



С В І Т

ФІЗИКИ

№1
2001

науково-популярний журнал



**25 років
персональному
комп'ютерові**



**ТЮФ – це школа наукового
мислення**





Турнір розпочався... Конкурс капітанів команд



Зустріч учених з учасниками турніру юних фізиків (7 березня 2001 р., м. Київ)

Всеукраїнський Турнір Юних Фізиків



Академік НАН України Віктор Бар'ятар
під час турніру

Фінальний етап ІХ Всеукраїнського турніру юних фізиків проходив відповідно до спільного наказу Міністерства освіти і науки України та Академії педагогічних наук з 1 до 7 березня 2001 року в м. Києві. Детальніше про це читайте на стор. 26.

Нещодавно лауреат Нобелівської премії з фізики 2000 року, іноземний член НАН України Жорес Алфьоров побував в Україні, де зустрівся з українськими вченими. В м. Корсунь-Шевченківський Жорес Алфьоров зустрівся зі школярами, подарував їм комплект журналів „Світ фізики”, а для наших читачів залишив привітання.

читачам журналу „Світ фізики”

Фізика не тільки основа сучасних технологій, фізика важливий елемент сучасної культури і без знання фізики неможливо розвинути інші свої власні науки

Жорес Алфьоров

19 лютого 2001 р.

г. Корсунь-Шевченківський

„Читачам журналу „Світ фізики”

Фізика не тільки основа сучасних технологій, фізика – важливий елемент сучасної культури і без знання фізики неможливий розвиток інших природничих наук.

Жорес Алфьоров

19 лютого 2001 р.

м. Корсунь-Шевченківський

СВІТ ФІЗИКИ

науково-популярний журнал

1(13) '2001

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:

О. Біланюк
М. Бродин
П. Голод
С. Гончаренко
Я. Довгий
І. Климишин
Ю. Ключковський
Б. Лукіянець
Ю. Ранюк
Й. Стахіра
Р. Федорів
Я. Яцків

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

Адреса редакції:
редакція журналу „Світ фізики”
вул. Саксаганського, 1,
м. Львів 79005
Україна
тел./факс 380 322 40 31 88, 40 31 89
sf@ktf.franko.lviv.ua
www.franko.lviv.ua/publish/phworld

*„Тисячі років люди дивувались
Всесвітом.*

*Чи він є безмежним, чи має
кінець?*

І звідки він узагалі походить?

*Чи має Всесвіт початок, момент
створення?*

А може він існував вічно?

*Суперечки навколо цих двох
поглядів велися довгими
століттями, без жодного
висновку.*

*Я переконаний, що Всесвіт виник
у результаті „Великого вибуху”
(Big Bang).*

*То чи існуватиме він завжди?
Якщо ні, то яким буде його
кінець?*

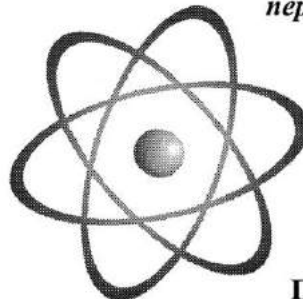
Я не так впевнений щодо цього.

*Експансія Всесвіту розширює
його, а гравітація намагається
його знову стягнути.*

*Наша доля залежить від того, яка
сила переможе...”*

*Стефан Гокінг
(Stephan Hawking)*

*Не забудьте
передплатити журнал
„Світ фізики”*



**Передплатний індекс
22577**

Передрук матеріалів дозволяється тільки з письмової згоди редакції та з обов'язковим посиланням на журнал „Світ фізики”

© СП „Євросвіт”

ЗМІСТ

1. Нові і маловідомі явища фізики

Левитський Сергій. Процеси у навколосемному космічному просторі й активні космічні експерименти

Злобін Григорій. Персональним комп'ютерам – 25 років

2. Фізика світу

Пишнічка Пауль, Мельничук Степан. Блез Паскаль

3. Актуальні проблеми...

Концепція освіти з фізики 12-ти річної школи

4. Університети світу

Національний університет „Львівська політехніка”

5. Нобелівські лауреати

Гальчинський Олександр. Розсіювання нейтронів

6. Олімпіади, турніри ...

Теоретичні завдання III (обласного) етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики, 2001 р.

Шопа Галина. Турнір юних фізиків

Давиденко Андрій, Колебошин Валерій, Кременський Борис. Всеукраїнський турнір юних винахідників і раціоналізаторів

7. Творчість юних

Мамедов Тимур. Мотузкова крапельниця

Седельніков Михайло. Замок із піску

8. Шпаргалка абітурієнта

Орлянський Олег. Винаходимо велосипед

Радіофізичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка

9. Інформація

Зушман Іван, Мельничук Степан. І фізика, і лірика

3

7

10

13

16

20

23

26

31

36

38

40

44

48

CAUTION
RADIATION
AREA



Процеси у навколоземному космічному просторі й активні космічні експерименти

Сергій Левитський

*заслужений професор Київського національного
університету імені Тараса Шевченка*

Сто років тому на початку ХХ сторіччя уявлення про простір, що оточує нашу Землю, були вельми прості й навіть примітивні.

Вважалося, що Земля оточена однорідною атмосферою густина, якої повілі зменшується з висотою і на великій віддалі від земної поверхні переходить у космічну порожнечу – вакуум. Сама ж Земля є кулеподібним двополюсним постійним магнетом (магнетний диполь), силові лінії якого також простягаються у довколишній простір.

Тепер ця картина набагато ускладнилась. З'ясувалось, що як атмосфера, так і магнетосфера (тобто область, куди проникає магнетне поле Землі) – це дуже складні утворення, пов'язані між собою та процесами у міжпланетному середовищі, зокрема з процесом сонячної діяльності.

Спершу було встановлено, що верхні шари атмосфери, починаючи приблизно з висот 100 км, знаходяться в йонізованому стані. Атоми і молекули атмосфери під дією ультрафіолетового випромінювання Сонця розчленовуються на окремі частинки – вільні електрони, що відриваються від атомів, та позитивно заряджені атомні рештки – йони. Замість сукупності нейтральних атомів і молекул атмосфера на таких висотах стає сумішшю нейтральних і електрично заряджених частинок, і відтак стає електропровідною.

Завдяки цьому радіохвилі відбиваються від цих електропровідних шарів атмосфери (йоносфери) повертаються назад на Землю. Якби йоносфери не було, то радіохвилі поширювались б лише в межах прямого бачення і дальній радіозв'язок був би неможливим. Зокрема саме таку ситуацію маємо на Місяці, який, як відомо, позбавлений атмосфери.

Іншою корисною для землян властивістю йоносфери є те, що вона поглинає значну частину шкідливого для всього живого ультрафіолетово-

го випромінювання, космічні промені та інше. У йоносфері згорають метеорити, що надходять з Космосу й бомбардують нашу Землю. Тобто йоносфера захищає нас від „дихання” Космосу, в ній „в'язнуть” усі ці шкідливі чинники, вона їх поглинає й саме завдяки цьому існує.

Оскільки йоносфера утворюється насамперед ультрафіолетовим випромінюванням Сонця, її стан дуже чутливий до інтенсивності цього випромінювання. Найбільшої сили йоносфера набуває опівдні, а на нічній частині земної кулі повілі слабшає. Тому проходження радіохвиль (а особливо коротких) дуже залежить від пори доби: радіоприймання далеких радіостанцій на коротких хвилях (10–20 м) вночі зникає. Густина йоносфери залежить також від пори року, а головню – від інтенсивності тих процесів на Сонці, які відповідають за утворення ультрафіолетового випромінювання. Коли сонячна активність стає бурхливішою (а це буває з періодом 11 років) йоносфера також зазнає бурхливих змін.

Тривалий час вивчали йоносферу шляхом зондування її радіохвилями. По тому, як ці хвилі відбивалися від йоносфери, робили висновки про її стан та процеси, які в ній відбуваються. Лише у другій половині ХХ сторіччя, коли з'явилися висотні ракети та штучні супутники, вдалося увійти у безпосередній контакт з йоносферою і вивчати її за допомогою пристроїв, які ці носії підіймали на йоносферні висоти.

Тоді ж стало можливим і вивчення магнетосфери навколоземного простору, де вже закінчується атмосфера і куди проникає магнетне поле Землі, тобто на відстанях тисячі й десятки тисяч кілометрів від земної поверхні. А також на значно більших відстанях – у міжпланетному космічному просторі, куди не проникає навіть магнетне поле Землі.



І тут з'ясувалося, що цей простір не такий вже й порожній. Через нього летять потоки заряджених частинок – електронів та йонів, що випаровуються з верхніх шарів сонячної атмосфери – так званої сонячної корони. Швидкість цих потоків дуже висока – близько декількох сотень кілометрів за секунду. Ці потоки, які, ніби вітер, „продувають” скрізь міжпланетне середовище, були названі сонячним вітром. Крім заряджених частинок, сонячний вітер несе зі собою й „шматки” прихопленого сонячного магнетного поля. Сила та інтенсивність сонячного вітру залежать від процесів на Сонці й набувають особливої потужності під час вибухів у сонячній атмосфері – так званих сонячних спалахів, коли інтенсивність ультрафіолетового й рентгенівського випромінювань Сонця досягає великих значень.

Такі пориви сонячного вітру, налітаючи на магнетосферу Землі, деформують її. З боку Сонця вони притискають її до Землі, а з протилежного (нічного) боку, навпаки, витягують її на далекі відстані, утворюючи довгий хвіст, що простягається на сотні тисяч кілометрів. Ця деформація буває відчутною й на поверхні Землі: сила магнетного поля дещо змінюється і ці зміни відчутно впливають на самопочуття людей, особливо хворих на серцеві хвороби. Тому попередження про такі „магнетні бурі” є корисними.

Потоки заряджених частинок, які є частиною сонячного вітру, спрямовуються силовими лініями магнетосфери й огинають нашу Землю. Але частину цих потоків перехоплює магнетне поле Землі та спрямовує вздовж силових ліній до її магнетних полюсів. Там вони входять у верхні шари атмосфери і, стикаючись з молекулами повітря, йонізують та збуджують їх. Повертаючись до незбудженого стану, ці молекули випромінюють надану їм енергію у вигляді світла. Це і є причиною полярного сяйва з його красивими й химерними картинами, якими можна довго милуватися у холодні полярні ночі. Зв'язок полярних сяйв з магнетними бурями уже давно помітили помори (жителі узбережжя Білого та Баренцевого морів), оскільки під час полярних сяйв компаси на їхніх кораблях завжди давали хибні покази.

З магнетними ж бурями бувають пов'язані порушення радіозв'язку на коротких хвилях, бо додаткова йонізація верхніх шарів атмосфери впливає на стан йоносфери, зокрема на її здатність до відбивання радіохвиль.

Деякі заряджені частинки сонячного вітру з високою енергією проникають у глибини магнетосфери і вловлюються там. Рухаючись уздовж силових ліній і відбиваючись від їхніх згущень навколо магнетних полюсів, ці вловлені частинки коливаються від північного полюса до південного і назад. Такі вловлені частинки зберігаються у магнетосфері роками, і їхня концентрація досягає значних величин. Саме ці вловлені частинки утворюють так звані радіаційні пояси навколо Землі на висотах у декілька тисяч кілометрів. Ці радіаційні пояси відкрили під час перших польотів штучних супутників. Енергія частинок у радіаційних поясах може досягати багатьох тисяч і навіть мільйонів електрон-вольт. Вони становлять суттєву небезпеку для космонавтів і електронних приладів, тому при прокладанні трас космічних літальних апаратів завжди намагаються обминути радіаційні пояси або проходити скрізь них якомога швидше. Саме тому траєкторії більшості штучних супутників Землі та орбітальних станцій проходять на висотах лише декілька сотень кілометрів – нижче від найнижчого радіаційного пояса.

Більшість даних про стан і процеси у йоносфері, магнетосфері, сонячному вітрі отримали шляхом пасивних спостережень і вимірювань за допомогою космічних літальних апаратів – ракет та штучних супутників, обладнаних відповідною бортовою науковою апаратурою.

Але в останні десятиріччя вчені перейшли до сміливіших методів дослідження навколо земного космічного простору – до методів активних космічних експериментів. Ці методи передбачають, що в йоносфері або магнетосфері вноситься якесь штучне збурення і далі спостерігають, до яких наслідків воно призводить. Тобто методика лабораторних експериментів переноситься у космічний простір, який і стає лабораторією для дослідників. Такими методами можна отримати відповіді на запитання, які не вдається отримати шляхом пасивних спостережень, або здійснити експерименти, які за масштабами неможливі у наземних лабораторіях.

Першими такими експериментами можна вважати вибухи атомних бомб, що проводилися на початку шістдесятих років у атмосфері. Атомні бомби, підняті ракетами-носіями, вибухали у магнетосфері та йоносфері. Під час вибуху утво-



рювалась величезна кількість електронів та йонів, яка дуже збурювала довколишній простір. Зокрема в йоносфері вони створювали штучні полярні сьйва і порушували радіозв'язок. У магнетосфері вони поповнювали радіаційні пояси додатковими потоками заряджених частинок, які потім місяцями й роками гойдалися між північним та південним полюсами Землі. Ці збурення впродовж тривалого часу спостерігали штучні супутники Землі, і саме так були експериментально встановлено час утримання заряджених частинок у радіаційних поясах. Але дуже швидко ці небезпечні експерименти були припинені через заборону наземних, атмосферних та космічних випробувань атомних бомб. Наступні дослідження проводились вже екологічно безпечними методами.

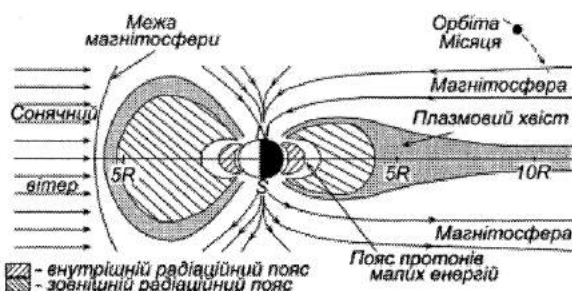
Одним з них було введення потоків швидких електронів у верхні шари атмосфери та магнетосфери. Ці потоки викидалися із спеціальних прискорювачів електронів, так званих „електронних гармат”, що встановлювалися на висотних ракетно-носіях. Електронні пучки прискорювалися до енергій у декілька тисяч електрон-вольт і мали силу струму у декілька ампер. Поширюючись у верхніх шарах атмосфери, вони йонізували та збуджували атмосферні молекули, подібно до того, як це робить сонячний вітер, та створювали штучні полярні сьйва.

У 1970-х роках радянські та французькі вчені провели експеримент „Аракс”. У цьому експерименті імпульс швидких електронів був інжектований у приполярну область магнетосфери, десь на широтах поблизу Архангельська. Електрони пролетіли вздовж магнетних силових ліній до

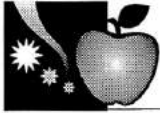
південної півкулі й через частки секунди були виявлені над островом Кергелен, що знаходиться неподалік від Антрактиди. Ще за деякий час цей же імпульс відбитих електронів був зареєстрований і у північній півкулі. Так вдалося виміряти час коливань заряджених частин у радіаційному поясі Землі.

Інша група активних космічних експериментів полягає у введенні в магнетосферу невеликої кількості (декілька кілограмів) парів барію або літію. Цей матеріал виноситься на висоти декілька тисяч кілометрів ракетноносієм і розпорошується там невеликим вибухом. Розпорошені атоми барію утворювали велику хмару, й збуджувалися та йонізувалися сонячним світлом. Барій використовували саме тому, що його збуджені атоми випромінюють яскраво-зелене світло, яке легко спостерігалось з поверхні Землі. Цікаво зазначити, що цю яскраву зелену пляму у небі сприймали багато людей як неопізнані літаючі об'єкти (НЛО). Спостерігаючи за рухом йонізованої барієвої хмари, вченим вдавалося виміряти величину і напрямок магнетних і електричних полів у магнетосфері. Більшість подібних експериментів була малопотужна й приводила лише до невеликих і локальних збурень в навколишньому просторі. Але окремі потужніші експерименти спричинили неабиякі збурення глобального масштабу й призводили до штучних магнетних бур та штучних полярних сьйв у приполярних областях.

Ще одним з напрямів активного впливу на йоносферу було штучне збурення її потужними радіохвилями від наземних радіостанцій. Уже давно, ще з 1930-х років, відомо, що потужні радіомовні станції якимось впливають на стан розташованої над ними йоносфери, створюючи завади іншим радіостанціям, хвилі яких відбиваються від цих збурених ділянок йоносфери. Як з'ясувалось, потужні радіостанції своїми хвилями нагрівають йоносферу, завдяки чому їхнє мовлення „віддруковується” і прослуховується у програмах інших радіостанцій. Оскільки з тих часів кількість і потужність радіомовних радіостанцій набагато зросли, цей так званий „горьківсько-люксембурзький” ефект (за назвою радіостанцій, що створю-



Сонячний вітер і структура магнетосфери Землі



вали подібні завади) став серйозною проблемою для радіозв'язку. Це було однією з причин експериментального вивчення впливу потужних радіохвиль на стан йоносфери. З'ясувалось, що крім нагрівання йоносфери, потужні радіохвилі призводять до її розшарування на окремі витягнуті вздовж магнетних силових ліній хмари йонізованого повітря. А це також порушує радіозв'язок для інших радіостанцій.

Ще однією причиною вивчення впливу потужних радіохвиль на йоносферу був фантастичний проєкт створення космічних електричних станцій. За цим проєктом передбачалось створити у космічному просторі на великих відстанях від Землі космічні станції з величезними (площею декілька квадратних кілометрів) напівпровідниковими сонячними батареями, подібними до тих, які зараз

застосовуються для живлення бортової апаратури штучних супутників Землі. Адже потужність сонячного світла – близько півтора кіловата на квадратний метр і, навіть, за сучасного ККД сонячних батарей (10–12 %) подібні системи виробляли б величезні потужності електроенергії. Передбачалось, що ця енергія за допомогою радіохвиль передавалася б на Землю, де б її використовували. Але на шляху такого моста між Космосом і Землею знаходиться йоносфера, і було не зрозуміло, чи не завдали б їй шкоди подібні надпотужні потоки радіохвиль. Сьогодні можна відповісти ствердно. Такі потужні радіохвилі завдали б шкоди як йоносфері, так й озоновому шарові, який захищає нас від палючого сонячного ультрафіолету. І тому про постачання електроенергії з Космосу на Землю тепер уже не говорять.

Нещодавно наукова громадськість України відзначила 80-річчя від дня народження видатного українського фізика, академіка НАН України Михайла Павловича Лисиці.

Наукові здобутки академіка М. Лисиці мають світове визнання. Вони стосуються таких важливих галузей фізичної науки, як квантова електроніка і нелінійна оптика, молекулярна спектроскопія та спектроскопія екситонів, волоконна оптика і оптика тонких плівок.

Академік М. Лисиця був одним з перших, хто започаткував експериментальні дослідження нанорозмірних структур. Нині, як відомо, цей напрям привертає особливу увагу в зв'язку з бурхливим розвитком нанотехнологій для мікроелектроніки.

Наукова школа академіка М. Лисиці здобула важливі результати щодо особливостей електронних і фононних спектрів кристалів з шаруватою та ланцюжковою структурами.

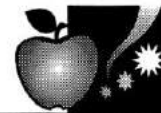
Серед шести монографій академіка М. Лисиці є такі, що вперше в світовій літературі відобразили модерні галузі або малодосліджені явища. Це, наприклад, його книги „Волоконна оптика” та „Резонанс Фермі”. Перша з них перевидана за кордоном англійською мовою.

М. Лисиця був засновником і головним редактором наукового збірника „Квантова електроніка” (у видавництві „Наукова думка” вийшло понад 40 випусків), який також був одним з перших видань такого типу.

Останнім часом академік М. Лисиця цікавиться проблематикою фізики живого. То ж нехай таїна життя і краси надихає на подальші творчі пошуки.

Редакція журналу „Світ фізики” щиро вітає Вас, шановний Михайле Павловичу, з 80-річчям і бажає міцного здоров'я, успіхів у науковій роботі.





Персональним комп'ютерам 25 років

Григорій Злобін

кандидат технічних наук, Львівський національний
університет імені Івана Франка

За переказами, 1976 року Стефан Возняк та Стивен Джобс в автомобільному гаражі під яблуною з мікросхем зібрали телевізійну ігрову приставку з програмним керуванням – зміст та форма гри визначались програмою, яка завантажувалась в оперативну пам'ять пристрою. Програмісти, яких винахідники попросили оцінити „скоєне”, привітали винахідників з створенням першого в світі персонального комп'ютера (англ. *personal computer* – персональний обчислювач). Окрилені такою оцінкою, винахідники створили фірму Apple, яка за декілька років вийшла на рівень мільйонних продаж своїх ПК у США. Простота користування персональним комп'ютером привела до небаченого в історії США явища – службовці за свої кошти купували ПК для користування ними на роботі. Фірма IBM, яка спочатку спогорда спостерігала „дитячі ігри” з маленькими комп'ютерами Apple, раптом відчула, що на ринку з'явився серйозний конкурент. І 1981 року невелика група інженерів фірми IBM виставила на загальний огляд IBM PC з дуже скромними характеристиками (процесор I8088 – 16-бітний з 8-бітною шиною даних, 64К оперативної пам'яті, вбудований Бейсік, кольоровий телевізор замість дисплея). Архітектура IBM PC була оголошена відкритою¹ – фірма IBM сподівалася так зекономити кошти на розробленні периферійних пристроїв до свого ПК – незалежні виробники, маючи документацію про архітектуру IBM PC, могли незалежно від фірми IBM (і за

власні кошти) розробляти до IBM PC пристрої друку, дисплеї, пристрої читання/запису інформації на магнетні диски. Однак, попри очікуваний ефект, фірма IBM отримала несподіваний результат – незалежні виробники, користуючись відкритою архітектурою IBM PC, почали виробляти IBM-подібні ПК. Деякі зміни в архітектурі IBM-подібного ПК, які робилися для того, щоб уникнути судових переслідувань з боку фірми IBM, узгоджувались з BIOS (базовою системою вводу-виводу), і для користувача ПК ставав дуже подібним на IBM PC. Скромні можливості IBM PC (а отже, й низька конкурентоспроможність) змусили фірму IBM незабаром виставити IBM PC-XT (eXtended arhiTecture) та IBM PC-AT (Advanced arhiTecture). Ці ПК уже мали звичний для нас вигляд – системний блок з накопичувачами на ГМД та ЖМД, дисплей, клавіатура, мишка. Однак встигнути за конкурентами, які „осіддали” відкритість архітектури IBM PC, фірма IBM уже не могла. Не отримавши очікуваного результату від відкритості архітектури IBM PC, фірма IBM спробувала закрити архітектуру своєї нової лінії IBM PS/2 (до речі, всі ПК фірми Apple мають закриту архітектуру), однак очікуваного результату це також не дало – світовий ринок вже був наповнений дешевшими IBM-подібними ПК зі співмірними або й кращими характеристиками. Skorистався з відкритості архітектури IBM PC і Радянський Союз – у другій половині вісімдесятих років були розроблені ПК ЕС-1840 (Мінськ), Іскра-1030 (Смоленськ), Нейрон (Київ). Багатоплатна конструкція цих ПК стала причиною їх низької надійності. Особливе місце серед цих розробок займають „Поиск-1” (майже повна копія IBM PC), „Поиск-2” (копія IBM PC-XT), які вироблялись на Київському виробничому об'єднанні „Електронмаш” та „Практик”, „ЕС 7978” (копія IBM PC-

¹Термін „відкрита архітектура” IBM PC означає, що фірма IBM не захистила патентами основні принципи побудови та функціонування IBM PC, водночас з тим конкретні схемні рішення були захищені, тому відтворення повної копії IBM PC могло переслідуватися в суді, а розробки подібних до IBM PC – ні.



ХТ), які вироблялись на Канівському електро-механічному заводі „Магніт”.

До речі, 2001 рік ювілейний не лише для ПК Apple – 1981 року з’явився ПК IBM PC, 1986 року – ПК-Львів, а 1991 року „Поиск-2”. Зауважимо, що ювілейних дат для України могло б бути більше:

I. На початку 1960-х років минулого сторіччя у Київському інституті кібернетики була розроблена ЕОМ Мир-2, яка принципово орієнтувалась на *персонального користувача*, мала графічний дисплей та „світлове перо”, могла виконувати аналітичні обчислення (вперше у світі). Дві (!) такі ЕОМ були продані до США. Однак, оскільки така розробка йшла всупереч із вказівками ЦК КПРС про розробки в СРСР радянських копій лише двох ліній: ЕОМ – IBM360 (серія ЕС10хх) та PDP11 (серія СМ-х), подальші роботи були припинені. А даремно!

II. 1976 року професор В. Петров на Всесвітньому електротехнічному конгресі виголосив доповідь „Оптичний диск як універсальний носій

інформації”. І знову пішли заперечення – „Навіщо ви це робите? Американці ж у цьому напрямі не працюють. І нам не треба.” Після випуску 16 систем оптичної пам’яті для великих ЕОМ виробництво у м. Кам’янець-Подільський було припинено.

Крім IBM-подібних ПК та ПК, фірми Apple з часу появи першого ПК випускались і персональні комп’ютери інших ліній. Слід згадати Commodor (фірми Amiga), Atari (фірми Atari), ZX-Spectrum (фірми Zilog та його радіолюбительські аналоги, зроблені у Львові), ПК-Львів (розробник В. Пуйда), Правец-8, БК-0010, Корвет, Агат. Всі перелічені ПК випускались в одному корпусі з клавіатурою, використовували 8-бітні мікропроцесори різних виробників і були непристосовані до модернізації, саме тому з появою потужніших мікропроцесорів ці ПК просто зійшли з арени.

Для ілюстрації розвитку мікропроцесорів (і ПК) у таблиці подані основні характеристики мікропроцесорів, які використовувались для побудови персональних комп’ютерів

Мікропроцесор	Розрядність	Швидкодія (тактова частота) МГц	Назва ПК
Z80A	8 біт	6–8	ZX-Spectrum, Robotron, Агат
Intel 8088	8/16 біт	4,77	IBM-PC, IBM-PC/XT
K1810BM 88 (аналог I8088)	8/16 біт	4,77	Поиск-1
K1810BM 86 (аналог I8086)	16 біт	8	Поиск-2, Практик, ЕС-7978
Intel 80286	16 біт	6–25	IBM-PC/AT
Motorola 68000	16 біт	6–8	Apple, Macintosh
Intel 80386	32 біт	16–40	IBM-PC.386
Motorola 68020	32 біт	16–20	Macintosh*
Intel 80486	32 біт	16–120	IBM-PC.486
Motorola 68030	32 біт	16–60	Macintosh*
Pentium I	32/64 біт	60–133	IBM-PC.PI
Motorola 68040	32/64 біт	16–100	Macintosh*
Pentium II	32/64 біт	233–500	IBM-PC.PII
Power PC	32/64 біт	100–133	Power Macintosh
Pentium III	32/64 біт	450–1000	IBM-PC.PIII
Power PC G3	32/64 біт	350–500	Imac
Pentium IV	32/64 біт	1400	IBM-PC.PIV
Power PC G4	32/64 біт	400–733	Power Macintosh

***** – фірмове позначення моделі



Сучасні ПК можна розділити на дві групи:
– персональні комп'ютери від фірми Apple (Macintosh);

– IBM-подібні комп'ютери від різних виробників (серед них українських).

Персональні комп'ютери від фірми Apple (Macintosh) завжди відрізнялись високими споживчими характеристиками, які забезпечувались високим рівнем схемних рішень та високою якістю програмного забезпечення, авторів доводилось спостерігати у роботі OS5 з графічним інтерфейсом, яка вантажилась з 3,5" дискети (порівняйте 1,44Мб з мінімумом у 100Мб для Windows-95). Політика закритої архітектури² (донедавна Apple та Macintosh випускали лише 4 заводи в світі) давала змогу випускати ПК лише високої якості. Розробники програмного забезпечення, які бажали писати програми для Apple, повинні пройти обов'язкову сертифікацію (так забезпечується високий рівень програмного забезпечення для Apple). Однак за високу якість доводиться розплачуватись високою ціною – ціни на ПК від Apple у 2–3 рази вищі від цін, співмірних за потужністю IBM-подібних ПК. В Україні ПК Apple використовують, зазвичай, у видавництвах (якщо видавництво спроможне придбати таку дорогу техніку).

IBM-подібні ПК сьогодні в Україні займають понад 90% парку персональних комп'ютерів. Це зумовлено нижчою ціною, відкритістю архітектури та програмного забезпечення. Коло задач, які обслуговуються програмним забезпеченням IBM-

подібних ПК надзвичайно широке. Спробуємо перелічити лише основні напрями:

– опрацювання тексту – створення, редагування, запам'ятовування, видрукування на папері різноманітної текстової (у поєднанні з графічною) інформації (зокрема переклад тексту);

– опрацювання графічної інформації – створення, редагування, запам'ятовування, видрукування на папері графічних зображень (серед них креслень, фотографій);

– опрацювання звукової інформації – створення, редагування, запам'ятовування, прослуховування фонограм (також, синхронний переклад мови);

– опрацювання відеоінформації – редагування, запам'ятовування, перегляд відеофільмів (також, створення мультфільмів);

– опрацювання числової інформації – наукові, технічні, економічні (бухгалтерські) розрахунки;

– пошук інформації в базах даних (наприклад, законодавство України) та в Інтернеті;

– передавання інформації (текстової, графічної, звукової) на великі відстані по глобальних мережах (серед них IP-телефонія);

– навчання за допомогою ПК – поширені навчальні програми з іноземних мов,

– професійні тренажери та комп'ютерні ігри.

Слід наголосити, що солідні виробники програмного забезпечення прагнуть створювати апаратно-незалежне програмне забезпечення, яке спроможне працювати як на IBM-подібних ПК, та і на ПК фірми Apple.

² Термін „закрита архітектура” ПК Apple означає, що фірма Apple захистила патентами основні принципи побудови та функціонування своїх ПК, тому виробництво подібних Apple ПК можливе лише з дозволу фірми Apple.

Чи знаєте Ви, що...

1947 р. – під керівництвом академіка С. Лебедева в Інституті електротехніки АН УРСР у Києві розпочалась робота над створенням малої електронної лічильної машини (МЕСМ).

1951 р. – у Києві почала функціонувати перша в Європі та Азії швидкодіюча ЕОМ МЕСМ. Вона мала близько 6 000 електронних ламп і виконувала 100 000 операцій за секунду.

1953 р. – почала працювати найшвидша в Європі ЕОМ – БЕСМ, яка теж створена під керівництвом академіка С. Лебедева.

1960 р. – у Києві під керівництвом В. Глушкова сконструйовано напівпровідникову машину „Дніпро”.

1961 р. – у Київському інституті кібернетики була розроблена ЕОМ Мир-2.

1971 р. – у Києві створено одну з найкращих у Радянському Союзі ЕОМ – М-4030.



БЛЕЗ

ПАСКАЛЬ



Пауль Пшенічка,

заступник директора Чернівецького міського ліцею № 1

Степан Мельничук,

доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри теоретичної фізики Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича

На крутих берегах ріки часу стоять мегаполіси цивілізацій. Ми, обранці долі, пережили злам тисячоліть, сидимо в човні надії і слухаємо як брешуть собаки-сумніви. Ми розбещені Інтернетом, осліплені лазерами, оглушені ревом ракетних двигунів, притуплені важким роком, причумлені Босхом і Сальвадором Далі, маємо зрозуміти, що минуле не повернути, теперішнє ще не завершено, а майбутнє уже почалося. Кажуть, що про минуле знає тільки Історія і з нею треба обережно, над нею не можна насміхатися, її треба зрозуміти. Там, вгору по течії ріки часу, залишились Великі. Про завойовників і революціонерів написано гори. Про творців і геніїв – справді Великих – маємо знати. Захопливе це заняття – стежити за злетами думок геніїв усіх часів і народів. Мало розповісти про велике відкриття, треба відчувати драматизм його появи, зрозуміти коштом якої праці воно зроблене. Треба пам'ятати, що кожне відкриття зробили люди, а люди бувають різні. Серед них були аристократи і вихідці із бідних родин, довгожителі й ті, які рано пішли за межу, мовчуні й балагури. Та всіх їх єднає одне – талант і праця. Сьогодні розповідь про одного із Великих, який жив у XVII ст. – „сторіччі геніїв” – Блеза Паскаля.

Блез Паскаль був надзвичайно обдарованою людиною. В історію науки він увійшов як видатний фізик, математик, письменник. Будучи вченим класичного зразка, він вніс багато нового і в щоденне життя людей. Передусім він винайшов звичайну тачку, якою сторіччями користуються люди, запропонував ідею регулярного міського транспорту – сучасних тролейбусів і трамваїв, що курсують вулицями міст встановленими маршрутами, змайстрував медичний шприц. Його портрет вдячні співвітчизники зображають на паперових грошових купюрах.

Паскаль народився 1623 року в провінційному французькому місті Клермон-Ферран у сім'ї юриста, який активно цікавився природознавством. Його мати померла, коли Блезові не було ще й трьох років, він залишився з батьком і двома сестрами. Батько Етьєн Паскаль добре знав математику, був знайомий із великими ученими П'єром Ферма і Рене Декартом. Активно займаючись вихованням сина він помітив його здібності до математики, але, зважаючи на слабе здоров'я сина, він спочатку не сприяв їхньому розвитку. Та коли побачив, що його дванадцятирічний син почав заново створювати геометрію Евкліда, здався. Вже в 13 років юний Блез Паскаль почав



відвідувати заняття математичного гуртка, яким керував відомий організатор наукових пошуків абат Марен Мерсенн. У цей час він робить свою першу помітну наукову роботу. Вона стосувалася теорії конічних перерізів і ввійшла в історію математики як „велика теорема Паскаля”. Із цієї теореми він вивів майже 400 наслідків, які лягли в основу нової науки – проективної геометрії.

Коли Блезові було 17 років, його сім'я переїхала до міста Руан, недалеко від Парижу, де батько отримав нову роботу, пов'язану з потребою провести дуже велику кількість рахунків. Допомогаючи батькові, Блез придумав механічну лічильну машину. Він виготовив майже 50 примірників такої машини, потім налагоджене серійне виробництво. Не відомо скільки їх було випущено, але досі збереглося вісім екземплярів.

Хворобливий з дитинства вже у 24 роки Блез був скований важкою недугою, він не міг пересуватися без милиць. Саме в цей час він захоплюється фізикою, зокрема проблемою атмосферного тиску. Паскаль повторив досліди Галілея й Торрічеллі, не обмежуючись тільки дослідями з ртуттю, а використовував у дослідях воду, олію, вино. Оскільки здоров'я не дозволяло йому самому піднятися в гори, він попросив чоловіка своєї сестри Флорена Пер'є порівняти рівні ртуті в трубці Торрічеллі біля підніжжя й на вершині гори П'юї-де-Дом. Як доповів Пер'є різниця рівнів ртуті при висоті гори близько 1,5 км становила 82,5 мм. Така велика різниця рівнів ртуті навела на думку, що її можна помітити й при меншій різниці висот. Експеримент провели в соборі, де можна провести виміри на висотах, що відрізняються на 39 м. Різниця стовбців ртуті становила 4,5 мм. Учений експериментував у різних місцевостях, за різних погодних умов і нарешті зробив висновок, що покази барометра залежать від погоди. Поблизу свого будинку він встановив барометр, який дав змогу всім спостерігати за зміною тиску. Експериментуючи з рідинами, Паскаль встановив знаменитий „закон Паскаля для рідин і газів”, запропонував ідею гідравлічного преса, довів, що тиск рідини на дно посудини не залежить від форми посудини, а тільки від рівня рідини.

Та несподівано, йому було 25 років, стан здоров'я Паскаля знову різко погіршився. Його мучив біль голови, порушилася нервова система, боліло горло. Він міг пити тільки по декілька крапель

теплої рідини. Паскаль закинув фізику й математику, почав читати тільки богословські книги. Тоді поширеним було „вчення” Корнелія Янсенія, яке він сприйняв і став членом релігійної общини янсеністів. Янсеністи твердили про недопустимість і навіть гріховність занять наукою, спроб пізнати світ. Паскаль розглядав свою наукову діяльність як гріховну, а постійні хвороби – як кару за ці гріхи. Проте його допитливий розум не міг існувати без серйозної наукової роботи. Поступово він відходить від янсеністів, знайомиться із відомим на той час гульвісою й любителем азартних ігор де Мере, який ввів його у світське життя. Паскаль підходить до азартних ігор із позицій математика, розраховуючи різні виграшні варіанти. Картярі й гульвіси дуже швидко набридли вченому, й він відновив листування із Фермі. Вважають, що саме в цьому листуванні народилася теорія ймовірностей.

Після того як помер батько, а сестра пішла до монастиря, Паскаль почав думати про потребу завести свою сім'ю, знайти добре оплачувану роботу. Та його спіткало нове нещастя: коли він переїжджав міст через Сену, коні понесли карету, і передня пара зірвалася в ріку, а бричка, в якій їхав Паскаль, чудом зачепилася на краю пропасті... З того часу він покинув зовнішній світ і поселився в монастирі янсеністів. Янсеністи були ідейними противниками єзуїтів. Паскаль активно включився в цю боротьбу й написав знаменитий твір „Листи до провінціала” – один із кращих творів французької літератури. Листи писав від імені Луї де Монтальта. Ніхто не знав, хто криється під цим літературним псевдонімом. У „Листах” він лаконічною й дуже логічною мовою критикував єзуїтів. Він вважав, що правильне володіння логікою важливе не тільки для математиків. У цей час він написав також книгу „Розум геометра й мистецтво переконання”, яка є вступом до підручника геометрії в янсеністських школах. На думку спеціалістів, Паскалеві залишився один крок, щоб зробити революцію в логіці, яка прийшла насправді на три сторіччя пізніше!

1658 року під час приступу зубного болю Паскаль декілька ночей не спав. Він згадав у цей час одну нерозв'язану задачку з математики й побачив, що напружені думки відвертають увагу від болю. На ранок Паскаль розв'язав декілька задач. Він виликувався від зубного болю й знову



зайнявся математикою. У цей час Паскаль організував конкурс, як тоді було прийнято, на розв'язання шести складних нерозв'язаних задач. Найбільших результатів досягли Христіан Гюйгенс, який розв'язав чотири задачі, та якийсь Амос Деттонвіль, який спромігся дуже тонко й професійно розв'язати усі. Як стало пізніше відомо, під цим псевдонімом знову заховався сам Паскаль. Ці задачі підвели його за крок до відкриття диференціального й інтегрального числення, яке пізніше створили Ньютон і Ляйбніц. Ляйбніц, прочитавши роботи Паскаля, був вражений тим, як близько Паскаль підійшов до розв'язку й зупинився „ніби у нього на очах була пелена”.

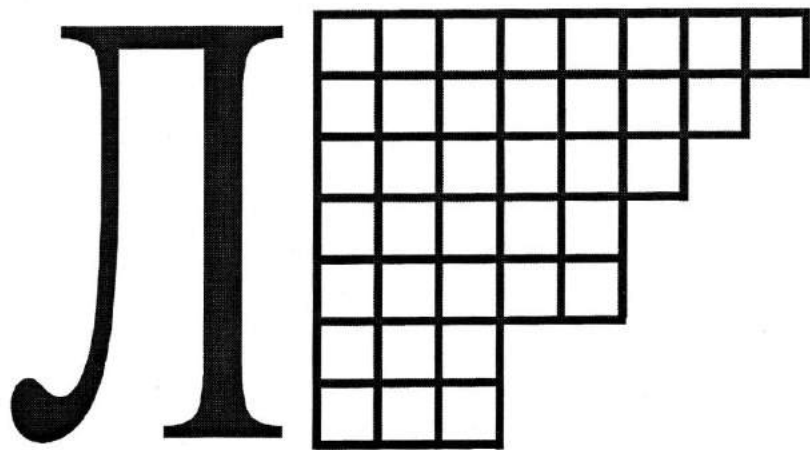
Після середини 1659 року Паскаль більше не повертався ані до фізики, ані до математики. Він вирішив нарешті розібратися в змісті людського життя.

1660 року його відвідав Гюйгенс і побачив глибокого старця (Паскалеві було 37 років!). Паскаль обдумує різні аспекти людського життя, обмірковує питання совісті й моралі та їхньої ролі

в житті людини. „Знання фізики не втішає мене в незнанні основ моралі в хвилини страждань”, „ми осягаємо істину не тільки розумом, але й серцем” – писав він. „Уся цінність людини полягає в умінні мислити. Будемо ж вчитися правильно мислити: ось головний принцип моралі”. Але правильно мислити небезпечно. Незадовго до смерті він гірко зауважує: „Вищий ступінь розуму звинувачують у безумстві, як і повну відсутність розуму. На всі випадки життя годиться посередність”. Він висловлювався чи не про всі сфери людського життя й скрізь його думки були логічні й глибокі. Вони зібрані вже після його смерті у книзі „Мислі”.

Помер Блез Паскаль у Парижі 1662 року від важкої хвороби кишечника. Йому було 39 років. Паскаль ніби підтвердив відому думку про те, що генії народжуються у провінції, а помирають у Парижі... Як писали пізніше, він помер „від надлишку розумової сили”, а внесок Паскаля в науку, історію людської цивілізації було оцінено тільки через три сторіччя після його смерті.

У незаповнені клітинки впишіть прізвища вчених, які розпочинаються літерою Л



1. Російський учений, про якого Пушкін говорив: „Він був першим нашим університетом”.
2. Давньоримський філософ, один з прихильників атомістичної теорії.
3. Російський учений, який першим у Росії створив наукову школу фізиків.
4. Голландський учений, який був творцем класичної електронної теорії.
5. Фізик, який написав теорію діамagnetизму електронів у металах.
6. Російський учений, який встановив закон теплової дії електричного струму.
7. Учений, який 1912 року виявив дифракцію X-променів.

Із книги Горбань М. М. *На уроці та після...*

Шановні педагоги, науковці та всі зацікавлені в реформі викладання фізики в школі, запрошуємо Вас висловлювати свої міркування з цих питань. Ваші проєкти, пропозиції, рекомендації будуть опубліковані на сторінках нашого журналу та передані до Міністерства освіти і науки України.

Пропонуємо нашим читачам проєкт концепції фізичної освіти, який розробила група науковців кафедри методики викладання фізики та хімії Рівненського державного гуманітарного університету.

Концепція освіти з фізики 12-ти річної школи

Віталій Тишук,

*канд. пед. наук, професор, член-кор. Академії педагогічних і соціальних наук,
завідувач кафедри методики викладання фізики та хімії
Рівненського державного гуманітарного університету;*

Микола Новоселецький,

*канд. фіз.-мат. наук, доцент, проректор з доузівської та післядипломної освіти
Рівненського державного гуманітарного університету;*

Юрій Галатюк,

*канд. пед. наук, доцент, докторант кафедри методики викладання фізики та хімії
Рівненського державного гуманітарного університету;*

Олег Желюк,

*канд. пед. наук, заслужений учитель України,
директор Рівненського природничо-математичного ліцею*

Зміст навчального предмета „Фізика” – основна частина цілісної природничо-наукової освіти учнів. Вагомість предмета зумовлена не обсягом навчального матеріалу, не його прикладним значенням, а тим, що сучасна фізика, основи якої вивчають учні, є дуже важливим науковим засобом пізнання й розуміння реального світу. Виробленими в ній науковими методами пізнання вже тривалий час успішно користуються інші науки, причому і природничі, і технічні, і гуманітарні, і соціально-історичні. Тенденцій до змін цього феномену методів фізичної науки на перспективу не прослідковується. Незаперечним є факт, що досягнення комплексу фізичних наук лежать у сукупності сучасної техніки й технологій, є домінантою їхнього подальшого розвитку.

Це дає змогу стверджувати, що навчальний предмет „Фізика” у сучасній шкільній освіті слід вивчати як загальноосвітній, а не спеціалізований, прикладний предмет. Вивчення його водночас має бути потужним засобом усебічного виховання учнів, розвитку їхніх розумових здібностей і мислення, зростання інтелекту, формування науково-матеріалістичного світогляду. Вміло побудований висококваліфікованим учителем процес

навчання фізики здатний збуджувати цікавість і тривалий час підтримувати на високому пізнавально-діяльнісному рівні навчальний інтерес кожного учня. Відомий цикл пізнання – виконання учнями простих дослідів і проведення спостережень за явищами природи, осмислення сприйнятого, пропонування гіпотез для пояснення, логічний вивід теоретичних побудов і наслідків з них, наступна експериментальна їх перевірка – це узагальнений метод пізнання учнями природних явищ і процесів, які найповніше реалізуються на пізнанні учнями фізичних явищ і процесів. Цей підхід, вироблений у фізичній науці, у різних модифікаціях перейнятий усіма іншими природничими науками. Оволодіння ним і максимальне можливе застосування до процесу навчання з поєднанням діяльнісного підходу у навчанні гарантує успішне учіння учнів, причому з наростаючим навантаженням. Процес навчання фізики не має бути легким, а тим паче – примітивним. Порції навчального матеріалу з фізики, слід добирати оптимально з урахуванням інших чинників, які впливають на навчальний процес. У вивченні фізики, порівняно з іншими предметами, є особливість – експериментальна діяльність учнів, яка

з-поміж усіх інших вигідно виокремлює шкільний курс фізики. У навчальному процесі не обов'язково дотримуватися дедуктивного підходу, там, де це доцільно, слід використовувати індуктивний та історичний підходи, але у всіх формах чільне місце має займати навчальний фізичний експеримент – фронтальні досліди, демонстрації, фронтальні лабораторні роботи, зокрема короткотривалі, експериментальні задачі, фізичні практики, експерименти в домашніх завданнях, дослідництво учнів у позаурочній і позакласній роботі з фізики. Планування, проведення спостережень і простих фізичних дослідів, фіксація результатів, їх систематизація і представлення у вигляді таблиць, графіків; інтерпретація результатів, формулювання висновків і теоретичних узагальнень – специфічний для предмета „Фізика” шлях оволодіння учнями фізичними знаннями, шлях, який гарантовано викликає цікавість учнів до навчання та стабільно підтримує пізнавальний інтерес, незалежно від того, яке майбутнє життя учень собі проектує. Держава гарантує належні умови для навчання учнів фізики:

- розвиток мережі загальноосвітніх навчальних закладів різного типу;
- забезпечення навчальних закладів альтернативними підручниками, посібниками;
- забезпечення підготовки та умов для підвищення кваліфікації учителів фізики – прекрасна змога готувати для школи учителів-чоловіків, дефіцит яких в умовах сучасної школи негативно впливає на виховний процес;
- забезпечення індустрії освіти, яка, зокрема, постачає в кожен школу потрібну кількість загального, демонстраційного і лабораторного обладнання для шкільного фізичного експерименту. Здійснює його модернізацію й періодичне оновлення, створює прості вироби для організації самостійної пізнавально-дослідної діяльності учнів з фізики (а також і з інших предметів) у домашніх умовах.

Ми думаємо, що фізику повинні вивчати учні впродовж усіх 12-ти років навчання, зокрема:

1. У початковій школі (1–4 класи) учні отримують деякі елементи фізичної освіти, насамперед вивчаючи природознавство, математику, технологію, а також у різноманітній позаурочній та позакласній роботі, у спілкуванні з товаришами та батьками, в процесі інтенсивного набуття власного досвіду. Тобто в початковій школі відбувається пропедевтичне вивчення фізики.

2. В основній і старшій школі доцільне триступеневе вивчення фізики:

2.1. У 5–6-х класах (перший ступінь) запровадити предмет „Фізика – основа природознавства”. Навчальний курс розрахований на 68 годин у кожному класі (по два уроки на тиждень). У курсі як обов'язкове передбачено проведення 30–40 % від усіх навчальних годин уроків з виконанням учнями деякої експериментальної діяльності.

2.2. У 7–9-х класах (другий ступінь) усім учням вивчати однаковий базовий курс фізики „Фізика”. Навчальний курс розрахований: у 7-му класі – 68 год. (два уроки на тиждень); у 8-му класі – 68 год. (два уроки на тиждень); у 9-му класі – 102 год. (три уроки на тиждень). Курс може бути побудований на модернізованій експериментальній навчальній програмі, запропонованій доктором пед.наук, професором О. І. Бугайовим. (Програми: фізика, астрономія. – К.: Перун, 1996.).

2.3. У 10–12-х класах (третій ступінь) учні вивчають як загальноосвітній предмет, або як профільний предмет навчальний курс „фізика”. Цей предмет вивчають усі учні, незалежно від обраного профілю, але залежно від профілю – у різному обсязі. Ми вважаємо, що для учнів, діяльність яких у майбутньому не буде пов'язана з фізикою (мистецтво, філологія тощо, тобто гуманітарний профіль) обов'язковим має бути вивчення цього предмета як потужного засобу формування їхнього наукового світогляду.

Для філологічних, мистецьких та спортивних профілів розподіл годин такий:

- 10 клас – 68 год. (два уроки на тиждень);
- 11 клас – 68 год. (два уроки на тиждень);
- 12 клас – 102 год. (три уроки на тиждень), зокрема в другому семестрі учні вивчають астрономію (один урок на тиждень).

Для загальноосвітніх шкіл та профілів суспільно-історичного, технологічних, деяких природничих розподіл годин такий:

- 10 клас – 102 год. (три уроки на тиждень);
- 11 клас – 146 год. (чотири уроки на тиждень);
- 12 клас – 102 год. (три уроки на тиждень), а також один урок на тиждень астрономії. У кожному класі наприкінці навчального року передбачено тритижневий фізичний практикум.

Для природничих профілів (хіміко-біологічного, професійно зорієнтованого):

- 10 клас – 102 год. (три уроки на тиждень);
- 11 клас – 146 год. (чотири уроки на тиждень);
- 12 клас – 146 год. (чотири уроки на тиждень),

а також один урок на тиждень астрономії. У кожному класі наприкінці навчального року передбачено тритижневий фізичний практикум.

Для фізико-математичного, фізико-хімічного та фізико-радіоелектронного профілів:

- 10 клас – 146 год. (чотири уроки на тиждень);
- 11 клас – 214 год. (п'ять уроків на тиждень);
- 12 клас – 214 год. (п'ять уроків на тиждень);

а також один урок на тиждень астрофізики. У кожному класі наприкінці семестру передбачено двотижневий фізичний практикум (двічі на рік).

Для випадку поглибленого вивчення фізики передбачається:

- 10 клас – 282 год. (шість уроків на тиждень);
- 11 клас – 282 год. (шість уроків на тиждень);
- 12 клас – 282 год. (шість уроків на тиждень);

а також один урок на тиждень астрофізики.

Зміст предмета в 5–6-х класах становлять розділи:

- Земля та її сфери;
- Сонячна система;
- Тіла й речовини;
- Взаємодія тіл;
- Взаємоперетворення і зміни тіл та речовин;
- Природні явища і процеси.
- Вплив людини на довкілля.

Зміст предмета 7–9-х класів становлять розділи:

- Фізика як наука для пізнання природи;
- Механічний рух і взаємодія тіл;
- Робота і енергія;
- Гідро- і аеростатика;
- Будова речовини. Теплове розширення;
- Тепловий рух молекул і атомів. Внутрішня енергія;
- Зміна агрегатних станів речовини;
- Електричні явища. Електричне поле;
- Електричний струм. Електричне коло;
- Магнетні явища. Магнетне поле;
- Електромагнетні явища. Електричний двигун. Електричний генератор;
- Механічні коливання. Звук;
- Електромагнетні коливання. Змінний струм;
- Будова атома. Атомне ядро;
- Закони рівномірного механічного руху;
- Всесвітнє тяжіння. Динаміка. Статика.

Зміст предмета в 10–12-х класах становлять розділи:

- Закони кінематики. Прискорення. Способи описувати механічний рух.
- Закони динаміки. Пояснення змін механічного руху;

– Імпульс. Закон збереження імпульсу. Реактивний рух;

– Механічна енергія. Закон збереження енергії;

– Основи молекулярно-кінетичної теорії. Гази, рідини, тверді тіла;

– Основи термодинаміки. Теплові двигуни; Електростатичне поле і його характеристики. Речовини в електростатичному полі;

– Постійний електричний струм. Закони, що його описують;

– Магнетне поле електричного струму. Речовини в магнетному полі;

– Електромагнетна індукція;

– Електричний струм у різних середовищах (у металах, рідинах, газах, вакуумі, напівпровідниках);

– Сучасні електронні прилади. Сучасні електровимірювальні прилади;

– Електромагнетне поле;

– Електромагнетні коливання. Змінний струм;

– Електромагнетні хвилі і їхні властивості;

– Радіо- і телепередача та прийом. Розвиток засобів передачі інформації;

– Світлові хвилі. Хвильова теорія світла;

– Оптичні прилади;

– Теорія відносності;

– Корпускулярна теорія світла. Кванти. Дуалізм світла;

– Атомна фізика. Пояснення будови речовини. Пояснення випромінювання. Лазер;

– Ядерна фізика. Атомне ядро. Будова атомів;

– Пояснення будови періодичної системи хімічних елементів;

– Будова ядра. Ядерні моделі. Ядерні спектри;

– Природна і штучна радіоактивність. Закони радіоактивності;

– Методи реєстрації йонізуючих випромінювань. Біологічна дія;

– Основи дозиметрії;

– Ядерні реакції. Ланцюгова ядерна реакція. Термоядерні реакції;

– Ядерний реактор. Ядерна енергетика. Поняття про замкнутий ядерно-паливний цикл. Проблеми екології;

– Трансуранові елементи;

– Елементарні частинки. Проблема систематизації елементарних частинок;

– Ядерні процеси у Всесвіті;

– Сучасна фізична картина світу.



Національний університет „Львівська політехніка”



11 вересня 2000 року Указом Президента України за номером 1059/2000, зваживши на загальнодержавне і міжнародне визнання результатів діяльності та вагомий внесок у розвиток національної вищої освіти і науки, Державному університетові „Львівська політехніка” було надано статус національного і назву – Національний університет „Львівська політехніка”.

З перших років існування Львівська політехніка зарекомендувала себе потужним осередком науки й освіти в Європі, генератором технічних ідей та винаходів.

Львівська політехніка – одна з найдавніших академічних технічних шкіл в Європі і перша на

українській землі. Як Технічна академія вона відчинила свої двері 4 листопада 1844 року. Першим директором був Флоріян Шіндлер. Восени 1848 року будинок Технічної академії згорів.

Виготовлення проєкту та будівництво нового приміщення Академії доручили архітекторові Юліянові Захарієвичу, який згодом (14 листопада 1877 року) став ректором. Будівництво головного корпусу Академії тривало три роки (1874–1877).

1877 року Технічну академію було перейменовано на Політехнічну школу з правами вищого технічного навчального закладу Австро-



*Міністр освіти і науки України
Василь Кремень вітає ректора університету
„Львівська політехніка” Юрія Рудавського з нагоди
надання університетові статусу національного
(Урочисте засідання Вченої Ради університету.
13 жовтня 2000 року). Світлина Г. Шопи*

Угорської імперії, яка стала частиною європейської технічної науки. У Політехнічній школі навчалися студенти з Росії, Німеччини, Румунії, Франції, Туреччини та інших країн.

У вересні 1880 року Політехнічну школу відвідав цісар Франц Йосиф, який замовив у відомого художника Я. Матейка одинадцять картин, які б відтворювали технічний прогрес людства. Сьогодні ці картини прикрашають Актову залу університету. 1894 року було прийнято статут Політехнічної школи, а 1901 року Школа одержала право присуджувати наукові ступені докторів технічних наук і почесних докторів. Наприклад, 1912 року звання почесного доктора удостоїлись Марія Склодовська-Кюрі, Ян Франк, Юліян Медведський, Август Вітковський. До 1918 року ступінь доктора наук здобули 64 інженери.

У червні 1920 року Політехнічну школу було перейменовано на Львівську політехніку.

У 1930 роках у Політехніці, було сім факультетів: архітектурний, хімічний, механічний, сухопутної та водної інженерії, рільничо-лісний, загальний. У жовтні 1939 року Львівську політехніку перейменовано на Львівський політехнічний інститут.

Друга світова війна перервала навчально-наукову роботу інституту. Діяльність Львівської політехніки відновила 1944 року, в ній тоді навчалось майже 440 студентів. Почав заново відроджуватись науковий потенціал інституту. У Львівській політехніці почали працювати видатні вчені з інших навчальних закладів: академіки Г. Савін, В. Сельський, О. Харкевич, професори К. Карандеєв, Г. Погодін-Алексеев, Г. Кияниця, А. Занько та інші.

У повоєнні роки змінювалась структура інституту і профіль спеціальностей. На базі рільничо-лісового факультету утворили два самостійні інститути – сільськогосподарський та лісотехнічний, відкрили філії інституту в Дрогобичі, Тернополі, Івано-Франківську та Луцьку, які згодом стали самостійними вищими технічними навчальними закладами.

У червні 1993 року Львівський політехнічний інститут отримав четвертий рівень акредитації, статус університету і назву – Державний університет „Львівська політехніка”. Це дало змогу самостійно визначати структуру, зміст освіти та план прийому абітурієнтів, відкривати нові спеціальності.

У Політехніці запроваджено багатоступеневу систему підготовки кадрів. Реалізуються нові концепції гуманітарної та фундаментальної підготовки. Стала можливою підготовка студентів за координованими програмами у вищих навчальних закладах I-II рівнів акредитації та в університеті. Переглянуто й модернізовано навчальні плани та програми за взірцями кращих університетів світу технічного спрямування. Впроваджено нові інформаційні технології навчання на базі сучасної комп’ютерної техніки та інформаційних мереж.

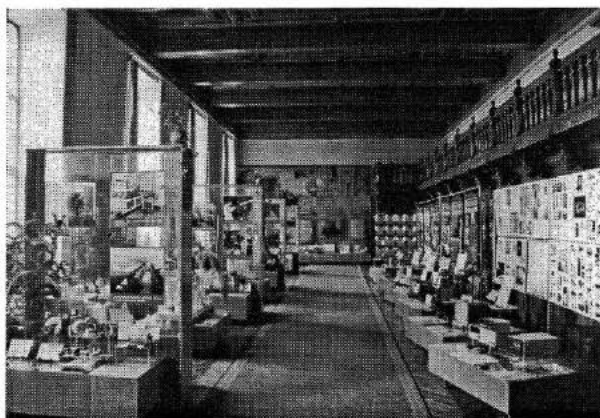
Сьогодні в університеті навчається майже 20 тисяч студентів за 34 напрямками підготовки (культура; мистецтво; філологія; соціологія; економіка і підприємництво; менеджмент; екологія; геодезія, картографія та землевпорядкування; прикладна математика; комп’ютерні науки; інженерне матеріалознавство; інженерна механіка; енергетика; електротехніка; радіотехніка; електроніка;



прилади; електронні апарати; лазерна та оптоелектронна техніка; метрологія та вимірювальна техніка; комп'ютеризовані системи, автоматика і управління; комп'ютерна інженерія; хімічна технологія та інженерія; харчова технологія та інженерія; легка промисловість; будівництво; електро-механіка; зварювання; телекомунікації; автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології; водні ресурси; транспортні технології; фармація; архітектура) та 80 спеціальностями.

В університеті працюють понад 150 докторів наук, професорів та майже 1000 кандидатів наук, доцентів. Університет має 18 факультетів, 4 інститути (Військовий інститут, Інститут гуманітарної освіти, Міжгалузевий інститут підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів, Інститут освіти, культури та зв'язків з діаспорою), Центр професійної орієнтації, 82 кафедри, бібліотека, видавництво.

Військовий інститут при Національному університеті „Львівська політехніка”, якому цього року виповнилось 100 років, готує кадрових офіцерів та офіцерів запасу, використовуючи педагогічний потенціал провідних навчальних закладів Львова, військових фахівців та матеріально-технічну базу кафедр Львівської політехніки. Інтегра-



Виставовий зал наукових здобутків національного університету „Львівська політехніка”

ція цивільної і військової освіти дає змогу готувати військових фахівців унікальних спеціальностей (геодезія; фотограмметрія; журналістика; автомобілі та автомобільне господарство; міжнародна інформація; музичне мистецтво; апаратура радіозв'язку, радіомовлення і телебачення; фізичне виховання).

Львівська політехніка – це 27 навчально-лабораторних корпусів, три гімназії (у Львові, Дрогобичі та Сокалі), три ліцеї (у Новояворівську, с. Вузлове Радехівського району та м. Сколе), геодезичний полігон у Бережанах, астрономо-геодезична обсерваторія у Шацьку, 15 гуртожитків, технологічний парк, спортивний комплекс, спортивно-оздоровчі табори на південному березі Криму, в Миколаївській області та в мальовничих Карпатах, а також студентська поліклініка, лікарня та санаторій-профілакторій.

Традиційно в Національному університеті „Львівська політехніка” здійснюються фундаментальні дослідження з фізики, електроніки, механіки, хімії та хімічної технології, математичних наук, приладобудування, геодезії, будівництва. Засновниками нових шкіл у різних галузях наукової думки були професори С. Ямпольський, О. Харкевич, К. Карандєєв, О. Андрієвський, М. Шульга, М. Медвідь, Б. Швецький, В. Кочан, Т. Юрженко, Ю. Величко, Т. Губенко, В. Кияниця, Є. Замора, Д. Толопко, В. Тихонов, К. Галабуцька, Л. Шпинова, М. Мигаль, Г. Мещеряков та інші. Ці школи відомі не тільки в Україні, а й за її межами. З 1920 до 1924 року у Львівській політехніці працював один з творців функціонального аналізу, фундатор Львівської математичної школи, вчений із світовим визнанням Степан Банах.

Львівська політехніка була одним із демократичніших вищих закладів освіти. Саме тут поневолене різними окупаційними режимами українське населення мало шанс здобути вищу освіту. З її стін вийшли видатні політичні діячі, провідники й учасники національно-визвольних змагань – Степан Бандера, Роман Шухевич, Олекса Гасин, Катерина Зарицька, Петро Франко.



Учені університету, продовжуючи традиції наукових шкіл, здійснюють важливі фундаментальні та прикладні дослідження. Представники цих шкіл створили понад 500 зразків унікальних електронних вимірювальних приладів і систем високої точності та надійності, які за своїми характеристиками перевищують світові аналоги. За створення цих приладів 9 науковців університету стали лавреатами трьох Державних премій у галузі науки і техніки.

Національний університет „Львівська політехніка” має широкі зовнішньоекономічні зв'язки. З



У лабораторії Університету

багатьма іноземними фірмами підписано контракти на експорт результатів науково-технічної діяльності. Угоди про науково-технічне співробітництво укладено з вищими навчальними закладами США, Канади, Німеччини, Великобританії, Франції, Австрії, Польщі, Словаччини, Болгарії та інших країн. Цим співробітництвом передбачена участь у міжнародному обміні студентами технічних спеціальностей та стажування за кордоном викладачів і спеціалістів. Щороку десятки наших студентів виїжджають на навчання до Європи та Америки. Такий взаємообмін науковцями й спеціалістами сприяє міжнародному визнанню як Львівської політехніки, так і української наукової думки загалом.

Львівська політехніка, як один із найстаріших вищих навчальних закладів України, має високий рейтинг серед молоді. Тут склалися властиві саме цьому закладові навчальні, наукові, культурно-мистецькі та спортивні традиції. За результатами рейтингу Канадської асоціації інженерів, Львівська політехніка входить до двадцяти найавторитетніших вищих навчальних закладів світу, а за результатами інтегрованого рейтингу вищих навчальних закладів України, який проводила 2000 року Міжнародна Кадрова Академія на підставі оцінок молоді й експертів, Львівська політехніка ввійшла в десятку навчальних закладів України.

*Сергійно вітаю штаб журналу
"Світ фізики". Бажаю творчих
зусиль, цікавих знахідок, успіхів
та щастя.*

Ю. Турецький



Шведська Королівська Академія Наук присудила Нобелівську премію з фізики 1994 року за піонерські праці з розсіювання нейтронів та застосування цього методу до вивчення конденсованої матерії фізикам Бертраму Брокхаузу (Канада) – за розвиток нейтронної спектроскопії та Кліфорду Шулу (США) – за розвиток методу дифракції нейтронів.

НОБЕЛІВСЬКІ ЛАУРЕАТИ

1994

**Розсіювання
нейтронів**

Кліфорд Шул



Бертрам Брокхауз

Нейтрони – це частинки, що разом з протонами утворюють ядра атомів. Ці частинки нейтральні і мають масу $1,6742 \cdot 10^{-27}$ кг, яка близька до маси протона. Нейтрон має власний механічний момент – спін, який дорівнює $1/2$ (в одиницях \hbar) та магнетний момент, що дорівнює $-1,91 \mu_n$. Нейтрон стабільний тільки в складі ядра, вільний же нейтрон розпадається на протон, електрон та електронне антинейтрино з періодом піврозпаду близько 12 хвилин. Нейтрон відкрив британський фізик Д. Чедвік 1932 року.

Нейтрони відомі нам більше як частинки, що зумовлюють ланцюгові реакції поділу ядер урану, і менш відомим є те, що розсіювання нейтронів надзвичайно інформативний та важливий метод у дослідженнях конденсованих систем (твердих тіл і рідин).

Це застосування подібне до застосування X-променів і ґрунтується на розсіюванні нейтронів. Є декілька причин, що зумовили це застосування. По-перше, довжина хвилі де Бройля, що відповідає максимуму енергетичного спектра нейтронів, які випромінюються ядерним реактором, приблизно дорівнює 0,1 нм і збігається з міжатомними відстанями в молекулах та кристалах. А це дає змогу використовувати розсіювання нейтронів для вивчення структури конденсованих систем.

Два типи сил зумовлюють розсіювання нейтронів на атомах: це ядерні сили, що визначають

взаємодію нейтрона з ядром та магнетні сили, які визначають взаємодію магнетного моменту нейтрона з магнетним моментом електронних оболонок атома, коли електрони не спарені і створюють навколо атомів магнетне поле. Використовуючи дифракцію нейтронів на ядрах атомів, що утворюють кристал, можна встановити структуру кристалів, подібно як це робиться за допомогою X-променів. Однак використання дифракції нейтронів, незважаючи на його складність, у деяких дослідженнях дає суттєві переваги.

По-перше, нейтрони – нейтральні частинки, які майже не поглинаються речовиною, і тому в розсіюванні беруть участь всі атоми речовини, а не деякі.

По-друге, рентгеноструктурними методами майже неможливо встановити локалізацію атомів водню, та інших легких елементів, тому що атом водню надзвичайно мало розсіює X-промені, оскільки в нього є лише один електрон. Крім того, електронна густина атома водню, що перебуває в хімічному зв'язку, відмінна від електронної густини вільного атома. Ядро ж атома водню є ефективним розсіювальним центром для нейтронів і його положення можна однозначно встановити методом дифракції нейтронів. Розвиток методу дифракції нейтронів прискорив розвиток кристалохімії водневмісних сполук. А це вся різноманітність органічних та біологічних сполук.

По-третє, використання розсіювання нейтронів неспареними електронами атомів (магнетна взає-



модія нейтрона з електронною оболонкою) дає змогу визначити ймовірність розподілу неспарених електронів у кристалах та магнетну структуру кристалів.

По-четверте, енергія нейтронів, яка відповідає максимуму розподілу за енергією нейтронів, що випромінюється ядерним реактором, дорівнює 30–40 меВ, і вона така ж як енергія теплових коливань атомів. Це дає змогу досліджувати динаміку теплового руху атомів та молекул у кристалах, рідинах, застосовуючи непружне розсіювання нейтронів.

Такі великі можливості щодо дослідження кристалічної структури, магнетних властивостей і динаміки теплового руху відкривають перед ученими методи розсіювання нейтронів, які започаткували, разом з іншими ученими, нобелівські лавреати Бертрам Брокхауз (Bertram Brockhouse) та Кліффорд Шуль (Clifford Shull) (1915–2001), творчий доробок яких спробуємо проаналізувати.

Обидва вони народились у другому десятиріччі ХХ сторіччя: Б. Брокхауз народився 15 липня 1918 року в м. Лесбридж, провінція Альберта, Канада; К. Шуль – 23 вересня 1915 року в місцевості Гленвуд, поблизу Пітсбурга, штат Пенсильванія, США.

К. Шуль 1937 року закінчив у Пітсбурзі Гарнє коледж і відразу вступив до Нью-Йоркського університету, щоб продовжити освіту і здобути докторський ступінь. В університеті він займався науковою роботою в галузі ядерної фізики, працював над проблемами прискорення електронів та дейтронів. 1941 року К. Шуль захистив докторську дисертацію і розпочав роботу в науково-дослідній лабораторії у нафтопереробній компанії штату Техас. Він досліджував особливості структури матеріалів, які використовувались як каталізатори в процесах отримання високооктанового бензину. Цей науковий напрям став дуже актуальним, особливо після вступу США в Другу світову війну, на фронтах якої постійно зростала потреба високооктанового пального.

У своїх дослідженнях К. Шуль використовував рентгеноструктурний аналіз та дифракцію електронів, а про обмеженість цих методів у дослідженні органічних сполук ми згадували раніше. Учений шукав інші, інформативніші методи дослідження структури твердих тіл і врешті-решт зацікавився розсіюванням нейтронів.

Б. Брокхауз напередодні Другої світової війни закінчив вечірні курси при Чиказькому центральному коледжі, захоплювався конструюванням та складанням радіоапаратури. Він працював у невеликій електронній фірмі, де ремонтував радіоапаратуру. В роки війни Б. Брокхауз служив на Королівському Канадському флоті оператором гідролокаційних станцій. Після закінчення війни, скориставшись фінансовою підтримкою, що давали ветеранам війни на започаткування фермерства або продовження освіти, Б. Брокхауз вступив до університету провінції Британська Колумбія. Там він, вибираючи між електротехнікою та фізикою, зупинився на фізиці. Закінчивши університет, він як здобувач докторського ступеня, поступив до Торонтського університету і розпочав наукову роботу в лабораторії низьких температур.

1951 року, працюючи над проблемами фізики твердого тіла при низьких температурах, Б. Брокхауз зрозумів, що теплові коливання кристалічної ґратки можна досліджувати, використовуючи непружне розсіювання нейтронів.

Отже, і К. Шуль і Б. Брокхауз незалежно один від одного наприкінці 40 – на початку 50-х років ХХ сторіччя звернули свою увагу на використання нейтронів для дослідження твердого тіла. Це напевно пов'язано з тим, що саме в цей час дослідники США та інших країн отримали змогу працювати на ядерних реакторах – потужних джерелах нейтронів.

У Масачусетському технологічному інституті Е. Волян сформував дослідницьку групу, яка розпочала вивчати можливості нейтронної спектрос-

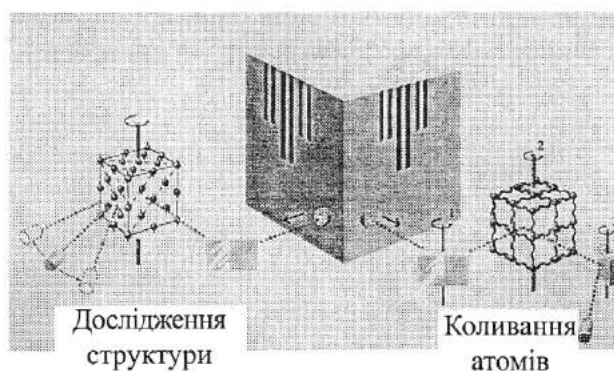


Рис. 1. Схематичне зображення дослідів К. Шула (ліворуч) та Б. Брокхауза (праворуч) з розсіювання нейтронів



копії. Вони виконали перші дифракційні досліди, з якими ознайомився К. Шуль. Він відразу ж приєднався до цих досліджень і незабаром став співкерівником цього наукового колективу. Подібні дослідницькі колективи з'явилися і в інших місцях, але група Волана-Шула, завдяки дослідженню К. Шулем простих кристалів, які заклали основу інтерпретації складніших структур, відразу стала лідером у цій галузі. Створивши нейтронний інтерферометр К. Шуль провів дифракційні експерименти та отримав цінну інформацію про залежність форми і ширини кривих відбивання від різних геометричних факторів. Це ілюструє результат тонкого експерименту спостереження кривої відбивання нейтронів кристалом кремнію, наведений в одній з його праць (див. рис. 2). Експериментальна крива відбивання зображена точками, пунктирна крива, отримана розрахунково з динамічної теорії. Це дало змогу визначити нижню межу довжин когерентності теплових нейтронів.

Тоді як К. Шуль розробляв експериментальні методики, які ґрунтувались на дифракції пружно розсіяних нейтронів, Б. Брокхаус, на ядерному реакторі в Центрі з атомної енергії в Чок-Рівер (Канада), зосередився на експериментах з непружного розсіювання нейтронів. Б. Брокхаус працював над створенням тривісного спектрометра для дослідження енергетичного спектра розсіяних нейтронів (див. рис. 1). Це вимагало детальної інформації про властивості нейтронів та великої винахідливості. Завдяки працям Б. Брокхауса непружне розсіювання нейтронів стало важливим інструментом для вивчення конденсованих систем. Нейтрони, якщо їхня енергія є такого ж порядку величини як енергія теплових коливань у твердих тілах, або рідинах, отримують при роз-

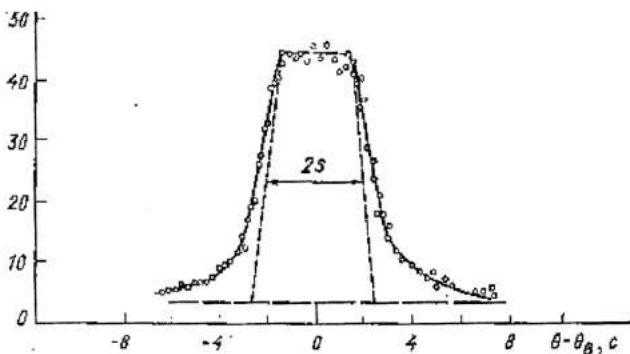


Рис. 2. Крива відбивання нейтронів кристалом кремнію

сіянні приріст або зменшення енергії залежно від напрямку розсіювання. Це дало змогу отримати унікальну інформацію про атомні коливання в кристалах, дифузію в рідинах, коливання в магнетних матеріалах.

Найпростішим видом руху в твердих тілах є коливання атомів і молекул навколо положень рівноваги. Завдяки взаємодії частинок між собою рух одного атома зумовлює рух сусідніх атомів, тобто в кристалах поширюються хвилі зміщення атомів. Як і будь-яка хвиля, хвиля зміщення характеризується довжиною хвилі та частотою. Існує найменша порція енергії коливань кристала з деякою частотою. Це дає змогу хвилям коливань атомів поставити у відповідність квазічастинки – фонони. І енергія теплових коливань кристала в такому представленні є сумою енергій окремих фононів і кількість фононів тим більша, що вища температура кристала. Залежність енергії коливань атомів від довжини хвилі є специфічною функцією – дисперсійною кривою, яка містить важливу інформацію про сили взаємодії між атомами.

1955 року Б. Брокхаус, використовуючи непружне розсіювання нейтронів, уперше експериментально встановив дисперсійну криву для кристалів алюмінію.

Колівальні процеси в твердих тілах досить різноманітні. Коліватись можуть не тільки атоми або молекули відносно своїх положень рівноваги, а й магнетні моменти, оскільки магнетні моменти сусідніх атомів теж взаємодіють між собою.

Хвилі коливань магнетних моментів називають спіновими хвилями, а відповідні їм квазічастинки – магнонами. Ці спінові хвилі можна збуджувати нейтронами. Б. Брокхаус був перший, хто почав їх досліджувати. Він назвав їх магнонами і першим експериментально встановив криву дисперсії для елементарних збуджень цього виду хвиль.

Започатковане наприкінці 40-х років ХХ сторіччя використання нейтронів для дослідження твердого тіла та піонерські праці Нобелівських лавреатів Б. Брокхауса та К. Шула дали змогу вивчати структуру речовини та коливання атомів і молекул на значно глибшому рівні, що зумовило поступ у матеріалознавстві, особливо в електронному, який спостерігався у другій половині ХХ сторіччя.

Олександр Гальчинський,
канд. фіз.-мат. наук

Теоретичні завдання III (обласного) етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики 2001 р.

8-й клас

Задача 1.

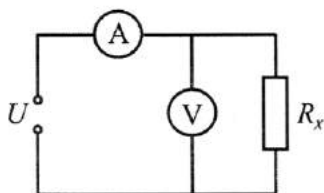
Два хлопці, перекидаючись м'ячем, рухаються одночасно назустріч один одному. Визначіть, яку відстань пролетів м'яч за час, упродовж якого відстань між хлопцями скоротилась від $l_1 = 40$ м до $l_2 = 20$ м. Швидкість першого хлопця $v_1 = 1$ м/с, другого – $v_2 = 0,8$ м/с, швидкість м'яча $v_3 = 18$ м/с. Часом перебування м'яча в руках знехтуйте. Вважайте політ м'яча горизонтальним.

Задача 2.

У калориметрі знаходиться $m_1 = 2$ кг води при температурі $t_1 = 5^\circ\text{C}$. Туди опускають лід масою $m_2 = 5$ кг при температурі $t_2 = -40^\circ\text{C}$. Яка температура буде в калориметрі після встановлення теплової рівноваги? Скільки льоду буде в калориметрі? Теплоємністю калориметра знехтуйте. Питома теплоємність води $c_1 = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/кг·К, льоду $c_2 = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/кг·К, питома теплота плавлення льоду $\lambda = 3,4 \cdot 10^5$ Дж/кг.

Задача 3.

В електричному колі (див. рис.) амперметр показує силу струму $I_1 = 10$ мА, вольтметр – напругу $U_1 = 2$ В. Після того як резистор відімкнули від вольтметра та приєднали паралельно до амперметра, покази амперметра зменшились до $I_2 = 2,5$ мА. Визначіть за цими даними опір резистора. Чому дорівнює опір вольтметра R_V ? Чи можна визначити за цими даними опір амперметра R_A й напругу в колі? Напруга U постійна.



Задача 4.

П'ятнадцять однакових шестерень, вісі яких закріплені, зчеплені одна з одною, утворюють кільце. На який найбільший кут можна повернути одну з шестерень, якщо кожна з них при нерухомій сусідній можна повернути завдяки неточному зчепленню на кут α ?

Задача 5.

Посудина з водою зрівноважена на одній з шальок важільних терезів. У посудину опускають підвішений на нитці металевий брусок масою m так, що він повністю занурений у воду, однак не торкається стінок і дна посудини. Який вантаж і на яку шальку треба покласти, щоб відновити рівновагу? Густина металу ρ_m , води – ρ_v .

9-й клас

Задача 1.

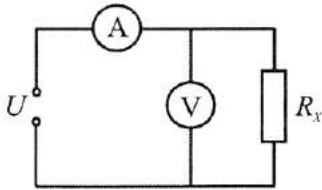
Розганяючись з максимально можливим прискоренням на прямій ділянці шосе, спортивний автомобіль збільшує швидкість від $v_1 = 10$ м/с до $v_2 = 10,5$ м/с за час $t_1 = 0,1$ с. За який час він міг би зробити те саме на ділянці шосе з радіусом заокруглення $R = 30$ м? При якому радіусі заокруглення шосе він взагалі не зміг би збільшити швидкість вище від 10 м/с? Площина шосе – горизонтальна.

Задача 2.

У калориметрі знаходиться $m_1 = 2$ кг води при температурі $t_1 = 5^\circ\text{C}$. Туди опускають шматок льоду масою $m_2 = 5$ кг при температурі $t_2 = -40^\circ\text{C}$. Яка температура буде в калориметрі після встановлення теплової рівноваги? Скільки льоду буде в калориметрі? Теплоємністю калориметра знехтуйте. Питома теплоємність води $c_1 = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/кг·К, льоду $c_2 = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/кг·К, питома теплота плавлення льоду $\lambda = 3,4 \cdot 10^5$ Дж/кг.

Задача 3.

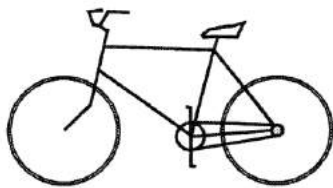
В електричному колі (див. рис.) амперметр показує силу струму $I_1 = 10$ мА, вольтметр – напругу $U_1 = 2$ В. Після того як резистор відімкнули від вольтметра та приєднали паралельно до амперметра, покази амперметра зменшились до $I_2 = 2,5$ мА. Визначіть за цими даними опір резистора. Чому дорівнює опір вольтметра R_V ? Чи можна визначити за цими даними опір амперметра R_A й напругу в колі? Напруга U постійна.


Задача 4.

Точкове джерело світла розташоване між двома взаємно перпендикулярними плоскими дзеркалами. Скільки буде зображень джерела світла? Побудуйте їх.

Задача 5.

На рисунку схематично зображено конструкцію звичайного велосипеда. Які конструктивні особливості дають змогу їздити на велосипеді „без рук” (тобто не тримаючись за кермо)? Чому? Відповідь обґрунтуйте з фізичного погляду.



10-й клас

Задача 1.

Ракетний двигун використовує як паливе водень, а як окислювач – рідкий кисень. Секундна витрата водню 24 кг/с. Швидкість витікання газів із сопла ракети $4,2 \cdot 10^3$ м/с. Теплотворна здатність водню $1,1 \cdot 10^8$ Дж/кг. Визначіть ККД ракетного двигуна як теплової машини та його силу тяги.

Задача 2.

Через два послідовно з’єднані провідники з однією і тією самою площею поперечного перерізу S , однак різними питомими опорами ρ_1 і ρ_2 ($\rho_2 > \rho_1$) проходить постійний струм I . Визначіть поверхневу густину зарядів, які виникають на межі поділу провідників.

Задача 3.

По похилій площині, яка утворює кут α з горизонтом, витягують за мотузку ящик. Коефіцієнт тертя ящика по площині μ . Під яким кутом до горизонту слід спрямувати мотузку, щоб з найменшим зусиллям рухати ящик: а) рівномірно; б) із заданим прискоренням \bar{a} ?

(Можете скористатись формулами: якщо $\operatorname{tg} x = a$,

$$\text{то } \sin x = \frac{a}{\sqrt{1+a^2}}, \quad \cos x = \frac{1}{\sqrt{1+a^2}},$$

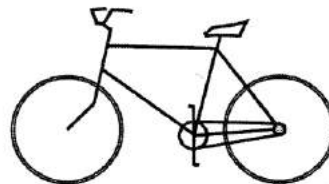
а також $\cos(x-y) = \cos x \cos y + \sin x \sin y$.)

Задача 4.

Закритий з двох торців циліндр, вісь якого горизонтальна, розділений на дві частини тонким глзденським рухомим поршнем. У першій частині знаходиться $m = 1$ г азоту, а в другій $M = 2$ г води. Температура води в циліндрі $t = 100$ °С, об’єм циліндра $V = 2$ л. Яку частину об’єму займає азот? $M_{\text{аз}} = 28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, $M_{\text{води}} = 18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, $\rho_{\text{води}} = 1000$ кг/м³.

Задача 5.

На рисунку схематично зображено конструкцію звичайного велосипеда. Які конструктивні особливості дають змогу їздити на велосипеді „без рук” (тобто не тримаючись за кермо)? Чому? Відповідь обґрунтуйте з фізичного погляду.



11-й клас

Задача 1.

По похилій площині, яка утворює кут α з горизонтом, витягують за мотузку скриньку. Коефіцієнт тертя скриньки по площині μ . Під яким кутом до горизонту слід спрямувати мотузку, щоб з найменшим зусиллям рухати скриньку: а) рівномірно; б) із заданим прискоренням \vec{a} ?

Задача 2.

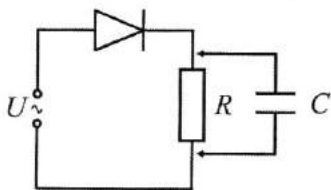
Закритий з двох торців циліндр, вісь якого горизонтальна, розділений на дві частини тонким гладеньким рухомих поршнем. У першій частині знаходиться $m = 1$ г азоту, а в другій $M = 2$ г води. Температура води в циліндрі $t = 100$ °С, об'єм циліндра $V = 2$ л. Яку частину об'єму займає азот?

$$M_{\text{аз}} = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}, \quad M_{\text{води}} = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль},$$

$$\rho_{\text{води}} = 1000 \text{ кг/м}^3.$$

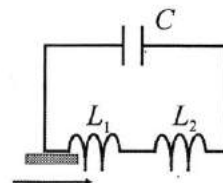
Задача 3.

На рисунку зображено найпростішу схему випрямляча. Діод вважайте ідеальним. У скільки разів зміниться потужність, яка виділяється на резисторі опором R , при під'єднанні паралельно до нього конденсатора C такої ємності, що за період коливань напруги мережі ($U = 220$ В, $f = 50$ Гц) заряд конденсатора майже не змінюється?

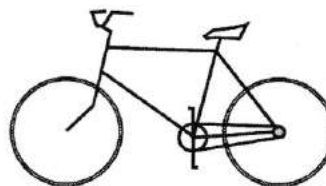
**Задача 4.**

У коливальному контурі, який складається з двох послідовно з'єднаних котушок індуктивностями L_1 та L_2 і конденсатора ємністю C (див. рис.) відбуваються вільні незатухаючі коливання, при яких амплітуда коливань сили струму дорівнює I_0 . Коли сила струму в першій котушці максимальна, в неї швидко (за час, малий порівняно з періодом коливань) вставляють осердя, що приводить до збільшення її індуктивності в μ разів.

1. Визначіть максимальну напругу на конденсаторі до того, як вставили осердя.
2. Визначіть максимальну напругу на конденсаторі після того, як вставили осердя.

**Задача 5.**

На рисунку (див. рис.) схематично зображено конструкцію звичайного велосипеда. Які конструктивні особливості дають змогу їздити на велосипеді „без рук” (тобто не тримаючись за кермо)? Чому? Відповідь обґрунтуйте з фізичного погляду.



Редакція журналу „Світ фізики” упродовж останніх п'яти років відслідковує проведення різного рівня (обласних, Всеукраїнських) олімпіад з фізики для школярів, публікує умови задач та їхні розв'язки. До редакції надходять листи з пропозиціями, зауваженнями та рекомендаціями щодо проведення олімпіад.

Зокрема Читачі журналу вважають доцільним, щоб автори завдань та організатори олімпіад уважніше порівнювали складність запропонованих завдань та можливості учасників олімпіад. Чому трапляється, що завдання для школярів 9, 10, 11 класів має однакові задачі (наприклад, 2001 року в завданнях обласного рівня олімпіади з фізики у 9, 10, 11 класах була одна і та ж задача про велосипед), адже рівень їхніх знань є різним.

На стор. 40 журналу ознайомтесь з „неповним” розв'язком задачі про „велосипед”, яка була запропонована школярам 9, 10 та 11 класів на III етапі Всеукраїнської олімпіади юних фізиків 2001 року. Цей розв'язок доволі складний і, напевно, школярам довелося багато попрацювати над ним.

ТУРНІР ЮНИХ ФІЗИКІВ

На сторінках журналу „Світ фізики” упродовж чотирьох років ми знайомимо наших читачів з умовами задач турніру юних фізиків (ТЮФ) та інформацією про ці турніри. За умовами цих задач школярі України написали чимало статей, які мають наукову та пізнавальну вартість. Деякі з них були опубліковані на сторінках нашого журналу, й одержали схвальні відгуки не тільки в Україні, але й за кордоном (журнал „Світ фізики”, 2000. № 2).

2001 року редакція журналу безпосередньо брала участь у турнірі юних фізиків, щоб почути думки членів журі, школярів, проаналізувати позитивні аспекти та недоліки цього творчого змагання молоді та мати свою думку про нього.

Що таке турнір юних фізиків? Що він дає авторитетним ученим та школярам?

Фінальний етап ІХ Всеукраїнського турніру юних фізиків проходив відповідно до спільного наказу Міністерства освіти і науки України та Академії педагогічних наук з 1 до 7 березня 2001 року в м. Києві.

Дев'ять років на Україні відбувається ТЮФ, який започаткований у м. Одесі з ініціативи ентузіастів-фізиків – В. Колебошина, В. Манакіна та іншими. Згодом навколо них згуртувався колектив однодумців з різних регіонів України, які згодом стали членами журі, організаторами турнірів

у своїх регіонах. З'явилися турніри для молодших школярів (6–8 класи), які започаткували у м. Луганську Каміни. Турнірні змагання виявилися настільки захопливими для школярів, що нині в Україні успішно проводяться такі ж турніри юних хіміків, математиків, істориків, винахідників і раціоналізаторів.

Турнір розвивався, вийшов за межі Одеси й швидко набув популярності серед школярів України. Першими до турніру приєдналися ті навчальні заклади, де є високий рівень викладання фізики, зацікавленість учнів науковою творчістю, є вчителі-фізики, що здатні захопити своїх вихованців цією формою наукової творчості. Сьогодні в турнірі беруть участь команди не тільки зі спеціалізованих (фізико-математичних) навчальних закладів, але й Малої академії наук, збірні областей, окремих шкіл.

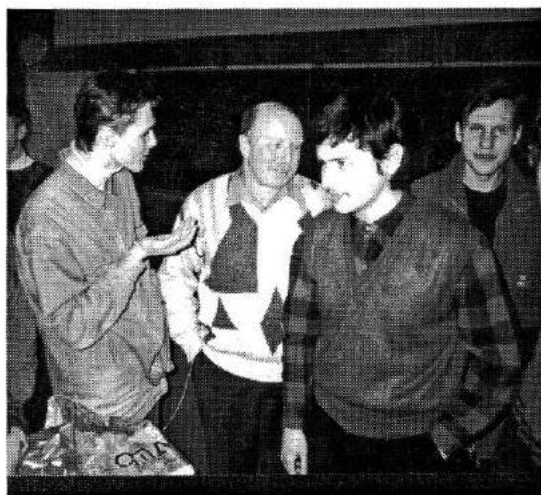
У фінальному етапі турніру взяло участь 20 команд з усіх регіонів України. Це свідчить про те, що зацікавленість цією формою роботи з обдарованими школярами зростає. Навіть колишні учасники турніру, тепер члени журі (студенти та аспіранти) висловлюють побажання проводити такі турніри серед студентства.

У ТЮФі беруть участь школярі, студенти, вчителі шкіл, ліцеїв, гімназій, викладачі вищих навчальних закладів, науковці, працівники Міністерства освіти і науки України та меценати.

Упродовж цих років відпрацьовані правила проведення турніру, організаційні заходи, склалися добрі традиції.

Турнір – це добра школа наукового мислення, де вчать виступати з науковими доповідями перед широкою аудиторією, опонувати виступи та вести наукові дискусії. Після завершення кожного етапу турніру члени журі детально аналізують разом зі школярами фізичний зміст, методи розв'язання окремих задач, форму та зміст виступів. Таке доброзичливе спілкування з ученими, вчителями, студентами дає школярам інтелектуальне піднесення та вселяє віру в свої здібності.

Ось деякий аналіз та міркування учасників турніру про такі змагання школярів:



Під час дискусії



Команда Рішельєвського фізико-математичного ліцею: Олександр Тягульський, Михайло Кавецький, Ганна Ткаченко, Анастасія Левдикова

Борис Кременський, завідувач відділу Науково-методичного центру середньої освіти і науки України:

„У лютому 2001 року Президент України Леонід Кучма підписав Указ про роботу з обдарованою молоддю на 2001–2005 рр., де передбачено багато аспектів роботи з молоддю, зокрема розширення системи олімпіад та конкурсів. На жаль, на цей рік ніякого додаткового фінансування не передбачено. Плануємо проводити й нового типу творчі змагання, зокрема інтернет-олімпіади. Турніри безумовно є перспективними, а турнір юних фізиків, як старійшина цього виду змагань, став престижним та масовим змаганням школярів України.

Дев'ятий ТЮФ зібрав рекордну кількість учасників (20 команд) і це заслуга Українського фізико-математичного ліцею*, що організував учасників саме в м. Києві. Викладачі київських університетів мають змогу взяти участь у роботі журі, чи просто поспілкуватись з обдарованими школярами з усіх регіонів України.

ТЮФ – це інтелектуальний клуб, спілкування інтелектуалів. На відміну від олімпіад, турнір має свою специфіку. Олімпіади – це так звані

спринтерські особисті змагання. Кожний школяр на олімпіаді змагається сам за себе. Турніри – це командні змагання, які розтягнуті в часі. Тут діти вчаться працювати в команді, прислухатися до своїх колег, чути опонентів, тут виховується комунікабельність, інтелігентність поведінки, вміння вести наукову дискусію. Школярі мають змогу довше готувати розв'язки задач, водночас вони мусять швидко орієнтуватись, вловлювати головне у виступах, наукових дискусіях, де потрібно швидко думати й давати змістовні відповіді.

У турнірі учасники спілкуються як із своїми ровесниками, так і з старшими, які мають великий досвід. Тут спілкуються відомі корифеї науки, що мають великий авторитет і молодь, яка тільки починає свою наукову дорогу. Коли приходять відомі вчені й спілкуються безпосередньо з дітьми, це – набагато більше, ніж просто подарунок.

Ті, хто потрапив до цього клубу не губляться, хто виїхав у ближнє чи далеке зарубіжжя не втрачає зв'язків з турніром. Варто подивитись на авторів задач. Авторами є й ті, хто колись починав з турніру. Ця творча співпраця та й просто дружба триває і, сподіваємось, триватиме довго.”

Ігор Анісімов, доктор фізико-математичних наук, доцент радіофізичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка:

„...Я „захворів” на турнір юних фізиків п'ять років тому. Тоді мене вразило те, що в наш час, коли старшокласників цікавлять лише приземні справи, можна з таким непідробним азартом обговорювати фізичні проблеми.”

*Український фізико-математичний ліцей при Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (директор Л. Лобода) цього року гостинно прийняв школярів з усієї України. Впродовж усього турніру відчувалося тепло та увага як до учасників турніру так і для гостей, були створені добрі умови для проведення експериментів тощо. Детальніше про ліцей, його обдарованих вихованців та колектив читайте в наступних числах нашого журналу.

Ірина Рубцова, кандидат фізико-математичних наук, викладач Українського фізико-математичного ліцею, м. Київ:

„ТЮФ – це інтелектуальна гра старшокласників, які захоплюються фізикою. Саме з такої молоді формується наукова еліта нації, яка становить гордість країни. ТЮФ демонструє те, як можна аналізувати явища природи, й що можна розраховувати та передбачати, користуючись знаннями шкільного курсу фізики, а також за допомогою науково-популярної літератури, яку юнацтво може засвоїти на базі цього курсу. На турнірах з'ясовувались відповіді не лише на запитання: „Чому небо блакитне?“ чи „Чому взимку рипить сніг, а ріки на рівнині звивисті?“. Учасників турніру цікавило й таке: „Озонні дірки – циклічна закономірність чи екологічна катастрофа?“, „У чому причина глобальної зміни клімату на Землі?“, „На які процеси може вплинути парад зірок, що відбувався у травні 2000 року?“, „Які революційні зміни відбулися й які можна очікувати в засобах теле- і радіозв'язку? Як це впливає на людину?“ тощо”.

Андрій Фомін, учень Українського фізико-математичного ліцею, м. Київ:

„...Я люблю фізику, бо дізнаюся багато нового і маю успіхи в ній. Я бачу багато проблем людства, які має розв'язати фізика. Як наука, вона себе не вичерпала. Свою долю я хочу пов'язати з біофізикою, хоча людина має працювати там, де вона має найкращі умови для вдосконалення...”

Ганна Ткаченко, учениця Рішельєвського ліцею, м. Одеса:

„...Мені це подобається, я маю змогу багато часу проводити з розумними людьми, викладачами нашого ліцею чи викладачами Одеського національного університету, які є нашими керівниками. Але не тільки керівники нам допомагають, а й випускники нашого ліцею, які зараз навчаються в Одеському національному університеті. Турнір – це колективна командна творчість. Турнір нас вчить доводити свою думку в інтелегентній розмові, вчить правил інтелектуальної наукової дискусії.

У нашому Рішельєвському ліцеї створені добрі умови, щоб учні могли займатися олімпіадами, турнірами, для нас учителі роблять все можливе. Це приємно, що нами хтось цікавиться. Сьогодні рідко трапляється, коли дорослі цікавляться дить-

ми, ставляться до них доброзичливо. Я дуже дякую нашому керівникові – Павлові Андрійовичу Віктору. Я навіть подумала, з ким він більше часу проводить – зі своїми дітьми, чи з нашою командою. Особливо перед підготовкою до турніру.”

Олександр Тягульський, учень Рішельєвського ліцею, м. Одеса:

„Турніром я почав займатись тому, що мені просто було цікаво дізнатись, що ж це таке. Але коли я ознайомився ближче, то перейнявся цим духом. Мені це допомагає розібратися в багатьох щоденних речах, я навчився спілкуватись з людьми, зрозумів краще, як треба поводитися. Я дуже шкодую, що це для мене останній рік, коли я беру участь у турнірі. За цим я шкодую.”

Михайло Кавецький, учень Рішельєвського ліцею, м. Одеса:

„У мене був чудовий вчитель фізики і тому я зацікавився цим предметом. Я старався все більше й більше розширювати свій кругозір з цього предмета. Потім почав займатися турніром, завдяки якому я багато дізнався, почав розвиватись усебічно, ми навчилися проводити експерименти.”

Сергій Ніколаєнко, учень Харківського фізико-математичного ліцею № 27:

„Спочатку хочу сказати про нашу команду. Ми довго готувались до турніру. Добра підготовка дала нам добрі результати. Я був впевнений, що ми вийдемо в фінал.

Задачі цього турніру були цікавими, однак деякі були поставлені не коректно. Спостеріга-



Команда Харківського фізико-математичного ліцею № 27: Сергій Ніколаєнко, Антон Ткачук, Сергій Снегіренко, Олексій Сарій, Євген Носик



Команда дівчат „Амазонки” Українського фізико-математичного ліцею (м. Київ)

ється тенденція (мої спостереження за декількома турнірами), що кількість цікавих задач усе зменшується. Хоча на кожному з них трапляються дуже цікаві задачі.

Роботою журі ми задоволені. Однак те, що до роботи журі були залучені студенти, призвело до великих розбіжностей в оцінюванні доповідей. Слід, на мою думку, виробити чіткіші критерії оцінювання.

Мені цікаво розв'язувати задачі, робити доповіді. Турнір є не просто спортивним змаганням, тут ми займаємось вивченням фізики.”

Організувати такі творчі змагання школярів повинна держава. Важливо щоб діти мали кошти для проїзду, харчування, проживання, культурної програми. Аналіз підсумків попередніх років показав, що більшість учасників ТЮФу пов'язали свою долю з фізикою, навчаються у провідних університетах світу.

Для залучення до цього виду творчого змагання серед школярів України організаторам потрібно подумати, як донести інформацію про умови проведення до кожної школи, адже ще багато талановитих школярів не охоплені цією формою роботи з різних причин через відсутність інформації, фінансової підтримки, ентузіастів-учителів, що здатні згуртувати школярів до цієї діяльності.

Незважаючи на добрі традиції проведення, організацію, охоплення школярів з усіх регіонів України, позитивних результатів, і досі турнір існує завдяки ентузіастам. Зазначимо, що важливість таких турнірів розуміє Міністерство освіти та науки України, але не завжди таке розуміння є на місцях. Турнір привернув до себе увагу благо-

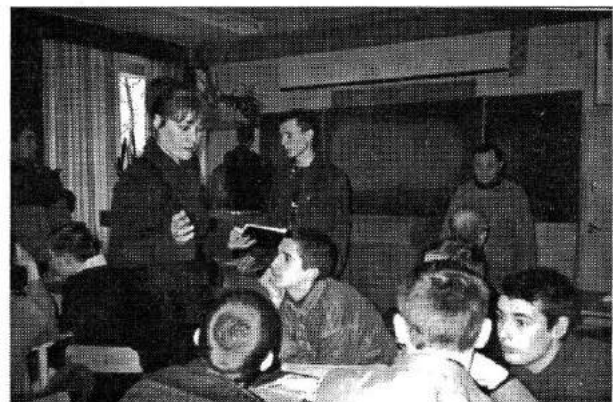
дійників. Приємно, що серед них є колишні випускники фізичних факультетів. Зокрема підтримало цей турнір ВАТ „Укртелеком” (директор С. Довгий). Це не тільки подарунки переможцям турніру, а й безкоштовне під'єднання до Інтернету УФМЛ, стипендія переможцеві в особистому заліку, якщо він навчатиметься в українському університеті, запрошення великої кількості випускників на роботу в систему Укртелекому.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка подарував командам комплекти журналу „Пульсар” та запросив на навчання випускників шкіл.

„Євросвіт” подарував студентам-членам журі наукові книги, школярам – навчальну літературу, а командам-переможцям річну передплату журналу „Світ фізики”.

Та найбільшим подарунком для школярів, як сказав Борис Кременський, було спілкування з ученими. На фінальний турнір прийшли двічі лавреат Державної премії В. Данило, декан фізичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка Л. Булавін, академік Національної академії наук В. Бар'яхтар, директор Укртелекому С. Довгий, директор підприємства „Юг” та інші, які розповіли про сучасний стан фізики, перспективи її розвитку, практичне використання.

Прикро, але ще недостатню увагу таким турнірам приділяє українська преса, радіо та телебачення. Напевно, було б цікаво школярам всієї України побачити, як відточувалась наукова дум-



Школярі Львівського фізико-математичного ліцею з керівником команди Дарією Бідою обговорюють результати виступу



ка, як інтелегентно вели наукову дискусію їхні ровесники, як спілкувалися українською та російською мовами, підшукуючи терміни і, зрештою, наполягали на своєму вже після оголошення результатів, побачити хвилювання і сльози учасників. Думаю, це було б не менш захопливим видовищем для широкого кола глядачів, ніж розважальні програми. А важливість таких передач незаперечна.

І ще одне. Школярі користуються великою кількістю літератури (довідниками, словниками, підручниками), а це свідчить, що зацікавленість дітей у читанні не зникла, але ж бракує книжок, особливо українською мовою, нерозв'язана проблема з науковою термінологією.

Переможцями стали команди Харківського фізико-математичного ліцею № 27 (диплом I-го ступеня), Рішельєвського ліцею м. Одеси та Українського фізико-математичного ліцею (команда „Сузір'я” – Іван Садовський, Дмитро Терешонок, Андрій Фомін, Андрій Лазарев, Іван Левківський) – диплом II-го ступеня. Я думаю, що переможцями є всі учасники турніру, які мали щастя насолоджуватись впродовж тижня інтек-

туальним спілкуванням, знайомитись із українськими вченими, з університетами, прекрасним Києвом.

Редакція журналу щиро вітає усіх учасників турніру. Успіхів і добра Вам!

Турнір закінчився. Він визначив нові орієнтири, поставив нові запитання, спрямовані в майбутнє.

XV Міжнародний турнір юних фізиків (2002) проходить на Україні. Ця честь для нашої країни випала за результати виступів наших команд на попередніх міжнародних турнірах (Протвин (Росія), Гронінген (Голландія), Цхалтубо (Грузія), Хеб (Чехія), Відень (Австрія)).

Редакція журналу планує до цього турніру видрукувати журнал „Світ фізики” і англійською мовою, щоб ознайомити учасників з інших країн із розвитком та досягненнями української фізичної науки, її ученими, подати інформацію про вищі та середні навчальні заклади України, олімпіади та турніри.

Просимо Вас надсилати нам матеріали до цього числа журналу на адресу редакції.

Галина Шопя

У фіналі IX Всеукраїнського турніру юних фізиків було запропоновано командам такі задачі:

1. „Вітерець”

Якщо в тунелі метра рухається потяг, то на пероні відчувається вітерець. На якій відстані від спостерігача на пероні знаходиться у цей час потяг?

2. „Земна електрика”

Відомо, що потенціал в атмосфері Землі змінюється з висотою. Запропонуйте, як використати цю електрику. Чим визначатиметься максимальна ефективність запропонованої Вами „електростанції”?

3. „Гіробус”

Існують проекти (і навіть реальні конструкції) гіробусів, в яких використовується кінетична енергія масивного маховика, який швидко обертається. Оцініть максимальну дальність ходу гіробуса по рівному горизонтальному шосе.

4. „Димар”

Для перевірки тяги димаря до вентиляційної решітки прикладають аркуш паперу. За яких умов аркуш прилипає до решітки?

5. „Іскра”

Чи можете Ви без приладів оцінити максимальну потужність струму в іскрі від електрофорної машини? Якщо можете, то за якими параметрами?

ВСЕУКРАЇНСЬКИЙ ТУРНІР ЮНИХ ВІНАХІДНИКІВ І РАЦІОНАЛІЗАТОРІВ

Андрій Давиденко,

*канд. пед. наук, докторант Національного
педуніверситету ім. М. П. Драгоманова*

Валерій Колебошин,

*канд. фіз.-мат. наук, доцент
Одеського університету ім. С. Мечнікова*

Борис Кременський,

*канд. пед. наук, завідувач відділу
Науково-методичного центру
Міністерства освіти та науки України*

Сучасна школа дає дітям змогу випробувати себе в різних видах діяльності та продемонструвати свої досягнення на різних інтелектуальних змаганнях. Поширеними стали традиційні предметні олімпіади, на яких учні показують свої знання, а також уміння й навички застосовувати їх для розв'язування досить складних фізичних задач. Варто звернути увагу на те, що участь в олімпіаді вимагає від учня особливих психолого-фізіологічних властивостей, які дали б йому змогу виконати потрібні завдання впродовж відведеного на це часу (наприклад, п'ять задач за чотири години). Звичайно, що робота за таких екстремальних („спринтерських”) умов не усім учням під силу.

Але чи в таких умовах працюють вчені, інженери, лікарі (за винятком, звичайно, екстремальних ситуацій) та інші кваліфіковані фахівці? Чи можна загалом у таких спринтерських умовах створювати щось нове? На відміну від учасників олімпіад усі фахівці можуть користуватись доступними для них джерелами інформації, їхня діяльність не так жорстко регламентована в часі тощо.

Діяльність учасників турніру багато в чому відповідає реаліям життя. Водночас варто звернути увагу на те, що турнір є не альтернативним масовим позаурочним заходом щодо олімпіади. Під час його проведення ми пропонуємо для деякої категорії учнів таку діяльність, під час якої вони б змогли

успішно розвивати та реалізовувати свої дослідницькі, винахідницькі та інші здібності.

У Білорусі, Росії та Україні вже давно проводяться турніри юних хіміків і фізиків. В останні 3–4 роки заявили про себе Всеукраїнські турніри юних математиків (м. Суми), а також винахідників і раціоналізаторів (м. Чернігів), про який ми розповімо детальніше. Однак відразу, хоча б коротко, хочеться акцентувати увагу на основних особливостях турніру.

– Перший (відбірковий) етап турніру проводиться впродовж тривалого часу (декілька місяців).

– Учням для розв'язання дається більша, порівняно з олімпіадою, кількість (12–18) задач.

– Розв'язуючи задачі першого етапу, учні можуть користатися будь-якою літературою, консультуватися з фахівцями.

– Для виступів у фінальному (підсумковому) етапі учасники турніру можуть використовувати свої домашні напрацювання (пристрої, плакати, світлини, комп'ютерні програми тощо).

– Обговорення розв'язань усіх задач відбувається відкрито (в аудиторії, де йде робота, присутні не тільки члени 3–4-х команди та члени журі, але й усі зацікавлені; можна здійснювати відеозапис).

– Робота фінального етапу турніру проводиться у вигляді рольової гри, під час якої школярі вчаться доповідати про свої розв'язки і культурно

опонувати інші варіанти розв'язань тієї ж задачі, вести наукову дискусію, зважати на думки однолітків і фахівців.

Перший Всеукраїнський турнір юних винахідників і раціоналізаторів (ТЮВіР) був проведений у грудні 1998 року. У грудні 2001 року школярі України брали участь уже в Третньому Всеукраїнському ТЮВіР.

Мета цього турніру – формувати в школярів зацікавленість до прикладної фізики, виявити тих, які схильні до винахідницької діяльності, тобто до пошуків технічних розв'язань на основі знань із фізики, створювати умови для розвитку та реалізації їхніх творчих здібностей.

Коротко про винаходи. „Винахід – це нове, що має суттєві відмінності, технічне розв'язання задачі в будь-якій галузі народного господарства, соціально-культурного будівництва або оборони країни, яке дає позитивний ефект” [6, с. 45].

„Винахід – це технологічне (технічне) розв'язання, що відповідає умовам патентоспроможності (новизні, винахідницькому рівню й промислової придатності)” [5].

Отже, **винахід – це результат творчої діяльності людини**, адже він завжди є **новим** продуктом. Звідси ж виходить і те, що винахідницькі задачі, тобто задачі, в результаті розв'язання яких одержується новий продукт або спосіб досягнення корисного ефекту, можна віднести до категорії творчих.

Об'єктом винаходу, згідно з чинним законодавством нашої держави, може бути:

- продукт (пристрій, речовина, штам мікроорганізму, культура клітин рослин і тварин);
- спосіб;
- застосування раніше відомого продукту чи способу за новим призначенням [5].

Слід зазначити, що **базовою дисципліною цього турніру є фізика**. У зв'язку з цим розв'язання задач турніру повинне здійснюватися за законами цієї науки, і воно може бути лише на **продукт (пристрій), спосіб, або застосування раніше відомого продукту (пристрою) або способу за новим призначенням**.

Звернімо увагу відмінність між винаходом і конструкторською розробкою.

1. Кінцевим продуктом праці винахідника завжди виступає об'єктивно нове, не відоме у світовій практиці технічне розв'язання. Процес же

конструювання ґрунтується на відомих принципах і розв'язаннях.

2. Винахідник найчастіше сам знаходить і ставить перед собою задачу. Конструктор отримує її готовою, у вигляді технічного завдання (інша річ, що часто задача ставиться неграмотно, і її потрібно переосмислити й заново сформулювати).

3. Визначеність та конкретність процесу конструкторської розробки порівняно з процесом створення винаходу.

4. Структура процесу конструкторської розробки „стандартизована”, чого не можна стверджувати, коли мова йде про винаходи.

5. Кінцевим продуктом конструкторської розробки завжди виступає проект, тобто комплект креслень та іншої технічної документації, достатньої для виготовлення виробу; кінцевим же продуктом процесу створення винаходу може бути лише схема, ескіз тощо, тобто в деякому смислі ідея, що розкриває розв'язання технічної задачі, причому це розв'язання повинне бути новим у світовій техніці” [1, с. 21–22].

Організатори турніру готують цікаві винахідницькі задачі, які на початку навчального року отримують учителі та учні України. Це задачі першого етапу турніру, що проводиться на місцях. Ті учні, що розв'язали не менше половини оголошених задач, отримують запрошення до участі у фінальному (другому) етапі турніру.

У фіналі можуть брати участь команди (3–5 осіб) з будь-якої області, району, міста, школи тощо. Змагання команд відбуваються за круговою системою, до того ж кожна команда має змогу виступати в кожному наступному з трьох боїв у різних ролях: **Винахідника, Патентознавця та Технолога**.

Винахідник – доповідає про зміст винаходу (розв'язання задачі), який зробив сам (команда, яку він представляє) винаходу, звертаючи увагу на його переваги над прототипом (найближчим аналогом).

Патентознавець має обґрунтовано прийняти або відхилити пропонування винахід, вказавши як на його позитивні, так і негативні аспекти.

Технолог, врахувавши думки **Винахідника** та **Патентознавця**, має показати можливість або ж, навпаки, неможливість впровадження винаходу в виробництво („втілення в метал”).



Наш досвід підтвердив адекватність таких ролей в цьому турнірі. Вони розкривають зміст діяльності учасників турніру і дають змогу правильно оцінити їхні результати.

Спочатку в фінальному етапі турніру (чвертьфінальні та півфінальні бої) „граються” ті задачі, які розв’язували учні на місцях, тобто ті, що були доведені до них на початку навчального року. Команди, що перемогли в півфінальних боях, для участі в фінальному бою отримують нові задачі. Фінальний бій визначає команду-абсолютного переможця та дає змогу визначити переможців особистої першості.

Нижче подаємо задачі фінальних боїв Другого Всеукраїнського ТЮВІР.

1. **„Датчик швидкості обертання”**
Відомий відцентровий датчик кутової швидкості, який містить в собі двоплечні важелі та тягарці. Але такий датчик дуже громіздкий: при великій кутовій швидкості він „розкидає” свої тягарці на значну відстань від осі обертання. Як можна, не збільшуючи масу тягарців та розміри важелів, досягти більшої чутливості датчика?
2. **„Пробка в трубі”**
Для тимчасового перекривання трубопроводу шляхом утворення пробки закачують полімерну суміш, яка швидко закупорює трубу. Недоліком цього способу є те, що суміш до повного затвердіння розтікається всередині труби. Пробка одержується досить довгою, що ускладнює її вилучення після ремонту трубопроводу. А чи не можна одержувати коротку пробку? Запропонуйте, як це можна зробити.
3. **„Рідкий кисень”**
По трубопроводу перекачують рідину – рідкий кисень. Незважаючи на добру теплоізоляцію, частина кисню переходить у газоподібний стан. Утворюються маленькі пухирці, які більш-менш рівномірно розподіляються у всьому потоці. Але технологічний процес вимагає, щоб кисень надходив у резервуар лише у вигляді рідини, тобто без пухирців. Потрібно знайти спосіб відокремлення рідкого кисню від пухирців.
4. **„Неслухняна тканина”.**
Під час запуску роботизованої лінії на швейній фабриці виникли ускладнення з розкроюванням та обробкою деталей одягу. Ці деталі не мають жорсткої форми, тому вони заминались захоплювачами роботів і вироби (одяг) у деяких місцях мали непередбачені „гармошки”. Спробували ввести контролюючі системи з фотодатчиками та телекамерами. Це також виявилось не ефективним. Але лінію згодом все ж запустили. А щоб Ви порадили зробити технологам?
5. **„Алмазний порошок”**
Для підвищення якості абразивних кругів, які виготовляють з алмазного порошку, потрібні частинки цього порошку одного розміру. Сировина ж – алмазний порошок містить в собі частинки різних розмірів. Як можна розділити порошок на фракції? Використовувати сита не можна: порошок їх швидко протирає. Запропонуйте придатний для цього пристрій або спосіб.
6. **„Скринька”**
Деякий механізм автомобіля збирають на конвеєрній лінії. Кожний робітник швидко встановлює якусь деталь механізму. Його рухи доведені до автоматизму. Заважає лише те, що напочатку дуже велика (висота майже один метр) скринька з деталями повна – деталі знаходяться зверху, а згодом доводиться брати їх із самого дна. Чи можна зробити так, щоб кожна наступна деталь, яку братиме робітник зі скриньки, знаходилась у ній завжди на одній і тій же висоті?
7. **„Коефіцієнт тертя”**
Відомі прилади для безпосереднього вимірювання коефіцієнта тертя з використанням похилої площини ($\mu = \operatorname{tg} \alpha$) [3]. Запропонуйте прилад аналогічного призначення без використання похилої площини.
Винахід (чим і є розв’язання винахідницької задачі) – це завжди **нове** технічне розв’язання якоїсь проблеми. Кожне конкретне розв’язання однієї й тієї ж задачі зумовлюється як об’єктивними, так і суб’єктивними чинниками. До об’єктивних чинників відносять рівень розвитку науки

та техніки. Суб'єктивні ж чинники визначаються рівнем розвитку суб'єктів розв'язань – їхніми творчими здібностями, освітою, спеціальною підготовкою тощо.

Іноді здається, що нам вже вдалось знайти ідеальне розв'язання конкретної задачі, але проходить деякий час і з'являється нове розв'язання, яке набагато ліпше від попереднього, змушуючи нас дивуватись: як же ми не змогли „побачити” його раніше: це ж так просто!

Пропонуємо можливі варіанти розв'язань задач фінальних боїв Другого Всеукраїнського турніру юних винахідників і раціоналізаторів. Порівняйте їх із своїм „баченням” проблем та з власними розв'язаннями запропонованих задач. Зверніть увагу ще й на те, що розв'язання конкретної задачі може привести до формулювання нової.

1. Тягарці датчика кутової швидкості слід виконати у вигляді крила, що приведе до виникнення під час їх обертання підйомної сили, завдяки цьому й збільшиться його чутливість (без збільшення маси тягарців) (а. с. № 358689).

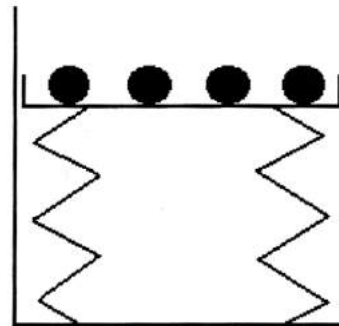
2. До полімерної суміші потрібно додати феромагнетних частинок (наприклад, сталевих ошурок). Тоді під дією зовнішнього магнетного поля таку суміш можна легко зібрати в одному місці, створивши так пробку (а. с. № 708808).

3. Потік рідини у трубопроводі потрібно привести в обертання. Внаслідок цього рідина відцентровими силами притискатиметься до стінок труби, а пухирці збиратимуться біля її осі.

4. Дещо зволожену тканину слід заморозити, внаслідок чого вона стане цупкішою, тобто набуде якостей, які відповідатимуть вимогам передбаченої технології.

5. Насипані на поверхню рідини, наприклад, води, алмазні крупинки утримуватимуться силами поверхневого натягу. Ввімкнувши вібратор, ми можемо примусити деякі фракції цих частинок здійснювати коливання. Зрозуміло, що це відбуватиметься за умови однакової частоти дії вимушувальної сили з боку вібратора та власної частоти коливань крупинок алмазу. За деякої амплітуди коливань такі крупинки „проб'ють” плівку рідини і потонуть. Змінивши частоту коливань вібратора, так само відберемо крупинки інших розмірів і т. д.

6. Очевидно, що робітникам було б зручно працювати тоді, коли б дно ящика піднімалось догори зі зменшенням у ньому кількості деталей. А технічно цього досягнути досить легко: дно ящика слід підпружинити, тобто встановити на пружини (див. рис.). При заповненому ящику величина деформації пружин буде максимальною, адже на деталі буде діяти найбільша сила тяжіння. Зменшення кількості деталей, а отже і їхньої загальної маси, призведе до зменшення сили тяжіння, яка діє на них. Внаслідок цього пружини будуть піднімати дно із залишком деталей.



7. Розв'яжемо відоме рівняння

$$F_T = \mu N$$

відносно коефіцієнта тертя

$$\mu = F_T / N .$$

З нього видно, яку частину сила тертя F_T становить від сили нормального тиску N . Якщо якесь тіло протягуватимемо рівномірно по горизонтальній площині, то величина сили нормального тиску дорівнюватиме величині сили тяжіння, яка діє на це тіло:

$$N = mg .$$

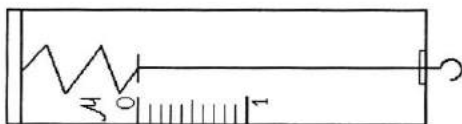
Тоді

$$\mu = F_T / mg .$$

Це дає нам змогу започаткувати ідею створення нового приладу для вимірювання коефіцієнта тертя на основі пружного елемента, наприклад, пружини динамометра.

Закриємо шкалу динамометра паперовою стрічкою. Біля стрілки (вільного кінця пружини) поставмо мітку (рискку). Це буде нульова поділка майбутнього приладу. Потім підвісьмо на гачку пружини тіло (наприклад, дерев'яний брусок із

вуском) і знову поставмо вже біля зміщеного кінця пружини мітку – це буде одиниця шкали. Розбивши відрізок між зробленими мітками на десять рівних частин, ми отримаємо шкалу приладу для вимірювання коефіцієнта тертя цього тіла по поверхнях інших тіл (див. рис.).



Сам процес вимірювання зводиться до рівномірного протягування тіла гачком пружини по досліджуваній поверхні з одночасним зніманням показів із його шкали.

Очевидно, що використання цього приладу має дещо обмежений характер: ми завжди мусимо користуватись лише тими тілами, під які проградунована шкала (тіла мусять мати одну й ту ж масу). Але є реальні можливості для розширення можливостей приладу, тобто постає нова задача: як зробити прилад універсальнішим? Ідеї щодо удосконалення цього приладу автор описав у посібнику (2, с. 32–33).

Під час проведення турнірів юних винахідників і раціоналізаторів можуть додатково проводити різні конкурси, які дають змогу виконати жеребкування чи розвести команди за умови їхніх рівних рейтингів тощо. Наприклад, під час проведення обох турнірів проводились фізико-технічні конкурси, під час яких команди повинні були досить швидко розв'язати низку задач. Наведімо декілька з них.

1. Аквалангіст під водою втратив орієнтацію. Як він може визначити, де верх, а де низ?

(За напрямком руху пухирців повітря, яке видихає сам водолаз).

2. Чому вода в ополонці не піднімається до верхнього краю льоду?

(Густина води більше густини льоду).

3. Під час навчання водолази повинні збити дерев'яний ящик. У чому складність цього завдання.

(Різна густина сталі та деревини створює незручність – цвяхи тонуть, а дошки спливають).

4. Які явища або ефекти можна використувати для досягнення значних зусиль?

(Зміна агрегатних станів речовини, теплове розширення тіл, вибух, використати клин тощо).

Отже, турніри не є одноразовим заходом. Це є своєрідний рух. Рух, під час якого він розвивається він і сприяє розвитку науково-технічної еліти.

Трирічний досвід організації та проведення Всеукраїнських турнірів юних винахідників і раціоналізаторів дав змогу зробити деякі висновки, які стосуються не лише цього позаурочного заходу, а й процесу навчання фізики загалом.

Наприклад, під час проведення цих змагань школярів нам вдалося побачити деякі хиби нашої фізичної й політехнічної освіти. Відчувається, що в школі майже не розглядаються прикладні аспекти фізики. І це справді так. У ліпшому випадку зі сторінок підручника школярі дізнаються лише про вже давно розроблені на основі фізики пристрої або технології. Самі ж вони впродовж усього терміну вивчення фізики не отримують жодного завдання на застосування знань із цієї науки для розроблення оригінального пристрою або способу досягнення позитивного ефекту, тобто завдання, подібного до завдань турніру юних винахідників і раціоналізаторів. Ця проблема, з нашого погляду, міститься в тому замкненому колі, одна частина дуги якого знаходиться у школі, а інша – в педагогічному університеті, адже такі завдання не отримують і майбутні вчителі фізики. Репродуктивні методи навчання у вищому навчальному закладі дуже легко переходять з його випускником до школи з усіма, звичайно, наслідками. Дає також про себе знати і відсутність у школі такого предмету як креслення.

Розвиток ВТЮВІР бачимо в тому, що його учасники, до представлення власного розв'язання, все-таки шукатимуть розв'язків задач (патентний пошук). Інформація про зроблені винаходи надходить до патентних бібліотек обласних центрів наукової та економічної інформації (ЦНТЕІ).

Очевидно, що такий підхід створить значні труднощі у розробленні завдань турніру (фахівцям, що розроблятимуть завдання, буде потрібно також здійснювати патентний пошук), але це не даватиме змоги окремим учасникам турніру „користати” з результатів праці інших людей, тобто уникати плагіату.

Вершиною науково-технічної творчості (а саме до неї і належить винахідництво) можна вважати такий її рівень, коли школярі самі бачитимуть проблеми, які є у техніці та технологіях, і пропонуватимуть шляхи їхнього подолання, тобто вмітимуть ставити та розв'язувати винахідницькі задачі. Ці проблеми можна завжди виявити в технічному забезпеченні навчального процесу (наприклад, нові прилади), побуті тощо. До програми Другого Всеукраїнського ТЮВіР було включено такий конкурс (конкурс поставлених проблем із можливими варіантами їхніх розв'язань), але його не підтримали організатори та члени журі. Однак ми сподіваємось, що такий конкурс згодом обов'язково увійде до ВТЮВіР.

Л і т е р а т у р а

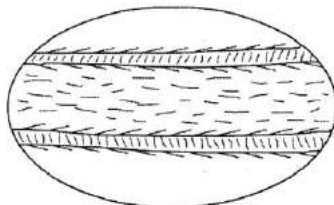
1. Давиден А. А. Изобретательские задачи в школьном курсе физики: Пособие для учителей. – Чернигов: „Деснянська правда”, 1996. – 96 с.
2. Давидьон А. А. Винахідницькі задачі як засіб розвитку творчих здібностей учнів // Фізика та астрономія в школі. – 1998. – № 2. – С. 35-38.
3. Маркович Л. Г., Слободянюк А. И. Турниры юных физиков. – Мн.: ОИПКПРРО, 1999. – 56 с.
4. Турниры – не просто игра. Турниры – это серьезно // Сост. Колебошин В. Я., Виктор П. А. – Одесса: УПЦ Интеллект, 1997. – 44 с.

МОТУЗКОВА КРАПЕЛЬНИЦЯ

Якщо швацьку нитку частково занурити в посудину з водою, а залишок опустити так, щоб він не торкався до зовнішніх стінок посудини, то за деяких умов на кінці нитки можна спостерігати краплинки води. У чому полягають ці „деякі умови”? Чим обмежується час появи першої краплинки? Як впливає кут нахилу нитки на це явище?

Із задач ІХ Всеукраїнського турніру юних фізиків

Якщо подивитись на швацьку нитку через мікроскоп, то побачимо, що вона складається з переплечених волокон. Вода піднімається по поверхні волокон завдяки силі поверхневого натягу.



Отже, виходить, що вода піднімається по капілярах, стінками яких є волокна нитки. Ці капіляри мають змінний радіус. Тому надалі використовуватимемо ефективний радіус капіляра, який виз-

начимо експериментально, знайшовши висоту підняття води по нитці за формулою:

$$r = \frac{2\sigma}{\rho gh}$$

де h – максимальна висота, на яку піднімається вода по нитці, яка частково занурена у воду.

На кінці нитки спостерігатиметься краплина води за умов:

1. Вода підніметься на висоту h_1 . Тобто тиск стовпа рідини висотою h_1 буде меншим за лапласівський тиск:

$$\rho gh_1 < \frac{2\sigma}{r}$$

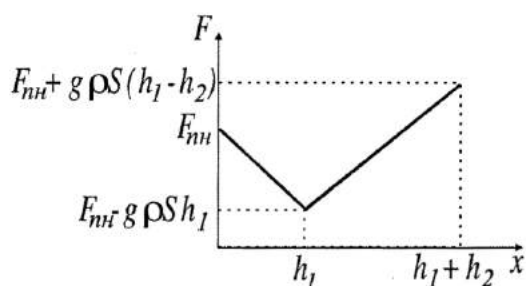
$$h_1 < \frac{2\sigma}{\rho gr}$$

2. На другому кінці нитки має утворитися краплина, а не меніск, тому тиск стовпа рідини на другому кінці нитки має бути більшим від лапласівського тиску:

$$\rho g(h_2 - h_1) > \frac{2\sigma}{r}$$

Оскільки сума або різниця сил поверхневого натягу й сили тиску стовпа рідини в кожний момент часу зрівноважується з силою в'язкого тертя, то запишімо цю умову, нехтуючи випаровуванням води з мокрої ділянки нитки. Це буде справедливо, якщо експеримент проводити у кімнаті з високою вологістю повітря.

Побудуємо графік залежності сили в'язкого тертя від координати на нитці та знайдемо середню силу в'язкого тертя:



$$F_c(h_1 + h_2) = \frac{2\pi\sigma r + (2\pi\sigma r - \rho g h_1 S)}{2} h_1 + \frac{(2\pi\sigma r - \rho g h_1 S) + (2\pi\sigma r + \rho g S(h_2 - h_1))}{2} h_2, \quad (1)$$

$$F_c = 2\pi\sigma r + \frac{\rho g S}{2} (h_2^2 - 2h_1 h_2 - h_1^2).$$

Запишімо рівняння Пуазейля:

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta P \pi r^4}{8\eta l},$$

оскільки нитка має n капілярів, то:

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{n \Delta P \pi r^4}{8\eta l},$$

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{n(\Delta P \pi r^2) r^2}{8\eta l} = \frac{n F_s r^2}{8\eta l},$$

звідси сила в'язкості:

$$F_s = \frac{8 \Delta V \cdot \eta l}{n \cdot \Delta t \cdot r^2},$$

де η – ефективна в'язкість.

Оскільки нитка змочується водою поступово і довжина капілярів змінюється від нуля до $h_1 + h_2$:

$$F_s = \frac{8 \Delta V \cdot \eta l / 2}{n \cdot \Delta t \cdot r^2} = \frac{4 \Delta m \cdot \eta (h_1 + h_2)}{\rho \cdot n \cdot \Delta t \cdot r^2}. \quad (2)$$

Кількість волокон у нитці велика, такою ж є і кількість капілярів. Тому справедливою буде рівність:

$$S_n = n\pi r^2 + n\pi r_1^2 = n\pi R^2,$$

де r_1 – радіус волокна, R – радіус нитки, які визначимо експериментально. Звідси: $n = \frac{R^2}{r^2 + r_1^2}$

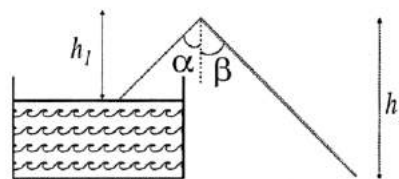
Прирівняймо формули (1) і (2) та знайдемо час, за який з'явиться на кінці нитки вода:

$$\frac{4 \Delta m \cdot \eta (h_1 + h_2)}{\rho \cdot n \cdot \Delta t \cdot r^2} = 2\pi\sigma r + \frac{\rho g S}{2} \cdot \frac{h_2^2 - 2h_1 h_2 - h_1^2}{h_1 + h_2},$$

звідси:

$$\Delta t = \frac{4 \Delta m \cdot \eta (h_1 + h_2)}{\rho n r^2 (2\pi\sigma r + \frac{\rho g S}{2} \cdot \frac{h_2^2 - 2h_1 h_2 - h_1^2}{h_1 + h_2})}.$$

Кут нахилу нитки змінює тільки довжину нитки (див. рис.):



У цьому випадку час появи першої краплі такий:

$$\Delta t = \frac{4 \Delta m \cdot \eta \left(\frac{h_1}{\cos \alpha} + \frac{h_2}{\cos \beta} \right)}{\rho n r^2 (2\pi\sigma r + \frac{\rho g S}{2} \cdot \frac{h_2^2 - 2h_1 h_2 - h_1^2}{h_1 + h_2})}.$$

Для того, щоб скористатись отриманою формулою, потрібно ще встановити значення ефективної в'язкості.

Для наступних значень:

$$\Delta m = 0,3 \text{ г}, \quad h_1 = 2 \text{ см}, \quad h_2 = 8 \text{ см},$$

$$\alpha = \beta = 60^\circ, \quad \eta = 100 \eta_{\text{води}}$$

час появи першої краплини води такий:

$$\Delta t \approx 100 \text{ с}.$$

Тимур Мамедов,
учень 10-го класу
Львівського фізико-математичного ліцею



ЗАМОК ІЗ ПІСКУ

Якої висоти замок можна побудувати з мокрого піску? (Замок – будівля з вертикальними стінами)

Із задач ІХ Всеукраїнського турніру юних фізиків

Коли ми ознайомились із завданнями ІХ Всеукраїнського турніру юних фізиків (ТЮФ), нас відразу зацікавила задача про замок із піску, і ми вирішили спочатку здійснити експеримент на піщаному пляжі. Побудувавши піщаний замок багато разів, ми переконались, що руйнування замку відбувається не через розповзання піску біля його основи, а через раптову появу в ньому тріщин, тоді коли висота вертикальних стінок стає більшою, ніж півметра. Відношення піску і води ми брали таке, яке беруть діти, коли „будують” папочки.

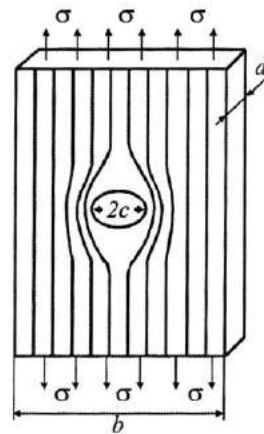
Як показав відеозапис, вертикальні тріщини в зоні сколу утворюються „миттєво”, що зумовлює ковзання клиноподібної ділянки піску. Знайдені в ділянці сколу частинки раковин та маленькі камінчики наштовхнули нас на думку, що і в наших дослідах є механізм руйнування, подібний до тріщинного механізму руйнування твердих тіл.

Особливість крихкого руйнування полягає в тому, що воно „підкрадається” непомітно, не попереджаючи про своє наближення до самого критичного моменту. Процес руйнування розвивається з величезною швидкістю і зупинити його не можна. Саме такі процеси руйнування піщаного замку ми спостерігали в наших експериментах.

Тому, вважаючи пісок квазітвердим тілом, спробуємо поширити на нього ідеї, які вперше запропонував Гріффітс, розглядаючи механізм виникнення тріщин у твердому тілі.

Розгляньмо процес руйнування замку, вважаючи пісок квазітвердим тілом. Якби пісок був однорідний, без „дефектів”, то з нього можна було б побудувати досить високий замок. Але в піску трапляються камінці, які через свої розміри не можуть взаємодіяти з піщинками силами поверхневого натягу води, і їх ми вважатимемо „дефектами” в нашому квазітвердому тілі, поблизу яких концентрується механічна напружка і зароджують-

ся тріщини. Картина розподілу силових ліній в деформованому зразкові (рис.1) показує, що не тільки сам отвір не несе навантаження, але й не беруть участі в роботі матеріалу ділянки, що розташовані вище та нижче від отвору. Іншими словами, якщо в деформованому тілі появляється неоднорідність, в ньому відбувається перерозподіл механічної напружки, одні ділянки частково розвантажуються і передають свою функцію іншим ділянкам. Цю ситуацію можна розглянути так, ніби відбулось розвантаження деякого об'єму (ефективного), розміри якого співмірні з характерним розміром камінця.



Пружна енергія, яка вивільняється при розвантаженні ефективного об'єму, йде на утворення нової поверхні – „берегів” тріщини та на пластичну деформацію шару піску, що межує з тріщиною.

Розгляньмо тріщину, що утворилась в пласті піску товщиною d , яка має еліптичну форму. Тоді ефективний об'єм буде об'ємом циліндра, в основі якого є еліпс з півосями c та $2c$:

$$V = 2\pi c^2 d \cdot$$

Тоді при розвантаженні ефективного об'єму

$$V = 2\pi c^2 d$$

виділиться енергія:



$$W_1 = \frac{\sigma^2}{2E} \cdot V = \frac{\sigma^2}{2E} \cdot 2\pi c^2 d = \frac{\pi\sigma^2 c^2 d}{E}$$

Під час утворення тріщини з'явилось дві нові поверхні, кожна площею $2cd$ (кривиною берегів тріщини нехтуємо). Енергія, що йде на утворення цих поверхонь, буде:

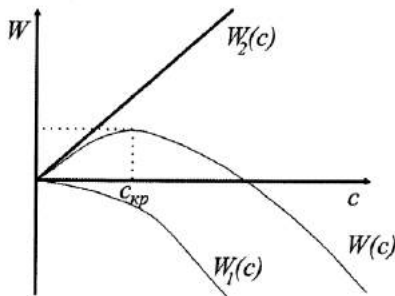
$$W_2 = 4cd(y_s + y_p),$$

де y_s, y_p – поверхнева енергія та залишкова енергія пластичної деформації одиниці площі, відповідно.

А загальний баланс енергії:

$$W_2 - W_1 = 4cd(y_s + y_p) - \frac{\pi\sigma^2 c^2 d}{E}$$

Поверхнева енергія лінійно збільшується зі збільшенням тріщини, а пружна енергія, що вивільняється при розвантаженні ефективного об'єму, пропорційна квадратові характерного розміру тріщини. Це зумовлює те, що енергія $W_2 - W_1$ матиме максимум (рис. 2), що відповідатиме певному критичному розміру тріщини. При деформації зразка тріщини для яких $c \geq c_{кр}$, будуть рости так як це буде енергетично вигідно, оскільки енергія системи зменшуватиметься.



Знайдімо критичний розмір тріщини:

$$\frac{dW}{dc} = 4d(y_s + y_p) - \frac{2\pi\sigma c d}{E} = 0,$$

$$c_{кр} = \frac{2E(y_s + y_p)}{\pi\sigma^2}$$

Як бачимо, $c_{кр}$ пов'язано з механічною напругою σ і зі зростанням характерного розміру ка-

мінця все менше значення σ стає критичним для цього матеріалу. Це означає, що після досягнення критичної напруги, руйнування стає неминучим, так як це буде енергетично вигідно, навіть при зменшенні або повному знятті навантаження. Знайдімо, при якій висоті піщаного замку в ньому виникне критична механічна напруга:

$$\rho gh = \sigma = \sqrt{\frac{2E(y_s + y_p)}{\pi c_{кр}}},$$

отже,

$$h = \frac{1}{\rho g} \sqrt{\frac{2E(y_s + y_p)}{\pi c_{кр}}}$$

Тепер оцінімо псевдомодуль Юнга, для піску, з якого ми будували замки. Для оцінки ми будували невисокий замок (5 см), щоб не враховувати в ньому неоднорідності, клали на нього дошку, а на неї вантажі, вважаючи, що замок починає руйнуватись, якщо радіус його основи (12 см) збільшиться на 0,5 см. Таке руйнування спостерігалось, коли навантаження досягло 1200 Н.

$$\frac{F}{S} = E \frac{\Delta H}{H},$$

$$\Delta H = H - \frac{V}{S + \Delta S} = H \frac{\Delta S}{S + \Delta S},$$

$$\frac{F}{S} = E \frac{\Delta S}{S + \Delta S},$$

$$E = F \frac{S + \Delta S}{S \Delta S} = F \left(\frac{1}{S} + \frac{1}{\Delta S} \right) \approx \frac{F}{\Delta S}.$$

Для оцінки, вважатимемо, що $(y_s + y_p)$ за порядком величини дорівнює поверхневому натягові води. Тоді, виражаючи h і $c_{кр}$ у сантиметрах, отримаємо висоту замку над дефектом:

$$h = \frac{7,5}{c_{кр}}$$

Михайло Седельніков,
учень 11 класу гімназії № 1
м. Севастополя



Винаходимо велосипед

Олег Орлянський,

доцент кафедри теоретичної фізики
Дніпропетровського національного університету

Якщо очевидно, заплющ очі!

Різні люди по-різному ставляться до велосипедів. Одні, як Марк Твен, вважають що ліпше ходити пішки або їздити потягом, інші (вперті, хоча й налякані письменником) купують і приборкують велотренажери, з яких впасти можна тільки, якщо вже дуже хочеться і під час землетрусу, але є й такі, що почувають себе без велосипедів, як без рук. До речі, завдяки чому можна їздити „без рук” на велосипеді? Чи допомагає велосипед людині у цьому? Якщо їхати швидко, момент імпульсу переднього колеса набуває деякого значення і „не бажає” змінюватись, утримуючи переднє колесо у площині рами. А якщо їхати повільно? Розгляньмо проблему з енергетичного погляду.

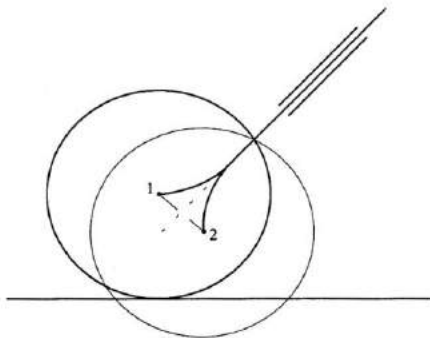


Рис. 1

Для того, щоб можна було їхати на велосипеді „без рук”, тобто кермо при поворотах на невеликі кути відносно площини рами велосипеда поверталось у попереднє положення, потрібно, аби при таких поворотах керма підвищувався центр ваги велосипеда. На рис. 1 зображено поворот керма на кут 180° . Бачимо, що колесо опустилося нижче від рівня дороги, отже, центр ваги велосипеда при незмінному рівні дороги підніметься. Вісь переднього колеса рухається по дузі кола перпендикулярного до площини рисунка з точки 1 до точки 2 і увесь час повороту опуска-

ється. Отже, завдяки таким конструктивним особливостям велосипеда, як нахил осі керма й вигин вилки переднього колеса можемо їздити „без рук”.

Щоб переконатися у тому, що цей висновок надто поспішний, достатньо ще трохи нахилити вісь керма велосипеда (щоб не залишилося ніяких сумнівів) й повернути колесо на кут 90° (див. рис. 2). Бачимо, що у цьому випадку при повороті на 90° переднє колесо відірвалося від дороги, отже, центр ваги велосипеда опуститься, і поїздка „без рук” може мати сумні наслідки. Отже, ці ілюстрації суперечать одна одній та не мають ніякої доказової сили. У першому випадку логічна помилка була пов’язана з тим, що не враховувався нахил площини колеса при повороті. Коли кут нахилу осі керма до горизонту близький до 90° (вісь керма майже вертикальна) здається, що площина колеса при повороті увесь час залишається вертикальною. Рисунок 2 переконує, що це не так. І загалом не можна щось доводити щодо поведінки велосипеда при малих поворотах, використовуючи повороти великі. Так і під час переходів у горах. З того, що ми з вищої гори наприкінці дня дісталися до трохи нижчої не означає, що увесь час дорога понижувалась.

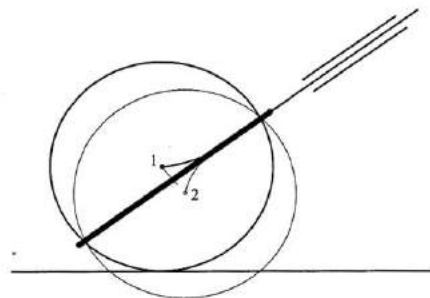


Рис. 2

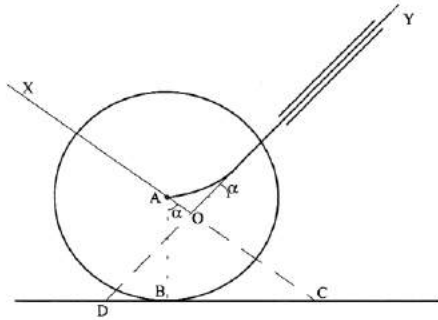


Рис. 3

Розгляньмо систему координат з центром у точці O (див. рис. 3). Вісь OY спрямуємо вздовж осі керма, вісь OX проведемо через центр колеса точку A перпендикулярно до осі OY . На рис. 3 коло знаходиться у площині рами велосипеда. Рівняння кола колеса з центром у точці A , яка віддалена вздовж осі OX від початку координат на відстань $OA = d$, є $(x - d)^2 + y^2 = R^2$. Ідея розв'язку така: записати рівняння проєкції кола колеса, яке повернули на деякий кут навколо осі OY , на площину XOY і рівняння прямої DC . Розв'язком системи цих рівнянь будуть координати x і y точок перетину кола і площини дороги. Розв'язків може бути два, один або жодного. Якщо розв'язків два, найнижча точка колеса при цьому повороті опуститься. Оскільки рівень дороги незмінний, насправді підніметься над дорогою велосипед, сили тяжіння будуть протидіяти цьому, намагаючись повернути велосипед у положення з найнижчою потенціальною енергією. Якщо це буде виконуватись для малих кутів, на велосипеді можна буде їхати „без рук”.

При повороті колеса на кут j навколо осі OY ординати проєкції точок колеса на площину XOY залишаться незмінними, а абсциси зміняться у $\cos j$ разів, тобто рівняння проєкції кола має вигляд:

$$\left(\frac{x}{\cos\varphi} - d\right)^2 + y^2 = R^2 \quad \text{або} \quad (\rho - d)^2 + y^2 = R^2,$$

де $\rho = \frac{x}{\cos\varphi}$ – аналогічна до x декартова координата у площині повернутого колеса.

Пряма DC перетинається з віссю OX у точці C і утворює кут

$90^\circ + \alpha$ з додатним напрямком осі OX . Отже, її кутовий коефіцієнт

$$\left(\frac{x}{\cos\varphi} - d\right)^2 + y^2 = R^2,$$

а рівняння

$$y = -x \cdot \operatorname{ctg}\alpha + b.$$

Сталу b знайдемо, підставивши у рівняння прямої координати точки C :

$$x_C = d - \frac{R}{\cos\alpha}, \quad y_C = 0$$

Отже,

$$y = -x \operatorname{ctg}\alpha + d \operatorname{ctg}\alpha - \frac{R}{\sin\alpha}.$$

Маємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} (\rho - d)^2 + y^2 = R^2, \\ x = \rho \cos\varphi, \\ y = -x \cdot \operatorname{ctg}\alpha + d \cdot \operatorname{ctg}\alpha - \frac{R}{\sin\alpha}. \end{cases}$$

Підставляючи x з другого рівняння у третє, а у з третього у перше, отримаємо:

$$(\rho - d)^2 + \left(-\rho \cdot \cos\varphi \cdot \operatorname{ctg}\alpha + d \operatorname{ctg}\alpha - \frac{R}{\sin\alpha}\right)^2 = R^2,$$

яке є квадратним рівнянням стосовно ρ :

$$\begin{aligned} & (1 + \cos^2\varphi \cdot \operatorname{ctg}^2\alpha)\rho^2 - \\ & - 2\left(d + \cos\varphi \cdot \operatorname{ctg}\alpha\left(d \cdot \operatorname{ctg}\alpha - \frac{R}{\sin\alpha}\right)\right)\rho + \\ & + \left(\frac{d}{\sin\alpha} - R \operatorname{ctg}\alpha\right)^2 = 0 \end{aligned}$$

Якщо дискримінант цього рівняння додатний при малих кутах $j \ll 1$, центр ваги велосипеда при малих відхиленнях переднього колеса від площини рами піднімається, і сили тяжіння повертатимуть кермо у попереднє положення. При малих кутах значення $\cos j$ трохи менше за одиницю, тобто

$$\cos\varphi \approx 1 - \varepsilon.$$

Дискримінант з точністю до першого порядку, дорівнює:



$$D = \frac{8\epsilon R}{\sin \alpha} (d - R \cos \alpha) \cdot \operatorname{ctg} \alpha .$$

Отже, можна їхати „без рук”, якщо

$$d > R \cos \alpha .$$

Але виявляється, що і для будь-яких j дискримінант може бути записаний у вигляді зручному для аналізу:

$$D = \frac{4 \cos \alpha}{\sin^2 \alpha} (1 - \cos \varphi) \cdot (2dR - (R^2 + d^2) \cos \alpha - (R^2 - d^2) \cos \alpha \cos \varphi) .$$

Для малих кутів отримаємо ту ж саму нерівність, яка геометрично означає, що точка D перетину осі керма з поверхнею дороги (див. рис. 3) має бути праворуч від точки дотику B переднього колеса і поверхні дороги (колесо знаходиться у площині рами). Якщо точка перетину осі керма з поверхнею дороги буде ліворуч, як бачимо це на рис. 3, положення керма, при якому велосипед їде рівно, не буде стійким, і за найменшого відхилення кермо відхилитиметься далі, а центр ваги – опускатиметься. Під час їзди на такому велосипеді постійно слід докладати зусиль, щоб повертати кермо в основне положення й їхати рівно, що досить незручно, коли їдемо на великі відстані. Оскільки при повороті на 180° центр ваги такого велосипеда знову підніметься, повинно існувати положення керма, яке відповідає мінімуму потенціальної енергії. Отже, потренувавшись, і на цьому велосипеді можна їхати „без рук”, але не прямо, а по колу. Якщо головна вимога до велосипеда маневрування, можливість швидко повертати кермо, не докладаючи зайвих зусиль, що може знадобитися, на цирковій арені, потрібно, щоб вісь керма проходила через точку B . Більше того, якщо потрібно робити повороти на великі кути, або й зовсім швидко обертати кермо навколо осі, то вісь керма має бути вертикальною.

Щоб визначити особливості їзди на „неправильному” велосипеді, розгляньмо як з поворотом керма при нерухомій рамі змінюється відстань від дороги до найнижчої точки колеса. Розгляньмо вертикальну вісь координат, спрямовану догори з початком на рівні дороги (див. рис. 4). Вертикальна координата довільної точки колеса M є:

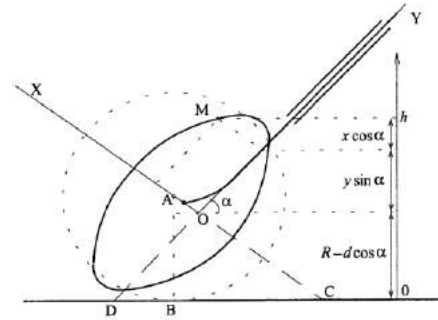


Рис. 4

$$h = R - d \cos \alpha + x \cos \alpha + y \sin \alpha .$$

З рівняння проєкції кола колеса на площину XOY :

$$\left(\frac{x}{\cos \varphi} - d \right)^2 + y^2 = R^2$$

виражаємо y і підставляємо у h :

$$h(x) = R - d \cos \alpha + x \cos \alpha \pm \sqrt{R^2 - \left(\frac{x}{\cos \varphi} - d \right)^2} \cdot \sin \alpha ,$$

де верхній знак відповідає додатним значенням y , а нижній – від’ємним. Знайдемо екстремуми функції $h(x)$, тобто за яких x координата h набуває максимального і мінімального значень. Для цього розв’яжімо рівняння $h'(x) = 0$:

$$\cos \alpha \mp \frac{\sin \alpha}{\cos \varphi} \left(\frac{x}{\cos \varphi} - d \right) \Big/ \sqrt{R^2 - \left(\frac{x}{\cos \varphi} - d \right)^2} = 0$$

$$x_{1,2} = d \cos \varphi \pm \frac{R \cos^2 \varphi}{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + \cos^2 \varphi}} .$$

Підставмо $x_{1,2}$ в $h(x)$:

$$h_{1,2} = R - d \cos \alpha + d \cos \alpha \cdot \cos \varphi \pm R \cos \alpha \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + \cos^2 \varphi}$$

Два значення h відповідають проєкції на вертикальну вісь найвищої і найнижчої точок колеса. Наприклад, якщо $j = 0$, маємо $h_1 = 2R$, $h_2 = 0$.



Відстань від найнижчої точки колеса до дороги h_2 після деяких перетворень набуває вигляду:

$$h_2(\varphi) = \cos\alpha(1 - \cos\varphi) \cdot \left(R \frac{\cos\alpha(1 + \cos\varphi)}{1 + \sqrt{1 - \cos^2\alpha \cdot \sin^2\varphi}} - d \right).$$

Для малих кутів $j \ll 1$,

$$1 - \cos\varphi = 2 \sin^2 \frac{\varphi}{2} \approx \frac{\varphi^2}{2}.$$

Підставмо і знайдімо h_2 для малих кутів j :

$$h_2(\varphi) \approx \frac{\varphi^2}{2} \cos\alpha(R \cos\alpha - d).$$

Якщо $R \cos\alpha > d$ зі збільшенням j колесо відривається від дороги і піднімається. Це відповідає пониженню центра ваги велосипеда, сили тяжіння будуть сприяти подальшому повороту керма, а не поверненню його у попереднє положення. Якщо $R \cos\alpha < d$, при повороті керма потенціальна енергія збільшується, велосипедист не тільки повертає, але й піднімає себе разом з велосипедом, сили тяжіння сприяють поверненню керма у попереднє положення і руху „прямо”. Нарешті, якщо $R \cos\alpha = d$, запишімо точніший вираз $h(\varphi)$ для малих кутів:

$$h_2(\varphi) \approx \frac{\varphi^2}{2} \cos\alpha \left(R \cos\alpha - d - \frac{R\varphi^2}{4} \cos\alpha \sin^2\alpha \right) = -\frac{1}{8} \varphi^4 R \cos^2\alpha \sin^2\alpha < 0$$

Отже, з енергетичних міркувань їзда „без рук” прямо можлива, якщо $d \geq R \cos\alpha$.

Визначімо, при яких ще значеннях j відстань від найнижчої точки колеса до дороги набуває максимального або мінімального значення. Для цього візьмімо похідну від

$$h_2 = R - d \cos\alpha + d \cos\alpha \cos\varphi - R \cos\alpha \sqrt{\text{tg}^2\alpha + \cos^2\varphi},$$

по j і прирівняймо її до нуля:

$$h_2'(\varphi) = \cos\alpha \sin\varphi \left(\frac{R \cos\varphi}{\sqrt{\text{tg}^2\alpha + \cos^2\varphi}} - d \right) = 0,$$

крім $\alpha = 0^\circ$ і $\alpha = 180^\circ$ рівність виконується для

$$\cos\varphi = \frac{d \cdot \text{tg}\alpha}{\sqrt{R^2 - d^2}}.$$

Звичайно, $\cos\varphi < 1$. Розв'язуючи нерівність, знаходимо, що $d < R \cos\alpha$.

Отже, якщо $d < R \cos\alpha$ також можна їхати „без рук”, але вже не прямо, а вздовж деякої кривої. Площина переднього колеса при цьому утворює

$$\text{кут } \varphi = \arccos \frac{d \cdot \text{tg}\alpha}{\sqrt{R^2 - d^2}}$$

з площиною рами велосипеда (вважаємо, що велосипед їде повільно, а площина рами не нахилиється). Порівняно з прямолінійним рухом, висота, на яку опуститься точка O , буде:

$$h_2 \approx R - d \cos\alpha - \sin\alpha \sqrt{R^2 - d^2}.$$

Зазначмо, що сучасні велосипеди не завжди відповідають вимозі $d \geq R \cos\alpha$. Це може бути пов'язано, наприклад, з модою, новітнім дизайном, особливими вимогами до маневрування, тощо.

Нарешті, точніший розгляд задачі повинен враховувати те, що шина колеса має товщину та конкретний профіль. З нахилом площини такого колеса, точка його дотику до поверхні дороги зміщуватиметься відносно центральної смужки шини, яка максимально віддалена від осі. Тому навіть, якщо $R \cos\alpha$ не набагато більше d , рух „без рук” все ж таки можливий. Але, що означає „не набагато більше” і що означає „точка дотику”? Адже колесо доторкається дороги не в одній точці, а на площині деякої плями, площа якої визначається тим, наскільки добре накачане колесо. Отже, над цією задачею можна ще довго й плідно працювати.

На 1-й стор. обкладинки: Веселка. Вежа Корнякта (м. Львів, червень, 2000 р. 16 год.).
Світлина Ірини Опайнич.



Радіофізичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Київський національний університет імені Тараса Шевченка – один з найстаріших вищих навчальних закладів України. Нині Університет – потужний навчально-науковий комплекс, відомий в усьому світі науковими школами та підготовкою висококваліфікованих фахівців.

Фахівців з фізики у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка готують два факультети: радіофізичний та фізичний.

Радіофізичний факультет був організований 1952 року на базі кафедри фізичної електроніки. Серед учених, що працювали на факультеті – академік В. С. Лашкар'єв, академіки НАН України М. Г. Находкін і В. Г. Бар'яхтар.

На радіофізичному факультеті готують фахівців на спеціалізованих кафедрах:

– фізична електроніка (фізика плазми, поверхні твердого тіла, емісійна електроніка, надвисокий вакуум);

– криогенна та мікроелектроніка (високотемпературна надпровідність, явища, що відбуваються в надмініатюрних та надвисокочастотних радіосхемах, голографічний запис та відтворення інформації, мобільний зв'язок, комп'ютерне опрацювання інформації);

– квантова радіофізика (сучасні засоби зв'язку, волоконно-оптичні інформаційні системи, властивості електромагнетних хвиль у широкому діапазоні частот);

– напівпровідникова електроніка (комп'ютерні та мережеві технології, автоматизація фізичних експериментів, створення фотоперетворювачів сонячної енергії, давачів різних фізичних величин: температури, швидкості, магнетного поля тощо);

– медична радіофізика (фізика живих систем, ядерна магнетно-резонансна томографія, телемедицина, біомедична техніка, комп'ютерне опрацювання діагностичної інформації).

Факультет випускає бакалаврів (4 роки навчання), спеціалістів (5 років) та магістрів (6 років). Випусникам видається диплом кваліфікації „Радіофізик, інженер дослідник”. Ті, хто бажає додатково вивчати педагогічні дисципліни, отримують ще спеціальність „Учитель фізики”. Кращі випусники продовжують навчання в аспірантурі.



*Декан радіофізичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка
заслужений діяч науки і техніки України,
доктор фізико-математичних наук,
професор Геннадій Мелков*

Викладання на факультеті здійснюють 5 академіків НАН України, 23 професори, 40 доцентів, 16 лавреатів Державних премій у галузі науки і техніки. На факультеті створені наукові школи, які відомі в усьому світі – фізики напівпровідників, фізики поверхні, емісійної електроніки, нелінійних явищ у магнетних кристалах. Випускники факультету отримують фахові фундаментальні знання та вміння застосовувати теоретичні знання для розв'язання прикладних проблем. Випускників цього факультету радо запрошують на роботу. Вони працюють в науково-дослідних установах, підприємствах не тільки в Україні, але й за її межами.

Розв'язки задач III (обласного) етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики 2001 р.

8-й клас

Задача 1.

М'яч весь час перебуває в русі, тому відстань, яку він пролетів дорівнює:

$$S = v_3 t .$$

Час польоту м'яча дорівнює часу, за який хлопці наблизяться на відстань:

$$\Delta l = l_1 - l_2 .$$

Тоді

$$t = \frac{\Delta l}{v_1 + v_2} ,$$

де $(v_1 + v_2)$ – відносна швидкість хлопців:

$$S = v_3 \frac{l_1 - l_2}{v_1 + v_2} = 200 \text{ м} .$$

Задача 2.

Визначімо кількість теплоти, яку може віддати вода, охолонувши до 0°C .

$$Q_{\text{в}} = c_1 m_1 t_1 = 42000 \text{ Дж} .$$

Кількість теплоти, що прийме лід, нагрівшись до 0°C :

$$Q_{\text{л}} = c_2 m_2 |t_2| = 420000 \text{ Дж} ,$$

отже, $Q_{\text{в}} < Q_{\text{л}}$.

Це означає, що коли вода охолоне до 0°C , лід матиме від'ємну температуру, тобто вода почне кристалізуватися. Кількість теплоти, яку віддасть вода кристалізуючись:

$$Q_{\text{в.кр.}} = \lambda m_1 = 6,8 \cdot 10^5 \text{ Дж} .$$

$$Q_{\text{в}} + Q_{\text{в.кр.}} > Q_{\text{л}} .$$

Вся вода не замерзне. Кінцева температура системи дорівнюватиме 0°C .

Запишімо рівняння теплового балансу для нашої системи:

$$Q_{\text{в.}} + \lambda m_{\text{в1}} = Q_{\text{л}} ,$$

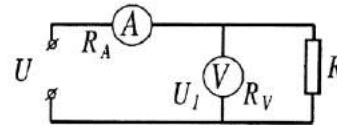
$$m_{\text{в1}} = \frac{Q_{\text{л}} - Q_{\text{в.}}}{\lambda} = 1,1 \text{ кг}$$

– маса води, що кристалізується. Кінцева маса льоду:

$$m_{\text{лк}} = m_2 + m_{\text{в1}} = 6,1 \text{ кг} .$$

Задача 3.

Нехай напруга джерела – U , опір амперметра – R_a , опір вольтметра – R_v .

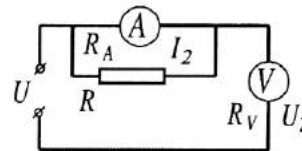


Для першого кола маємо:

$$R_{x1} = R_a + \frac{R_v R}{R_v + R} = \frac{R_a R_v + R_a R + R_v R}{R_v + R} \quad (1)$$

– повний опір першого кола. Напруга на вольтметрі в першому випадку:

$$U_1 = U - \frac{U}{R_{x1}} \cdot R_a \stackrel{(1)}{=} \frac{U R_v R}{R_a R_v + R_a R + R_v R} \quad (2)$$



Для другого кола:

$$R_{x2} = R_v + \frac{R_a R}{R_a + R} = \frac{R_a R_v + R_a R + R_v R}{R_a + R} \quad (3)$$

– повний опір кола в другому випадку.

Напруга на амперметрі у другому випадку:

$$U_{a2} = U - \frac{U R_v}{R_{x2}} \stackrel{(3)}{=} \frac{U R_a R}{R_a R_v + R_a R + R_v R} \quad (4)$$

Сила струму через амперметр у другому випадку:

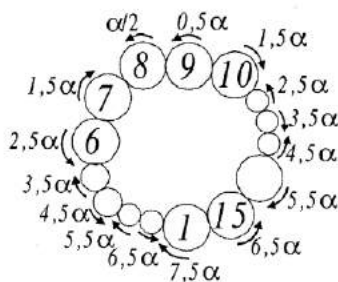
$$I_2 = \frac{U_{a2}}{R_a} = \frac{UR}{R_a R_V + R_a R + R_V R} = \frac{U_1}{R_V}$$

Перевірте цю рівність.

Сила струму через амперметр у першому випадку:

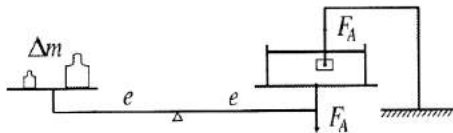
$$I_1 = \frac{U_1}{R_V} + \frac{U_1}{R} = I_2 + \frac{U_1}{R} \Rightarrow R = \frac{U_1}{I_1 - I_2} = 270 \text{ Ом}$$

Задача 4.



Як видно з рисунка, після повороту восьмої шестерні на $\alpha/2$, першу шестерню можна повернути на $7,5 \alpha$.

Задача 5.



Якщо занурити брусок у воду, на нього діятиме сила Архімеда, напрямлена вгору. Це означає, що на праву шальку терезів діятиме додаткова сила (дорівнює силі Архімеда) і напрямлена вниз (за III законом Ньютона). Для відновлення рівноваги на ліву шальку терезів потрібно додати вантаж вагою, що дорівнює F_A (вважаймо, що терези рівноплечі).

$$\Delta mg = F_A = \rho_v \frac{m}{\rho_r} g \Rightarrow \Delta m = \rho_v \frac{m}{\rho_r}$$

9-й клас

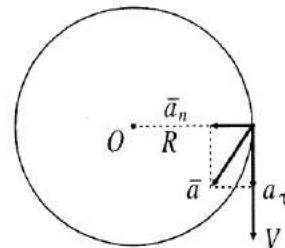
Задача 1.

Максимальне значення сили тяги, яку може розвинути автомобіль, дорівнює силі тертя ковзання. Знайдемо за II законом Ньютона коефіцієнт тертя

$$F = \mu mg = ma = m \frac{v_2 - v_1}{t_1}$$

Звідси:

$$\mu = \frac{v_2 - v_1}{gt_1} = 0,5$$



Під час руху по колу з прискоренням $a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$ – повне прискорення не змінюється, але змінюється доцентрове прискорення:

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

Оскільки швидкість автомобіля змінюється мало (від 10 мс до 10,5 мс) вважаймо (для оцінки), що доцентрове прискорення змінюється лінійно. Визначимо середнє значення доцентрового прискорення:

$$a_{nc} = \frac{v_1^2 + v_2^2}{2R} = 3,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Тоді середнє значення тангенціального прискорення:

$$a_{\tau \text{ сep}} = \sqrt{a^2 - a_{nc}^2} = 3,6 \text{ м/с}^2$$

Час розгону при русі по колу:

$$t_2 = \frac{v_2 - v_1}{a_{\tau \text{ сep}}} = 0,14 \text{ с}$$

Мінімальний радіус кола, при русі по якому неможливо вже збільшувати швидкість автомобіля шукаємо за умовою:

$$a_\tau = 0 \Rightarrow a_N = a$$

тоді

$$a = \frac{v_1^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_1^2}{a} = \frac{v_1^2 t_1}{v_2 - v_1} = 20 \text{ м}$$

Задача 2.

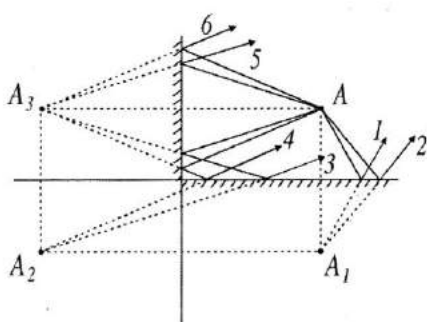
Дивись задачу 2 за 8-й клас.

Задача 3.

Дивись задачу 3 за 8-й клас.

Задача 4.

Система дає три зображення точки A (A_1, A_2, A_3). Промені 1 і 2 дають перше зображення A_1 . Промені 3 і 4 дають зображення A_2 . Промені 5 і 6 – A_3 .



Задача 5.

Під час їзди велосипед не рухається по прямій, а весь час повертає то праворуч, то ліворуч (придивіться до слідів велосипеда, особливо, поки він рухався з малою швидкістю). При керуванні велосипедом правило просте: при нахилі велосипеда праворуч, повертають руль праворуч і навпаки. Конструкція велосипеда має бути такою: при нахилі велосипеда праворуч, має виникати момент сил, що повертає руль праворуч. Це можливо для велосипедів, в яких точка A (точка дотику колеса й землі) лежить позаду від точки B (точка

перетину осі керма й землі). Розгляньмо нахил велосипеда ліворуч.

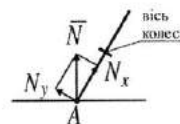
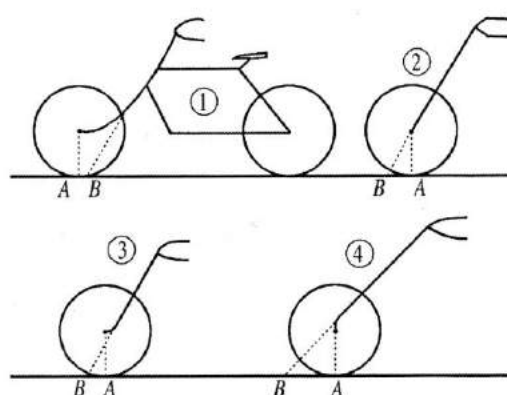


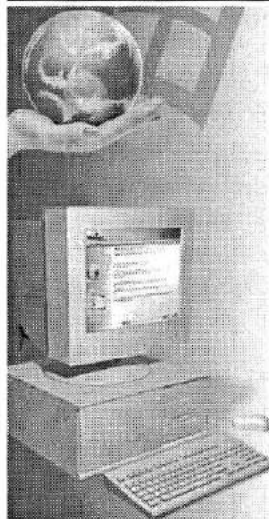
Рис. 1.

На рис. 1 зображено нахилене колесо велосипеда, що рухається до нас. На колесо діє сила реакції опори N в точці A . Складова N_y цієї сили створює момент сил на колесо відносно осі керма.



Під час нахилу праворуч велосипед 1 (див. рис. 2) N_y створює момент сил, що повертає кермо ліворуч. Велосипед 1 – не стійкий. Велосипеди 2, 3 і 4 – стійкі. Але найкращим серед них є велосипед 3. Велосипеди 2 і 4 занадто стійкі. Їздити на них „без рук” не можна (завеликий момент сил, завдяки великому плечу N_y).

Розв'язки підготував
Володимир АЛЕКСЕЙЧУК



Чи знаєте Ви, що...

Учені Рочестерського технологічного інституту розпочали відновлення манускрипту X сторіччя – єдиного відомого сьогодні документа, що містить копії оригінального тексту відомого вченого античності – Архімеда. Ці копії стерли монахи 200 років тому і нанесли новий текст. Манускрипт, що має 170 сторінок, мав колись всі головні праці великого грецького ученого: закони гідростатики і математичні теореми, які стали основою сучасної науки. Для відтворення праць Архімеда американські вчені використовують цифрові фотокамери, ультрафіолетові й інфрачервоні світлофільтри та потужні комп'ютерні програми. Манускрипт з унікальним текстом було придбано за 2 мільйони доларів.

І ФІЗИКА, І ЛІРИКА

Про розвиток фізичної науки на Буковині

Прийнято вважати, і не безпідставно, що минуле сторіччя було сторіччям фізики – науки надзвичайної в своїй логічній послідовності й красі. До речі, про термін „краса” заціпеніло мовчати всі енциклопедії від „Большой Советской” до знаменитої Британської. Тільки скромний Фізичний енциклопедичний словник знає, що „краса – це адитивне квантове число, що характеризує адрони, до яких відносяться баріони і мезони”.

Така чудова наука не змогла не звити собі гніздечка в чудовому буковинському краї. Перші пір’їнки в основу гнізда заклали ще 1875 року, відшукавши все-таки їх у схоластичних коридорах філософського факультету Чернівецького університету. Першим очолив кафедру фізики доктор Алоїс Гандль. Оскільки й тоді вже знали, що красі властива симетрія, химерне плетиво барв і чисте небо, то наукові роботи проводились у галузі кристалографії, оптики та метеорології. Цілий рік збирали-міряли і зрозуміли: без теорії жити неможливо. Вже 1876 року відкрили кафедру теоретичної фізики, яку очолив доктор Антон Васмут, а з 1891 року завідував кафедрою Оттокар Тумлірц. Серед праць з механіки і теплотехніки з’явилися на модні теми із електрики й магнетизму. І це дуже добре, бо при свічці читати з екрану інформацію із мережі Інтернет було б дуже незручно ...

Досягнення тогочасних буковинських фізиків, які немало зробили для розвитку військово-промислового комплексу (ВПК) Австро-угорської імперії, а також врода наших прабабусь приваблювали в Чернівці не одну фізичну знаменитість. Так в осінньому семестрі 1911 року Грюнайзен (спасибі йому!) читав курс лекцій нашим фізичним прадідам. Неабияку зацікавленість нашим університетом виявив сам Ервін Шредингер. Він вирішив, що квантова механіка може розквітнути тільки на Буковині. Пройшов за конкурсом, спаккував валізи, з острахом готувався до зустрічі з допитливими студентами-буковинцями ... Та кокетка-історія зробила крутий реверанс і Австро-угорська імперія розпалася. Не вистачило сміливості бідному Ервінові, і він змушений був поміняти Чернівці на провінційний Цюріх. Очевидці кажуть, що він усе життя жалкував, що не зумів таки потрапити до нас. І тільки гострі дискусії із другом-суперником Вернером Гейзенбергом могли його трохи заспокоїти і то тільки на схилі літ ...

З 1918 до 1940 року, крім кафедр теоретичної та експериментальної фізики, працювала також кафедра космічної фізики. Романтиками виявились брати-румунни, не могли без космосу!

А колишній доцент Петербурзького університету Е. Бедреу успішно керував роботами з теми „Процеси електричного розряду в газах”. Ця тема спонукала

розвиток робіт із спектроскопії, що дало чудові результати: на інженерно-оптичному факультеті й сьогодні працює кафедра оптики і спектроскопії.

Теорія також розвивалась. Особливо коли на фізичному факультеті працював його ж випускник професор Войцех Рубінович. Він успішно співпрацював із А. Зомерфельдом і Н. Бором. Завдяки розвиткові інтернаціональних зв’язків, нашого Войцеха рекомендували на завідувача кафедри теоретичної фізики у Варшавському університеті. Пізніше проф. В. Рубінович став президентом Академії наук Польщі. Вилетів із нашого фізичного гніздечка й віце-президент Академії наук Румунії Раду Григорович. Упродовж 1920–1930-х років на фізичному факультеті працювали буковинці за походженням і духом – випускники, а пізніше – професори фізики Ніколае Стеллану та Герберт Маєр.

А 1940 року загорілася зоря, яку довго не вдавалося погасити ... До нас, за зразкові успіхи на старому місці роботи, скерували відомих (не тільки у фізиці!) академіків М. М. Боголюбова і М. В. Пасічника. Були утворенні кафедри електронно-йонних процесів та рентгеноструктурного аналізу. Для планомірного зростання молоді фізичної генерації організували аспірантуру (1947) та Вчену раду з захисту кандидатських дисертацій (1954).

На початку 1950-х академік В. Є. Лашкар’єв підклав у наше фізичне гніздечко напівпровідникові яйця. Першим висиджував ті яйця професор А. Г. Самойлович – людина складної долі й непересягненого таланту.

У ті часи народились невмирущі рядки:

*На березі Пруту – гірської ріки,
Де миттю здаються тривалі віки,
Плекали коріння чудових наук
Біолог Леуцький і фізик
Ка. де Товстюк*

(Вільний переклад авторів з російської)

Багато каченят, що стали красенями лебедями, вилетіло з того гнізда. Годував їх крихтами із свого буйного столу Союзний ВПК, бо мав за що. Та кокетка-історія знову зробила крутий реверанс. Але то вже інша історія ...

Іван Зушман,
*доцент кафедри
теоретичної фізики,
Степан Мельничук,*
*професор кафедри
теоретичної фізики,
Чернівецький національний університет*

Роман Гайда, Роман Пляцко. Іван Пулюй – загадка універсального таланту (німецькою мовою) – Львів: Євросвіт, 2001. – 264 с.



Книга про життя та творчість Івана Пулюя, якого свого часу зараховували до найцікавіших постатей науки кінця XIX – початку XX сторіч. Іван Пулюй був фізиком і електротехніком, одним з авторів українського перекладу Біблії, політологом і публіцистом. Ступінь доктора філософії здобув у Страсбурзькому університеті, був приват-доцентом Віденського університету, професором і ректором Німецької вищої технічної школи в Празі, почесним членом Віденського електротехнічного товариства.

Книга вийшла з друку німецькою мовою.

Олександр Смакула. Наукові праці: У 3 т. – Тернопіль: Фонд Олександра Смакули, 2000. Т. 1. – 404 с.

Книга є першим томом видання наукової спадщини дійсного члена НТШ, професора Олександра Смакули.

Книга відображає ті напрями досліджень О. Смакули, де його вагомий внесок загально-визнаний. Це – фізика центрів забарвлення у кристалах, оптика кристалів і тонких плівок, праці з метрології, біофізики і технології оптичних та напівпровідникових матеріалів. Окремий розділ складають науково-популярні статті О. Смакули, які цікаві тим, що публікувалися у часи становлення нових наукових концепцій (атомістичної та квантової теорій) і виникнення нової техніки, передусім радіотехніки.

Книга є корисною для науковців, студентів та аспірантів, що цікавляться проблемами фізики твердого тіла та оптики.



ВИДАВНИЦТВО „ЄВРОСВІТ” ПРОПОНУЄ:

1. Ярослав Довгий. Чарівне явище надпровідність. - Львів: Євросвіт, 2000. - 440 с.
2. В. Алексєйчук, О. Гальчинський, Г. Шопа. Обласні олімпіади з фізики. Задачі та розв'язки. - Львів: Євросвіт, 2000. - 168 с.
3. Лейфура В.М., Мігельман І.М. та ін. Задачі міжнародних математичних олімпіад та методи їх розв'язування. - Львів: Євросвіт, 1999. - 128 с.
4. Максимчук В.Ю., Городиський Ю.М., Кузнецова В.Г. Динаміка аномального магнітного поля Землі. - Львів: Євросвіт, 2001. - 308 с.: іл.
5. Гаральд Іро. Класична механіка /Переклад з нім. Р.Гайди, Ю.Головача /За ред. І.Вакарчука. - Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 1999. - 464 с.
6. Іван Вакарчук. Вступ до проблеми багатьох тіл. Посібник. - Львів: ЛНУ ім.І.Франка, 1999. - 220 с.: 12 іл.
7. Іван Вакарчук. Квантова механіка. - Львів: ЛДУ ім. І.Франка, 1998. - 616 с.: 73 іл.
7. Іван Франко. Абу-Касимові капці. - Львів: Євросвіт, 1998. - 96 с.: 10 іл.
8. Орест Попович. Партії та розповіді шахіста з Америки. - Львів: Академічний експрес, 1996. - 153 с.
9. Серія книг про українські звичаї святкувати християнські свята:
 - В. Круковська. Святкуймо Миколая. - Львів: Євросвіт, 2000. - 48 с.: іл.
 - В. Круковська. Святкуймо Різдво. - Львів: Євросвіт, 2001. - 64 с.: іл.
 - В. Круковська. Святкуймо Великдень. - Львів: Євросвіт, 2001. - 60 с.: іл.

Приймаємо замовлення на книги за адресою: 79005 м. Львів, а/с 6700



МИСТЕЦЬКА
СТОРІНКА
ЖУРНАЛУ
"СВІТ ФІЗИКИ"



**Іван Труш. Портрет Лесі Українки
1900 р., д. о., 40х30**

Національний музей у Львові – скарбниця мистецької спадщини українського народу. Тут зберігаються унікальні пам'ятки української культури XII-XX ст.

Ознайомлення із музейною збіркою продовжуємо портретом Лесі Українки, який виконав видатний український художник кінця XIX – початку XX ст. Іван Труш.

Портретові передувала особиста зустріч Івана Труша з Лесею Українкою, що згодом переросла у дружні творчі взаємини. Портрет відзначається високою професійною майстерністю та глибиною відтворення образу великої поетеси.

Написаний сто років тому портрет не перестає хвилювати глядача, адже це один з кращих прижиттєвих портретів Лесі Українки, 130-річчя від дня народження якої ми святкуємо 2001 року.

О. Жеплинська