

С В І Т

ФІЗИКИ

№1
2007

науково-популярний журнал



**Я не соромлюсь признаватись у
незнанні того, чого я не знаю.**

Цицерон



Наше майбутнє твориться вже сьогодні

Роман Трофименко

Вітаємо з ювілеєм ІВАНА ВАКАРЧУКА

*Я все своє життя проживаю у науці,
у книжках, у формулах. І маю від усього
того глибоке та естетичне задоволення*

Іван Вакарчук



Іван ВАКАРЧУК – видатний український фізик, який здобув світову славу завдяки своїм працям у галузі фізики неупорядкованих систем і критичних явищ. Коло його наукових інтересів надзвичайно широке. Це – фізика квантових рідин, теорія надплинного гелію, теорія відносності та космології, теорія зоряних спектрів, теорія фазових переходів, фізика магнетних систем, математичні методи в теоретичній фізиці, фундаментальні проблеми квантової механіки, деякі задачі геофізики, філософія науки. У кожному з цих напрямів він запропонував нові оригінальні підходи до дослідження різноманітних фізичних явищ і процесів.



“За визначні особисті заслуги в розвитку вітчизняної освіти і науки, багаторічну плідну науково-педагогічну діяльність, вагомий внесок в утвердження незалежної Української держави” указом Президента України Віктора Ющенка від 05.03.07 року (№ 175/2007) Івану Олександровичу ВАКАРЧУКУ, ректору Львівського національного університету імені Івана Франка, доктору фізико-математичних наук, професору присвоєно звання Герой України з врученням ордена Держави.

*Редакційна колегія та читачі журналу “Світ фізики” щиро вітають
ректора Львівського національного університету імені Івана Франка,
доктора фізико-математичних наук, професора,
головного редактора журналу “Світ фізики”
Івана Олександровича ВАКАРЧУКА
з 60-річчям від дня народження.*

*Бажають йому доброго здоров’я, наукових здобутків
і щасливого творчого натхнення.*

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"

Відповідальна за випуск

Галина Шопа

заступники гол. редактора:

Олександр Гальчинський

Галина Шопа

Редакційна колегія:

Олекса Біланюк

Михайло Бродин

Петро Голод

Семен Гончаренко

Ярослав Довгий

Іван Климишин

Юрій Ключковський

Богдан Лукіянець

Юрій Ранюк

Йосип Стахіра

Ярослав Яцків

Художник **Володимир Гавло**

Літературний редактор

Мирослава Прихода

Комп'ютерне макетування та друк
СП "Євросвіт", наклад 1000 прим.

Адреса редакції:

редакція журналу "Світ фізики"

вул. Сакаганського, 1,

м. Львів 79005, Україна

тел. у Львові 380 (0322) 96 46 73

у Києві 380 (044) 416 60 68

phworld@franko.lviv.ua; sf@ktf.franko.lviv.ua

www.franko.lviv.ua/publish/phworld

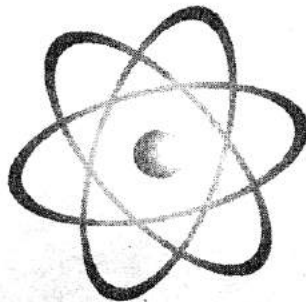
"...Храм науки – це багатогранна споруда. Різні люди перебувають у ньому... Деякі займаються науковою діяльністю з гордим відчуттям своєї інтелектуальної переваги. Для них наука є тим спортом, який дає їм повноту життя і задоволення честолюбства.

Можна знайти в храмі й інших: вони приносять до нього в жертву продукти свого мозку лише в утилітарних цілях. Якби посланий Богом ангел прийшов і вигнав би із храму всіх людей, що належать до цих двох категорій, то храм був би катастрофічно спустілим, але в ньому залишилися б ще люди і минулого часу, і сьогодення.

Якби існували лише люди, подібні вигнанним, храм не піднявся б, як не зміг би вирости ліс з одних лише рослин, що в'ються. Цих людей задовольняє, власне кажучи, будь-яка галузь людської діяльності: чи вони інженери, військові, комерсанти чи учені. Це залежить від зовнішніх обставин.

Звернімо знову свій погляд на тих, хто має милість ангела. Більшість з них люди дивні, замкнуті, усамітнені. Попри ці загальні риси вони насправді більше відрізняються один від одного, ніж вигнані. Що привело їх до храму? Нелегко на це відповісти, і відповідь, безумовно, не буде однакою для всіх. Я думаю, що одна з найсильніших спонук, яка веде до мистецтва і науки, – це бажання відійти від буденного життя з його болісною жорстокістю і невтішною пусткою. Ця причина штовхає людей з тонкими душевними струнами від особистого буття в світ об'єктивного бачення і розуміння. Це можна порівняти з тугою міщанина, якого чарівно манить від оточуючого його галасливого і засміченого середовища до тих високогірних ландшафтів, де погляд далеко проникає крізь нерухоме чисте повітря, насолоджуючись спокійними контурами, які здаються призначеними для вічності.

Альберт Айнштайн



*Не забудьте
передплатити
журнал
"Світ фізики"*

**Передплатний індекс
22577**

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

© СП „Євросвіт”

ЗМІСТ

1. Нові та маловідомі явища фізики

Шопа Галина. Творити український університет
(До 60-річчя від дня народження Івана Вакарчука)

Проскура Олександр. Доля Дебая і доля його імені

2. Олімпіади, турніри...

Умови задач III (обласного) етапу Всеукраїнської
олімпіади з фізики (Львів, 2007)

3. Творчість юних

Шопа Галина. Фізичні бої в снігах Одеси

Філатова Олена. Ришельєвський ліцей. Погляд зсередини

4. У допомогу вчителю

Андронов Іван. Linux Live CD, або "Завантаження
з дискети-2"

Колєбошин Валерій. Методи вимірювання. Нульовий метод

5. Олімпіади, турніри...

Розв'язки завдань III (обласного) етапу Всеукраїнської
олімпіади з фізики (Львів, 2007)

6. Гумор

Фейнман Ричард. Учений-аматор

3

11

19

22

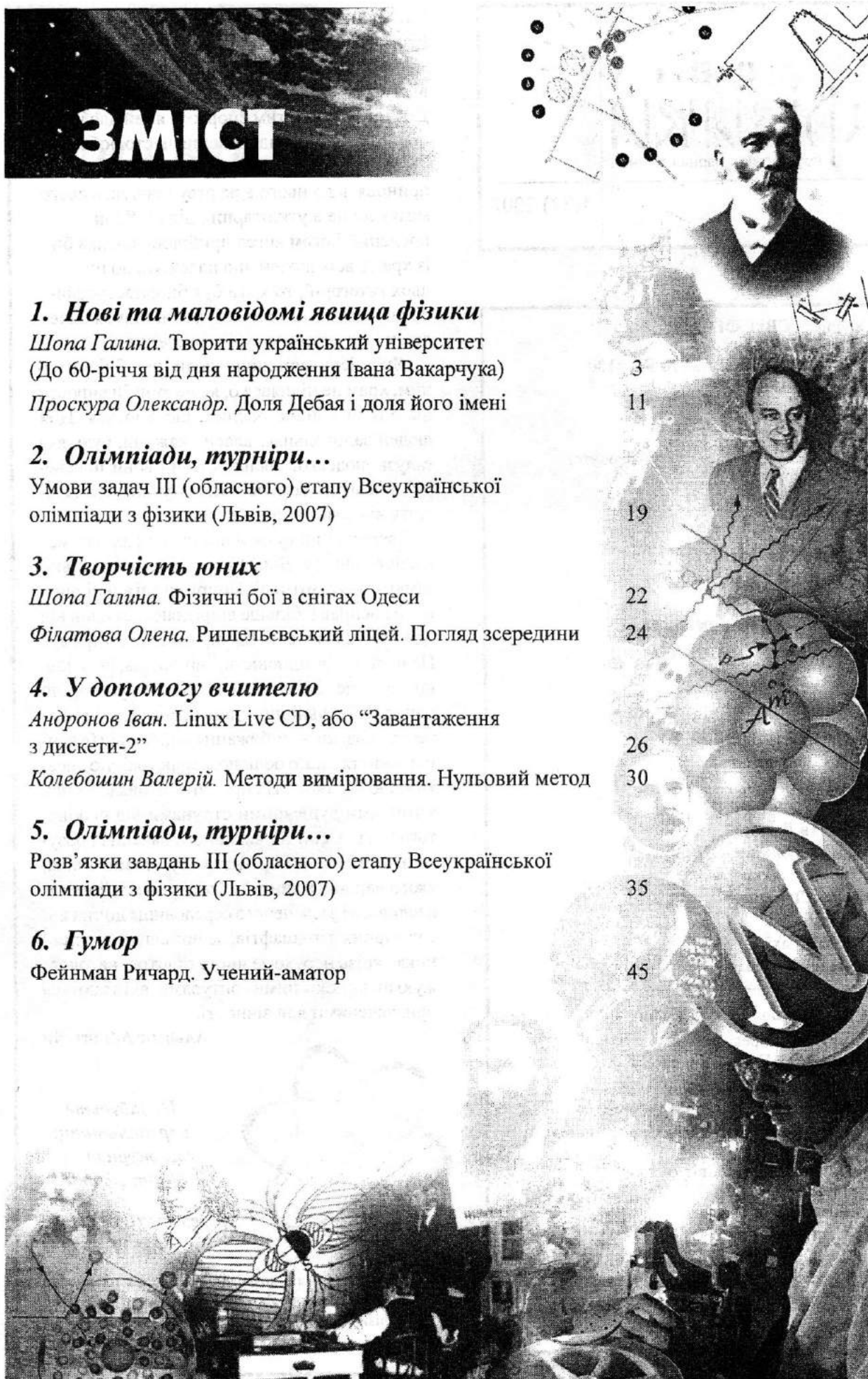
24

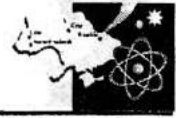
26

30

35

45





ТВОРИТИ УКРАЇНСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

До 60-річчя від дня народження
головного редактора журналу "Світ фізики"
Івана Вакарчука

Я, мабуть, щасливий, що мав таких батьків – вони мене навчали працею. Вони вважали, що праця виховує. Я не знаю, що таке – не працювати.

Іван Вакарчук

6 березня 2007 року виповнилось 60 років фізику-теоретику, професору, ректору Львівського національного університету імені Івана Франка, головному редактору журналів "Журнал фізичних досліджень" і "Світ фізики" Іванові Вакарчуку.

Пропонуємо Читачеві фрагменти з інтерв'ю Ніни Бічуя з І. Вакарчуком "Творити український університет", яке було надруковано в журналі "Дзвін" 1997 року (№ 7), і в якому, з нашого погляду, трошки вдалось підглянути природну суть людини, яку доля привела у світ науки, і яка залишилася там назавжди, щоб творити добро.

– Пане ректоре, моє покоління з різних причин не реалізувало своїх можливостей. Чи Вашому поколінню пощастить це зробити якнайкраще?

– Ми мали таку змогу... Для мене особисто, може, все було пов'язане ще й з тим, що я фізик, фізик-теоретик, якому потрібен тільки папір, ручка, науковий журнал, книжки й колеги. І все. Навіть не потрібне якимсь широке фінансування. Та навіть і зараз воно не надто обов'язкове. Звичайно, до певної міри... Ти мушиш жити, утримувати родину... Але не можна скаржитися – я маю на увазі природничників – що ми не реалізували своїх планів. Достатньо було займатися тією наукою, яка тебе цікавила. Але коли йдеться про проблеми гуманітаріїв, про ті науки, які повністю підім'яла тоталітарна система – то зрозуміло, що більшість людей тут так і не реалізувалися до кінця.

– Але ж науковець був громадянином Союзу – і не належав собі. Люди високих знань і прості смертні не раз змушені були їхати до Росії – і хоч ніби працювали "на Союз" – фактично ж працювали... на російську науку й культуру. І тепер не мають змоги повернутися, бо вже уклали якимсь там життя...

– Я не виїздив з України – ані працювати в Росію, ані за кордон, хоч мав звідти десятки запрошень. Більше того не пощастило навіть з публікаціями за

кордоном. Ми надсилали тексти з усіма атрибутами, потрібними для публікації, але статті зникали по дорозі до зарубіжного видання. Абсурд – телефонує з редакції відомий учений з Великобританії, питає: де ж твої дві статті, які ти обіцяв, я відповідаю – вони давно вислані. То чому ж їх досі нема? – дивується вчений. Абсурд. Це було прикро. Такий тиск, така ситуація так здеморалізували суспільство, що це впливало негативно на будь-чию творчість.

– Отже, Ви оптиміст, якщо запевняєте, що такі зреалізували повністю свої можливості. Хіба вже тепер? Політика – своєрідна спроба "дореалізуватись"? Бо ж Ви погодились балотуватись у кандидати в депутати Верховної Ради Союзу?

– Зараз я скажу... У 1989 році університет висунув мене кандидатом у депутати – і я був обраний, і з цього депутатства пішов після проголошення Декларації про незалежність України. Ми подали заяву – Роман Федорів, я, а також покійний нині Ростислав Братунь. Власне, моє депутатство – не так бажане мені, як продиктоване ходом подій. Я займався наукою, лише наукою, я був науковцем класичного зразка і кар'єра моя була академічна. Я її не вибудовував спеціально, усе йшло своїм шляхом: писалися формули, писалася наука. Політикою доти справді не займався, навіть тодішніх газет не читав, мене це не дуже обходило, мене цікавили формули, мої студенти, родина – все це були мої обов'язки, звичайно, приємні обов'язки, а що стосується політики – то я був від неї далекий. Але з літа 1988-го... Хоч то був наче продиктований долею і ситуацією випадок, сталося все, звичайно, не проти моєї волі. Настав такий час, коли кожен мусив віддавати своє життя не тому, що вважав найнеобхіднішим для себе, а тим справам, які є загальнонаціональними. Для кожної людини настає врешті такий час. А в тому часі трапляються особливі моменти, які вимагають блискучих рішень і вчинків...

– Що дала Вам робота у Верховній Раді?

– Найперше, мабуть, – допомогла й дозволила усвідомити процеси, які відбувалися у тодішньому Союзі, і знаєте, звідти було краще все видно. Коли в Америці я висловив думку, що Горбачов незабаром зійде з арени, американці зі мною не погоджувалися, вони шану-



вали Горбачова, очевидно, мали за що. Я тоді вже був ректором і вперше приїхав до США – підписувати угоду з одним із тамтешніх університетів, і мав виступ по радіо, де якраз і говорив про ситуацію в Союзі й про Горбачова. І сталося саме так... З тієї Верховної Ради ми це бачили, і коли проголосили Декларацію про незалежність України – ми вийшли з союзної Верховної Ради.

– *І залишилися тільки ректором?*

– Так, тільки ректором. Ректором, який все ж мав свою програму. Основне завдання було – це створити, чи, радше, творити український університет в найповнішому розумінні цих двох понять – український і університет. Творити академічну спільноту розумних людей – студентів, професорів, викладачів, науковців, яка б давала змогу дістати молоді освіти найвищого європейського зразка. І водночас – виховувати суспільство назовні на демократичних засадах. Реалізуючи програму, ми відкрили майже три десятки нових кафедр, створили два нових факультети, інститути – історичний, літературознавчі студії, прикладної фізики. Кількість спеціальностей зросла більше ніж удвічі. За той час, звичайно, відбулися й кадрові зміни.

– *З кадрами, мабуть, було найважче?*

– Це був болісний процес, адже на початках мого ректорства ще був партком. Йшла мова про збалансування життя в університеті, щоб не перевернути все догори дном, всі були дуже наелектризовані. Із обох сторін. Хотілося утримати рівновагу.

– *Ви намагались позбутися людей, які сповідували антиукраїнську позицію?*

– Так зроблено було, але знову ж таки на засадах демократичних. Я вважаю, – і мене ніхто не переконає в протилежному – не можна виховувати студентів на зразках насильства. За допомогою насильства можна розчистити дорогу – а потім усе піде само собою, – запевняє дехто. Такого не буде. Багато хто радив: по-викидати через вікна, через двері, відразу ж у перший день! Різкі зміни сталися без цього – на юридичних засадах, і все ж радикально. Не один сам пішов.

– *Очевидно, піти в такій ситуації – чесніше. Подвійна мораль заважала б. Хіба студенти не помітили б її одразу?*

– Ще й сьогодні є залишки тієї подвійної моралі, і все ж антиукраїнські сили були відсунуті. Ми почали здійснювати два таких напрями реорганізації викладання: по-перше, було поставлене завдання різко збільшити аспірантуру. Сьогодні наш університет має найбільшу аспірантуру, поступається хіба що Київському університетові імені Т. Шевченка. Маємо майже 600 аспірантів. Вони вчаться і в інших вищих навчальних закладах, і за кордоном. Інше життя прийшло, інший світ, отже, інше поводження. Молоді люди поба-

чили Захід – не на екскурсії, не з реклами, а в праці, в навчанні. До речі, вони навіть не уявляють собі, в чому складність буття того старшого покоління, яке не встигло реалізуватись.

– *А другий напрям?*

– Залучити до університету все те найкраще, той інтелект, який є в нашому місті. Людей, які можуть дати нашій молоді нестандартні знання з різних галузей людської діяльності і науки. Дуже багатьох я сам запросив.

– *Багатьох – кого саме?*

– Романа Іваничука, Ярослава Дашкевича, Степана Злупка... Цікавих людей запрошую на будь-який факультет, і можуть це бути й молодші за віком люди, і старші... Назову ще Юрія Андруховича, Віктора Неборака, Ореста Мацюка, Романа Лубківського, Анатолія Камінського. Камінський працював на радіо "Свобода", а нещодавно випустив книжку "Вступ до міжнародних відносин", її збираються перевидати в Києві.

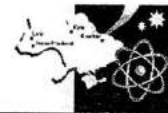
– *А кого з аспірантів хотіли б згадати? Їм же доведеться робити майбутній університет.*

– Насамперед заступника декана юридичного факультету – Петра Стецюка. Він захищав дисертацію з національної символіки не у Львові – в Харкові, і то в той час, коли питали: як ти взагалі насмілився сюди приїхати з такою темою?

З-поміж тих, хто займається теоретичною фізикою – аспірант Володимир Ткачук, надзвичайно талановитий, неординарна особистість з цікавим стилем мислення, з несподіваним поглядом на будь-які фізичні задачі. Він пішов у докторантуру, гарно читає лекції, студенти його люблять. А при тому – скромний і працюючий. Юрій Головач також добрий фізик; після аспірантури працює в Інституті фізики конденсованих систем НАН України (Інститут очолює академік Ігор Юхновський). Головач читає лекції у нас, і в інших вищих навчальних закладах – в Україні й за кордоном. Я вважаю, це доводить високий рівень нашої науки й наших можливостей... І ще одне – Юра є відповідальним секретарем нашого журналу, а така посада – то для людини справді відповідальної і серйозної.

– *Ярослав Грицак – теж з того гурту молодих науковців?*

– Так, з того гурту молодих і талановитих. Але, правда, як кожен справжній науковець, не може весь час триматися на одному психологічному рівні. Таке трапляється, я знаю з власного досвіду, могу й про колег моїх сказати... Йому я запропонував відкрити – чи то, радше, створити – Інститут історичних досліджень. Хай не ображаються на мене колеги-історики, тепер я це говорю відверто: мета діяльності інституту – побудувати паралельну до історичного факультету структуру, зібрати молодих людей, можливо, вони й



не всі характером когось влаштували, можливо – у них різне зі старшими бачення тієї чи іншої історичної проблеми чи оцінка її – але ідея в тому й полягала, щоб історичний факультет відчув дискомфорт, якимось трохи перебудувався. То й сталося. З усіх боків було багато розмов: “Що це ви набрали зовсім молодих, зелених, хочете, щоб вони вам науку творили?” Були різні оцінки. І все ж ці молоді вже багато зробили – надрукували чимало цікавих досліджень, провели чимало конференцій; відбулися політичні “круглі столи”, куди запрошували політиків з-за кордону. Цей маленький Інститут виконав свою місію: історичний факультет якимось так просунувся – трохи вбік, трохи вперед, і тепер уже говорять зовсім інакше, ніж раніше. Грицак, власне, й сам здивувався, коли я йому запропонував цю ідею.

– Він теж не повірив у її реальність?

– Не так щоб не повірив, але таки здивувався. Тоді взагалі мало хто серйозно ставився до таких ідей. Це вже тепер нормально сприймають, коли побачили, що ми справді прагнемо творити університет європейського зразка, і що будь-яка пропозиція, яка прийде від мене як від ректора, будь-яка, хоч як вона сприймалась – все ж реалізується. Я мушу спершу все обміркувати, перш ніж пропоную, мушу сам повірити в реальність ідеї... Коли ти чітко визначиш мету й переконуєш, що її можна здійснити, і здійснюєш – то люди не просто вірять, вони за якийсь час весь свій інтелектуальний потенціал віддадуть своїм колегам, молоді. І перестають називати “авантюристом” поза плечима, в коридорах.

– А називали?

– Так і говорили. А коли обрали на ректора, то знизували плечима. І коли вже потім, ставши ректором, обговорював питання про створення факультету міжнародних відносин, то казали, що може десь там за чотири роки поставимо питання про створення кафедри міжнародного права й міжнародних відносин. Так само й про філософський факультет. А він “стався” за рік, так само як факультет міжнародних відносин.

– Я Вам запропоную тест: найбільше допомогло в складанні програми те, що Ви фізик, а не гуманітарій? Що Ви займалися політикою? Чи то Ваш склад розуму такий і характер? Ви аналізували себе в цій ситуації?

– Так, справді, треба розібратись в самому собі насамперед. Коли я дав згоду балотуватись на посаду ректора, то дуже довго вагався, усвідомлюючи вагу завдання. Мені дало наснагу те, що обрали переважною більшістю голосів. А спершу, ніж дати згоду... Я ж мав змогу у час депутатства працювати з документами в галузі науки й освіти, переді мною багато чого відкрилось – інформація про інші університети, про організацію освіти в Європі. І щодо “відкриття” талановитих дітей – теж... Перш ніж дати згоду, я думав –

не сам думав, я мав і маю друзів, колег, які зараз тут працюють і в інших вищих навчальних закладах – як можна організувати такий от університет задля реформування університетської освіти взагалі? Ідея була одна: що більше талановитих дітей пройде через Львівський університет, таким чином реорганізований, що більше мудрих людей у ньому буде, то краще він працюватиме на державу. Я повторюю: це мав бути український навчальний заклад. Але водночас – і європейський.

І лише після того, як я мав якусь картину в голові, уявив, в яких напрямках провести реформу – а цю картину мені допомогло вималювати ясно, може, й те, як Ви кажете, що маю раціональний спосіб мислення. Звичайно, допомогло й спілкування з багатьма людьми, які працювали в науці, в культурі, в освіті – я познайомився з відомими композиторами, режисерами, кінорежисерами, з провідними вченими.

А колеги й друзі підтримували – вони теж хотіли перетворень і прогресу – усе це в сумі дозволило створити програму, яка сьогодні вже далеко перейшла межі задуманого. І те, що Львівський університет має зараз великий авторитет не лише в нашій державі – а й за кордоном, це визнають усі.

– Які факультети, фахи найбільше знані? Природничі, напевно?

– А знаєте, я б тепер так не сказав. Читати лекції за кордоном запрошують не тільки фізиків чи математиків. Це наша соціальна й національна трагедія – умови праці змушують багатьох якщо не зовсім виїздити, то принаймні на заробітки. Але в тих “заробітках” є своя рація. З України багато поїхало, з нашого університету назовсім – ні, не багато.

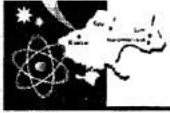
– Вертаються?

– Вертаються. Мене часом дивує: засуджують тих, хто там поїхав до Польщі... Цим визнають, що наша освіта – на рівні. Що ми польських дітей вчимо – це дуже добре.

– Але нехай вертаються.

– А в нас так і є – люди їдуть на договірних закладах. І повертаються додому. І ще інше мене дивує: мовляв, учитись треба тільки на Заході. Так, ми послали туди своїх аспірантів, але ж маємо вірити й у свої можливості. До речі, мій син вчився п’ять років тут, у нашому університеті, зараз вступив до аспірантури, дістав освіту дуже гарну, і він у цьому вже сам переконався, маючи змогу спілкуватись з колегами в різних сферах. Отож в усьому має існувати рівновага. Й реалізуватись можна також удома, не тільки “там”. І треба – удома.

– Пане ректоре, але ж перше, ніж здобути освіту в університеті, треба “здобути” сам університет. Тобто, вступити сюди на навчання. Кажуть, що пот-



рапити до вищого навчального закладу – це не тільки мати знання, а й, скажімо, знайомство чи гроші...

– Питання про вступні іспити – справді далеко не просте. По-перше, без вступних взагалі не обійдеться – університет ліцензований на певну кількість місць, доводиться вибирати кращих серед вступників. По-друге, ми звикли до того, що там, де є вступні іспити, обов'язково присутні негативні, (м'яко кажучи) прояви нашої zdeформованої моралі й свідомості: іспити – це начебто щось формальне, пусте, а основне – “телефонне право”. Є начальство, є грошовиті люди, хабарі й можливість зловживання.

– Який порятунок від цього?

– Міркуйте самі... У 1992 році ми перейшли на тестування. Відтоді приймаємо до університету тільки за тестами. Маємо декілька десятків тисяч завдань з різних предметів у комп'ютерах. Складати завдання було нелегко – і знаєте, особливо з української літератури. Крім обов'язкових з мови, я ввів тести й з літератури. Питань не дуже багато – але результати з'явилися відразу. Реакція цілком зрозуміла – якщо треба скласти українську літературу, то треба в школі щось читати, правда? І почали читати – не тільки діти, а й учителі...

– Отже, тести – це справді порятунок принаймні в справі заохочення до навчання?

– Тести мають свої вади – зокрема, елемент заформалізованості, екзаменатор не бачить живого обличчя дитини. Але це не лише перевірка знань, а й стимул до навчання. На початках на всіх факультетах було введено іспит з іноземної мови (тепер ми його зняли, бо й так кожен розуміє, що без іноземної просто неможливо); тоді в школах відразу різко піднялося зацікавлення цим предметом. Або ще таке. Цього року на журналістиці частину балів віддали на співбесіду, на творчий конкурс, щоб подивитись, чи може вступник бути журналістом, чи має якийсь доробок. Можливо, в майбутньому запровадимо щось подібне й на інших факультетах.

– А комп'ютер не помиляється в оцінці знань?

– Ні! Є ціла система захисту. Відповіді вступник фіксує ще на додаткових талонах з кодами... Одним словом, найголовніше – можливість зловживань зведена до мінімуму.

Зловживання майже виключені. Звичайно, хитрувати пробували – але нічого з того не виходить. Ну, зрозуміло, це викликає негативну реакцію в певному колі людей. Я вдячний кожному, хто підтримував і підтримує ідею тестування. Люди, котрі не сподівалися, що їхні діти вступлять – мовляв, як же без знайомства? – тепер не раз дякують, почувуються щасливими, бо діти ж таки вступають, якщо мають знання. А ті, котрі хапаються за обіцянки шахраїв, сподівуються на якусь там допомогу, мусять знати, що всілякі такі обіцянки

допомогти – це блеф... Я все намагався зробити, щоб знищити хабарництво в університеті. Бувало соромно, коли на Заході питали про це ганебне явище. Але там знають і про нашу університетську систему тестування. Ми її ввели вперше в Україні. Я думаю, це багатьом допоможе позбутися шахрайства і хабарництва.

– Як Ви, пане ректор, ставитесь до ідеї про “інститут кураторства”? Чи потрібне це? І як студентів живеється в гуртожитку?

– Гуртожиток – складне соціальне явище. У матеріальному відношенні – ситуація там жахлива, я щосеместру, а то й двічі, буваю в гуртожитках, навіть проводив там ректорат. Є два боки цього явища: матеріальний (треба визнати, що університет зараз не в стані відповідно утримувати гуртожиток) і моральний, що стосується самих мешканців гуртожитку, дітей, які мають різний рівень виховання, різні уявлення про побутову культуру, про взаємини з товаришами. Діти, які там мешкають, приходять до усвідомлення самоврядування.

А щодо кураторів – то в системі виховання, якщо це не примусово, мусить бути хтось, бодай на початках, хто провадив би дітей... Я з вдячністю пригадую, що мав такого старшого колегу, викладача, від якого отримав чимало добрих порад – починаючи від побутових проблем, знайомства з містом, з університетом. На Заході теж існує подібна форма виховання студентів.

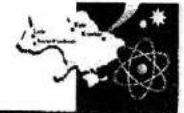
– Студенти можуть впливати на... ну, назовім це “кадровою політикою”? Маю на увазі рейтингове опитування щодо викладачів? Чи не є таке опитування антипедагогічним?

– Туту викладачів подвійне відчуття. Хтось сприймає це як приниження, інші – спокійно чи байдуже. На початку 1990-х років опитування було таким собі обов'язковим додатком до конкурсного розгляду – залишати на роботі викладача або ж звільнити. Пізніше то вже втратило обов'язковий характер, але ми ще проводили опитування. Дехто з викладачів сам організував подібну акцію – це їм давало певну інформацію.

– Траплялися конфліктні ситуації?

– Так, траплялися. Студенти вимагали заміни викладача, і передусім з огляду на ставлення до дітей. Вони прийшли до нас по науку, і ми мусимо навчати, а не підловлювати, виявляти зверхність, принижувати. Траплялися такі випадки, і думка студентів вирішувала долю викладача. Справу розглядали відкрито на кафедрі, на Вченій раді факультету, університету; працювали відповідні комісії, які дбали й про толерантність з обох боків...

– В університеті часто проводять дискусії – тут зустрічають “зброю” люди, що стоять на різних наукових, мистецьких, навіть політичних позиціях – це



теж наука бути толерантним? У вас тут зустрічаються радикали й центристи, відбуваються поважні літературні вечори й збираються молоді письменники, які творять альтернативу Спілці письменників.

– Це правда – тут у нас є завше змога дискутувати. Нема місця лише для антидержавних гасел і виступів. А поки йде нормальна дискусія, можна говорити будь з ким.

Університет – це спілка розумних людей, які можуть між собою говорити чи то в клубі Сковороди, чи на якомусь іншому зібранні. Звичайно, існує й психологічна несумісність, але право висловитися має кожен. Університет має давати змогу проводити конструктивні дискусії, такі, що дарують інтелектуальне задоволення, допомагають вирішити – а то й тільки поставити – запитання на науковому, інтелектуальному рівні. Людей не треба “примирювати”, треба дати їм змогу багато й вільно розмовляти. Це дає користь і викладачам, і дітям.

– Ви весь час називаєте студентів дітьми.

– Це виходить спонтанно. Вони ж справді наші діти... Їх часом сприймаю як власних синів.

– І ось вони врешті закінчують університет, який наче зовсім недавно здобували. Давніше випускників забезпечували роботою. А тепер?

– І зараз так буде. Є вже урядове рішення з цього питання. Закінчивши вищий навчальний заклад, кожен мусить попрацювати кілька років у відповідних інституціях. Скажімо, хтось живе на селі, сплачує державі податок, хоче, щоб його дитина дістала добру освіту. А в сільській школі нема доброго учителя німецької мови чи математики. Він туди не йде, бо має право вибору; ну, а батько дитини хіба не має такого права? Добрий громадянин підтримує державу, так-так, податки платить – і не може дати дитині добру освіту? Для цього треба справді послати на два-три роки випускника вищого навчального закладу, який би там працював учителем; звичайно, потрібні й умови відповідні – але якщо хтось не “зачепиться” надовго, приїде хтось інший. Держава має дбати про всіх громадян рівно, аби був розподіл на такі посади як педагог чи медик. Скажімо, правник не хоче йти на державну посаду, бо там мало платять, але ж на нього витрачені державні кошти. Інше питання – коли він учився на власні кошти – тоді має право на інший вибір.

– Наші випускники, хоча й нема розподілу, в більшості працюють... Тільки вони не хочуть їхати, скажімо, у Миколаївську область – їм там дають все – квартири, пращо. Чи в Херсонську... На жаль, нема того усвідомлення – нести у світ якусь частку нашого Львова. Нині трохи інакше життя. Вони не готові на жертвність і не знають різниці між тим, що було, й тим, що є.

– Цього їх треба учити... Може, є сенс брати на навчання студентів з інших регіонів?

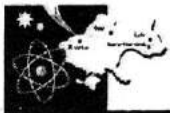
– Ми так і робимо. Ми маємо дітей з Криму, з Луганської області, з Шевченківського краю. Але я не певен, що вони туди повернуться. Важко щось планувати на такий тривалий час. Однак і вони не залишаться без праці – поки що тільки одиниці не влаштовуються. Інша річ, що розподіл може бути не оптимальним: можливо, треба більше правників, може, треба й тих фахівців природничих спеціальностей, яких зараз мало.

– Пане ректоре, а Ви не хотіли б повернутись споглядом у ті часи, коли самі були студентом? Або ще й далі – в дитинство, коли Ваші батьки хотіли для Вас високої науки.

– Моє дитинство? Це село Старі Братушани, де я народився. Воно на території Молдови. Взагалі, на півночі Молдови є багато українських сіл. То наче ще Буковина в сенсі культури, традицій, обрядів, мови... Правда, в різних селах бувають різні говірки. Це напевно цікаво було б дослідити філологам, діалектологам... У нашому селі мова близька до Стефаникової, говорять, як на Покутті. Думаю, село було засноване ще десь у XVI сторіччі – і це такий своєрідний закуток, де впродовж сотень років збереглася українська мова в морі іншомовного середовища. Ці села наче законсервувались, вони розвивались наче самі в собі – і зберегли те, що народилось кілька сот літ тому. Щось є в нашому народі – та й в інших також – щоб триматися свого. Батьки мене вчили цього також... Однак зі смутком згадую, як у 60-х роках почалися так звані “комсомольські стройки”, заводи, консервні фабрики, рибкомбінати – не такі величезні, як Калуський комбінат, скажімо, але все ж – наїхало багато чужого, стороннього люду, і почалось таке... Село хоч наче на узбіччі від дороги, але одразу й у нас змінився склад населення, почали ламатись традиції... Я бачив це, коли приїздив додому студентом. Моє покоління ще дотепер тримається свого – а молодші, виховані тими приїжджими батьками, – то вже інші люди...

– Так раптово тим “переселенням народів” не тільки у Вас ламали традиції. Ви народились у сорок сьомому році...

– Так, навесні... Мама розповідала, як рятувала мене в ту тяжку голодну пору. Той голод теж не був від неврожаю, цей період історики ще мало дослідили – колгоспи, голод сорок сьомого. Батьки пізніше працювали, з 48–49-го, в колгоспі. Батько був у війну на фронті, але не любив про те оповідати. Він помер у шістдесят три. Мама живе в Братушанах – там живе й працює мій молодший брат. На початку п’ятдесятих батько ще з рік працював у сільраді – він самотужки навчився російської ще на фронті – а вчився в румун-



ській школі, ясна річ, українських шкіл у селі не було, та й розмовляти забороняли українською – і знову думаю: як то було берегти – без державної підтримки, навпаки, з заборонами? У сільраді довго батько не був – пішов геть... Він мене багато навчив – світогляд, який маю, то завдяки йому.

Свою найпершу трагедію я пережив, коли мене мама записала до школи, а мене наступного дня випроводили звідти – не мав ще семи років. Потім, за рік, дуже дивувався і що то вчать такого, що я не знаю? Мене мама навчила читати, писати, хоча, власне, сама була майже неписьменна. Батьки обоє хотіли, щоб ми всі мали вищу освіту, це було якесь інстинктивне прагнення – і так сталося. Я справді дуже вдячний своїм батькам.

– Ви часто буваєте в Братушанах?

– Їздимо всією родиною – на Великдень і влітку. Спершу їздили й на Різдво, але ж – кордон. Зрештою, це добре – що кордон, тільки жаль, що мама – за кордоном. Мама так хвилювалася, коли мене обирали до Верховної Ради – життя було нелегким у неї, і весь час чекала тільки лиха. Взагалі ж я батькам клопоту не завдавав – вчився добре, кажу як було, міг вступати в Кишиневі без іспитів – як переможець олімпіади, але так сталося, що поступив до Львівського університету... Батьки не мали змоги утримувати, на стипендію важко було жити – але якось таки витримав. Працював, заробляв на себе... Закінчив університет 1970 року, вступив до І. Юхновського в аспірантуру... А поза тим багато читав, цікавився мистецтвом – брат у мене художник, графік... Я, мабуть, щасливий, що мав таких батьків – вони мене навчали працею. Вони вважали, що праця виховує. Я не знаю, що таке – не працювати. Озираючись назад, я розмірковую про їхнє ставлення до влади, тоді, в ті роки. Не хочу на цьому акцентувати, але ж такі вони мене виховали таким, яким я став.

– Ви говорили про академіка Юхновського – він був вашим учителем, а тепер у Вас є учні. Бачите якісь паралелі у взаєминах?

– І. Юхновський 1965 року захистив дисертацію... На третьому курсі я обрав спеціалізацію – теоретична фізика. Він завідував кафедрою теоретичної фізики. Читав лекції, спецкурси, скажімо, квантову механіку – він дуже добре читав лекції. У мене досі збереглися його конспекти. Ви знаєте, як це – щось зберегти, коли живеш у гуртожитку. Курсову роботу я робив не в нього, а на дипломну він запросив мене сам. І вже на п'ятому курсі – тоді якраз одружився, 1969 року, – на третьому курсі я мав задачі, які він мені дав. Щось там мені вдалося зробити, я не буду цього роз'яснювати, мабуть, його щось здивувало в тому, а може, побачив серйозне ставлення до науки, от щось уміє студент і запропо-

нував мені йти в аспірантуру. Він мені багато допоміг, не лише як науковий керівник, а й у житті взагалі... Дружина, як і я, не мала тут у Львові родини. Ми вчилися в одній групі.

В аспірантуру я вступив до Інституту теоретичної фізики в Києві, його очолював академік Боголюбов – учений зі світовим ім'ям. У Львові та в Ужгороді створили тоді відділи, пізніше, у нас – інститут, яким керував академік Юхновський. А на третьому році аспірантури я подав кандидатську до захисту... Юхновський теж вчив мене працювати. Він сам дуже працююча людина – і це нас також єднало. Я завжди до нього ставився як до вчителя, в будь-якій ситуації. Але я маю – своєрідний характер, завжди говорю, як думаю, прямо, ясна річ, виховано... Чи то були наукові дискусії, чи щось пов'язане з діяльністю відділення інституту, яке він очолював – можливо, учителеві не все подобалося, що говорив учень. Можливо, щось могло бути прикрим – але я інакше не міг, і моя прямота завдяки його толерантності й мудрості вихователя незмінювала наших взаємин. Я з ним дотепер у добрих, дуже добрих стосунках.

– А Ви самі маєте таких учнів, які не бояться відверто говорити, що думають? Яким дозволяєте це робити?

– Є. Я їх "на собі" вчив, щоб говорили правду. І то відразу видно, хто крутить. Я з тими не підтримую контактів, нехай собі захищають дисертацію, але тісних зв'язків не буває. Зрештою, я маю добрих учнів. І не один працює в нас.

– Чи можна говорити про школу львівських фізиків-теоретиків?

– Так, існує традиція кафедри теоретичної фізики, яку заснував ще професор Василь Міліянчук і керував нею. Там працювали такі вчені, як Роман Гайда, Михайло Сеньків; нині працює, скажімо, учень І. Юхновського – професор Лаврентій Блажієвський. Ясна річ, треба ще раз згадати ім'я самого І. Юхновського, який очолював кафедру після В. Міліянчука. Я теж тут працюю, завідую кафедрою.

– А як щодо "школи" й традицій на гуманітарних факультетах?

– Думаю, вони також є. Адже були цікаві люди – визначні особистості, які залишали свій слід; потім хтось ступав далі.

– Фізика, математики – національні учені остільки, оскільки працюють на свою державу. Література, історія – позанаціональними бути не можуть. А за часів зовсім недавніх такого визначення не існувало.

– А проте, так мені видається, що велика особистість, вчений, який не міг виявляти свої переконання – все ж залишав після себе людей, які мислили так



само, як він, я думаю, що відтворення тієї чи іншої школи в історії чи літературі – цілком можливе.

– Ви як ректор постійно підтримуєте саме гуманітарні напрями в університеті...

– Я вважаю це святим обов'язком – університет, зрештою, за своїм характером має печать гуманітарного вищого навчального закладу. І коли йде мова про природничі й гуманітарні напрями – я, б сказав, що їх представників різнить хіба що спосіб мислення, завше адекватний до предмета дослідження.

– А журналіст? Мені це цікаво! Він мусить, я думаю, поєднувати аналітичний підхід до проблеми, як математик, мусить знати психологію й логіку, володіти словом – водночас.

– Журналістам треба мати справді добре аналітичне мислення. Університет мусить того вчити – і тут різниця, може, між ним і суто технічними вищими навчальними закладами. Тут все разом творить ту атмосферу, що об'єднує тих, хто вивчає душу людини, її внутрішній світ, і тих, хто вивчає природу, наче стоячи обіч неї, спостерігаючи її. Ці дві культури – природнича й гуманітарна – вони не є аж так сильно розведені. Деколи фізика вимагає знань дуже широких – і в галузі філософії, скажімо. Журналіст мусить мати певний світогляд, добрий рівень знань у будь-якій галузі. І тому та спільнота, яка складає основу університету, ця своєрідна атмосфера, де кожен з кожним може говорити щодня на будь-які теми – це світ, який різниться від інших.

– Приватні вищі навчальні заклади мають право на існування?

– Так, тільки треба знати, яка їх роль, хто їх організатор, на яких ресурсах – і людських теж – засновано.

– За кордоном є достатньо таких вищих навчальних закладів?

– У Європі їх роль досить мізерна. Про це, до речі, говорили учасники асоціації ректорів. У США – інша річ, але порівнювати США з Україною в цьому відношенні нема сенсу; що може дозволити собі громадянин США у справі освіти, того ніяк не може дозволити хтось у нас. Йдеться про оплату навчання. Загалом, приватні вищі навчальні заклади мусять мати незаперечно високий рівень. А тим часом траплялися випадки чистої авантюри, навіть шахрайства під час організації таких закладів.

Я вважаю, що про освіту в країні насамперед мусить дбати уряд, мусить утримувати її на найвищому рівні. Ми сплачуємо податки і маємо право забезпечити вищу освіту своїм дітям. Так є у всьому світі. Навіть у США, де багато приватних вищих навчальних закладів, то й там третину оплати складають гроші студентів, третину – фірм чи фондів, а третину платить така держава...

– У такому разі як Ви ставитеся до тотального перейменування всіх і всяких вищих навчальних закладів на університети?

– Якщо йдеться про педагогічні інститути високого рівня – на мій погляд, це добре, що вони стають університетами. І я скажу, чому. Університет дає інші можливості, інший рівень, сприяє саморосту, дає автономію – а навколо цих навчальних закладів об'єднується багато людей, які сприятимуть такому саморосту й самовияву – і через певний час новий університет прикрасить свій край, і відрізнятиметься від львівського тим, що відтворюватиме духовну красу, духовний рівень свого краю, його матеріальну й духовну культуру. А щодо університетів, які фактично є однопрофільними – скажімо, технічні вищі навчальні заклади – тут важко щось сказати. Зі зміною назви треба брати на себе нові зобов'язання.

– У минулі часи Ви б стали ректором? І чи є щось у Вашому житті, що Ви хотіли б викреслити?

– Я в університеті читаю лекції з 75-го року... Постійно працюю з 84-го... У 86-му мене запросили в ректорат – це я вдруге увійшов у цей кабінет після того, як приймали на роботу. Приїхав представник з Міністерства запропонував мені ректорство – в іншому вищому навчальному закладі. Я попросив на роздуми півхвилини. Гість здивувався – але ще більше здивувався, коли я сказав: "Ні!". Наступного дня телефонували, переконували, але я не погодився. Для мене посада ректора... Одним словом, я не міг би тоді виконати свою програму. А що друге Ви питали? Ні, серйозного чогось, від чого хотів би відмахнутись, нема. Може, я поволи думаю – і встигаю все "прорахувати"? Часом вдаю, що довго думаю. Але якщо приймаю якесь важливе рішення – то це вже поважно. Я кажу: я отримав добре виховання вдома, хоча мої батьки були прості селяни. Там мірялось одним: треба жити чесно і працювати. Вони так вважали.

– Скільки втратила фізика – і скільки втратили Ви як науковець через те, що погодилися стати ректором у Львівському університеті? Ми весь час говоримо лише про доктора наук Івана Вакарчука – як про ректора, і майже нічого – як про науковця.

– Скільки втратила фізика – я не знаю. Але я втратив. Я вирішив погодитися на посаду ректора – і свідомо на це йшов. Не думаю, що вже виписався. Це був 1990-й рік. Я тоді вже десять літ був доктором наук, активно працював: я думав про формули, і навіть під час конференції, коли підтримали мою кандидатуру в депутати, під час сесії – я думав про формули; під час сесії маєш змогу працювати, – я працював і мав задоволення від цього. Тепер часу стало дуже мало. І не тому, що дрібниці заїдають. Ні. Головне – я хотів щось зробити – й робити – у нашому університеті як ректор.



Усвідомлюючи перспективу, я мусив укласти програму, продумати мусив усе – це виснажувало, адже за програмою – люди, їхні долі... Я публікую свої праці – але щодня не працюю. Колись у мене була така своя власна програма – якщо не напишу упродовж дня сорок сторінок формул (чому сорок – я сам не знаю) – то цей день я прожив дурно, він пропав марно.

– *Формули – завше щось нове? І то щодня? А якби Вам прийшла на думку нова ідея, яку Ви зараз не маєте часу розробити, Ви б подарували її якомусь своєму учневі?*

– А так і є! Я публікую і сам, і зі співавторами, і з учнями. У мене є твердий принцип, від якого я ніколи не відступлю – сподіваюсь, що ніколи – я жодного разу не підписувався співавтором у роботі, якої не виконував. Я говорю своїм колегам, вдома – не дай Боже мені відступити від таких принципів. Мусять мені сказати, коли я чинитиму не так. Вік деморалізує людину – я боюсь цього.

– *Треба мати учнів, які можуть сказати: Ви не досягнули самого себе в якійсь ситуації...*

– Поки є самоконтроль, треба працювати. Треба вловити момент, коли втрапиш його. Це драма кожної людини – не лише вченого чи митця. Це важко. Я розумію й усвідомлюю рівень своєї нинішньої науки – це добра наука... Але крім бажання працювати є ще один момент – виснаження. Рахунки, формули – це виснажливо, я вже не можу написати сорок сторінок упродовж дня, хоча – так бажано, так затягує...

– *Є ректор Вакарчук? Те, що Ви сказали – це нічим не відрізняється від літературної творчості.*

– Ти не можеш себе зупинити. Ти просто спустошений і все одно не можеш себе зупинити. Це так не просто займатися наукою й адмініструванням. І – щодня щось читаю. Учора читав дисертацію...

– *Читаєте тільки фахове?*

– Не тільки фахове. У мене завше п'ять-шість книг до читання... Зараз є так багато цікавих перекладів у галузі філософії. Раніше ми цього не мали. Я вибираю котрись із них і читаю... Література, філософія, театр – це все те, чого потребує якась інша частина моєї душі, мого внутрішнього світу. Роблю те, що мені цікаво, читаю Платона, Гоголя, Франка – в години, коли їхні думки резонують з моїм настроєм.

У науці теж є різні зацікавлення – поза теоретичною фізикою. Але я не хочу хвалитися знаннями там, де не є фахівцем. Багато хто вважає, що дуже добре орієнтується в історії чи в літературі, але ж то не так: наважуватись будь-що говорити з історії фізику – це не зовсім етично, якщо йдеться про серйозний рівень. Приємно, звичайно, коли на якомусь неофіційному

зібранні науковців вільно вести розмову про літературу, історію, географію чи біологію; я не почуваюся тоді дискомфортно, але то рівень все ж не науковий”...

Відтоді Іван Вакарчук пережив біль втрати рідних – матері, брата..., зазнав радисть від народження внучки Марічки, радисть успіхам синів Святослава та Олега.

Пройшло десять років, упродовж яких під керівництвом ректора Івана Вакарчука Львівський університет імені Івана Франка став національним, демократичним, вищим навчальним закладом європейського зразка. В Університеті відкрито нові факультети, нові кафедри, нові спеціальності. Навколо ректора згуртувались чимала когорта науковців, викладачів, працівників, які докладають багато зусиль для підготовки високоосвічених фахівців, нової свідомої української інтелігенції, що свої знання жертовно доклатимуть для розбудови незалежної України.

Саме цього, 2007 року, журнал “Світ фізики” святкує своє перше десятиріччя. Плідно та успішно працює колектив над цим виданням під керівництвом головного редактора Івана Вакарчука. Журнал став популярним серед учителів, школярів, студентів, науковців і широкого загалу фізиків, і не лише, в Україні, а й за її межами.

Іван Вакарчук є авторитетним ректором, науковцем, громадським діячем, автором багатьох книжок. Вийшли з друку низка підручників для студентів, зокрема, “Квантова механіка”, яка витримала три перевидання (за неї автор 2000 року одержав Державну премію України в галузі науки і техніки), “Теорія зоряних спектрів”, “Вступ до проблеми багатьох тіл” та ін. З його ініціативи в Університеті розпочато переклад українською мовою та перевидання найкращих світових підручників для вищої школи. За серію праць “Спектральні дослідження зірок і комет” 2005 року Івана Вакарчука нагороджено премією М. П. Барабашова НАН України.

“За визначні особисті заслуги в розвитку вітчизняної освіти і науки, багаторічну плідну науково-педагогічну діяльність, вагомий внесок в утвердження незалежної Української держави” указом Президента України Віктора Ющенка від 05.03.07 року (№ 175/2007) Івану Вакарчуку, ректору Львівського національного університету імені Івана Франка, доктору фізико-математичних наук, професору присвоєно звання Герой України з врученням ордена Держави.

Іван Вакарчук – високоосвічена, культурна, інтелігентна, демократична особистість, яка вболіває за долю України та її майбутнє.

Він творить свій український університет...

Галина Шопя



Доля Дебая і доля його імені

Олександр Проскура

кандидат фізико-математичних наук
(Берлін, Німеччина)

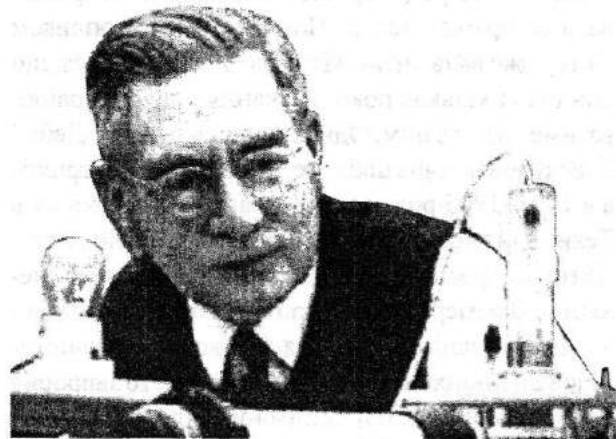
Ставлення до правди – це головна характеристика і людини, і партії.

Євген Сверстюк

Петер Дебай (1884–1966) здобув світову славу “Майстра молекули” і Нобелівську премію з хемії. Його науковий таланти були універсальні, він зробив низку важливих відкриттів у фізиці. П. Дебай – один з піонерів квантової теорії твердого тіла [1].

Дебай народився у Нідерландах, а працював переважно в Німеччині. Саме тут його обрали головою Німецького фізичного товариства. У Нідерландах було засновано наукову премію Дебая, його іменем названо фізичні інститути при університетах Маастрихта та Утрехта і вулицю в Аахені. Дебаєм пишалися у рідній країні. Та раптом після появи книжки Ріспенса “Айнштайн у Нідерландах” [2] 2006 року та низки статей у нідерландських газетах, прокотилася хвиля надзвичайно емоційних дискусій і публікацій. Вони стосувались не так Айнштайна, як Дебая, якого почали засуджувати за колабораціонізм із німецькими нацистами, які під час Другої світової війни окупували Нідерланди, та за співучасть у трагічному “розв’язанні єврейського питання”, яке призвело до Голокосту і знищення за національною ознакою шести мільйонів мирних людей в Європі.

Голокост – це злочин проти людства. Таких злочинів народи не забувають. Не дивно, що цивілізоване нідерландське суспільство гостро прореагувало на інформацію про антисемітизм Дебая. Йому закидали, що в часи перебування націонал-соціалістів при владі в Німеччині він завершував свої листи нацистською здравицею; виключив євреїв із Німецького фізичного това-



риства, де головував у 1937–1939 роках; після еміграції до США підтримував прямі контакти з організаціями нацистської Німеччини. Отже, на Дебая впало тавро ганебної причетності до Голокосту через більш як півстоліття після знищення нацистського режиму. Наслідком подання sensationної інформації в Нідерландах стало те, що різні інституції на батьківщині Дебая відцурались від його імені. Швидка та гостра реакція нідерландського суспільства, відомого толерантністю, засвідчила категоричне неприйняття людьми насильства і брутальності. У нідерландських дослідників історії фізики виникло запитання – наскільки реакція їхніх земляків на події минулих часів майже загальної покори попередніх поколінь була адекватною з наукового погляду, і чи не була ця реакція поспішною. Тому post factum до університету Утрехта для ґрунтовнішого ознайомлення з історичними обставинами і ситуацією навколо імені Дебая було запрошено з доповіддю німецького дослідника професора Гофмана (Dieter Hoffmann), оскільки він за роки праці в Берлінському Інституті історії науки Товариства Макса Планка докладно вивчив історію Німецького фізичного



товариства часів Третього Райху і міг поділитися з нідерландськими колегами науковою інформацією про ті умови, за яких довелося працювати природознавцям в Німеччині часів тоталітаризму [3]. Спробуймо розглянути ситуацію навколо Дебая, стисло нагадавши про його основні наукові результати з фізики та проаналізувавши його життєвий шлях.

Петер Дебай народився 24 березня 1884 року в Маастрихті в родині робітника. Його мати працювала касиркою в театрі. Чотирирічним хлопчиком Петер вже вмів читати. Його батько сподівався, що син після кількох років навчання у школі працюватиме разом з ним. Однак сталося інакше. Дебай блискуче закінчив шкільне навчання в Маастрихті, а в 1901–1905 роках вже вивчав електротехніку в Технічній високій школі міста Аахен. Здібного студента опікував завідувач катедри теоретичної механіки Зоммерфельд (Arnold Sommerfeld, 1868–1951). Він зацікавив Дебая фізикою, а коли перейшов до Мюнхенського університету, то запросив його до себе асистентом. Вони стали друзями. У Мюнхені Зоммерфельд заснував знамениту школу теоретичної та атомної фізики. Довгий список учнів Зоммерфельда відкриває його перший докторант Нобелівський лавреат Дебай, у цьому списку видатних науковців є нобелівські лавреати з фізики Гайзенберг (Werner Heisenberg, 1901–1976), Паулі (Wolfgang Pauli, 1900–1958) і Бете (Hans Bethe, 1906–2006).

Дисертаційну роботу Дебай захистив 1908 року, в ній теоретично проаналізовано тиск світла на кулі з різноманітних матеріалів. Темою дисертації було визначено провідний науковий інтерес Дебая – взаємодія променя і матерії. За два роки в наступній дисертації Дебай розвинув електронну теорію металів, й активно зацікавився квантовою теорією, передбачивши важливість майбутніх виконаних в її межах досліджень. Він належав до тих дуже небагатьох дослідників, що швидко зуміли відчувати, які перспективи розкриває перед наукою квантова гіпотеза Планка (Max Planck, 1858–1947), запропонована 1900 року як наслідок вивчення теплового випромінювання. 1910 року Дебай дав найкоротше і найпрозоріше доведення закону теплового випромінювання за Планком.

Дебай виконав важливі дослідження з квантової теорії твердого тіла. Цінним науковим досяг-

ненням Дебая є теорія питомої теплоємності кристалів за низьких температур T , яку він розробив 1912 року. Ця теорія виражала температурну залежність теплоємності у вигляді функції T^{-3} . Формулу, яку він одержав, назвали законом Дебая. Розвиваючи для твердого тіла погляд на нього як на пружне середовище, здатне здійснювати коливання в певному діапазоні частот, Дебай увів поняття фонона. Дослідження діелектричних властивостей речовини і відкриття дипольної структури матерії, що їх здійснив Дебай, виявилось ключем до загального пізнання будови молекул і принесло дослідникові славу “Майстра молекули”.

Учений швидко і творчо реагував на появу нових перспективних напрямів досліджень. Так сталося і після відкриття явища дифракції рентгеновських променів на кристалах, яке здійснили Макс фон Лауе (Max von Laue, 1879–1960), Вальтер Фридрих (Walter Friedrich, 1883–1960) і Пауль Кніппінг (Paul Knipping, 1883–1935). Це відкриття Дебай разом зі своїм учнем Шерером (Paul Scherrer, 1890–1969) розвинули, відкривши 1915 року метод рентгеноструктурного аналізу полікристалічних матеріалів, який ґрунтується на дифракції рентгеновських променів на кристалічній ґратці. Його названо методом Дебая-Шерера.

Дебай одним з перших почав дослідження полімерів. Про багатогранність наукових інтересів Дебая свідчить концепція адіабатичного розмагнетичування, яку розробив у 1920-х роках і яка була важлива для одержання наднизьких температур. Варто нагадати також про те, що відкрите Комптоном (Arthur Holly Compton, 1892–1962) явище збільшення довжини хвилі рентгеновського проміння під час розсіяння його речовиною тривалий час називали ефектом Комптона-Дебая, бо саме Дебай пояснив явище, спираючись на гіпотезу Айнштейна про кванти енергії і використовуючи закони збереження енергії та імпульсу для опису взаємодії рентгеновського кванта з електроном.

Наукові досягнення молодого Дебая своєчасно помітили. Це позитивно вплинуло на його кар’єру. Він 1911 року переходить на професорське місце Айнштейна (Albert Einstein, 1879–1955) до університету Цюриха в Швейцарії, а за рік починає працювати професором теоретичної фізики



в Нідерландах в університеті Утрехта, далі від 1914 року в Німеччині він працює як наступник професора Ріке (Eduard Riecke, 1845–1915) в Геттінгенському університеті. До Геттінгена Дебай прибув уже одруженим, він побрався 1913 року в Мюнхені з німкенєю Матильдою Альберер (Mathilde Alberer, 1887–1977). Вони мали двоє дітей: сина Петера і доньку Матильду.

Від 1927 року Дебай працював у Ляйпцигському університеті, який завдяки науковим результатам Дебая і Гайзенберга став у 1930-х роках центром досліджень структури матерії і квантової механіки. У науці Дебай працював з настроєм митця, наукова творчість приносила йому радість. Дебай часто довірявся інтуїції. У науковій праці Дебай не знав філософських упереджень, на відміну від Айнштайна, який, догматично опираючись статистичному трактуванню квантової теорії, висловив у листі до Бора обґрунтування своєї позиції: "Gott wurfelt nicht – Бог не кидає жеребок". Цей вислів, які Айнштайн часто повторював, відомий і в іншому перекладі: "Бог не грає в кості". Дебай під час наукового семінару, коли учасники через втому не були в стані розв'язати якоїсь задачі, міг порадити добре пообідати, щоб потім з новим натхненням братись за успішне розв'язання. У спогадах учнів Дебай – щиросердна людина з рідкісно потужним інтелектом.

Після січня 1933 року німецьке суспільство і Дебай опинились в нових політичних умовах жорстокого авторитарного режиму – в січні 1933 року до влади, як відомо, прийшла націонал-соціалістична робітничка партія. Хоча цей перехід відбувся відносно мирно, проте одним з перших наслідків нацистської влади та утвердження ідеології расизму стали драматичні зміни в долях багатьох людей. Уже за декілька років з вини нацистів і більшовиків, які разом ділили світ, загинули десятки мільйонів людей в усьому світі.

Націонал-соціалісти вже в квітні 1933 року видали закон про реставрацію інституту чиновництва. Цей закон було скеровано проти політичних противників націонал-соціалістів та проти так званих "неарійців". У руках нацистів опинився інструмент для переслідування небажаних працівників на державних посадах, внаслідок чого німецькими університетами прокотилась хвиля звільнень з роботи людей неарійського походжен-

ня – євреїв. Не маючи перед собою перспективи знайти роботу, вони в передчутті Голокосту були змушені шукати порятунку в еміграції і виїжджати з Німеччини. Серед емігрантів опинились такі світові знаменитості, як Нобелівські лавреати з фізики Айнштайн (Albert Einstein, 1879–1955) і Франк (James Franck, 1882–1964) та з хемії Габер (Fritz Haber, 1868–1834). Фізики українського походження Остапові Стасіву (1903–1985) через його мовний акцент теж довелося піти з Геттінгенського університету.

З інституту фізики, яким Дебай керував у Ляйпцигському університеті, до США емігрував його асистент Зак (Heinrich S. Sack). Франк згадував, що Дебай допоміг Закові рекомендаційними листами і позитивними відгуками, щоб полегшити йому працевлаштування і життя в складних умовах еміграції. Серед спогадів Франка є також додаткові матеріали про те, що Дебай переймався долями інших людей і допоміг не тільки Закові. Відомо, що Дебай був основним посередником в організації успішного виїзду за кордони Німеччини дослідниці атомного ядра Лізе Мейтнер (Lise Meitner, 1878–1968), яка мала австрійське громадянство і якій після аншлюсу Австрії загрожувала смертельна небезпека. Саме з листа Дебая, якого він надіслав 16.06.1938 до Бора (Niels Bohr, 1885–1962), і розпочався порятунок Лізе Мейтнер. Організацію небезпечної допомоги колегам, яку переслідувала влада, брав на себе Макс фон Лауе.

Політичні зміни в німецькій державі та наслідки цих змін в її академічному середовищі не дуже вплинули на поведінку Дебая. Дослідникам невідомі його схвальні або критичні зауваження тих часів про дії уряду. Він, як і більшість його колег, дотримувався в поведінці зовнішнього нейтралітету. До тих небагатьох науковців, які мали громадянську мужність критикувати владу, безперечно належали Планк і послідовний противник нацистів Макс фон Лауе, що походив з давнього роду військовиків і мав певний політичний досвід. Тож він писав до Айнштайна в США: "Політична боротьба вимагає інших методів та інших інтересів, ніж наукові дослідження. Науковець потрапляє в цій боротьбі, зазвичай, під колеса".

За поданням Планка, який був Президентом наукового Товариства Кайзера Вільгельма, Дебая



01.11.1935 призначили директором Інституту фізики Товариства Кайзера Вільгельма в Берліні в районі Далем. Цей Інститут фізики було створено 1916 року на кошти приватних фондів персонально для Айнштайна, який у цьому інституті був єдиним науковцем. Інститут не мав спеціального приміщення, адресою і канцелярією цього Інституту слугувало приватне помешкання Айнштайна. У середині 1920-х років Айнштайн почав було віддалятися від інститутських справ і доручав їх своєму другові Максу фон Лауе, саме тоді виникли наміри перетворити цей Інститут на дослідницьку установу з численним персоналом і актуальними науковими програмами. Планк мав намір повернути Берлінові статус міжнародного фізичного центру, втрачений через вплив висококваліфікованих фахівців після приходу до влади нацистів, і наполягав на будівництві в столиці великого добре устаткованого інституту з директором Дебаєм. У протоколі 1934 року про заснування цього Інституту є посилання на Планка, який заявив про перспективність вивчення атомного ядра і про те, що в новозбудованому інституті саме такі дослідження мають виконуватись під керівництвом ляйпцигського професора Дебая, який найбільше відповідав цій посаді. Кандидатуру Дебая було підтримано, однак не одностайно. Проти Дебая виступив нацистський активіст Нобелівський лавреат Штарк (Johannes Stark, 1874–1957), у планах якого була передбачена реорганізація німецьких фізичних досліджень. Штарк у листі до імперського міністерства освіти оскаржив призначення Дебая, мотивуючи свій протест тим, що Дебай був теоретиком і не мав стосунку до експериментальної фізики. Штарк виступив проти Дебая не так противником уявного нідерландського ворога німецького націонал-соціалізму, а радше як чільний представник групи “німецьких фізиків”, які традиційно віддавали перевагу надійному експериментові та з політико-ідеологічних міркувань категорично заперечували теоретичну, як вони називали, “єврейську фізику” Айнштайна.

Щодо свого призначення на посаду директора Дебай написав Зоммерфельдові весною 1935 року, що він мусить залишатись вірним Планкові й хоче вкласти свої сили в реалізацію його планів.

Щоб збудити у європейських фізиків інтерес до модернізованого Інституту фізики, Дебай 1935 року в Оксфорді відвідав Симона (Franz Simon, 1893–1956) і в Лейдені де Гааза (Wander Johannes de Haas, 1878–1960), які володіли технологією зрідження гелію, та лабораторії фірми Філіпс в Айндофені.

Навесні 1936 року Дебая було офіційно оголошено директором Інституту фізики Товариства Кайзера Вільгельма в Берліні-Далем. Ухвала про призначення Дебая від 01.11.1935, відколи Дебай вже займався справами будівництва Інституту, була актуальна. Упродовж 1936 року Інститут було збудовано за фінансової підтримки американського фонду Рокфеллера і навесні 1937 року в ньому розпочались дослідження. За штатним розкладом, в Інституті фізики працювали три професори, шість асистентів і допоміжний персонал. У передвоєнні роки 1936–1939 в Інституті виконували дослідження докторанти і гості з багатьох країн. Вайцзекер (Carl Friedrich von Weizsacker) згадував, що в Інституті була сприятлива для творчої роботи атмосфера. Молоді науковці незалежно і цілком самостійно визначались із темами своїх досліджень, що, звичайно, було приємно і водночас важко. Дебай і фон Лауе завжди охоче відповідали на запитання молодих і з повагою до них обговорювали їхні проблеми. Дебай був винятково ліберальним директором [4].

Пропозиція Дебая та інших фізиків надати Інституту ім'я Планка наштовхнулася на опір лідерів “німецької фізики” Нобелівських лавреатів Штарка і Ленарда (Philipp Lenard, 1862–1947), які в листі до міністерства заявили, що Планк недостатньо зробив для фізики. Тут доречно зауважити, що Гітлер на той час уже був розлючений твердженням Планка про те, що євреї багато зробили для німецької культури. Попри заперечення, Дебай на своїх друкованих працях почав зазначати, що він виконав їх в Інституті фізики Макса Планка. У ті часи Планк залишався Президентом наукового Товариства Кайзера Вільгельма. Після Другої світової війни існування Товариства було відстояно, його було збережено і перейменовано в Товариство Макса Планка (Max Planck Gesellschaft). В Україні відповідником цього Товариства можна вважати Національну академію наук.



Дебай так облаштував Інститут, щоб у ньому можна було провадити дослідження з усіх галузей фізики і насамперед з ядерної фізики (з використанням високовольтного обладнання) та дослідження поблизу абсолютного нуля температури. Однак через переобтяження організаційними справами, роки роботи Дебая в Інституті виявились в його особистому науковому доробку менш плідними, ніж раніше.

З переїздом до столиці Німеччини Дебай досягнув вершини академічної кар'єри. У Берліні він став директором великого інституту і професором університету. Його репутація була дуже висока, і він поводився досить незалежно. Незалежною деякий час була і поведінка Товариства Кайзера Вільгельма і Німецького фізичного товариства (НФТ).

НФТ чинило опір втручанням націонал-соціалістів у свою діяльність найпослідовніше і найдовше з усіх німецьких наукових і технічних товариств. Це виявилось, наприклад, у такому епізоді: голова НФТ Ценек (Jonathan Zenneck, 1871–1959), готуючись до виступу на відкритті щорічної конференції НФТ 1936 року, запитував, хто міг би проголосити здравицю на честь фіорера та чи варто надсилати фіорерові вітальну телеграму, зобразивши в такий спосіб чемну усмішку, і хто міг би це зробити, бо сам він не знає, як такі справи залагоджують. Претензії уряду стосувались статусу та ідеології НФТ.

Позиції Дебая ще більше зміцнились після того, коли восени 1936 року його нагородили Нобелівською премією з хемії. На нього не подіяла заборона одержувати цю найвищу наукову нагороду німецьким науковцям, про що їх застеріг Гітлер після відзначення Нобелівською премією миру противника нацистського режиму і символічну фігуру опору Карла фон Осетцькі (Carl von Ossietzky, 1889–1938), який відбував ув'язнення. Дебай, відповідаючи на докір декана університету про заборону одержувати премію, незворушно відповів, що дозволу для себе він питався у своєї королеви.

Реноме Дебая і його відносно незалежна поведінка користувались повагою колег. Він став кандидатом на обрання головою НФТ. Засноване 1845 року, це товариство було одним з найдавніших і найвпливовіших професійних товариств

Німеччини, яка в першій третині ХХ сторіччя посідала місце світового центру фізичних досліджень і була провідною в теоретичній фізиці. НФТ послідовно охороняло від нацистів свою автономію, а 1933 року воно відмовилось обрати своїм головою нацистського ставленика Штарка, щоб не потрапити під прямий контроль режиму та під його гнітом не прийняти панівної ідеології. На відміну від Спілки німецьких інженерів і Німецького хемічного товариства, зі складу НФТ тривалий час до 1938 року не усували членів єврейського походження. Виняток був з Айнштайном, чиє прізвище згідно з його відповідною заявою було вилючено ще 1933 року зі списку членів НФТ.

Фізики довіряли Дебаєві та обрали його головою НФТ у вересні 1937 року як наступника Ценека [5]. З плином часу і посиленням тоталітаризму сутички між НФТ і міністерством почастішали і стали гострішими, виявились розбіжності в поглядах керівництва НФТ і урядовців, зокрема, і під час відзначення науковців медаллю Планка, який мав претензії до нацистської ідеології та практики, і під час готування 80-річчя від дня народження Планка. Товариство щораз більше зазнавало тиску міністерства. Однак Дебай, як і тодішній провід НФТ, демонстрував свою готовність до компромісів, проте дуже зволікав із запровадженням державних вимог до діяльності НФТ. Ситуація вкрай загострилась після 8 листопада 1938 року, коли в Німеччині було проведено так звану “кришталеву ніч” – по всій країні було спалено синагоги і відбувся спланований єврейський погром. Згідно з категоричною вимогою урядового циркуляру за умов зростлого тиску на НФТ, яке ще намагалось зберегти свою автономію, тоді як інші наукові та технічні товариства вже пристосувались до авторитарного режиму, Дебай підписав 09.12.1938 у порозумінні з керівництвом НФТ до німецьких членів НФТ листа, що він вимагає, аби всі члени НФТ з німецьким громадянством і єврейським походженням мусять відповідно до Нюрнберзького закону та з обов'язковим урахуванням панівних обставин повідомити про свій вихід з НФТ. Зміст цього звернення Дебая було узгоджено з керівництвом НФТ, на проєкті звернення серед інших підписів є й підпис Макса фон Лауе. Отже, якщо дозволимо собі користува-



тись штучним поняттям вимушеної “колегіальної відповідальності” за лист, то вона колективна. Листа було розіслано по Німеччині всім членам НФТ. Ось цей документ:

*Deutsche Physikalische
Gesellschaft e.V.*

*Charlottenburg 5.
Wundtstrasse 46.
den 9. December 1938*

***An die Deutschen Mitglieder
der Deutschen Physikalischen Gesellschaft***

Unter den zwingenden obwaltenden Umständen kann die Mitgliedschaft von reichsdeutschen Juden im Sinne der Nürnberger Gesetze in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft nicht mehr aufrecht erhalten werden.

Im Einverständnis mit dem Vorstand fordere ich daher alle Mitglieder, welche unter diese Bestimmung fallen, auf, mir ihren Austritt aus Gesellschaft mit zuteilen.

Heil Hitler!

*P. Debye
Vorsitzender*

Значно пізніше, 1988 року, вже за інших політичних обставин, листа було опубліковано в журналі НФТ “Physikalische Blätter” і його обговорила німецька громадськість. Ще пізніше 2006 року в Нідерландах авторство цього листа було поставлено на карб Дебаєві як свідчення його антисемітизму.

Учасників нідерландських дискусій 2006 року про роль Дебая в усуненні євреїв із НФТ обурювало також те, що під документом про усунення стоїть адресоване рейхсканцлерові “німецьке вітання” Дебая. Варто знати, що в середині 1930-х років це вітання з двох слів було запроваджено як обов’язковий елемент усіх службових документів. Ним були змушені закінчувати свої офіційні листи не лише Дебай, а й Макс фон Лауе та Макс Планк, якого вважають совістю німецької науки і чийого сина було страчено за участь в антигітлерівській змові.

З іншого боку, наприкінці 1930-х років молоді фізики-члени НФТ, що стали націонал-соціалістичними функціонерами, гостро критикували Дебая і керівництво НФТ за очевидне зволікання зі зміною статуту НФТ у нових соціально-історичних умовах. На цю партійну критику Дебай 02.03.1939 заявив для протоколу, що змінювати статут треба, але пришвидшувати статутні зміни

зараз не потрібно й не доцільно. Функціонери закидали Дебаєві, що з офіційного переліку почесних членів НФТ на початку 1939 року ще не було викреслено прізвища померлих корифеїв науки євреїв Варбурга (Emil Warburg, 1846–1931) і Гольдштайна (Eugen Goldstein, 1850–1930). На Дебая доносили, що йому забракло належного політичного розуміння у справі “розв’язання єврейського питання” в НФТ. Чиновник імперського управління освіти також мав претензії до цього листа, в якому Дебай натякав на обтяжливі обставини, що склались поза НФТ і спричинили появу листа про усунення євреїв із Товариства. Від Дебая вимагали, щоб він публічно не обговорював наукових результатів неарійських науковців, через це він демонстративно відмовився прочитати в Данцигу 1939 року доповідь, де йшлося би про єврейського колегу з Оксфорда. Цей випадок було оцінено як вияв громадянської відваги Дебая.

Внаслідок науково-технічного прогресу і претензій нацистів на світове панування в керівництві НФТ назрівали кадрові зміни та неминуча втрата Товариством автономії. Після того, як О. Ган (Otto Hahn, 1879–1968), Ф. Штрасман (Fritz Strassmann, 1902–1980) в Інституті хемії взимку 1938–1939 року відкрили, як пояснила Лізе Мейтнер, явище розщеплення атомного ядра, то фізики зрозуміли, що за цим явищем стоїть можливість не лише одержати майже невичерпне джерело енергії, а й близька перспектива створити бомбу нечуваної руйнівної сили. Тому відразу після цього відкриття Інститут фізики Дебая було взято під військовий контроль, і уряд запланував сконцентрувати в ньому наукові зусилля для з’ясування можливостей, які явище розщеплення ядер відкривало для створення зброї нового типу – ядерної. В Інституті для реалізації німецького уранового проекту планували зібрати найкращих фахівців з університетів та індустрії. Про конкретний зміст цих майбутніх досліджень Дебая не поінформували, оскільки він був для Німеччини чужоземцем з нідерландським громадянством, тому він не мав права брати участі в німецьких дослідженнях, які безпосередньо стосувались зброї. Мілітарність нових секретних досліджень була для Дебая очевидною річчю, тому він не мав наміру брати в них участі. Очікувана зміна напряму досліджень вплинула на долю директора, оскільки йому для



продовження роботи на посаді директора Інституту було поставлено умову – змінити нідерландське громадянство на німецьке, на що Дебай не міг погодитись і тому почав готуватись до еміграції. Дебай і німецька адміністрація пішли на зручний для директора Інституту компроміс: Дебаєві 17.10.1939 було надано довготривалу відпустку, спершу до 31.08.1940, а тоді до 31.03.1941. Його спроби й далі подовжувати оплачувану відпустку були марні. В архівних матеріалах зазначено, що до кінця війни Дебай залишався директором Інституту у відпустці, а в університеті – професором у відпустці. Тут варто зауважити, що багато німецьких емігрантів з різних причин, наприклад, Лізе Мейтнер, у надії на пенсійне забезпечення не поривали зв'язків з німецькими установами, де вони працювали до від'їзду.

Дебай 23.01.1940 відбув до США, де на нього чекала посада професора Корнельського університету в Ітаці, Нью-Йорк. Сина він ще раніше відпровадив до США, а за рік викликав до себе дружину й доньку.

В Європі йшла війна. На початку 1940 року німецькі війська окупували Данію, Норвегію і держави Бенілюксу, а влітку – Францію. Ще раніше Німеччина і СРСР поділили між собою Польщу. Дебай не бачив сенсу в поверненні до Європи, яка ввійшла в трагічну фазу своєї історії.

У США важлива інформація про розгортання німецького уранового проєкту перейшла від Дебая до Сциларда (Leo Szilard, 1898–1964) та Айнштайна і це стало ще одним поштовхом для ініціювання Мангетенського проєкту з виготовлення американської атомної бомби.

У новій країні Дебаєві велось не просто. Архівні матеріали американської служби ФБР засвідчують це. Крім інших, там є запис зі слів В. Паулі (Wolfgang Pauli, 1900–1958), що Дебаєві було дозволено емігрувати завдяки його добрим стосункам з німецькою владою. Дехто закидав йому шпигунську діяльність на користь Німеччини. Роз'яснення з цього приводу Дебай дав 01.06.1940 у листі до Айнштайна, написавши, що він був змушений виїхати з Німеччини, де від нього вимагали змінити громадянство, і що за декілька місяців перед написанням листа до Айнштайна він вирішив не повертатись до Німеччини. Дебай наголосив у листі, що за час перебування в США він не мав

контактів з німецькими офіційними особами чи установами і поводився як нідерландський громадянин. Водночас у червні 1941 року Дебай запевняв генерального німецького консула в тім, що він готовий знову взяти на себе керування Інститутом фізики на старих умовах. Можливо, з боку Дебая це був маневр, бо ще влітку 1940 року йому запропонували трирічний контракт у Корнельському університеті, а вже наступного року Дебай подав заяву на одержання американського громадянства. Фірма Bell Laboratories залучила його до фундаментальних досліджень з військової тематики. Його дослідження виявились важливими для виготовлення штучного каучуку та чистого поліетилену, які були потрібні для розвитку високоякісних радіолокаційних систем. Існування телеграми Дебая від 23.06.1943, у якій він повідомляв про свій намір повернутись до Німеччини, дослідники ставлять під сумнів. Американська влада не мала претензій до Дебая, і 1946 року він одержав громадянство США.

Його внук професор Нордольф Дебай (Nordulf Debye), який виріс у домі свого знаменитого діда, наголошував, що Петер Дебай не симпатизував нацистам і не любив політиків. Понад усе Нобелівського лауреата вабили до себе наука та країна, в якій він народився. Він співчував народам, чії країни окупували нацисти, і болісно переживав за Нідерланди, які захопили націонал-соціалісти. Визволення поневолених народів він пов'язував зі спільними діями союзників.

У Корнельському університеті Дебай став деканом хемічного факультету. В Німеччині, де колеги глибоко шанували його і куди він після війни навідувався з доповідями, йому 1950 року було вручено найвищу відзнаку НФТ – медаль Планка. Якби не еміграція Дебая, то він одержав би цю відзнаку ще наприкінці 1930-х років перед початком війни. Існує етичний погляд, що ця відзнака з іменем Планка знімає з Дебая підозри в колабораціонізмі з нацистами. Дебай вийшов на пенсію 1952 року і на дозвіллі здійснював дослідження з колоїдної хемії та макромолекул.

Ще за життя Дебая вважали класиком науки. Він отримав найвищі наукові нагороди. Його високо цінували учні та колеги. Не стало Дебая 02.11.1966. Він залишив по собі славу велета науки ХХ сторіччя. Колеги написали про нього свої



спогади, а історична наука уважно вивчає його життя і діяльність.

На Петера Дебая у науковців виробився погляд, що він у нетиповий час зумів залишитись типовим науковцем [6]. Поведінка Дебая в жорстокі часи фашизму мало відрізнялась від поведінки більшості його видатних колег. У Німеччині їхні особисті долі докладно вивчають і постійно обговорюють, як і долі німецьких наукових товариств, що в жорстокі часи диктату намагались зберегти наукову незалежність і були примушені до політичного пристосовництва. Наприклад, 15.12.2006 в берлінському будинку Магнуса відбулась презентація збірника статей, який уклали дослідники історії науки проф. Гофман (Берлін, ФРН) і проф. Волкер (Скенектеді, США) "Фізика між автономією та пристосовництвом" [7], що закінчилось тривалим обговоренням цієї проблеми. Критичний аналіз книжки Ріспенса [1] здійснив також нідерландський біофізик директор Інституту Дебая при університеті Утрехта д-р Гінкел [8], на підставі дослідження багатьох першоджерел він показав позанаукову тенденційність Ріспенса, який мав намір привернути до себе загальну увагу і надрукував книжку, про яку д-р Гінкель висловився досить категорично: "...ця праця значно нижча від норми".

Нідерланди, Швейцарія та Німеччина, де працював Дебай, та Україна, де студентам і фаховим фізикам, хемікам добре відомо його ім'я, розташовані на європейському континенті й спільно переживали трагедії ХХ сторіччя. Люди в цих державах живуть в єдиному юдейсько-християнському культурному просторі. Для них Європа – це

не тільки географічне, а й культурне поняття, тому читач може знайти аналогії до долі Дебая і в нашій історії та зрозуміти їх.

Література

1. H. Kant. Peter Debye (1884–1966). Zweiter Band. Karl von Myern (Hrsg.). – München: Verlag C. H. Beck. 1997. – S. 263–275.
2. I. Rispens. Einstein in Nederland. Ein intellectuelle biografie. – Amsterdam: Ambo-Verlag, 2006.
3. D. Hoffmann. Peter Debye (1884–1966). Ein Dossier. Preprint 314. – Berlin: Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, 2006.
4. H. Kant. Peter Debye und das Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik in Berlin. Naturwissenschaft und Technik in der Geschichte. Helmut Albrecht (Hrsg.). – Stuttgart: Verlag für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. 1993. – S. 161–177.
5. H. Kant. Peter Debye und die Deutsche Physikalische Gesellschaft// The Emergence of Modern Physics: Proceedings of a Conference Commemorating a Century of Physics. – Berlin, 1995. Ed. by Dieter Hoffmann and Fabio Bevilacqua. University of Pavia, 1996. – P. 507–520.
6. D. Hoffmann. Peter Debye (1884–1966) – ein typischer Wissenschaftler in untypischer Zeit// Gevina. 2006. Jahrgang 29, Nr. 3. – S. 141–168.
7. D. Hoffmann/ M. Walker (Hrsg.). Physiker zwischen Autonomie und Anpassung. – Weinheim: Wiley-WCH Verlag, 2006. – 640 S.
8. G. van Ginkel. Prof. Peter J. W. Dedye (1884–1966) in 1935–1945. An investigation of historical sources. RIPCn, the Netherlands, December 2006.

Берлін,
4 лютого 2007

Два нідерландські університети посмертно позбавили усіх почесей Нобелівського лауреата Петера Дебая. Таку ухвалу прийнято тому, що з'явилася інформація про те, що Дебай у роки Другої світової війни співпрацював з нацистами.

Утрехтський університет, який носив ім'я відомого фізика, де професор Дебай викладав 1912 року, відмовився від подальшого використання імені Нобелівського лауреата, дізнавшись про його участь в акціях проти євреїв у роки Голокосту. "Можливо, його примусили це зробити, однак він зробив це, так чи інакше", – заявив представник університету Ладо Кокс.

Університет Маастріхта, міста, де 1884 року народився П. Дебай, раніше нагороджував преміями за оригінальні дослідження з хемії чи фізики імені професора, однак комісія фонду, що відповідала за присудження премії, ухвалила змінити назву премії, посилаючись на оприлюднені відомості про роль Дебая у діях нацистської Німеччини.

УМОВИ ЗАДАЧ III (ОБЛАСНОГО) ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ФІЗИКИ (Львів, 2007)

8-й клас

Задача 1.

Потужність двигуна переносного електрогенератора дорівнює 300 к. с. Який коефіцієнт корисної дії двигуна, якщо питома теплота згоряння палива дорівнює 42,5 МДж/кг, а для 44 год неперервної роботи двигун потребує 3 т пального? (1 к. с. = 735,5 Вт).

Задача 2.

У вакуумній камері стальна кулька діаметром 0,5 см падає з висоти 10 м на стальну плиту, втрачаючи під час удару щоразу 10 % своєї механічної енергії. На яку висоту вона підніметься під час 5-го підскоку?

Задача 3.

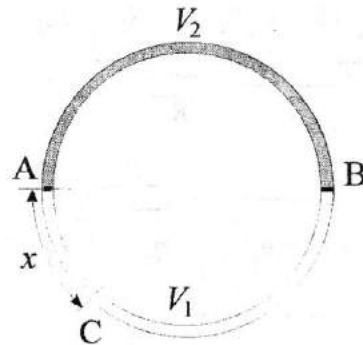
Маємо два крани: один з холодною, а інший з гарячою водою. Крани розмішені так близько, що з них можна одночасно набирати воду в одну посудину. Швидкість витікання води з крана з холодною водою в одну посудину. Швидкість витікання води з крана з холодною водою 150 г/с, а гарячою – 20 г/с. Потужність електричної плити, на якій має нагріватись чайник після його наповнення водою, дорівнює 2 кВт, а коефіцієнт корисної дії – 20 %. Температура гарячої води 75 °С, холодної – 20 °С. Запропонуйте найшвидший спосіб набору і кип'ятіння 2 кг води, і знайдіть час, потрібний для реалізації кожного із запропонованих Вами способів. Під час розгляду випадку одночасного набору води з обох кранів можна відкручувати і закручувати обидва крани лише одночасно. Питома теплоємність води становить 4,2 кДж/(кг·град).

Задача 4.

Наважки для виготовлення сплаву двох металів із густинами ρ_1 і ρ_2 мають вагу у повітрі P_1 , а у воді – P_2 . Знайдіть вагу кожного з металів, які було використано для виготовлення сплаву. Густина повітря – ρ_n , густина води – $\rho_в$.

Задача 5.

Кільце, зварене у точках A і B з двох півкілець радіусом R , швидкість звуку в яких дорівнюють V_1 та V_2 , відповідно. За який час після удару і на якій відстані від точки A зустрінуться звукові хвилі, збуджені у точці C , зміщеній від точки A на відстань x ? Всі відстані обчислюйте уздовж кільця.



9-й клас

Задача 1.

Хлопчик масою m з'їжджає на санках гвинтовою циліндричною гіркою, радіус витка якої R , а віддаль між сусідніми витками H . Визначіть силу тиску на гірку після проходження n витків. Тертям і масою санок знехтуйте.

10-й клас
Задача 2.

З висоти H без початкової швидкості падає тіло на похилу поверхню, яка утворює з горизонтом кут α і пружно відбивається від неї з тією ж швидкістю. Знайдіть відстань між $(n - 1)$ і n -м відбиванням тіла від площини.

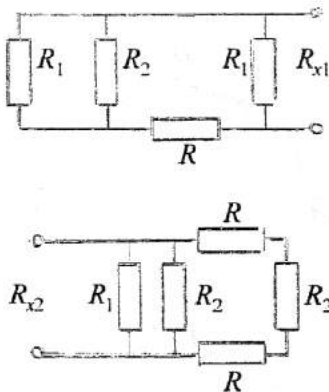
Задача 3.

У мережу постійного струму з напругою $U = 220$ В увімкнена електрична плита, через яку протікає струм $I = 5$ А. На плиті стоїть відкрита посудина з льодом, температура якого -6 °С. Електрична плита була увімкнена упродовж години, за цей час весь лід випарувався. Знайдіть масу льоду в посудині, якщо 50 % теплоти, виділеної електричною плитою, йде на нагрівання довілля.

(Питома теплоємність льоду $c_1 = 2100$ Дж/кгК, води $c_2 = 4200$ Дж/кгК, питома теплота плавлення льоду $\lambda = 34000$ Дж/кг, питома теплота пароутворення $L = 2,3 \times 10^6$ Дж/кг).

Задача 4.

Визначіть, за якого R загальний опір першої схеми дорівнюватиме загальному опорі другої схеми. Чому дорівнює загальний опір кіл, якщо $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 2$ Ом.


Задача 5.

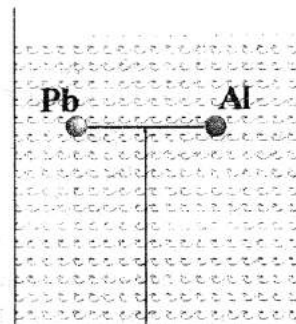
Джерело світла радіусом $R = 40$ см освітлює непрозорий диск радіус $r = 30$ см (віддаль між джерелом світла і диском становить $d = 35$ см). Знайдіть радіус тіні r_1 і напівтіні r_2 , які утворюються на екрані, якщо диск віддалений від екрана на відстань $l = 25$ см.

Задача 1.

У відкритому космосі відбувається відокремлення штучного супутника від пілотованого космічного апарата. Відокремившись, пілотований апарат починає рухатись із пришвидшенням a . Коли пілотований корабель подолав віддаль l , на ньому помітили, що один космонавт залишився на супутнику. Саме у цей час забутий космонавт увійшов на борт пілотованого корабля. З'ясувалося, що космонавт, помітивши, що кораблі розходяться, він відштовхнувся від супутника ногами і долетів до пілотованого корабля. З якою мінімальною швидкістю космонавт відштовхнувся від супутника, якщо він стартував через час t_0 після відокремлення.

Задача 2.

На один кінець легкого тонкого стрижня нанизана кулька із свинцю, на другий – кулька з алюмінію. Стрижень опирається серединою на вістря і перебуває горизонтально в рівновазі у воді. Віддаль між центрами кульок $l = 20$ см. У який бік і на яку віддаль потрібно зсунути алюмінієву кульку, щоб зберегти рівновагу в повітрі? Густина свинцю $\rho_1 = 11300$ кг/м³, алюмінію $\rho = 2700$ кг/м³, води $\rho = 1000$ кг/м³.

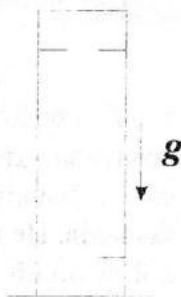

Задача 3.

На гладкому горизонтальному столі лежать шість однакових більярдних куль, розташованих у вершинах правильного шестикутника. Сьомій такій самій кулі надають початкову швидкість і пускають її вздовж однієї зі сторін шестикутника так, щоб вона зазнала зіткнень з усіма шістьма кулями, після чого рухалася б вздовж прямої, яка б

була продовженням початкової траєкторії. Яка буде її кінцева швидкість? Усі удари абсолютно пружні, кулі вільно котяться без тертя поверхнею стола.

Задача 4.

У верхній і нижній частинах високої пустотілої колони відділені дві камери, висота кожної 12 см. Камери сполучені з основною камерою маленькими отворами (див. рис.). Стінки колони мають деяку сталу температуру. Всередині колони міститься одна молекула маси $1,4 \times 10^{-22}$ г. Під час комп'ютерного моделювання її руху, з'ясувалось, що в нижній камері вона перебуває $1/1900$, а у верхній $1/2000$ частини часу. Знайдіть температуру стінок.



Задача 5.

Під час дослідження взаємодії металевої кулі й точкової позитивно зарядженої частинки, яка розташована на постійній віддалі від кулі, встановили, коли кулі надали деякий позитивний заряд, то куля і частинка притягуються з силою f_2 . Яка буде сила взаємодії, якщо заряд кулі збільшити втричі?

11-й клас

Задача 1.

Деяка маса молекулярного водню займає об'єм $V_1 = 1 \text{ м}^3$ за температури $T_1 = 250 \text{ К}$ і тиску $p_1 = 2 \text{ атм}$. Який тиск в атмосферах буде мати та сама маса водню за $T_2 = 5000 \text{ К}$ в об'ємі $V_2 = 10 \text{ м}^3$, якщо за таких умов молекули водню повністю дисоціюють на атоми?

Задача 2.

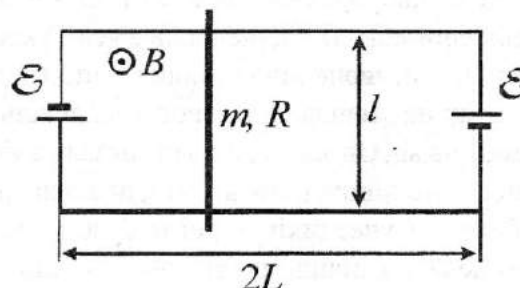
Горизонтально розташований легкий тонкостінний куб без нижньої грані зі стороною a повільно занурюють із повітря в рідину з густиною ρ . Яку силу потрібно до нього прикладати у той момент, коли відстань від поверхні рідини до нижньої грані становить h ? Тиск повітря в атмосфері P_0 . Температура атмосфери і рідини однакова та дорівнює T .

Задача 3.

Яке максимальне відхилення від вертикалі може мати вежа, складена з $(N + 1)$ однакових цеглин (без розчину), покладених одна на одну? Вертикаль проведена через середину найнижчої цеглини. Розмір цеглини $l \times 2l \times 4l$.

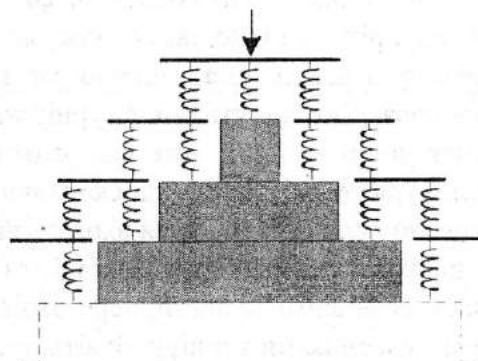
Задача 4.

Паралельні рейки завдовжки $2L$ закріплені на горизонтальній площині на віддалі l . До їхніх кінців приєднано дві однакові багареї з ЕРС ... На рейках лежить перемичка маси m , яка може ковзати по них. Уся система поміщена в однорідне магнетне поле з індукцією B . Вважаючи, що опір перемички R , а опір одиниці довжини рейки ρ , знайдіть період малих коливань перемички. Індуктивностями елементів, опорами контактів, проводів і втратами на тертя знехтуйте.



Задача 5.

Знайдіть коефіцієнт жорсткості системи, зображеної на рисунку. Зовнішня сила прикладена вертикально по центру. Сходи, на які спираються пружини, нескінченні; їхньою деформацією знехтуйте. Пружини однакові (жорсткості k) і деформуються тільки вертикально, а платформи, до яких вони кріпляться, – горизонтальні й не торкаються сходів.





ФІЗИЧНІ БОЇ В СНІГАХ ОДЕСИ

XV ВСЕУКРАНСЬКИЙ ТУРНІР ЮНИХ ФІЗИКІВ відбувся в м. Одесі із 22 до 28 лютого 2007 року, де п'ятнадцять років тому був заснований.

Цей турнір був складний. Насамперед, через погодні умови – в Одесі напередодні випав великий сніг, який ускладнив рух поїздів і рух міського транспорту. В Україні вирувала епідемія грипу, а, отже, багато команд не приїхало через хворобу учасників. Та фізики – люди цілеспрямовані. Ті, що їхали з усієї України до Одеси, терпеливо чекали багато годин у потягах на засніжених дорогах за декілька кілометрів від Одеси. А далі від вокзалу добирались – хто пішки в снігах; хто, пхаючи троллейбуси... І учасників турніру було мало – лише десять команд, що значно ускладнило сам турнір, роботу журі.

Та, приїхавши до Одеси, учасники турніру, обігріті опікою, гумором та увагою організаторів турніру, забули про негоду, і повністю поринули у прекрасний світ фізики. Ті, хто постійно бере участь у турнірах, погодиться зі мною, що атмосфера турніру спонукає усіх учасників – і школярів, і їхніх керівників, і членів журі, насолоджуватись дискусіями на різні фізичні теми, обговорювати фізичні проблеми з різних підходів, погоджуватись, чи заперечувати, перемагати чи програвати...

Упродовж п'ятнадцяти років турнір живе, склалися добрі традиції, вже відпрацьовані правила турніру, які щороку удосконалюють, злагоджено працює журі, куди входять висококваліфіковані авторитетні фахівці, та поповнюється новими членами, переважно колишніми учасниками турніру. Навіть, те, що

турнір проходить у різних областях України, позитивне. До участі турніру відповідно залучають фізиків вищих та середніх навчальних закладів. Це корисно не лише для школярів, а й великий досвід переймають учителі та викладачі фізики.

Особливо хочу відзначити організаторів турніру: Валерія Колебошина, Павла Віктора, Бориса Кременського, Олену Хоменко, Ігоря Анісімова та інших. Саме вони дуже відповідально ставляться до проведення турніру: готують цікаві задачі, наочне приладдя, комп'ютери, проектори та інше пристосування для демонстрацій, домовляються на різних рівнях про місце проведення, проживання та харчування учасників, культурну програму. Це цілий комплекс підготовчих заходів, які потрібні для проведення такого турніру на належному рівні. Щороку організатори пропонують щось нове, нетрадиційне, що робить турнір цікавим.

У фіналі турніру змагались команди школярів Українського фізико-математичного ліцею при Київському національному університеті імені Тараса Шевченка, Малої академії наук міста Луганська та Ришельєвського ліцею. Переможцями XV Всеукраїнського турніру юних фізиків стали школярі з м. Луганська.

Ця команда доклала багато зусиль для перемоги. Минулого року (2006) у місті Херсоні вони також вийшли до фіналу та були лише другими. Переможцями тоді стала команда з Українського фізико-математичного ліцею при Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. Багато зусиль



доклали до цієї перемоги й керівники – батько та син Каміни.

Після фіналу XIV Всеукраїнського турніру юних фізиків у м. Херсоні, я поцікавилася у членів команди із Луганська, щоб вони порадили українським школярам, які не брали участь нині в турнірі, але також хотіли б долучитися до нього? Ось, що вони сказали.

“Значну роль у турнірі відіграє щастя – поталанить команді, чи не поталанить. Нам сьогодні не дуже пощастило. Одеська команда нас перемогла, хоча шанси у нас були однакові. Київська команда краще виступила з докладом. Можливо, у нас нині була “манія величності”. Як сказав наш керівник: “Участь у турнірі юних фізиків відкриє вам очі на реальний світ”. Дуже приємно приїхати на турнір, я навіть не розраховував дійти до фіналу”, – сказав Олександр Крючков зі школи-гімназії № 50 м. Луганська.

“Турнір юних фізиків – це чудова річ. Можна себе показати, на інших подивитися. А те, що у фіналі ми розв’язали задачі трохи гірше, це можна пояснити тим, що мало було часу на підготовку. Я не став розумніший, але в мене розширюється кругозір після кожного турніру, тут ми розширюємо свої знайомства.”, – сказав Комаров Павло.

Учасник команди, учень ліцею іноземних мов м. Луганська, Роман Трофименко відповів: “Я думаю, наше майбутнє твориться вже сьогодні, тому тим чим ми нині займаємось, – це й буде наше майбутнє. Світ тісний, а світ фізики – ще тісніший. Можливо ми колись працюватимемо разом в одних лабораторіях із школярами з Києва чи Одеси, які сьогодні



Команда школярів з м. Луганська – переможці XV Всеукраїнського турніру юних фізиків

з нами змагались, і вирішуватимемо одні й ті ж проблеми в одному й тому ж кабінеті.

Я ще не знаю, ким стану, але якщо в майбутньому я піду в якусь іншу галузь, я назавжди запам’ятаю ТЮФ, і якщо я матиму змогу, то й надалі братиму участь у турнірах – як член журі, чи як глядач.”

Я попросила керівника команди з Луганська Олександра Олександровича Каміна поділитися досвідом з іншими наставниками, які готують школярів до турніру?

“Я хочу процитувати для читачів журналу “Світ фізики” те, що ми вже казали на відкритті турнір: “Пам’ятай, керівник, у підготовці школярів, шоколадка набагато важливіша, ніж різка”. І для майбутніх учасників: “Якщо учасники не зовсім дурні, вивчайте закони природи. Варто вам добре запам’ятати, що два на два – не чотири, а п’ять”.

Найбільшу увагу, на що звергають організатори турніру – це діти, а, отже, наше майбутнє.

Галина Шопа

Телетайпним рядком

*Українські вчителі фізики Ірина Рубцова (Український фізико-математичний ліцей при Київському національному університеті імені Тараса Шевченка), Олексій Розенвайн (Природничо-науковий ліцей № 145, м. Київ), Володимир Алексейчук (Львівський фізико-математичний ліцей при Львівському національному університеті імені Івана Франка) одержали звання Заслуженого учителя України.



Ришельєвський ліцей. Погляд зсередини

Олена Філатова,

студентка факультету прикладної математики
Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова

У південному регіоні Російської імперії 1817 року було вирішено створити престижний навчальний заклад закритого типу – ліцей. Назвали його на честь генерал-губернатора краю герцога Армана Емануеля дю Плессі Ришельє. У XIX сторіччі там викладали такі відомі в науці люди, як видатний хемік Д. Менделєєв, історики П. Брун і М. Мурзакевич, математики Г. Віарде, В. Петровський, юрист М. Соловйов. Ліцей давав своїм вихователям глибокі знання. Багато його випускників вступали до російських та іноземних університетів. Серед них було чимало громадських діячів, відомих у майбутньому не лише в Одесі, а й за її межами. Випускники ліцею С. Воронцов і Г. Маразлі згодом обіймали посади міського голови Одеси. У ліцеї також навчався П. Симиренко, з сім'ї відомих українських цукровиробників, на кошти якого 1860 року було видано "Кобзаря" Т. Шевченка. Навчався у ліцеї і один з лідерів українського національно-визвольного руху В. Антонович.

На базі ліцею 1865 року було створено Новоросійський імператорський університет, який згодом перетворили на Одеський державний (нині національний) університет. А 1989 року відновлено Ришельєвський ліцей, який гідно продовжує давні традиції.

У ліцеї завжди кипить життя! Після чотирьох років, проведених тут, багато на що дивишся інакше. Кожен місяць асоціюється з якоюсь важливою подією.

Починається все, звичайно ж, з традиційного для всіх Дня знань. Зустріч після літніх канікул, море вражень і поява нових ліцеїстів. Уже за два тижні вони зможуть зарекомендувати себе на Дні



Олена Філатова, студентка Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова

першокурсника, але поки придивляються до нових однокласників і знайомляться. Ще до кінця вересня вони візьмуть участь в інтелектуально-спортивній грі. Лабіринт, а старші хлопці випробують свої сили у спортивних змаганнях на Дні здоров'я.

Відкриває сезон олімпіад не лише для одеситів, а й для всієї України Відкрита фізико-математична олімпіада Ришельєвського ліцею, на яку останніми роками приїжджають навіть школярі з Молдови (Кишинів) і Росії (Санкт-Петербург). Для багатьох з них результати в ній визначальні, оскільки рівень завдань достатньо високий, і учасники можуть оцінити свої шанси на перемогу в предметних олімпіадах.

А чого вартує святкування дня ліцею! Концерт, в якому беруть участь і вчителі, і ліцеїсти, плавно



переходить у відвідини кімнат, що їх організували класи у своїх кабінетах. Тут ви знайдете і “ЗАГС”, де вас “одружать” хоч з ліцеїсткою, хоч з випускницею, і кімнату страху, і салон краси – та все, що душа забажає! Проводять у ліцеї і фестиваль науки і творчості “Віват, ліцей, віват!” і багато чого іще...

Але це тільки прелюдія до захопливих подій: попереду предметні олімпіади і турніри. Тут ліцей має чим гордитися. Лише за два останні роки учні Рішельєвського ліцею нагороджені чотирма медалями Міжнародних учнівських олімпіад: срібна медаль з математики (Греція), золота – з математики (Мексика), бронзова – з фізики (Південна Корея), золота – з фізики (Іспанія). Національні команди України, до яких входили учні Рішельєвського, вже сім разів ставали призерами Міжнародних турнірів юних фізиків, один з яких відбувся саме в Одесі. Такої результативності не має жоден навчальний заклад України! І це аж ніяк не повний перелік. Адже є ще перемоги в турнірах з біології, хемії, турніри раціоналізаторів тощо.

За час навчання мені довелося брати участь і в олімпіадах, і в турнірах. Тут, вважаю, важливо правильно визначитися з вибором пріоритетів. Олімпіада – це змагання індивідуальне, і завдання тут часто спрямовані на розуміння моделі автора, а не створення власної. Тому мені ближчі турніри. Тут потрібно з нуля будувати модель, що описує явище, виділити основне і відкинути незначні чинники. Багато в чому турніри – це школа життя. З одного боку, це лише гра, задумана для нашого розвитку і ближчого ознайомлення з наукою. З іншого, ми усвідомлюємо, що означає працювати в команді, адже тут “один за всіх і всі за одного”. Цікаво спостерігати, як доповіді, опонування, рецензії поглинають людину з головою і ведуть у дивний світ фізики, примушують відстоювати



Олена Філатова під час дискусії з членом журі, кандидатом фізико-математичних наук радіофізичного факультету Київського національного університету ім. Т. Г. Шевченка Олександром Кельником

власний погляд у науковій дискусії і навчають витримувати удар.

Мені дуже важливо було відчутися не лише гравцем, а й учасником оргкомітету XV Всеукраїнського турніру юних фізиків. Це важка, часто не помітна, праця. Тому щиро дякую всім, хто робить можливим для нас це свято фізики і спілкування! А ще неймовірно приємно зустрічати в ролі керівників і членів журі колишніх учасників турніру. Адже це означає, що турнір має добру перспективу!

Як випускниця Рішельєвського ліцею можу впевнено сказати, що там створено особливу атмосферу для спільної роботи і спілкування викладачів і школярів. Тому завжди хочеться сюди повернутися, що охоче робимо ми, студенти!

“Ліцею, спасибі, що ти е!”

Телетайпним рядком

*18 березня 2007 року в Національному палаці “Україна” відбулося нагородження переможців загальнонаціональної програми “Людина року-2006”. Переможцем у номінації “Вчений року” став віце-президент Національної академії наук України, академік Антон Григорович Наумовець.



Linux Live CD, або “Завантаження з дискети-2”

Іван Андронов,

професор Національного морського університету,
м. Одеса

Останнім часом спостерігається величезне зацікавлення безкоштовним програмним забезпеченням, зокрема до операційної системи Linux. Найбільші концерни і навіть цілі країни використовують Linux або переходять з комерційного Microsoft Windows. Важко розібратися з сотнями дистрибутивів, але деяке уявлення про них дають численні Live CD, що в буквальному перекладі означає “живі лазерні диски”. Робота з ними нагадує “щеплення”, після якого, за задумом авторів, перестає бути страшним повний або частковий перехід на один із “стаціонарних дистрибутивів” цієї операційної системи, що швидко розвивається.

Років двадцять тому, коли з’явилися перші українські IBM-сумісні персональні комп’ютери ЄС-1840, що замінили ДВК, вони були забезпечені 5-дюймовим дисководом, з якого проводилося завантаження в оперативну пам’ять, створювався віртуальний диск. Тоді у дисковод можна було вставляти іншу дискету з програмами або даними. Тоді ж бурю сміху викликало бажання деяких програм “вставити диск з:\”, оскільки тверді диски були, але зовсім не на цих комп’ютерах.

За суєтою днів і літ, ці часи майже забулися, тверді диски росли і росли, й останнім часом знову згадалися. Пов’язано це було із спробою ознайомитися з операційною системою Linux, і, можливо, перейти частково або повністю на неї.

Хоча сам Linux є ядром операційної системи, і, в мінімальній конфігурації, вміщається на одну дискету (Basic Linux), звичайно, потрібні набори програм, які, власне, і забезпечують можливість і зручність роботи на персональному комп’ютері. Ось тут і починається строкатість різноманіття і згадується притча про Буриданово осли, який мав два оберемки сіна, та і то, бідолаха, помер з голоду, так і не зважившись вибрати.

У Linux ситуація у багато разів складніша. В Інтернеті є сотні тисяч посилань, освоїти які не реально. Тому обмежимося лише декільком десятками. Почнімо з сайту програмного забезпечення www.softodrom.ru, який на відміну від більшості побратимів, не лише приймає інформацію про Linux-програми, а й виділив її в окрему гілку дерева посилань. До того ж, за останній місяць кількість Linux-програм і дистрибутивів подвоїлося, що свідчить про величезне зацікавлення. На сайті <http://distro.ibiblio.org/pub/linux/distributions> приведено 132 дистрибутиви Linux обсягами від декількох десятків мегабайт до багато гігабайт.

Серед російськомовних сайтів, присвячених Linux, зазначу www.linux.org.ru, www.lafox.net, www.linux.kiev.ua, www.linux.zp.ua. Десятки посилань на дистрибутиви, які можна безкоштовно закатати. Утім, зрозуміло, що “безкоштовно” стосується лише дозволу скопіювати, а за десятки годин в Інтернеті й сотні мегабайт платити, звичайно, все ж доведеться. Або скористатися послугами магазинів безкоштовного програмного забезпечення, які не лише скачали якісь дистрибутиви, а й вже записали їх на CD або DVD носії.

Основною ідеєю Linux було створення безкоштовного програмного забезпечення і відкритості коду програм для всіх охочих (так звана GNU-ліцензія на сайті www.gnu.org). Звичайно, гігантські пласти комерційних програм є і під Linux, але не про них мова. Теоретично кожний може створити програму або хоча б створити свою версію операційної системи, точніше, набору потрібних програм.

Мабуть, не лише я уявляю, що було б, якби кожний створював свою систему, або, аналогічно, розмовляв своєю індивідуальною мовою, незрозумілою для інших. На щастя, це роблять не всі, і



дистрибутивів все ж таки декілька сотень, а не сотень мільйонів. Розроблені дуже розвинуті (наскільки можливо, “всеосяжні”) дистрибутиви Linux – Mandriva, Science Linux, Fedora, Redhat, SlackWare, Debian, SuSe, Knoppix й ін. На російськомовних користувачів орієнтовані ASP Linux (4 лазерні диски (CD)) і ALT Linux (10 CD, та ще 13 CD рекомендують для розробників програмного забезпечення, так званий комплекс Sysiphus, щоб не повторювати титанічної праці.

Це професійні системи, які вимагають установлення на твердий диск замість (або разом із) Windows. Але, перед тим, як поставити такого “монстра”, багато кому хотілося випробувати його можливості, та й версії операційних систем відрізняються за можливостями, зручністю використання, надійністю та інтерфейсу.

З’явилися “полегшені версії” для швидкого знайомства, які поміщаються на одному DVD, CD, флеш або (екстремально) навіть дискеті. Напевно, за асоціацією з “живим звуком” на концерті (live concert), такі версії на CD назвали LiveCD. Вони дають змогу завантажити операційну систему з CD, використовують пам’ять комп’ютера для створення віртуального диска (щоб не записувати програми, які часто трапляються, на “недоторканий вінчестер” з іншою системою, найчастіше Windows), і дає змогу запускати решту програм, що архівуються, з CD або навіть твердого диска, що використовує інша операційна система.

Однією з перших популярних таких “міні-систем” є Knoppix і Gentoo, Korogaa, Ubuntu, Musix, Kanotix. Набір програм на дисках значний, але є труднощі з під’єднанням кирилиці, оптимізацією режимів монітора, тому не варто рекомендувати їх для початкової роботи.

Сподобався дистрибутив Blin, який розроблено в Запоріжжі (blin.zp.ua). Попри очевидну асоціацію, “млинець не був грудкою”, хоч його три версії істотно відрізняються. 17-дюймовий монітор без перешкод було виведено в якнайкращий режим 1024x768x85Hz і завантажилася вельми симпатична графічна оболонка Gnome.

У старому Blin 1.3 автоматично під’єднувався перемикач між англійською, російською та українською розкладками клавіатури і можливістю прибрати непотрібне. Цей безперечний плюс привернув увагу до подальшого тестування сис-

теми. Отже, Gedit для редагування неформатованих текстів і можливістю вибору безлічі (на жаль, реально що використовують) кодувань кирилиці, Abiword як усічена заміна WinWord (мене пригнічує нерозуміння математичних формул, а різні шрифти, малюнки, таблиці та індекси цілком доступні), електронні таблиці Gnumeric замість Excel. Звичайно, програвання аудіо- і відеофайлів (“хто сказав, що персональний комп’ютер – це обчислювальна машина? Це друкарська машинка, магнетофон, телевізор й ігровий центр!”). Мабуть, останнє й спричинило появу версії Blin2.0 Desktop Edition, в якій офісні програми було замінено на ігри. Втім, у Blin2.0 Office Edition під’єднано повноціннішу безкоштовну альтернативу – OpenOffice, доступну окремо на www.openoffice.org. Можлива робота з документами, зокрема, сумісними за форматом і призначенням з тими, що використовують у Microsoft Word, PowerPoint, Excell, Access. Як текстові редактори використовують не лише Gedit, а й TEX. Уже є 16 ігор. Для відкриття або записування файлу в Gedit звичному кодуванні Windows (CP-1251), треба її спочатку встановити (“файл-зберегти-кодування”).

Для безпеки твердого диска, всі розділи (серед них і в форматі Windows) видно для читання і копіювання, а для записування їх треба спеціально перемонтувати системою командою `mount -o remount,rw /dev/hda1 /mnt/hda1 (/mnt/hda1 означає диск з:\ “у перекладі на Linux”)`. До того ж, як написано в інструкції, можна скопіювати теки із завантажувального CD в корінь одного з твердих дисків, і тоді завантаження з CD використовуватиме для пришвидшення роботи ті ж файли, але з вінчестера. Шкода, що інші Linux-програми запускаються лише, якщо вони не вимагають відсутніх у система бібліотек, а встановлення нових програм на зразок звичної в Windows в LiveCD Linux не передбачена – для цього треба встановлювати систему на твердий диск.

Проте набір програм у Blin Linux 2.0 Office Edition досить непоганий. Такі можливості вже задовольняють більшість користувачів, не пов’язаних з готуванням статті чи звітів у форматі видавничої програми LaTeX або з розробленням власних програм.

Gentoo LiveCD (<http://gentoo.ru>) також використовує графічну оболонку Gnome, він містить



OpenOffice, Gedit і сотню інших програм. Його можна встановити стаціонарно на твердий диск. Для нього є 24 тисячі додаткових файлів на сайті <http://ftp.chg.ru/pub/Linux/distributions/gentoo>.

З інших LiveCD цікава збірка Slax (slax.linux-live.org). Графічна оболонка називається KDE (www.kde.org), і безліч програм починаються на букву К, навіть якщо в англійській версії на цьому місці мають бути інші букви. Kword для набору неформатованих текстів в одному вікні, його ж розвиток Kate для груп файлів (проектів), Koffice замість Word (на жаль, теж формули не розуміє), Kspread для електронних таблиць, Kpresenter для презентацій (на жаль, з файлів PowerPoint розуміє лише рамки і тексти, ігноруючи рисунки), Kontact для адресної книжки. Проте, мала сумісність з Microsoft Office не означає, що її немає взагалі. Файли Microsoft Office можна прочитати в Open Office і перевести у формат, який розуміють безкоштовні програми. Утім ніхто не заважає і додати сам Open Office, який займає 100 МБ, тобто 2/3 від самого дистрибутива. А ось шрифти з Windows не збігаються, хоч їх можна інстальювати в обидві системи. Кирилицю показують шрифти Deja Vu Sans (моноширинний) і Deja Vu Serif.

Щоб набирати неформатовані тексти у Windows, звичайно використовують Bred 2.96 (<http://soft.softodrom.ru/ap/p4726.shtml>) або TEX (www.roxton.kiev.ua) з їхнім взаємодоповнювальним набором функцій. Linux-редактори Kword, Kate особливо сподобалися, хоча й відмінні за можливостями. Утім є ще й ветерани Linux-редакторів emacs, vi, joe, які займають пару мегабайт замість 35 у Kate. У цьому значенні TEX достатньо ефективний, оскільки безліч функцій і має лише 13 МБ в пам'яті.

Звичайно, під'єднані до дистрибутивів програми налаштування системи теж починаються з К, але я не перелічуватиму всіх. Є KMail для електронної пошти, Kopete – для миттєвого спілкування в чатах ICQ, Yahoo й ін. Графічний редактор KolourPaint за виглядом і функціями є Linux-імітацією Paint для Windows. У Blin і багатьох інших системах використовують значно розвинутіший GIMP, до речі, він має й безкоштовну Windows-версію. У Slax для цього треба додати до файлової системи відповідний модуль. Для переглядання документів у PDF форматі ви-

користовують KPDF. А для роботи з архівами теж є програма з літерою К – Ark, яка розуміє не лише стандартні Linux-архіви tar, gz, bzip2, а й популярні Windows-формати rar, zip, 7z.

На сайті Slax подано для окремого завантаження, за бажанням, уже майже тисячі додаткових "модулів", що мають у цій системі розширення ".mo". Для зручності користувачів, є "комп'ютерні перекладачі", що трансформують у ".mo" поширені й численні ".rpm" і ".deb". Тобто "мисливці за скарбами" можуть користуватися перекompільованими програмами з інших систем. Найлегше переносити програми класу "все в одному", які не звертаються до додаткових бібліотек, що є в одних системах, і нема в інших. Утім, завантаживши десятки програм сайту й внісши їх у ISO образ завантажувального диска, я одержав замість завантажувального диска "завантаження з подальшим зависанням". Можливо, це було пов'язано з обірваними завантаженнями, однаковими назвами окремих файлів із різних модулів, і невмінням системи не "зависати" через це. А може, не вистачило пам'яті. Так чи так, напевно, модулі краще писати в окрему теку (на тому ж CD або вінчестері), і додавати вручну щоразу лише потрібне.

Для розроблення власних програм є додаткові модулі для розроблення мовами C (Kdevelop), Perl, Python, FreeBasic, GamBas, Fortran. Модуль Lazarus/FreePascal дає змогу розробляти не лише консольні додатки мовою Pascal, а й програми в стилі Delphi. Є чудові демонстраційні програми з астрономії, хемії, математики, вивчення мов, інших наук. LiveCD використовують оперативну пам'ять, а її може не вистачати на безліч додатків. Щоб розширити її за рахунок місця на твердому диску, можна зарезервувати swap-файл командою на зразок `filesyswap /mnt/hda1/s.swp 500` Перемикання розкладки клавіатури проводять так: `Ctrl+Alt+K`, але використання потрібної мови додатково до англійської, потрібно зробити в налаштуваннях.

Найприємнішим для користувачів, які вже працюють у Windows, є модуль Wine (www.wine.org), який, звичайно, можна вставити з пакунків або вихідних кодів. Він дає змогу запускати деякі програми, що компілюють під Windows, з системи Linux. Навіть сама назва Wine Is Not Emulator



наголошує, що програма не емулює Windows, а лише дає змогу викликати деякі функції WinAPI. Для цього додаток з усіма потрібними піддиректоріями треба скопіювати на віртуальний диск (наприклад, у теку /root). “Все ж таки програми, які стартують” можуть виконувати лише частину своїх функцій. Пригнічує неможливість прочитати назви меню у Windows програм з російським інтерфейсом – кирилиця замінюється або незрозумілим значком, або символами західноєвропейських мов. Щоб запустити старі DOS-додатки у текстовому й графічному режимі, використовують DosBox.

Отже, якщо немає зручних альтернатив у самому Linux, то навіть деякі із звичних програм (і навіть деякі функції) вагомо полегшать перехід із Windows у Linux. На жаль, для текстових фрагментів такий перехід через буфер між Windows і Linux програмами неможливий. Ґрунтовну таблицю аналогів Windows-програм у Linux подано на сайті <http://linuxshop.ru/linb>.

Чудова ідея ReactOS – зробити безкоштовну заміну Windows. Відкривається десктоп, можна запустити красивий одновіконний файл-менеджер із переліком дисків із звичайними назвами (з: і т. д.). Проте, на жаль, так і не вдалося знайти програми, яку можна було б під ним запустити. Хочеться сподіватися, що коли-небудь ця система стане розвинутою настільки, що в ній можна буде робити що-небудь реальне. Звернімо увагу на дистрибутив Linux-XP, в якому встановлені програми, багато з яких сумісні за форматами із продуктами Microsoft. Навпаки, WinLinux запускається з Win9x. У коментарях його характеризують, як “урізаний RedHat”.

Як давній прихильник Volkov Commander в епоху DOS, FAR з появою 32-розрядної Windows, дещо пошкодував, що їх не можна запустити під Linux. Midnight Commander (MC) вводить в оману своїм інтерфейсом, маючи лише дуже малу частину можливостей FAR. Однак мене втішило те, що можна запускати файл-менеджера Total Commander (TC), програми діагностики комп'ютера CPU-Z, графічних редакторів i.mage, IrfanView і деяких інших програм. Утім, додавши модуль з файловим менеджером Krusader або TuxCommander із зручним двопанельним інтерфейсом, вже не відчуваєш потреби шукати і запускати заміники FAR/TC. Утім за малої пам'яті, можна обійтися коман-

дним рядком або MC. Я також пропоную розміщувати потрібні модулі на твердому диску й додавати їх до віртуальної файлової системи відповідно до потреби, а не відразу після завантаження.

Дистрибутив Ubuntu виходить у декількох модифікаціях. Kubuntu – це Ubuntu з графічною оболонкою KDE замість Gnome. Edubuntu орієнтований на навчальні програми, і стане в нагоді не лише дітям, а й багатьом дорослим через чудовий набір програм.

Коли я вже закінчував свій огляд, з'явилася версія Knoppix-UA (<http://www.openoffice.com.ua/knoppix>), в якій на додаток до роботи з кирилицею і автодетектуванням конфігурації комп'ютера, встановлено 900 програмних пакетів, що використовують потужність Debian/Knoppix. Налаштування устаткування, клавіатури, великий набір утиліт у стилі KDE, локалізація програм для деяких мов, зокрема російської та української, транслятори з мов C, Python, Perl, остання версія OpenOffice. Незручністю порівняно із подібним за класом Slax є брак автоматичного монтування дисків і потреба під'єднання доступу, наприклад, через файловий менеджер Konqueror (контекстне меню “властивості”, що відкривається правою клавішею миші). Утім такий підхід (реалізований також у Blin Linux) оберігає твердий диск від запису, що важливо для недосвідчених користувачів. Зручно, що показуються мітки розділів, а не лише Linux-назви на зразок hda1. Шкода, що друк можливий лише на PS-сумісні принтери або PS/PDF файл, тобто нема налаштування лазерного/струменевого принтера в Live-CD. На жаль, проблеми виникли й з під'єднанням флеш-пам'яті, тому поки що повністю піти від Windows не вдається.

Все ж таки Knoppix-UA є якнайповнішим Live-CD дистрибутивом для російськомовного користувача. Більше можливості має дистрибутив Slax завдяки встановленню додаткових модулів за вибором користувача.

Усічені за можливостями і документацією LiveCD версії звичайно мають ознайомлювальний характер, і, звичайно, не можуть замінити повних пакетів. Для кожного користувача правда десь посередині – або не користуватися багатьма тисячами програм, що є в повних версіях, або знайти LiveCD з якнайкращим набором потрібних відібраних програм й інше додати “за смаком”.



Методи вимірювання. Нульовий метод

Валерій Колебошин,
Рішельєвський ліцей, Одеса

Будь-які наукові вимірювання мають бути достовірні та одержані з максимально можливою і потрібною точністю. Результат вимірювання визначається насамперед методикою проведення експерименту і ґрунтується на відомих фізичних явищах, завдяки яким встановлені математичні зв'язки між різними фізичними величинами.

Метод вимірювання – це спосіб або сукупність способів порівняння фізичної величини, яку вимірюють, з її одиницею за допомогою реалізованої методики вимірювання. Звичайно метод вимірювання зумовлений конструкцією засобу вимірювання. Розрізняють такі методи вимірювання: диференціальний, нульовий, контактний і безконтактний, а також методи порівняння з мірою і метод безпосереднього оцінювання.

Диференціальний (різницевий) метод вимірювання – це метод, за допомогою якого визначають різницю між фізичними величинами, які вимірюють і відомими. Відому фізичну величину найчастіше відтворюють за допомогою міри. Якщо різниця між величиною, яку вимірюють, і відомою величиною мала, то похибка вимірювання здебільшого визначається точністю відомої величини. Наприклад, якщо ця різниця не перевищує 0,01 від величини, яку вимірюють, вимірювання її з похибкою 0,1 % зумовить загальну похибку 0,001 %. Диференціальний метод вимірювання називають відносним методом вимірювання, в якому величину, яку вимірюють, порівнюють із однорідною величиною, що має відоме значення, і вимірюють різницю між цими двома значеннями. Цей метод застосовують під час перевірки засобів вимірювання (мір), що порівнюють, з еталоном, а також під час випробувань ма-

теріалів і виробів, які ґрунтуються на порівнянні їх із зразками.

Як приклад застосування цього методу можна запропонувати вимірювання поглинальної здатності випромінювання різними тілами. Припустимо, що абсолютно чорне тіло поглинає 100 % енергії, що падає на нього, тобто прийняти його за еталон. Якщо абсолютно чорне тіло і досліджуваний об'єкт сполучити трубкою з рідинним манометром, то завдяки різній поглинальній здатності тіл, газ, який міститься в резервуарах, нагріється до різних температур (рис. 1). В абсолютно чорному резервуарі температура буде вища, а, отже, буде більший тиск. Різниця рівнів вільної поверхні рідини в манометрі свідчить про різницю температур у резервуарах. Вимірявши цю різницю тисків, можна визначити, у скільки разів поглинальна здатність "сірого тіла" менша ніж в абсолютно чорного.

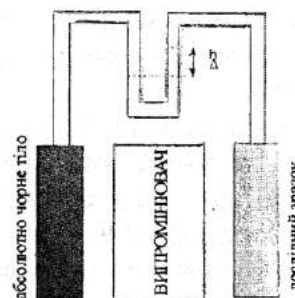


Рис. 1

Ще одним прикладом диференційного методу вимірювання є вимірювання температури за допомогою термопар, або знову ж таки за допомогою рідинного манометра. Термопара – це спай різних металів. Наприклад, міді та константану, хромелю і алюмелю). У місці спаю двох металів



виникає контактна різниця потенціалів, яка залежить від температури. Якщо один спай помістити в середовище з контрольованою (еталонною) температурою, а другий спай – у досліджувану ділянку за іншої температури, то матимемо змогу виміряти різницю потенціалів між цими спаями, яка залежатиме від різниці температур. Зазвичай добирають такі пари металів (мідь-константан, хромель-алюмель), у яких залежність термоелектрорушійної сили від температури лінійна (зазвичай для всіх термопар ця залежність має незначні відхилення від лінійного закону). Тому термопари, щоб використовувати їх для вимірювання температури, заздалегідь градуують. Для цього поміщають один спай у середовище з відомою температурою (суміш льоду з водою або зріджений азот), а другий – у посудину з водою і нагрівають її. Під час нагрівання за допомогою термометра реєструють температуру води і водночас за допомогою високоомного вольтметра вимірюють термоелектрорушійну силу термопари і ставлять їх у відповідність до температури (рис. 2).



Рис. 2

На рис. 3 зображено установку, за допомогою якої, використавши диференційний різницевий метод, можна перевірити справедливість газових законів, зокрема ізохоричного. Змінюючи температуру газу в посудині *A*, матимемо зміну тиску. Тиск газу витісняє ртуть у коліні *BC*. Щоб зберегти сталість об'єму газу, опускають трубку *D* з ртуттю і повертають ртуть у коліні *BC* до відмітки *в*. Різниця рівнів ртуті в обох колінах і буде різницею тисків, зумовлених зміною температури.

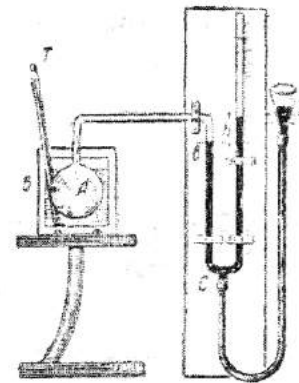


Рис. 3

Нульовий метод вимірювання – це один з методів порівняння з мірою. Цей метод широко застосовують під час зважування на важільних терезах, коли невідому масу порівнюють з еталонною мірою. Точність величини, що вимірюють, визначається чутливістю терезів (нульовий прилад). Нульовий метод є різновидом диференційного методу, в якому вимірюється різниця між двома величинами. В нульовому методі цю різницю зводять майже до нуля.

Найчастіше використовують нульовий метод під час вимірювання електричних величин (ЕРС, напруги, ємності, опору тощо), а також неелектричних величин, перетворених на електричні за допомогою відповідних давачів (температури, тиску, деформації тощо). Через те, що цей метод широко застосовують у науці й техніці, розгляньмо його докладніше.

Нульовий (компенсаційний) метод для вимірювання опорів ґрунтується на такій мостовій¹ вимірювальній електричній схемі (рис. 4).

Умовою того, що через гальванометр не протікатиме електричний струм, є рівність потенціалів у точках *A* і *B*, тобто $\varphi_A = \varphi_B$, а ж різниця

¹Міст вимірювальний – електричний прилад для вимірювання опорів, ємності, індуктивності та інших електричних величин; вимірювальне мостове коло. Класичне мостове коло складається з чотирьох опорів, сполучених послідовно у вигляді чотирикутника. Такі схеми відомі в літературі як чотириплечий міст, або міст Вігстона.



потенціалів буде $\Delta\varphi_{AB} = 0$. Щоб виконати цю умову, треба щоб спад напруги на резисторах R_1, R_2 та R_3, R_x був такий:

$$U_1 = U_2, U_3 = U_x.$$

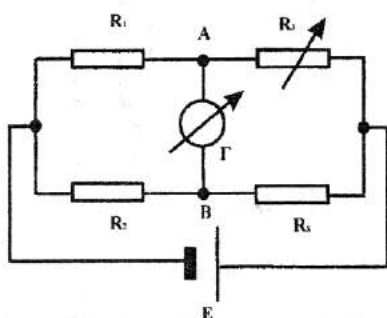


Рис. 4

Оскільки $I_1 = I_3$, а $I_2 = I_x$, то відповідно одержимо співвідношення між опорамі

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_x}. \text{ Або } R_x = R_3 \cdot \frac{R_2}{R_1},$$

де R_x – шуканий опір.

Покажемо, що мінімальна відносна похибка буде за умови, коли дібрати значення опорів таке, щоб $R_1 = R_2$. З цього випливає, що R_3 дорівнюватиме R_x . Отже, змінюючи опір R_3 (магазин опорів, який дає змогу змінювати опір у широкому діапазоні значень), можна добитися, що через гальванометр G струм не потече. І тоді, знаючи значення R_3 , можемо визначити невідомий опір R_x .

Відомо, що для функції двох змінних $f = \frac{A}{B}$ відносну похибку визначають так:

$$\varepsilon = \pm \left(\frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B} \right).$$

Нехай опори R_1 і R_2 відрізняються на деяку величину ΔR , що дорівнює приростові функції $R_2 = R_1 + \Delta R$, а $\Delta A = \Delta B = \Delta R$. Тоді

$$\varepsilon = \frac{\Delta R}{R_1} + \frac{\Delta R}{R_1 + \Delta R}.$$

Враховуючи, що ΔR мала величина, ΔR^2 величини другого порядку малими й ними можна знехтувати, і після деяких спрощень співвідношення для відносної похибки матиме вигляд:

$$\varepsilon = \frac{2}{1 + \frac{R_1}{\Delta R}}.$$

Оскільки $\Delta R \ll R_1$, то нехтуючи 1, ми одержимо, що $\varepsilon = \frac{2 \cdot \Delta R}{R_1}$. Тобто відносна похибка

прямуватиме до нуля, якщо ΔR прямуватиме до нуля. А це означає, що вища чутливість нуль-індикатора, то точніше підібрані опори R_1 і R_2 , і вищою буде точність невідомого опору за інших рівних умов. (Слід врахувати: ми вважали, що значення R_3 визначається з великою точністю). Якщо в плечі моста замість опорів R_1 і R_2 застосовувати дротяний реохорд (переважно застосовують у шкільному практикумі), то аналогічно впливає, що мінімальна похибка буде, якщо довжина дротини праворуч і ліворуч від точки A будуть рівні.

На практиці намагаються застосувати гальванометр якомога з більшою чутливістю – не менше 10^{-6} – 10^{-7} А/под. (Сучасні прилади дають змогу реєструвати навіть менші струми). Якщо внутрішній опір гальванометра лежить у межах 10^3 – 10^4 Ом, то напруга, яка може зумовити такий струм, буде 10^{-3} – 10^{-4} В. Тобто метод допускає таке розбалансування напруги в плечах. Потенціометри або магазини опорів R_3 , які використовують, мають крок 0,1 Ом. Щоб виник такий розбаланс, потрібно, щоб $\Delta U = \pm |U_1 - U_2| = (1 \div 0,1) \text{ mV}$. За максимально збалансованої схеми, загальний опір верхнього плеча моста дорівнює загальному опорів в нижньому плечі, тому струми у верхньому і нижньому плечах моста рівні (для оцінювання). При величині струму 10^{-3} А одержимо, що величина розбалансування ΔR становитиме $1 \div 0,1$ Ом. За певних умов, ця величина досить точна.

Ми описали базовий нульовий метод. Існує велика кількість його варіацій. Все залежатиме від



поставлених завдань і вимог до точності результату.

У нульовому або компенсаційному методі для вимірювання ЕРС джерела струму E_1 за наявності еталонного (нормального²) елемента E (елементи: Данієля – 1,06 ÷ 1,09 В, Лекланше – 1,46 В, Вестона – 1,0183 В, Кларка – 1,434 В, Грене – 2,01 В, Булзена – 1,8 В), також використовують мостове вимірювальне коло.

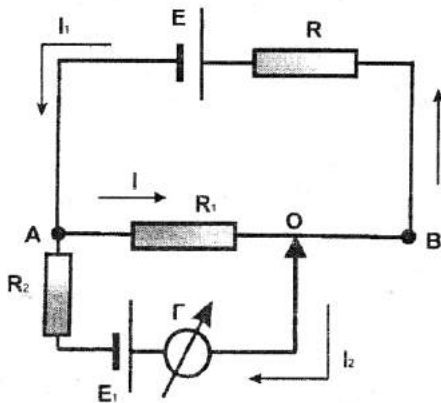


Рис. 5

На рис. 5 E – еталонний (нормальний) елемент, E_1 – джерело, ЕРС якого треба визначити, R – опір ділянки AEB контура $ABEA$, R_1 – опір ділянки від точки A до ковзаючого контакту O , R_2 – опір ділянки OE_1A контура OE_1AO без урахування опору гальванометра G . До того ж ділянка AB має опір r .

За першим правилом Кірхгофа, для точки A можна записати:

$$I = I_1 + I_2,$$

для контура $AOBEA$, за другим правилом Кірхгофа, можна записати:

$$E = I_1(R + r - R_1) + I \cdot R_1.$$

²Нормальний елемент – це гальванічний елемент, значення ЕРС якого стабільне в часі, й відтворюється в різних зразках. Розрізняють насичені та ненасичені (залежно від концентрації електроліту) нормальні елементи. Насичені нормальні елементи використовують як еталонні міри ЕРС під час точних електричних вимірювань.

Для контура OE_1AO –

$$E_1 = I_2(R_2 + r) + I \cdot R_1.$$

Рухаючи повзунцем O (змінюємо опір потенціометра), можна досягти умови, що струм через гальванометр G дорівнюватиме нулеві. Тоді $I = I_1$. За цієї умови з попередніх рівнянь випливає:

$$E_1 = \frac{E \cdot R_1}{R + r}.$$

До цього співвідношення увійшли величини R_1 і r , які вимірюють із великою точністю, наприклад, за допомогою потенціометра³. Точність вимірювань за допомогою потенціометрів досягає 0,01 %, а деколи й вище.

За допомогою компенсаційного методу з великою точністю можна визначити і ємність конденсатора, індуктивність котушки або інші фізичні величини.

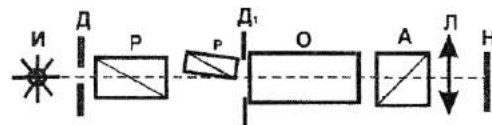


Рис. 6

Компенсаційний метод широко використовують також під час оптичних досліджень. Для вивчення спектрів поглинання розчинів використовують прилад фотометр, у якому порівнюють інтенсивності світла, яке пройшло крізь досліджувані і еталонні об'єкти. Щоб порівняти сили світла двох джерел, застосовують фотометр Жоллі. Вивчаючи обертання площини поляризації, застосовують напівтіньовий поляриметр (рис. 6).

³1. Потенціометр – електричний вимірювальний прилад для визначення ЕРС або напруги компенсаційним методом. Потенціометри постійного струму поділяють на високоомні (опір вимірювального кола становить 10^4 – 10^5 Ом, вимірювальний струм – 10^{-3} – 10^{-4} А) і низькоомні (опір вимірювального кола до 2×10^3 Ом, вимірювальний струм – 10^{-1} – 10^{-3} А).

2. Потенціометр – подільник напруги з плавним регулюванням опору, пристрій (у найпростішому випадку у вигляді провідника з великим питомим опором, по якому ковзає рухомий контакт), за допомогою якого на вхід електричного кола може подаватись частина напруги.



На рис. 6 зображено: I – джерело монохроматичного випромінювання, D, D_1 – діафрагми, P – поляризатор, p – поляризатор, менший за розмірами, і розташований вище від оптичної осі, O – досліджуваний зразок, A – аналізатор, L – збирна лінза, H – спостерігач. Пучок світла від джерела I крізь діафрагму D потрапляє на поляризатор P . Частина світла з цього пучка, крізь зразок O , який повертає площину поляризації, потрапляє на аналізатор A . Друга частина пучка, перш ніж потрапити на досліджуваний зразок, проходить крізь ще один поляризатор p , унаслідок чого площина поляризації змінюється. Отже, якщо аналізатор встановлений на повне затемнення одного із світлових пучків, то інший пучок буде його частково пропускати. Унаслідок цього поле зору розділиться на дві частини. Обертаючи аналізатор, добиваються однакової освітленості й так визначають,

на яку величину повертає площину поляризації досліджуваний зразок.

Щоб оцінити похибку і чутливість оптичних компенсаційних методів, потрібні знання, які виходять за межі шкільної програми.

Література

1. С. Ф. Маликов, Н. И. Тюрин. Введение в метрологию/ 2 изд. – М., 1966.
2. А. Ф. Городовский, Мосты постоянного тока. – М., 1964.
3. Е. Г. Шрамкова, Электрические измерения. Средства и методы измерений. – М., 1972.
4. Потенциометры /3-е изд. – М., 1969.
5. Г. П. Шкуркин, Специальные методы электрических измерений. – М., 1963.

Учені творять напівпровідники з пластмас

У праці нідерландського ученого-дослідника Паулетт Принс обґрунтовано створення матеріалу (в цьому випадку це пластик) з дуже високим коефіцієнтом жорсткості та електропровідності.

Цей полімер з так званою “структурою сходинок” дасть змогу розробляти комплектувальні для мобільних телефонів та інших електронних пристроїв, які навряд чи вийде не навмисне розбити або пошкодити під час падіння навіть із великої висоти.

У цій праці зазначено, що сьогодні переважна більшість електроприладів, зокрема мобільних телефонів, створюється з досить крихких матеріалів (чіпи, мікросхеми), які не здатні витримати значних механічних навантажень.

Проте Паулетт, схоже, має свою думку з цього приводу, чому б не виготовляти напівпровідники не із крихкого і дорогого кремнію, а з міцної пластмаси?

Проте відразу виникає проблема – сьогоденні досягнення науки не дають змоги створювати пластикових структур з достатньою електропровідністю. Відомі пластмаси за цими характеристиками програють напівпровідникам майже в 1000 разів. Але приклади, які наводить, П. Принс у своїй праці переконують у зворотному.

Особлива молекулярна структура полімеру, яку розробили німецькі інженери, кардинально відрізняється від класичних структур пластмас. Наприклад, молекулярні ланцюги звичайного пластику мають несиметричну і ламану структуру, а нова розробка відрізняється фіксованою, “сходовою” побудовою елементів, що додає їй абсолютно нових фізичних властивостей, споріднених до тих, які застосовують сьогодні.

Саме тому вчені можуть зробити висновок, що створення напівпровідників з пластмаси – не фантастика, невдовзі про збереження коштовних трубок хвилюватися вже не будуть.

РОЗВ'ЯЗКИ ЗАДАЧ III (ОБЛАСНОГО) ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ФІЗИКИ (Львів, 2007 р.)

8-й клас

Задача 1.

Кількість теплоти, яка виділяється під час згоряння палива, буде:

$$Q = \lambda m,$$

де m – маса палива, λ – питома теплота згоряння палива.

Потужність двигуна:

$$P = \frac{\eta Q}{t} = \frac{\eta \lambda m}{t},$$

де η – ККД двигуна.

Звідси знайдімо

$$\eta = \frac{Pt}{\lambda m}.$$

$$\eta = \frac{300 \cdot 735,5 \cdot 44 \cdot 3600}{42,5 \cdot 10^6 \cdot 3000} \approx 0,274.$$

Задача 2.

Нехай $\eta = 0,1$ – частка енергії, що втрачається під час удару. За законом збереження енергії знайдімо висоту підняття кульки після першого удару:

$$mgh_0(1 - \eta) = mgh_1.$$

Звідси,

$$h_0(1 - \eta) = h_1.$$

Аналогічно знайдімо висоту підняття кульки після наступних ударів:

$$h_1(1 - \eta) = h_2 = h_0(1 - \eta)^2.$$

$$h_2(1 - \eta) = h_3 = h_0(1 - \eta)^3.$$

$$h_n = (1 - \eta)^n h_0.$$

Коли $n = 5$, одержимо:

$$h_5 = (1 - \eta)^5 h_0 = 0,9^5 \cdot 10 \text{ м} \approx 5,9 \text{ м}.$$

Задача 3.

Визначмо корисну потужність плитки:

$$P_k = 0,2P = 0,2 \cdot 2000 = 400 \text{ Вт}.$$

Розглянемо випадок, коли в чайник набрали гарячу воду.

1 л гарячої води набирається за час

$$\tau_1 = \frac{m}{q_2} = \frac{2000}{20} = 100 \text{ с},$$

де $q_2 = 20$ г/с – розхід води, до витікає з “гарячого крана”.

Визначмо кількість теплоти, яку потрібно надати гарячій воді, яку набрали в чайник, щоб довести її до кипіння:

$$\begin{aligned} Q &= mc(t_{\text{кип}} - t_2) = \\ &= 2 \text{ кг} \cdot 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{град)} \cdot 25 \text{ град} = \\ &= 210000 \text{ Дж} = 210 \text{ кДж} \end{aligned}$$

де t_2 – температура гарячої води.

Визначмо час τ_2 , за який вода нагріється до кипіння:

$$\tau_2 = \frac{Q}{P_k} = \frac{210000 \text{ Дж}}{400 \text{ Вт}} = 525 \text{ с}.$$

Загальний час буде:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 = 625 \text{ с}.$$

Розглянемо випадок, коли в чайник водночас набирають гарячу і холодну воду.

У m кг суміші гарячої і холодної води буде:

$$m_T = \frac{mq_2}{q_2 + q_1} = \frac{40}{170} = 0,235 \text{ кг} - \text{ гарячої води}$$

$$i \ m_x = \frac{mq_1}{q_2 + q_1} = \frac{300}{170} = 1,765 \text{ кг} \text{ -- холодної води.}$$

Визначмо температуру суміші:

$Q_1 = cm_x(t_{\text{сум}} - t_x)$ – кількість теплоти, що одержала холодна вода,

$Q_2 = cm_r(t_r - t_{\text{сум}})$ – кількість теплоти, що віддала гаряча.

$$Q_1 = Q_2.$$

$$cm_x(t_{\text{сум}} - t_x) = cm_r(t_r - t_{\text{сум}}).$$

$$t_{\text{сум}} = \frac{(m_r t_r + m_x t_x)}{m} = \frac{0,234 \cdot 75 + 1,765 \cdot 20}{2} = 26,44 \text{ }^\circ\text{C}$$

1 л суміші (26,44°С) набирається за:

$$\tau_1 = \frac{m}{q_2 + q_1} = 11,76 \text{ с.}$$

Визначмо кількість теплоти, яку потрібно надати суміші, набраній у чайник, щоб довести її до кипіння:

$$Q = mc(t_{\text{кип}} - T_{\text{сум}}) = 2 \text{ кг} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}} \cdot (100 - 26,44) \text{ град} = 617,9 \text{ кДж}$$

Визначмо час нагрівання τ_2 :

$$\tau_2 = \frac{Q}{P_k} = \frac{617900}{400} \approx 1545 \text{ с.}$$

Тоді загальний час буде:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 \approx 12 + 1545 \approx 1557 \text{ с.}$$

Отже, найшвидший спосіб – набрати гарячу воду і довести її до кипіння.

Задача 4.

Вага наважки у повітрі буде:

$$P_1 = (\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2) \cdot g - (V_1 + V_2) \cdot \rho_n g. \quad (1)$$

Вага наважки у воді:

$$P_2 = (\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2) \cdot g - (V_1 + V_2) \cdot \rho_n g. \quad (2)$$

Із рівнянь (1–2) одержуємо:

$$P_1 - P_2 = (V_1 + V_2) \cdot (\rho_n - \rho_n) g.$$

$$V_1 + V_2 = \frac{P_1 - P_2}{g(\rho_n - \rho_n)}, \quad (4)$$

$$V_2 = \frac{P_1 - P_2}{g(\rho_n - \rho_n)} - V_1. \quad (4)$$

Підставивши (3) і (4) в (1), одержимо:

$$P_1 = V_1(g\rho_1 - g\rho_2) + (P_1 - P_2) \frac{\rho_2 - \rho_n}{\rho_n - \rho_n}.$$

$$V_1 = \frac{P_1 \rho_n - P_2 \rho_n + \rho_2 (P_2 - P_1)}{(\rho_n - \rho_n)(\rho_1 - \rho_2)g}$$

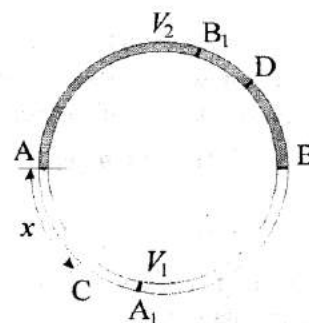
Отже, шукана вага першого металу в сплаві дорівнює:

$$F_1 = gV_1(\rho_1 - \rho_n) = \frac{(\rho_1 - \rho_n)[P_1 \rho_n - P_2 \rho_n + \rho_2 (P_2 - P_1)]}{(\rho_n - \rho_n)(\rho_1 - \rho_2)} = \frac{(\rho_1 - \rho_n)[P_1(\rho_n - \rho_2) + P_2(\rho_2 - \rho_n)]}{(\rho_n - \rho_n)(\rho_1 - \rho_2)}$$

а другого

$$F_{II} = P_1 - F_1.$$

Задача 5.



Нехай $V_1 > V_2$, а хвилі зустрічаються у точці D. Виділимо точки A_1 і B_1 так, щоб $DB = DB_1$, $AC = CA_1$. За час

$$t_1 = \frac{x}{V_1}$$

хвиля поширюється від точки C до точок A і A_1 . Від точки A_1 до точки B хвиля дійде за час

$$t_2 = \frac{\pi R - 2x}{V_1}$$

У верхньому півкільці за той же час хвиля пошириться від точки A до точки B_1 (зі швидкістю V_2). Точка D розділяє відстань BB_1 пополам. Відстані BD , B_1D хвилі проходять за час

$$t_3 = \frac{\pi R - V_2 t_2}{2V_2} = \frac{\pi R}{2V_2} - \frac{t_2}{2}$$

Час, за який хвилі зустрінуться у точці D :

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{t_1 + t_2}{2} + \frac{\pi R}{2V_2} = \frac{\pi R(V_2 + V_1)}{2V_1V_2}$$

Відстань AD , виміряна за годинниковою стрілкою, дорівнює

$$y = (t_2 + t_3)V_2 = \frac{\pi R(V_1 + V_2) - 2xV_2}{2V_1} = \frac{\pi R(1 + V_2/V_1) - xV_2}{V_1}$$

9-й клас

Задача 1.

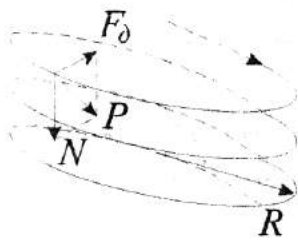


Рис. 1.

Розглянемо рух санок як суперпозицію двох рухів: рух санок по колу радіусом R (у горизонтальній площині) і поступальний (рух санок уздовж осі циліндра). Оскільки санки рухаються по колу в горизонтальній площині, то існує горизонтальна складова реакції опори F_d , яка створює доцентрове пришвидшення. За другим законом Ньютона

$$F_d = mv_x^2/R$$

Знайдемо складову сили реакції опори, яка перпендикулярна до траєкторії санок з умови, що санки не мають пришвидшення в цьому напрямку:

$$N = mg \cos \alpha$$

Тоді рівнодійна цих сил буде:

$$\vec{P} = \vec{N} + \vec{F}_d,$$

або

$$P = \sqrt{N^2 + F_d^2} \quad (1)$$

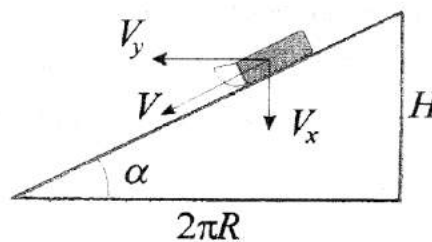


Рис. 2.

Знайдемо швидкість санок після проходження n витків. За законом збереження енергії:

$$\frac{mv^2}{2} = nmgH,$$

або

$$v = (2gnH)^{1/2}$$

Миттєва швидкість санок буде спрямована по дотичній до траєкторії. Знайдемо її складову в горизонтальній v_x та вертикальній v_y площинах:

$$v_x = v \cos \alpha, \quad v_y = v \sin \alpha$$

Із рисунка видно, що $\operatorname{tg} \alpha = H/2\pi R$.

Тоді

$$\cos^2 \alpha = (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)^{-1} = \frac{4\pi^2 R^2}{4\pi^2 R^2 + H^2}$$

Підставивши одержані співвідношення в рівняння (1), отримаємо:

$$P = \sqrt{(mg)^2 \cos^2 \alpha + \left(\frac{mv^2}{R} \cdot \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \right)^2} = \frac{2\pi mgR}{4\pi^2 R^2 + H^2} \sqrt{16\pi^2 n^2 H^2 + 4\pi^2 R^2 + H^2}$$



Задача 2.

Швидкість тіла в момент першого удару дорівнює

$$v_0 = \sqrt{2gh}.$$

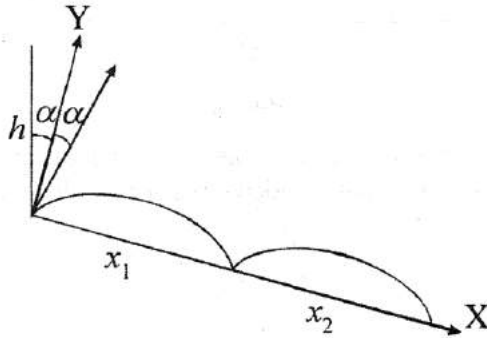
Початкова швидкість тіла після відбивання від площини має таку ж саму величину, але інший напрямок, симетричний відносно осі Y . Проекції початкової швидкості на осі X та Y будуть:

$$v_{0x} = v_0 \sin \alpha, \quad v_{0y} = v_0 \cos \alpha.$$

Закон зміни швидкості по осі X та Y , зважаючи на пришвидшення по цих осях

$$g_x = g \sin \alpha, \quad g_y = g \cos \alpha, \text{ буде:}$$

$$v_x = v_{0x} + gt \sin \alpha, \quad v_y = v_{0y} - gt \cos \alpha$$



Час між першим і другим ударами можна знайти з умови, що за час t_1 :

$$\Delta v_y = 2v_{0y}.$$

Тоді:

$$t_1 = \frac{2v_{0y}}{g_y} = \frac{2\sqrt{2gt}}{g}.$$

Підставмо це значення в рівняння руху по осі X :

$$\begin{aligned} x_1 &= v_0 \sin \alpha \frac{2v_0}{g} + \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4v_0^2}{g^2} = \\ &= \frac{8v_0^2}{2g} \sin \alpha = 8h \sin \alpha \end{aligned}$$

Проекції швидкості в момент другого удару:

$$v_x = v_0 \sin \alpha + g \sin \alpha \frac{2v_0}{g} = 3v_0 \sin \alpha,$$

$$v_y = v_0 \cos \alpha - g \cos \alpha \frac{2v_0}{g} = \pm v_0 \cos \alpha.$$

Знак “-” відповідає моменту падіння, знак “+” – моменту відбивання. У момент n -го удару проекції швидкості після відбивання дорівнюватимуть:

$$v_x = (2n-1)v_0 \sin \alpha, \quad v_y = v_0 \cos \alpha.$$

Тобто по осі X проекції швидкості постійно зростає, а по Y – залишається постійною. Проміжки часу між ударами не залежать ні від яких змінних величин, і тому однакові для усіх положень.

Знайдімо відстань x_2 між точками другого і третього ударів:

$$x_2 = 3v_0 \sin \alpha \frac{2v_0}{g} + g \sin \alpha \left(\frac{2v_0}{g} \right)^2 = 2 \cdot 8h \sin \alpha.$$

Продовжуючи так обчислювати, можна знайти, що $x_1 : x_2 : x_3 : \dots : x_n = 1 : 2 : 3 : \dots : n$. Тобто відстань між точками n і $(n-1)$ дорівнює

$$x_n = 8nh \sin \alpha.$$

Задача 3.

Коефіцієнт корисної дії електричної пічки буде:

$$\eta = \frac{A_k}{A_s} = 50\%, \quad A_s = IUt.$$

$$\begin{aligned} A_k &= c_1 m \Delta T_1 + c_2 m \Delta T_2 + m\lambda + Lm = \\ &= m(c_1 \Delta T_1 + c_2 \Delta T_2 + \lambda + L) \end{aligned}$$

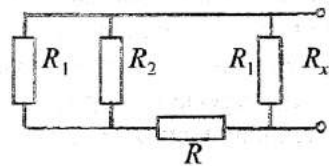
Тоді

$$\eta IUt = m(c_1 \Delta T_1 + \lambda + c_2 \Delta T_2 + L).$$

Звідси знаходимо, що

$$m = \frac{\eta IUt}{c_1 \Delta T_1 + \lambda + c_2 \Delta T_2 + L} \approx 0,72 \text{ кг}.$$

Задача 4.

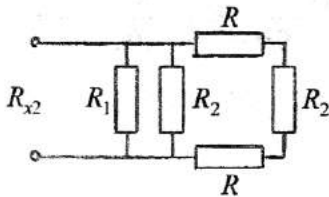


Як видно з рисунка, для першої схеми можна записати:

$$\frac{1}{R_{x1}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}$$

Підставивши значення R_1 і R_2 з умови задачі, знаходимо, що

$$R_{x1} = \frac{3R + 2}{3R + 5}$$



Для другої схеми знаходимо, що

$$\frac{1}{R_{x2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{2R + R_2}$$

або

$$R_{x2} = \frac{2R + 2}{3R + 4}$$

Прирівнявши R_{x1} і R_{x2} , отримаємо квадратне рівняння

$$3R^2 + 2R - 2 = 0,$$

з якого знаходимо, що

$$R = \frac{\sqrt{7} - 1}{3} \approx 0,55 \text{ Ом.}$$

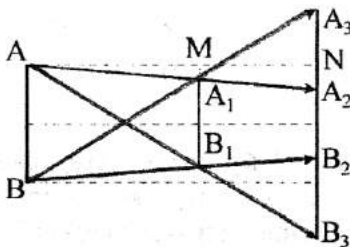
Загальний опір схем дорівнює

$$R_{x1} = \frac{\sqrt{7} + 1}{\sqrt{7} + 4} \approx 0,55 \text{ Ом.}$$

Задача 5.

Введімо позначення:

$AB = 2R$, $A_1B_1 = 2r$, $A_2B_2 = 2r_1$, $A_3B_3 = 2r_2$, $AM = d$, $MN = l$.



Із подібності трикутників A_1AM і A_2AN знайдемо:

$$\frac{d}{R - r} = \frac{d + l}{R - r_1}$$

Звідси знайдемо, що

$$d(R - r_1) = (d + l)(R - r),$$

або $r_1 = \frac{r(d + l) - Rl}{d} = 22,86 \text{ см.}$

Із подібності трикутників B_1AM і B_3AN запишімо:

$$\frac{d}{R - r} = \frac{d + l}{R - r_1}$$

Звідси знаходимо, що

$$d(R + r_2) = (d + l)(r + R),$$

або

$$r_2 = \frac{r(d + l) + Rl}{d} = 80,0 \text{ см.}$$

10-й клас

Задача 1.

Розглянемо всі рухи в системі відліку, з'язані зі супутником. Вважаймо її інерціальною. Знайдемо час, за який після відокремлення, космонавт повернувся на корабель.

$$l = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2l}{a}}$$

Знайдемо час руху космонавта від супутника до корабля:

$$t_1 = t - t_0.$$

Знайдемо мінімальну швидкість, з якою космонавт відштовхнувся від супутника:

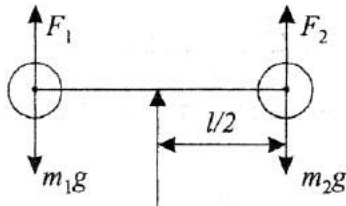
$$V_0 = \frac{l}{t_1} = \frac{l}{t - t_0} = \frac{l}{\sqrt{\frac{2l}{a}} - t_0}$$

Зауваження. Насправді супутник рухається по коловій або еліптичній траєкторії і система відліку пов'язана з ним неінерціальна. Прийняття допущення, що система відліку зв'язана зі супутником інерціальна, справедливе лише для малих відрізків часу, впродовж яких траєкторії супут-

ника і пілотованого корабля направлені уздовж прямої.

Задача 2.

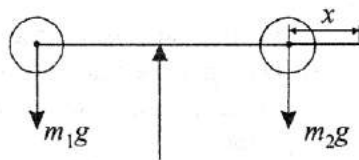
Зобразімо сили, які діють на кульки та запишімо умову рівноваги системи у воді:



$$(F_1 - m_1g) \frac{l}{2} = (F_2 - m_2g) \frac{l}{2},$$

де $F_1 = \rho \frac{m_1}{\rho_1} g$, $F_2 = \rho \frac{m_2}{\rho_2} g$ – сили Архімеда, які діють відповідно на кожну кульку.

$$\left(\frac{\rho}{\rho_1} - 1\right) m_1 g \frac{l}{2} = \left(\frac{\rho}{\rho_2} - 1\right) m_2 g \frac{l}{2}. \quad (1)$$



Розгляньмо рівновагу системи у повітрі, нехтуючи силами Архімеда, які діють на кульки в повітрі.

$$m_1 g \frac{l}{2} = m_2 g \left(\frac{l}{2} - x\right),$$

$$m_1 l = m_2 l - 2m_2 x,$$

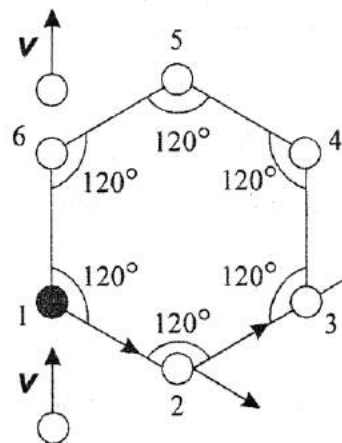
$$x = \frac{(m_2 - m_1)l}{2m_2} = \frac{1}{2}l - \frac{m_1}{2m_2}l. \quad (2)$$

Знайдімо з рівняння (1) відношення $\frac{m_1}{m_2}$ і використаймо його в рівнянні (2).

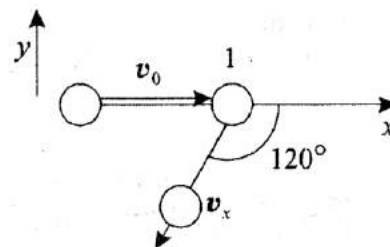
$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{(\rho - \rho_2)\rho_1}{\rho_2(\rho - \rho_1)},$$

$$\begin{aligned} x &= \frac{1}{2}l - \frac{1}{2}l \frac{(\rho - \rho_2)\rho_1}{\rho_2(\rho - \rho_1)} = \frac{1}{2}l \left(1 - \frac{\rho_1(\rho - \rho_2)}{\rho_2(\rho - \rho_1)}\right) = \\ &= \frac{1}{2}l \left(\frac{\rho_2\rho - \rho_1\rho_2 - \rho_1\rho + \rho_1\rho_2}{\rho_2(\rho - \rho_1)}\right) = \\ &= \frac{l(\rho_2 - \rho_1)\rho}{2\rho_2(\rho - \rho_1)} = \frac{l(\rho_1 - \rho_2)\rho}{2\rho_2(\rho_1 - \rho)} = \\ &= 0,1 \frac{8600 \cdot 10^3}{2700 \cdot 10300} = \frac{8,6 \cdot 10^3}{27 \cdot 10,3 \cdot 10^3} = \\ &= \frac{86}{27 \cdot 103} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 3 \text{ см} \end{aligned}$$

Задача 3.



Щоб була реалізована умова задачі, 7-ма кулька має зазнати зіткнень зі всіма кулями 1, 2, 3, ... 6 так, щоб її вектор швидкості після 1-го удару змінився на 120° , а після 2-го ... 6-го ударів на 60° .



Розгляньмо 1-й удар і знайдімо швидкість 7-ої кулі після нього, скориставшись для цього законами збереження імпульса та енергії.

$$P_x \quad mv_0 = -v_x \cdot \cos 60^\circ \cdot m + v_1 m \cdot \cos \alpha,$$

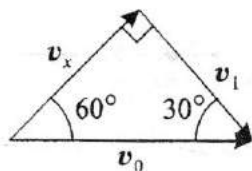
$$P_y \quad 0 = -mv_x \sin 60^\circ + mv_1 \cdot \sin \alpha.$$

$$v_x = \frac{v_1 \cdot \sin \alpha}{\sin 60^\circ}, \quad v_1 = \frac{v_x \cdot \sin 60^\circ}{\sin \alpha},$$

$$mv_0 = -mv_x \cos 60^\circ + \frac{m \cdot v_x \cdot \sin 60^\circ}{\sin \alpha},$$

$$33E: \quad \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_x^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} \Rightarrow v_0^2 = v_x^2 + v_1^2,$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 - v_x^2}.$$



Із малюнка $\angle \alpha = 30^\circ$.

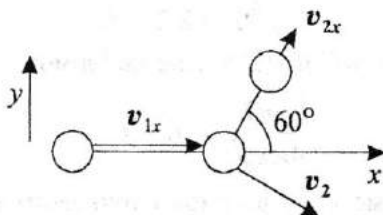
$$v_x = \frac{\sqrt{v_0^2 - v_x^2}}{\sqrt{3}},$$

$$3v_x^2 = v_0^2 - v_x^2,$$

$$4v_x^2 = v_0^2, \quad v_x = \frac{v_0}{2}.$$

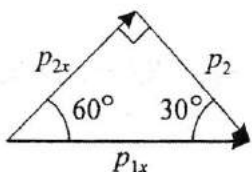
Отже, в результаті удару 1-ї кульки швидкість кулі зменшиться вдвічі.

Розгляньмо удар 2-ої кульки, внаслідок якого куля змінить свій напрямок на 60° .



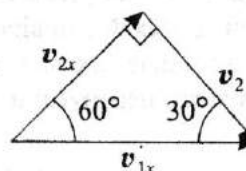
$$P_x: \quad mv_{1x} = mv_{2x} \cdot \cos 60^\circ + mv_2 \cdot \cos \alpha,$$

$$P_y: \quad mv_{2x} \cdot \sin 60^\circ = mv_2 \cdot \sin \alpha.$$



$$33E: \quad \frac{mv_{1x}^2}{2} = \frac{m}{2} v_{2x}^2 + \frac{m}{2} v_2^2 \Rightarrow v_{1x}^2 = v_{2x}^2 + v_2^2,$$

$$\alpha = 30^\circ.$$



$$P_x: \quad v_{2x} \frac{\sqrt{3}}{2} = v_2 \cdot \frac{1}{2}, \quad v_2^2 = 3v_{2x}^2,$$

$$v_{2x}^2 = v_{1x}^2 - v_2^2,$$

$$v_{2x}^2 = v_{1x}^2 - 3v_{2x}^2,$$

звідси

$$4v_{2x}^2 = v_{1x}^2,$$

або

$$|v_{2x}| = \frac{1}{2} |v_{1x}|.$$

Ми встановили, що внаслідок удару 2-ої кульки 7-ма кулька теж втратила половину величини початкової швидкості. Отже, внаслідок шести послідовних ударів під час яких вона втрачає половину величини швидкості, її кінцева швидкість буде:

$$v_k = \frac{v_0}{2^6} = \frac{v_0}{64}.$$

Задача 4.

Знайдімо ймовірність перебування молекули в нижній камері колони:

$$P_n = \frac{t_n}{t_{\text{зар}}} = \frac{1}{1900}.$$

Знайдімо ймовірність перебування молекули у верхній камері колони:

$$P_b = \frac{t_b}{t_{\text{зар}}} = \frac{1}{2000}.$$

Застосуємо розподіл Больцмана:

$$P_b = P_n e^{\frac{mgH}{kT}},$$

або

$$\frac{p_n}{p_v} = e^{\frac{mgH}{kT}} \approx 1 + \frac{mgH}{kT}. \quad (1)$$

Умовно розділимо колону на велику кількість частин заввижки h . Нехай ймовірність перебування молекули в одній із цих частин буде p_i , тоді загальна ймовірність перебування молекули в колоні буде:

$$p_{\text{заг}} = p_n + \dots + p_i + \dots + p_v = 1. \quad (2)$$

Зрозуміло, чому $p_{\text{заг}}$ дорівнює одиниці, адже за умовою задачі молекула перебуває в колоні.

Із формули (1) видно, що ймовірність лінійно змінюється з висотою, тому вираз (2) є сумою членів арифметичної прогресії:

$$p_{\text{заг}} = \frac{p_v + p_n}{2} N,$$

де N – кількість членів арифметичної прогресії, яке дорівнює:

$$N = \frac{H}{h}.$$

Звідси:

$$\frac{p_v + p_n}{2} \cdot \frac{H}{h} = 1. \quad (3)$$

$$H = \frac{2h}{p_v + p_n}.$$

Підставмо (3) в (1) і знайдемо температуру:

$$\frac{p_n}{p_v} = 1 + \frac{2hmg}{(p_v + p_n)kT}.$$

$$T = \frac{38mgh}{(p_v + p_n)k} \approx 440 \text{ К}.$$

Задача 5.

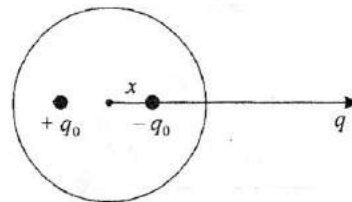
Знайдемо силу взаємодії точкового заряду q з незарядженою кулею. Внаслідок перерозподілу зарядів сила взаємодії буде:

$$F = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0(l-x)} - \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0(l+x)} =$$

$$= \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{l-x} - \frac{1}{l+x} \right) =$$

$$= \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{l+x-l+x}{l^2-x^2} \right) =$$

$$= 2 \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{x}{l^2-x^2}$$



Знайдемо сили взаємодії кулі та точкового заряду після того, як кулі надали деякий позитивний заряд.

$$f_1 = F - \frac{q \cdot Q}{4\pi\epsilon_0 l^2}. \quad (1)$$

Знайдемо силу взаємодії, коли заряд кулі збільшити вдвічі.

$$f_2 = F - \frac{q \cdot 2Q}{4\pi\epsilon_0 l^2}. \quad (2)$$

Із рівнянь (1) і (2) знайдемо силу F .

$$f_2 = F + 2(f_1 - F) \Rightarrow f_2 - 2f_1 = -F$$

або

$$F = 2f_1 - f_2.$$

Із рівнянь (1) та (2) також знайдемо:

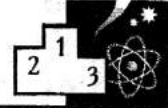
$$\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 l^2} = f_1 - f_2.$$

Знайдемо силу взаємодії точкового заряду і кулі, що має заряд $+3Q$.

$$f_3 = F - \frac{3qQ}{4\pi\epsilon_0 l^2}.$$

Отже,

$$f_3 = 2f_1 - f_2 - 3(f_1 - f_2) = 2f_2 - f_1.$$



11-й клас

Задача 1.

Вважаємо водень ідеальним газом. Із рівняння Менделєєва Клапейрона $p_1 V_1 = \nu_1 R T_1$ можна знайти ν_1 . За рахунок дисоціації кількість молів зросла вдвоє $\nu_2 = 2\nu_1$. Тому

$$p_2 = \nu_2 R \frac{T_2}{V_2} = 2p_1 \frac{T_2 V_1}{T_1 V_2} = 8 \text{ атм.}$$

Задача 2.

Нехай x – відстань від верхньої грані куба до поверхні рідини в середині куба. Тоді тиск повітря в середині куба буде:

$$p_x = p_0 + \rho g(h - a + x).$$

Враховуючи незмінність температури, знайдімо:

$$p_0 a = p_x x \Rightarrow p_x = \frac{p_0 a}{x}.$$

Отже,

$$\frac{p_0 a}{x} = p_0 + \rho g(h - a + x).$$

$$x^2 + \left(\frac{p_0}{\rho g} + h - a \right) x - \frac{p_0 a}{\rho g} = 0.$$

З цього рівняння знаходимо:

$$x_{1,2} = \frac{-\left(\frac{p_0}{\rho g} + h - a \right) \pm \sqrt{\left(\frac{p_0}{\rho g} + h - a \right)^2 + 4p_0 a}}{2}.$$

Враховуючи, що $x > 0$, вибираємо додатний корінь рівняння:

$$x = \frac{-\left(\frac{p_0}{\rho g} + h - a \right) + \sqrt{\left(\frac{p_0}{\rho g} + h - a \right)^2 + 4p_0 a}}{2}.$$

Шукана сила, якщо знехтувати масою повітря, дорівнює:

$$F = a^2 x \rho g =$$

$$= a^2 \left(\frac{a - h - \frac{p_0}{\rho g}}{2} + \sqrt{\left(\frac{a - h - \frac{p_0}{\rho g}}{2} \right)^2 + \frac{p_0 a}{\rho g}} \right) \rho g.$$

Задача 3.

Зрозуміло, що сторони завдовжки l мають бути паралельні до вертикалі, а цеглини треба викладати вздовж діагоналі завдовжки

$$2d = 2\sqrt{5}l.$$

Центр мас стовпчика цеглин, який стоїть на n цеглині, має бути над нею. Цю умову можна записати так:

$$x_1 \leq d,$$

$$\frac{x_2 + (x_1 + x_2)}{2} \leq d \Rightarrow 2x_2 + x_1 \leq 2d,$$

$$2x_3 + 2x_2 + x_1 \leq 3d$$

⋮

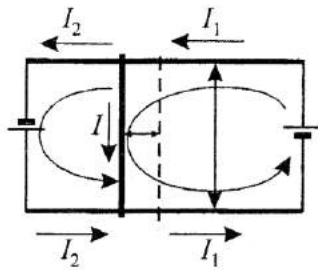
$$Nx_N + (N-1)x_{N-1} + \dots + 2x_2 + x_1 \leq Nd.$$

Тут x_1 – відстань між вертикалями, проведеними через центри найвищої (1-шої) та попередньої цеглини (2-гої), x_2 – між центрами 2-гої та 3-тньої, ... Сумуючи ліві частини цих нерівностей з додатними коефіцієнтами, можна одержати вираз загального відхилення

$$x_N = \sqrt{5} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{N} \right) L.$$

Задача 4.

Система перебуватиме у рівновазі, коли перемичка розташована посередині. У випадку малого відхилення x від положення рівноваги з'явиться сила, яка повертатиме перемичку в положення рівноваги. Переконаємось у цьому, застосувавши правила Кірхгофа:



$$I_2 = I_1 + I,$$

$$2I_2(L-x)\rho + IR = E,$$

$$2I_2(L-x)\rho + 2I_1(L+x)\rho = 2E,$$

де $2(L+x)\rho$, $2(L-x)\rho$ – опори рейки до і після перемички.

Розв'язавши систему рівнянь, знайдемо струм через перемичку:

$$I = \frac{Ex}{(L^2 - x^2)\rho + LR} \approx \frac{Ex}{L^2\rho + LR}.$$

Знайдемо силу Ампера, яка діє на перемичку

$$F = Ibl = \frac{EBI}{RL + \rho L^2} x.$$

Звідси видно, що на перемичку діє сила, яка прагне повернути перемичку до середини.

За другим законом Ньютона

$$ma = -Ibl \Rightarrow m\ddot{x} + \frac{EBI}{L^2\rho + LR} x = 0.$$

Звідси, частота малих коливань дорівнює:

$$\omega = \sqrt{\frac{EBI}{mL(\rho L + R)}},$$

період коливань буде:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{EBI}{mL(R + \rho L)}}}.$$

Задача 5.

Запишімо рівняння сил, які діють на платформи (позначення як на рисунку, k_{Σ} – шукана жорсткість системи):

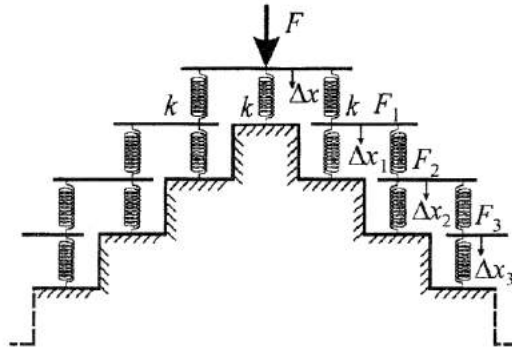
$$F = k\Delta x + 2k(\Delta x - \Delta x_1) = k_{\Sigma}\Delta x_1,$$

$$F_1 = k(\Delta x - \Delta x_1) = k\Delta x_1 + k(\Delta x_1 - \Delta x_2) = \tilde{k}\Delta x_1,$$

$$F_2 = k(\Delta x_1 - \Delta x_2) = k\Delta x_2 + k(\Delta x_2 - \Delta x_3) = \tilde{k}\Delta x_2$$

⋮

Тут \tilde{k} – загальна жорсткість правої чи лівої частини пружини, яка не залежить від номера платформи.



Із цих рівнянь

$$\frac{\tilde{k}}{k} + 1 = \frac{\Delta x}{\Delta x_1} = \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2} = \frac{\Delta x_2}{\Delta x_3} = \dots = \frac{1}{\gamma}, \quad \gamma < 1.$$

Звідси

$$\Delta x_n = \Delta x \cdot \gamma^n.$$

З іншого боку, сумуючи ці рівняння і скорочуючи на k , отримуємо:

$$\begin{aligned} \Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + \dots &= \Delta x(2\gamma + \gamma^2 + \gamma^3 + \dots) = \\ &= \Delta x \left(\gamma + \frac{\gamma}{1-\gamma} \right) \end{aligned}$$

Отримуємо квадратне рівняння для γ , корені якого такі:

$$\gamma = \frac{3 \pm \sqrt{5}}{2}.$$

Оскільки $\gamma < 1$, то обираємо корінь:

$$\gamma = \frac{3 - \sqrt{5}}{2}.$$

Отже,

$$k_{\Sigma} = 3k - 2k \frac{\Delta x_1}{\Delta x} = \left(3 - 2 \frac{3 - \sqrt{5}}{2} \right) k = k\sqrt{5}.$$



УЧЕНИЙ-АМАТОР¹

Насправді це зовсім не так. По-перше, як всім відомо, парамеції час до часу злучаються один з одним: вони зустрічаються і обмінюються ядрами. Як вони визначають, коли настав час це зробити?

(Забудьте; це не моє спостереження).

Я спостерігав, як ці парамеції вдаряються об що-небудь, відскакують повертаються на якийсь кут і знову починають рух. У підручниках що поведінку описано як суто механічне, подібне до комп'ютерної програми – але виглядає воно зовсім не так. Вони рухаються на різні відстані, відскакують на різні відстані, повертаються на різні кути, не завжди повертаються праворуч – вони поведуться дуже нестандартно. Їхній рух здається зовсім неупорядкованим, оскільки невідомо, об що вони вдаряються; невідомо, запах яких хемічних речовин вони відчувають.

У дитинстві я мав “лабораторію”. Лабораторія не в тому значенні, що я там щось виміряв або проводив важливі експерименти. Я там бавився: виготовляв двигуни, робив пристосування, яке вистрілювало, якщо щось проходило крізь фотоелемент. Я бавився із селеном і постійно бешкетував. Деколи я робив обчислення для лампового блоку, серії вимикачів і лампочок, які я використовував як резистори для контролю напруги. Проте це були лише розваги. Я ніколи не робив ніяких лабораторних дослідів.

До того ж, я також мав мікроскопа, і обожнював розглядати в ньому всяку всячину. Для цього треба було бути надзвичайно терпеливим: я клав що-небудь під мікроскоп і міг дуже довго на це дивитися. Я бачив безліч цікавих речей, які міг бачити будь-хто.

Якось я спостерігав за парамецією і побачив щось, що не було описано в книжках, за якими ми навчалися в школі. У підручниках для коледжу цього теж не було. Книжки завжди спрощують все, щоб світ був більше схожий на те, як описують його вони. Про поведінку тварин, вони завжди розповідають так: “Парамецій надзвичайно простий; він поводить себе найпростіше. Під час руху у воді його форма, подібна до мештів, повертається доти, поки не вдариться об щось, тоді він відскакує, повертається на якийсь кут і знову починає рухатися”.

Мені дуже хотілося простежити, що відбувається з парамецією, коли вода, в якій він міститься, висихає. У підручнику було написано, що парамецій висихає і перетворюється на щось на зразок маленького твердого зернятка. Я помістив на предметне скло мікроскопа краплю води, у якій був парамецій і декілька “травинок” – у масштабі парамеція ці травинки нагадували сітку із соломи. Відповідно до того, як вода випаровувалась, упродовж п'ятнадцяти чи двадцяти хвилин, парамецій був у щораз скрутнішому становищі, він дедалі більше і більше рухався вперед-назад, поки це не стало зовсім важко. Він залишався між цих “соломинок”, майже застряг там.

А потім я побачив щось, чого ніколи не бачив і про що ніколи не чув: парамецій втратив свою форму. Він міг згинатися, як амеба. Він почав тиснути на одну з палиць і роздвоюватися доти, поки роздвоєння не дійшло до середини його тіла, далі він вирішив, що це не дуже мудра думка, і повернувся в початковий стан.



Отже, спостерігаючи за цими тваринами, я побачив, що в підручниках їхню поведінку подають дуже спрощено. Вони поводяться не так механічно або однобоко, як там написано. Поведінку цих простих тварин варто було б описувати правильно. Поки ми не побачимо, як насправді поводяться одноклітинні тварини, ми не зможемо зрозуміти поведінки складніших тварин.

Мені також подобалось спостерігати за жучками. Коли мені було тринадцять років, я мав книжку про комах. Там було написано, що бабки не небезпечні; вони не жалять. Проте в нашому районі всі добре знали що "швейні голки", як ми їх називали, дуже небезпечні, тому що боляче жалять. Отже, якщо ми десь грали в бейсбол або в щось ще, і пролітала бабка, всі ховалися, розмахуючи руками, і кричали:

"Швейна голка! Швейна голка!"

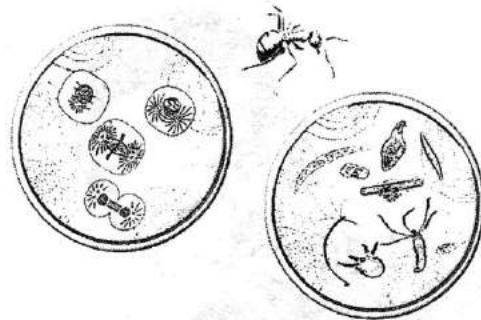
Одного разу я був на пляжі. Тут з'явилася "швейна голка", всі залезли, почали бігати пляжем, а я просто сидів на місці. "Не турбуйтеся! – сказав я. – "Швейні голки" не жалять!" Я це знав, бо недавно прочитав про це в книжці.

Бабка сіла на мою ногу. Всі кричали, метушилися, тому що на моїй нозі сиділа "швейна голка". А я, таке наукове диво, сидів і стверджував, що вона мене не вжалить.

Ви думаєте, що я зараз розкажу про те, що вона все-таки мене ужалила, але цього не сталося. Книжка мала рацію. Я аж трошки спітнів.

У дитинстві я також мав маленького ручного мікроскопа. Це був іграшковий мікроскоп, з якого я витягнув збільшувальну частину і тримав її у руці, як лупу, хоча цей мікроскоп міг збільшувати в сорок або п'ятдесят разів. Якщо дуже постаратися, то фокус можна було втримати. Отже, я міг гуляти вулицею і розглядати різні речі на місці.

Коли я вчився у Принстонському випускному коледжі, одного разу я витягнув свою лупу з кишені, щоб розглянути мурашок, які повзали плющем. Я так здивувався, що навіть скрикнув. Я побачив мурашку і тлю, про яку піклуються мурашки: вони переносять її з рослини на рослину, якщо рослина, на якій вони живуть, вмирає. Замість мурашки одержують частково переварений сік тлі, який називають "мідяною россою". Я це знав, мені про це розказував батько, але сам я ніколи раніше такого не бачив.



Отже, на листку сиділа тля, поряд пробігала мурашка, вона підбігла до неї і почала плескати її лапками – всю тлю – хляп, хляп, хляп, хляп.

Видовище було приголомшливе!

Потім на спинці тлі почав виділятися сік. І оскільки я дивився крізь лупу, то бачив величезного, красивого, блискучого м'яча, який через поверхневий натяг був схожий на повітряну кулю. Оскільки мікроскоп був не дуже добрий, крапля була ледь забарвлена через хроматичну аберацию в лінзі – дивовижне видовище!

Мурашка взяла м'яча передніми лапками, підняла його з тлі й тримала. Світ стає зовсім іншим, коли на нього дивишся в такому масштабі, де можна підняти краплю води й втримати її! Можливо, на лапках мурашок є якесь мастило, яке не руйнує поверхневого натягу води, коли вони піднімають краплю. Далі мурашка надкусила поверхню краплі, і під тиском поверхневого натягу крапля потрапила прямо в її живіт. Було божевільно цікаво спостерігати, як це відбувається.

У моїй кімнаті в Принстоні був еркер з U-подібним підвіконням. Одного разу на підвіконні з'явилися мурашки. Мені стало цікаво, як вони знаходять різні речі. Мені було цікаво, звідки вони дізнаються, куди потрібно йти? Чи можуть вони сказати один одному, де є їжа, як це роблять бджоли? Чи мають вони відчуття геометрії?

Усе це я досліджував як любитель; відповідь відома всім, але не мені, тому насамперед я натягнув якусь мотузочку через U-подібний підвіконник еркера і підвісив на нього шматочок зігнутого картону, на якому був цукор. Ідея полягала в тому, щоб ізолювати цукор від мурашок, щоб вони не знайшли його випадково. Я хотів все взяти під контроль.



Я нарізав декілька маленьких смужок паперу і зігнув їх так, щоб можна було підбирати мурашок і переміщувати їх з місця на місце. Я поклав складені смужки паперу в двох місцях: деякі поряд із цукром (я підвісив їх на мотузку), а інші недалеко від мурашок. Я увесь день просидів там, читаючи книжку і спостерігаючи за мурашками, поки одна мурашка не забрела на один із моїх папірців.

Тоді я переніс його до цукру. Після того, як я переніс до цукру декількох мурашок, одна із них випадково потрапила на одну з сусідніх паперових смужок, і я переніс її назад.

Я хотів подивитися, скільки часу знадобиться іншим мурашкам, щоб одержати повідомлення про те, що потрібно йти на "місце положення цих паперових смужок". Почалося це поволі, а потім так пришвидшилось, що я бігав, як ошпарений, переправляючи мурашок туди-сюди.

Але раптово, коли все відбувалося в самому розгарі, я почав переправляти мурашок від цукру в інше місце. Питання було таке: чи навчиться мурашка повертатися туди, звідки вона тільки що прийшла, або вона піде туди, куди вона йшла до цього?

За деякий час жодна з мурашок не йшла на перше місце (яке привело б їх до цукру), тоді як на другому місці було безліч мурашок, які кружляли поблизу, намагаючись знайти цукор. Звідси я зробив висновок, що вони йдуть туди, звідки тільки що прийшли.

В іншому експерименті я розклав на підвіконні безліч предметних стекол від мікроскопів, щоб мурашки йшли ними до цукру, який лежав на підвіконні. Тоді, замінюючи яке-небудь старе скло новим, або просто переставляючи стекла, я міг продемонструвати, що в мурашок нема відчуття геометрії: вони не можуть визначити, де що-небудь є. Якщо вони йшли до цукру одним шляхом,

а назад вони могли прийти коротшим шляхом, вони не могли визначити цього коротшого шляху.

З переставляння скелець було зрозуміло, що мурашки залишають ніби сліди. Тоді я провів низку простих експериментів, щоб визначити, наскільки швидко висихає слід, чи легко його стерти тощо.

Я також дізнався, що слід немає напрямка. Якщо я піднімав мурашку на клаптику паперу, повертав її кілька разів, а тоді відпускав на слід, мурашка не знала, що йде у зворотному напрямку, поки не натикалася на іншу мурашку. (Згодом у Бразилії, я побачив мурашок-листоїдів і випробував той самий експеримент на них. Після декількох кроків вони могли визначити, чи рухаються до їжі або від неї. Мабуть, вони визначали напрямок за слідом, який міг бути деякою послідовністю запахів за принципом: A, B , проміжок, A, B , проміжок і т. д.)

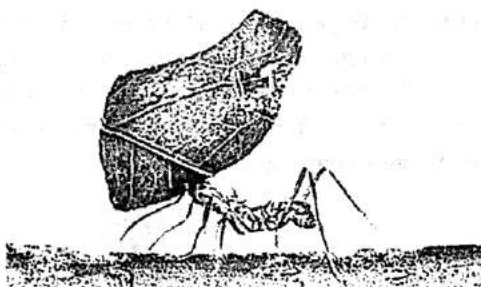
Одного разу я спробував примусити мурашок ходити по колу, але у мене на це не вистачило терпіння. Іншої причини, чому цього не можна зробити, крім браку терпіння, я не бачу.

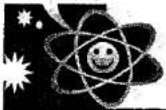
Експерименти ускладнювала одна річ: коли мурашки відчують дихання, вони метушаться. Можливо, вони роблять це під впливом інстинкту, боячись якої-небудь тварини, що турбує їх, або може з'їсти. Я не знаю, що їх хвилювало: тепло, волога або запах мого дихання, але мені завжди доводилося стримувати дихання і відводити очі убік, коли я переправляв мурашок з місця на місце.

Мене дуже цікавило одне запитання: чому сліди мурашок лягають дуже добре і прямо. Здавалося, що мурашки знають, що роблять і мають чудове відчуття геометрії. Проте мої експерименти показали, що це не так.

Багато років опісля, коли я працював у Калтесі² й мешкав у будиночку на Аламеда-Стрит, у мене у ванні з'явилися мурашки. Я подумав: "Це ж приголомшлива можливість". Я поклав на протилежний кінець ванни цукор і просидів там весь день, поки одна мурашка нарешті знайшла цукор. Треба мати лише терпіння.

Як тільки мурашка знайшла цукор, я узяв наперед приготований кольоровий олівець (я вже провів декілька експериментів, які показали, що мурашки не звертають ніякої уваги на олівцеві





відмітки – вони ходять прямо по них, – тому я знав, що нічого не зіпсую) і провів лінію услід за мурашкою, позначаючи її слід. Повертаючись до отвору, мурашка йшла трохи не так, як звичайно, тому лінія була крива і не схожа на звичайний мурашиний слід.

Коли наступна мурашка, яка знайшла цукор, стала повертатися, я позначив її шлях іншим кольором. (До речі, вона швидше йшла по тому сліду, який залишила інша мурашка, повертаючись назад, ніж по власному, який вона залишила, коли йшла сюди. Я вважаю, що, знайшовши якусь їжу, мурашка залишає сильніший слід, ніж коли вона просто бродить навколо).

Ця друга мурашка дуже поспішала і досить точно слідувала першому сліду. Але за свій поспіх вона часто зрізувала шлях, немов скочувалася з гори, коли шлях петляє. Часто, “скотившись”, мурашка знову знаходила прокладений шлях. Зворотний шлях другої мурашки був трохи рівнішим, ніж першої. Наступні мурашки “виправили” цей слід, поспішно і неакуратно “слідуючи” йому.

Я за допомогою олівця простежив слід восьми або десяти мурашок, поки він не перетворився на акуратну лінію уздовж ванни. Це схоже на зарисовку: спочатку малюєш неакуратну лінію, тоді декілька разів проходиш по ній, і за деякий час вона стає красивою.

Пам’ятаю, коли я був дитиною, батько розказував мені про те, наскільки чудові істоти – мурашки, і як вони співпрацюють. Я дуже уважно спостерігав, як три або чотири мурашки несуть у мурашник невеликий шматочок шоколаду. З першого погляду, цей процес виглядає, як ефективна чудова і успішна співпраця. Але якщо придивитися уважніше, то побачиш, що нічого цього насправді немає: вони всі поводяться так, немов шоколад підтримує хтось інший. Вони тягнуть його то в один, то в інший бік. Одна з мурашок може залізти на цей шоколад поки його несуть інші. Вона погойдується, петляє, всі напрямки переплутано. Отже, шоколад потрапляє в мурашник не по прямій, добре відомій траєкторії.

¹Із книжки фізика-теоретика, Нобелівського лауреата з фізики Річарда Фейнмана “Ви жартуєте, містер Фейнман”.

²Калтех – Каліфорнійський технологічний інститут.

Бразильські мурашки-листоїди, такі чудові у всіх інших випадках, виявляють вельми цікаву ту-пість, яка, на моє здивування, не відмерла в процесі еволюції. Мурашці потрібно немало попрацювати, аби прогризти в листку кругову дугу, щоб відділити частину листка. Коли цей процес закінчується, існує п’ятдесятипроцентна вірогідність того, що мурашка схопить не ту частину листка, яку вона відгризла, а протилежну, тоді як потрібна впаде на землю. Якийсь час мурашка смикатиме і тягнучиме не ту частину листка, яку вона відгризла, а тоді здасться і почне їсти інший шматок листка. Вона не робить ніякої спроби підібрати ту частину листка, яку відгризла вона або інша мурашка. Отже, якщо дивитися уважно, то бачиш, що із відгризанням листя і їх акуратним несенням мурашки справляються аж ніяк не блискуче: вони підходять до листка, прогризають дугу, і довго-довго тягнуть протилежний бік листка, а частина, яку відгризли, падає на землю.

У Принстоні мурашки знайшли мою комору, де я зберігав повідло, хліб й інші продукти і яка була розташована далеко від вікна. Довга колона мурашок марширувала підлогою через усю кімнату. Це відбулося як раз тоді, коли я проводив над мурашками свої експерименти, і я подумав:

“Що можна зробити, щоб не допустити їх до своєї комори, не вбиваючи їх? Ніякої отрути; до мурашок треба ставитись гуманно!”

І ось що я зробив. На початку я поклав шматочок цукру в шести або восьми дюймах від їх входу в кімнату, про який вони не знали. Тоді я знову виготовив переносні смужки паперу, і щоразу, коли мурашка, повертаючись з їжею, заходила на цю смужку, я брав її і переносив на цукор. Туди ж я переносив кожен мурашку, яка прямувала до комори і потрапляла на таку смужку. Врешті-решт, мурашки знайшли дорогу від цукру до того отвору, крізь який вони потрапляли в кімнату, так що новий слід посилювався і посилювався, а старий використовували щораз рідше. Я знав, що майже за півгодини старий слід висохне, і за годину в моїй коморі не було жодної мурашки. Я не мив підлоги. Я не робив нічого, я просто переправляв мурашок.



Вакарчук І. О. Квантова механіка: /Підручник. 3-тє вид., доп. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 848 с.

У підручнику подано послідовний виклад фізичних основ і математичного апарату квантової механіки та її застосування до різних задач. Матеріал книжки відповідає стандартній університетській програмі курсу квантової механіки й охоплює всі її розділи. Фактично – це підручник з канонічного курсу “Квантова механіка”, який є частиною загального курсу “Теоретична фізика” для студентів III–IV курсів фізичних спеціальностей університетів. Особливу увагу приділено численным ілюстраціям зв’язку фізичних явищ із фундаментальною величиною – хвильовою функцією та її фазою, принципів суперпозиції, філософському трактуванню ймовірнісної концепції квантової механіки, квантовій інформації. Подано також багато прикладів-задач, серед яких поряд із традиційними є оригінальні й такі, що їх, звичайно, не дають до підручників. Розв’язки цих невеличких проблем дадуть змогу читачеві глибше зрозуміти основний матеріал і контролювати його засвоєння.

Нарис творення квантової механіки та історичні екскурси, що супроводжують основний матеріал, містять знання, які є неодмінним елементом культури фізика. Невід’ємною частиною підручника є відступи та примітки, де подано цікаві задачі, може й несподівані, наведено аналогії з класичної механіки, теорії музики, мистецтва... Мета цього – звернути увагу читача на зв’язки між різними явищами, що охоплюють і людську діяльність, та продемонструвати силу й універсальність математики в їх аналізі.

Для студентів, аспірантів, науковців. Корисний також для викладачів і всіх, хто цікавиться квантовою фізикою.



Піх С. С., Ровенчак А. А., Криницький Ю. С. 1001 задача з математичної фізики: /Навчальний посібник. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2006. – 328 с.

Збірник містить чотири розділи: “Теорія функцій комплексної змінної”, “Інтегральні перетворення. Узагальнені функції”, “Рівняння математичної фізики”, “Додаткові розділи” (сюди увійшли окремі задачі варіаційного числення, задачі на спеціальні функції, і на інтегралі і похідні дробового порядку). Теоретичний матеріал супроводжують приклади розв’язування типових задач. Збірник містить відповіді до всіх задач (за винятком задач на доведення), подекуди подано вказівки і розв’язки.

Для студентів та аспірантів фізико-математичних спеціальностей університетів та для самоосвіти.

Приймаємо замовлення за адресою:
“Свросвіт”, м. Львів, 79005, а/с 6700;
Phworld@franko.lviv.ua

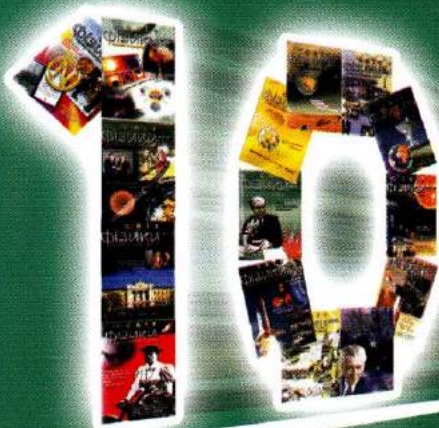


А. І. КУЇНДЖІ (1841–1910)
Дніпро вранці, 1881

Архип Іванович Куїнджі – видатний український живописець-пейзажист, педагог. Народився у м. Маріуполі в сім'ї бідного шевця-грека. Рано залишився без батьків і жив у великій бідності. Живопису навчався, переважно, самостійно. Деякий час працював у майстерні І. Айвазовського. В 1868 вчився в Петербурзькій Академії Мистецтв. Від 1875 – член Товариства пересувних художніх виставок. Викладав у Петербурзькій Академії Мистецтв, від 1882 – професор, від 1893 – дійсний член Академії, а від 1894 – керівник художньої майстерні. 1897 звільнений за підтримку студентських виступів.

Куїнджі був ініціатором створення Товариства художників (1909; згодом – Товариства ім. А. Куїнджі), яке об'єднувало живописців-пейзажистів. Серед учнів Куїнджі – О. Борисов, К. Богаєвський, А. Рілов, В. Пурвіт та ін. Помер і похований у Петербурзі. Написав сповнені урочистості й оптимізму картини української природи, розкрив її поезію і красу.

**2007 – ювілейний для журналу "Світ фізики".
Рік цікавих несподіванок для читачів!**



РОКІВ

**Не забудьте передплатити журнал "Світ фізики"
Передплатний індекс 22577**

