

С В І Т

ФІЗИКИ

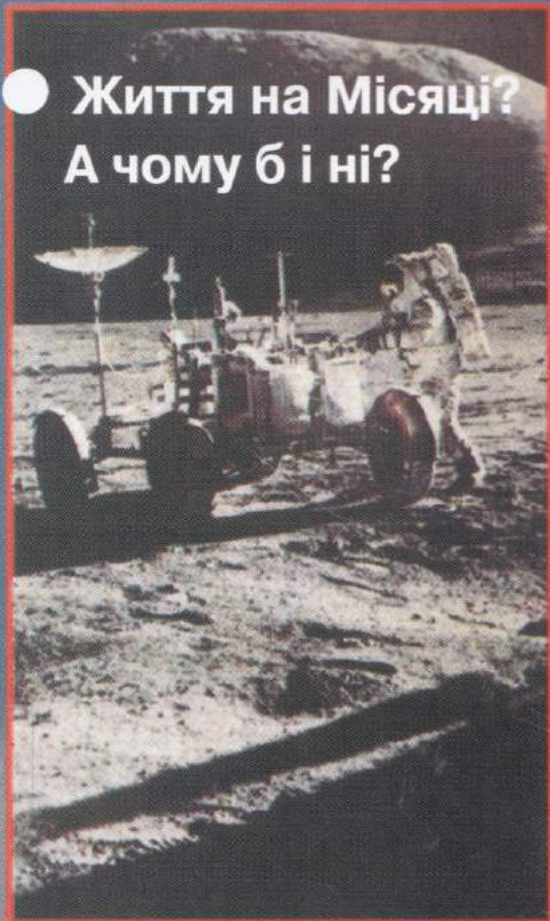
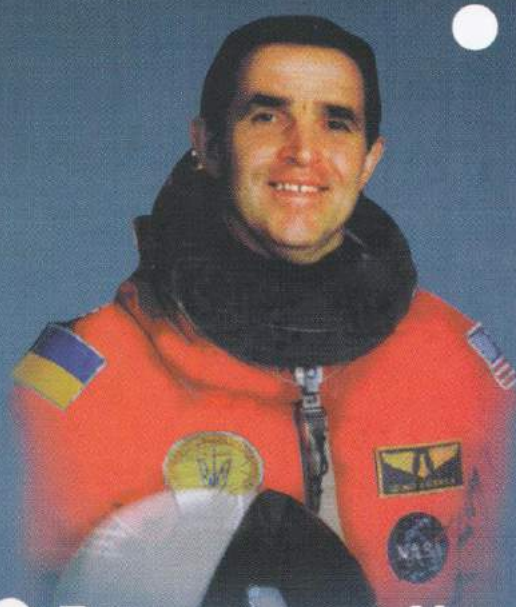
науково-популярний журнал

№ 1 '98

● 100 років електрону

● Громадянин України, -
Леонід Каденюк, у Космосі!

● Життя на Місяці?
А чому б і ні?



А Н О Н С

22 грудня 1997 року на фізичному факультеті Львівського державного університету ім.І.Франка урочисто було відзначено 125-річчя кафедр теоретичної та експериментальної фізики. У Львівському університеті фізика почала викладатись ще у 1773 році, а у 1869 році на філософському факультеті було створено кафедру математичної фізики, яка у відповідності до прогресу науки у ХІХ столітті, 125 років тому, розділилась на кафедри теоретичної і експериментальної фізики. Зрозуміло, що ці кафедри є одними з найстаріших кафедр фізичного профілю в Україні і славними носіями двохвікових традицій викладання фізики у Львівському університеті.



На науковому семінарі присвяченому 125-річчю кафедр експериментальної і теоретичної фізики були заслухані цікаві доповіді, які відображають сучасні наукові досягнення цих відомих у всьому світі наукових колективів. Детальні історичні нариси про творчий шлях протягом 125 років колективів кафедр експериментальної і теоретичної фізики читайте в наступному номері журналу.

Журнал "СВІТ ФІЗИКИ",
реєстраційне свідоцтво № КВ 3180
від 6.11.1997 р.

Засновники:
Львівський держуніверситет
ім. Ів. Франка,
Львівський фіз.-мат. ліцей,
СП "Євросвіт"

Іван Вакарчук,
головний редактор

заступники гол. редактора:

О. Гальчинський,
Г. Шопа

Редакційна колегія:

О. Біланюк
М. Бродин
С. Гончаренко
Р. Гайда
Я. Довгий
І. Климишин
Ю. Ключковський
Ю. Ранюк
Й. Стахіра
Р. Федорів

Комп'ютерний набір і верстка
СП "Євросвіт"

Адреса редакції: 290005,
м. Львів, вул. Дудасва, 15,
тел./факс 380 322 72 37 04,
sach@lpml.lviv.ua

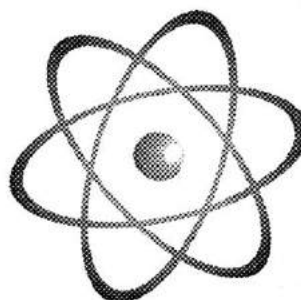
Юні друзі !

Фізика дає людям знання про основні закони природи і є теоретичним фундаментом всієї сучасної техніки.

Ми сподіваємось, що Ви захоплені фізикою і проявляєте великий інтерес до вивчення цієї науки. Ви з інтересом опрацьовуєте наші статті, розв'язуєте запропоновані задачі. Але ми б хотіли, щоб Ваша зацікавленість фізикою не була лише особистим захопленням. Спробуйте зацікавити цим своїх товаришів, запропонуйте їм порозв'язувати з Вами задачі, кросворди, вікторини. Нехай і вони відчують радість "своїх скромних перемог" і повірять у свої сили. І, якщо Ви обрали собі мету стати фізиками, цим самим Ви зробите перші кроки на цікавому і складному шляху до звання вченого-фізика.

Мета, обрана ще у юні роки, надихала протягом довгих років навчання і підготовки першого космонавта незалежної України — Леоніда Каденюка, орбітальний політ якого недавно успішно завершився. Нехай життєвий шлях Л.Каденюка, його наполегливість у досягненні своєї юнацької мети послужить прикладом читачам нашого журналу.

Редколегія



1. Нові і маловідомі явища з фізики

Голод Петро. Сто років з електроном 3

Новосядлий Богдан. Комета Гейла-Боппа віддаляється від Сонця, щоб повернутися до нього знову через 2380 років 9

2. Про фізиків України

Ілейкова Людмила. Юрій Кондратюк (Олександр Шаргей) 14

3. Фізика світу

Біланюк Олекса. Джордж Гамов 18

Тихомиров Всеволод. Андрій Сахаров — вчений і громадянин 20

4. Олімпіади, турніри... 23

5. Творчість юних

Гайдис Андрій. Електронний пучок 34

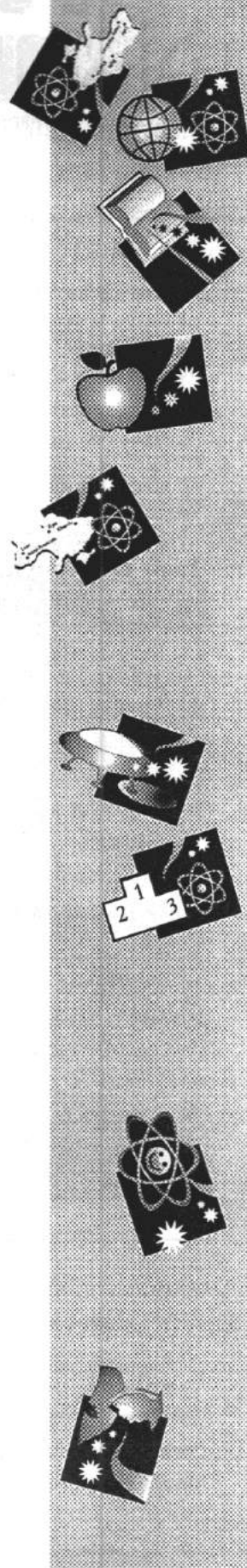
Луцишин Ярослав. Папір 37

6. Розв'язки задач

Всеукраїнська олімпіада з фізики за 1997 р. 40

IV Соросівська олімпіада школярів України 44

7. Фантастика 47





Сто років з електроном

П.І.Голод,

завідувач кафедри фізики та математики
Національного університету
"Києво-Могилянська Академія"

Подія, яка сталася 100 років тому по праву вважається визначною віхою не тільки в історії науки, але й в історії усїєї людської цивілізації. 30 квітня 1897 року, у п'ятницю, на поважному науковому зібранні Королівського Інституту в Лондоні професор фізики Кембриджського університету Джозеф Джон Томсон доповідав про свої дослідження катодних променів — загадкового випромінювання, яке, виходячи з розжареної металевої пластини (катода), поширюється прямолінійно у скляній трубці, з якої випомпувано повітря, і дає свічення на її протилежному кінці. Про це випромінювання вчені знали вже давно. Його досліджували не тільки в Кавендишській лабораторії, де працював Дж. Дж. Томсон, а й в університетських лабораторіях Німеччини, Франції, Австрії. Одні вважали його електромагнітною хвилею — новою різновидністю світлового випромінювання на кшталт рентгенівських променів, інші — атомами чи молекулами, які вириваються з розжареного катода.

У своїй доповіді Томсон навів серію даних різноманітних вимірювань і зробив переконливий висновок, що катодне випромінювання є потоком невідомих досі негативно заряджених корпускул, які набагато менші за найменший атом.

Ось цитата з виступу Дж. Дж. Томсона: "...У катодних променях ми маємо справу з новим станом матерії — станом, у якому поділ речовини на складові елементи заходить значно далі, ніж це ми маємо в рідинах та газах, розглядаючи останні як сукупності атомів та молекул. Речовина катодних променів, одержана з абсолютно різних матеріалів, проходячи крізь різні розріджені гази — чи водень, чи кисень, чи щось інше, — виявляється однією і тією ж: це субстанція, з якої побудовані всі хімічні елементи..."

Термін "електрон" належить не Томсону — його запропонував за два роки перед тим ірландський фізик і астроном Дж. Стоні для ідентифікації елементарного носія електричного заряду в явищі електролізу (перенесення речовини в електроліті з однієї зарядженої пластини до іншої). При цьому, звичайно, не йшлося про якусь нову частинку, оскільки речовина переноситься у вигляді атомів або молекул. Тому тривалий час термін "електрон" не вживався для найменування корпускул, які відкрив Дж. Томсон.

Довгий шлях до істини

Великі відкриття не можуть належати виключно одній людині. До них, як правило, причетні багато інших людей, які готують плацдарм для інтелектуального прориву. Так було і з електроном. Відкриття Дж. Дж. Томсона є, у певному сенсі, завершальним етапом у довгій і драматичній історії великих відкриттів 18 - 19 століть, які дали людству розуміння природи електричних сил і винайдення способів продукування електричної енергії. Початок цієї історії губиться у віках, але в ближчі часи її варто почати з двох імен: лондонського лікаря і натураліста Вільяма Ватсона (1715 - 1787) та американця Бенжамина Франкліна (1706 - 1790). Ці вчені незалежно один від одного створили переконливу (як на той час) "однорідинну" теорію електрики. Згідно цієї теорії, електрика — це своєрідна рідина, яка, за словами Франкліна, складається з "надзвичайно невловимих частинок" і може "перетікати" з одного тіла до іншого. Надлишок електричної рідини означає додатній заряд тіла, недостача — від'ємний заряд.

У 1748 р. у працях Лондонського королівського товариства В. Ватсон опублікував звіти про свої спостереження свічення,



яке виникає у скляній рурці з розрідженим повітрям при підключенні її до джерела струму. Сьогодні такі досліди виконують школярі у фізичних кабінетах, спостерігаючи різнокольорові спалахи подібні до полярного сяйва. А тоді це були важливі перші кроки до розкриття таємниці електричних взаємодій, до пізнання природи носіїв електричного заряду.

Майже через 100 років досліди Ватсона повторив М. Фарадей. Він зауважив, що фіолетове свічення у скляній рурці з повітрям при низькому тиску поширюється від додатнього електрода (анода) майже до від'ємного електрода (катода). Сам катод також світиться, а от між розжареним катодом і фіолетовим свіченням є темний простір, який до тепер називають "фарадеївським темним простором".

Як стало зрозуміло згодом, фіолетове свічення — це випромінювання іонізованого повітря, а от те, що знаходиться в "темному просторі", було загадкою. Але там "щось" мусить бути; про це свідчив факт проходження струму через рурку.

Подальші дослідження вимагали вдосконалення техніки відпompування газу. Юліус Плікер — професор фізики Бонського університету скористався винаходом свого співвітчизника Генріха Гайслера — новою помпою, де роль поршня виконував ртутний стовпчик, і досяг тиску 0,0001 атмосферного. При такому тиску він бачив, що темний простір Фарадея значно розширюється, а на стінках рурки утворюється наліт з тої самої речовини, з якої зроблено катод. Плікер помітив також зеленкувате фосфорисцентне свічення самого скла рурки поблизу катода і, що найважливіше, відхилення або зміну місця свічення під впливом магнітного поля. Ця картина давала підставу припустити, що з катода щось випромінюється, поширюється в майже порожньому просторі поблизу катода, вдаряється в скляну рурку, а потім збирається на аноді. Це "щось" може давати тїнь на стінках рурки, якщо на його шляху розташувати будь-який предмет.

Випромінювання, яке йшло від розжареного катода в рурці, де тиск становив 0,00001 атм., досліджував молодий німецький фізик Євген Гольштейн (1850 - 1939). Саме він дав назву таємничому явищу — Kathodenstrahlen, що означає "катодні промені". Провівши серії експериментів із великою кількістю катодів, зроблених із різних матеріалів, він встановив, що властивості випромінювання не залежать від природи матеріалу катода. Гольштейн також виміряв довжину вільного пробігу катодного випромінювання і встановив, що вона в 150 разів перевищує довжину вільного пробігу молекул газу при такому ж тиску. Отже, це не потік молекул і не іонізований газ.

Проте ці вимірювання Гольштейна не бралися до уваги в Англії, де в 1878 - 79 рр. англійський фізик, хімік і спиритист Вільям Крукс разом зі своїм помічником Гемінгемом сконструювали велику кількість скляних рурок різної форми та призначення і з їхньою допомогою демонстрували вже відомі властивості катодних променів та спостерігали їх нові прояви. Зокрема, Крукс повторив досліди Плікера і спостерігав появу тіні від предметів на шляху випромінювання. Він також вивчив механічну дію променів на легкі предмети, які спеціально прилаштувалися на шляху променів в середині рурки.

На підставі цих спостережень Крукс вирішив, що промені — це потік молекул надзвичайно розрідженого газу, котрі під дією катода набули негативного заряду, а тому з великою силою відштовхуються від його поверхні в перпендикулярному напрямку. Після проходження фарадеївського темного простору ці молекули зіштовхуються з іншими, повільнішими молекулами і викликають їх люмінесценцію.

Здавалось, що модель Крукса пояснює всі властивості катодних променів: їх прямолінійне поширення, випромінювання в напрямку, перпендикулярному до катода, відхилення під дією магнітного поля, здатність викликати флюорисценцію, здат-



ність передавати енергію та імпульс. Крукс говорив про катодні промені як про “четвертий стан речовини”, або “ультрагаз”, маючи на увазі не той стан, який можна назвати плазмою, де молекули та атоми розірвані на частинки нового виду, а скоріше стан, у якому зіткнення між молекулами настільки рідкісні, що ними можна знехтувати.

Зовсім інша теорія розроблялася німецькими фізиками. У 1883 році вивченням катодного проміння зайнявся Генріх Герц — талановитий експериментатор, який на той час працював асистентом у Берлінській фізичній лабораторії. У своїх дослідах Герц намагався впливати на катодні промені наелектризованими пластинками, але він не помітив якогось істотного впливу прикладеного зовнішнього електричного поля. Здавалося, це виключає можливість того, що катодне проміння складається із заряджених частинок, бо в такому разі частинки мали б відштовхуватися від пластинки, яка має той самий заряд, і притягуватися до пластинки з протилежним зарядом. Герц висловив гіпотезу, що катодне проміння — це електромагнітна хвиля в невидимій ділянці спектру. Правда, залишається незрозумілим, чому така хвиля відхиляється магнітним полем. Але на той час природа світла була ще не до кінця зрозумілою і тому відхилення променів під дією магніта не виглядало цілком неможливим. Адже відомим на той час був ефект Фарадея про вплив магнітного поля на площину поляризації, то чому, за певних умов, не можна було б допустити можливості відхилення світлового променя?

Учень Герца Філіп Ленард продовжив ці досліді. Він зумів вивести катодні промені на зовні скляної рурки і, пропустивши їх через металеву фольгу, яка закривала отвір, встановив довжину вільного пробігу у металі. Спостереження Ленарда давали підставу стверджувати, що, якщо катодне проміння справді є потоком корпускул, то вони, вочевидь, менші за атом водню, адже фольга утримувала водень.

Ми так довго і детально викладаємо різні погляди на природу катодного випромінювання, які сформувались напередодні відкриття електрона, щоб бачити, яким звивистим є шлях пізнання істини і як природний скептицизм та аргументована взаємна критика дослідників дозволяє виробити нове світобачення.

Тут доречно відзначити той істотний внесок у розуміння природи катодного випромінювання, який зробив наш земляк Іван Пулюй, який працював на той час у Відні. Аналізуючи результати експериментів своїх попередників і проводячи власні оригінальні дослідження (для яких він виготовляв спеціальні вакуумні апарати), Пулюй сформулював свій погляд на природу катодних променів: “...На мою думку, матерія, яка заповнює темний простір, складається з механічно відірваних електронних частинок, що заряджені сталою негативною електрикою і прямолінійно рухаються з великою швидкістю”.*

Цю думку про природу катодного проміння І. Пулюй вперше висловив 26 лютого 1880 року в доповіді, виголошеній на зібранні Віденського наукового клубу, а потім у розгорнутому вигляді опублікував у працях Лондонського фізичного товариства у 1889 році, тобто задовго до відкриття Дж. Томсона. У першому розділі своєї праці, що має назву “Чи існує четвертий агрегатний стан матерії?”, Пулюй піддав різкій і аргументованій критиці гіпотезу Крукса про самовільний розпад молекул у сильно розріджених газах та молекулярну теорію катодних променів. Він висловив переконання, що саме явище проходження катодних променів через розріджений газ дають підтвердження існування мікроскопічних носіїв струму: “Кожна електрична частинка, яка пролітає певну відстань, є в дійсності “елементарним струмом”, який до цього часу ми клали в основу наших електродинамічних розрахунків як

*Цитується за виданням Іван Пулюй. Збірник праць, Київ, 1996, вид. “Рада”.



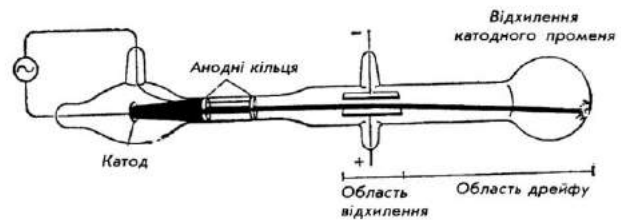
деяку математичну величину”. Відхилення катодних променів у магнітному полі, за Пулюєм, — це результат дії поля на такі “елементарні струми”, тобто на окремі рухомі заряджені частинки. Фактично тут якісно сформульована ідея про “силу Лоренца” — силу, яка діє на окремий рухомий заряд в магнітному полі. Відповідну математичну формулу для цієї сили запропонував голандський фізик-теоретик Генрік Антон Лоренц у 1896 році.

Отже, Іван Пулюй ще на початку 80-х років минулого століття надзвичайно близько підійшов до розуміння катодних променів як потоку електронів. Можливо, комусь із істориків науки вдасться віднайти сліди впливу поглядів Пулюя на формування світогляду Дж. Дж. Томсона. Такий вплив мав би бути, адже велика праця Пулюя під назвою “Випромінна електродна матерія і так званий четвертий агрегатний стан” видрукувана в англійському журналі, і в ній так багато глибоких думок і така переконливість у тому, що катодне проміння — це справді рух “нескінченно маленьких заряджених частинок”.

Свої досліді з катодними променями Дж. Дж. Томсон розпочав у 1894 році. Найперше, що він зробив, — це виміряв швидкість розповсюдження цього випромінювання. Хоча дослід був не дуже точним і дав результат 200000 м/с, Томсон утвердився в переконанні, що катодне проміння не є електромагнітною хвилею, адже швидкість останньої мала б бути у 1500 разів більшою.

Далі Томсон вимірював відхилення катодних променів в електричному та магнітному полях. У своїх дослідях він користувався руркою, яка зображена на малюнку і яка, властиво, є прототипом сучасної електронно-променевої рурки.

Пучок катодних променів, який розганяється до певної швидкості позитивно зарядженими катодними кільцями, потрапляє в область відхилення, де на нього діє електричне або магнітне поле.



Якщо припустити, що катодне проміння складається із негативно заряджених частинок і позначити їх заряд через e , масу через m , а напруженість електричного поля через E , то сила, що діятиме в області відхилення, буде :

$$F = eE \quad (1)$$

Під впливом цієї сили частинки пучка будуть відхилятися у протилежному напрямку зі швидкістю, яку можна знайти на підставі другого закону Ньютона :

$$m \frac{\Delta v}{\Delta t} = eE, \quad \Delta v = \frac{eE}{m} \Delta t, \quad (2)$$

де Δt — час, протягом якого діє електрична сила на проміжку l .

Тобто, $\Delta t = l/v$, де v — швидкість руху пучка вздовж рурки. Пролітаючи віддаль L від області дії зовнішньої сили до кінця рурки, промінь відхилиться на відстань :

$$d_{e.l} = \Delta v \frac{L}{v}.$$

Підставляючи у цю формулу замість Δv вираз (2), одержимо формулу для відхилення катодних променів в електричному полі :

$$d_{e.l} = \frac{eELl}{mv^2}. \quad (3)$$

У магнітному полі сила, яка діє на заряд e в напрямку, перпендикулярному до його руху, має вигляд :

$$F = evB,$$

де B — індукція магнітного поля. Істотна відмінність магнітної сили від електричної в тому, що магнітна сила залежить від швидкості, а електрична — не залежить. Міркування, цілком аналогічні попереднім,



дають для відхилення в магнітному полі величину:

$$d_{\text{магн}} = \frac{eBL}{mv} \quad (4)$$

Оскільки у формулі (3) і (4) швидкість входить у різних ступенях, то є можливість виключати її з розгляду (для Томсона це було дуже важливо, бо він не вмів вимірювати швидкість достатньо точно). З формул (3) і (4) знайдемо:

$$\frac{d_{\text{ел}}}{d_{\text{магн}}} = \frac{m}{e} \cdot \frac{EL}{B^2 l^2 L^2}$$

звідки,

$$\frac{m}{e} = \frac{B^2 l L}{E} \cdot \frac{d_{\text{ел}}}{d_{\text{магн}}^2} \quad (5)$$

Формулою (5) послуговувався Томсон, обчислюючи відношення маси електрона до його заряду. Відповідні вимірювання та обрахунки дали результат:

$$\frac{m}{e} \approx ((1.1 \sim 1.5) \pm 0.2) \cdot 10^{-11} \text{ кг/Кл},$$

досить не точний, якщо порівняти із сучасним значенням

$$\frac{m}{e} \approx 0.56857 \cdot 10^{-11} \text{ кг/Кл}.$$

Очевидно, у вимірюваннях Томсона була якась систематична похибка.

Яка саме — про це важко сказати, аналізуючи велику кількість цифрових даних, наведених у працях Дж.Дж. Томсона, опублікованих протягом 1897 року [Thomson J.J. Philos. Mag., 44, 293, 1897, Thomson J.J. Philos. Mag., 44, 311, 1897].

Проте Томсон не обмежився вимірюванням величини e/m лише в експериментах по відхиленню у магнітних та електричних полях. Він виміряв також теплову енергію, яка виділяється на аноді при бомбардуванні його катодними променями. При цьому легко виміряти заряд, який переноситься промінням і нагромаджується на аноді.

Тоді з формули:

$$\frac{\text{сумарна теплова енергія}}{\text{сумарний заряд}} = \frac{1}{2} \frac{m}{e} v^2$$

можна віднайти величину m/e , якщо відома швидкість. У цьому експерименті Томсон пропускав пучок проміння через електричне й магнітне поля, але їх величини вибирав такими, щоб компенсувати взаємний вплив на рух пучка. Умова компенсації означає, що

$$F_{\text{ел}} = F_{\text{магн}},$$

або $Ee = Bev$, звідки:

$$v = E/B.$$

У результаті для величини m/e Томсон одержав значення $0,49 \cdot 10^{-11}$ кг/Кл, що значно ближче до істини.

В усіх розрахунках і остаточних висновках Дж.Дж. Томсона фігурувала концепція, що катодне проміння — це потік заряджених частинок з фіксованою масою, а мала величина відношення m/e , яка в тисячу разів менша за аналогічну величину для іона водню, вказували на малу масу цих частинок. Отже, починаючи з 1897 року, головним чином завдяки експериментам Томсона, ця концепція завоювала загальне визнання.

Однак думка Томсона про те, що корпускули катодних променів є елементарними цеглинками, з яких побудовані всі атоми, не була зустрінута з ентузіазмом. Їх істинна роль у структурі матерії стала зрозумілою лише в комплексі з іншими дослідженнями, зокрема з дослідженнями, які стосувалися будови атома та атомних спектрів, а також явища радіоактивності.

Як ми вже зазначали, на час відкриття Томсона його попередниками була сформована відповідна інтелектуальна атмосфера, плацдарм для інтелектуального прориву. Тому славу відкривача електрона разом з Томсоном могли б розділити багато фізиків, його попередників і сучасників і той-таки Джоетон Стоні, і Вільгельм Вебер, який один із перших розглядав електричний струм як потік заряджених частинок,



і наш земляк Іван Пулюй. Не можна не згадати доробок Г.А. Лоренца, який принаймі за півроку до Томсона послуговувався концепцією електрона для теоретичного обґрунтування особливостей спектру випромінювання натрію в магнітному полі (ефект Зеемана). Але це була теорія, а прагматичне ХІХ сторіччя скептично ставилося до чистих теорій. Серед багатьох дослідників катодного проміння, напевно, тільки в Томсона було чітке й переконливе уявлення про те, що, власне, він хоче відкрити, а багаторазові вимірювання потрібні були для аргументування вже готової концепції.

Чому відкриття електрона вважається подією епохальною? Бо це був прорив у нові масштаби мікросвіту, далеко за межі людського досвіду. Адже до Томсона і Лоренца атом вважався неподільним. А тут раптом частинка в десятки тисяч разів менша. Сьогодні, після того, як наука пройшла важкий і драматичний шлях від електрона до кварка (елементарної складової частинки протонів та нейтронів), від наївної електронно-променевої трубки Томсона до сучасних надпотужних прискорювачів, краще усвідомлюється значущість цих перших кроків у невідомість, зроблених 100 років тому. Відкриття електрона спричинило собою цілу низку інших фундаментальних досягнень, стало катализатором науково-пізнавальної революції початку нашого століття.

Варто сказати, що осмислення законів руху електрона привело А. Пуанкаре та А. Ейнштейна до створення теорії відносності, а спроба зрозуміти поведінку електрона в атомі принципово змінила наші уявлення про рух як неперервний процес. Була відкрита квантова механіка — теорія процесів у масштабах атома та його ядра.

Сучасна електроніка та мікроелектроніка, лазери і комп'ютери, електронні мікроскопи і токамаки — усе це існує завдяки електрону. Невтомний електрон, легко піддаючись керуванню, малює картини на екрані нашого телевізора, регулює хімічні реакції в нашому організмі, забезпечує стійкість матеріального світу.

Цілий світ в електроні

Що ж таке електрон з погляду сучасної науки? Виявляється, він не такий простий, як здавалося спочатку: він вертлявий, як дзига (чи пак — веретено), не терпить поруч із собою схожих на себе, і ця його властивість є причиною “жорсткості” речовини; він — не зовсім “корпускула”, а згусток поля, який народжується із “вакууму” разом із своїм братом-атлантом позитроном (таке уявлення про електрон дає теорія Дірака, створена в 1928 - 32 роках). Він мінливий, як хвиля на воді, різний за різних обставин. Електрон у вільному просторі зовсім не такий, як електрон в атомі або у твердому тілі — в металі чи напівпровіднику.

Сучасні уявлення про електрон формувалися з участю українських фізиків. С.І.Пекар перший вказав на особливості руху електрона в іонному кристалі, ввівши поняття про полярон-електрон у поляризованому оточенні. Це поняття стало сьогодні загальноживаним. Нове квантово-польове уявлення про електрон, про складну структуру його заряду формувалося в 50-х роках під впливом так званої теорії перенормувань, авторами якої є українські вчені М.М. Боголюбов та О.С. Парасюк. Ця теорія, на сьогодні ще не до кінця осмислена, пробує відповісти на запитання про те, що відбувається “всередині” електрона, і не тільки електрона, але й всередині інших елементарних частинок. Там, у масштабах у мільярди разів менших за атом, — фантастичний світ... Там цілий всесвіт, яким він був у перші секунди свого народження.

Сьогодні, стоячи на порозі нового століття і нового тисячоліття, обтяжені й пригнічені побутовими проблемами, запитуємо себе: для чого все це? Для чого маленькій людині знати, як влаштований електрон і куди мчить наша Галактика? Але невгасима потреба знати змушує декого з нас днями і місяцями просиджувати в лабораторіях і бібліотеках, коло телескопів та комп'ютерів і по зернині складати грандіозну мозаїку світобудови. Можливо, у цьому вище призначення людини — або її первородний гріх...



Комета Гейла-Боппа

**віддаляється від Сонця, щоб повернутися
до нього знову через 2380 років**

Б.С.Новосядлий,

ст. н. сп. астрономічної обсерваторії
Львівського державного університету
ім. І.Франка

Впродовж всієї історії людства комети викликали велике зацікавлення і були джерелом численних повір'їв і легенд. З їх появою на небосхилі пов'язували початок війн, наступ хвороб, природних катаклізмів чи навіть кінця світу. За останні 300 років астрономи багато дізнались про цих пришельців з глибин космосу: про їх фізичну природу і хімічний склад, навчилися з великою точністю розраховувати їх орбіти і передбачати їх наступні повернення до Сонця. Страх перед ними змінився цікавістю до них.

Ці небесні світила отримали свою назву від грецького "кометес", що означає "хвостатий", "довговолосий". І дійсно, яскраві комети, які спостерігаються неозброєним оком, мають хвости протяжністю від кількох до десятків градусів. Такі комети появляються порівняно рідко — в середньому одна комета за 10 - 15 років. Слабкі ж — кілька за рік. Більшість комет є постійними членами Сонячної системи (належать до групи так званих малих тіл Сонячної системи) і обертаються навколо Сонця по сильно витягнутих еліптичних орбітах з різними ексцентриситетами і нахилами до площини екліптики. Деякі з них віддаляються від Сонця на сотні і тисячі астрономічних одиниць (відстаней Землі від Сон-

ця, 150 млн. км) і мають періоди обертання навколо Сонця від кількох сотень до кількох тисяч років. Поблизу Сонця комети рухаються із швидкістю 30-60 км/с, а на максимальних відстаннях в десятки, сотні і тисячі разів меншими. Тому більшу частину свого існування комети проводять на периферії Сонячної системи. Джерелом кометних ядер, згідно сучасних уявлень, є хмара Оорта (по прізвищу датського астронома, що у 1950 р. висунув гіпотезу про її існування) і містить близько 100 мільярдів кометних ядер, недоступних для спостережень. В хмарі Оорта кометні ядра зазнають гравітаційного впливу найближчих зір і під дією цього впливу або назавжди залишають Сонячну систему, або рухаються по видовжених еліптичних орбітах в одному з фокусів якої є Сонце. З наближенням до Сонця вони більше освітлюються ним, нагріваються, формується газо-пилова оболонка і хвіст.

Голова комети є твердотільне ядро, яке окутане густою газо-пиловою оболонкою, яка називається комою. Комети не мають внутрішніх джерел теплової чи світної енергії, а їх яскравість зумовлена відбиванням і розсіюванням сонячного світла. Найяскравішою частиною комети є її ядро, а яскравість коми зменшується від центру до периферії. Густина коми і



хвоста настільки мала, що через них просвічуються навіть слабкі зорі. Ядра комет в основному складаються із конгломерату замерзлої води у вигляді снігу та льоду (до 80 % по масі), замерзлих газів, пилу, кам'яних і металевих частинок різних розмірів. Найпоширенішими серед газів є аміак, метан, вуглекислий газ, ціан, азот й інші, достатньо складні неорганічні та органічні сполуки. Розміри ядер комет в порівнянні із розмірами планет є малі — від кількох кілометрів до кількох десятків. Хвіст комети виникає з коми під дією тиску сонячного випромінювання і сонячного вітру. Як правило їх є кілька. Одні з них прямі плазмові (чи іонні), утворені іонами внаслідок їх взаємодії з сонячним вітром, інші газопилові вигнуті, утворені з частинок пилу і молекул під тиском сонячного випромінювання. Іонний хвіст має складну волокнисту структуру, зумовлену плазмовими нестійкостями та неоднорідністю сонячного вітру, зміни швидкі в ньому і пов'язані з активними процесами на Сонці. Спектр цього хвоста зміщений в ультрафіолетову область, у ньому багато емісійних спектральних ліній. Пиловий хвіст має більш дифузну природу.

Не дивлячись на начебто нескладну природу цих космічних тіл (в порівнянні з планетами, зорями чи галактиками) було б невірно сказати, що про них знаємо все. Багато процесів, які мають місце в різних частинах комет, ще не мають однозначної інтерпретації. Їх аналіз, з іншої сторони, дає можливість вивчати фізичні параметри сонячного вітру та структуру міжпланетного магнітного поля, що має велике як прикладне так і пізнавальне значення. Більше того, комети можуть стати ключем до розв'язку проблеми походження Сонячної системи, оскільки вони, очевидно, містять протопланетну речовину, з якої сформувались

планети і Сонце, і яка не змінена плането-термальними, хімічними чи іншими процесами. Саме тому астрономи так уважно вдивляються в зоряний небосхил, чи не з'явилась нова, ледь помітна зірочка, яка виявиться новою кометою.



Рис. 1. Фотографія комети, яка отримана на 200 мм камері Шмідта (обсерваторія Альфонсе-Тардіф, Квебек, Канада) Іваном Бавросса та Домініком Бючемр 13 лютого 1997р. ($f/150$ см, пластинки Kodak Gold ISO 400).

Відкриття комети

Шукачам комет із США Елену Гейлу (Alan Hale) і Томасу Боппу (Thomas Borp) поталанило — в ніч з 22 на 23 липня 1995 р. незалежно один від одного і майже одночасно вони відкрили одну з найбільших комет, що коли небудь наближались до Сонця. Вони знайшли її поблизу відомого кульового скупчення М70 у сузір'ї Стрільця, коли вона знаходилася далеко за орбітою планети-гіганта Юпітера і рухалася в напрямку до Сонця. Причому, незважаючи на дуже далеку відстань від Землі, вона вже була настільки яскравою, що її можна було спостерігати за допомогою невеличких аматорських телескопів. А це означало, що при набли-



женні до Сонця вона стане дуже яскравим об'єктом. Комета одержала позначення C/1995 O1 та назву "комета Гейла-Боппа", тобто традиційну у таких випадках назву, коли її відкривають два спостерігачі незалежно один від одного.

В Україні її першим побачив 30 липня 1995 р. за допомогою телескопа "Міцар" (діаметр об'єктива 11 см) на позаміській станції Астрономічної обсерваторії Київського університету в селищі Пилиповичі О. Баранський. За його оцінкою інтегральний блиск комети був біля 11 зоряної величини. Комету почали активно спостерігати любителі на всіх континентах земної кулі, тому що вже з перших спостережень впливало, що комета стане аномально яскравим об'єктом навесні 1997 р. Протягом всього 1996 р. комета поступово збільшувала свій блиск — в березні вона досягла 8-ї, в травні 7-ї, в жовтні 5-ї зор.вел., тобто стала небесним об'єктом, який стало добре видно неозброєним оком. А в березні-квітні 1997 р. вона стала найяскравішою кометою, яка наближалась до Сонця протягом останніх століть. Близькою по яскравості була хіба що Велика Комета 1811 р. — "комета Наполеона". Знаменита комета Галлея в останнє своє наближення була приблизно в 250 разів слабшою.

Комету спостерігали на багатьох обсерваторіях світу, а також з космічного телескопа ім. Хаббла. Одержано тисячі фотографій, спектрів та інших наукових спостережень цієї цікавої комети, що дозволять детально вивчити всі особливості фізичних явищ, які мали місце під час її теперішньої появи.

Вона стала найбільш активно спостережуваною кометою, сотні зображень її отримуються щодня. Дані про неї ще обробляються і осмислюються. Що ж можна сказати про неї вже сьогодні?

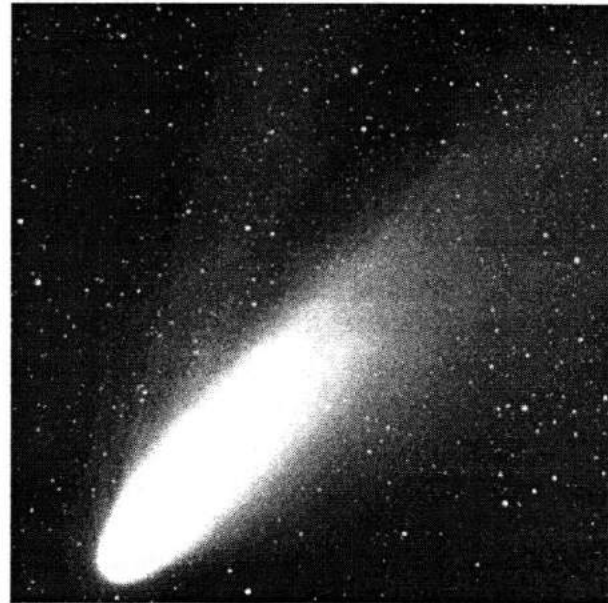


Рис. 2. Фотографія комети, яка отримана на 200 мм камері Шмідта (обсерваторія Альфонсе-Тардіф) Іваном Бавросса та Домініком Бючемр 16 березня 1997 р. ($f/150$ см, пластинки PPF ISO 400). Прекрасно видно голубий іонний хвіст та жовтий газопиловий.

Основні характеристики комети Гейла-Боппа

Параметри орбіти. Перші після відкриття позиційні спостереження вказували на те, що останній раз поблизу Сонця комета була близько 3000 тисяч років тому. На основі точних положень комети, вирахованих по її зображеннях на фотографічних пластинках 1993 - 1995 рр. (ще до її офіційного відкриття) астроном Роберт Мак Нот (обсерваторія Сайдинг Спрінг в Австралії, штат Новий Південний Уельс) визначив її період обертання навколо Сонця — він виявився рівним 4200 рокам. Це означає, що комета з'являлась біля Землі та Сонця в XXIII-му столітті до народження Христа. Проте в квітні 1996 року комета Гейла-Боппа пройшла на відстані всього



120 млн. км від Юпітера, який своїм притяганням змінив її орбіту і зменшив її період обертання до 2200 років. По інших, пізніших даних, новий період становить 2380 років. Велика піввісь теперішньої орбіти рівна 180 астр. одиниць (27 млрд. км), тобто комета максимально віддаляється від Сонця на 360 астр. одиниць. Комета пройшла перигелій 1 квітня 1997 року і в цей момент вона була на відстані 137 млн. км від Сонця, 202 млн. км. від Землі, орбітальна її швидкість становила 44 км/с. На рис. 4 показано траєкторію орбіти і її положення відносно площини екліптики. Цікавим є факт близькості орбіт цієї комети і Великої Комети 1811 р.

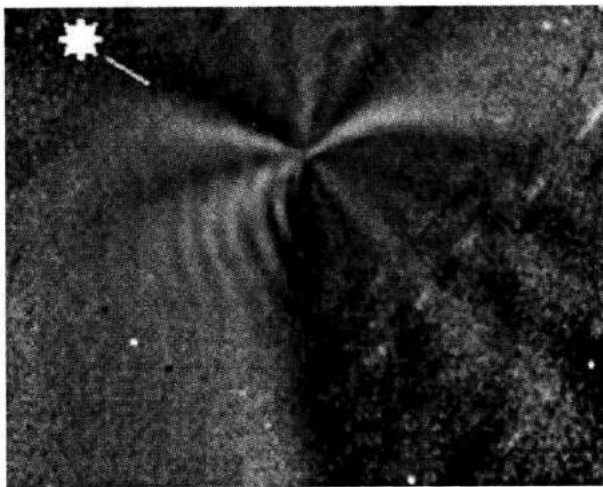


Рис. 3. Складні колові і спіральні структури поблизу ядра, зумовлені струменями газу з ядра, яке обертається. (Фотографія отримана на обсерваторії П'ю Міді, Франція). Значком показано напрям на Сонце.

Ядро. По останніх оцінках, ядро комети ГБ є крижаною брилою діаметром приблизно 45 км і масою порядку 10^{14} тон. Це набагато більше розмірів ядра комети Галлея, ефективний діаметр якої складав

приблизно 6 км. Крім водяної криги в ядрі комети ГБ є достатньо товсті шари замерзлих реліктових субстанцій — вуглекислого (CO_2) і чадного (CO) газів. Це підтвердили спостереження комети ще у вересні-листопаді 1995 р. за допомогою радіотелескопа Максвелла на Гавайях (Мауна Кеа), де на частоті 230 МГц вчені зареєстрували викидання молекул CO із середньою швидкістю біля 1300 кг за секунду. Льоди CO_2 або CO, випаровуючись з поверхні ядра, захоплюють у космічний простір пилову складову утворюючи велику пилову кому навколо ядра. Це пояснює велику яскравість комети ще коли вона була далеко за орбітою Юпітера. Існування CO льоду в ядрах комет є аргументом на користь того, що кометні ядра утворилися шляхом конденсації реліктової речовини протопланетної хмари. Виділення газів з поверхні ядра відбувалось не тільки рівномірним випаровуванням з поверхні, а й струменями з певних активних ділянок. Зафіксовано обертання ядра навколо власної осі з періодом приблизно 11,4 годин. Внаслідок такого швидкого обертання і струменевої природи викидів речовини у комі утворились складні колові та спіральні структури, що швидко видозмінюються. Це явище спостерігали також співробітники астрономічної обсерваторії Львівського університету ім. І.Франка в ніч з 3 на 4 квітня з допомогою 48-см дзеркального телескопу АЗТ-14. Щосекунди ядро викидає у простір 120 тон води.

Хвіст. Дуже чітко виділявся пиловий хвіст та іонний довжиною близько 100 млн. км. Досліджуючи розподіл атомів натрію в комі і хвості комети, астрономами на обсерваторії Ла Пальма (Іспанія) виявили, що ці атоми утворюють хвіст довжиною близько 50 млн. км та шири-



ною 600 000 км. Ніколи до цього не спостерігалось подібних явищ. Вважається, що натрій вивільняється з молекул і пилинок вже у областях поза ядром.

Супутникові прилади зафіксували також м'яке рентгенівське випромінювання від комети на рівні 6×10^{16} ерг/с в діапазоні 0,1 - 2 кеВ. Подібне спостерігалось ще тільки в минулорічній кометі Хіакутаке (розмір ядра 1 - 2 км). Механізм генерації такого випромінювання ще не повністю з'ясований.

Отже, комета Гейла-Боппа, несподівано з'явившись на зоряному небі і викликавши незвичайно великий інтерес як серед астрономів професіоналів, аматорів так і пересічних громадян, віддаляється від Сонця, щоб повернутись знову через 2380 років. Якою буде наша цивілізація в її наступний прихід? На жаль, про це ми не дізнаємось ніколи. Проте ті, що зустрічатимуть комету в 44 столітті, згадають нас, що жили наприкінці 20-го і з таким ентузіазмом всіма доступними методами спостерігали і вивчали її.

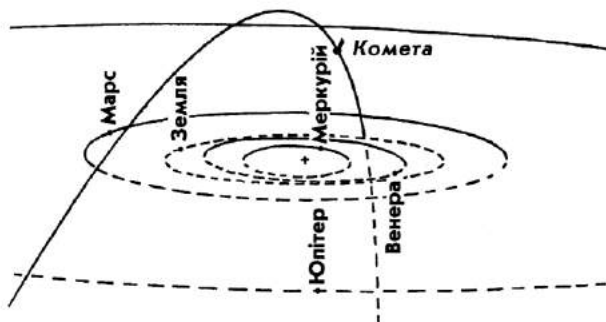


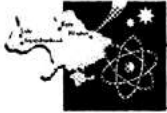
Рис. 4. Орбіти комети та деяких планет. Показано положення комети та планет 1 квітня 1997 р.

Щасливої дороги комето! Земного затишку і теплоти тим, хто бачитиме твоє наступне повернення.

Автор висловлює подяку Ірині Вавіловій (Астрономічна обсерваторія Київського університету), Сергію Кравчуку і Павлу Корсуню (Головна астрономічна обсерваторія НАН України) за допомогу в отриманні останніх даних про комету та її фотографій, а також Степану Апуновичу (Астрономічна обсерваторія Львівського університету) за допомогу в підготовці цього матеріалу.

Список використаної та рекомендованої літератури:

1. Чурюмов К. І. Комета Хейла-Боппа — комета аномальної яскравості. Астрономічний календар 1997. Київ, 1996.
2. Беляев И. А., Чурюмов К. И. Комета Галлея и ее наблюдение. М., 1985.
3. Дагаев М. М., Демин В. Г., Климишин И. А., Чаругин В. М. Астрономия. М., 1983.
4. Климишин И. А. Астрономия. Львів, 1994.
5. Физика космоса. Маленькая энциклопедия. М., СЭ, 1986.
6. Інтернетівські сервери:
www.arcorp.com,
www.skypub.com,
www.eso.org,
www.lliac.es,
www.ifa.hawaii.edu,
www.ast.univie.ac.at,
www.bdl.fr



ЮРІЙ КОНДРАТЮК (ОЛЕКСАНДР ШАРГЕЙ)

*Жінок я не визнаю
Змалку Місяць я люблю.
Щоб здійснить туди вояж,
Винаходжу екіпаж...
І до цього у ракеті
Полечу, мов у кареті.*

Ю. Кондратюк



Багата на таланти земля українська... Вона подарувала людству цілу плеяду геніїв. І дуже шкода, що великі вчені України у різних галузях не змогли впродовж багатьох років реалізувати свої знання на рідній землі, де їх талант був не завжди визнаний і оцінений. Були і такі, які своїми відкриттями наблизили день польоту в космос першого землянина. Серед них Юрій Кондратюк (Олександр Шаргей) — один із засновників космічного світогляду і космічної техніки. Незвичайна, складна, трагічна і водночас прекрасна доля цього вченого — самоука.

21 червня 1897 року в м. Полтаві у флігелі будинку № 4 по вул. Стрітенській в родині Людмили Львівни та Гната Бенедиктовича Шаргей народився хлопчик — Олександр. Хлопчик ріс і виховувався в родині бабусі Катерини Кирилівни та дідуся — земського лікаря Якіма Микитовича Даценків, бо здоров'я матері, вчительки географії і французької мови Києво-Подільської жіночої гімназії, було підірвано розправами жандармів за активну участь у революційних демонстраціях у березні 1897 року.

Можливо саме хвилюючі розповіді матері про фантастичні пригоди міжпланетних мандрівників, жителів зворотнього боку Місяця та різних планет зоряної системи згодом спокусили гімназиста Олександра почати пошук шляхів до освоєння позаземних просторів. Коли хлопчині було 4 роки здоров'я матері різко погіршилось, її поклали у лікарню, де вона і померла. Згодом, у 1910 році, помер і батько. Малий

Сашко — круглий сирота, залишився на опікуванні дідуся та бабусі.

Одержавши ґрунтовну домашню підготовку, восени 1910 року він поступив у третій клас другої Полтавської чоловічої гімназії. "Він мав чудові здібності до математики та до інших точних наук," — згадував колишній учитель гімназії В. С. Огоневець.

Познайомившись з ідеями польоту на Місяць Ж. Верна ("З гармати на Місяць") та Г. Уелса ("Перші люди на Місяці"), хлопчик піддав їх сумнівам, а у 16 років дійшов висновку, що це завдання можна вирішити за допомогою ракет. Молодий юнак-гімназист, не маючи вищої освіти, самостійно, логічно і науково-технічно обґрунтував можливість і необхідність завоювання космічного простору.

В 1916 році Олександр Шаргей закінчив із срібною медаллю Полтавську гімназію (2 четвірки — з латині та словесності). Далі 19-річний юнак з Полтави вирушив до Петрограду і поступив на перший курс механічного відділення політехнічного інституту. Та набути систематичну вищу освіту обдарованому студенту не вдалося.

Імперіалістична війна вимагала нових і нових жертв. І 11 листопада 1916 року першокурсника Шаргея призвали до армії і відправили у школу прапорщиків при Петроградському юнкерському училищі. В цьому ж році він закінчив і першу свою наукову працю (без назви, 104 сторінки рукописного тексту) викладену в 4-х шкільних зошитах. У них він, не знаючи про роботи К. Ціолковського та інших осново-



положників теорії космічного польоту, відповів на вже вирішені ними питання, йдучи іншими шляхами і тим підтверджуючи правильність результатів, досягнутих попередниками. Олександр пішов далі, зокрема в питаннях вироблення економічних способів міжпланетних мандрівок з Землі, конструкції ракетного двигуна та міжпланетного корабля, досягнення надійної його стійкості та керованості у космічному польоті.

Наприкінці березня 1917 року новоспечений прапорщик одержав призначення до діючої армії — на посаду командира взводу на Закавказькому фронті (Туреччина). Менше року тривала військова служба Олександра: у березні 1918 року, після укладення Брестського миру, він демобілізувався і направився у Полтаву. На шляху із Закавказзя у Полтаву був насильно мобілізований у білу армію, з якої згодом втік. У Полтаві, як і по всій Україні, хазяйнували німці. В умовах окупації та гетьманщини виходити на вулицю високому, кремезному юнакові було небезпечно — могли забрати у гетьманське “воїнство”. Олександр переховувався у товариша по гімназії Миколи Скриньки. Саме тут він і познайомився з роботами Ціолковського в галузі міжпланетних сполучень.

Наприкінці червня 1918 року молодий вчений поселився у Києві. Наукові пошуки поєднував з роботою електрика, вантажника, слюсаря.

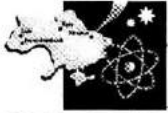
Оцінивши здобутки і недоліки своєї першої праці, восени 1919 року Олександр завершив її під назвою “Тим, хто буде читати, щоб будувати” — 144 сторінки рукописного тексту. У цій праці отримали подальший розвиток питання найекономішнього вильоту “снаряда” з Землі, так і конструювання таких “снарядів” і їх двигунів. Автор розглянув питання використання сонячної енергії для опалення корабля, а також використання дзеркал “для бездротового телеграфу”, тобто передує ідеї встановлення антен спрямованого прийому та випромінювання. В цій же праці Кондратюк запропонував найбезпечніше розташування членів екіпажу

“снаряду” при відльоті стосовно спрямування руху: розміщення їх в індивідуальних формах — ложементах перпендикулярно напрямку руху. У цьому рукописі містяться також усі основні передбачення Кондратюка по етапах розвитку космонавтики, з теорії і практики їх реалізації. Тут вперше була точно сформульована ідеологія “Траси Кондратюка”, яка використовує як сили тяжіння небесних тіл, так і посадочний модуль.

А далі був нелегкий шлях до написання третього варіанту рукопису “Про міжпланетні подорожі”, який у червні 1925 року був надісланий у Головнауку: це — примусова мобілізація О. Шаргея в білу армію (1919 р.), втеча, переховування в м. Стріла, це — робота змащувальником вагонів на залізничній станції Бобриська, це — тяжка праця на маслоробні, паровому млині та цукровому заводі у Малій Вісці. І найважливіша подія цього періоду життя молодого вченого — в 1921 році він вимушений був змінити своє прізвище: Олександр Шаргей стає Юрієм Васильовичем Кондратюком. Нелегким моральним тягарем лягло на Олександра нове ім'я. Відокремившись від свого “білогвардійського” минулого, він у той же час ніби зрікся своїх предків.

Далі, у 1925 році доля закинула вченого на станцію Криловське Північно-Кавказької залізниці (Ростовська обл.), де він працював механіком на будівництві зернового елеватора, де і отримав патенти на свої винаходи: “Пристрої для навантаження зерна в вагони” і “Лічильник до автоматичних вагонів на елеваторі”.

І ось довгоочікувана надія мала би втілитися в життя. Позитивний відгук про працю “Про міжпланетні подорожі” учня Жуковського, відомого інженера-механіка, згодом професора В. П. Ветчинкіна, а також запит секретаріату Л. Д. Гроцького про згоду на роботу в одному з дослідних інститутів, надихнули Кондратюка. 1926 - 1927 рр. вчений працював над четвертим варіантом свого рукопису під назвою “Завоювання міжпланетних просторів”, який був доповнений розділом “Процес згорання. Конструкція камери згорання і вихлопної труби”.



Але доля знову нелегко обійшлася з подвижником космічних досліджень. Оскільки у Москві вирішили, що питання міжпланетних перельотів “ще не на часі”, то Юрія Кондратюка направили старшим механіком на будівництво елеватора на станції Ельхотово у Північній Осетії.

Далі (1927 - 1930 рр.) молодий вчений працював у Західному Сибіру та на Алтаї по експлуатації, ремонту, проектуванню та будівництву зернових сховищ і елеваторів на різних посадах — від техника до помічника районного інженера крайової контори “Хлібобуд”. Тут він завершив роботу по вдосконаленню електричного ковша, а також збудував найбільше в світі механізоване дерев'яне зерносховище на 1000 т зерна. Ця споруда висотою 20 м і розмірами 60 м на 32 м мала назву “Мастодонта”. Але не покинув Юрій Кондратюк своєї мрії життя — космічні польоти. І ось нарешті, в 1929 році вийшла у світ його книга “Завоювання міжпланетних просторів” під редакцією і з передмовою професора П. В. Ветчинкіна і з двома передмовами автора. Тираж 2000 примірників, 72 сторінки тексту, 13 розділів, шість вклеюк креслень і аркуш зі змістом.

В цій праці вчений запропонував та обгрунтував необхідність створення багатоступінчастої (“кількакомплексної”) ракети. Особливої уваги заслуговувала упевненість вченого в практичній доцільності завоювання міжпланетних просторів. “...У найближчому майбутньому можна почати посправжньому господарювати на нашій планеті, слід бачити величезне значення для нас у завоюванні просторів Сонячної системи...”

Після виходу цієї книги зав'язалося жваве листування між Ю. В. Кондратюком, К. Е. Цюлковським, М. О. Риніним, Я. І. Перельменом і іншими фундаторами та популяризаторами ракетної та космічної справи.

Згодом, в 1933 році після ознайомлення з працями Кондратюка Цюлковський писав: “40 років я працював над реактивним двигуном і думав, що прогулянка на Марс почнеться лише через багато сотень років.

Та терміни змінюються. Я вірю, що багато хто з нас буде свідком першої заатмосферної подорожі”.

Ідеї Кондратюка були використані при здійсненні космічної програми “Аполлон”. Праця Кондратюка майже півстолітньої давності в 1963 році була втілена і увінчалась успіхом. Американський учений доктор Лоу після благополучної подорожі до Місяця “Аполлона II”, визнав, що політ його співвітчизників був виконаний за “Трасою Кондратюка”.

Але доля знову приготувала для талановитого вченого нове випробування: арешт за фальшивим звинуваченням у шкідництві і позбавлення волі на два роки поклали край працям Юрія Васильовича на терені елеваторної техніки.

У травні 1932 року Ю. В. Кондратюк отримав запрошення Головергеро НКТП СРСР на конкурс по розробці проекту потужної вітроелектростанції в Криму, взяв участь у ньому і посів перше місце. І згодом став науковим керівником розробки технічного проекту потужної Кримської ВЕС у Харкові.

У 1933 році він отримав запрошення від К. П. Корольова на співпрацю, від якої відмовився, так як був захоплений ідеєю і перспективою вітроелектрики, як “чистого, безшумного, невичерпного океану енергії”. Але можна думати, що не без жалю відмовився Юрій Васильович від пропозиції Корольова.

У квітні 1934 року проект Кримської ВЕС було завершено. В жовтні в Москві за розпорядженням Ордженікідзе заснували контору по будівництві Кримської ВЕС. Далі були виготовлені креслення фундаменту-під'ятники ВЕС і в Криму, на Ай-Петрі, почалося спорудження. Але після трагічної загибелі Г.К. Ордженікідзе Головергеро прийняло рішення призупинити проектування і будівництво потужної ВЕС і перейти на проектування і будівництво малопотужних ВЕС. Але не дивлячись на те, що проект КримВЕС не був здійснений, багато рішень, знайдених при роботі з ним знайшли своє використання у створенні



Останкінської телевежі у Москві — пам'ятник мрії М. В. Нікітіна і Ю. К. Кондратюка.

Вчений розумів, що наближається велика війна. Мабуть, у зв'язку з тим він передав усі свої рукописи, присвячені ракетно-космічній темі на збереження одному з дослідників творчості К. Е. Ціолковського — І. М. Воробйову. І лише в 60-х роках вони були передані в Інститут історії природознавства, техніки АН СРСР і стали об'єктом загального вивчення.

Саме війна і поклала край творчій роботі Кондратюка. 44-річний вчений пішов добровольцем у дивізію народного ополчення Київського району м. Москви, де був зарахований червоноармійцем роти зв'язку стрілецького полку і відразу віправлений на фронт.

23 лютого 1942 року рядовий зв'язківець Юрій Кондратюк загинув на Московській землі (біля Кривцовського меморіалу у Волховському районі). Так обірвалося життя чудової людини, що талановитими працями в різних галузях науки і техніки прославила Батьківщину.

Лише в 1970 р. судова колегія карних справ Верховного суду РРФСР повністю реабілітувала Ю. В. Кондратюка. У 1977 р. комісія ЦК КПУ визнала відсутність

криміналу у самому процесі зміни імені Олександром Шаргеєм і винесла рішення відновити і увічнити добре ім'я видатного вченого. Нині йде підготовка до створення у Полтаві державного музею Ю. В. Кондратюка — Олександра Шаргея. У США, на мисі Кеннеді стоїть пам'ятник українському конструктору Юрієві Кондратюку — як визнання його вкладу у розвиток космонавтики.

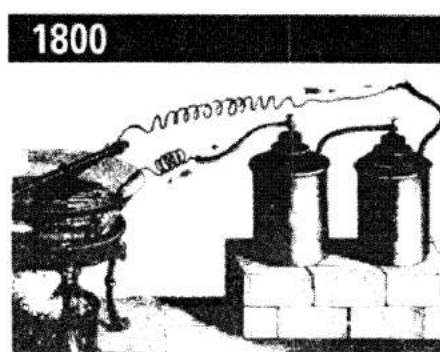
Письменник-історик В. О. Шевчук писав: "Ім'я Ю. Кондратюка належить Україні. Він один із світових геніїв космонавтики, де його "земною" філософією робиться майже все у цій галузі".

Віце-президент Національної академії наук України академік В. Г. Бар'яхтар відзначив "...блискучий інженер з нестандартними, але продуманими рішеннями, піонер космічної діяльності Ю. В. Кондратюк — скарб світової науки, національне надбання українського народу".

За рішенням 28-ї сесії Генеральної конференції ЮНЕСКО 21 червня 1997 р. увесь світ відзначив пам'ятну дату — 100 річчя від дня народження Юрія Кондратюка (Олександра Шаргея).

Людмила Ілейкова,
вчитель фізики Львівської СШ № 4

Які події в історії людства ілюструють ці малюнки ?





Джордж Гамов

(1904 - 1968)

Кожен хто чув про гіпотезу “гарячого первинного вибуху” (hot big bang), або про генетичний код ДНК (деоксирибонуклеїдної кислоти) повинен знати, що коли 29 серпня 1968 р. в Боулдер, Колорадо, помер професор Джордж Гамов, що був автором цих епохальних заповідей, науковий світ стратив одного із своїх передових фізиків. Та мало хто з українців (а тим менше неукраїнців) знає, що Джордж Гамов був гордий з того, що його мати походила з родини Лебединців, яка вела свій родовід від запорізьких козаків. Гамов любив жартувати, що Гамови й Лебединці зустрілися вперше не в особах його батька й матері, а в особах його двох пра-пра-дідів, коли царський офіцер Гамов і запорізький осаул Лебединець перехрестили свої шаблі в бою за Запорізьку Січ.

Георгій Антонович Гамов народився 4 березня 1904 р. в м. Одесі, де його дід, Митрополит Арсеній Лебединцев (зросійщене Лебединець) був настоятелем кафедрального храму й правлячим ієрархом православної церкви “Новоросії”. Гамов провів своє дитинство в м. Одесі, де пережив Першу світову війну й де розпочав свої перші університетські студії, які він закінчив 1926 р. вже в Ленінграді. Там він відразу вибився в передові лави фі-



На колажі, зробленому самим Гамовим, щоб розсмішити друзів, він сам ніби джин появляється з пляшки, наповненої первинною речовиною, що виникає при народженні Всесвіту

зиків і став одним з т. зв. “трьох мушкетерів” (Лев Ландау з Баку, Дмитро Іваненко з Полтави та Георгій Гамов з Одеси), які скоро вийшли на арену світової теоретичної фізики.

В цей час Радянський Союз ще не закрив своєї залізної заслони й талановиті науковці мали змогу виїздити “у відрядження” до заграничних наукових інституцій. Так Гамову пощастило працювати в роках 1928-31 у таких чільних наукових центрах як Гетінген, Копенгага й Кеймбридж. Всесвітнього признання отримав Гамов вперше 1928 р., коли на підставі нової тоді квантової механіки він вивів теорію проникання альфа-частинками

ядерного потенціального бар'єру не лише якісно, але й кількісно з'ясував явище радіоактивного альфа-розпаду.

Коли в 1931 р. Гамов повернувся до Ленінграду, справи в Радянському Союзі стали багато гіршими й Гамов почав старання, щоб знову виїхати “у відрядження” за границю, та вже з притаєним наміром більше не вертати. Та хоча Гамов отримав офіційні запрошення з Риму й з Анн Арбор (Мішиген), візи на виїзд йому не дали. В додатку ситуація ускладнилася, бо Гамов одружився і без жінки не думав Союзу покидати. Тоді враз з жінкою вони виготовили одчайдушний план втечі з Союзу до Туреччини — перепливши Чорне море каяком! Всупереч всяким труднощам вони цей план таки провели в життя, користаючи з вакацій на Криму. Та їх захопила буря і їх ледве живих викинуло море знов на кримське побережжя. Їм співчували за важке пережиття і ніхто не догадувався, яка була справжня ціль їхньої каякової прогулянки...

З початком 1933 р. Гамов отримав запрошення взяти участь у міжнародному “Солвей”-конгресі, що відбувся осінню 1933 р. в Брюсселі (Бельгія). Неочікувано Гамов отримав візу на виїзд. Та він відмовився їхати, хіба що дадуть візу і його жінці. За свою “нахабність” Гамов очікував арешту, аж ось він



отримав візу й для своєї жінки. Лиш згодом у Франції Гамов довідався, що на домагання чільного французького фізика Пола Ланжевена (Paul Langevin), члена французької Комуністичної Партії, Радянський Уряд зголосив Гамова своїм офіційним делегатом на цей престижний конгрес. Так що свою візу він завдячував Ланжевену. Та заслугу за візу для його жінки таки треба признати його одчайдушній впертості.

Після Солвейського Конгресу, й по значних перепетіях, Гамов переїхав до Америки, де від 1934 до 1956 рр. він був професором фізики на Джордж Вашингтон Університеті в Вашингтоні. Від 1956 р. до своєї смерті Гамов був професором фізики на Університеті Колорадо.

Зацікавлення Гамова охоплювали повний діапазон фізичного світу. Окрім свого великого успіху у ви-

ясненні альфа-розпаду, Гамов зробив ще один тривалий вклад у фізику ядрового мікрокосмосу: у співпраці з Едвардом Теллером він удосконалив теорію Фермі про бета-розпад. Та мабуть найбільш відомим є Гамов із своїх космологічних праць. Він поєднав фізику ядрового мікрокосмосу з космологічною гіпотезою Каноніка Жоржа Ляметра про первинний вибух і оформив всеохоплюючу теорію еволюції всесвіту, відому тепер як "hot big bang". Він зробив значний вклад у теорію утворення хемічних первенів у поєднанні з теорією розвитку зірок.

Коли 1954 р. Джеймс Ватсон і Франсіс Крік відкрили структуру ДНК, основного складника генетичної субстанції, Гамов був першим, що висунув теоретично обґрунтовану теорію про те, що ця структура заключає в собі генетичний код, яким життя себе від-

творює. В основних своїх рисах ця теорія є сьогодні загально прийнятою.

Широким масам Гамов відомий головню через свої популярно-наукові книжки, в яких він незвичайно почтливо вияснює досягнення новітньої фізики. Багато фізиків-початківців заглянули вперше в дивний світ відносності (relativity) й квантів очима містера Томкінса в книжці Mr. Tompkins in Wonderland. За його великі заслуги в популяризації науки, ЮНЕСКО призначило Гамову свою премію за 1956 рік.

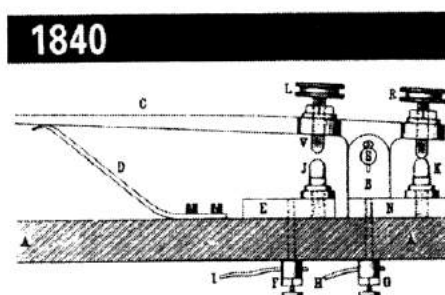
Зацікавлений читач з приємністю прочитає жваву й повну гумору автобіографію Джорджа Гамова My World Line (Viking Press, N.Y., 1970).

Олекса Біланюк,
професор фізики з
Америци

(Редакція зберегла мову і стиль автора)

Професор Гамов був прекрасним популяризатором науки і дуже дотепною людиною. Коли в нього виникла ідея написати книжку про α -, β -, і γ -випромінювання, то до співавторства він запросив ще славних фізиків Л.Альвареса і Г.Бете (анекдот).

Які події в історії людства ілюструють ці малюнки ?





АНДРІЙ САХАРОВ — ВЧЕНИЙ І ГРОМАДЯНИН

Майже все своє життя Андрій Дмитрович Сахаров був захищений від нас товстими стінами саркофагу мовчання і брехні. Його професійна діяльність (тепер кожний знає, що Андрій Дмитрович був батьком радянської водневої бомби) десятиліттями знаходилась під покривалом секретності, а з початком його політичної активності, звичайно ж виникли і інші причини “величезної державної ваги” не тільки замовчувати його добре ім'я, але й огульно оббріхувати його. В довіднику Ю.А.Храмова “Фізика”, що вийшов двома виданнями (в 1977 р. і в 1983 р.) в м. Києві на той час досить сміливому, оскільки в ньому поміщені статті, присвячені емігрантам з СРСР — американцю Георгію Ґамову, італійцю Глібу Ватагіну і іншим відомим фізикам, яких в період комуністичної диктатури прийнято було вважати “зрадниками Батьківщини”, Сахаров не згадується взагалі (факт, який красномовно засвідчує про цілковиту заборону згадування його імені в такого роду виданнях).

В науково-популярних статтях посилання на наукові статті Андрія Дмитровича не пропускала цензура — замість посилання в них з приводу відкриття, зроблених Сахаровим, появлялись загадкові вислови “як було показано в СРСР...”. Але ми, фізики-професіонали, добре знали вже в 1970 р., що під псевдонімом “СРСР” ховається, як герой роману Дюма під залізною маскою, опальний академік (правда, табу не вдалось поширити на цитування праць Сахарова в чисто наукових виданнях).

Вперше я побачив (і почув) А.Д. Сахарова в 1968 р. на V Міжнародній конференції по гравітації і теорії відносності в Тбілісі. Він читав на пленарному засіданні доповідь на тему “Квантова природа метричної пружності і елементарна довжина”, в якій ним були висунуті аргументи



на користь дискретності простору-часу. Слідкуючи за ходом цих дискусій, мені було цікаво співставити полемічні стилі знаменитих фізиків-теоретиків — риторичного Володимира Фока, елегантно-дотепного Віталія Гінзбурга, напористого Якова Зельдовича, який не відмовлявся від барвистих аналогій. На відміну від них Андрій Дмитрович був простий і ...величний — непомітно для самого себе, оскільки ця друга властивість органічно витікала із першої.

Я познайомився із Сахаровим в 1972 році на 3-й Всесоюзній гравітаційній конференції, яка ввійшла в історію науки як Єреванська, але практично проходила вона на гірськолижному курорті Цахкадзор. Я мав щастя розмовляти з Андрієм Дмитровичем, сидівши поряд з ним у екскурсійному автобусі, що направлявся із Цахкадзора в Діліжан. Враження від цієї розмови живі в мене ще й до сьогоднішнього дня. Я тоді зрозумів, що з кожною новою для нього людиною він спілкувався як з цілком рівною собі, виключно уважно і доброзичливо. Але, незважаючи на це, виходило (і пізніше про подібні враження мені говорили багато інших), що, розмовляючи з ним, ніби стоїш перед дзеркалом власної совісті, в якому бачиш своє істинне, без всякої маски, обличчя і, можливо, вперше в житті одержуєш відповідь на питання: “Ким ти є насправді?”



Подібне враження незабутнє, і воно різко дисонує з іміджем академіка Сахарова у масовій свідомості, який сформувався навіть після того, як вслід за поверненням Андрія Дмитровича із горківського заслання нахлинула лавина інформації про нього. Адже навіть російська телекомпанія "Вести", яка йому співчувала, донесла до масового глядача образ дещо нудного, впертого, некомунікбельного дідуся, що іноді не рахувався з думкою оточуючих, невпевненого оратора, наївного Дон-Кіхота, який дещо специфічно розуміється на політиці. Багато хто розглядав А.Д. Сахарова як озлоблену жертву комуністичних репресій. Все це, насправді, зовсім неправда! Він не був жертвою, хоча його безпрецедентно переслідували протягом 18 (!) років потоками брехні і наклепів, засланням у Горький, фізичними тортурами примусового годування. Цей справжній великомученик не був жертвою великих мук, оскільки впевненість в правоті своїх поглядів і величність його душі переважали амплітуду катувань, здатних швидко подолати звичайну людину.

Мої багаторічні друзі, сьогодні, на жаль, обидва покійні, соратники Сахарова в політичній боротьбі і відомі правозахисники, математик Револьт Піменов і фізик-теоретик Роллан Кадієв, розповідали, що Андрій Дмитрович зовсім не ображався на, як тоді говорили, "агресивно-послушну" більшість Верховної Ради СРСР, яка кожне слово "бунтівного" академіка зустрічала звіриним улюлюканням і злими оплесками. Він не гнівався на цих людей, вважаючи їх враженими вірусом комуністичного подвійного мислення, настільки точно описаного Дж. Оруеллом, і звертався до них з тією ж ввічливістю, яка була йому органічно притаманна.

Величезна моральна сила, завдяки якій Андрій Дмитрович "не був жертвою, будучи нею", дозволила йому стати великим політиком (так-так, я не обмовився!), не будучи зовсім політиком. Згадаємо, що політична кар'єра Андрія Дмитровича була дуже короткочасною (менше 11 місяців!). Почалася вона 18 січня 1989 р., коли Президія АН СРСР відмовила задовільнити рекомендацію багатьох академічних інститутів і не висунула його кандидатом в народні депутати від Академії наук СРСР.

Це рішення викликало хвилю протестів. Уже 19 січня у Фізичному інституті АН СРСР, де працював Андрій Дмитрович, відбулися збори працівників, на яких були присутні більше 800 чоловік. Збори одногосно прийняли резолюцію, що вимагала негайної відміни рішення Президії АН СРСР і одночасно висунули Сахарова кандидатом в народні депутати СРСР по

Жовтневому виборчому округу Москви. На цих же зборах вперше прозвучало грізне на той час слово: "мітинг".

Мітинг на підтримку А.Д. Сахарова відбувся 2-го лютого на сходах славнозвісної Президії АН. Це був перший величезний політичний мітинг в СРСР за весь час існування "імперії зла".

Зразу ж після мітингу перед Андрієм Дмитровичем виникла дилема: чи балотуватися йому по територіальному округу, де в нього була вже "зелена вулиця", чи від АН СРСР, де він навіть не був висунутий. На здивування всіх, він вибрав другу альтернативу. І... переміг.

В лічені дні до своєї смерті Андрій Дмитрович закликав населення країни проводити попереджувальний політичний страйк. Він відбувся 11 грудня 1989 р., і в ньому по самих обережних оцінках взяло участь не менше трьох мільйонів громадян СРСР. Влада почала усвідомлювати загрозу, яка над нею нависла.

Ці яскраві штрихи політичного злету А.Д. Сахарова залишилися за кадрами теле-репортажів про його виступи у Верховній Раді СРСР, і як наслідок, за межами пам'яті широкої громадськості про нього.

Є й інший аспект абберачії пам'яті про цю велику людину: його всесвітня популярність правозахисника, мученика за ідею, громадського діяча, парламентаря ніби закриває в масовій свідомості величність наукових творів цього фізика-теоретика із світовим іменем. А.Д. Сахаровим виконані роботи фундаментального першорядного значення в області термоядерного синтезу, теорії елементарних частинок і космології. Перерахуємо коротко основні результати і напрямки досліджень Андрія Дмитровича:

— основоположні фізичні ідеї і розрахунки по створенню термоядерної зброї;

— піонерська ідея магнітного утримування плазми і основоположні розрахунки установок по керованому термоядерному синтезу;

— ідеї і розрахунки по створенню надсильних магнітних полів шляхом стиску магнітного потоку ударною хвилею, що сходиться (магнітна комуляція);

— роботи по квантовій теорії поля, теорії елементарних частинок, зокрема, про мюонний каталіз ядерних реакцій (разом з Я.Б.Зельдовичем);

— трактування гравітації як метричної пружності простору: гравітація виникає в результаті зміни енергії квантових флуктуацій полів у вакуумі при викривленні простору, подібно до того, як звичайна пружність тіл — в результаті зміни енергії міжмолекулярних зв'язків при деформації;



— роботи по космології, особливо про походження баріонної асиметрії Всесвіту.

Із цих праць по вище перелічених різноманітних актуальних фундаментальних напрямках тільки роботи по створенню водневої бомби були офіційно визнані і відзначені урядовими нагородами: званням академіка (яке Андрій Дмитрович одержав у 32 роки!), лауреата Сталінської премії в 1953 р. (причому нечуваного на той час масштабу — півмільйона рублів) і Ленінської в 1956 р., тричі Героя соціалістичної праці — в 1953, 1956 і 1962 рр., не рахуючи таких попутних державних подарунків як дача і машина. Але за те в роки, коли правлячий режим одержав в особі Андрія Дмитровича політичного опонента, “Радянський енциклопедичний словник” повідомив про відомого вченого лише наступне: “Сахаров А.Д. (р. в 1922 г.) сов. физик, акад. АН СССР (1953). Осн. тр. по теоретической физике. В последние годы отошел от научной деятельности”. Тезис про невдячність будь-якої влади давно став трюїзмом, але радянська влада відрізнялася ще й надзвичайною брехливістю: своїх досліджень по теоретичній фізиці Андрій Дмитрович не залишав ніколи, продовжуючи і в роки горьківського заслання публікуватися в академічних журналах.

І все ж величність А.Д.Сахарова перш за все в його громадянській позиції і людяності. Він був одним із тих, чії думки залишаються у вищих, “небесних” сферах, а руки творять земні справи в строгій відповідності з цими помислами. Він сотні разів допомагав особистою участю конкретним людям, засудженим, репресованим, переслідуваним, причому, у багатьох випадках, рятував їх від “психушки” або навіть від смертної кари. “Життя йому, напевно, я все ж таки врятував”, — цю фразу, як розповідав відомий правозахисник, фізик-теоретик Борис Альтшулер, він чув від Андрія Дмитровича багато разів з різних приводів.

Чи шануємо ми належним чином пам'ять про цю велику людину? У Вашингтоні є площа академіка Сахарова. Побувавши в 1995 р. вперше в житті у Львові у якості учасника міжнародної конференції по фізиці, присвяченій Івану Пулюю, я був приємно вражений, довідавшись, що одна із самих великих вулиць в центрі міста носить ім'я Сахарова. І, разом з тим, прикро признати, що ні в моєму рідному Краснодарі, ні в багаточисленних містах Росії, в яких мені доводилось побувати, я вулиці під такою назвою не зустрічав. Справді, не має пророка у своїй вітчизні!

А в тому, що Андрій Сахаров був пророком, можна переконатися, згадавши приведені нижче уривок із його виступу в Кремлі на зборах Міжрегіональної депутатської групи в день його смерті — 14 грудня 1989 року:

“Ми не можемо приймати на себе відповідальність за те, що робить зараз керівництво. Воно веде країну до катастрофи, затягуючи процес перебудови на багато років. Воно залишає країну на ці роки в такому стані, коли все буде інтенсивно руйнуватися. Всі плани переведення на інтенсивну, ринкову економіку будуть нездійсненними, а розчарування в країні вже наростає. І це розчарування робить неможливим еволюційний шлях розвитку в нашій країні. Єдиний шлях, єдина можливість еволюційного шляху — це радикалізація перебудови”. Ці слова, виголошені за два роки до розпаду СРСР, виявилися пророчими для більшості держав на пост-радянському просторі.

Всеволод Тихомиров,

*доцент кафедри теоретичної фізики
і комп'ютерних технологій
Кубанського держуніверситету,
м. Краснодар (Росія)*

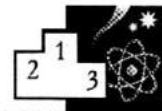
**Які події в
історії людства
ілюструють ці
малюнки ?**

1821



1876





ТУРНІРИ ЮНИХ ФІЗИКІВ

Турніри — це форма роботи з обдарованими дітьми, вони допомагають учням і вчителям навчальних закладів нового типу довести переваги нових форм навчання і методик.

Турнір Юних Фізиків — це:

- невимушена та ігрова форма ранньої професійної орієнтації учнів;
- високо інтегровані міжпредметні зв'язки;
- зацікавлена самостійна робота учнів;
- спілкування і наукові консультації з відомими вченими;
- культура наукової дискусії;
- вміння аргументовано відстоювати свої позиції;
- колективна творчість і почуття особистої відповідальності за досягнуті результати;
- робота з науковою літературою;
- ознайомлення із сучасним станом науки;
- захоплення інтелектуальною грою.

В положенні про Всеукраїнські турніри говориться, що *Турнір Юних Фізиків* (ТЮФ) є складовою частиною комплексної програми Міністерства освіти України по пошуку, вихованню, навчанню та професійній орієнтації творчо здібної молоді.

Мета турніру — залучити учнів до практичної наукової діяльності, навчити нормам і стилю роботи в творчих колективах, а також привернути увагу вчених, студентів та аспірантів до роботи із школярами.

Структура турніру

Турнір Юних Фізиків проводиться в три основні етапи.

Перший етап — заочний колективний конкурс. На заочному етапі формуються завдання, створюються умови для подальших дискусій, формуються команди. Команди, що беруть участь в заочному конкурсі, висилають короткі розв'язки довільних п'яти задач з сімнадцяти в оргкомітет. Жюрі перевіряє розв'язки, визначає ступінь готовності команди. Якщо розв'язки задовільняють необхідні вимоги, то для команди надсилається офіційне запрошення. На Україні відбуваються регіональні та міські турніри, на яких також проводиться відбір команд для участі в другому етапі.

Другий етап — очний відбірковий конкурс. Він складається з чверть- та півфінальних боїв. Розв'язки задач заочного колективного конкурсу обговорюються в формі наукових дискусій. В цих дискусіях безпосередньо беруть участь вчені, викладачі, студенти. За результатами три, або чотири команди виходять у фінал.

Третій етап — фінал турніру. В програму фіналу входить підсумкова гра, експериментальний тур, конкурс капітанів, болільників, спеціальні конкурси та нагородження переможців. Всі етапи очних боїв регламентуються правилами фізичних боїв. Закриття Всеукраїнських турнірів юних фізиків проводиться як самостійне видовище, де підводяться підсумки та формується збірна команда України для участі в Міжнародному турнірі юних фізиків.

Зміст і форма проведення турніру

На відміну від традиційних фізичних олімпіад, які є індивідуальними змаганнями школярів, в турнірі приймають участь колективи учнів одного класу або однієї школи (5 учнів, 8-11 кл.).

Творча робота цілого колективу, де у кожного є своя конкретна частина, що відповідає як загальним інтересам, так і реальній можливості кожного члена команди, дозволяє школярам успішно вести науковий пошук, добиватись конкретних практичних результатів.

Завдання турніру — це завжди оригінальні проблемні питання, розв'язок яких передбачає проведення самостійних експериментальних та теоретичних досліджень. Учасники турніру повинні самі зробити необхідні припущення та вмотивувати їх, вибрати модель описання та алгоритм розв'язку, проаналізувати одержані результати, тобто пройти всі складні етапи комплексної наукової роботи.

Наукова дискусія — основна форма представлення учасниками турніру розв'язків задач. Команди по черзі виступають в якості доповідача, опонента та рецензента.

Хронологія міжнародних турнірів з участю українських команд

V Міжнародний ТЮФ, червень 1992 р., м. Протвіно (Росія). Команда України складалася з учнів Рішельєвського ліцею, зайняла III місце.

VI Міжнародний ТЮФ, червень 1993 р., м. Протвіно (Росія). Команда України складалася з учнів СШ № 117 м. Одеси і Рішельєвського ліцею. Команда зайняла друге місце в фіналі. В особистій першості абсолютним переможцем став Степанян Р. (СШ № 117).

VII Міжнародний ТЮФ, червень 1994 р., м. Тронінген (Нідерланди). Команда України зайняла III місце. Колебошін С. — призер в особистій першості (Рішельєвський ліцей, м. Одеса).

VIII Міжнародний ТЮФ, червень 1995 р., м. Спала (Польща). Призером в особистій першості став Іванов В. (Рішельєвський ліцей, м. Одеса).

IX Міжнародний ТЮФ, липень 1996 р., м. Цхалтубо (Грузія). Команда України з учнів Українського фізико-математичного ліцею зайняла III місце. Призером в особистій першості став Іванов К. (Рішельєвський ліцей, м. Одеса).

X Міжнародний ТЮФ, червень 1997 р., м. Хеб (Чехія). Команда України складалася з учнів Рішельєвського ліцею м. Одеси, була запрошена також команда Львівського фізико-математичного ліцею. Команди зайняли III місця. В особистому заліку призерами стали Мурахівський Д. (Рішельєвський ліцей м. Одеса) і Луцишин Я. (Львівський фізико-математичний ліцей).

Відмінності в структурі і організації проведення ТЮФ на Україні

На Україні турніри проводяться по своїх пакетах задач. Збережений принцип відбору команд на фінальні ігри — заочний конкурс. Крім цього, в регіонах і містах проводяться міські та обласні турніри. Всеукраїнський ТЮФ проводиться в кінці лютого — на початку березня.

Проводиться чотири відбіркових чверть-фінальних боїв. Півфінал проводиться в два кола без зміни членів журі в підгрупах. Задачі в півфіналі відбираються учасниками по рейтингу, в той самий час проводяться рейтингові бої для команд, що не пройшли в півфінал.

Фінал проводиться по нових задачах, які видаються командам після півфінальних боїв. Перед фінальним боєм проводиться експериментальний конкурс капітанів для визначення почерговості вибору ролі доповідача.

Після виставлення оцінок обов'язковими є виступи членів журі. В правила ТЮФ введені права та обов'язки ведучого та пункт про апеляції.

Можна сказати, що на Україні вже завоювала визнання нова форма інтелектуального становлення особистості і головний приз цієї гри — вміння мислити.

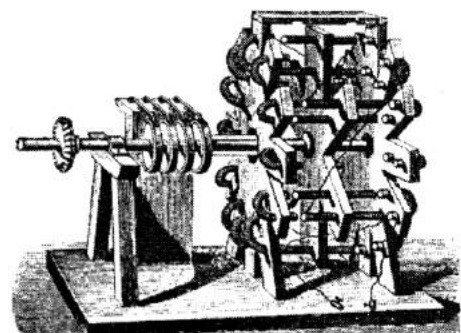
Колебошін В.Я.,

*Одеський державний університет
ім. І. І. Мечнікова,*

Ворохасва В. І., Заворотна П. Л.,
Рішельєвський ліцей, м. Одеса

Яку подію в історії людства ілюструє цей малюнок?

1834



Про X Міжнародний турнір юних фізиків

У червні 1997 року в мальовничому середньовічному місті Хеб, яке розміщене на крайньому заході Чехії, відбувся X Міжнародний турнір юних фізиків. У ньому брали участь команди-переможці національних турнірів юних фізиків з багатьох країн, а саме з Чехії, Угорщини, Польщі, Німеччини, Швеції, Словаччини, Грузії, Росії, України, Білорусії, Узбекистану. Згідно з правилами міжнародних змагань кожна країну представляла одна команда. Тільки Чехію як господаря турніру та Росію як країну, що започаткувала турніри юних фізиків, представляли дві команди.



Представники українських команд (Львівського фізико-математичного та Рішельєвського ліцеїв) на X Міжнародному турнірі юних фізиків. (Прага, червень 1997 р.)

На цих змаганнях Україну представляла команда Рішельєвського ліцею з міста Одеси. Однак фінал Всеукраїнського турніру юних фізиків 1997 року показав, що в Україні існують декілька команд гідних бути учасниками цих Міжнародних змагань, тому на клопотання оргкомітету Всеукраїнського турніру юних фізиків оргкомітет Міжнародного турніру юних фізиків запросив до участі в X Міжнародному турнірі команду Львівського фізико-математичного ліцею.

Відкриття X ювілейного турніру юних фізиків, у якому взяли участь відомі європейські вчені та громадські діячі Чеської республіки. Було дуже урочисто і завершилось процедурою представлення команд та жеребкуванням. Після цього розпочався сам турнір, що проходив у просторих і світлих, чудово обладнаних аудиторіях гімназії м. Хеб. Програма турніру була цікавою і насиченою. Крім фізичних боїв, було прочитано багато лекцій відомих фізиків Чехії, Німеччини, Швеції. Варто відзначити, що серед гостей турніру був лауреат Нобелівської премії з фізики, доктор Клаус фон Клітзінг, який також прочитав лекцію учасникам змагань. Турнір став важливою подією в житті Чеської республіки і міста Хеб, про що свідчить широке зацікавлення засобів масової інформації турніром та прийом влаштований учасникам мером міста в старовинних залах міської Ратуші. Але в центрі загальної уваги залишався сам турнір.

У перші два дні проходили чвертьфінальні бої, які відбувалися за коловою схемою. І за результатами трьох чвертьфінальних боїв 9 ко-

№ пп	Команда	1-й бій		2-й бій		3-й бій		Сума	
		бал	рейтинг	бал	рейтинг	бал	рейтинг	бал	рейтинг
1.	Україна (Одеса)	296	5.0	285	4.0	279	3.0	860	12.0
2.	Грузія	264	4.0	294	5.0	285	3.0	843	12.0
3.	Білорусь	262	4.0	284	4.0	262	4.0	809	12.0
4.	Україна (Львів)	244	3.0	273	4.0	290	5.0	807	12.0
5.	Чехія (Прага)	281	4.0	256	3.0	287	4.0	824	11.0
6.	Польща	257	3.0	269	3.0	293	5.0	819	11.0
7.	Угорщина	279	3.0	282	4.0	285	3.0	846	10.0
8.	Росія (Єкатеринбург)	253	3.0	267	3.0	286	4.0	806	10.0
9.	Росія (Москва)	247	3.0	264	3.0	245	4.0	756	10.0
10.	Німеччина	260	4.0	261	3.0	264	2.0	785	9.0
11.	Словаччина	284	3.0	254	2.0	243	3.0	780	8.0
12.	Росія (Урал)	242	2.0	257	3.0	257	2.0	755	7.0
13.	Узбекистан	249	3.0	234	1.0	231	1.0	714	5.0
14.	Швеція	222	1.0	257	2.0	226	2.0	705	5.0
15.	Чехія (Опава)	233	1.0	219	1.0	203	1.0	656	3.0

манд мали завоювати право виступити в півфіналі, 3 переможці півфінальних боїв виходили у фінал, щоб вибороти звання переможця X Міжнародного турніру юних фізиків.

Уже чвертьфінальні бої показали рівень підготовленості кожної команди. За результатами чвертьфінальних поєдинків українські команди зайняли відповідно I (Одеса) і IV (Львів) місця. Цей результат можна охарактеризувати як вагоме досягнення юних фізиків України на міжнародній арені. Вони вийшли на чільні позиції в рейтингу команд X Міжнародного турніру юних фізиків. Оптимістичний настрій, який того вечора панував у рядах українських команд, базувався на тому, що наші команди попали в різні півфінальні групи і, головне, рівень гри, який показували команди, вселяв надію на вихід у фінал аж двох українських команд.

Як видно з результатів чвертьфінальних боїв команда Рішельєвського ліцею з перших боїв стала лідером турніру. Команда Львівського фізико-математичного ліцею показала, що від бою до бою зростають її результати. Це зумовлено об'єктивними причинами: команда практично за місяць до початку турніру дістала запрошення для участі, і тоді ж розпочала підготовку, тобто вже в ході турніру здобувала свою найкращу форму. Зрозуміло, що дуже важливою складовою успіху всіх команд було знання англійської мови, яка була робочою мовою турніру. В залежності від зайнятих місць за результатами чвертьфінальних боїв, згідно з правилами Міжнародного турніру юних фізиків, були утворені наступні півфінальні групи.

Переможець кожного півфінального бою ставав учасником фіналу і продовжував боротьбу

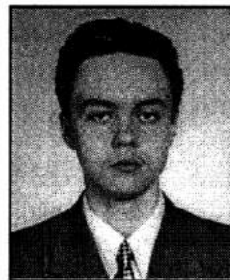
A	B	C
Одеса	Грузія	Білорусь
Польща	Прага	Львів
Угорщина	Єкатеринбург	Москва

за звання переможця X Міжнародного турніру юних фізиків. Однак турнір є турнір і в фінал вийшли команди Угорщини, Чехії (Прага) та Білорусії.

Особливість проведення фінального бою на міжнародних турнірах полягає в тому, що команди самі вибирають задачу для доповіді, а ролі, в яких стартують команди у фінальному поєдинку залежать від результату півфінальних боїв.

Крім цікавих і напружених боїв, на турнірі була насичена, цікава культурна програма. Проводились екскурсії по місту Хеб, на теплову електростанцію і всесвітньо відомий курорт Карлові Вари та виїзд в Прагу на один день, де учасники відвідали музеї Празького Граду та познайомились з чудовими архітектурними ансамблями старої Праги.

Крім командної боротьби, на турнірі проводився ретельний підрахунок всіх успішних виступів кожного учасника. Серед всіх учасників в українських командах найвищі особисті досягнення мали: Денис Мурахівський (Одеса) — 6 місце, Ярослав Луцишин (Львів) — 7 місце. Абсолютним переможцем в індивідуальному заліку став Янош Асбош (Угорщина). Денис Мурахівський і Ярослав Луцишин, як і інші переможці, отримали призи і дипломи від оргкомітету турніру.



Денис Мурахівський
(Одеса)

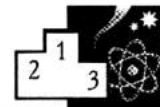


Ярослав Луцишин
(Львів)

Наступний, XI Міжнародний турнір юних фізиків, відбудеться в Німеччині в місті Штутгарті.

Закриття турніру, як і відкриття, було дуже урочистим, радісним, а після закриття був вечір відпочинку для всіх учасників турніру, організований гостинними господарями турніру.

Олександр Гальчинський,
керівник команди Львівського
фізико-математичного ліцею



Задачі 6-го Всеукраїнського відкритого турніру юних фізиків, 1998 р.

*Наука изоцряет ум, ученье вострит
память*

(Козьма Прутков, афоризм № 7)

1. "Придумай сам"

Сконструуйте пристрій для визначення кількості і розмірів пилинок в повітрі.

2. "Кидок"

Під яким кутом до горизонту потрібно кинути зібганий аркуш паперу, щоб він полетів якнайдалі?

3. "Камера Вільсона"

У шкільному фізичному кабінеті є камера Вільсона. Спробуйте по вигляду треків частинок визначити ступінь перенасичення пари у її робочому об'ємі.

4. "Літній дощ"

При якому дощі звук крапель, що барабаниють по даху намету, переходить у шум?

5. "Відскакування"

Хлопчаки кидають плоскі камінці у річку так, щоб вони відскакували від поверхні води. Опишіть залежність параметрів процесу відскакування каменя від стану поверхні водойми.

6. "Іонний вітер"

Дослідіть відхилення полум'я свічки у зовнішньому електричному полі.

7. "Знову монетка"

Дослідіть і опишіть поведінку вологої монетки на шийці попередньо охолодженої пляшки. Від чого залежить тривалість явища?

8. "Пакет"

З якої висоти ще можна кинути пакет з піском, щоб при ударі в землю він не порвався?

9. "Гейзер"

Виготовіть діючу модель гейзера. Оцініть теоретично його характеристики.

10. "Спекотний полудень"

Якщо під час літньої спеки напівпорожню пляшку вийняти з холодильника і залишити у кімнаті, то вона запотіє. Як буде вести себе межа сухої і вологої зовнішньої частини поверхні пляшки?

11. "Ланцюжок"

Яким повинен бути ланцюжок з канцелярських скрепок і як потрібно його обертати, щоб отримати максимальну кількість стійких вузлів?

12. "Бія і Катунь"

У прозору річку впадає мутна притока. На якій відстані від притоки ще можна розрізнити води притоки і річки?

13. "Туман"

Розрахуйте, скільки води може утримуватись в густому тумані. Запропонуйте конструкцію приладу для визначення кількості води у тумані.

14. "Будиночок з карт"

Визначіть сейсмічну стійкість будиночку з карт.

15. "Лісова пожежа"

Опишіть динаміку лісової пожежі та оцініть швидкість руху фронту полум'я.



16. "Кожний електрик бажає знати..."

Відомо, що з часом гвинтики, що закріплюють провідники до штирків штепсельної вилки, самі розкручуються, що приводить до порушення контакту. Як часто потрібно контролювати кріплення провідників?

17. "Засіб Діка Сенда"

"...В цьому місці море бурлило особливо розлючено. Хвилі почали заливати палубу. Матроси стояли на носі біля бочок з жиром, чекаючи наказу капітана. Лий ворвань! — крикнув Дік. — Швидше! Під шаром жиру, який потоком лився на хвилі, море, ніби

зачароване, заспокоїлось, але через хвилину завирувало з подвоєною злобою".

(Жюль Верн. "П'ятнадцятирічний капітан").

Через який час почне діяти даний засіб? Як довго він буде ефективним?

Задачі запропонували і підготували:

Альтман І. С., Анісімов І. Н. (Київ), Верн Ж. (Нант), Віктор П. А., Іванов К., Колебошин В. Я., Колебошин С., Кулінський В. Л., Мураховський Д., Пузирьков С. (Харків), Шапіро А. І. (Київ).

Оргкомітет Всеукраїнських
Турнірів юних фізиків,
27 червня 1997 р. м. Одеса

XXVIII Міжнародна олімпіада з фізики

Протягом 13-21 липня цього року в м. Садбері (Канада, 400 км північніше Торонто) проходила чергова XXVIII Міжнародна фізична олімпіада. В ній брали участь представники 56-ти країн світу та представники 6-ти країн були присутні як спостерігачі. Кожна держава могла бути представлена не більш як п'ятьма учасниками у супроводі керівників.

Змагання проводились в два тури — теоретичний та експериментальний. На виконання кожного відводилось 5 год. Завдання Міжнародної олімпіади суттєво відрізняються від завдань Всеукраїнської та передуючих їй олімпіад. На теоретичному турі Міжнародної олімпіади пропонувались три задачі, одна з яких тестова (5 тестових завдань) та дві доволі громіздкі задачі дослідницького характеру. Кожна задача оцінювалась в 10 балів. На експериментальному турі необхідно було за допомогою серії експериментів дослідити п'єзоелектричний біморф.

У випадку незгоди учасника олімпіади з оцінкою його роботи керівник відповідної команди мав право подати на апеляцію (без участі власне учасника).

Знання англійської мови було не обов'язковим, оскільки керівники команд попередньо перекладали завдання. Слід зауважити, що до завершення змагань спілкування команд з керівниками



повністю виключалась. Щоб уникнути різноманітних непорозумінь, протягом олімпіади кожен учасник команду супроводжував гід-перекладач.

Окрім безпосередньо олімпіади учасники та керівники команд одержали масу незабутніх вражень від ознайомлення з Канадою та широкомасштабної культурної програми; мали змогу слухати лекції відомих науковців стосовно найсучасніших проблем фізики.

Абсолютним переможцем олімпіади став учасник команди Ірану. Абсолютну командну першість виборола Росія (чотири золотих, одна срібна медаль). Окремі нагороди одержали учасники команд Німеччини, Румунії — за кращі

результати теоретичного туру та Австралії — за кращий результат експериментального туру. Команда України виступила доволі успішно та посіла почесне десяте командне місце, всі учасники зайняли призові місця: Костянтин Захарченко — “золото”, Андрій Дідовик — “срібло”, Олег Мірошніченко (учень 9 кл.) — “бронза”, Олександр Соловйов та Богдан Лозинський — почесні грамоти.

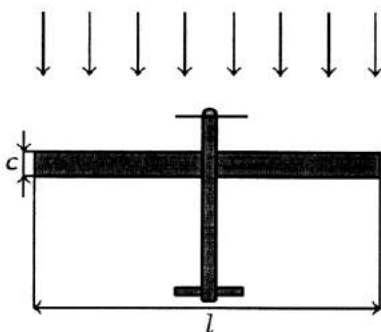
Пропонуємо читачам ознайомитись з 3-ю задачею теоретичного туру олімпіади.

“ЛІТАК НА СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТАХ”

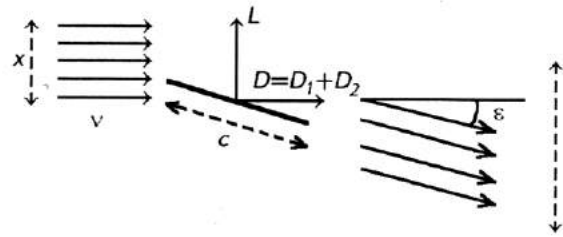
Ми хочемо сконструювати літак, який зміг би утримуватись в повітрі, використовуючи виключно енергію Сонця. Найефективніша конструкція такого літака повинна мати дуже довгі тонкі крила, верхня поверхня яких повністю вкрита сонячними елементами. Ці елементи виробляють електроенергію, яка живить електродвигун, який, в свою чергу, обертає пропелер.

Розглянемо довге тонке крило прямокутної форми з розмахом l і шириною c , що рухається з швидкістю v відносно оточуючого повітря. Ми можемо одержати наближене уявлення про ефективність дії цього крила, якщо розглянемо потік повітря, що налітає на крило і відхиляється під невеликим кутом ϵ . Зміною абсолютної величини швидкості повітря при цьому можна знехтувати. Керуючі поверхні крил можуть бути використані для того, щоб підібрати оптимальне значення ϵ , необхідне для польоту. Ця проста модель достатньо добре відповідає дійсності, якщо $x = \pi l/4$, і ми будемо вважати, що ви розв'яжете дану задачу в рамках цієї моделі. Загальна маса літака M , площа поверхні крил $S = cl$, постійна крила $A = l/c$. В своїх розрахунках враховуйте лише повітря, що обтікає крило.

Зустрічний потік повітря



Вигляд на літак зверху (літак зображений у власній системі відліку)



зустрічний потік переріз крила потік позаду крила вертикаль

Вигляд на крило збоку (в системі відліку, що рухається разом з літаком)

Ігноруйте зміни повітряного потоку, які вносяться пропелером.

а). Розглядаючи зміни імпульсу потоку повітря, що обтікає крило (нехтуючи змінами абсолютної величини швидкості), виведіть вираз для величини підйімальної сили L і горизонтальної сили опору, діючих на крило, в залежності від розмірів крила, параметрів v , ϵ і густини повітря ρ . Вважайте, що напрям повітряного потоку всюди паралельний площині малюнка.

б). Існує ще додаткова горизонтальна сила, обумовлена тертям повітря, яке обтікає поверхню крила. Повітря трохи сповільнюється, так, що зміна горизонтальної швидкості потоку повітря складає Δv ($\ll 1\%$ від v). Відносна зміна швидкості визначається як:

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{f}{A}$$

Величина f не залежить від ϵ .

Знайдіть вираз (як функцію M , f , A , S , ρ і g — прискорення вільного падіння) для швидкості польоту, яка відповідає мінімальній потужності, яка необхідна для того, щоб утримувати літак на незмінній висоті з незмінною швидкістю. Членами порядку $(\epsilon^2 f)$ або вище слід знехтувати.

Ви можете використовувати при розрахунках наступне наближення, справедливе для малих кутів:

$$1 - \cos \epsilon \approx \frac{\sin^2 \epsilon}{2}$$

в). На листі відповідей на дане питання зобразіть схематично графік залежності потужності P від швидкості v . Зобразіть також окремо

вклади в потужність двох джерел опору. Знайдіть вираз (як функцію M, f, A, S, ρ і g) для мінімальної потужності P_{\min} .

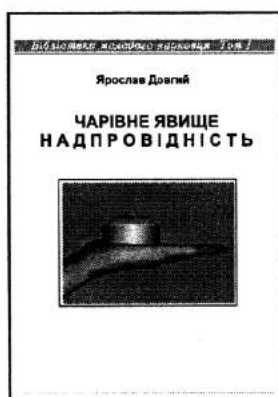
г). Сонячні елементи можуть виробляти таку кількість енергії, що двигуни розвивають механічну потужність 10 Вт з кожного квадратного

метра крила. Розрахуйте максимальну підймальну силу крила Mg/S , яка припадає на 1 м^2 , і швидкість польоту v_0 при даній потужності. Вважайте, що $\rho = 1.25 \text{ кг/м}^3$, $f = 0.004$, $A = 10$, $g = 9.81 \text{ м/с}^2$.

Богдан Лозинський,

Львівський фізико-математичний ліцей

Шановний наш юний читачу !



“Чарівність — це краса і загадковість одночасно. Саме таким є явище надпровідності...”

Так починається книжка відомого спеціаліста в галузі фізики твердого тіла, професора Львівського державного університету ім. І. Франка, популяризатора фізичної науки Ярослава Довгого **“Чарівне явище надпровідності”**. Книга започатковує серію **“Бібліотека молодого науковця”** і готується до друку видавництвом **“Євросвіт”**. В ній вдало поєднано описи фізичних властивостей, краси природи і мистецтва та наукові жарти. Вона написана з великою любов'ю до фізики, буде цікавою для широкого кола читачів від молодих науковців до фахівців даної галузі. Приймаємо попередні замовлення на книгу.

На сторінках нашого журналу плануємо друкувати фрагменти з цієї книжки.

“Кенгуру” для всіх

21 березня 1997 року більше мільйона учнів з двадцяти країн Європи одночасно сіли за парти у своїх школах, щоб відчувти радість спілкування з математикою. В цей день проходив міжнародний математичний конкурс-гра **“Кенгуру-97”**, який все впевненіше долає європейські простори і щороку завойовує все більше число прихильників. Головною метою конкурсу є не встановлення рейтингу серед його учасників, а популяризація красивих і оригінальних математичних ідей серед широкого кола учнів. Ініціатором впровадження конкурсу на Україні виступив Львівський фізико-математичний ліцей.

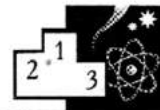
У 1998 році гра **“Кенгуру-98”** буде проводитись у п'ятницю 20 березня. Завдання конкурсу обговорювались і були затверджені на міжнародній зустрічі в Будапешті (6-9 листопада 1997 року), організованої угорським фондом підтримки талановитої молоді в області математики та міжнародною організацією **“Кенгуру без кордонів”**. Там, зокрема, Львівський фізико-математичний ліцей отримав сертифікат на право проведення конкурсу на Україні. За додатковою інформацією про умови участі в цьому конкурсі звертатись за адресою Львівського фізико-математичного ліцею:

290054, м. Львів, вул. Караджича, 29.

Тел.: (0322) 620068, 620069, факс: (0322) 625042,

E-mail: konkurs@lpml.link.lviv.ua, kangaroo@lpml.link.lviv.ua

Редколегія висловлює щире подяку п. Табачину Мирославу за сприяння у підготовці видання другого та третього номерів журналу.



IV Соросівська олімпіада школярів України

У листопаді 1997 року закінчилась четверта Соросівська олімпіада. Її фінал відбувся в Криму в Артеці. По 45 фіналістів з фізики, математики, хімії і біології розіграли 3 перших, 6 других та 9 третіх премій в кожному з предметів. У фіналі Соросівської олімпіади з фізики розігрувалися два комплекти нагород для учнів 11 класу. Це компенсувало відсутність учнів 9 класу на Соросівській олімпіаді з фізики.

Один комплект нагород виборювали "фізики-теоретики", які протягом двох днів розв'язували задачі. На другий день ці задачі були технічно більш складними. Другий комплект нагород виборювали "фізики-експериментатори". У фіналі у перший день вони розв'язували ті ж самі задачі, що і "теоретики", а наступного дня проводили експеримент. Десятикласники спочатку розв'язували задачі, а потім проводили експериментальний тур.

Особливістю цього року стала поява другого, проміжного туру, на який було

запрошено переможців першого заочного туру. Це дало змогу відібрати дійсно кращих фіналістів. Фінал довів слушність такого кроку, який викликав додаткові витрати для фонду "Відродження". Серед робіт фіналістів цього року зовсім не було "нульових", автори яких, скоріш за все, не самі розв'язували заочний тур. На наступній Соросівській олімпіаді теж буде проміжний тур (задачі заочного тура передбачається надрукувати у березні-квітні у газеті "Освіта"). Скоріш за все у ній зможуть взяти участь також і дев'ятикласники. Це ліквідує розділення учнів 11-го класу на дві групи.

Найбільшу кількість фіналістів з фізики делегували два фізико-математичні ліцеї — Український та Львівський. Представники першого з них і вибороли два перших місця (Максим Слойко у 10-му, Павло Стеценко серед "теоретиків"). Першим серед "експериментаторів" був Дмитро Батрак з Чернігова.

Умови задач II (проміжного) туру

IV Соросівської олімпіади

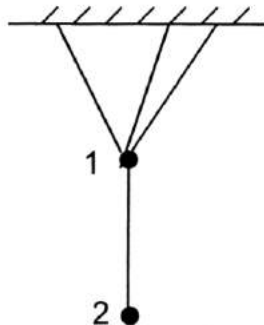
10 клас

1. Білим по чорному.

На патефонній платівці, що обертається з частотою 78 обертів в хвилину, на відстані d від осі стоїть гном (він обертається разом з диском) з куском крейди в руках. Раптово він опускає крейду, яка під впливом відцентрових сил починає ковзати без тертя по горизонтальній поверхні платівки. Напишіть рівняння кривої, яку намалює крейда на своєму шляху.

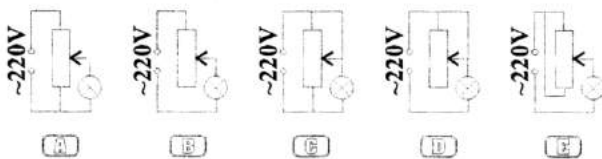
2. Не палити!

Маленька кулька і підвішена до стелі трьома однаковими нитками, що створюють між собою кути 60° . До цієї кульки підвішена кулька 2 (див. малюнок), що має таку ж масу. Знайдіть прискорення кожної кульки в першу мить після перепалювання однієї з трьох нахилених ниток. Всі нитки невагомі. Розгляньте два випадки: а) всі нитки нерозтяжні; б) всі нитки гумові.



3. Сувенір з Лемурії.

Вам подарували красиву настільну лампу. Вона виготовлена в країні Лемурії і у неї можна вкрутити тільки стандартну лемурійську лампу розжарювання потужності 213 Вт, розраховану на напругу 198 В. Ви маєте реостат з максимальним опором 80 Ом і максимальним струмом 2 А. Яку із зображених на малюнку схем підключення лампи ви виберете, щоб забезпечити її роботу в стандартному лемурійському режимі і досягти максимальної економії енергії?



4. Руки вгору!

Іграшковий пістолет з пружиною жорсткості k стріляє кульками маси m . Коли він не заряджений, один з кінців пружини співпадає з відкритим кінцем ствола. Нехтуючи тертям кульки в стволі і масою пружини, знайдіть тривалість пострілу, тобто час знаходження кулі в стволі після натискання на курок.

5. Бумеранг.

Артист цирка кидає бумеранг так, що той пролітає між двома асистентками і розбиває пляшку на голові у клоуна.



Знайдіть обмеження на швидкість бумеранга v у той момент, коли він пролітає між асистентками, розташованими на відстані 20 см одна від одної, обертаючись у горизонтальній площині з частотою 10 обертів в секунду. Форма і розміри бумеранга вказані на малюнку, де літера О показує центр його маси.

6. Жертви TV.

Два однакових космічних кораблі з Сіріуса досліджують Місяць ($R_M = 1,7 \cdot 10^3$ км), обертаючись навколо нього по колових орбітах на висоті $h = 100$ км. Капітани здивилися черговою серією "Сепульки-8" і їх кораблі зіткнулися. По пружності та міцності сіріанські кораблі нагадують кисіль, тому зіткнення було абсолютно непружне. Знайдіть кут між векторами швидкостей кораблів, якщо вони після злипання потрапили на поверхню Місяця в точку, діаметрально протилежну точці зіткнення.

Теоретичний тур (фінал)

4 листопада 1997 року

10 клас

1. Інформація до роздуму.

Мюллер викинув з вікна райхканцелярії важливі секретні документи зі швидкістю $28,28 \text{ м/с}$ під кутом 45° до горизонту. Штірліц схопив фотоапарат, зарядив його плівкою, виставив витримку, діафрагму та віддаль і через 2 секунди після кидка Мюллера вистрибнув зі свого вікна так, щоб падати на постійній відстані від документів. У польоті він встиг 3 рази сфотографувати їх і передати плівку радистці Кет. З якою швидкістю та під яким кутом до горизонту стрибнув Штірліц? Центр дозволив знехтувати опором повітря і наказав вважати $g = 10 \text{ м/с}^2$.

2. В одне речення.

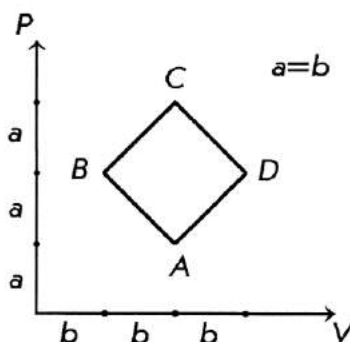
Яку роботу треба виконати під час адиабатичного стискання суміші рівних мас аргону та кисню, якщо відомо, що температура суміші зросла у k раз, а початковий тиск та об'єм дорівнюють відповідно P_0 та V_0 ?

3. Похилий жолоб.

Експериментатор зробив похилий жолоб з двох складених впритул однакових паралельних циліндричних трубок (рурок) радіуса r , розташованих під кутом α до горизонту. На жолоб він ставить нерухому кулю такого ж радіуса r і вимірює її швидкість v після того, як висота центра кулі зменшиться на h . Знайдіть вираз для v та побудуйте графік залежності величини $z = v/\sqrt{2gh}$ від кута нахилу α . Коефіцієнт тертя кулі об трубу дорівнює μ .

4. Газова математика.

Одноатомний ідеальний газ переводять із стану А в стан В двома шляхами: АСВ та АDB (див. мал.), так, що ABCD — квадрат і точки А та С належать ізотермі.



В якому випадку газ виконує більшу роботу? Побудуйте графіки цих процесів у координатах V, T .

5. Надсвітлові швидкості.

З ядра далекої галактики витікає стаціонарний тонкий струмінь газу із швидкістю V . Завдяки дуже великій відстані D до галактики астрономи можуть оцінити лише кутові зміни $\Delta\varphi$ у положенні об'єктів ($\Delta\varphi$ — кут, на який відхилилися неоднорідності за проміжок часу Δt). Спостерігач припускає, що струмінь та ядро знаходяться в одній площині, перпендикулярній до променя зору, і оцінює швидкість витікання струменя, спостерігаючи за неоднорідностями, що рухаються разом із газом, за формулою $V_{\text{стр}} = D\Delta\varphi/\Delta t$.

Знайдіть мінімальне значення V , за якого швидкість струменя, визначена у такий спосіб, буде вдвічі більша за швидкість світла C . Ефекти спеціальної теорії відносності не враховувати.

С. Л. Парновський,
голова журі з фізики
Соросівських олімпіад,
доктор фіз.-мат. наук



ЕЛЕКТРОННИЙ ПУЧОК

На Міжнародному турнірі юних фізиків велике зацікавлення викликала задача "Електронний пучок":

"Електронний пучок падає на плоско-паралельну пластину з відомого однорідного матеріалу. Деякі електрони проходять крізь неї, деякі ні. Спробуйте змодельовати описаний процес, використовуючи, наприклад, метод Монте-Карло, і порівняйте ваші результати з відомими із літератури".

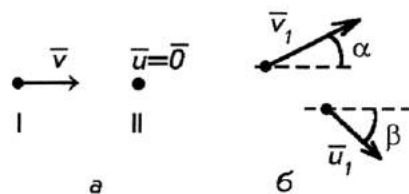
У цій статті хочу запропонувати свій погляд на дану задачу. Читач, не знайомий з методом Монте-Карло, може опустити незрозумілі йому формули, що в цілому не відбиватиметься на якісному розумінні процесу.

Перш за все розглянемо явища, які відбуваються при влітанні електрона в речовину. При влітанні електрона, останній має можливість провзаємодіяти з вільним електроном, або ж з іоном кристалічної ґратки. Електрон, що влітає, також може провзаємодіяти з ядром, випустити квант гальмівного випромінювання. Але ці ефекти проявляються лише для електронів високих енергій. Ми обмежимося розглядом електронів середніх енергій $E < 5$ кеВ. Це дозволяє значно спростити розрахунки, і при цьому це значно не відбивається на самому моделюванні процесу.

Розглянемо детальніше взаємодії:

електрон-іон: електрон, що набігає на іон кристалічної ґратки, розсіюється на електричному потенціалі електронної оболонки цього іона, а тому зрозуміло, що після взаємодії зміниться напрям руху електрона, а кінетична енергія буде такою ж, як і до взаємодії, тобто взаємодія пружна;

електрон-електрон: вважаючи вільний електрон нерухомим та використовуючи закони збереження імпульсу та енергії, знайдемо кінетичну енергію E набігаючого електрона після взаємодії:



$$\begin{cases} v_1 \sin \alpha = u_1 \sin \beta \\ v_1 \cos \alpha + u_1 \cos \beta = v \\ v^2 = v_1^2 + u_1^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_1 = v \cos \alpha \\ E_1 = E \cos^2 \alpha \end{cases}$$

де E кінетична енергія електрона до взаємодії, α — кут відхилення від попереднього напрямку після взаємодії.

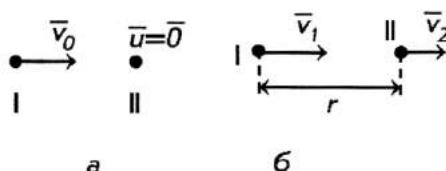
Процеси взаємодії влітаючого електрона з вільним електроном або ж іоном кристалічної решітки характеризуються певними числами Σ_e та Σ_i відповідно. Їх фізичний

зміст: $\frac{\Sigma_e}{\Sigma}$ — ймовірність того, що влітаючий електрон провзаємодіє з вільним електроном, де $\Sigma = \Sigma_e + \Sigma_i$ (відповідно, $\frac{\Sigma_i}{\Sigma}$ — ймовірність взаємодії з іоном кристалічної ґратки).

Тоді довжина вільного пробігу електрона l , що знаходиться у речовині, набуває довільних додатніх значень. Але середньостатистична довжина вільного пробігу \bar{l} виражається формулою (1):

$$\bar{l} = \frac{1}{\Sigma} \quad (1)$$

Розглянемо наступну задачу:



Нехай електрон I з початковою швидкістю v_0 набігає на інший нерухомий електрон II. Знайдемо відстань r , при якій енергія E набігаючого електрона становитиме $E = y E_0$, де $y < 1$. Для простоти припустимо,



що швидкість набігаючого електрона напрямлена по прямій, яка з'єднує його з нерухомим електроном II.

$$\begin{cases} m_e v_0 = m_e v_1 + m_e v_2 \\ \frac{m_e v_0^2}{2} = \frac{m_e v_1^2}{2} + \frac{m_e v_2^2}{2} + k \frac{e^2}{r} \end{cases}, \quad v_2 = v_0 - v_1,$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} - m v_0 v_1 + \frac{k e^2}{r},$$

$$E_0 = 2y E_0 + E_0 - 2\sqrt{y} E_0 + \frac{k e^2}{r},$$

$$r = \frac{r e^2}{2 E_0 (\sqrt{y} - y)}.$$

Якщо зміна енергії електрона незначна ($\Delta E < 5\%$), то такою взаємодією можна знехтувати і не розглядати її. Тому розглядатимемо тільки ті взаємодії, в яких енергія електрона істотно змінюється, тобто починаючи з $\Delta E = 5\%$; $y = 0.95$. Назвемо r ефективним радіусом розсіювання електрона і вважатимемо, що два електрони взаємодіятимуть, якщо наблизяться на відстань r .

Нижче ми будемо розглядати найбільш цікавий, як з теоретичної так і практичної точок зору, випадок металічної пластини. Це також дозволяє теоретично визначити всі основні параметри задачі.

Нехай з речовини уявно забрали всі іони кристалічної ґратки і залишили тільки вільні електрони. Тоді, згідно з (1)

$$\bar{l} = \frac{1}{\Sigma} = \frac{1}{\Sigma_e}.$$

З молекулярно-кінетичної теорії відомо,

$$\text{що } \bar{l} = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d_e^2 n_0} \Rightarrow n_0 = \frac{z \rho}{M} N_A,$$

де d_e — ефективний діаметр частинки; n_0 — концентрація частинок (у випадку металу $n_0 = 0$, де z — валентність металу, ρ — густина речовини, N_A — число Авогадро, M — молекулярна маса).

Аналогічно, нехай з речовини уявно забрали всі вільні електрони і залишили

лише іони кристалічної решітки. Тоді

$$\bar{l} = \frac{1}{\Sigma} = \frac{1}{\Sigma_i} = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d_i^2 n_0}, \quad \bar{z}_i = \sqrt{2} \pi d_i^2 \frac{\rho N_A z}{M},$$

де d_i — ефективний діаметр іона. Вважаючи, що набігаючий електрон розсіюється

на електронній оболонці іона $d_i \approx 2 \overset{0}{A}$.

Тільки тепер ми можемо перейти до моделювання руху електрона в пластинці з деякої речовини в певному виділеному напрямі.

Оскільки результат кожної взаємодії залежить від багатьох випадкових факторів (наприклад, від теплового руху частинок), то його неможливо передбачити. Тому, в методі Монте-Карло, величини, що не визначаються, замінюють випадковими числами.

Нехай електрон підлетів до краю пластинки (мал. 1). Визначимо, користуючись випадковими числами, скільки ще пройде електрон в напрямку, перпендикулярному до пластинки, перш, ніж він зустрінє якусь частинку:

$$l = -\bar{l} \ln \gamma_1 = -\frac{1}{\Sigma} \ln \gamma_1,$$

де γ_1 — випадкове число з проміжку (0, 1). Тепер виберемо з чим буде взаємодіяти електрон. Для цього випадкове число $\gamma_2 \in (1, 0)$ порівняно з числом $\frac{\Sigma_e}{\Sigma}$; якщо $\gamma_2 \leq \frac{\Sigma_e}{\Sigma}$, то електрон зустрінеться з вільним електроном, якщо ж $\gamma_2 > \frac{\Sigma_e}{\Sigma}$, то з іоном. Вважаючи, що після взаємодії електрон може полетіти в будь-якому напрямі, визначимо косинус кута між віссю ОХ та напрямом руху електрона (мал. 1). За систему координат візьмемо вісь, перпендикулярну до пластинки, нуль якої співпадає з переднім краєм пластинки.

$$\cos \alpha = 2\gamma_3 - 1, \quad \gamma_3 \in (0, 1).$$

Якщо електрон взаємодіяв з іоном, то його енергія залишається незмінною, але, якщо електрон взаємодіяв з вільним електроном, то його енергія тепер $E = E_0 \cos^2 \alpha$.

Отже, координата першої взаємодії $x_1 = l$.



Тепер визначимося, скільки ж пролетить електрон до наступної взаємодії за тією ж

формулою $l = -\frac{1}{\Sigma} \ln \gamma_n$; $\gamma_n \in (0,1)$.

Координата наступної взаємодії

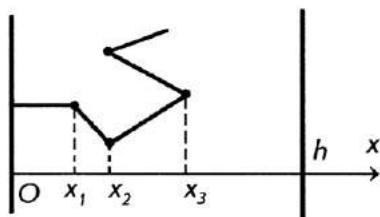
$$x_2 = x_1 + l \cos \alpha.$$

Перевіряємо умови:

- $x_2 < 0$ електрон відбився від пластинки,
- $x_2 > h$ електрон вилетів з пластинки,
- $E < E_{min}$ електрон поглинутий пластинкою,

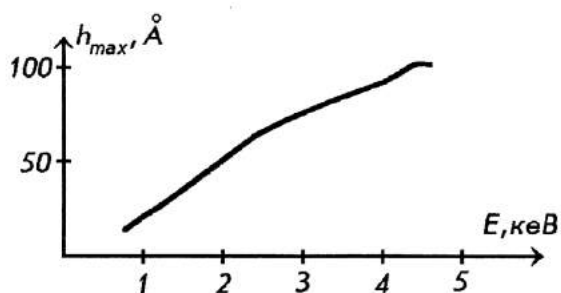
де $E_{min} \sim kT \approx 0,03 \text{ eV}$ (k — стала Больцмана).

Одна з можливих траєкторій електрона зображена нижче.

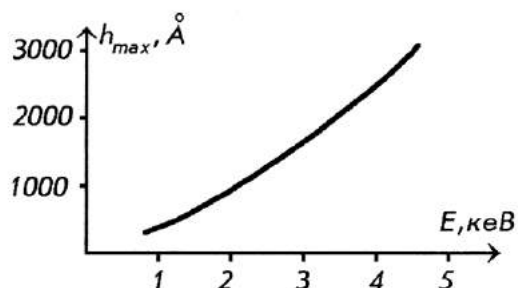


Мал. 1. Схематична траєкторія руху електрона в речовині.

На основі цього алгоритму була написана комп'ютерна програма. Після її роботи ми отримали наступні результати, зображені у вигляді графіка залежності максимальної товщини алюмінієвої пластини h , яку проходять електрони, в залежності від їх початкової енергії E (мал. 2).



Мал. 2. Графік залежності максимальної товщини алюмінієвої пластинки h , яку проходять електрони, в залежності від їх початкової енергії E .



Мал. 3. Графік емпіричної формули для алюмінію.

З літератури [2] відома емпірична формула для алюмінію

$h_{max} = 390 E^{1/3,4}$ ($0,5 < E < 5 \text{ keV}$), де h_{max} в Å , а E в кеВ, графік якої зображено на мал. 3.

Як бачимо, якісно графіки співпадають. Кількісні відмінності можна пояснити недостатньо точною оцінкою чисел Σ_e та Σ_i , а також абстрагуванням в даній моделі розв'язку задачі від важливих факторів, що залежать від природи конкретної речовини (наприклад, будова кристалічної ґратки).

Хочу також відзначити, що використаний у розв'язанні даної задачі метод Монте-Карло може бути з успіхом застосований до моделювання багатьох інших процесів, на перебіг яких впливають випадкові фактори. Він легко реалізується на комп'ютері і дає змогу отримати якісні характеристики процесу, що моделюється. Метод також застосовний для отримання числових значень, особливо, якщо вони потрібні з невеликою точністю.

[1] Соболев І.М. "Метод Монте-Карло", М., "Наука", 1978.

[2] Бронштейн І.М., Фрайман Б.С. "Вторинная электронная эмисия", М., "Наука", 1969.

Гайдис Андрій,
Львівський фізико-математичний ліцей

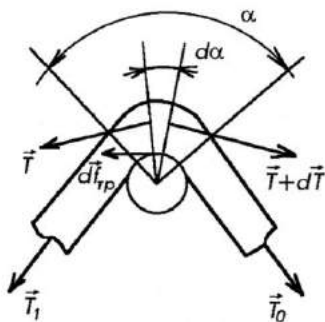


ПАПІР

(задача X Міжнародного Турніру юних фізиків)

Спробуємо дати відповідь на питання: "Як залежить міцність паперу на розрив від ступеня його вологості?"

З'ясуємо спочатку, від чого залежить міцність паперу. Розглядаючи папір під мікроскопом, можна помітити, що він складається з мікроскопічних волокон, які хаотично переплітаються. Зрозуміло, що в кожному такому переплетенні діють сили тертя, які їм не дозволяють волокнам розділитися. Крім цього, на волокна діють клейкі речовини, що додаються у папір під час виробництва. Розглянемо два волокна, що переплітаються одне з одним. Нехай сила \vec{T}_0 діє на один кінець волокна, сила \vec{T}_1 мусить бути прикладена до іншого кінця цього ж волокна для того, щоб втримати його. Якщо сила \vec{T}_1 мінімальна, то сила тертя, що діє на це волокно, — максимальна.



Безмежно мала частина волокна не рухатиметься, якщо $df_{\text{тертя}} = dT$, але

$$df_{\text{тертя}} = 2T\mu \sin \frac{d\alpha}{2} = T\mu d\alpha .$$

Отже,

$$dT = T\mu d\alpha , \quad \frac{dT}{T} = \mu d\alpha .$$

Після інтегрування:

$$T_0 = c e^{\mu\alpha} ,$$

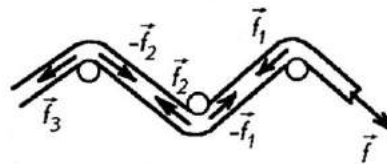
де μ — це коефіцієнт тертя, c — константа інтегрування.

Коли $\alpha = 0$ (волокна не переплітаються), то $T_0 = c e^{\mu\alpha} = T_1$, $c = T_1$.

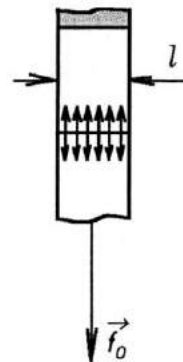
Таким чином,

$$T_0 = T_1 e^{\mu\alpha} , \quad T_1 = T_0 e^{-\mu\alpha} .$$

Нехай волокно переплітається з n інших волокон. Тоді сила натягу в цьому волокні зменшується у $e^{-\mu\langle\alpha\rangle}$ разів після кожного такого переплетення, якщо $\langle\alpha\rangle$ — середній кут для таких переплетень.



Якщо сила f_0 прикладена до стрічки паперу, то середня сила, що діє на волокна в довільному поперечному перерізі, рівна



$$f = f_0 / \rho l$$

де l — це ширина стрічки, а ρ — щільність паперу, тобто кількість волокон у одиниці довжини поперечного перерізу.

Середня сила тертя, що діє на волокно у i -му переплетенні, рівна

$$\begin{aligned} \bar{f}_{\text{тертя}i} &= f_{i-1} - f_i = \bar{f} e^{-(i-1)\mu\langle\alpha\rangle} - \bar{f} e^{-i\mu\langle\alpha\rangle} = \\ &= \bar{f} e^{-(i-1)\mu\langle\alpha\rangle} (1 - e^{-\mu\langle\alpha\rangle}) . \end{aligned}$$

Сумарна сила

$$\begin{aligned} \bar{f}_{\text{тертя}} &= \sum_{j=1}^{\langle n \rangle} \bar{f}_{\text{тертя}j} = \\ &= \sum_{j=1}^{\langle n \rangle} \bar{f} e^{-(j-1)\mu\langle\alpha\rangle} (1 - e^{-\mu\langle\alpha\rangle}) = \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 &= \bar{f}(1 - e^{-\mu\langle\alpha\rangle}) \sum_{j=1}^{\langle n \rangle} e^{-(j-1)\mu\langle\alpha\rangle} = \\
 &= \bar{f}(1 - e^{-\mu\langle\alpha\rangle}) \frac{1 - e^{-\mu\langle n \rangle\langle\alpha\rangle}}{1 - e^{-\mu\langle\alpha\rangle}} = \\
 &= \bar{f}(1 - e^{-\mu\langle n \rangle\langle\alpha\rangle}),
 \end{aligned}$$

де $\langle n \rangle$ — середня кількість переплетень для волокон у папері.

Нехай середня сила, що може діяти на волокно і викликана клейкими речовинами у папері, рівна $\langle \Delta f \rangle$.

Тоді середня максимальна сумарна сила, що втримує волокно в папері, рівна

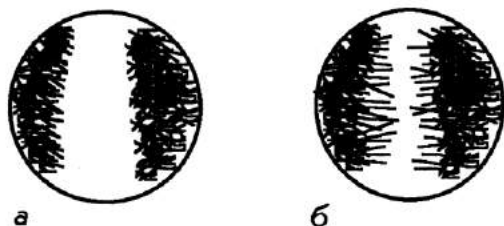
$$f_{\max} = \bar{f}_{\text{тертя}} + \langle \Delta f \rangle = \bar{f}(1 - e^{-\mu\langle n \rangle\langle\alpha\rangle}) + \langle \Delta f \rangle$$

Розглянемо можливі способи розривання паперу.

Розглядаючи лінію розриву під мікроскопом, можна помітити різницю в розриві між сухим та доволі зволуженим папером.

У сухому та слабо зволоженому папері тоді майже всі волокна по лінії розриву розірвані, можна спостерігати щось на зразок представленого на мал. а.

У зволоженому папері більшість волокон були “витягнуті” з паперу і лише деякі — розірвані (мал. б).



Розглянемо два можливі випадки:

1. $\bar{f}_{\max} \geq \bar{f}$

У цьому випадку волокно може втриматись у папері і він порветься лише тоді, коли почнуть рватися окремі волокна.

Діюча середня втримуюча сила рівна \bar{f} . Волокна (а, отже, і стрічка) розірвуться,

коли $\bar{f} \geq \frac{f_c}{\rho l}$, f_c — це найменша сила, при якій ця стрічка розірветься.

Отже, $\bar{f}_{\max} \geq \bar{f} \geq \frac{f_c}{\rho l}$

$$\bar{f}(1 - e^{-\mu\langle n \rangle\langle\alpha\rangle}) + \langle \Delta f \rangle \geq \bar{f},$$

$$\bar{f} e^{-\mu\langle n \rangle\langle\alpha\rangle} \leq \langle \Delta f \rangle, \quad \frac{f_c}{\rho l} e^{-\mu\langle n \rangle\langle\alpha\rangle} \leq \langle \Delta f \rangle,$$

$$e^{-\mu\langle n \rangle\langle\alpha\rangle} \leq \frac{\rho l \langle \Delta f \rangle}{f_c},$$

$$\mu \geq \frac{1}{\langle n \rangle\langle\alpha\rangle} \ln \frac{\rho l \langle \Delta f \rangle}{f_c} = \mu_c.$$

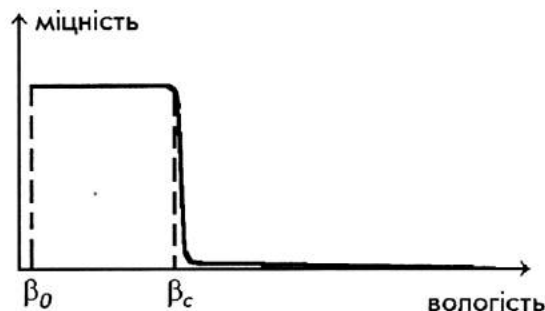
У цьому випадку папір буде розриватися шляхом розриву окремих волокон вздовж лінії певного поперечного перерізу, можливо, з невеликими відхиленнями.

2. $\bar{f}_{\max} < \bar{f}$

У цьому випадку більшість волокон не можуть втриматися у папері. При прикладенні найменшої сили по певному поперечному перерізі волокна почнуть “розплітатися” і стрічка розірветься.

Сила, що втримує волокна, залежить від вологості паперу. Коефіцієнт тертя для зволоженого паперу менший, ніж для сухого. Таким чином, певна сила f_c повинна бути прикладена до паперу, щоб розірвати його для невеликих значень вологості, і фактично жодної сили не потрібно прикладати для більших значень вологості.

Очікувана залежність подана на наступному графіку:





b_c — це те значення вологості, при якому

$\bar{f}_{\max} = \bar{f} \cdot b_0$ — значення вологості повітря.

Для того, щоб перевірити це припущення, був поставлений експеримент.

Під час експерименту попередньо зважена стрічка зволожувалася, після чого її висушували на терезах до тих пір, поки у стрічці не залишалася необхідна маса води.

Вологістю паперу вважалось відношення маси води, поглинутої стрічкою, до маси сухої стрічки:

$$\beta = \frac{m_{ав} - m_{с ух}}{m_{с ух}}$$

Власне кажучи, незволожена стрічка не є абсолютно сухою тому, що повітря має певну вологість. Проте під час експерименту її значення було у межах 2-5 %, і нею можна знехтувати в порівнянні з тими значеннями вологості (~ 100 %), для яких ставився експеримент. На графіку з результатами експерименту, таким чином, β_0 є початком шкали.

Після висушування один кінець стрічки закріплювався, а до другого прикладалася сила, що повільно збільшували. Визначалася сила, яку необхідно прикласти до стрічки, щоб розірвати її. П'ять спроб здійснювалося для кожного значення вологості.

Звичайно міцністю матеріалу вважають відношення сили, необхідної для розриву зразка, до площі його поперечного перерізу:

$$\sigma_c = \frac{f_c}{S}$$

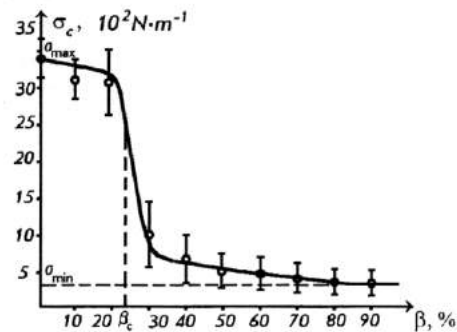
Проте в цьому випадку природніше та практичніше прийняти інше визначення:

$$\sigma_c = \frac{f_c}{l}$$

де l — це ширина стрічки. Таким чином, товщина паперу не береться до уваги.

Результати одного з експериментів наведені на графіку.

Вимірювання не проводилось для більших значень вологості тому, що вода не поглинається папером у більших кількостях.



Отже, експериментальні результати підтверджують теоретичні висновки. Проте сила, необхідна для розривання достатньо зволоженої $\beta > \beta_c$ стрічки, не є як завгодно малою, а наближується до певного значення σ_{\min} при зростанні вологості. Це пояснюється тим, що деякі волокна переплітаються принципово інакше, ніж було припущено. Вони можуть переплітатися самі з собою, зав'язуватись тощо. До того ж будь-який папір є неоднорідний. Для підтвердження цього достатньо просто поглянути на інтенсивне джерело світла через листок паперу. У деяких місцях він буде темнішим, в інших — світлішим. Характерний розмір цих неоднорідностей — 2 - 4 мм. Тому стрічка не може бути рівномірно зволоженою: у частині стрічки вологість завжди менша критичної.

Проведені експерименти на різних сортах паперу показали, що встановлені закономірності типові для кожного сорту паперу й характеризуються своїми значеннями σ_{\max} , σ_{\min} і β_c .

Таким чином, при виконанні даної роботи виявлено причини, які впливають на міцність паперу, і встановлено механізм впливу вологості на його міцність, що дає змогу зрозуміти, від чого залежить міцність композитних матеріалів, найпростішим представником яких є звичайний папір.

Ярослав Луцишин,
Львівський фізико-математичний ліцей

Розв'язки задач
Всеукраїнської олімпіади з фізики за 1997 р.
8 клас
Задача 1.

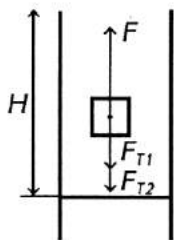
Сила, яку прикладають при підніманні відра, визначається з умови рівномірності піднімання

$$F = F_{T_1} + F_{T_2} = mg + \rho_e gV.$$

Її максимальне значення у нижній точці, мінімальне, у верхній

$$F_{\max} = mg + \rho gV, \quad F_{\min} = mg + \alpha \rho gV.$$

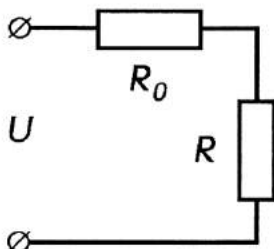
Так як вода витікає рівномірно, відро піднімається рівномірно, роботу можна розрахувати через середню силу (Доведіть це).



$$A = F_c H = \frac{F_{\max} + F_{\min}}{2} H = \left(m + \rho V \frac{1 + \alpha}{2} \right) gH \approx 2900 \text{ Дж}.$$

Задача 2.

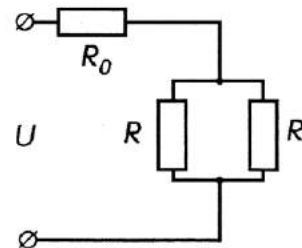
Нехай напруга джерела U . Те, що плитка нагрілась до певної температури, означає, що вся енергія джерела струму йде оточуючому середовищу, теплообмін з яким пропорційний різниці температур плитки і повітря.



$$Q_{\text{Дж}} = Q_{\text{отрат}},$$

$$I^2 R t = \frac{U^2}{(R_0 + R)^2} R t = \alpha (T_1 - T_0) t \Rightarrow$$

У другому випадку ситуація така сама.



$$Q_{\text{Дж}} = Q_{\text{отрат}},$$

$$\frac{U^2 R}{4 \left(R_0 + \frac{R}{2} \right)^2} t = \alpha (T_2 - T_0) t \Rightarrow$$

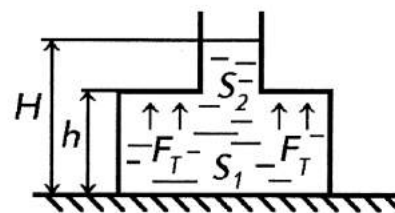
$$T_2 - T_0 = \frac{U^2 R}{4 \alpha^2 \left(R_0 + \frac{R}{2} \right)^2} =$$

$$\frac{(T_1 - T_0)(R_0 + R)^2}{4 \left(R_0 + \frac{R}{2} \right)^2} = 18^\circ \text{C}$$

$$T_2 = T_0 + 18^\circ \text{C} = 38^\circ \text{C}.$$

Задача 3.

У момент відриву від поверхні стола на посудину діють сила тяжіння і сила тиску F_1 .



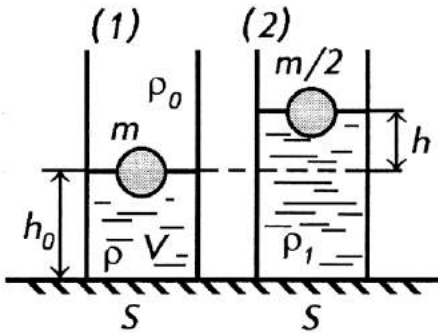
$$mg = \rho g(H - h)(S_1 - S_2),$$

$$m = \rho(H - h)(S_1 - S_2).$$

Задача 4.

При таненні льоду тиск на дно посудини в першому і другому випадках буде однаковим, але у другому випадку густина солоної води ρ_1 стане менше, ніж була, внаслідок розчинення чистої води.

$$\left. \begin{aligned} P_1 &= \rho g h_0 \\ P_2 &= \rho_1 g (h_0 + h) \end{aligned} \right\} \Rightarrow h > 0$$



Рівень води збільшиться на h . Початкова густина солоної води

$$\rho = \frac{m_{\text{со}} + m_{\text{с}}}{V},$$

де $m_{\text{со}}$ — маса чистої води у посудині, $m_{\text{с}}$ — маса солі.

Кінцева густина рівна:

$$\rho_1 = \frac{m_{\text{со}} + m_{\text{с}} + \frac{m}{2}}{V + \frac{m}{2\rho_0}}, \text{ тоді } \rho_1 = \frac{\rho V + \frac{m}{2}}{V + \frac{m}{2\rho_0}}$$

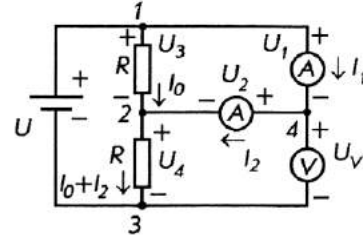
Підставимо ρ_1 в рівняння тисків $P_1 = P_2 \Rightarrow$

$$\rho_1 g (h_0 + h) = \rho g h_0, \quad h_0 + h = \frac{\rho h_0}{\rho_1} \Rightarrow$$

$$h = \frac{\frac{m}{2} \left(\frac{\rho - \rho_0}{\rho_0} \right) (m + \rho V)}{\left(\rho V + \frac{m}{2} \right) \rho S} = 8,5 \text{ мм}$$

Задача 5.

Введемо позначення вказані на схемі, вибравши струм у другому амперметрі довільно.



Напряга між точками 1 - 3:

$$U = U_1 + U_V \Rightarrow U_1 = U - U_V = 1 \text{ В} .$$

$$R_A = \frac{U_1}{I_1} = 100 \text{ Ом} .$$

Для точок: $\left. \begin{aligned} 1-4: & U_1 = U_3 - U_2 \\ 4-3 & U_V = U_4 + U_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$

$$U_V - U_1 = U_4 - U_3 + 2U_2,$$

$$U_4 = (I_0 + I_2)R, \quad U_3 = I_0 R,$$

$$I_2 = \frac{U_V - U_1}{R + 2R_A} \approx 6,7 \text{ мА}$$

9 клас

Задача 1.

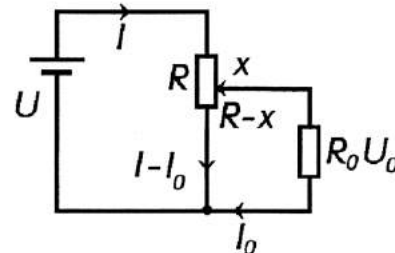
Якщо електровоз іде по середній дорозі і весь час знаходиться на одній прямій з двома іншими, то його можна розглядати як центр мас системи двох частинок однакової маси

$$v_3 = v_{\text{с.м.}} = \frac{m\bar{v}_1 + m\bar{v}_2}{2m} = \frac{v_1 - v_2}{2} =$$

20 км/год

Задача 2.

1). Система позначень вказана на рисунку.



$$I_0 = \frac{U_0}{R_0} = 2,25 \text{ А}$$

К.к.д. системи

$$h = \frac{U_0^2}{R_0 UI} \Rightarrow I = \frac{U_0^2}{hUR_0} \approx 2,8 \text{ A.}$$

2,8 А — максимальний струм, на який повинен бути розрахований реостат. Напрямок на ділянці x буде

$$I_x = U - U_0, \quad x = \frac{U - U_0}{I}.$$

Опір другої ділянки потенціометра

$$R - x = \frac{U_0}{I - I_0}.$$

$$R = \frac{U_0}{I - I_0} + \frac{U - U_0}{I} = \frac{IU - I_0(U - U_0)}{I(I - I_0)} \approx$$

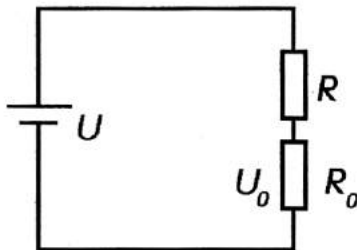
8,5 Ом — опір потенціометра.

$$2). \eta = \frac{U_0^2}{R_0 UI} = \frac{U_0 I_0}{UI}.$$

Проаналізуємо цей вираз. U_0 і U — фіксовані величини, $\frac{I_0}{I}$ — максимальне при

$I_0 = I \Rightarrow \eta_{\max} = \frac{U_0}{U} = 75\%.$

$$I = I_0 \text{ при } R - x = \infty \Rightarrow \text{схема включення на рисунку.}$$



Задача 3.

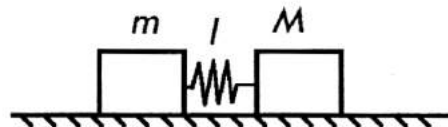
1). Стіл гладкий — тертя відсутнє — запишемо закон збереження енергії для початкового моменту і моменту часу, коли пружина не деформована (x — початкова деформація)

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{Mv_{1M}^2}{2} \Rightarrow v_{1M} = x\sqrt{\frac{k}{M}}.$$



Швидкість системи — це швидкість її центра мас

$$v_1 = \frac{Mv_{1M}}{m + M} = \frac{x\sqrt{kM}}{m + M}.$$



Перейдемо у систему відліку центра мас (вона інерціальна), в ній, після відриву другого тіла від опори, тіла будуть здійснювати коливання відносно центра мас системи. У початковий момент швидкості тіл:

$$v_{mc} = v_1 = \frac{x\sqrt{kM}}{m + M} = \frac{xM}{m + M} \sqrt{\frac{k}{M}},$$

$$v_{Mc} = v_{1M} - v_1 = x\sqrt{\frac{k}{M}} - \frac{x\sqrt{kM}}{m + M} = \frac{xm}{m + M} \sqrt{\frac{k}{M}}.$$

Із закону збереження енергії визначимо амплітуду коливань системи

$$\frac{Mx^2m^2k}{2(m + M)^2M} + \frac{mx^2M^2k}{2(m + M)^2M} = \frac{kx_{0I}^2}{2} \Rightarrow$$

$$x_{0I} = x\sqrt{\frac{m}{m + M}}$$

Максимальна відстань між брусками

$$x_{I_{\max}} = x_{0I} + l = l + x\sqrt{\frac{m}{m + M}},$$

l — довжина недеформованої пружини.

2). У другому випадку, провівши аналогічні розрахунки ми отримаємо:

$$v_2 = \frac{x\sqrt{km}}{m + M}, \quad x_{02} = x\sqrt{\frac{M}{m + M}},$$

$$x_{2_{\max}} = l + x\sqrt{\frac{M}{m + M}}.$$

Зміна швидкості руху системи:

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M}{m}}.$$



Відношення амплітуд коливань системи:

$$\frac{x_{01}}{x_{02}} = \sqrt{\frac{m}{M}} .$$

Відношення максимальних відстаней між брусками

$$\frac{x_{1max}}{x_{2max}} = \frac{l + x\sqrt{\frac{m}{m+M}}}{l + x\sqrt{\frac{M}{m+M}}} ,$$

де l — довжина недеформованої пружини, яку на жаль автори задачі забули задати.

Задача 4.

Очевидно, що нормальна складова швидкості v_{0y} кубика під час удару об стінку не змінює свій модуль, а тільки напрям. Для вибраної системи відліку запишемо II закон Ньютона ($\vec{F} \Delta t = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$):

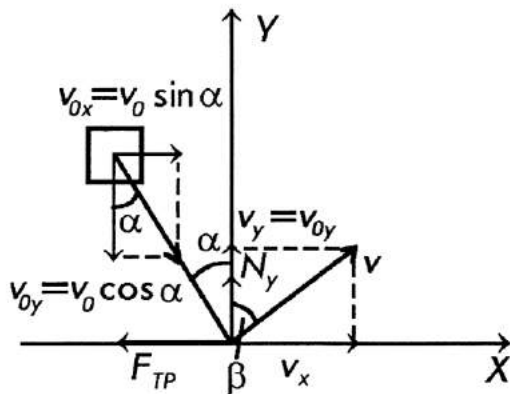
по осі OY: $N_{cy} \Delta t = m2v_0 \cos \alpha$,

по осі OX :

$$-\mu N_{cy} \Delta t = -\mu m2v_0 \cos \alpha = (v_x - v_0 \sin \alpha)m ,$$

де N_{cy} — де середня сила нормальної реакції стінки, μN_{cy} — середня сила тертя.

$$v_x = v_0(\sin \alpha - 2\mu \cos \alpha) .$$



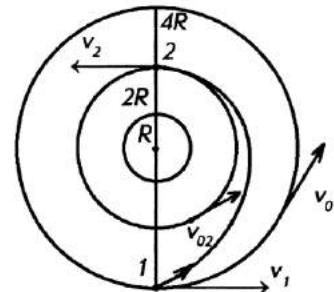
З рисунка

$$tg \beta = \frac{v_x}{v_y} = \frac{v_0(\sin \alpha - 2\mu \cos \alpha)}{v_0 \cos \alpha} = tg \alpha - 2\mu ,$$

$$\beta = arctg(tg \alpha - 2\mu) \text{ при } tg \alpha \geq 2\mu , \beta = 0 \text{ при } tg \alpha < 2\mu .$$

Задача 5.

Для переходу супутника з одної колової орбіти ($4R$) на другу ($2R$) необхідно використати природний шлях еліптичну орбіту 1-2, що дотикається до колових орбіт, двічі короткочасно включаючи двигун в точках дотику. В т. 1 треба зменшити модуль швидкості від v_{01} до v_1 , не міняючи напрям. В т. 2 необхідно зменшити модуль швидкості від v_2 до v_{02} , не міняючи напрям



v_{01} — швидкість супутника на першій ($4R$) коловій орбіті, яку знайдемо з закону Ньютона

$$\frac{mv_{01}^2}{4R} = \gamma \frac{mM}{(4R)^2} \Rightarrow v_{01} = \sqrt{\gamma \frac{M}{(4R)^2} 4R} = \frac{1}{2} \sqrt{gR} .$$

v_{02} — швидкість на другій ($2R$) коловій орбіті.

$$v_{02} = \sqrt{\frac{gR}{2}} .$$

Визначимо швидкості v_1 і v_2 в апо і пері точках еліптичної орбіти, застосувавши закон збереження моменту імпульсу

$$v_1 4R = v_2 2R \Rightarrow v_2 = 2v_1 .$$

Закон збереження енергії

$$\frac{mv_1^2}{2} - \gamma \frac{mM}{4R} = \frac{mv_2^2}{2} - \gamma \frac{mM}{2R} \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{Rg}{6}} ,$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2Rg}{3}} .$$

Матеріали підготував
Володимир Алексейчук

Розв'язки задач II туру Соросівської олімпіади

10 клас

1. Білим по чорному.

Введемо нерухому систему декартових координат x, y так, що у момент падіння крейди її координати дорівнюють $x = 0, y = d$, а компоненти швидкості будуть:

$$v_x = \omega d, v_y = 0,$$

де $\omega = 2\pi \times 60 / 78$ г ц. У вибраній системі відліку на крейду не діють жодні сили і $x = \omega t d, y = d$. Перейдемо до полярних координат r, φ . Рівняння руху прийме вигляд:

$$r = d(1 + \omega^2 t^2)^{1/2}, \varphi = \text{arccctg}(\omega t).$$

У системі полярних координат r', φ' , що обертаються разом з платівкою, ці рівняння приймуть вигляд:

$$r' = r = d(1 + \omega^2 t^2)^{1/2},$$

$$\varphi' = \varphi + \omega t = \pi/2 + \omega t - \text{arctg}(\omega t).$$

Звідси отримуємо рівняння траєкторії $\varphi'(r')$.

2. Не палити!

Позначимо m масу кожної з кульок, а l — довжину кожної з трьох однакових ниток, на яких підвішено кульку 1. Кожна з цих ниток утворює з вертикаллю такий кут α , що $\sin \alpha = 1/\sqrt{3}$. Тому сила пружності в кожній з них дорівнює спочатку:

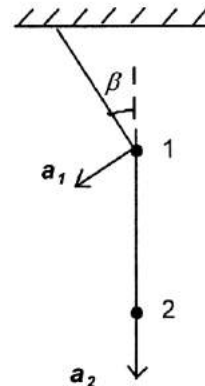
$$T_0 = \frac{2mg}{3\cos\alpha} = \sqrt{\frac{2}{3}}mg.$$

У випадку б) в першу мить після перепалювання однієї з ниток сили пружності в усіх інших не змінюються (бо не встигає змінитися їх довжина). Тому прискорення кульки 2 залишається нульовим, а прискорення першої кульки:

$$a_1 = \sqrt{\frac{2}{3}}g$$

(рівнодіюча всіх прикладених до цієї кульки сил дорівнює за модулем T_0 , як і до перепалювання нитки).

У випадку а) сила пружності в нитках змінюється практично миттєво після перепалювання однієї з них (сила пружності істотно змінюється навіть при нескінченно малій зміні довжини нитки). Кулька 1 починає рухатися по колу радіусу $l\sqrt{3}/2$. Еквівалентна випадку а) ситуація зображена на малюнку.



Неважко визначити, що $\sin \beta = 1/3$. Прискорення a_1 спрямоване під прямим кутом до верхньої нитки, бо нормальне прискорення у першу мить ще відсутнє (швидкість дорівнює нулю). Із законів Ньютона випливає рівняння:

$ma_1 = (mg + T) \sin \beta, ma_2 = mg - T$
де T — сила пружності вертикальної нитки. Оскільки довжина цієї нитки незмінна, вертикальні проекції прискорень обох кульок мають бути однакові:

$$a_1 \sin \beta = a_2.$$

З останніх трьох рівнянь знаходимо:

$$a_1 = \frac{2g \sin \beta}{1 + \sin^2 \beta} = 0,6 g, \quad a_2 = 0,2 g$$

Відповідь : а) $a_1 = 0,6 g$, $a_2 = 0,2 g$;

б) $a_1 = \sqrt{\frac{2}{3}} g$, $a_2 = 0$.

3. Сувенір з Лемуриї.

У схемах С та D напруга на лампі буде 220 В. У колі Е (і В) опір резистора, з'єднаного послідовно з лампою, має бути 20,45 Ом, але максимальний опір, що може забезпечити реостат, підключений за схемою Е, дорівнює 20 Ом. Таким чином, треба обрати одну із схем А та В, які дозволяють забезпечити роботу лампи в стандартному лемурійському режимі (якщо не брати до уваги обмеження струму). Більш економною з них є схема В, бо у схемі А витрачається додаткова енергія при проходженні струму через нижню частину реостату. Але важливіше, що струм у колі А буде більшим за $220 \text{ В} / 80 \text{ Ом} = 2,75 \text{ А}$, тобто реостат згорить. Розрахунок показує, що у схемі В всі струми не перевищують критичний.

4. Руки вгору!

Куля зробить чверть періоду коливань на пружині жорсткості k , що буде тривати:

$$t = \pi (m/k)^{1/2} / 2$$

5. Бумеранг.

Ясно, що швидкість бумеранга v повинна бути більше деякого критичного значення u , яке залежить і від товщини асистенток. Розглянемо крайній випадок, коли останні нескінченно тонкі і бумеранг пролітає через отвір у тонкій перегородці, вздовж якої ми розташуємо вісь y . Нехай швидкість бумерангу спрямована вздовж перпендикулярної до неї осі x ($x = 0$ відповідає перегородці). Тоді зі симетрії відносно обертання часу можна довести, що бумеранг у той момент, коли т.О перетинатиме вісь y (виберемо його за початок відліку часу $t = 0$), повинен розташовуватися симетрично осі y , як

показано на рис. 1. При $v = u$ бумеранг торкатиметься перегородки з нульовою швидкістю.

Доведемо, що при $t > 0$ торкатиметься точка А, а при $t < 0$ — точка В, як ще показано на рис. 2. Сірий бумеранг відповідає моменту часу $t = 0$, найтемніший часу торкання точки А ($t = T > 0$), найсвітліший — моменту часу $t = -T$, коли торкалася точки В. Відстань ОА позначено літерою b ($b = 20 \text{ см}$). Значення T не залежать від відстані a , позначеної на рис. 1. При $a > 2 \text{ см}$ точка С не може торкнутися перегородки. При $a \approx 19 \text{ см}$ легко довести, що бумеранг взагалі не може торкнутися нижньої на рис. 1 перегородки, не торкнувшись спочатку верхньої.

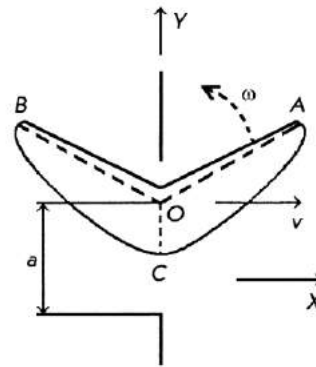


Рис. 1.

На рис. 2 x -координата точки А та її x -компонента швидкості повинні дорівнювати нулеві. Звідси,

$$u T = b \sin(\beta - \pi/3), \quad u = b \omega \cos(\beta - \pi/3),$$

де $\beta = \omega T$ — кут повороту за час T . Зрозуміло, що має бути $\pi/3 < \beta < 5\pi/6$. Після простих перетворень виразимо u через β :

$$u = b \omega (1 + \beta^2)^{-1/2}$$

і знайдемо рівняння для β :

$$\beta = \text{tg}(\beta - \pi/3).$$

Знайдемо числовий розв'язок цього рівняння методом ітерацій. Як перше наближення візьмемо якесь значення z

інтервалу $\pi/3 < \beta < 5\pi/6$.

Наприклад,

$$\beta_1 = 2\pi/3 \approx 2,09,$$

$$\beta_2 = \pi/3 + \arctg \beta_1 \approx 2,17,$$

$$\beta_3 = \pi/3 + \arctg \beta_2 \approx 2,19,$$

$$\beta_4 \approx 2,19.$$

Ітерації швидко зійшлися. Підставимо одержане значення β і отримаємо $u \approx 5,22$ м/с. За допомогою знайденого кута повороту ще раз перевіримо, що бумеранг не зіткнеться з нижньою на рис. 1 стінкою.

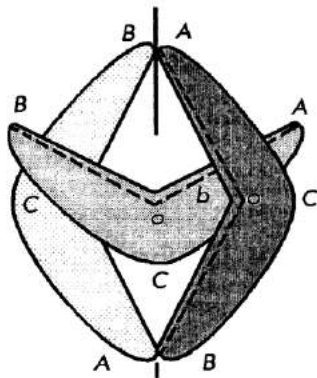


Рис. 2.

Якщо бумеранг летітиме не вздовж осі x , він матиме якусь швидкість вздовж y і повинен мати x -компоненту швидкості не меншу, ніж u . Тому його швидкість має бути більшою за u . Вплив ненульової товщини асистенток підвищує нижню границю швидкості.

Відповідь: $v > 5,22$ м/с.

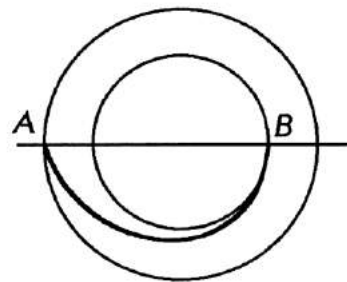
6. Жертви TV.

За законом збереження імпульсу :

$$m v_0 + m v_0 \cos \alpha = 2m u \cos \beta,$$

$$m v_0 \sin \alpha = 2m u \sin \beta,$$

$$\cos \alpha = \frac{2u^2}{v_0^2} - 1.$$



Швидкість руху по коловій орбіті v_0 знаходимо з умови :

$$\frac{m v_0^2}{R_M + h} = G \frac{M m}{(R_M + h)^2},$$

$$v_0 = \sqrt{G \frac{M}{R_M + h}}.$$

Швидкість u кораблів в точці А знайдемо із законів збереження енергії та моменту імпульсу :

$$\frac{2m u^2}{2} - G \frac{M 2m}{R_M + h} = \frac{2m v_B^2}{2} - G \frac{M 2m}{R_M},$$

$$2m u(R_M + h) = 2m v_B R_M.$$

$$\text{Маємо : } u = \sqrt{\frac{2G M R_M}{(R_M + h)(2R_M + h)}}.$$

Таким чином,

$$\cos \alpha = \frac{4R_M}{2R_M + h} - 1, \text{ тобто } \alpha \approx 19,5^\circ.$$



Життя на Місяці?

Нейл А. Армстронг,
американський астронавт,
який першим із землян
ступив на Місяць

А чому б і ні?

Освоєння нашого природного супутника — Місяця, подорожі до інших планет Сонячної системи, які у найближчі десятиріччя можуть стати буденним явищем у житті землян, без сумніву, розширять рамки людського пізнання, допоможуть у вирішенні багатьох проблем, що залишаються сьогодні загадкою.

До 2024 року кожний кратер, "канал", кожний куточок Місяця або тріщина нашого природного супутника, які несуть для нас хоч який-небудь інтерес, будуть багатократно обстежені людьми. Місячна розвідка стане справою вузько-галузових фахівців і невтомних геологів. За "чистим" дослідженням Місяця настане його практична експлуатація. Добування корисних копалин, виробництво різноманітних виробів для землян і організація необхідних послуг — такими будуть головні види діяльності жителів Місяця.

Жителів? Звичайно. Постійних? Можливо. Спочатку, напевно, це будуть люди, які змінюватимуться після визначених, обмежених періодів часу. Місячні колонії будуть розміщені в глибині цього небесного тіла: задля захисту від неблаганних променів сонця під час місячного дня (+120°C) і від льодового мороку ночі (-130°C). Тривалість доби на Місяці перевищує 700

годин, але у підземних колоніях можна буде зберігати нормальний, 24-годинний ритм життя. До того ж це полегшить адаптацію новоприбулих.

Звичайна місячна колонія буде складатись з визначеного числа підземних житлових приміщень і залів для роботи, з'єднаних між собою коридорами. Оскільки на Місяці немає атмосфери, житлові і робочі приміщення будуть заповнені повітрям або іншою дихальною сумішшю кисню з іншими газами.

Ідеальна лабораторія

Для створення таких комплексів краще за інших підходять конструкції сферичної чи циліндричної форми; їх зручно також ділити на поверхи для проживання чи виробничих потреб. У середині буде мінімальна кількість сходів, оскільки вони загромаджують простір. Враховуючи незначну силу тяжіння, більша частина колоністів буде підніматися з поверху на поверх просто стрибком, найбільше — тримаючись за поруччя для збереження рівноваги. На випадок травм або для перенесення важких вантажів для послуг колоністів будуть переносні драбини і підйомники. Можна передбачити, що рано чи пізно людина спробує створити на Місяці атмосферу, щоб позбавити себе всіх цих труднощів

і небезпек, які завжди загрожуватимуть тому, хто постійно знаходиться у безпосередньому контакті з абсолютним вакуумом. Поки що саме вакуум буде першопрчиною, через яку людині необхідно буде жити на Місяці.

Мати, як кажуть, під рукою майже повний вакуум у поєднанні з надвисокими і наднизькими температурами означає мати можливість отримувати надзвичайно чисті метали (для їх виплавки буде достатньо сонячної пічки), складні сплави з новими властивостями, виготовляти найтонші вузли електронної апаратури, які по якості і дешевизні не будуть мати рівних серед аналогів, зроблених на Землі.

З найдавніших часів відомо, що Місяць обертається навколо власної осі майже за той самий місячний час, за який він здійснює свій шлях по навколораземній орбіті. Це означає, що Місяць повернутий до Землі завжди однією і тією ж стороною. Колоніст, який поселиться на цій стороні, не побачить сходу і заходу Землі: прекрасна блакитна куля буде нерухомо висіти у нього над головою, повільно обертаючись навколо власної осі, постійно в одній і тій самій точці неба.

Як парадоксально це не здається, але на Місяці відсутній найбільш поширений елемент у Всесвіті: водень.



Відсутнє і вугілля. Якщо немає ні водню, ні вугілля, значить, немає води, немає їжі, немає мастильних матеріалів, немає рослин. Кисень, проте, входить в склад місячної гірської породи і може бути отриманий як побічний продукт при видобуванні металів з місячних скал.

Для отримання хоча б у необхідних кількостях природних продуктів харчування (в тому числі і хліба), на Місяці можна буде займатись сільським господарством. Воно буде розміщене під поверхнею, при штучному освітленні. У величезних теплицях будуть постійно підтримуватись оптимальні температура, вологість, освітлення. Енергії на це буде потрібно менше, ніж у теплицях на поверхні.

Основним видом енергії для всіх видів діяльності на Місяці буде електроенергія. Величезні перетворювачі вироблятимуть її із сонячних променів.

Жителі Місяця, як і мешканці інших планет і планетоїдів, Землю не для того, щоб якимось чином вирішити проблему перенаселення "у себе вдома". Як на мене, малоімовірно, що у цьому чи наступному столітті будуть розроблені засоби і методи масової доставки людей і матеріалів на інші планети. Однак для цивілізації, до якої ми належимо, завоювання нових рубежів, відповіді на нові виклики природи, освоєння нових великих можливостей за межами нашої планети все одно будуть пізнавальним актом величезного значення: ми ніби зробимо крок за поріг в'язниці неминучості.



Потяг до нових світів

Хоча в 2024 році єдині позаземні колонії будуть можливі лише на Місяці, людство до цього часу, звичайно, вже ступить на інші небесні тіла: імовірно, на Марсі, можливо, на деякі з ретельністю вибрані астероїди. Меркурій, Венера, Юпітер, Сатурн... Автоматичні розвідники до цього часу вже забезпечать нас точними і детальними даними про ці планети. Але ці дані лише розпалють нашу уяву. Людина усе повинна відчути власною рукою.

У 2024 році предметом подібної спокуси може стати Титан, найбільший із супутників Сатурна. Титан віддалений від Землі на відстань близько 750 мільйонів миль, а розмірами він майже не поступається Марсу.

Його поверхня рівна двом третинам земної поверхні. Негостинним він вважається не тільки через величезну віддаленість від Сонця і, відповідно, дуже низьких температур (-150°C), але й тому, що його атмосфера складається головним чином з метану. Метан — безбарвний газ, і досвідчений астронавт зміг би провести надзвичайно корисну розвідку, облетівши планету на малій висоті.

Далі, можна було б спроектувати і виготовити реактивні двигуни на метані, які б діяли на основі принципу, протилежного земному. На Землі атмосферне повітря, яке складається в основному з кисню, змішується з паливом (гасом), яке знаходиться у баках літального апарату. На Титані паливо повинно було б всмоктуватись з атмосфери і змішуватись з киснем із баків. У крайньому випадку метан із атмосфери Титана міг би використовуватись як паливо для польоту назад, до Землі. Зрозуміло, метан непридатний для дихання, але ми звикли вже до такої техніки, як кисневі маски, космічні скафандри, герметичні кабіни — усього цього було б достатньо, якби ми вирішили провести дослідження цього супутника Сатурна.

Гіпотези, схожі на цю, можуть здаватися науково-фантастичним романом. Адже надзвичайна сила тяжіння Юпітера означає, що для зльоту із цієї планети і переходу на довільну орбіту, що веде від неї, потрібно величезний запас енергії. Щоб вирватись із обійм гіганта, буде необхідний імпульс величезної потужності. Сьогодні усе це здається мріями вголос, але ці мрії лише на волосину стоять від дійсності: для їх практичного здійснення через п'ятдесят років не потрібно буде навіть особливої мужності.

Від редакції :

Автор написав цю статтю майже 25 років тому. Сподіваємось, що наші юні читачі через наступні 25 років зможуть оцінити вірність зроблених в даній статті наукових прогнозів.

ШАХОВА СТОРІНКА

Чим зацікавити звиклого до роздумів і аналізу вдумливого читача, крім гострого сюжету, фантастичної ідеї або цікавої задачі?

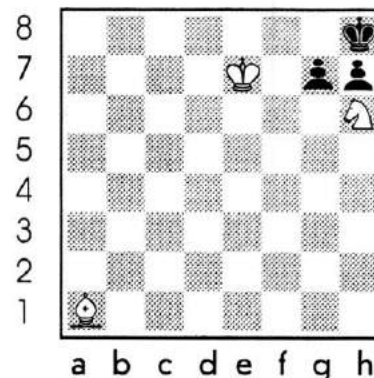
На наш погляд хіба що нестандартним порівнянням або дотепним жартом. Спробуємо знайти щось спільне між шахами і фізикою. Ясна справа, багато спільного в термінології — “шлях”, “швидкість”, “час”, “перевантаження”, “відстань”. Але тоді шахи можна порівнювати і з математикою — “трикутник”, “правило квадрату”, “коло змагань”, або з географією — “сіцилійський захист”, “англійський початок”, “іспанська партія”, “французький захист”, або судовою медициною — “аналіз показав...”, “жертва була некоректною”. Навіть хореографія не залишилася поза грою — “етюд Реті”, “гармонійне розташування”, не кажучи вже про історію — “староіндійський захист”, “шах” або “ферзь”. Я ледве не забув про коней і слонів, що розводяться на шахових полях.

Але найголовніше, що поєднує шахи з фізикою — це люди. І хоча в шахах немає законів Бойля-Маріотта або Ломоносова-Лавуаз'є, зате є правило Філідора чи захист Каро-Канн. Жарти жартами, але згадайте, хто з видатних детективів, наприклад, грав у шахи? Ніхто. Еркюль Пуаро курив трубку і грав у белот, Шерлок Холмс грав на скрипці і боксував, бабуся Мейпл в'язала шкарпетки і плітувала, не кажучи вже про майора Проніна чи Джеймса Бонда. А от серед фізиків — всі шахісти. Спитайте у будь-кого з фізиків, чи грають вони у шахи, — і Ви відразу будете знати, хто вони — фізики чи детективи. Навіть серед диктаторів тільки двоє грали у шахи — Наполеон Бонапарт і Ульянов-Ленін. І чим скінчилася їхня кар'єра — патом чи повним цугцвангом.

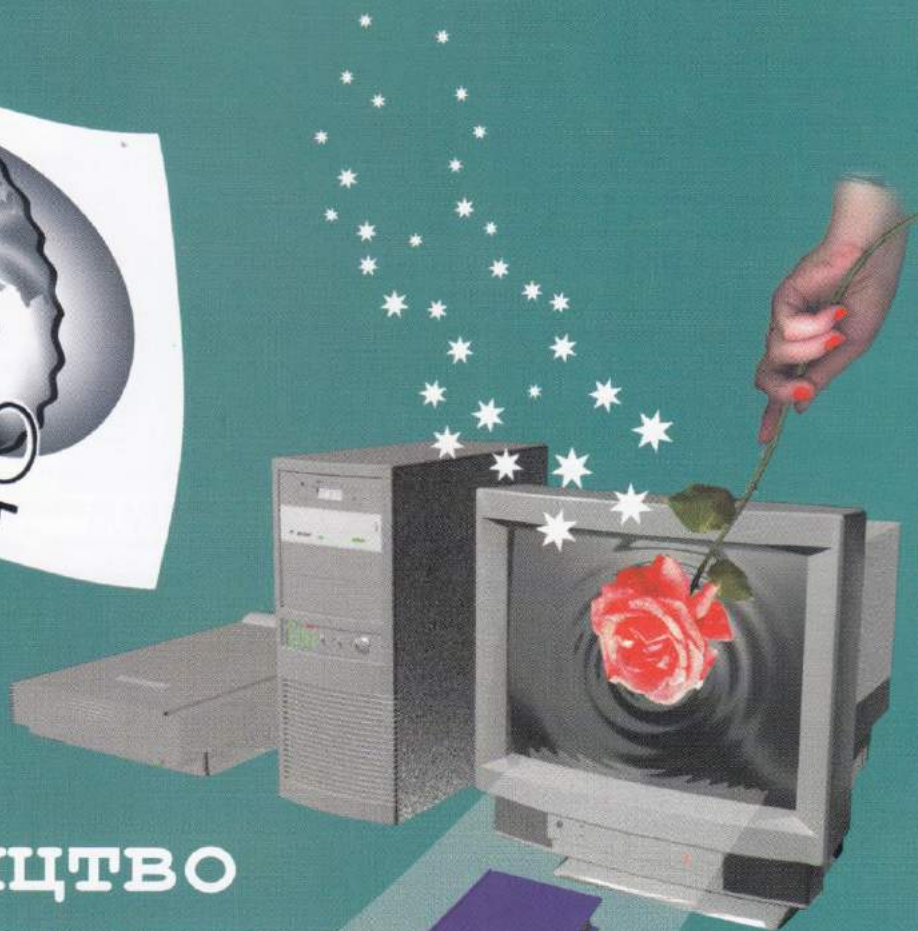
Ось ми і спробуємо поєднати шахи і фізику на сторінках нашого журналу. Для початку ми запропонуємо Вам шахову задачу — дуже відому і дуже дотепну.

В залежності від напрямку руху змінюється рішення, але завдання в обох варіантах однакове. Білі дають мат не пізніше третього ходу.

Куди ідуть пішаки?

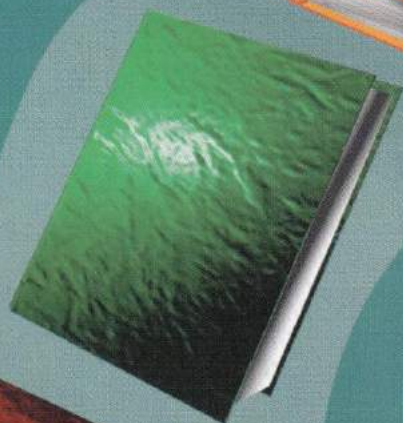


Олександр Боднар,
аматор фізики і шахів



Видавництво

Ваша робота буде виконана оперативно
і на високому рівні



"ЄВРОСВІТ"

- перекладає і видає різними мовами світу художні, науково-популярні, навчально-методичні книги та журнали;
- виготовляє проспекти, буклети, плакати, календарі, листівки, візитки;
- здійснює видавничу підготовку і художнє оформлення книг, журналів, рекламної продукції;
- виготовляє бланки, етикетки, конверти;
- здійснює комп'ютерний набір та роздрук текстів;
- проводить розробку діаграм, графіків, гістограм, виготовляє чорно-білі та кольорові слайди

Наша адреса: 290005, м. Львів,
вул. Дудаєва, 15,
тел./факс: (0322) 72-37-04.