен-

ціях, був членом програмних комітетів таких конференцій. Загальновідома майстерність його як доповідача. А. Наумовець завжди ретельно готується до виступів, а тому його доповіді конкретні, логічні й змістовні. Свій досвід з технології цього мистецтва він узагальнив у науково-популярному виданні "Ви віч-на-віч з аудиторією", в якому цінні поради для підготовки виступів у будь-якій аудиторії може знайти маститий доповідач і ще малодосвідчений молодий науковець. Учений володіє кількома іноземними мовами: англійською, німецькою, французькою, шістьма слов'янськими. А. Наумовець входить до складу редколегій низки провідних наукових журналів (УФЖ, ФНТ, "Physics of Low-Dimensional Structures", "Surface Science", "Progress in Surface Science" та ін.). Учений має вагомі досягнення у вихованні наукових кадрів. Серед його учнів є шість докторів і десять кандидатів наук.

На всіх посадах А. Наумовець виявив надзвичайно сумлінне і творче ставлення до виконання своїх обов'язків. Для нього характерні доброзичливе ставлення і постійне піклування про підлеглих. Він є людиною обов'язку, людиною слова. А. Наумовець має зважений характер, який дає йому змогу зберігати принциповість і гідність у найскладніших ситуаціях. Він очолює прес-клуб НАН України і багато робить для пропаганди в суспільстві досягнень науки. Академік принципово ставиться до виявів антинауки й активно протидіє її розвитку. Учений завжди намагається підтримувати передові напрями розвитку науки, виявляючи справжній патріотизм. Він займає активну позицію в питаннях щодо збереження та подальшого поліпшення рівня освіти в Україні, віддаючи цій справі багато часу.

Антон Наумовець зустрічає свій сімдесятирічний ювілей, зберігаючи чудову фізичну форму, він повний сил і творчого натхнення.

На пошану 70-річчя від дня народження ювіляра надруковано дві книжки: "Академік Антон Григорович Наумовець. Очима друзів". – К: Академперіодика, 2006; у серії "Бібліографія вчених України" "Антон Григорович Наумовець"/ За ред. О. Г. Федоруса. – Львів: ЄвроСвіт, 2006.

Колектив журналу "Світ фізики" та його читачі вітають академіка А. Г. Наумовця з ювілеєм, бажають великих творчих успіхів та наснаги.



До 300-річчя від дня народження

Бенджамін Франклін – видатний учений і громадський діяч Америки

Галина Шопя,

Львівський національний університет імені Івана Франка

*У будь-яку епоху, в будь-якому місці
Франклін був би великим... Навіть його
геній не зміг би його обмежити.*

Карл Ван Дорен,
біограф Б. Франкліна

Бенджамінові Франкліну належать найрізноманітніші винаходи: від музичних інструментів до біфокальних окулярів і ефективної печі, він вив записи про стан Гольфстріму і здійснив, як вважають багато вчених, науковий прорив у XVIII сторіччі своїми дослідженнями електрики.

За ці й інші наукові досягнення Б. Франклін здобув славу і визнання в європейських і світових колах. Він був членом Лондонського королівського товариства (1756), а 1753 року отримав від нього медаль Коплі, яка у XVIII сторіччі була рівноцінна нинішній Нобелівській премії. Б. Франкліна 1772 року обрали членом Французької королівської академії наук у Парижі, що було винятковою честю, оскільки в будь-який час членами академії могли бути не більше восьми іноземців.

Бенджамін Франклін був також єдиним американцем, який безпосередньо брав участь у створенні всіх чотирьох найважливіших документів, що стосуються створення Сполучених Штатів Америки: Декларації про незалежність (1776), Договору про співпрацю з Францією (1778), Паризького договору (1783), який припинив бойові зіткнення з Англією, і Конституції США (ратифікованої 1789 року).



Бенджамін Франклін (Benjamin Franklin)
(17.01.1706–17.04.1790)

Бенджамін Франклін народився 17 січня 1706 року в м. Бостоні (штат Массачусетс), тоді ще англійській колонії. Він був у сім'ї п'ятнадцятою дитиною. Його батьки походили з Англії, де володіли невеликим маєтком. За часів правління Чарльза II під час переслідувань пуритан його батько Джозіан Франклін емігрував до Америки, й оселився в Бостоні, де займався дрібною торгівлею. Мати Абія Фолгер, яка була другою дружиною батька Франкліна, народилася в Бостоні в заможній сім'ї.



Ще в дитинстві батьки виявили в сина неабияку обдарованість і вирішили дати йому освіту, бажаючи бачити сина священиком. Бенджаміна віддали до школи, де він невдовзі виявив себе здібним школярем. Проте навчався хлопець лише два роки.

Юний Бенджамін відчував потяг до морської справи, але батьки були проти, оскільки вже втратили одного сина у відкритому морі. Хлопець цікавився книжками, прочитав все, що йому було доступне. Бібліотека його батька була невеликою. Любов Бенджаміна до книжок помітив батько і порадив синові допомагати старшому братові, який працював у газеті в Бостоні. Тоді Бенджамінові було лише 12 років (1717). Невдовзі хлопець став допомагати батькові в майстерні з виробництва мила та свічок, а ночами багато читав. Згодом Бенджамін почав писати невеликі балади й вірші, дещо дописував під псевдонімом до газети свого брата Джеймса.

У газетних публікаціях він висловлював думки, які забороняла влада. Він, щоб не потрапити за ґрати, непомітно сів на корабля, що плыв до Нью-Йорку, і декілька днів провів там. Не маючи грошей і не знаходячи ніяких занять, сімнадцятирічний Франклін вирушив до Філадельфії. Там, без грошей, роботи, без підтримки, не знаючи жодної людини в місті, Бенджамін бродив вулицями як обідранець, чим привертав до себе увагу перехожих. Серед них була й міс Рід, яка згодом стала його дружиною.

У Філадельфії було дві друкарні. В одній з них Франклін знайшов працю укладача. Він був старшим працівником. Йому порадили повернутися до Бостона, щоб започаткувати свою друкарню й водночас допомагати батькові провадити його бізнес. Однак Бенджамін залишився у Філадельфії.

Б. Франкліна 1725 року відрядили до Англії, щоб придбати друкарське устаткування. Ця країна відрізнялася від Америки. Вона мала прекрасних мислителів, театри, музеї. Там юнак прожив рік, завів чимало знайомств і працював у друкарні, заробив трохи грошей, а відтак повернувся до Філадельфії. Коли 1727 року власник друкарні помер, Б. Франклін став керувати друкарнею. Він заснував першу в Америці газету ("Пенсильвань-



ська газета"), яку видавав у Філадельфії упродовж 1729–1748 рр.

Коли Бенджамін був у Англії, його наречена, Дебора Рід, вийшла заміж. За деякий час її чоловік помер, і Бенджамін одружився з нею. Їхній шлюб був щасливий.

Б. Франклін у 1730–1740 роках почав вкладати кошти в різні суспільні проекти. Він допомагав мостити, чистити та освітлювати вулиці Філадельфії, особливо звертав увагу на чистоту доквілля. Серед головних його досягнень було заснування 1731 року першої в Америці публічної бібліотеки. Книжки тоді були дефіцитом і дорогі. Б. Франклін організував фонд для закупівлі книжок у Англії. Так виникла перша в Америці підписна бібліотека.

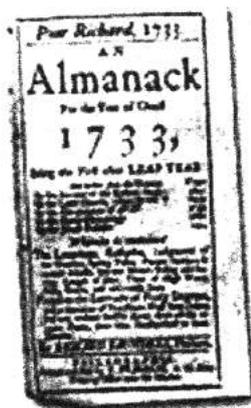
Б. Франклін 1743 року допомагав створювати Американське філософське товариство – перше в Америці наукове товариство, а 1751 року він допоміг організувати першу лікарню в Пенсильванії, заснував перший коледж, нині Пенсильванський університет. Ці заклади в Пенсильванії існують досі.



Пенсильванський університет



Б. Франклін 1733 року започаткував “Альманах бідного Ричарда”, в якому працював 25 років. Його *Альманах* виходив щорічно, там друкували прогнози погоди, рецепти, проповіді тощо. *Альманах* виходив під псевдонімом бідного чоловіка, якому потрібні гроші, щоб піклуватися про дружину. Особливо відомий *Альманах* своїми дотепними афоризмами та знаменитими фразами.



Вигляд титульної сторінки “Альманаху бідного Ричарда”

У 35-річному віці Б. Франклін став директором пошти у Філадельфії, а в 1753–1774 роках працював заступником генерального директора пошта майстра Північно-Американських колоній Британії.

У Філадельфії частими були пожежі, і Б. Франклін спробував виправити ситуацію. Він 1736 року організував першу пожежну службу в Філадельфії. Згодом було впроваджено страхування на випадок пожеж. Це було новим в Америці.

Б. Франклін 1743 року винайшов ефективну піч, яка зменшує надмірний дим димаря. У 1742 р. він написав трактат про вдосконалення димарів. Такими печами користуються й досі. Цим він допоміг суспільству і відмовився від патентування свого винаходу.

Політикою Б. Франклін почав цікавитися з 1736 року, коли працював у Генеральній асамблеї в Пенсильванії.

У Французькій війні 1744 року він запропонував організувати добровільну асоціацію для захисту країни. До цього невдовзі долучилося десятки тисяч осіб, які тренувалися використовувати зброю.

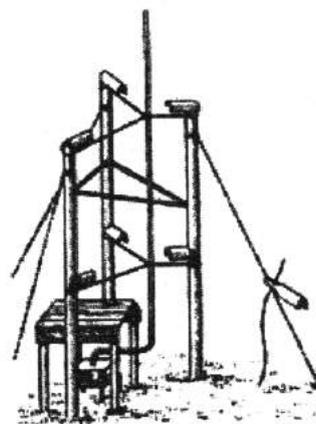
Б. Франкліна обрали полковником полку Філадельфії, але він відмовився від посади на користь того, хто був компетентніший від нього.

Б. Франклін став дуже популярним, і його впродовж багатьох років обирали на виборні посади. Тоді увагу Франкліна заповнили філософські теми.

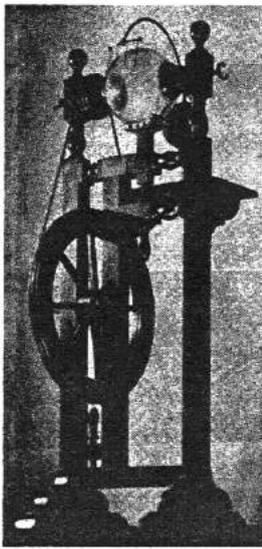
Активніше Б. Франклін почав займатися політикою з 1750 року. Він 1753 року працював у головному офісі депутата Америки. Через погане керування, цей офіс був непродуктивний, та з приходом Франкліна став джерелом доходів до англійської скарбниці.

У 1757 році він поїхав до Англії, щоб відстоювати права Пенсильванії. Б. Франклін залишався в Англії до 1775 року як представник не лише Пенсильванії, а й Джорджії, Нью-Джерсі та Массачусетса. Він багато зусиль доклав для того, щоб Америка здобула незалежність. Б. Франклін шукав підтримки в керівних колах Англії та в американському суспільстві. Його викликали до Міністерства закордонних справ Англії, де публічно осудили його дії.

До 1749 року Б. Франклін відійшов від бізнесу і зосередився на наукових дослідженнях. Основні наукові досягнення Б. Франкліна – в галузі електрики. У 1746–1754 роках він здійснив низку експериментальних досліджень, які принесли йому світову славу. Зокрема 1747 року в Бостоні він провів деякі демонстраційні експерименти з електрики, потім повторив їх з великим успіхом у Філадельфії. Б. Франклін запропонував захищати будинки та кораблі від пошкоджень блис-



Конструкція громовідводу Франкліна



Електростатична машина Б. Франкліна, яка зберігається в Інституті Франкліна у Філадельфії (США)

кавкою за допомогою спорудження загострених залізних стрижнів, піднятих вище від самої споруди. Громовідводи Б. Франкліна стали геніальним винаходом для людства.

На підставі власних експериментів із повітряними зміями він дійшов до висновку, що "...як тільки грозова хмара опиниться над змієм, загострений стрижень, який прикріплений до його верхньої хрестовини, буде витягати з хмари електричний вогонь, і змії разом зі шнуром наелектризується... А коли дощ змочить змія разом зі шнурком, зробивши їх здатними вільно проводити електричний вогонь, ви побачите, як він рясно стікає з кінця шнурка з наближенням вашого пальця". Після цих експериментів Б. Франклін встановив громовідводи на своєму будинку і на двох громадських спорудах.

Улітку 1752 року Б. Франклін безпосередньо в полі за допомогою макета будинку – високої вежі, залізних стрижнів, хмар і природної блискавки перевіряв свої ідеї з електрики.

Це було початком широких досліджень з електрики, які згодом привели до великих відкриттів уже в Англії.

Б. Франклін, по суті, пояснив принцип дії лейденської банки, побудував перший плаский конденсатор (складався з двох паралельних метале-

вих пластинок, розділених скляним прошарком), винайшов 1750 року блискавковідвід, довів 1753 року електричну природу блискавки і тотожність земної та атмосферної електрики.

Науковець 1750 року розробив теорію електричних явищ, так зв. "унітарну теорію", за якою електрика – це особлива тонка рідина, яка пронизує всі тіла. У кожному незарядженому тілі завжди міститься деяка кількість "електричної рідини". Якщо з якоїсь причини в тілі з'являється її надлишок, то тіло заряджається позитивно, якщо її не вистачає, то – від'ємно. У цій теорії Франкліна вперше було введено поняття додатного та від'ємного електричних зарядів та їхнє позначення "+" і "-". Виходячи із своєї теорії, він пояснив явища, які спостерігав. В унітарній теорії Франкліна міститься закон збереження електричного заряду. Свої дослідження Б. Франклін виклав у листах до члена Лондонського королівського товариства П. Коолінсона (1747–1754), які той опублікував. Ці праці стали швидко відомі науковцям Європи та мали тоді великий успіх.

Відомі його праці з теплопровідності тіл, зокрема металів, поширення звуку у воді та повітрі. Він є автором низки технічних винаходів, серед них – застосування електричної іскри для вибуху пороху.

Не всі експерименти та висновки дослідник описав. Варто зазначити, що він писав рідко, більше виступав на різні теми, якими вільно володів.

Талант Б. Франкліна як природодослідника належно оцінили в різних країнах Європи. Його 1757 року обрали членом Англійського королівського товариства, він здобув ступінь доктора наук.

Коли 1762 року Б. Франклін повернувся з Англії до Америки, то провінційна асамблея Пенсильванії висловила йому подяку і дала премію в сумі п'ять тисяч доларів. Адже, попри відсутність, його обирали членом асамблеї. Б. Франклін активно взявся до роботи заради здобуття незалежності Америки.

Б. Франклін у 1766–1767 роках відвідав Нідерланди, Німеччину і Францію, де зустрічався із монархами, членами королівських сімей, дворянством та іншими впливовими людьми. Його зустрічали з великою шаную. У ті роки його обрали членом Французької академії наук та членом інших наукових європейських товариств.



В Америці Б. Франкліна обрали до Другого континентального конгресу, де він працював п'ять років у комісії, яка творила Декларацію незалежності Америки. А 1776 року в 70-річному віці Б. Франклін як посол Америки відбув до Франції. Він мав завдання забезпечити французьку фінансову і військову підтримку Америці в боротьбі за незалежність. Перший дипломат Америки у Франції став дуже популярним, він був ніби першою американською суперзіркою. Дуже швидко портрет Б. Франкліна з'явився на французьких медальйонах, перстнях, годинниках тощо. Будучи представником невеликої кількості слабко пов'язаних між собою американських колоній, Франклін мав справу з однією із великих держав XVIII сторіччя. Йому треба було переконати Францію, що військова допомога і союз, який був би рівносильний війні з Англією, бажані, маючи на увазі перспективи перемоги і майбутніх торговельних переваг. Над цим він працював у Франції дев'ять років. Завдяки популярності, освіченості, знанню французької мови та авторитету Франкліна 1778 року французький уряд підписав договір між Францією та американськими колоніями, який врешті забезпечив колоніям незалежність. Ця робота вимагала умілої дипломатії за умов хитромудрих інтриг, уміння здобувати потрібну інформацію. Франклінові це було під силу.

Перед тим, як залишити Європу, Б. Франклін уклав договір із Швецією і Пруссією. Багато переговорів провів Б. Франклін у Канаді, щоб ця країна підтримала Америку в звільненні її від залежності від Англії.

Повернувшись 1785 року до Америки, Бенджамін Франклін за два роки став Президентом Адміністративного консиліуму Пенсильванії. Він був делегатом Установчих зборів і підписав Конституцію Америки, мав велику підтримку американців.

Б. Франклін мав сина і доньку. Його син Вільям був королівським представником у Нью-Джерсі. Він був лояльно налаштований до англійської влади і не поділяв поглядів батька. Тріщина в стосунках між батьком і сином ніколи не заживала. Син залишив Америку й оселився в Англії, де прожив до кінця життя. Донька Франкліна була одружена і мешкала в Філадельфії. Нащадки Франкліна й досі мешкають в цьому місті.



Портрет Б. Франкліна на медальйоні

Б. Франклін був високого зросту, мав мудрий філософський погляд, велике почуття гумору. Замолоду Б. Франклін скептично ставився до релігії, але з роками став віруючим.

Один із його останніх публічних актів, які він підписав за два місяці до смерті, було звернення до Конгресу США про скасування рабства.

Б. Франклін останній рік свого життя був прикутий до ліжка, і 17 квітня 1790 року помер у Філадельфії на вісімдесят четвертому році життя. Двадцять тисяч осіб були присутні на його похороні. В зв'язку зі смертю Б. Франкліна Конгрес оголосив жалобу в Сполучених Штатах Америки впродовж місяця. Національна асамблея Франції, засвідчуючи велику втрату, якої зазнало людство, ухвалила, що кожний член асамблеї має дотримуватись жалоби впродовж трьох днів. Це було виявом честі, можливо вперше, Національної асамблеї Франції громадянинові іншої країни.

Поховали Б. Франкліна у Філадельфії. За його волею на могилі не мало бути жодних пам'ятників, лише мала бути мармурова плита на рівні з поверхнею землі та епітафія, яку він сам написав за багато років до смерті:

The body of
BENJAMIN FRANKLIN, Printer,
Like the cover of an old book,
its contents torn out,
and stript of its lettering and gilding,
lies here food for worms;
Yet the work itself shall not be lost,
For it will (as he believed) appear once more
in a new and more beautiful edition
Corrected and amended
by the Author.*



Б. Франклін відомий своїми афоризмами. Один із них такий:

“Коли я служу іншим людям, я вважаю, що виплачую борги, а не заробляю винагороду”.

Журнал “Physics today” за жовтень 2003 року назвав Франкліна “зразком ученого-громадянина”, тобто “людини, яка використала свої спеціальні наукові знання і вміння для того, щоб впливати на політику і займатися просвітою суспільства”.

За заповітом Б. Франкліна, після його смерті було засновано 200-річну трастову фундацію для міст Бостона і Філадельфії, яку використовували для різноманітних програм кредитування населення. Кошти цієї фундації 1990 року було використано в Філадельфії на стипендії для місцевих шкіл (понад 2 млн доларів), а 5 млн доларів було використано на заснування в Бостоні Інституту Франкліна.

До 300-річчя від дня народження Б. Франкліна в Філадельфії було організовано виставку “Бенджамін Франклін: у пошуках кращого світу”, яка докладно висвітлює його життя. Виставку експонуватимуть у декількох американських містах і закінчиться в Парижі, де триватиме від 4 грудня 2007 року до 30 березня 2008 року.

У Лондоні зберігся єдиний будинок, в якому мешкав Б. Франклін. Нині його реставрують і планують відкрити для відвідувачів під час ювілейних заходів.

Література:

1. Charles A. Goodrich Lives of the Signers to the Declaration of Independence. – New York: William Reed & Co., 1856. – P. 261–282.
2. Charles A. Goodrich Lives of the Signers to the Declaration of Independence. – New York: William Reed & Co., 1856. – P. 261–282.
3. Benjamin Franklin (1706–1790). His Autobiography. – The Harvard Classics, 1909.
4. Levin David. The Autobiography of Benjamin Franklin: Puritan Experimenter in Life and Art. – Yale Review 53 (December 1963). – P. 258–275.
5. Sayre Robert F. The Examined Self: Benjamin Franklin, Henry Adams, Henry James. – Princeton: Princeton University Press, 1964.
6. Lynen, John F. Benjamin Franklin and the Choice of a Single Point of View. – In The American Puritan Imagination: Essays in Reevaluation, edited by Sacvan Bercovitch. – London: Cambridge University Press, 1974.
7. Buxbaum Melvin. Benjamin Franklin: 1721–1983: A Reference Guide. – Vol. 2. – Boston: G. K. Hall, 1983, 1988.
8. Lemay, J. A. Leo. The Canon of Benjamin Franklin, 1722–1776: New Attributions and Reconsiderations. – Newark: University of Delaware Press, 1986.
9. Buxbaum Melvin. Critical Essays on Benjamin Franklin. – Boston: G. K. Hall, 1987.
10. Wright, Esmond. Benjamin Franklin: His Life as He Wrote It. – Cambridge: Harvard University Press, 1990.
11. Larson, David M. Benjamin Franklin’s Youth, His Biographers, and the Autobiography. – The Pennsylvania Magazine of History and Biography 119 (July 1995). – P. 203–223.
12. Lemay, J. A. Leo. Benjamin Franklin. – In Major Writers of Early American Literature, edited by Everett Emerson. – Madison: University of Wisconsin Press.
13. Brands H. W. The First American: The Life and Times of Benjamin Franklin. 2004.
14. Neal Lane. Benjamin Franklin. – Physics Today, October, 2005. – P. 41–46
15. <http://www.incwell.com/Spectrum.html>
16. <http://usinfo.state.gov/rusски/>

*Тіло БЕНДЖАМІНА ФРАНКЛІНА, друкаря, як обкладинка старої книжки з вирваними сторінками і обдертим написом та позолотою, лежить тут їжа для черв’яків. Але праця не буде втрачена, бо (як вірив він) вона знову відродиться у новому, прекраснішому виданні. Виправив і відредагував автор (переклад з англ. наш – Г. Ш.).

ДРУГИЙ ЕТАП XLIII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ФІЗИКИ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Олег Орлянський,

доцент Дніпропетровського державного університету

Досвід роботи над завданнями II етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики в районах Дніпропетровської області та місті Дніпропетровську в 1999–2005 роках привів автора до думки, що в кожному варіанті завдань має бути щонайменше одна проста задача, одна стандартна й одна оригінальна, з якою учасники олімпіади не могли до цього зустрітися ні на сторінках збірників задач, ні в Інтернет-просторі. До того ж у п'яти задачах бажано максимально врахувати тематичне різноманіття вивченого матеріалу. Нарешті серед задач має бути така, яку можна розв'язати швидко, якщо зрозуміти фізичну ідею, і така, що вимагає чималих математичних перетворень і концентрування уваги під час обчислень.

Наскільки це вдається авторові, судити читачеві, якому пропонуємо умови II етапу олімпіади юних фізиків 2005 року в районах Дніпропетровської області (в м. Дніпропетровську завдання дещо відрізняються).

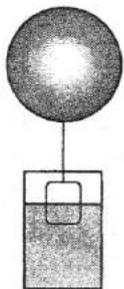
8-й клас

Задача 1.

Космічний телескоп Габбл зареєстрував світловий спалах наднової зорі, а за 10 годин було зареєстровано потік частинок від цієї зорі, які рухались зі швидкістю $0,99999\ c$, де $c = 300\ 000\ \text{км/с}$ – швидкість світла. Визначіть відстань до зорі.

начіть густину матеріалу піску. Запропонуйте, як можна визначити густину “матеріалу” цукру (кристалів цукру) і спробуйте її оцінити, якщо відомо, що в трилітрову банку вміщується 2,5 кг сухого цукру.

Задача 2.



Шматок льоду, до якого прикріплено ниткою кульку з гелієм, плаває наполовину занурившись у воду в циліндричній склянці. Лід поступово тане. Як і на скільки може змінитися рівень води в склянці після того, як кулька злетить. Маса льоду 100 г, густина $0,9\ \text{г/см}^3$, площа перерізу склянки $S = 50\ \text{см}^2$.

Задача 4.

Каструлю з 3 літрами води і 1 кг льоду поставили на вогонь. Побудуйте залежність температури в каструлі від часу, якщо теплова потужність, яка передається каструлі, дорівнює 2 кВт, а втратами теплоти можна знехтувати. Питома теплоємність води $4200\ \text{Дж/(кг}\cdot\text{K)}$, питома теплота плавлення льоду $330\ \text{кДж/кг}$, питома теплота пароутворення води $2300\ \text{кДж/кг}$.

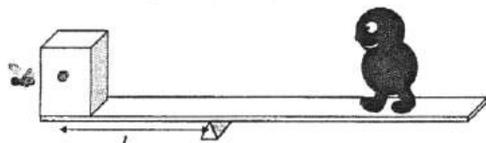
Задача 3.

У десятилітрове відро вміщується 14 кг сухого річкового піску (без гірки) і ще 4 літра води. Виз-

Задача 5.

Вінні Пух і вулик з бджолами та медом врівноважені на дошці (див. рис.). Щосекунди одна бджола влітає з вулика. Визначіть, з якою швидкістю

мас наблизитися Вінні Пух до вулика, щоб рівновага не порушилась. Маса бджоли $m = 10$ г, маса ведмедика $M = 2$ кг, відстань від вулика до опори $l = 1$ м.



9-й клас

Задача 1.

Ви почули гуркіт грому за 6 с після спалаху блискавки. Гуркіт тривав 4 с. Визначіть висоту, з якої вдарила блискавка, якщо блискавка була майже вертикальною. Швидкість звуку дорівнює 330 м/с.

Задача 2.

Астероїд має форму кулі діаметром 20 км і густиною 2000 кг/м^3 . Визначіть, з якою найбільшою швидкістю можна пересуватися вздовж поверхні астероїда на всюдиході?

Задача 3.

Під дією якої сили тіло масою 9 г набуває пришвидшення 9 км/год^2 ? На скільки зміниться кінетична енергія тіла за 1 добу під дією цієї сили, якщо: 1) сила увесь час зберігає свій напрямок; 2) за 15 год сила змінює свій напрямок на протилежний?

Задача 4.

Три тіла рухаються прямолінійно вздовж горизонтальної поверхні столу під дією горизонтальної сили F , яку прикладено до першого тіла. При цьому сила натягу нитки між першим і другим тілом дорівнює $F/2$, а між другим і третім – $F/3$. Визначіть відношення мас тіл $m_1:m_2:m_3$. Коефіцієнти тертя між тілами і поверхнею столу однакові.

Задача 5.

Для того, щоб швидше закип'ятити воду, відпочивальник взяв три кип'ятильники на 600 Вт, 800 Вт і 1 кВт, з'єднав перший і третій паралельно, послідовно до них під'єднав другий і під'єднав

усе з'єднання до розетки. Яка потужність буде виділятися в посудині з водою? За який час вдасться довести до кипіння 3 л води, якщо знехтувати тепловими втратами? Початкова температура води 25°C , питома теплоємність $4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$. Від чого, на Вашу думку, залежать теплові втрати, і чи може так статися, що довести до кипіння три літра води не вдасться?

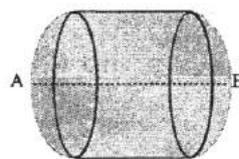
10-й клас

Задача 1.

Під яким кутом до горизонту може стрибнути коник з точки А, яка міститься посередині траншеї, щоб вибратись з неї на поверхню землі? Початкова швидкість коника 7 м/с , ширина траншеї 2 м , глибина $0,8 \text{ м}$. Пришвидшення вільного падіння $9,8 \text{ м/с}^2$. Вважайте, що під час польоту коник рухається тільки під дією сили тяжіння.

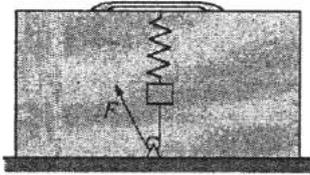
Задача 2.

Коли відстань між двома однаковими змоченими в мильній воді кільцями збільшили до 10 см , мильна плівка між кільцями набула циліндричної форми, а протилежні частини вигнулися у формі сферичних поверхонь. Визначіть відстань між діаметрально протилежними точками А і В цих поверхонь (див. рис.). Діаметр кільця 10 см . Як буде змінюватись форма поверхні мильних плівок зі зменшенням зовнішньої температури?



Задача 3.

На горизонтальній підлозі стоїть валіза, в якій зачинено мишеня Джері. З якою силою Джері має натягти нитку, яку перекинута через блок і прикріплено до тягарця на пружині, щоб після розриву нитки валіза почала підстрибувати? Маса валізи з усім, що в ній міститься, $M = 3 \text{ кг}$, маса тягарця $m = 200 \text{ г}$, масою пружини можна знехтувати. Які умови мають виконуватись, щоб Джері вдалося це зробити?

**Задача 4.**

Визначіть у скільки разів збільшився тиск азоту після збільшення його температури в 4 рази і зменшення його об'єму втричі. Як зміниться відповідь, якщо вважати, що половина молекул азоту дисоціювала на атоми?

Задача 5.

На нерухому шайбу масою 25 г, яка лежить на горизонтальній поверхні гладкого столу, зі швидкістю 5 м/с налітає монета масою 5 г. Вона відбивається під кутом 90° до попереднього напрямку руху зі швидкістю 3 м/с. Визначіть, яка кількість теплоти виділилась під час удару.

II-й клас**Задача 1.**

Тіло кинули під кутом 60° до горизонту зі швидкістю 50 м/с. Побудуйте траєкторію тіла за п'ять і шість секунд його руху. Опором повітря знехтуйте.

Задача 2.

Хлопець і дівчина йдуть назустріч одне одному вздовж скляних вітрин супермаркету на відстані 3 м від них. Швидкість хлопця 5 км/год, швидкість дівчини 3 км/год. Визначіть швидкість хлопця відносно дівчини і швидкість зображення хлопця, яке дівчина бачить у вітрині супермаркету, відносно дівчини. З якою швидкістю скорочується відстань між дівчиною і зображенням хлопця, якщо відстань між дівчиною і хлопцем дорівнює 8 м?

Чи знаєте Ви, що...

Перші телескопи

Перші лінзові телескопи з'явилися у Нідерландах, 1609 року телескоп власноручно сконструював Галілео Галілей. Він один із перших своїх телескопів подарував Венеціанській республіці. У Флоренції, в музеї історії науки, зберігаються два телескопи Галілея. Перша труба Галілея дає збільшення лише в 9 разів, а друга – в 30. Звичайний театральний бінокль тепер є поєднанням двох труб Галілея.

(Про сучасні телескопи читайте в журналах "Світ фізики", 2000. № 1; 2001, № 4)

Задача 3.

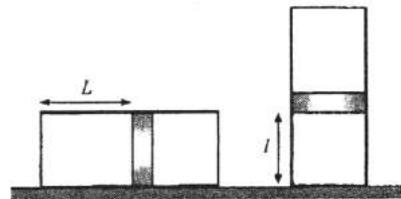
На горизонтальній поверхні столу на відстані 10 см утримують два невеликі однойменно заряджені шматочки діелектричної пластини. Якщо відпустити перший шматочок, він проїде відстань 30 см і зупиниться. Якщо після цього відпустити другий шматочок, він також проїде відстань 30 см і зупиниться. Який шматочок діелектрика має більшу масу? Визначіть, у скільки разів його маса більша.

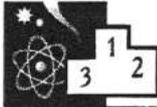
Задача 4.

Коливальний контур складається з конденсатора ємністю $C = 1$ мкФ і котушки індуктивністю $L = 0,4$ мГн. Завдяки тому, що котушка має опір $R = 0,1$ Ом, енергія коливань поступово зменшується. Визначте приблизно на скільки відсотків зменшується енергія коливань за кожний період і чому дорівнює період коливань.

Задача 5.

У відкритому з одного кінця горизонтальному циліндрі на відстані L від закритого кінця міститься масивний поршень. Циліндр переводять у вертикальне положення, і відстань від закритого кінця до поршня стає l . Визначіть: 1) у скільки разів збільшився тиск газу під поршнем; 2) період малих коливань поршня відносно положення рівноваги. Вважайте, що температура повітря увесь час стала.





Відповіді та коментарі

8-й клас

Задача 1.

$l = \frac{cvf}{c-v} \approx 10^{18}$ м. Це відстань, яку долає світло приблизно за 100 років, отже, спалах зорі відбувся 100 років тому.

Задача 2.

Існують два випадки: кулька злітає з льодом і без льоду. Якщо кулька злітає зі шматочком льоду, який назавжди покидає склянку, рівень води майже не зміниться. Якщо весь лід перетвориться на воду в склянці, рівень води підніметься на

$$h = \frac{m}{S} \left(\frac{1}{\rho_{\text{в}}} - \frac{1}{2\rho_{\text{л}}} \right) = \frac{8}{9} \text{ см} \approx 9 \text{ мм.}$$

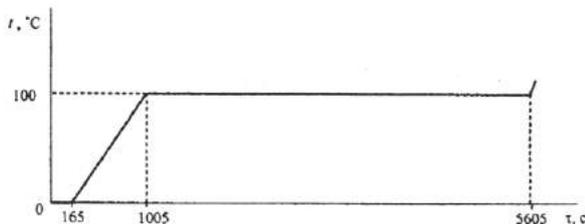
Задача 3.

Вважаймо, що 10 л води, налитих у порожнє десятилітрове відро, заповнюють його до країв. Матеріал піску займає об'єм 6 л, тобто 60% об'єму. Отже, його густина буде

$$\frac{7}{3} \text{ г/см}^3 \approx 2670 \text{ кг/м}^3.$$

Кристали цукру мають форму, схожу на форму піщинок і напевне займають також майже 60% об'єму трілітрової банки. Тоді густина кристалів цукру приблизно 1400 кг/м³.

Задача 4.



Звісно така точність визначення деяких координат часу на графіку необов'язкова.

Задача 5.

$$v = \frac{m l}{M t} = 0,5 \text{ см/с.}$$

9 клас

Задача 1.

$$h = v \sqrt{(t_1 + t_2)^2 - t_1^2} = 2640 \text{ м} \approx 2,6 \text{ км.}$$

Задача 2.

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{\pi G \rho}{3}} d \approx 7,5 \text{ м/с.}$$

Задача 3.

$6,25 \text{ мкН} \cdot E_1 = 16,2 \text{ Дж} \cdot E_2 \approx 1 \text{ Дж}$ (вважаймо, що початкова швидкість тіла дорівнює нулеві).

Задача 4.

$$m_1 : m_2 : m_3 = 3 : 1 : 2$$

Задача 5.

533 Вт. 29,5 хв. Теплові втрати залежать від багатьох чинників, зокрема від різниці температур води і доквілля, площі поверхні посудини і теплопровідності її стінок, наявності кришки тощо. З підвищенням температури теплові втрати збільшуються, і, якщо вони зрівняються з кількістю теплоти, що підводиться до посудини, подальше зростання температури припиниться. Отже, враховуючи невелику потужність системи кип'ятильників, вода може так і не закипіти.

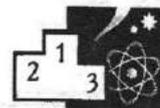
10-й клас

Задача 1.

Коник може вибратись з траншеї на поверхню землі, якщо стрибне під кутами від

$$\frac{1}{2} \arccos 0,36 \approx 34^\circ$$

до $\arctg 9 \approx 84^\circ$.

**Задача 2.**

Тиск повітря в обмеженому мильними плівками об'ємі можна розрахувати за допомогою лапласового тиску двома способами:

$$P_A + \frac{4\sigma}{R} = P_A + \frac{4\sigma}{d}.$$

Отже, радіус сферичних поверхонь R дорівнює діаметрові кілець d , а відстань L між точками A і B :

$$L = l + d(2 - \sqrt{3}) \approx 12,7 \text{ см.}$$

Якщо зменшення зовнішньої температури відбувається поступово за незмінного зовнішнього тиску, на зміну форми поверхонь будуть впливати два чинники: збільшення коефіцієнту поверхневого натягу і зменшення об'єму повітря всередині завдяки охолодженню. Отже, циліндрична поверхня прогнеться всередину, а сферичні поверхні стануть пласкішими.

Задача 3.

$F \geq Mg$ – вважаймо, що валіза підстрибує, повністю відриваючись від поверхні. Якщо ж нижній лівий край валізи (завдяки додатковій масі мишеня) не буде відриватися від поверхні, сила F може бути меншою. Умови, за яких вдасться примусити валізу підстрибувати, пов'язані з розмірами валізи, її загальною масою і коефіцієнтом пружності k пружини: відстань від нижньої грані тягарця до блоку має бути не меншою, ніж Mg/k . Нарешті, Джері має вистачити сил.

Задача 4.

У 12 разів. Якщо половина молекул дисоціювала на атоми, то в 18 разів.

Задача 5.

2,75 Дж – вважаймо, що шайба після удару не почала обертатися.

11-й клас**Задача 1.**

П'ята секунда починається після закінчення четвертої. Слід розглянути два випадки. Коли тіло починає рухатись догори і донизу.

Задача 2.

Швидкість хлопця відносно дівчини і швидкість зображення хлопця відносно дівчини мають однакове значення 8 км/год. Швидкість, з якою скорочується відстань між дівчиною і зображенням хлопця, 6,4 км/год.

Задача 3.

Перший шматочок діелектрика має більшу масу в 7 разів.

Задача 4.

На $\pi\%$ зменшується енергія коливань за кожен період, який дорівнює 40π мкс.

Задача 5.

У L/l разів. Період малих коливань

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g} \left(1 - \frac{l}{L}\right)}.$$

Чи знаєте Ви, що...

Фізик і лірик

Джеймс Максвелл був не лише видатним англійським фізиком, а й ліриком. Він писав вірші та публікував їх під псевдонімом $\frac{dp}{dt}$. Цей псевдонім розшифровували так:

$\frac{dp}{dt}$. Цей псевдонім розшифровували так:

$$\frac{dp}{dt} = JCM.$$

Це формула термодинаміки. Тут JCM – James Clerque Maxwell.

УМОВИ ЗАДАЧ ІІІ (ОБЛАСНОГО) ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ФІЗИКИ (Львів, 2006 р.)

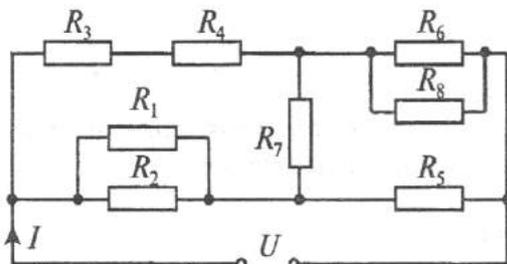
8-й клас

Задача 1.

Сплав золота і срібла густиною 14000 кг/м^3 має масу $0,4 \text{ кг}$. Визначіть масу і процентне співвідношення золота в сплаві, вважаючи що об'єм сплаву дорівнює сумі об'ємів його складових частин. Густина золота 19300 кг/м^3 , срібла – 10500 кг/м^3 .

Задача 2.

Дано коло постійного струму (див. рис.): $R_3 = 20 \text{ Ом}$, $R_4 = 30 \text{ Ом}$, $R_1 = 100 \text{ Ом}$, $R_2 = 100 \text{ Ом}$, $R_6 = 50 \text{ Ом}$, $R_5 = 25 \text{ Ом}$, $R_8 = 50 \text{ Ом}$, $R_7 = 28 \text{ Ом}$, $U = 100 \text{ В}$. Який струм тече через опір R_7 ? Знайдіть загальний струм у колі I .



Задача 3.

Із морозильної камери холодильника (температура всередині камери $t_1 = -50^\circ\text{C}$) взяли 5 кг льоду і помістили його в закриту посудину з водою (маса води 25 кг , температура $t_2 = 10^\circ\text{C}$), яка міститься в термостаті. Знайдіть температуру води після надання посудині 50 кДж теплоти за допомогою нагрівача. Питома теплоємність води $4,18 \text{ Дж/(г}\cdot^\circ\text{C)}$, льоду – $2,09 \text{ Дж/(г}\cdot^\circ\text{C)}$, питома теплота плавлення льоду 333 Дж/г .

Задача 4.

Сталеве ядро, яке летіло зі швидкістю 200 м/с , вдарилося в земляний насип і застрягло в ньому.

На скільки підвищиться температура ядра, якщо на його нагрів пішло 60% кінетичної енергії? Питома теплоємність сталі $460 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$.

Задача 5.

У басейні плаває дерев'яний човен. Як зміниться рівень води в басейні, якщо:

- з човна викинути камінь у воду,
- з човна викинути камінь на берег,
- з човна викинути дерев'яний брусок у воду,
- з човна викинути дерев'яний брусок на берег,
- на дні човна зробити отвір і човен почне занурюватись у воду?

9-й клас

Задача 1.

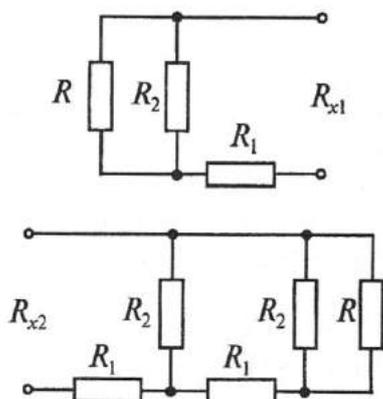
Рибалка скочив з нерухомого човна під кутом $\alpha = 45^\circ$ до горизонту на берег. При цьому човен набув швидкості $v = 0,4 \text{ м/с}$, маса рибалки $m_1 = 70 \text{ кг}$, човна $m_2 = 80 \text{ кг}$. Визначіть максимальну потенціальну енергію, яку матиме рибалка.

Задача 2.

Свинцева куля масою m_1 , що летить горизонтально зі швидкістю v , влучає в нерухому сталеву кулю з масою m_2 , що лежить на горизонтальному столі. Удар непружний. Яка буде температура обох куль, якщо до удару температура свинцевої кулі була T_1 , а сталевій – T_2 ? (Питома теплоємності свинцевої кулі c_1 , а сталевій – c_2).

Задача 3.

Визначіть, при якому R загальний опір першої схеми дорівнюватиме загальному опорі другої схеми. Чому дорівнює загальний опір кіл, якщо $R_1 = 1 \text{ Ом}$, а $R_2 = 3 \text{ Ом}$.



Задача 4.

М'яч падає на горизонтальну поверхню з висоти $h = 10$ м і після пружного удару піднімається на висоту $h_1 = 7$ м. На яку висоту підніметься м'яч після 6-го удару, якщо відношення швидкостей b після і до удару є сталим.

Задача 5.

Три плоскі дзеркала утворюють рівнобедрений трикутник з кутом при основі $\alpha = 50^\circ$. На одну з бокових поверхонь падає пучок світла від джерела, що міститься всередині трикутника під кутом $\delta = 45^\circ$. Знайти кут між падаючим і відбитим від третьої грані променем.

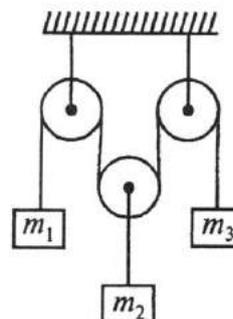
10-й клас

Задача 1.

Автомобіль масою m з двома ведучими осями рушає з місця. Двигун працює з постійною потужністю P . Коефіцієнт тертя ковзання коліс до дороги дорівнює k . Знайдіть залежність швидкості автомобіля від часу і накресліть якісний графік цієї залежності. Опором повітря і тертям у механізмах знехтуйте.

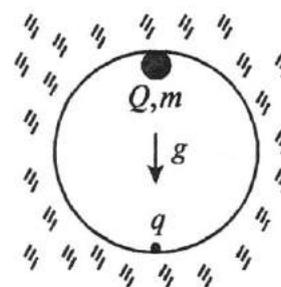
Задача 2.

Які пришвидшення мають вантажі зображеної на рисунку системи? Ділянки нитки, які не торкаються блоків, вертикальні.



Задача 3.

Який мінімальний заряд q треба закріпити в нижній точці сферичної порожнини радіусом R , щоб в полі тяжіння невелика кулька масою m і зарядом Q містилася у верхній точці порожнини в положенні стійкої рівноваги?



Задача 4.

До 1 кг переохолодженої до $t = -20^\circ\text{C}$ води в калориметрі додали 1 кг стружки льоду при $t = -20^\circ\text{C}$, через це вода почала кристалізуватись. Визначіть температуру, яка встановиться в системі. Вважайте, що теплоємність води від температури не залежить.
 $c_{\text{води}} = 4,2$ кДж/(кг \cdot °C), $c_{\text{льоду}} = 2,1$ кДж/(кг \cdot °C),
 $\lambda = 330$ кДж/кг.

Задача 5.

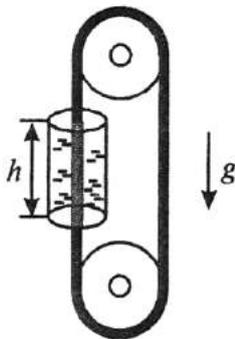
Визначіть середнє квадратичне відхилення маятника від положення рівноваги, яке викликане тепловим рухом кульки маятника. Температура повітря 20°C . Маса кульки 1 мг, довжина нитки маятника 10 м.

11-й клас

Задача 1.

Яку роботу треба виконати, щоб однорідний стовп масою 100 кг і завдовжки 4 м з горизонтального положення на землі поставити вертикально на один із кінців?

Задача 2.



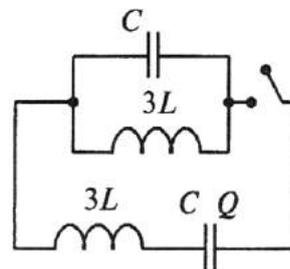
На рисунку зображено двигун, який складається з невагомих блоків, товстого шнура (площа перерізу S) та наповненого водою (густина води – ρ) баку висоти h . Сила тертя між шнуром і баком дорівнює F , вода з баку не витікає. Знайти ККД цього двигуна.

Задача 3.

На похилу площину, кут нахилу якої α , вертикально падає маленька кулька і починає по ній стрибати. Порахуйте відношення тривалостей польоту кульки між першим і другим ударом до похилої площини та між шостим і сьомим ударом. Втратами енергії знехтуйте. Пришвидшення вільного падіння g .

Задача 4.

Коло складається з таких елементів: ємності C та котушки з індуктивністю $2L$, які з'єднані паралельно. До них послідовно приєднані котушка з індуктивністю $3L$, ємність C та вимикач. У початковий момент часу вимикач вимкнений; перший конденсатор незаряджений, а другий заряджений до заряду Q_0 . Визначіть, як буде змінюватися заряд на першому конденсаторі. Яке максимальне значення заряду можливе на ньому?



Задача 5.

Плоский конденсатор із площею обкладок S та малою віддаллю між пластинами d помістили в азот при сталому тиску P_0 . Діелектрична проникність азоту $\epsilon = 1 + \alpha n \approx 1$, де n – концентрація газу. Який тиск азоту встановиться всередині конденсатора, якщо зарядити його обкладки зарядами $\pm Q$? Азот вважайте ідеальним газом зі сталою температурою T , який вільно циркулює між конденсатором та середовищем.

Математичний салат

Видатний винахідник Нікола Тесла любив математику і залюбки займався математичними обчисленнями. За обідом у ресторані він не починав їсти суп, доки не обчислив кількість рідини в тарілці, і з задоволенням з'їдав товстезний біфштекс, як тільки визначав його об'єм.

Якось офіціант приніс ученому салат із фруктів, в якому кожний кусочок мав іншу форму і розмір. Очі в дослідника загорілись, і він взявся за обчислення. Проїшла чверть години, а ручка Тесли все ще літала по папері, покриваючи його математичними формулами. Стурбований офіціант, побачивши салат, до якого не доторкнувся Тесла, запитав: "Пане Тесло, чи салат не смачний?"

"Не смачний?... Та що Ви! Немає нічого кращого від цього салату!" – вигукнув Н. Тесла, продовжуючи писати.



Шведська академія наук нагородила половиною Нобелівської премії з фізики 2005 року американського фізика із Гарвардського університету Роя Глаубера "за теоретичні дослідження світлових явищ, які привели до створення квантової оптики". Другу половину премії розділили між собою фізик Джон Голл із Колорадського університету (США) й німецький науковець Теодор Генш з Інституту Макса Планка "за розроблення методів надточної лазерної спектроскопії".

НОБЕЛІВСЬКІ ЛАВРЕАТИ

2005



Рой Глаубер



Джон Голл



Теодор Генш

Надточне вимірювання частоти – шлях до нових відкриттів

Олександр Гальчинський,
канд. фіз.-мат наук

Американський фізик Рой Глаубер народився 1925 року в Нью-Йорку (США). Він захистив докторську дисертацію з фізики у Гарвардському університеті та 1949 року здобув науковий ступінь. Нині є професором фізики Гарвардського університету.

Рой Глаубер 1963 року опублікував праці, в яких для пояснення принципів детектування оптичних сигналів застосував метод квантування електромагнетного поля. Науковець описав оптичні явища з погляду квантової теорії поля, пояснив як потік незалежних частинок (фотонів), може утворити інтерференційну картину. Інтерференційну картину, утворену світлом, яке проходить крізь дві щілини, хвильова оптика пояснює інтерференцією накладання когерентних хвиль, а квантова оптика, основи якої заклав Глаубер, пояснює розподілом частинок у квантовій системі.

Вельми важлива особливість квантового опису оптичних спостережень – це те, що, коли ми реєструємо фотон, його вже немає (він поглинутий), і електромагнетне поле вже зазнало змін. Наступна подія реєстрації відбуватиметься в іншому початковому стані, ніж попередня. Якщо ж між окремими детекторами створити взаємозв'язок (кореляцію), реєструюча система буде чутлива до квантових ефектів.

У своїх працях Р. Глаубер сформулював положення: детектування фотона в кореляційних експериментах має ґрунтуватися на послідовному застосуванні квантової електродинаміки.

Експерименти з використанням декількох фотодетекторів було успішно проведено вже після публікацій Р. Глаубера і вони узгоджувались із його теорією. Застосування квантової фізики до оптичних явищ стало визначним досягненням Роя Глаубера. Його праці заклали підґрунтя для подальших теоретичних і експериментальних напрацювань у галузі квантової оптики.

Серед сучасних практичних застосувань квантової оптики – вимірювання частоти з надвисокою точністю, квантові підсилювачі та еталони



частоти. Зрештою тільки квантова природа світла встановлює межі для точності майбутніх оптичних приладів. Будучи квантовими, вони можуть бути застосовні на таких рівнях яскравості, де квантова природа світла впливає на спостереження. Можна буде вимірювати поодинокі фотони від кількох атомів. Завдяки цьому в майбутньому можна сподіватись нових технічних застосувань оптичних квантових явищ для кодування та опрацювання інформації, створення квантових комп'ютерів.

Крім важливих прикладних застосувань, експериментальні дослідження в галузі квантової оптики мають велику наукову цінність. Вони відкривають нові можливості для перевірки основних положень квантової теорії. Великих успіхів у галузі експериментальних квантово-оптичних досліджень досягли Дж. Голл і Т. Генш.

Американський фізик Джон Голл народився 1934 року в м. Денвері (штат Колорадо, США). Докторську дисертацію з фізики він захистив у Технологічному інституті імені Карнегі (Пітсбург, штат Пенсильванія) та здобув науковий ступінь 1962 року. Він є почесним науковцем Національного інституту стандартів, технології впровадженнь Університету Колорадо (м. Болдуер, США).

Німецький фізик Теодор Генш, який розділив з Дж. Голлом половину Нобелівської премії з фізики 2005 року, народився 1941 року в м. Гайдельберзі (Німеччина). Докторську дисертацію з фізики він захистив у Гайдельберзькому університеті та 1969 року здобув науковий ступінь. Нині він працює директором відділення квантової оптики Інституту Макса Планка та професором фізики Мюнхенського університету імені Людвіга Максиміліана.

Дж. Голл і Т. Генш, ґрунтуючись на принципах квантової оптики, розробили сучасний метод прецизійної лазерної спектроскопії – метод оптичного частотного “гребінця”. Цей метод було створено під час встановлення точної довжини метра за допомогою лазерного випромінювання.

Уже від 1960 року учені відмовились використовувати платино-іридієвий стрижень як еталон метра. За еталон довжини в один метр взяли деяке число довжин хвилі певної спектральної лінії в інертному газі криптоні. Кілька років потому було

введено атомний еталон одиниці часу (секунди) як час певної кількості коливань резонансної частоти певного переходу між енергетичними рівнями в атомі цезію (для точного вимірювання часу стали використовувати атомний годинник на основі цезію). Ці еталони дали змогу визначити швидкість світла як добуток довжини хвилі й частоти.

Джон Голл очолив науковий колектив, який працював над вимірюванням швидкості світла, використовуючи лазери з надзвичайно високою частотною стабільністю. Проте, точність визначення швидкості світла була обмежена визначенням метра, яке тоді використовували. Тому XVII Генеральна конференція з мір і ваг 1983 року прийняла, що швидкість світла визначена абсолютно точно і встановила визначення метра як віддаль, яку проходить у вакуумі плоска електромагнетна хвиля за $1/299792458$ частки секунди.

Виникла очевидна потреба в точному і простому методі вимірювання часу (частоти). Проте, з'ясувалось, що точно визначати частоти оптичних переходів порядку 10^{15} Гц надзвичайно складно. Для розв'язання цієї проблеми науковці використали складну систему високостабільних лазерів і генераторів електричних коливань. Такі пристрої було розроблено в декількох лабораторіях світу, але й нове визначення метра було складним для практичних застосувань. Потрібно було навчитись точно вимірювати оптичні частоти.

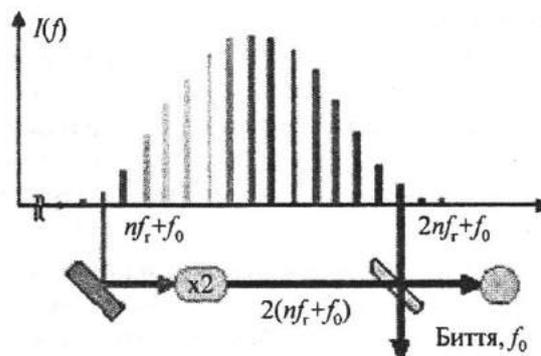


Рис. 1. Вимірювання частоти за допомогою оптичного “гребінця”

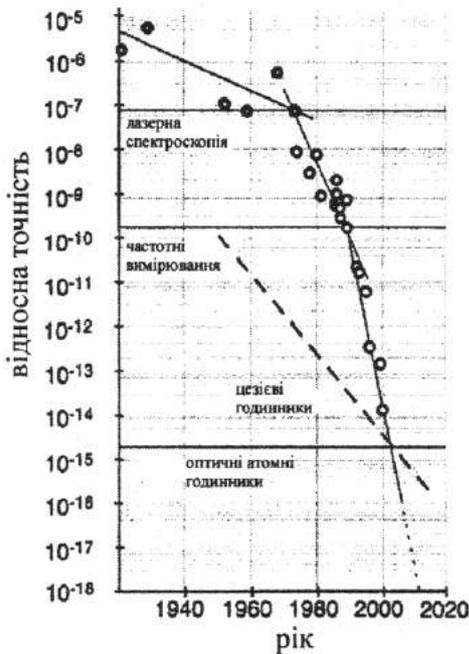


Рис. 2. Зростання точності вимірювання частоти різними методами

Для цього науковці застосували лазер, який генерує велику кількість когерентних коливань. Якщо генеровані кванти, які мають дещо відмінні частоти, накладаються, виникають надзвичайно короткі імпульси. Що більше відрізняються частоти, то короткотриваліші отримують імпульси. В імпульсі тривалістю 5 фемтосекунд ($1 \text{ фс} = 10^{-15} \text{ с}$), є майже мільйон різних частот, які перекривають велику частину видимого спектра. Для цього застосовують як активне середовище кристалічний сапфір, легований титаном, за допомогою якого можна генерувати в широкому спектральному діапазоні багато рівновіддалених частот. У результаті між дзеркалами такого лазера ніби “стрибає світлова кулька” – фемтосекундний імпульс. Світло, яке проходить крізь напівпрозоре дзеркало лазера, є послідовністю короткотривалих імпульсів.

Дж. Генш 1999 року використав лазери з надзвичайно короткими імпульсами, щоб виміряти оптичні частоти в атомних годинниках на основі цезію. Метод, який він застосував, назвали методом оптичного частотного “гребінця”. Цей метод ґрунтується на тому, що фемтосекундні лазери

випромінюють широкий набір частот (частотний “гребінець”), який охоплює весь видимий діапазон світла. Застосування низки рівновіддалених між собою частот подібне до зубців гребінця або поділок на лінійці. Невідому частоту визначають за допомогою однієї з частот такого “гребінця”. Її вимірюють завдяки додаванню коливань цієї частоти з коливаннями найближчого зубця у частотному “гребінці”. Частоти цих биттів потрапляють у радіодіапазон, в якому їх легко виміряти. Це аналогічно до того, як під час звучання двох камертонів з близькими частотами можна чути набагато нижчий звук (меншої частоти), частоту якого легко виміряти.

Нині завдяки методу частотного “гребінця” можна генерувати імпульси тривалістю 100 аттосекунд ($1 \text{ ас} = 10^{-18} \text{ с}$) і проводити частотні вимірювання з відносною точністю до 10^{-18} . Цей метод відкриває шлях до створення нового оптичного еталона часу.

Завдяки такому еталону часу супутникова система навігації (GPS) стане набагато точнішою. Точнішою стане навігація під час космічних експедицій на далекі віддалі, зросте точність, а відтак, і достовірність, результатів перевірки загальної теорії відносності. Реальнішою стає перспектива реєстрації гравітаційних хвиль. Ця поліпшена точність дасть змогу порівнювати властивості звичайної речовини й антиречовини, так, створивши атом антиводню (із антипротона та позитрона) можна буде на підставі точних спектроскопічних досліджень порівняти основні властивості водню й антиводню.

Нарешті, більша точність вимірювань важлива для перевірки можливої зміни фізичних констант із часом. Про потребу таких вимірювань говорили вже давно, але лише тепер розроблені методи, які дають змогу проводити такі дослідження.

Сподіваємось, що розв’язання проблеми надзвичайно точного вимірювання частоти (часу) приведе до нових великих відкриттів і навіть до нової революції в фізиці.

- <http://www.kva.se/swe/awards/nobel/nobelprizes/press/phyread05.asp/>
- <http://nobelprize.org/physics/articles/brink/index.html>
- <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>
- <http://phys.educ.ksu.edu/>

РОЗВ'ЯЗКИ ЗАДАЧ ІІІ (ОБЛАСНОГО) ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ФІЗИКИ (Львів, 2006 р.)

8-й клас

Задача 1.

Нехай об'єм золота у сплаві V_3 , а об'єм срібла $V_{\text{ср}}$.
Тоді об'єм сплаву

$$V = V_3 + V_{\text{ср}} \quad (1)$$

Маса золота і срібла у сплаві відповідно дорівнюватимуть: $m_3 = \rho_3 V_3$ та $m_{\text{ср}} = \rho_{\text{ср}} V_{\text{ср}}$, а загальна маса сплаву буде:

$$m = m_3 + m_{\text{ср}} \quad (2)$$

Очевидно, що $m = \rho V$, де ρ – густина сплаву.

Із виразу (1):

$$V_{\text{ср}} = \frac{m}{\rho} - V_3,$$

а з виразу (2):

$$m = \rho_{\text{ср}} \left(\frac{m}{\rho} - V_3 \right) + \rho_3 V_3.$$

Звідси

$$V_3 = \frac{\rho - \rho_{\text{ср}}}{\rho_3 - \rho_{\text{ср}}} \cdot \frac{m}{\rho}.$$

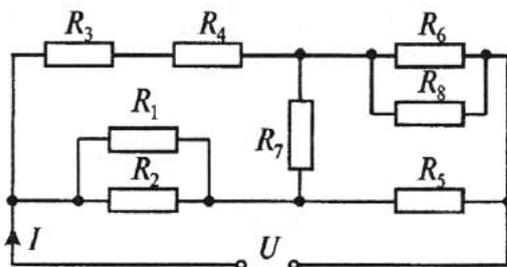
Отже, $m_3 = \frac{\rho - \rho_{\text{ср}}}{\rho_3 - \rho_{\text{ср}}} \cdot \frac{\rho_3}{\rho} m = 0,221 \text{ кг}.$

Процентне співвідношення

$$x = \frac{m_3}{m} \cdot 100\% = 55,1\%.$$

Задача 2.

Порахуймо опори всіх віток від опору R_7 .



$$R_3 + R_4 = 50 \text{ Ом}, \quad \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 50 \text{ Ом},$$

$$R_5 = 25 \text{ Ом}, \quad \frac{R_6 R_8}{R_6 + R_8} = 25 \text{ Ом}.$$

Бачимо що спади напруг на опорах у вітках є такими, що напруга однакова на обох кінцях опору R_7 , отже, через нього струм не тектиме ($I_7 = 0 \text{ А}$) і ми для розрахунків можемо його не брати до уваги.

Загальний струм у колі:

$$I = \frac{U}{R_{\text{заг}}}.$$

Загальний опір знайдемо як опір паралельного з'єднання пар віток, для яких опори вже пораховано раніше:

$$I = \frac{100 \text{ В}}{37,5 \text{ Ом}} = 2,67 \text{ А}.$$

Задача 3.

Знайдемо теплоту, яку треба надати льодові, щоб нагріти його до 0°C .

$$Q_{n1} = c_{\text{л}} m_{\text{л}} (0 - t_1) = 522,5 \text{ кДж}.$$

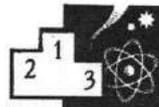
Для плавлення цього льоду треба

$$Q_{n2} = \lambda m_{\text{л}} = 1665 \text{ кДж}.$$

Тепер порахуймо, яка кількість теплоти виділиться з охолодженням води до 0°C

$$Q_{n1} = c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t_2 - 0) = 1050 \text{ кДж}.$$

За умови, що посудині ще й надали 50 кДж теплоти, бачимо, що лід нагріється до нульової температури і почне плавитись, але розплавиться не весь. Отже, кінцева температура суміші 0°C .

**Задача 4.**

За умовою задачі 60% кінетичної енергії йде на нагрівання ядра.

$$E_k = \frac{mv^2}{2}, Q = cm\Delta T, Q = 0,6E_k.$$

Звідси

$$\Delta T = 0,6 \frac{mv^2}{2cm} = 0,3 \frac{v^2}{c} = 26,1^\circ\text{C}.$$

Задача 5.

а) Якщо з човна викинути камінь у воду, то об'єм води, що витісниться ним, дорівнюватиме об'єму каменя. Якщо ж камінь був у човні, то човен додатково витісняв об'єм води, маса якого дорівнює масі каменя. Оскільки густина каменя більша від густини води, то цей об'єм більший від об'єму самого каменя, отже, рівень води в басейні понизиться.

б) Якщо викинути камінь із човна на берег, рівень води понизиться, оскільки човен стане легшим, і об'єм витісненої води зменшиться.

в) Якщо у воду викинути дерев'яний брусок, то рівень води в басейні залишиться тим самим. Брусок плаває на поверхні й витісняє такий самий об'єм води, який раніше (до викидання бруска) додатково витісняв човен.

г) Якщо брусок викинути на берег, тоді матимемо ту ж ситуацію що й у випадку б).

д) Якщо човен дерев'яний (а густина дерева менша від густини води) і не містить вантажу, або вантаж легший від води, то зрозуміло, що і човен з вантажем, і човен та вантаж окремо завжди витіснятимуть об'єм води, вага якого дорівнює вазі човна чи вазі човна з вантажем. У випадку, якщо хоча б одна з цих компонент важча від води і почне занурюватись, то матимемо умови, розглянуті у випадку а), а, отже, й пониження рівня води у басейні.

9-й клас**Задача 1.**

Швидкість рибалки знайдемо із закону збереження імпульсу.

$$m_1v_1 \cos \alpha = m_2v,$$

тут v_1 – початкова швидкість рибалки.

Максимальна висота підйому із закону збереження енергії (кінетична енергія рибалки у момент стрибання, зумовлена вертикальною складовою його швидкості має дорівнювати його потенціальній енергії у найвищій точці, яка й буде максимальною потенціальною енергією).

$$\frac{m_1v_1^2 \sin^2 \alpha}{2} = E_k = E_n = m_1gh.$$

$$h = \frac{v_1^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{m_2^2 v^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}{2m_1^2 g},$$

$$\max E_n = \frac{m_2^2 v^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}{2m_1} = 7,3 \text{ Дж}.$$

Задача 2.

Початкова кінетична енергія системи дорівнює кінетичній енергії свинцевої кулі

$$E = \frac{m_1v^2}{2}.$$

Після удару із законів збереження імпульсу та енергії маємо:

$$m_1v = (m_1 + m_2)u,$$

$$\frac{m_1v^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2)u^2}{2} + Q,$$

де Q – частина енергії, яка пішла на нагрівання.

З останнього виразу маємо:

$$Q = \frac{m_1v^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2)u^2}{2} = \frac{m_1v^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2)m_1^2v^2}{2(m_1 + m_2)^2} = \frac{m_1m_2v^2}{2(m_1 + m_2)}.$$

Ця теплота йде на нагрівання обох куль

$$Q = m_1c_1(T - T_1) + m_2c_2(T - T_2).$$

Отже,

$$T = \frac{\frac{m_1m_2v^2}{2(m_1 + m_2)} + m_1c_1T_1 + m_2c_2T_2}{m_1c_1 + m_2c_2}.$$

Задача 3.

Повний опір першого кола:

$$R_{x1} = R_1 + \frac{RR_2}{R + R_2}. \quad (1)$$

Повний опір другого кола:

$$R_{x2} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1 + \frac{RR_2}{R + R_2}}} \quad (2)$$

За умовою задачі позначмо

$$R_{x1} = R_{x2} = R_x.$$

Із (2) отримаємо:

$$R_x = R_1 + \frac{R_x R_2}{R_x + R_2}, \text{ або } R_x^2 - R_1 R_x - R_1 R_2 = 0.$$

Рівняння має лише один розв'язок, який має фізичний зміст

$$R_{x1} = R_{x2} = R_x = \frac{1 + \sqrt{13}}{2} \approx 2,3 \text{ Ом.}$$

Тоді з рівняння (1) буде:

$$R_x R + R_x R_2 = R_1 R + R_1 R_2 + R R_2.$$

Звідси

$$R = 3 \frac{\sqrt{13} - 1}{7 - \sqrt{13}} \approx 2,3 \text{ Ом.}$$

Задача 4.

За законом збереження енергії для першого удару маємо

$$mgh = \frac{mv^2}{2}, \text{ або } h = \frac{v^2}{2g}.$$

Після другого удару $h_1 = \frac{v_1^2}{2g}, \dots$, і аналогічно

після шостого $h_6 = \frac{v_6^2}{2g}$, де v_1, \dots, v_6 – початкові

швидкості після першого, ..., шостого ударів.

За умовою задачі

$$\frac{v_1}{v} = b, \dots, \frac{v_6}{v_5} = b. \quad (1)$$

Звідси

$$\frac{v_6}{v} = b^6, \text{ або } b^{12} = \frac{h_6}{h}.$$

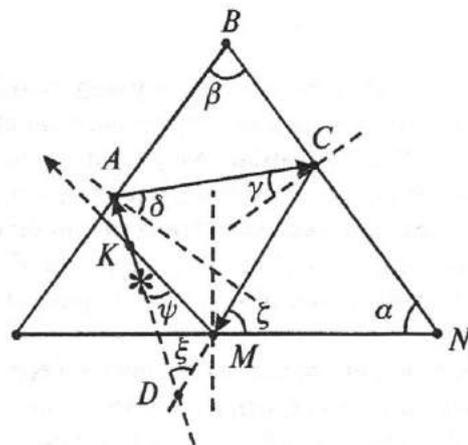
Отже,

$$h_6 = hb^{12}.$$

Із (1) буде $b^2 = \frac{v_1^2}{v^2} = \frac{h_1}{h}.$

Отже, $h_6 = h \left(\frac{h_1}{h} \right)^6 = 1,18 \text{ м.}$

Задача 5.



Розгляньмо трикутник ABC :

$$(90^\circ - \delta) + (90^\circ - \gamma) + \beta = 180^\circ, \quad (1)$$

звідси

$$\gamma = \beta - \delta, \text{ або оскільки } \beta = 180^\circ - 2\alpha, \text{ то}$$

$$\gamma = 180^\circ - 2\alpha - \delta.$$

Розгляньмо трикутник ADC

$$2\delta + 2\gamma + \xi = 180^\circ, \text{ звідси } \xi = 180^\circ - 2\delta - 2\gamma.$$

Підставивши γ , отримаємо

$$\xi = 4\alpha - 180^\circ.$$

Із трикутника MNC :

$$(90^\circ - \gamma) + \alpha + \zeta = 180^\circ,$$

звідси з урахуванням γ :

$$\zeta = 270^\circ - 3\alpha - \delta.$$

А з трикутника DMK :

$$\xi + 2\zeta + \psi = 180^\circ.$$

Звідси

$$\psi = 2\alpha + 2\delta - 180^\circ = 10^\circ.$$

Віталій Лесівців

асистент кафедри загальної фізики

Львівського національного університету

імені Івана Франка



Пропонуємо читачам низку лабораторних завдань для 9–11-х класів, які підготував Златев Георгій Іванович.

Златев Георгій Іванович – учитель фізики Болградської гімназії (Одеська область). Він має великий досвід викладання фізики, багато років працює в Болградській гімназії. Цей навчальний заклад створений понад 100 років тому за ініціативи болгарської громади в Україні. Ще досі в цьому навчальному закладі зберігаються прилади, які було закуплено меценатами в Парижі, Відні, Берліні.

Г. Златев разом зі школярами любить експериментувати. Команда школярів під його керуванням на Всеукраїнському турнірі юних фізиків не раз демонструвала цікаве експериментальне розв'язання турнірних задач.



9-й клас

Лабораторна робота № 1

Перевірка закону збереження енергії

Завдання:

Порівняйте зменшення потенційної енергії розтягнутої пружини зі збільшенням кінетичної енергії тіла, з'єданого з пружиною.

Обладнання:

Динамометр навчальний, кулі з отворами, терези з важками, нитка, рулетка, два штативи.

Теоретичні відомості

На підставі закону збереження механічної енергії при взаємодії тіл силами пружності зміна потенційної енергії пружини має дорівнювати зміні кінетичної енергії, пов'язаного з нею тіла:

$$\Delta E_p = -\Delta E_k.$$

Якщо $E_{p2} = 0$ і $E_{k1} = 0$,

$$\Delta E_p = \frac{KX^2}{2}, \quad \Delta E_k = \frac{mV^2}{2} \quad (1)$$

Метою роботи є перевірка виконання рівності:

$$\Delta E_p = \Delta E_k.$$

Жорсткість пружини розраховується за законом Гука.

$$K = \frac{F_1}{X_1}. \quad (2)$$

Швидкість руху за формулою:

$$V = S\sqrt{\frac{g}{2h}}. \quad (3)$$

Тоді

$$E_k = \frac{mgS^2}{4h}.$$

Виконання роботи

1. Закріпіть на штативах динамометр і жолоб на однаковій висоті. Виміряйте висоту жолоба над столом (h).
2. Підвісивши до пружини вантаж відомої маси, обчисліть за формулою жорсткість пружини.
3. Прикріпивши ниткою кулю до динамометра, розставте штативи так, щоб пружина розтягнулася на X . Виміряйте величину деформації X лінійкою.
4. Відпустивши кулю, позначіть точку падіння за допомогою білого аркуша і копіювального паперу. За допомогою схилу позначіть на папері початкове положення кулі. Відстань між двома крапками – дальність польоту S .
5. За допомогою терезів виміряйте масу кулі.
6. За формулами (1) і (4) обчисліть E_p і E_k . Порівняйте їх.



7. Повторіть дослід з іншою кулею; для іншої висоти.

8. Оцініть похибку вимірювання потенціальної енергії.

$$\Delta E_p = E_p \left(\frac{\Delta F_Y}{F_Y} + \frac{\Delta X}{X} \right),$$

ΔE_Y – ціна поділки динамометра;

ΔX – ціна поділки лінійки.

9. Оцініть похибку вимірювання кінетичної енергії.

$$\Delta E_k = E_k \left(\frac{2\Delta S}{S} + \frac{\Delta h}{h} \right), \quad \Delta S = \frac{1}{2}d \text{ плями.}$$

10. Перевірте інтервали $[E_p \pm \Delta E_p]$ і $[E_k \pm \Delta E_k]$. Якщо вони перекриваються, зробіть відповідний висновок.

Запитання

1. Чому не враховують зміну потенціальної енергії кулі в полі земного тяжіння?
2. Як пояснити неповне збігання E_p і E_k ?

Лабораторна робота № 2 Обчислення і вимірювання гальмівного шляху

Завдання:

Обчисліть початкову швидкість автомобіля під час руху по горизонтальному столі за відомою довжиною гальмівного шляху S_1 . За відомою початковою швидкістю автомобіля обчисліть гальмівний шлях S_2 . Порівняйте величини S_1 і S_2 .

Обладнання:

Дитячий автомобіль або візок, гумовий шнур, динамометр, нитка, терези, рулетка.

Теоретичні відомості

У процесі гальмування кінетична енергія автомобіля, що рухається, дорівнює роботі сили опору:

$$A = \Delta E_k,$$

де $A = F_{\text{оп}} \cdot S_1 \cdot \cos 180^\circ,$

$$\Delta E_k = -\frac{mV_1^2}{2},$$

$$-F_{\text{оп}}S_1 = -\frac{mV_1^2}{2},$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{2F_{\text{оп}}S_1}{m}}, \quad (1)$$

але $F_{\text{тр}} = \mu mg.$

Для надання автомобілю швидкості V використайте гумовий шнур. При його деформації шнур отримує потенціальну енергію

$$E_p = -\frac{KX^2}{2},$$

яка перетвориться в кінетичну енергію автомобіля:

$$E_k = -\frac{mV^2}{2}$$

або

$$X = V \sqrt{\frac{m}{K}}. \quad (2)$$

Виконання роботи

1. Закріпіть колеса автомобіля, щоб вони не обертались. За допомогою динамометра виміряйте силу тертя під час рівномірного руху.
2. Зважте на терезах автомобіль і за формулою (1) обчисліть значення швидкості при певному S_1 .

Наприклад: $S_1 = 30$ см.

3. За допомогою динамометра і лінійки визначте жорсткість гумового шнура:

$$K = -\frac{F_Y}{X}.$$

4. За формулою (2) обчисліть X_1 , яке потрібне для надання швидкості V_1 , що була визначена в п. 2.
5. Прикріпіть автомобіль до гумового шнура. Прикріплюючи модель, за допомогою нитки розтяг-



ніть гумовий шнур на X_1 . Притримуючи нитку, відпустіть модель. Виміряйте віддаль S_2

6. Виконайте десять вимірювань S_2 і знайдіть $S_{2\text{сєр}}$.
7. Порівняйте одержані значення $S_{2\text{сєр}}$ і S_2 .

Запитання

1. Які перетворення енергії спостерігались під час виконання цієї роботи?
2. Чи залежить гальмівний шлях від маси автомобіля?

Лабораторна робота № 3

Перевірка закону збереження імпульсу

Завдання:

Перевірте виконання закону збереження імпульсу.

Обладнання:

Штатив, лоток дугоподібний, 3 кулі діаметром 20–25 мм, рулетка, копіювальний папір, терези, важки.

Теоретичні відомості

За законом збереження імпульсу векторна сума імпульсів тіл до і після взаємодії не змінюється. Для надання кулі певного імпульсу використайте похилий лоток із горизонтальною ділянкою. Проекція швидкості, імпульсу кулі на горизонтальну вісь під час вільного падіння не змінюються, оскільки немає сил, які діють у горизонтальному напрямку. Визначте імпульс однієї кулі, для чого виміряйте висоту горизонтальної ділянки лотка над столом і дальність польоту кулі, а також зважте кулю.

$$V_1 = l_1 \sqrt{\frac{g}{2H}}, \quad P_1 = V_1 m_1,$$

l_1 – дальність польоту кулі.

Повторіть дослід із двома кулями, одна з яких знаходиться на краю лотка. Визначте знову імпульси куль

$$P_1' = V_1' m_1 \text{ і } P_2' = V_2' m_2; V_2 = 0.$$

Перевірмо, як виконується рівність:

$$m_1 V_1 = m_1 V_1' + m_2 V_2'.$$

Виконання роботи

1. Виміряйте на терезах маси куль.
2. Закріпіть лоток у штатив так, щоб $H \approx 20$ см. На столі під лотком положіть аркуш білого паперу, який накрито копіювальним папером. Визначіть за допомогою виска положення кінця лотка на білому аркуші.
3. Із певної точки лотка відпустіть найважчу кулю (m_1) і виміряйте дальність польоту, як відстань між точкою падіння і положенням кінця лотка. Дослід повторіть тричі та знайдіть середнє значення l .
4. Знаючи висоту H і дальність польоту l , обчисліть швидкість V_1 та імпульс P_1 .
5. Встановіть на кінці лотка кулю масою m_2 , запустивши кулю m_1 , з тієї ж крапки виміряйте дальності l_1' і l_2' .
6. Обчисліть швидкості V_1' і V_2' та імпульси P_1' і P_2' .
7. Порівняйте P_1 і $P_1' + P_2'$.
8. Дослід повторіть для кулі m_1 і m_3 .

Запитання

1. Що називають імпульсом тіла?
2. За яких умов виконується закон збереження імпульсу?
3. Який удар можна вважати абсолютно пружним?
4. Чи зміниться результат, якщо друга куля пластлінова?



Лабораторна робота № 4

Визначення маси тіла під час взаємодії з іншим тілом

Завдання:

Виразіть масу кулі через відому масу іншої.

Обладнання:

Дві кулі з вушком, нитка, пружина або пружна лінійка, аркуш білого паперу, копійований папір, горизонтальна підставка.

Теоретичні відомості

Невідому масу тіла m_2 визначмо, здійснивши його взаємодію з тілом відомої маси m_1 . Як до, так і після взаємодії, зовнішні сили, які діяли на систему, були скомпенсовані, тому виконується закон збереження імпульсу.

$$m_1 V_1 + m_2 V_2 = \text{const}.$$

Якщо до взаємодії кулі перебували в спокої, то сумарний імпульс системи дорівнював нулеві. Отже, після взаємодії:

$$m_1 V_1 + m_2 V_2 = 0.$$

Тоді

$$m_2 = -m_1 \frac{V_1}{V_2}.$$

Якщо знехтувати опором повітря, то горизонтальний складник швидкості кулі буде:

$$V_x = -\frac{S_x}{t},$$

де

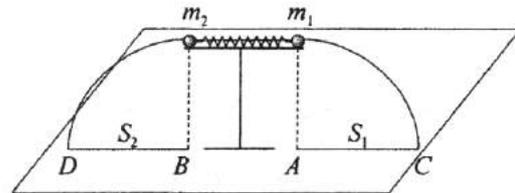
$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}}.$$

Оскільки кулі падають з однієї висоти, то $t_1 = t_2$ і відповідно:

$$m_2 = m_1 \frac{S_1}{S_2}.$$

Виконання роботи

1. Зберіть установку, як зображено на рисунку.



2. За допомогою копійовального паперу та виска позначіть на аркуші білого паперу точки A і B .

3. Перепаліть нитку і відзначте точки падіння куль C і D . Виміряйте модулі переміщення кульок S_1 і S_2 .

4. Зважте кулю m_1 і обчисліть масу кулі m_2 .

5. Повторіть дослід тричі, змінюючи ступінь деформації (стиску) пружини. Повторіть обчислення.

6. Визначте межі абсолютної похибки вимірювання маси кулі m_2 :

$$\Delta m_2 = m_2 \left(\frac{\Delta S_1}{S_1} + \frac{\Delta S_2}{S_2} + \frac{\Delta m_1}{m_1} \right),$$

$$\Delta S_1 \approx \Delta S_2 \approx \frac{1}{2} d,$$

де d – діаметр плями, які залишили кулі на папері;

Δm_1 – абсолютна похибка вимірювання маси кулі m_1 . Її визначіть під час зважування кулі m_1 на лабораторних терезах.

7. Запишіть одержаний результат

$$m_2 = m_2 \pm \Delta m_2$$

Запитання

1. Як на досліді можна порівняти маси тіл?

2. Чи залежить точність результату від маси куль; параметрів пружини?

Лабораторні роботи для 10–11-го класів дивіться в наступних числах журналу "Світ фізики".

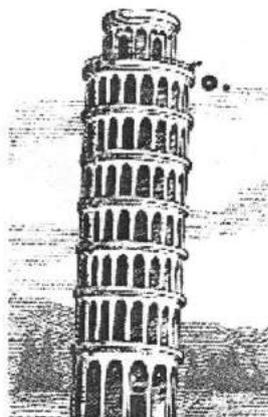
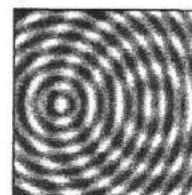


НАЙКРАСИВІШІ ЕКСПЕРИМЕНТИ У ФІЗИЦІ

У газеті "The New York Times" було опубліковано статтю співпрацівника філософського факультету університету Нью-Йорка Роберта Кріза (Robert Crease) та історика Брукгевенської національної лабораторії Стоні Брук (Stony Brook), які провели опитування серед американських фізиків, щоб визначити десять найкрасивіших експериментів за всю історію цієї науки. Найкрасивішими експериментами визнано:

1. Дифракцію електронів на щілинах

Експеримент, який провів німецький фізик Клаус Енссон 1961 року. У ньому дослідник довів, що закони інтерференції і дифракції діють для пучків елементарних частинок так само, як для світлових хвиль. Експеримент Енссона майже повторив експеримент Томаса Юнга, лише замість променя світла він використав пучок електронів. Результати такого експеримента передбачили ще на початку ХХ сторіччя Альберт Айнштайн і Макс Планк.

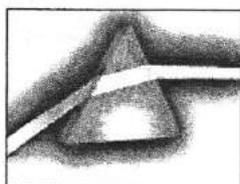
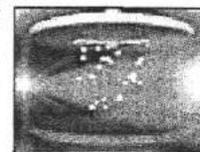


2. Досліди Галілея з падаючими тілами

Галілей уперше передбачив, що важкі предмети падають униз так само швидко, як і легкі. Щоб перевірити це припущення Галілео Галілей кидав із Пізанської вежі в один і той же час ядро гармати масою 80 кг і значно легшу мушкетну кулю масою 200 г. Обидва тіла мали однакову форму кулі й досягали землі одночасно. До цього панували погляди Аристотеля, який стверджував, що легкі тіла падають повільніше від важких.

3. Досліди Міллікена з визначення заряду електрона

Експеримент американського фізика, лауреата Нобелівської премії з фізики Роберта Міллікена, в якому було виміряно заряд електрона. Під час експерименту дослідник спостерігав поведінку заряджених крапель оливи в електричному полі плоского конденсатора. Опромінюючи рентгенівськими променями, які давали змогу змінювати заряд краплі, Р. Міллікен встановив, що заряд краплі змінювався дискретно на одну й ту ж величину e .



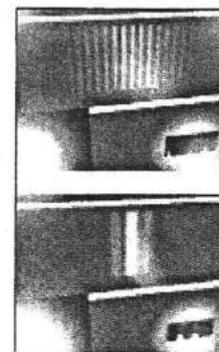
4. Дисперсію світла в призмі

Експеримент Ісаака Ньютона, в якому англійський учений пропустив пучок променів сонячного світла крізь скляну призму. Ньютон з'ясував, що "біле" світло містить окремі кольорові частини: червону, оранжеву, жовту, зелену, блакитну, синю та фіолетову.

5. Дифракцію світла на щілинах

Експеримент Томаса Юнга. Пропускаючи світлові промені крізь дві близько розміщені щілини, дослідник виявив, що екран за щілинами нерівномірно освітлений. На екрані спостерігаються темні та світлі смуг, які чергуються, тобто інтерференція. Це явище вказало на хвильову природу світла.

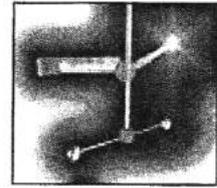
На рисунках зображено інтерференційні картини для різних віддалей між щілинами.



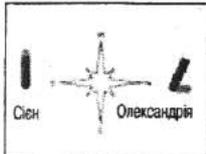


6. Експеримент Генрі Кавендиша із визначення гравітаційної сталої

Англійський фізик Г. Кавендиш визначив, наскільки великою є сила притягання між двома кулями. Він використав установку, яку зображено на рисунку. Завдяки їй було визначено гравітаційну сталу, що дало змогу Кавендишеві уперше встановити масу Землі.



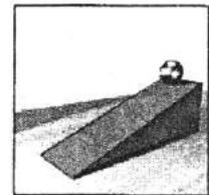
7. Експеримент Ератосфена із визначення радіуса Землі



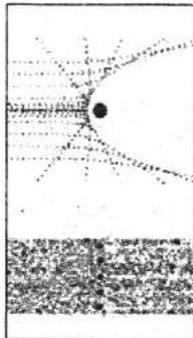
Експеримент Ератосфена Киренського – один із найдавніших у природознавстві. Ератосфен, бібліотекар Олександрійської бібліотеки, який жив у третьому столітті до нашої ери, визначив радіус Землі. Його результат становив приблизно 6300 км, що відрізняється від нинішнього значення менше, ніж на 5%. У полудень у день літнього сонцестояння у м. Сієн (нині Асуан) Сонце знаходилось у зеніті і від предметів не було тіні. В той же день і в той самий час у м. Олександрії, яка знаходилася в 5000 стадій від Сієни Сонце відхилялось від зеніту приблизно на 7°. Це становить приблизно 1/50 повного круга (360°), звідси виходить, що периметр Землі дорівнює 250 000 стадій.

8. Експеримент Галілея із кульками, які скочуються з нахиленої площини

Галілей використав нахилену площину із гладкою канавкою посередині, по якій скочувались латунні кульки. За допомогою водяного годинника він фіксував певний інтервал часу і фіксував віддаль, яку за той час пройшли кульки. Галілей встановив, що якщо час збільшувати удвічі, то кульки прокотяться у чотири рази далі. Цей експеримент спростував думку Аристотеля, що швидкість кульок буде постійна.



9. Експеримент Резерфорда з розсіяння α -частинок

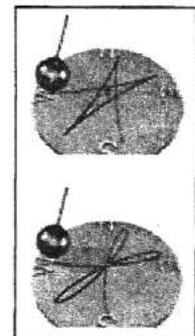


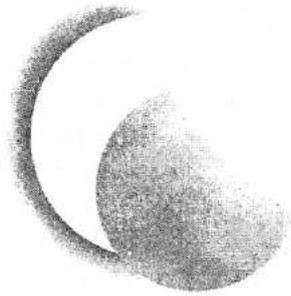
Експеримент англійського фізика, лауреата Нобелівської премії з фізики Ернеста Резерфорда, в результаті якого було визначено структуру атома. Вивчаючи розсіяння α -частинок при проходженні крізь золоту фольгу, Резерфорд дійшов до висновку, що весь позитивний заряд атомів зосереджений у їх центрі в дуже масивному і компактному ядрі. А від'ємно заряджені частинки (електрони) обертаються навколо цього ядра. Ця модель докорінно відрізнялась від відомої тоді моделі атома Томсона, в якій позитивний заряд рівномірно заповнював увесь об'єм атома, а електрони були вкраплені в нього. Трохи згодом модель Резерфорда одержала назву планетарної моделі атома, через те, що вона подібна до Сонячної системи: важке ядро – Сонце, а електрони, які обертаються навколо ядра – планети.

10. Маятник Фуко

Експеримент Жана-Бернара-Леона Фуко, який він здійснив 1851 року. Французький фізик експериментально довів обертання Землі навколо осі за допомогою 67-метрового маятника, підвішеного до вершини купола паризького Пантеона.

На верхньому рисунку зображено траєкторію кулі маятника у випадку, коли його відпустити з крайнього положення. На нижньому рисунку трохи інша траєкторія, коли маятник запущено поштовхом із положення рівноваги.





СОНЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ ОЧАМИ АМАТОРА

Сергій Зиков,

учитель фізики ліцею "Логос" м. Запоріжжя

До середини XIX сторіччя зусилля астрономів були спрямовані на спостереження поверхні Сонця (хоча ніякої поверхні Сонце взагалі не має).

У 1842 році відбулася подія, яка суттєво розширила уявлення людини про Сонце. Мова йде про повне сонячне затемнення, яке спостерігали на півдні Франції та в Північній Італії. Потім відбулися затемнення 1851 та 1860 років. Астрономи мали змогу спостерігати променистий вінець Сонця – корону та рожеві "хмари" – протуберанці.

Сонячні затемнення відбуваються тоді, коли Місяць, перебуваючи у фазі нового місяця, обертаючись навколо Землі, розміщується між Землею та Сонцем і повністю, або частково закриває його. Оскільки кутові розміри Місяця та Сонця майже однакові, то Місяць може закрити собою Сонце.

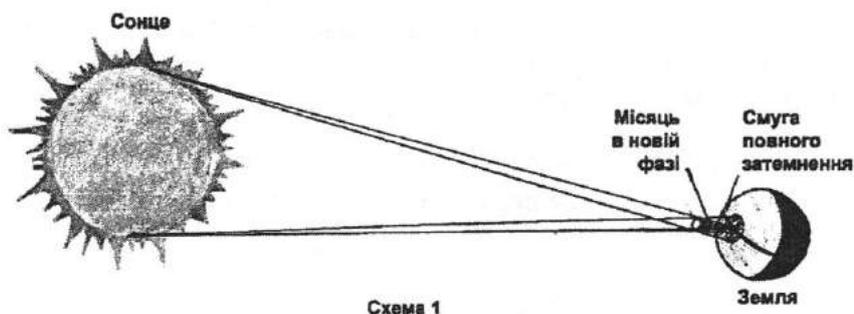
Затемнення буде повним, якщо Місяць, перебуває на меншій віддалі від Землі, ніж довжина конуса його тіні. В цьому випадку він виглядає на небі більшим, ніж Сонце і повністю закриває від нас його диск (див. схему 1). Завдяки тому, що лінійний діаметр Місяця майже в 400 разів менший від сонячного, місячна тінь має форму збіжного круглого конуса, який охоплений розбіжним конусом напівтіні.

Коли повна фаза сонячного затемнення настає на віддалі, не більшої, ніж 11–17 градусів від місячного вузла, місячна тінь та напівтінь падають на Землю у вигляді овальних плям, які з великою швидкістю – майже 1 км/с – рухаються земною поверхнею із заходу на схід.

Шлях місячної тіні земною поверхнею називається смугою повного сонячного затемнення. Ширина цієї смуги та час повного сонячного затемнення залежить від взаємних відстаней між Сонцем, Землею та Місяцем під час затемнення. Найчастіше її ширина лежить у межах від 40 до 100 км, а час повної фази затемнення – 2–3 хвилини. Найбільша ж ширина смуги з усіх можливих не перевищує 270 км, а найбільший час повного затемнення може бути 7 хв. 31 с. Утім такі затемнення відбуваються дуже рідко.

Кільцеподібні затемнення відбуваються тоді, коли Місяць перебуває на більшій віддалі від Землі, ніж довжина конуса його тіні. Він виглядає меншим від Сонця і закриває від нашого погляду все, крім тоненького кільця.

Зарік відбувається найбільше 2–3 затемнення, до того ж одне з них, майже завжди, повне, або кільцеподібне. Але в різні роки місячна тінь переміщується по різних районах земної поверхні, й





тому в кожному такому районі повні та кільцеподібні затемнення відбуваються дуже рідко, в середньому раз на 360 років.

Повні затемнення Сонця завжди привертали увагу і науковців, і астрономів-аматорів.

Розглянемо лише два приклади. В Іспанії 1860 року вчені спостерігали повне затемнення Сонця, але не здогадалися навести на Сонце спектроскопи, хоча тоді спектроскоп було вже винайдено. Довелося чекати наступного сонячного затемнення, 1868 року, і в Індії французький астроном Ж. Жаслен навів свій спектроскоп на корону і побачив спектр невідомого на той час елемента, який згодом назвали гелієм.

Майже за сто років, 1975 року, під час виконання міжнародної космічної програми "Аполлон"–"Союз", космонавти й астронавти виконали п'ять наукових експериментів, серед них штучне сонячне затемнення (19 липня 1975 року).

Під час роз'єднання космічних кораблів "Аполлон" закривав Сонце від "Союзу" і з останнього проводили фотознімання сонячної корони та досліджували так звану атмосферу космічного корабля.

"Сонячне затемнення" відбувалося довше, ніж вважали до цього. Щобільше, експеримент виконували й під час повернення "Аполлону" до "Союзу". Це дало змогу відзняти 125 кадрів з проміжками 3 секунди.

Звичайно, ці та аналогічні експерименти були надзвичайно важливі для науки. Та не тільки вчені, а й звичайні астрономи-аматори з цікавістю спостерігають та фотографують сонячні затемнення, "ганяючись" за ними по всьому світу. Та й не дивно, бо це одне з найяскравіших природних явищ, яке свідчить про могутність людського інтелекту, який ці явища передбачає з точністю до метрів і секунд у просторі та часі.

Повне сонячне затемнення 2006 року можна було спостерігати на території Бразилії, Лівії, Туреччини та Північного Кавказу (це найдоступніші для звичайних аматорів).

Найбільше туристів-спостерігачів приїхало цього року з усього світу до Лівії, бо там повне

затемнення було найдовшим (майже 4–5 хвилин). Для громадян України найзручнішим місцем спостереження були Туреччина та Північний Кавказ, але на останній території були непередбачувані метеорологічні умови, тому найскептичніше налаштовані аматори подалися до Туреччини.

У Туреччині всі фази сонячного затемнення можна було спостерігати впродовж приблизно двох годин у дуже зручному місці, курортній зоні, від міста Анталії до міста Аланії. Повне затемнення розпочалося приблизно о 13 год 54 хв 29 березня 2006 року за місцевим часом.

На світлинах (див. 4-ту стор. обкл.) можна бачити різні фази часткового сонячного затемнення: фазу, що передує повному затемненню; найефектнішу, так звану "обручка з діамантом"; фазу повного затемнення (час цієї фази – 3 хв 40 с). На всіх світлинах вказано час фотографування.

Фотографування часткового затемнення відбувалося за допомогою помаранчевого світлофільтра високої густини, а фаза повного затемнення та "обручка з діамантом" – без світлофільтра.

На додаток можна зауважити, що температура під час повного сонячного затемнення опустилася майже на $5,5^{\circ}\text{C}$. На щастя, того дня спостереження за Сонцем хмари не заважали. Наступного ж дня, 30 березня, все небо було вкрито хмарами. Отже, всім астрономам-аматорам дуже поталанило.

В аеропорту Анталії в день повернення на Батьківщину можна було почути: "До зустрічі за два роки на Алтай" (місце наступного повного затемнення, найзручніше для громадян України).

Література

1. Климишин І. А., Крячко І. П. Астрономія. – К.: Знання, 2003.
2. Мухин Л. М. Мир астрономии. – М.: Молодая гвардия, 1987.
3. Моше Д. Астрономия. – М.: Просвещение, 1985.
4. "Союз" и "Аполлон". – М.: Издательство политической литературы, 1976.



Всеукраїнські олімпіади з фізики. Задачі та розв'язки/
За ред. Б. Кремінського. 2-ге вид. – Львів: Євросвіт, 2006. – 312 с.

Книжка містить умови та розв'язки IV етапу Всеукраїнських олімпіад з фізики (1995–2005). У ній – 219 задач та їхні розв'язки, подано також рисунки, графіки, коментарі. Подано орієнтовну програму IV етапу Всеукраїнських олімпіад з фізики, перелік переможців цих олімпіад за 1997–2005 роки. У додатках наведені методи наближеного обчислення фізичних величин, математичні формули, таблиці фізичних величин тощо.

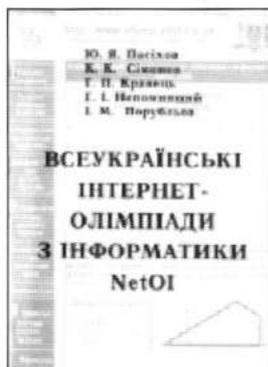
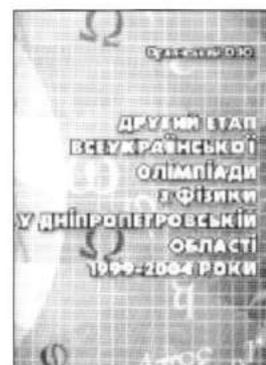
Книжка рекомендується для вдосконалення навичок самостійного розв'язування задач з фізики, підготовки до олімпіад та інших творчих змагань школярів.

Для викладачів фізики, учителів, школярів, студентів та всіх, хто цікавиться фізикою.

Орлянський О. Ю. Другий етап Всеукраїнської олімпіади з фізики у Дніпропетровській області. 1999–2004 роки. – Дніпропетровськ: Інновація, 2005. – 116 с.

До збірника увійшли задачі, які було запропоновано на другому етапі Всеукраїнської олімпіади з фізики у м. Дніпропетровську та районах Дніпропетровської області у 1999–2004 рр. До задач подано відповіді, коментарі та розв'язки. Збірник містить багато оригінальних задач, які публікуються вперше.

Для школярів, учителів, викладачів фізики та всіх, хто цікавиться фізикою і розв'язуванням задач підвищеної складності.



Пасіхов Ю. Я., Сімонов К. К., Кравець Г. П., Непомнящий Г. І., Порубльов І. М. Всеукраїнські інтернет-олімпіади з інформатики NetOI. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 152 с.

Книжка містить задачі, які було запропоновано учасникам Всеукраїнських інтернет-олімпіад з інформатики NetOI. Всі задачі супроводжуються вказівками до розв'язків.

Описані правила користування on-line системою перевірки розв'язків, що працює в мережі Інтернет за адресою:

[Http://www.olymp.vinnica.ua](http://www.olymp.vinnica.ua).

Видання розраховане на школярів старших класів загальноосвітніх навчальних закладів, студентів, які беруть участь в олімпіадах з інформатики (програмування) та учителів інформатики. Може бути використана для самостійної підготовки до участі в олімпіадах.

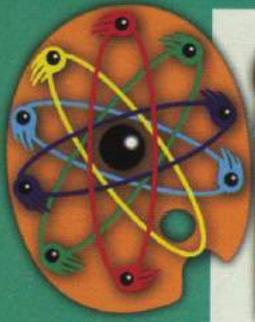
Приймаємо замовлення на книжки

та журнал „Світ фізики”

за адресою:

видавництво „Євросвіт”,
м. Львів, 79005, а/с 6700
phworld@franko.lviv.ua





МИСТЕЦЬКА
СТОРІНКА
ЖУРНАЛУ
"СВІТ ФІЗИКИ"



І. С. Їжакевич (1864–1962)

Тарас Шевченко – пастух

Їжакевич Іван Сидорович народився в с. Вишнополі (нині Черкаська обл.). Навчався в іконописній майстерні Києво-Печерської лаври (1872–1876), київській малювальній школі М. Мурашка (1882–1884), Петербурзькій академії мистецтв (1884–1888). Працював у галузі станкового й монументального живопису, книжкової ілюстрації. Автор картин на теми української історії: "Кий, Щек, Хорив і сестра їхня Либідь", "Тарас Шевченко – пастух", "Битва козаків зі шляхтою", "Гайдамаки під Уманню", "Повстання селян у Галичині". Він ілюстрував твори Т. Шевченка, Лесі Українки, І. Котляревського, І. Франка, Г. Квітки-Основ'яненка, М. Коцюбинського, І. Ле, М. Гоголя, В. Стефаника. Брав участь у відновленні фресок Кирилівської церкви в Києві, розписував Церкву Всіх Святих у Києво-Печерській Лаврі та іконостас Георгіївської церкви у музеї-заповіднику "Козацькі могили".



12:44:54



13:49:25



13:54:04



13:54:50

Сонячне затемнення
(Туреччина, 2006)
Світлина Сергія Зикова