

С В І Т
Ф І З И К У

№1
2014

науково-популярний журнал

*2014 – Міжнародний рік
кристалографії*



ПАМ'ЯТІ НЕБЕСНОЇ СОТНИ

ВІДЗНАКА “ЗА ПОПУЛЯРИЗАЦІЮ ФІЗИКИ В УКРАЇНІ”

Відзнаку „За популяризацію фізики в Україні” 2013 року отримав
Ярослав ДОВГИЙ за великий внесок у розвиток фізики, популяризацію фізики в Україні.



Ярослав Остапович Довгий 1956 року закінчив Львівський університет імені Івана Франка, у 1957–1960 рр. навчався в аспірантурі Інституту фізики АН України, де 1964 року захистив кандидатську дисертацію.

Від 1960 року Я. Довгий працює у Львівському університеті імені Івана Франка асистентом, доцентом (1966), професором (1987) кафедри експериментальної фізики. Докторську дисертацію захистив 1985 року.

Під керуванням Я. Довгого проводять дослідження нелінійно-оптичних кристалів складної кристалохімічної будови для встановлення закономірних залежностей між зонною структурою і динамікою ґратки та функціями нелінійних сприйнятливостей,

знаходження фізичних критеріїв для технологічного пошуку нових нелінійних матеріалів, керування їхніми параметрами.

Я. Довгий проводив оптико-спектральні дослідження керамічних, тонкоплівкових та монокристалічних зразків високотемпературних надпровідників.

Серед оригінальних наукових результатів можна відзначити: виявлення та встановлення критеріїв ідентифікації нового типу елементарних збуджень у гіротропних кристалах – циркулярних екситонів; обґрунтування ролі принципу локальності в оптичних дисперсійних співвідношеннях; експериментальне виявлення особливостей поляритонних збуджень у шаруватих кристалах; фотоіндуковані зміни у кристалах і тонких плівках та можливості їхнього використання для запису оптичної інформації; встановлено правило, яке дає змогу оптимізувати пошук та синтез нових нелінійно-оптичних кристалів для перетворювачів лазерного випромінювання; вироблено методіку прогнозування довговічності газових лазерів за параметрами розрядної плазми; вперше розшифровано зонну енергетичну структуру важливих нелінійно-оптичних кристалів; одержано нові результати щодо впливу лазерного опромінення на властивості високотемпературних надпровідників, з'ясовано природу гіротропії кристалів парателуриту та передбачено ефект від'ємної рефракції у цих матеріалах.

Ярослав Довгий запропонував спектроскопічні підходи для вивчення конфігураційних взаємодій у кристалах, узагальнив формулу Смакули на випадок урахування конфігураційних взаємодій. Виявив та проінтерпретував явища ізоструктурного фазового переходу та автоінтеркаляції зі зміною вмісту компонентів у твердих розчинах шаруватих кристалів. Відомі його публікації з актуальних проблем освіти та науки в Україні.

В умовах національного відродження він вважав своїм обов'язком сприяти діяльності відновленого Наукового товариства ім. Шевченка та поверненню науковій громадськості імені всесвітньовідомих, а на батьківській землі замовчуваних науковців Олександра Смакули, Остапа Стасіва та ін.

Автор має понад 400 наукових праць, серед них книжки “Оптичні квантові генератори”, “Електронна будова і оптика нелінійних кристалів”, “Чарівне явище надпровідності”, “Лазерний практикум”, “Резонанси. Асоціації та афоризми”.

Я. Довгий є дійсним членом НТШ, головою Фізичної комісії НТШ, членом Нью-Йоркської Академії наук, головою Фондації О. Смакули, членом редколегій наукових видань (“Фізичний збірник НТШ”, “Світ фізики”, “Ukr. J. Phys. Optics”, “Вісник Фонду О. Смакули”, “Вісник Львівського університету. Серія Фізична”, “Вісник НТШ”).

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

Виходить 4 рази на рік

Засновники:

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

Головний редактор

Іван Вакарчук

заступники гол. редактора:

Олександр Гальчинський

Галина Шопа

Редакційна колегія:

Ігор Анісімов

Михайло Бродин

Петро Голод

Ярослав Довгий

Іван Климишин

Юрій Ключковський

Богдан Лукіянець

Олег Орлянський

Максим Стріха

Юрій Ранюк

Ярослав Яцків

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

Адреса редакції:

Редакція журналу "Світ фізики"

вул. Саксаганського, 1,
м. Львів 79005, Україна

тел. у Львові 380 (0322) 39 46 73

у Києві 380 (044) 416 60 68

phworld@franko.lviv.ua

www.franko.lviv.ua/publish/phworld

"...Наука сама по собі морально нейтральна. Наука – як двосічний меч. Один бік цього меча може бити по бідності, хворобах і невігластву, а інший може вдарити по людях. Проти чого і проти кого спрямований цей меч – залежить від мудрості тих, у чиїх руках він перебуває.

Айнштайн колись казав: "Наука може визначити тільки, що є, а не що має бути, а поза цариною науки моральні оцінки, як і раніше, доконечні." Наука розв'язує одні проблеми й водночас створює інші, але вже на вищому рівні.

Грубий, руйнівний бік науки ми побачили під час Першої й Другої світових війн. Світ із жахом дивився, як наука несе спустошення й смерть у небачених раніше масштабах, – з'явилися отруйні гази, кулемети, запалювальні бомби, що винищували цілі міста, і насамкінець атомна бомба.

Але наука також дала людству змогу відбудувати міста, зруйновані під час війн, і зберегти мир і добробут мільярдам людей. Справжня сила науки полягає в тому, що вона дає нам більше можливостей і більше влади – водночас залишаючи вибір. Наука підкреслює інноваційний, творчий і незламний дух людства – так само, як і наші разючі недоліки."

Мічіо Кайку
"Фізика майбутнього"

*Не забудьте
передплатити журнал
"Світ фізики"*



**Передплатний індекс
22577**

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

© СП "Євросвіт"

ЗМІСТ

1. Нові та маловідомі явища з фізики

<i>Вакарчук І. О.</i> П'ять історій з астрономії і фізики	3
<i>Курик М. В.</i> Нанofізика – складова нанонауки ХХ століття	9
2014 – Міжнародний рік кристалографії	17

2. Фізика України

Недописана... Петро Іванович Голод	18
------------------------------------	----

3. Фізика світу

<i>Шопа Микола.</i> Шкала Фаренгейта	19
--------------------------------------	----

4. Олімпіади, турніри...

Умови задач ІІІ (Обласного) етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики (8–11 класи, Львів, 2014)	24
---	----

Розв'язки задач ІІІ (Обласного) Всеукраїнської олімпіади з фізики (8–11 класи, Львів, 2014)	28
---	----

5. Інформація

Що цікавого буде в світі фізики 2014 року	39
---	----

6. Фізика в житті

<i>Хрептак Олександр.</i> Знайти потрібний шлях	41
---	----

7. Реальність та фантастика

Конкурс краси формул	48
----------------------	----





П'ЯТЬ ІСТОРІЙ З АСТРОНОМІЇ І ФІЗИКИ

І. О. Вакарчук,

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
кафедра теоретичної фізики*

Мета цієї статті – розповісти кілька історій про те, як робилися великі відкриття у фізиці й астрономії за незначними, ледь помітними деформаціями звичних нам фізичних явищ. Це, з одного боку, ілюструватиме незбагненне прагнення людини пізнавати навколишній світ, а з іншого – віру людини в те, що навіть такі незначні спотворення спостережуваних явищ мусять мати фізичні пояснення.

Історія перша – “Планета Нептун”

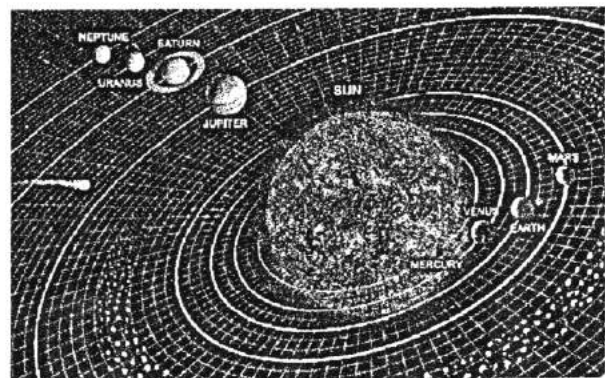
23 вересня 1846 року асистент директора (пізніше директор) Берлінської обсерваторії Йоган Готфрід Галле отримав листа, що змінив хід історії астрономії. Лист прийшов від француза Урбене Ле Вер'є, який вивчав планету Уран. Він дійшов висновку, що рух цієї планети неможливо пояснити, якщо брати до уваги гравітаційні сили лише від відомих на той час інших планет (Меркурій, Венера, Земля, Сатурн, Марс, Юпітер). Він припустив, що існує ще один додатковий невидимий масивний об'єкт, який і збурює орбіту Урана, і в результаті розрахунків вказав, де саме мало б бути це небесне тіло.



*Йоганн Готфрід Галле
(Johann Gottfried Galle)
(1812–1910)*



*Урбен Жан Жозеф Ле Вер'є
(Urbain Jean Joseph Le Verrier)
(1811–1877)*





Передбачення Ле Вер'є трималось на вірі, що закони Ньютона, на підставі яких він провадив свої розрахунки збурення планети Уран, є правильними:

закон всесвітнього тяжіння,

$$F = G \frac{mM}{R^2},$$

де F – сила притягання між тілами з масами m та M ; R – відстань між ними; G – гравітаційна стала;

та другий закон динаміки

$$\vec{F} = m\vec{a},$$

де \vec{a} – пришвидшення.

Галле увечері того ж дня знайшов цей об'єкт саме в тій точці на небі, де передбачила теоретична модель Ле Вер'є. Так, за незначним збуренням орбіти Урана, було відкрито 8-му планету Сонячної системи – Нептун.

Історія друга – “Рух Меркурія”

Меркурій – найближча до Сонця планета. Як і кожна орбіта планети, орбіта Меркурія має найближчу точку до Сонця – перигелій і найвіддаленішу точку – афелій. Астрономічні виміри положення перигелію Меркурія виявили, що воно не є фіксованим, а відбувається прецесія – з кожним обертом довкола Сонця перигелій зміщується, тобто орбіта Меркурія є розеткою (див. рис. 1).

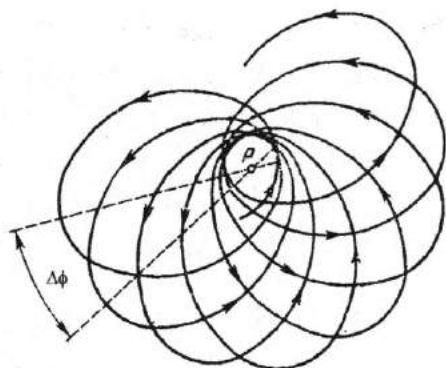
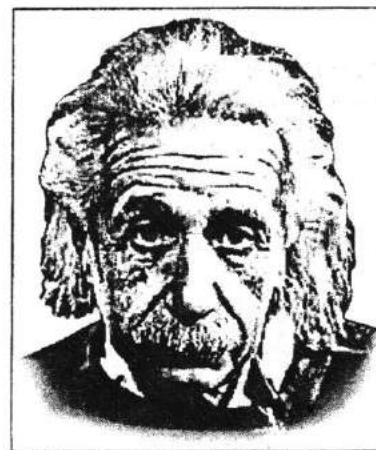


Рис. 1

За законами Кеплера і Ньютона так не мало би бути – орбіта є еліпсом. Були спроби пояснити це зміщення гіпотетичним небесним тілом з назвою Вулкан або наявністю пилу між Сонцем і Меркурієм. Це зміщення є малим, за 100 років набігає $\Delta\varphi = 43''$, та астрономічні виміри настільки точні, що воно було впевнено зафіксоване. На щастя, існують точні спостереження за Меркурієм, починаючи з 1765 року. Насправді існують кілька причин цього зміщення, зокрема, вплив інших планет (переважно Венери, Землі та Юпітера), сплюснутість Сонця. Мова йде про аномальну прецесію в $43''$ за сторіччя. Довший час цю загадку не могли пояснити і лише після того, як французький учений Анрі Пуанкаре і німецький учений Альберт Айнштайн показали, що закони Ньютона потребують змін, і записали ці закони у релятивістській формі, а згодом Альберт Айнштайн і німецький математик Давид Гільберт написали закони загальної теорії відносності – причини цього зміщення вдалося пояснити.



Альберт Айнштайн
(Albert Einstein)
(1879–1955)



Давид Гільберт
(David Hilbert)
(1862–1943)



Жуль Анрі Пуанкаре
(Jules Henri Poincaré)
(1854–1912)

Відносне зміщення перигелію планети за спеціальною теорією відносності:

$$\frac{\Delta\varphi}{\pi} = \frac{v^2}{c^2},$$

тут v – швидкість Меркурія; c – швидкість світла.

Записуємо рівність між відцентровою силою, що діє на Меркурій маси m , і силою тяжіння між Меркурієм і Сонцем

$$\frac{mv^2}{a} = G \frac{Mm}{a^2},$$

де M – маса Сонця, a – його відстань до Сонця.

Звідси знаходимо, що

$$v^2 = G \frac{m}{a}.$$

Тепер зміщення

$$\Delta\varphi = \frac{\pi GM}{ac^2}.$$

Точний вираз на підставі загальної теорії відносності дає в шість разів більший результат:

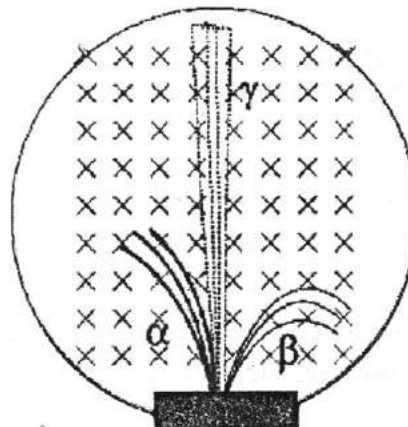
$$\Delta\varphi = \frac{6\pi GM}{ac^2}.$$

Саме цей вираз і дає спостережуване значення $\Delta\varphi$ і він є одним з підтверджень загальної теорії відносності.

Історія третя – “Нейтрино”

Явище радіоактивності, тобто спонтанне перетворення нестійких ізотопів одних хемічних елементів в інші, відкрив французький фізик Анрі Беккерель 1896 року (Нобелівська премія з фізики, 1903 р.).

Було виявлено, що при цьому відбувається випромінювання так званих α , β , γ -променів: α -промені – це ядро атома ${}^4\text{He}$, β -промені – це електрони, γ -промені є квантами електромагнетного поля, тобто фотонами.





Цікавим виявився β -розпад.

Якщо залежність кількості частинок N від їхньої енергії E для α і γ -променів є такою, як зображено на рис. 2, то цей графік для β -розпаду принципово інший, на рис. 3.

Отже, якщо α -частинки і γ -кванти вилітали з ядра за певної характерної енергії E_c , що дорівнює різниці дискретних енергетичних рівнів ядра, то електрони вилітали з ядра за будь-яких значень енергії. І це було незрозуміло.

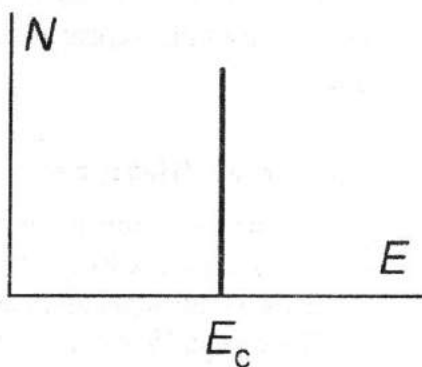


Рис. 2

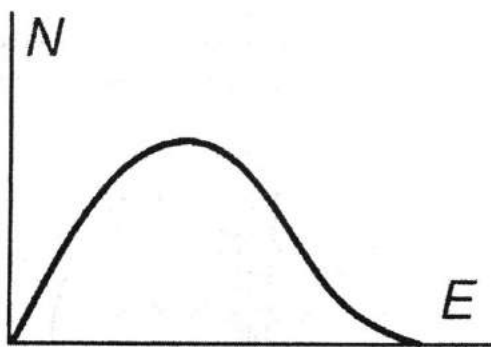


Рис. 3

Була навіть гіпотеза Нільса Бора, що закон збереження енергії справедливий лише в середньому.

У грудні 1930 року швейцарський фізик Вольфганг Паулі висловив гіпотезу про існування частинки, яка не фіксується в цих експериментах, є “невидимою”, тобто слабо взаємодіє з іншими частинками і забирає частину енергії від електронів.



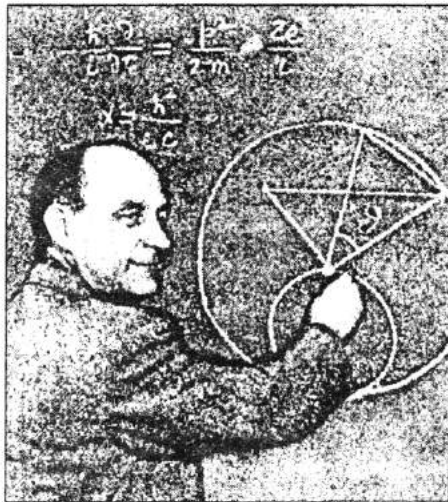
Антуан Анрі Беккерель
(Antoine Henri Becquerel)
(1852–1908)



Вольфганг Ернст Паулі
(Wolfgang Ernst Pauli)
(1900–1958)



Назву цієї частинці 1932 року дав італійський фізик Енріко Фермі (який 1942 року в Чикаго запусив керовану ядерну реакцію) – “нейтрино”, італійською мовою зменшувальне від нейтрона, – також нейтральна частинка. І лише за 26 років, 1956 року експериментально було виявлено нейтрино. Ці експерименти є досить високовартісними і ставили їх лише з вірою в те, що існування цієї невидимої частинки – це єдине правильне пояснення спектра β -розпаду.



Енріко Фермі (Enrico Fermi)
(1901–1954)



Нільс Генрик Давид Бор
(Niels Henrik David Bohr)
(1885–1962)

Історія четверта – “Темна матерія”

Ще в 30-х роках минулого сторіччя астрономами почали непокоїтися тим, що спостережувані рухи галактик і зір не відповідають розрахованим. Спочатку цей дискомфорт не був таким відчутним, однак пізніше з’ясувалось, що це вже твердо встановлений експериментальний факт – виявляється, що кількість речовини, яку спостерігаємо у Всесвіті, є недостатньою, щоб пояснити рухи галактик. Тобто виявляється, що єдиним припущенням, яке може пояснити характер цих рухів, є додаткова речовина, яку не реєструють прилади в електромагнетних процесах. Тепер ми називаємо цю невидиму речовину “темною матерією”. Цю назву ввів в обіг Фріц Цвіккі 1933 року. Потрібно також ввести в обіг і поняття “темної енергії”, яка надає спостережуване пришвидшення в розбіганні галактик. Частково ситуацію виправило нейтрино, яке, як з’ясувалося, має масу – раніше припускалося, що маса нейтрино дорівнює нулеві. Однак, нині встановлено, що кількість темної матерії є приблизно в 6 разів більшою, ніж спостережуваної. Отже, темна матерія, виявляє себе лише в гравітаційних взаємодіях.



Фріц Цвіккі
(Fritz Zwicky)
(1898–1974)



Пригадаємо собі історію з Нептуном і з нейтрино. Якщо планету Нептун виявили одразу після листа Ле Вер'є до обсерваторії в Берліні, то нейтрино зареєстрували лише за 26 років після припущень В. Паулі про його існування. Відтак було експериментально винайдено ще один тип взаємодії – поряд з гравітаційною, електромагнетною і сильною взаємодіями, у β -розпаді діє так звана слабка взаємодія, яку згодом було об'єднано з електромагнетною під назвою “електрослабка” (Нобелівська премія – С. Вайнберг, Ш. Глешоу, А. Салам, 1979 р.).

Яка природа темної матерії? Чи вона зовсім не взаємодіє зі звичайною “світлою” матерією? Як її реєструвати? (Див. також М. Тродден, Дж. Фен. Темные миры. В мире науки, № 1, 2011.)

Тепер припускають, що є новий сорт елементарних частинок, які надзвичайно слабо взаємодіють зі звичайною “світлою” речовиною. Ці частинки називають вімпями: WIMP – ця аббревіатура походить від початкових літер англійських слів “слабко взаємодіючі масивні частинки” (Weakly Interacting Massive Particle).

Існує кілька методів їх можливого спостереження:

анігіляція – під час зустрічей двох вімпів, вони анігілюють і виникають електрони, позитрони, нейтрино, які вже можна реєструвати;

пряме спостереження – з малою ймовірністю у своєму блуканні Всесвітом частинки темної матерії проходять крізь Землю і можуть зіштовхнутися з атомним ядром світлої речовини. Цей зсув ядра можливо зареєструвати;

народження – темна матерія може бути створена в пришвидшувачах (як у Великому адронному колайдері). Метод такий, як і під час виявлення нейтрино: під час зіткнення

частинок звичайної матерії частина енергії не буде ресструватися, оскільки піде на вімпи.

Так само, як сонячну систему зараз неможливо уявити без Нептуна і Плутона, Всесвіт буде немислимий без темної матерії і темних світів, що створені з темної матерії.

Історія п'ята – “Гравітаційні хвилі”

Існування гравітаційних хвиль передбачають рівняння загальної теорії відносності Айнштейна–Гільберта. Однак зареєструвати їх не вдається до цього часу. Це пов'язано з їх надзвичайною слабкістю, внаслідок їхнього квадрупольного характеру випромінювання, оскільки дипольний момент системи гравітаційно взаємодіючих частинок дорівнює нулеві. Їхня інтенсивність:

$$I \sim \frac{GM^2}{a} \omega \left(\frac{\omega a}{c} \right)^5,$$

де G – гравітаційні стала; ω – частота випромінювання; M – маса гравітуючого тіла, що випромінює; a – його лінійні розміри.

Нагадаємо, що інтенсивність електромагнетного випромінювання як дипольного дорівнює

$$I \sim \frac{e^2}{a} \omega \left(\frac{\omega a}{c} \right)^3,$$

де e – заряд електрона; a – розміри атома, що випромінює.

Нещодавно (березень, 2014 року) отримано опосередковані докази існування гравітаційних хвиль. Було виявлено характерне “закручування” поляризації реліктового мікрохвильового випромінювання. Це закручування виникло внаслідок поширення у просторі гравітаційних хвиль, які виникли у першу мить Великого Вибуху і подальшого інфляційного розширення Всесвіту.



НАНОФІЗИКА – СКЛАДОВА НАНОНАУКИ ХХ СТОЛІТТЯ

Курик М. В.,

*доктор фізико-математичних наук, професор,
Інститут фізики НАН України,
відділ молекулярної фотоелектроніки*

Наука – це сфера людської діяльності, метою якої є вивчення предметів і процесів суспільства, явищ природи, їхніх властивостей, проявів і закономірностей.

Нанонаука – це наука, яка вивчає властивості та використання на практиці об'єктів, які мають геометричні розміри від кількох десятків-сотень нанометрів (наночастинок). Нанонаука сьогодні – це новий і важливий напрям розвитку цивілізації суспільства загалом.

Нанотехнологія – об'єднує наукові знання, способи та засоби, які спрямовані на регульований склад синтезу з окремих атомів і молекул різних речовин, матеріалів та виробів із лінійним розміром елементів структури до 100 нм ($1\text{ нм} = 10^{-9}\text{ м}$) [1].

Вступ

Вивчення явищ природи, можливостей їх використання для розвитку суспільства постійно захоплює людину від часу її появи на Землі, коли людина почала вивчати природу свого довкілля.

На початку ХХ століття, коли людина відкрила для себе мікросвіт, на зміну фізики макросвіту (фізики Ньютона) прийшла нова квантова фізика – фізика мікросвіту, принципово змінився процес розвитку цивілізації в бік вивчення наносвіту природи.

Розвиток квантової фізики передусім привів до поглибленого і широкого вивчення явищ природи, об'єктами яких є частинки, утворення нанорозмірів. Саме особливості поведінки цих нанорозмірів, які істотно відмінні від явищ макросвіту, породили розділи наук про природу, про наносвіт.

Десять із 30-х років минулого сторіччя разом із квантовою фізикою, формується наносвіт. А початок нового тисячоліття нині можна характеризувати початком нового віку – віку нанонаук. Приставка нано до всіх розділів наук, які відомі людині, це не просто данина моди, це означає якісно новий етап розвитку цивілізації, коли людина починає глибоко вникати у вивчення процесів наносвіту. Наносвіт природи існує із появою живих структур природи, та, здається, лише нині людина має змогу почати вивчення явищ наносвіту. В клітинах живого організму справно працюють природні біомашини, порівняно з якими сьогодні молекулярні механізми, що створила людина, здаються іграшковими. Природні молекулярні механізми, машини здатні “думати”, розрізняти різні органічні молекули, можуть їх сортувати, упорядковувати і створювати з них ті чи інші молекулярні роботи. Людина має намір перевершити своєю діяльністю те, що уже існує в природі, але поки що це їй не вдається. Природа залишається неперевершеним архітектором наносвіту.



Із історії нанонаук

Американський історик науки Річард Букер вважає, що історію розвитку нанонаук створити складно насамперед через певну невизначеність самого поняття історії розвитку. Людина часто мала справу з нанотехнологіями, навіть не підозрюючи про це.

Відомо, що єгиптяни, греки, римляни використовували наночастинки під час створення барвників уже кілька тисяч років тому. За даними Центру досліджень і реставрації французьких музеїв встановлено, що прадавні косметологи використовували сполуки на основі свинцю, з яких робили частинки діаметром 5 нанометрів.

Недавно доктор Філіп Вальтер довів, що древній процес фарбування волосся в чорний колір є чудовим прикладом нанотехнології, який з успіхом використовують і нині. Саме вивчаючи фарбування волосся, вчені знайшли, що частинки мінералу геленіту (сульфату свинцю (II)), який використовували в давнину для цієї мети, з розчину проникають глибоко у волосся і змінюють його колір. Вони є такими малими, що за розмірами співмірні з квантовими точками, над створенням яких працюють сучасні нанотехнології. Природний чорний колір волосся з'являється завдяки білку меланіну, що міститься в поверхневому шарі волосся. Під час фарбування наночастинки геленіту проникають у волосся, завдяки чому отримують темний колір. Діаметр цих частинок у 60 разів менший від діаметра волосся, що забезпечує стійке фарбування. При цьому такі малі частинки не впливають на механічні властивості волосся.

Отже, завдяки геленіту людство уже понад дві тисячі років виробляє і використовує наноматеріали [1].

Автор приводить такий приклад. У Британському Музеї зберігається експонат ("Кубок

Лікурга"), на стінках якого зображено сцени життя цього великого спартанського законодавця. Кубок виготовили давньоримські майстри, він містить мікроскопічні частинки золота та срібла, які додано до скла. Під час різного освітлення кубок змінює колір від темночервоного до світло-золотистого. Подібні технології використовували в Європі під час створення вітражів середньовічних соборів.

Батьком нанотехнології можна вважати грецького філософа Демокріта, який у 400 році до нашої ери вперше вжив слово "атом", що в перекладі з грецького означає "неподільний", для опису малої частинки речовини.

Ірландський хемік Роберт Бойль 1661 року, критикуючи вчення Аристотеля та його філософські основи алхімії, стверджував, що все складається із "корпускул", які в комбінаціях утворюють різні речовини і предмети. Ідеї Демокріта і Бойля сприйняло наукове товариство.

У літературі стверджується, що вперше в сучасній історії прорив у нанотехнології зробив американський винахідник Джордж Істмен, який 1883 року виготовив фотоплівку. Саме цей винахідник заснував компанію "Кодак".

Німецькі фізики Макс Кнолл і Ернст Руска 1931 року створили електронний мікроскоп, завдяки якому стало можливо досліджувати нанооб'єкти.

Американський фізик Річард Фейнман 1959 року виступив на засіданні Американського фізичного товариства з доповіддю під назвою "Там, внизу, ще багато місця", яку вважають стартовою в початку підкорення наносвіту. Він заявив: "Поки ми вимушені користуватись структурами, які пропонує нам природа. Але, в принципі, фізик міг би синтезувати будь-яку речовину по заданій хемічній формулі".

Історія розвитку наносвіту висвітлена в [2].



У США 2000 року створено науковий центр “Національна нанотехнологічна ініціатива”. Для дослідження в галузі нанотехнологій було виділено державне фінансування, що стало початком створення національних програм з нанотехнологій у різних промислово розвинених країнах.

У 2001 році Марк Ратнер, автор книжки “Нанотехнології: Вступ в нову велику ідею”, вважає, що нанотехнології стали частиною життя людства саме 2001 року. Тоді ж відбулось дві знакові події: впливовий науковий журнал “Science” назвав нанотехнологію – “проривом року”, а впливовий бізнес-журнал “Forbes” – новою “багатообіцяльною ідеєю”. Зараз щодо нанотехнологій частіше використовують вираз “Нова промислова революція”.

На державному рівні розвиток нанонауки в Україні (нанofізика, нанoeлектроніка) бере свій початок із затвердження Кабінетом міністрів України 2001 року [3] та Міжнародної Україно-Російської науково-технічної програми “Нанofізика і нанoeлектроніка” [4].

Україна створила НТП “Нанотехнології та наноматеріали” [5].

Наприкінці травня 2013 року в Києві відбулась спільна нарада українських учених із ученими Росії, зокрема з Центра нанотехнологій Росії (Сколково), на якій обговорювали глобальні проблеми розвитку нанотехнологій і перспективи можливої співпраці.

Природа – універсальний нанотехнолог

За еволюційною теорією, всі форми життя мають загальне походження, вони виникли із клітини. Основною речовиною, з якої утворена жива клітина, – це вода, а також деякі неорганічні солі та органічні сполуки. Орга-

нічні молекули складаються з атомів відносно невеликої кількості елементів: вуглецю, водню, кисню та азоту. Основу живої матерії складають складні органічні молекули – білки, ліпіди, вуглеводи і нуклеїнові кислоти.

Жива клітина – це складна динамічна система, що оточена мембраною і в якій протікають різні енергетичні процеси, життєво потрібні для існування клітини, її росту і відтворюваності [6].

Живі організми можна поділити на примітивні і високорозвинені. До примітивних організмів належать бактерії та синьо-зелені водорості. В клітинах цих структур немає обмеженого мембраною ядра, а їхній генетичний матеріал розподілено в цитоплазмі. Такі природні прокаріоти, це клітини високорозвиненіших організмів і містять оточене мембраною ядро, мітохондрії, інші утворення і називаються еукаріотичними клітинами.

Одноклітинні організми реагують на світло, на гравітаційні та магнетні поля, на близько розташовані предмети, на хемічні зміни в довкіллі.

Уперше Клод Бернар 1866 року зазначив, що подразливість, як реакція клітин на зовнішнє збудження, – це характерна властивість живого. Органічна речовина в клітині організована досить специфічно, що власне дає змогу клітині “розрізняти” фізичні й хемічні зміни в довкіллі.

Ця чутливість клітин є основою сенсорних систем клітин рослин, тварин і людини. Живі структури природи відрізняються від неживих тим, що всі живі структури існують відповідно до закону природи (його встановив 1931 року В. І. Вернадський), який нині називають законом Пастера–Кюрі–Вернадського [7].



Відповідно до цього закону всі живі системи мають спільну характеристику – наявну оптичну асиметрію або дисиметрію.

Сучасна нанобіологія подає нам майже всі складнощі структури, які дуже складно побудовані, але діють організовано.

Приклади таких наноорганізмів подано в [6]. Це фоторецепторні структури, зорові системи; мембрани, різні найпростіші організми, такі як мікроби, віруси тощо.

Власне людина через розвиток нанотехнологій у недалекому майбутньому зможе створити різні діючі наноорганізми.

З'являються публікації, які свідчать про незвичайні властивості живих систем. Наприклад, що вчені Ізраїлю довели наявність у бактерій примітивної форми свідомості. Вчені вважають, що це відкриття в майбутньому дасть змогу мікробіологам знайти ефективний спосіб боротьби з бактеріальними інфекціями.

Нещодавно американські вчені під час випробувань нового методу оральної вакцинації довели, що бактерії можна ефективно використовувати замість традиційного шприца.

У природі рибосома є аналогом нанорозмірного робота-складальника, здатного з атомарних структур створювати різні білки (макроречовини), з яких побудовані організми живих істот нашої планети. Рибосоми функціонують у кожній біологічній клітині, що є наочним прикладом того, як сама природа використовує нанотехнологію в процесі виробництва макроречовин довколишнього світу.

Вважають, що якби людина за допомогою нанотехнологій могла робити все те, що роблять рибосоми, то вона змогла б атомно-молекулярним способом здійснювати збирання будь-яких макроречовин, потрібних людству.

Цінність нанотехнологій полягає саме в тому, що вони дають змогу штучно провадити те виробництво мікроречовин, яке здійснюють рибосоми. Нанотехнології здатні зміню-

вати по волі людини фізичні властивості речовин на рівні атомів, атомних структур і простих молекул.

Розвиток методів пізнання мікросвіту в просторі і в часі дає нам нові напрями розвитку наук, які поєднані одним терміном “нанонауки”.

Нанофізика

Традиційно нанофізику відносять до квантової фізики, оскільки розмір об'єктів досліджень співмірний із складовим елементом структури. Більшість досягнень розвитку наноісторії – це успіхи розвитку квантової фізики.

Місце нанофізики серед інших напрямів сучасної фізичної науки (макро-, мікро-, атомно-молекулярна фізика) вирізняється об'єктами її досліджень. Нанофізика має справу з об'єктами, які складаються із десятків атомів і з методами досліджень, які дають змогу “побачити”, поміряти властивості цих об'єктів чи їхніх частинок.

В останні двадцять років інтенсивно розвиваються дослідження нових синтезованих карбонових речовин – фулеренів, що складаються із десятків, сотень і навіть тисяч атомів вуглецю та утворюють нанотрубки – циліндри діаметром кілька нанометрів і завдовжки в декілька сантиметрів, різноманітні агрегати цих елементів (трубка в трубці, “канати” із трубок тощо). Такі нанооб'єкти можуть бути під'єднані до електричного поля і вони стають молекулярними транзисторами, фотоперетворювачами сонячної енергії в електричну тощо.

Із останніх досягнень карбонової нанотехнології назвемо графенові пласкі плівки товщиною в один атом, утворених шестикутними карбоновими стільниками. В перспективі графенова нанотехнологія замінить сьогоденню кремнієву технологію і перевищить її за компактністю пристроїв, за швидкістю та щільністю запису інформації.



Сьогодні успішно розвивається фізика штучних атомів і молекул – квантових точок. Квантова точка – це пастка для електронів, бо має настільки малий радіус, що хвильові функції електрона співмірні з цим радіусом, а всі стани в ній квантовані, як в атомі чи молекулі. Квантові точки утворюються, наприклад, шляхом накладання електродів на гетероструктуру із двох напівпровідників. На межі між цими напівпровідниковими структурами утворюється двомірний електронний газ. Деяку частину цих електронів захоплює замкнута електростатична пастка, яку створюють електроди. Ця пастка і є квантовою точкою. Електрони під дією прикладеної напруги можуть по одному тунелювати через квантову точку. Внаслідок цього, замість лінійної залежності струму від напруги, тобто закону Ома, вольтамперна характеристика має східчасту форму. Кожна така сходинка відповідає тунелюванню наступного електрона під дією напруги. Електрони в квантовій точці можна перерахувати поштучно (!). У дископодібних квантових точках електроди оперізують пастку і захоплені в неї електрони розподіляються по орбітах, так само як і в природних атомах. Ці атоми утворюють власну, періодичну систему зі своїм законом Менделєєва–Бора.

Нанофізика відкрила оптичні ґратки, в яких періодичну “кристалічну” структуру створюють схрещені лазерні промені. У вузлах оптичної ґратки розташовані нейтральні атоми лужних чи перехідних металів. За своїми фізичними характеристиками ці кристали із світла нагадують звичайні кристали. Лише їхні параметри легко регулюються в експериментальному пристрої.

Отже, нанофізика – це переважно фізика об’єктів, створених мистецтвом експериментаторів.

В останній час до нанотехнології долучаються органічні матеріали – це величезний світ

органічних молекул, що охоплює майже два мільйони синтезованих речовин. Органічні матеріали для нанотехнології та молекулярної електроніки можна умовно розділити на полімери, молекулярні ансамблі та одиночні молекули (“розумні” або “функціональні” молекули).

Найінтенсивніше й давно вивчають полімери.

Молекулярні ансамблі нанометрових розмірів вивчають порівняно недавно (порфірини, хлорофіл, амфіфільні молекули). Виявлено унікальну вибірковість таких систем до зовнішніх впливів (фізичні поля), що дає змогу використовувати такі матеріали в різних сенсорах.

Системи, які побудовані переважно на вандер-Ваальсових чи водневих зв’язках, є перспективним об’єктом із двома рівнями модифікації: внутрішня молекулярна структура, яку можна змінити, наприклад, під час синтезу і міжмолекулярна структура, яку можна змінити під час формування наноансамблю (рості кристалу, утворенні плівки, створенні епітаксialьних шарів тощо). Такі системи створюють, зокрема, на основі фталоціаніну міді.

Іншим видом молекулярних ансамблів є самоорганізовані моношари на основі органічних молекул – це перспективні матеріали для літографії, вивчення явищ електропереносу тощо.

Сьогодні починають розвиватись пристрої на окремій молекулі, наприклад діоди.

Зазначимо, що основна перевага органіки перед неорганікою – це дешевизна і доступність.

Нині нанофізика поставила на порядок денний проблему природи фізичного поля. Прийнято вважати, що існує чотири види фізичних полів: електромагнетне, гравітаційне, поле ядерних сил і хвильові квантові поля елементарних частинок. Ці фізичні поля матеріальні, але це особлива форма матерії. Вважа-



ють, що кванти полів потрібно розглядати як об'єкти наносвіту [8].

Виникає запитання, чи є менший світ, ніж наносвіт? З погляду діалектичного матеріалізму таку можливість не відкидають. З іншого боку, вважають, що якщо об'єкт не можна зареєструвати найдосконалішою наявною апаратурою та ще й коли заманеться, отже, його не існує.

Сьогодні, як ніколи потрібна нова фізична вимірвальна апаратура, яка б дала змогу детектувати слабкі та надслабкі за величиною та частотами електромагнетні поля, зареєструвати надзвичайно малі об'єкти.

Нагадаємо, що розвиток фізики в ХХ столітті відбувався під знаком глибокої кризи. "Матерія щезла", – у свій час виголосив Ернст Мах. З'явилася квантова механіка.

Сьогодні формується проміжний – між класичною і квантовою – напрям розвитку фізики – це фізика запутаних або змішаних станів, яку успішно розвиває в Росії С. І. Доронін [9].

Все чіткіше з'ясовується, що криза не в математиці чи логіці, а в світоглядних основах нашого буття. Для повного виходу з кризи треба змінювати саму парадигму науки про природу і тут надії серйозно покладають на нанофізику.

Нанофізика дасть змогу підійти до розуміння загальної картини природи, до нової систематизації науки, прослідкувати звідки взяли закони в науці, як вони взаємопов'язані; звідки беруться неточності в законах; зрозуміти природу закону збереження енергії; закон збереження кількості речовин, закон стану, що характеризує кількісний бік взаємного впливу всіх різномірних явищ природи; закон взаємності, що визначає симетричний характер цього впливу; закон переносу – який свідчить про взаємний вплив потоків речовин; закон захоплення, який визначає симетричний характер взаємного захоплення потоків і закон загального зарядження або екранування чи диси-

пації, що враховує ефекти тертя, визначаючи енергію системи через її внутрішні характеристики.

Небезпеки наносвіту

Все частіше в літературі з'являються статті про те, що "нанотехнології знищать світ". За аналогією з історією створення атомної бомби, можна припустити, що та країна, яка першою розбереться з наносвітом, легко зможе покінчити із розумним життям на планеті.

Учені уже довели негативний вплив на організм людини деяких наночастинок, які використовують у медицині як ліки. Наночастинки металів можуть бути дуже небезпечними для ДНК людини, до того ж вони можуть пошкодити його структуру, навіть не вступаючи в контакт із самою ДНК.

Раніше вважали, що ліки можна доставляти до клітини людського організму за допомогою "нанотранспорту" на базі металевих структур. Тепер учені переконані у потребі перегляду концепції і пошуку нових способів доставки ліків.

Висловлюють побоювання, що вплив наночастинок на організм людини може мати негативні та руйнівні наслідки, зокрема це стосується впливу на загальний стан ядра клітин. Дослідники допускають, що пошкодження фібропласт, які викликають наночастинки, роблять їх вразливішими до онкоутворень.

Наночастинки, які сьогодні використовують у кремах, емульсіях, декоративній косметиці можуть бути токсичними.

Більшість оксидів, які додають до парфумерії і косметики, можуть проникати в клітини і їх руйнувати.

Учені деяких іноземних наукових центрів, зокрема Каліфорнійського університету, вивчають токсичність наночастинок. Важливо навчитись передбачати токсичність наночастинок на підставі вивчення їхніх фізичних властивостей і їхнього впливу на кров люди-



ни. Цілком ймовірно, що кожен тип наночастинок, в силу своїх особливих електронних властивостей, проявлятиме специфічні властивості і поведінку в живих клітинах. Наприклад, ліки з використанням наночастинок срібла і золота після введення їх в організм людини за певний час акумулюються в клітинах мозку людини.

Токсичність наночастинок – це дуже серйозна проблема в використанні їх у сучасній медицині.

Перспективи

Із представлених в огляді основних відомостей про сучасний стан розвитку нанонаук можна зробити висновок, що справді ХХІ століття найімовірніше буде епохою широкого розвитку досліджень у галузі нанонаук, і фундаментальних досліджень, і газузь практичних аспектів основних нанонаук майбутнього.

Насамкінець хочемо зупинитись на перспективах розвитку нанонаук, взявши за основу розгляд програми з нанонаук Японії, як однієї із країн-лідерів нових напрямів сучасної науки [11], та огляд праць, які щойно опублікували російські вчені під керуванням Нобелівського лавреата з фізики Ж. Алфьорова [12].

У праці [11] опублікована програма з нанонаук в Японії. Учені Японії вважають пріоритетними такі розробки: напівпровідникові технології ХХІ століття; терабігові запам'ятовувальні пристрої та технології мережевих пристроїв.

До напрямів фундаментальних досліджень вчені відносять такі: властивості та функції наноструктур; процеси і методи вимірів і досліджень; теоретичні, аналітичні та обчислювальні методи в сфері нанотехнологій.

Найперспективніші проекти, це: наноматеріали, біонаносистеми, нанопристрої; нановимірна техніка; нанобробка матеріалів і моделювання наносистем.

Зазначимо, що провідною організацією Японії в галузі нанотехнології є Національний

інститут матеріалознавства, який було створено 2001 року.

Учені Росії вважають перспективними дослідженнями з нанofізики та нанoeлектроніки [12]. У розділі наноматеріали автори розглядають такі напрями: напівпровідникові наноструктури (квантові ями, квантові дроти, квантові точки; структури з тунельно-прозорими бар'єрами, фотонні кристали). Далі розглядають проблеми магнетних наноструктур, наприклад, відкриття ефекту гігантського магнеттоопору; нового явища тунелювання магнетного моменту в надмалих феромагнетних частинах.

В огляді окрему увагу приділено молекулярним структурам, про що уже згадувалось.

Також розглянуто фулереноподібні матеріали, до яких нині належать фулерени, вуглецеві нанотрубки, неорганічні нанотрубки (MoS_2 , WSe_2 та інші).

Перспективними є дослідження конструкційних наноматеріалів, які поєднують в собі високу міцність і пластичність. Це, зокрема, різні нанокомпозитні металокерамічні матеріали.

Наноматеріали стають основою розвитку нанoeлектроніки. Великі надії покладають на створення наноструктур, в яких роль функціональних елементів виконують окремі молекули.

Перспективні завдання розвитку нанoeлектроніки зводяться до: різкого збільшення пропускної здатності каналів зв'язку; збільшення інформаційної ємності та якості систем відображення інформації з одночасним зниженням енергозатрат; підвищення чутливості сенсорних пристроїв і суттєве розширення спектру вимірюваних величин; створення високо-ефективних твердотільних освітлювальних приладів.

Великий розділ огляду присвячено розвитку такого нового і перспективного напрямку, як нано- та мікроелектромеханіка.



Як впливає з огляду, розвиток наноелектроніки і наномеханіки стане основою якісно нового етапу в розробленні найновіших інформаційних технологій, засобів зв'язку, власне у розв'язанні багатьох проблем якісно нового рівня життя.

Проблеми, які треба розв'язати, – це розроблення надійних способів створення наноматеріалів і нанооб'єктів з заданими властивостями, які б містили методи поатомної збірки та ефекти самоорганізації, розроблення нових або вдосконалення наявних методів нанодіагностики з атомною роздільною здатністю.

З початком нового тисячоліття почалась ера нанотехнологій. Бурхливий розвиток комп'ютерної техніки, з одного боку, буде стимулювати дослідження в галузі нанотехнологій, а з іншого – полегшить конструювання наномашин. Можна прогнозувати швидкий розвиток нанотехнологій упродовж наступних десятиріч.

Нанотехнології можуть кардинально змінити всі сфери життя людини. Буде створено нові товари і продукти, використання яких дасть змогу революціонізувати цілі галузі економіки. Як писав редактор аналітичного звіту *Forbes*, Ахош Волдес: "Світ буде побудовано просто заново. Нанотехнологія потрясе все на планеті".

Сьогодні людство опановує наносвіт. Але таємницею для нас залишаються пікосвіт, фемтосвіт і аттосвіт. Варто визнати, що реальність світу значно ширша тих знань, які набула людина за всю історію своєї цивілізації.

Наносвіт – це перспектива розвитку цивілізації сьогодні. А далі що? Черга за пікосвітом.

Література

1. Патон Б. Є., Москаленко В. Ф., Чекман І. С., Мовчан Б. О. *Нанонаука і нанотехнології: технічні, медичні та соціальні аспекти* / Вісник НАН України, 2009. – № 6. 18 с.
2. Про схвалення Концепції Державної цільової науково-технічної програми "Нанотехнології та наноматеріали" на 2010–2016 роки. Розпорядження КМ України, № 331-р від 02.04.2000 р.
3. Международная Украинско-Российская научно-техническая программа "Нанофизика и нанoeлектроника" // <http://www.nauka.kiev.ua>
4. Український сайт нанотехнології (Форум українського сайту технології) <http://nano.com.ua/forum/>
5. Брайн Г., Уолкен Дж. *Жидкие кристаллы и биологические структуры*. – М.: Мир, 1982. – 198 с.
6. Голубева Н. Г., Курик М. В. *Основы биоэнергоинформационной медицины*. – К.: АДЕФ-Украина, 2007. – 192 с.
7. Доронин С. И. *Квантовая магия*. – С.-Пб.: Изд. Группа "Весь", 2007. – 336 с.
8. Вейник А. И. *Термодинамика реальных процессов*. – Минск: Наука и техника, 1991. – 576 с.
<http://www.veinik.ru/sciene/trust/article/731/html>
9. О развитии нанотехнологии в Японии.
<http://www.nanoindustry.su/2008/1.9>
10. Алферов Ж. И., Коньев П. С., Суркис Р. А. и др. *Наноматериалы и нанотехнологии*
<http://microsystems.ru/files/publ/601/html>



2014 – МІЖНАРОДНИЙ РІК КРИСТАЛОГРАФІЇ

Генеральна Асамблея ООН 3 липня 2012 року оголосила 2014 рік Міжнародним роком кристалографії. У резолюції держави-члени ООН відзначили важливість кристалографії, що наявна в найрізноманітніших галузях сучасного життя: у розробленні сучасних лікарських препаратів, галузі нанотехнології та біотехнології. Делегати Генеральної Асамблеї ООН наголосили, що кристалографія є підґрунтям розроблення нових матеріалів – від зубної пасти до компонентів літаків.

Сто років тому (1914) Нобелівською премією з фізики нагородили Макса фон Лауе за відкриття дифракції рентгенівського випромінювання на кристалах.

У штаб-квартирі ЮНЕСКО (UNESCO) в Парижі 20–21 січня 2014 року офіційно відкрили Міжнародний рік кристалографії (The International Year of Crystallography 2014, IYCr2014) за участю видатних учених, підприємців та дипломатів.

Генеральний секретар ООН Пан Гі Мун зазначив: “Ми святкуємо сторіччя новаторських досягнень. Кристалографія має основоположне значення для розуміння структури матерії. Вона вкрай важлива для матеріалознавства, охорони здоров’я, сільського господарства та біотехнології. Ми хотіли б донести до якомога ширшої аудиторії важливу роль кристалографії у фізиці, хемії, біології, медицині, харчових науках, екології, технології та мистецтві.”

Основними завданнями в IYCr2014 є: донести до широкого загалу інформацію про кристалографію, що є підґрунтям більшості технологічних напрацювань у сучасному суспільстві;

провести виставки, конференції та наочні демонстрації у школах, щоб проілюструвати універсальність науки;

активізувати програму кристалографії в Африці, Азії та Латинській Америці;

розвивати міжнародну співпрацю науковців в усьому світі;

сприяти розвиткові освіти та досліджень у кристалографії та її зв’язків з іншими науками.

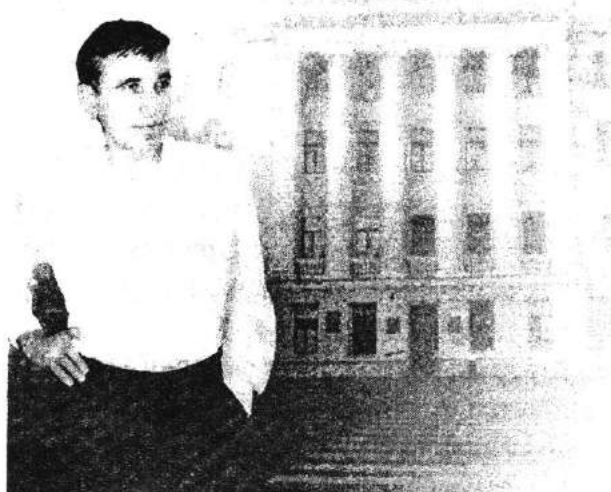
У багатьох країнах національні комітети з кристалографії розробили навчальні матеріали, що ілюструють вплив кристалографії на суспільство. Було створено спеціальний веб-сайт IYCr2014 для поширення цих матеріалів.

IYCr2014 матиме сильну освітню складову, спрямовану на студентів різного віку. Країни, які мають досвід у кристалографічній освіті, допомагатимуть готувати фахівців іншим країнам.

Заплановано цього року провести три пересувні виставки для студентів Африки, Азії та Латинської Америки, щоб підвищити знання з кристалографії і, в довгостроковій перспективі, це матиме вплив на міжнародну співпрацю і на світовий розвиток наукомістких технологій.



НЕДОПИСАНА...



ПЕТРО ІВАНОВИЧ ГОЛОД

Згадаймо Петра Івановича Голода – відомого українського фізика, доктора фізико-математичних наук, академіка Академії наук вищої школи України, завідувача кафедри фізико-математичних наук Національного університету “Кієво-Могилянська академія”, голову редколегії серії “Фізико-математичні науки” Наукових записок НаУКМА (фізика), члена редколегії журналу “Світ фізики”.

Петро Голод народився 17 листопада 1946 року в м. Ходорові Львівської області. Він 1969 року закінчив Київський державний університет імені Тараса Шевченка. У 1971–1974 роках навчався в аспірантурі Інституту теоретичної фізики у відділі математичних методів у теоретичній фізиці. В цьому Інституті працював П. Голод від 1968 року: спочатку на посаді старшого інженера, від 1974 року – молодшого наукового співробітника, а від 1986 року – старшого наукового співробітника. В Інституті теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова працював за сумісництвом.

У 2000–2014 роках завідував кафедрою фізико-математичних наук Національного університету “Кієво-Могилянська академія”.

Петро Голод 2010 року захистив докторську дисертацію “Метод орбіт в теорії нелінійних інтегрованих гамільтонових систем” і став доктором фізико-математичних наук.

Науковця 2011 року його було обрано академіком АН вищої школи України за відділенням фізики і астрономії.

Наукові дослідження Петра Голода стосувалися теорії зображень груп та алгебр Лі, теорії інтегрованих гамільтонових систем та їх симетрій, нелінійних (топологічних) збуджень у конденсованих середовищах, інших актуальних розділів сучасної теоретичної і математичної фізики. Його підручник “Симетрія та методи теорії груп у фізиці” (2005) отримав визнання фахівців. Ученого завжди цікавила історія фізики, яку він розглядав крізь призму неперервного інтелектуального пошуку, що призводив до появи нових визначних відкриттів і концепцій. Його працю 2005 року було вшановано відзнакою Петра Могили.

П. Голода 2013 року визнали кращим викладачем року Національного університету “Кієво-Могилянська академія” від факультету природничих наук.

Петро Іванович Голод передчасно помер 3 січня 2014 року в Києві.

Відкрита, інтелігентна людина, любив Україну, цікавився її історією, жив наукою, популяризував фізику, малював... Завжди усміхнений...

Обіцяв для журналу “Світ фізики” написати статтю про відкриття Нільса Бора...

Недописана...



ШКАЛА ФАРЕНГЕЙТА

Микола Шопа,

Гданський політехнічний університет (Польща)



Польські вчені Гданського технологічного університету (Gdańska Politechnika) 2012 року зробили комп'ютерне зображення обличчя фізика Данієля Габрієля Фаренгейта, що народився наприкінці сімнадцятого століття в Гданську. Досягнення стало можливим завдяки генетичному алгоритму і спеціально розробленій комп'ютерній програмі. Учені зробили комп'ютерне зображення його обличчя, використовуючи портрети людей того часу.

Портрета вченого не збереглося. Всі зображення винахідника англосаксонської системи вимірювання температури, які ви можете знайти в Інтернеті є підробками. На підставі дослідження померлих людей того часу ми тільки знаємо, як за часів Фаренгейта одягалися. Він носив перуку, пальто і жилет.

Проект розробили польські дослідники Томаш Жьулковські (Tomasz Zółkowski) і д-р Єжи Профіч (Jerzy Proficz) з академічного обчислювального центра TASC Гданського політехнічного університету під керівництвом професора Генрика Кравчика, завідувача ка-

федри архітектури комп'ютерних систем та ректора університету.

“Наша система дає змогу створювати віртуальні портрети людей. Використовуючи наявні історичні дані, такі як портрети родичів або їхні описи, наш генетичний алгоритм дає віртуальні образи, які можуть нагадувати особу”, – сказав професор Кравчик.

Ректор Гданського політехнічного університету наголосив, що нинішній рівень розвитку науки не дає змоги розробити точний метод реконструкції обличчя. “Наше рішення, однак, дає уявлення про те, що людина може виглядати саме так”, – зазначив він.

Щоб створити віртуальний портрет Фаренгейта, вчені використовували образи родичів і сучасних мешканців Гданська аналогічного походження та соціального статусу: патрицій, учених та духовенства. Матеріали надали Бібліотека Польської академії наук та Національний музей у Гданську.

Алгоритм, розроблений у Гданському політехнічному університеті, належить до родини так званих генетичних алгоритмів. Ідея полягає в тому, щоб шукати оптимальне рішення в межах процесу, що ґрунтується на теорії еволюції. Алгоритм створює низку можливих рішень, для яких періодично проводять процедуру перевірки.

У цьому випадку операції містять зміну візуальних рис обличчя, використовуючи техніку морфінга, відому з комп'ютерної анімації, а також модель трансформації.

Найкраще з усіх створених зображень вибирають на підставі відповідних значень так званої функції регулювання. За алгоритмом,



який розроблено у Гданському політехнічному університеті, функція регулювання використовує алгоритм власних облич (відомий у комп'ютерному розпізнаванні осіб) для порівняння опрацьованих портретів.

На відміну від класичних генетичних алгоритмів, у рішеннях із Гданська значення функції регулювання змінюють у процесі роботи на підставі нових генерованих рішень.

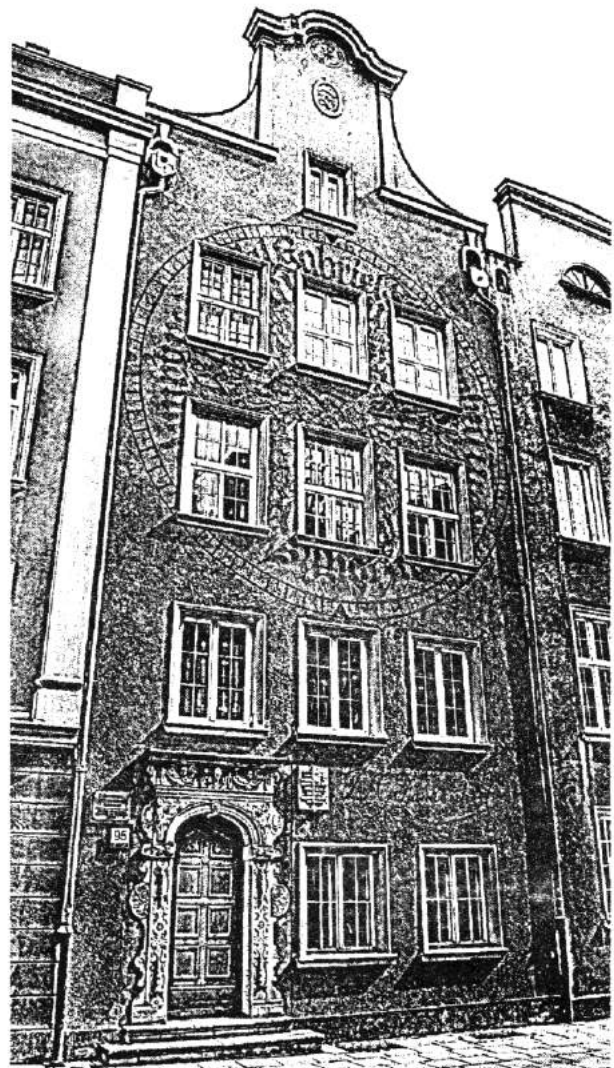
“Цей алгоритм отримання оригіналу дає змогу домогтися вищої якості кінцевих зображень за обмеженим набором історичних портретів”, – сказав Томаш Жьулковскі.

Як зазначив ректор, досягнення дослідників Гданського політехнічного університету відкривають нові можливості. “Ми намагаємося співпрацювати з генетиками, чий дослідження безпосередньо пов'язані з аналогічною тематикою, хочемо визначити вплив генетики на формування зовнішнього вигляду людини”.

Даніель Габріель Фаренгейт (Daniel Gabriel Fahrenheit) народився 24 травня 1686 року у Гданську (Данцігу) у польській провінції Королівської Пруссії в сім'ї німецьких купців.

Його дідусь, Райнгольд Фаренгейт, емігрував із Кенігсберга до Гданська, оселився там і провадив бізнес. Батько, Даніель Фаренгейт, також був бізнесменом. Мати, Конкордія Фаренгейт, була донькою відомого в Гданську бізнесмена Шумана. Крім Даніеля, який був найстарший, у сім'ї було ще четверо дітей.

Коли в серпні 1701 року раптово померли його батьки, отруївшись грибами, Фаренгейт у п'ятнадцятирічному віці залишив Гданськ і переїхав до Амстердама. Там він чотири роки навчався торгової справи. Фаренгейт, працю-



У Гданську на вулиці Отарна, 95 зберігся будинок, де народився Даніель Фаренгейт. Після Другої світової війни сімейний будинок заново відремонтували. Біля входу висить табличка у вигляді термометра у пам'ять про фізика з Гданська



На будинку, де народився Д. Фаренгейт, висить табличка у вигляді термометра у пам'ять про фізика з Гданська

ючи складувом, зацікавився наукою. Згодом він також навчався у Німеччині та Англії.

Трохи пізніше Фаренгейт оселився в Нідерландах. В Амстердамі 1718 року він почав читати лекції з хемії. У 1724 році він виїхав до Англії, де присвятив себе науковій роботі. Того ж року Фаренгейт став членом знаменитого Британського Королівського наукового товариства.

Д. Фаренгейт декілька разів відвідував своє рідне місто Гданськ, зокрема в 1710 і 1712 роках.

Майже все життя учений прожив у Нідерландах, де конструював точні метеорологічні прилади. Він не був одружений.

Помер Даніель Фаренгейт у Гаазі 16 вересня 1736 року, його поховали на території монастиря.

Даніель Фаренгейт 1709 року виготовив спиртовий, а 1714 – ртутний термометр, використовуючи новий спосіб очищення ртуті. Шкалу, яку згодом почали називати ім'ям Фаренгейта, ще не було відкалібровано, і дослідник зробив багато різних шкал, перш ніж зупинився на одній. Замінивши спирт ртуттю, він завершив серію досліджень, які ґрунтувалися на працях Г. Амонтона, в якому той визначав точку кипіння води та інших рідин і вивчав властивості розширення ртуті. Ці експерименти привели до відкриття, що точка кипіння води змінювалася зі зміною атмосферного тиску.

Фаренгейт також виявив явище переохолодження води, тобто охолодження води до температури, яка нижча від нормальної точки замерзання без перетворення в лід.

Фаренгейт 1724 року описав про свій спосіб виготовлення термометрів у філософській праці Королівського товариства. Він писав: "...ступінь 48, який у моїх термометрах є середнім між найнижчою температурою, яку вдалося отримати штучно із суміші води, льоду та нашатиря або навіть морської солі, і найвищою температурою, яку має здорова людина".

У деяких країнах, зокрема в США, й нині залишається офіційна шкала температур Фаренгейта. Усі інші країни здебільшого використовують шкалу Цельсія. Її ще 1742 року розробив шведський фізик і астроном Андреас Цельсій. Це зумовлено точками зміни агрегатного стану води: 0 градусів за Цельсієм – вода замерзає, 100 градусів за Цельсієм – вода закипає.

У наукових дослідженнях температуру прийнято переважно вимірювати у Кельвінах.

Крім виготовлення термометрів, Фаренгейт удосконалював барометри і гігрометри. Він досліджував також залежність зміни температури кипіння рідини від атмосферного тиску і вмісту в ній солі, виявив явище переохолодження води, склав таблиці питомих ваг тіл.

Є декілька версій про те, як Фаренгейт розробив температурну шкалу. За однією з них,

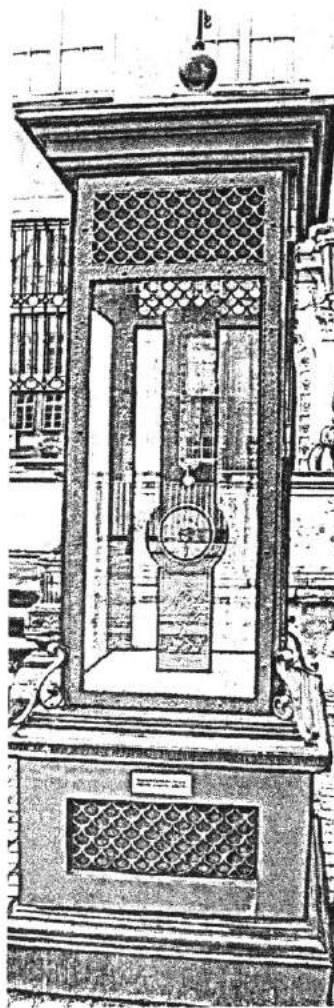


він встановив нуль 0°F і 100°F точки на шкалі за записами найнижчої температури повітря, яке міг виміряти у Гданську, і температурою власного тіла. Найнижча температура тієї суворої зими 1708–1709 роках у його рідному місті була мінус $17,8^{\circ}\text{C}$. Згодом йому вдалося досягнути цієї температури в лабораторних умовах з використанням суміші льоду, хлориду амонію і води. Температуру свого тіла він встановив як 100°F . Тоді розділив усю оригінальну шкалу на дванадцять частин, далі поділив кожен з них на 8 рівних частин, отримав шкалу 96 градусів. Фаренгейт зазначив, що за його масштабом точка замерзання води 32°F , а точка кипіння 212°F , різниця дорівнюватиме 180 градусів.

Інша історія свідчить, що Фаренгейт встановив нуль на своїй шкалі (0°F) як температуру, за якої суміш з рівних частин льоду і солі та 96 градусів як температуру крові (дослідник тоді використовував кінську кров для калібрування своєї шкали). Спочатку його масштаб містив лише 12 рівних частин, згодом він поділив кожен частинку на вісім рівних градусів, у кінцевому підсумку отримав 96.

Третя, відома версія історії, що описав популярний фізик у телесеріалі “Механічний Всесвіт”, стверджує, що Фаренгейт просто прийняв масштаб Ромера (за яким вода замерзає за 7,5 градусів) і помножив кожне значення на чотири, щоб усунути дробі і збільшити деталізацію шкали (даючи 30 і 240 градусів). А далі повторно калібрував шкалу між точкою плавлення води і нормальною температурою людського тіла (96 градусів); температуру плавлення льоду встановив як 32 градуси, тобто 64 інтервали між цими точками, а $64 = 2^6$.

Його вимірювання були не зовсім точні. Фактичні температури плавлення і кипіння помітно відрізнялися від 32°F і 212°F . За деякий час після його смерті, було вирішено



На Довгому ринку (Długi Targ) біля Ратуші в старому місті Гданська зберігається термометр Фаренгейта

відкалібрувати ваги з 32°F і 212°F , як точок плавлення і кипіння чистої води. Зміну було зроблено з метою легкого конвертування з градусів Цельсія в градуси Фаренгейта і навпаки за простою формулою. Це також пояснює, чому температуру тіла за Фаренгейтом сьогодні беруть як $98,6^{\circ}\text{F}$ (це пряме перетворення 37°C).

Існують ще й інші версії, та вони не ґрунтуються на переконливих доказах.

Шкалу Фаренгейта переважно використовували для вимірювання температури для клі-



матичних, промислових і медичних цілей у більшості англосовітських країн до 1960 року. У 1960–1970 роках різні країни поступово переходили на шкалу Цельсія у межах переходу до метричної системи одиниць.

Прихильники шкали Фаренгейта стверджують, що її попередню популярність можна пояснити її зручністю. Одиниця виміру, будучи тільки 5/9 градуса Цельсія, дає змогу точніше виразити вимірювання, не вдаючись до дрібних ступенів. До того ж, температура доволишнього повітря у найгустіше населених регіонах світу, зазвичай, не виходять далеко за межі діапазону від 0 °F до 100 °F: отже, шкала Фаренгейта відображає передбачувані температури доволишнього середовища, після 10-градусних смуг, які виникають у системі за Фаренгейтом.

Градус Цельсія (°C) – широко розповсюджена одиниця виміру температури, застосовується в системі СІ разом із одиницею виміру температури Кельвін.

Цю шкалу запропонував ще 1742 року шведський учений Андерс Цельсій (1701–1744).

До 1954 року 0 °C за шкалою Цельсія вважали температуру плавлення льоду, а 100 °C – як температура кипіння води. І температура

кипіння води, і температура танення льоду залежить від тиску, що не дуже зручно для стандартизації одиниці вимірювання. Тому після прийняття Кельвіна основною одиницею вимірювання температури визначення градуса Цельсія було переглянута.

Відповідно до сучасного визначення, градус Цельсія дорівнює одному Кельвіну, а нуль шкали Цельсія встановлений так, що температура потрійної точки спеціально підготовленої води дорівнює 0,01 °C.

Отже, шкали Цельсія та Кельвіна мають різницю на 273,15: °C = K – 273,15.

$$t_F = 32 + \frac{9}{5} t_C,$$

$$t_C = \frac{5}{9} (t_F - 32).$$

До слова, відомий американський письменник Рей Бредбері (Ray Bradbury) 1953 року написав роман під назвою “451 градус за Фаренгейтом” (Fahrenheit 451), саме за такої температури, на думку автора, загорявся папір. За цим твором 1966 року кінорежисер Франсуа Трюффо зняв фільм.

На честь ученого 1995 року назвали астероїд – “7536 Фаренгейт”.

Деякі температури, що пов’язані зі шкалою Фаренгейта з іншими температурними шкалами

	Кельвін	Цельсій	Фаренгейт
Абсолютний нуль (точніше, за визначенням)	0 К	-273,15 °C	-459,67 °F
Температура плавлення льоду	273,15 К	0 °C	32 °F
Потрійна точка води (точніше, за визначенням)	273,16 К	0,01 °C	32,018 °F
Температура кипіння води	373,1339 К	99,9839 °C	211,9710 °F

УМОВИ ЗАДАЧ ПІ ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ФІЗИКИ (Львів, 2014)

8 клас

Задача 1.

У посудині з водою плаває дерев'яна кулька.

Знайдіть густину матеріалу кульки ρ_0 , якщо вона наполовину занурена у воду.

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

Задача 2.

Два точкові джерела світла, відстань між якими 9 см, розташовані на головній оптичній осі збірної лінзи.

Лінза розміщена на відстані 3 см від одного з них так, що зображення джерел співпадають.

За яких умов це можливо?

Яка фокусна відстань цієї лінзи?

Задача 3.

Шматок льоду прив'язаний невагомою ниткою до дна циліндричної посудини з водою.

Деяка частина льоду виступає з води, до того ж нитка натягнута.

Знайдіть силу натягу нитки, якщо відомо, що після того, як увесь лід розтанув, рівень води у посудині опустився на $\Delta h = 5 \text{ мм}$.

Площа дна посудини $S = 500 \text{ см}^2$, густина води $\rho = 1 \text{ г/см}^3$. Вважайте, що пришвидшення вільного падіння дорівнює 10 м/с^2 .

Задача 4.

З пункту A до пункту B вийшов пішохід. За 2 години за ним виїхав велосипедист, а ще за 30 хвилин – мотоцикліст.

Всі учасники рухалися з постійною швидкістю та без зупинок.

У певний момент часу під час руху всі вони опинилися в одній точці між пунктами A і B .

На скільки хвилин раніше від пішохода до пункту B прибув велосипедист, якщо пішохід прибув до пункту B на годину пізніше від мотоцикліста?

Задача 5.

На дні порожньої посудини лежить вантаж, до якого прикріплений легкий джгут з коефіцієнтом жорсткості $k_0 = 100 \text{ Н/м}$.

Другий кінець джгута закріплений на висоті $L = 2 \text{ м}$ над вантажем. Видовження джгута становить $\Delta l = 5 \text{ см}$.

Посудину починають повільно наповнювати водою.

У воді жорсткість джгута зростає. Коли у воді опиняється $5/6$ джгута, вантаж відривається від дна.

Вага вантажу у воді становить $F = 6 \text{ Н}$, його висотою можна знехтувати.

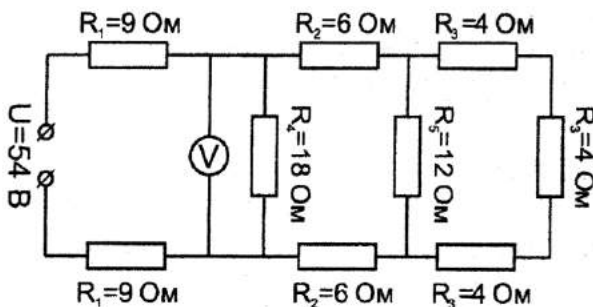
Знайдіть k – коефіцієнт жорсткості джгута, повністю зануреного у воду.

9 клас

Задача 1.

На малюнку зображено електричне коло з джерелом постійної напруги.

Що показує вольтметр?



Задача 2.

Гоночний автомобіль упродовж перших 5-ти секунд від початку руху набирає швидкість, яку можна описати рівнянням:

$$v = 20 \cdot t \text{ м/с.}$$

Упродовж наступних 6-ти секунд він рухається зі швидкістю $v = 100 \text{ м/с}$, і на останньому відрізку шляху упродовж 4-х секунд рухається зі швидкістю:

$$v = (-25 \cdot t + 375) \text{ м/с,}$$

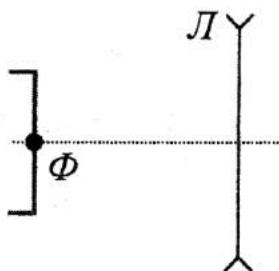
де t – загальна тривалість руху автомобіля в секундах.

Яку відстань подолав автомобіль?

Задача 3.

Побудуйте зображення напівпрозорого предмета, яке формує розсівна лінза (див. мал.).

Яким є зображення: дійсним чи уявним, збільшеним чи зменшеним?



Задача 4.

У теплоізоляційній посудині з водою плаває суцільний шматок льоду із вмороженими в нього невагомою ниткою та сталлюю кулькою (див. мал.).

Лід за допомогою нитки прикріплено до дна і повністю занурений у воду.

У посудині є нагрівник постійної потужності.

У початковий момент часу система перебуває в тепловій рівновазі. На графіку зображено залежність сили натягу нитки від часу.

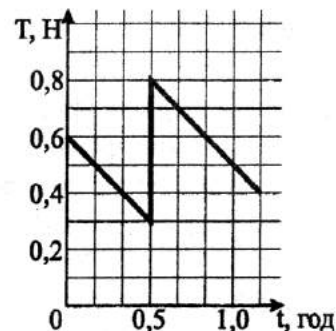
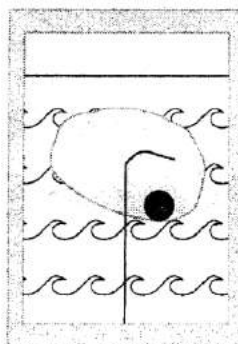
Знайдіть потужність нагрівника та масу льоду в початковий момент часу.

Густина води дорівнює 1 г/см^3 ,

густина сталі – $7,8 \text{ г/см}^3$,

густина льоду – $0,9 \text{ г/см}^3$,

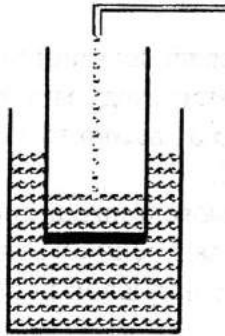
питома теплота плавлення льоду – 334 кДж/кг , $g = 10 \text{ Н/кг}$.



Задача 5.

У наповненій водою циліндричній посудині діаметром 9 см плаває висока циліндрична склянка з масивним дном діаметром 7 см .

У склянку акуратно, щоби не порушити її вертикального положення, вливають олію із швидкістю 20 г/с .



Яка швидкість склянки у вертикальному напрямку відносно стінок посудини?

Густина води – 1 г/см^3 ; $g = 10 \text{ Н/кг}$.

10 клас

Задача 1.

Яку найменшу початкову швидкість мусить отримати під час удару футбольний м'яч, щоб перелетіти через стінку з гравців висотою H , що розташована на відстані S ?

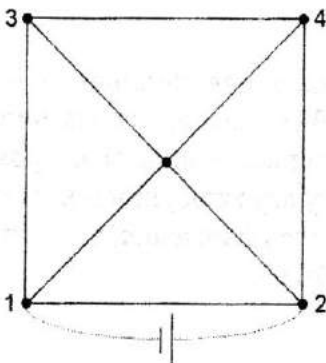
Задача 2.

Потрібно освітити відбитим сонячним світлом дно колодязя, якщо світло падає під кутом $\alpha = 40^\circ$ до вертикалі.

Під яким кутом β до горизонталі треба розмістити плоске дзеркало?

Задача 3.

З однорідного дроту зі сталим перерізом зроблено ланцюг, як зображено на малюнку.



Знайдіть відношення кількості теплоти Q_{12}/Q_{34} , що виділяється за одиницю часу на ділянках 1–2 і 3–4.

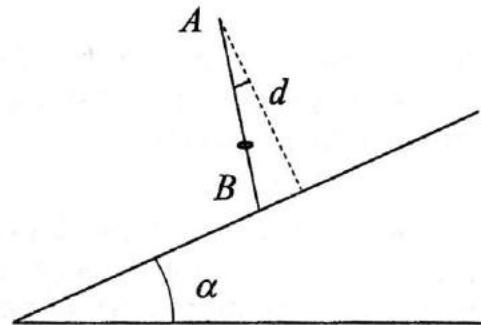
Задача 4.

Чи є влітку в Україні 1 моль комарів?

Відповідь обґрунтуйте.

Задача 5.

Точка A , що розміщена над похилою площиною на відстані d від неї, з'єднана тонкою спицею з точкою B на площині.



По спиці без тертя ковзає маленьке кільце. За якої довжини спиці час руху кільця від точки A до площини буде мінімальний?

Відомо, що кут нахилу площини до горизонту дорівнює:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{2}{3}\right).$$

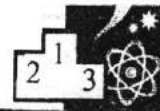
11 клас

Задача 1.

У магнетному полі розміщено провідник завдовжки l , на який діє сила F .

Кут між вектором магнетної індукції B та провідником дорівнює α .

Знайдіть силу струму, який протікає вздовж провідника.

**Задача 2.**

Куля масою m летить із швидкістю v_0 і пробиває важку дошку товщиною d , яка рухається назустріч кулі зі швидкістю v_1 .

Знайдіть швидкість вильоту кулі з дошки, якщо силу опору F руху кулі у дошці вважати сталою?

Вважайте, що швидкість руху дошки не змінюється.

Задача 3.

Коливання математичного маятника знімають кінокамерою зі швидкістю $\nu = 24$ кадри за секунду. Повне коливання маятника займає $N = 48$ кадрів.

Довжина математичного маятника на плівці $l = 10$ мм, а фокусна відстань об'єктива – $F = 70$ мм.

З якої відстані L знімали коливання математичного маятника?

Задача 4.

Ідеальний газ перебуває в стані 1 з температурою T_1 .

Далі його переводять у стан 2 з температурою T_2 , до того ж $T_2 > T_1$. Процес здійснюють так, щоб температура газу в такому процесі не зменшувалась і тепло не відводилось від газу. Мінімальна кількість теплоти, яку можна передати газу під час такого процесу дорівнює Q_{\min} .

Яку максимальну кількість теплоти можна передати газу за таких умов процесу?

Задача 5.

Маємо великий конденсатор ємності C із зарядом Q і N маленьких конденсаторів ємності c_1 кожний, до того ж $c_1 = C/N$.

Як потрібно виготовляти батарею з N маленьких паралельно з'єднаних конденсаторів, заряджаючи її від великого конденсатора, щоб вона мала максимальний заряд?

Знайдіть максимальний заряд такої батареї конденсаторів.

Вважайте, що $N \sim 1000$.

25 років WorldWideWeb

Ще 25 років тому сер Тім Бернерс-Лі зробив відкриття, яке змінило долю нашої планети. Всесвітня електронна мережа – новий спосіб поширення та обмін інформацією з різних комп'ютерів.

Ідея спала на думку Бернерсові-Лі ще 1989 року, коли він працював у фізичній лабораторії ЦЕРНу. Уже був Інтернет, можна було надсилати електронні повідомлення, проте не існувало веб-сайтів. Не було такого поняття, як http чи html; не можна було отримати інформацію за допомогою “клікання”. Винахідник хотів зробити систему, аби можна було “клікати”, скільки вам заманеться. Бернерс-Лі винайшов HyperText Transfer Protocol (HTTP), HyperText Markup Language (HTML) та перший в історії веб-браузер.

WWW (WorldWideWeb) нині користуються мільйони людей в усьому світі.

У Лондонському науковому музеї зберігається комп'ютер, яким користувався Тім Бернерс-Лі, коли винайшов WWW. На ньому – приклесний папірець, де від руки написано: “Ця машина є сервером – не вимикати”.

РОЗВ'ЯЗКИ ЗАДАЧ ІІІ ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ФІЗИКИ (Львів, 2014)

8 клас

Задача 1.

Запишімо умову плавання кульки:

$$F_A = mg$$

Розпишімо силу Архімеда, врахувавши, що занурена частина кульки становить половину її об'єму V :

$$\frac{\rho_s g V}{2} = \rho_d V g,$$

звідси,

$$\rho_d = \frac{\rho_s}{2} = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Кулька вирізана з липи.

Задача 2.

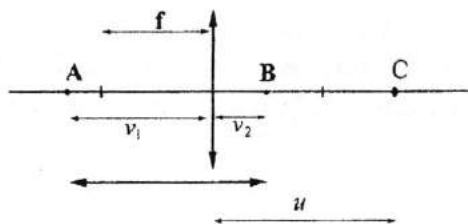
Зображення джерел можуть співпасти, якщо:

1) джерела розташовані по різні боки лінзи, тобто лінза розміщена між джерелами.

Це також означає, що:

2) одне з зображень має бути уявним, тобто одне з джерел розташоване між лінзою та її фокусом. Очевидно, цим джерелом є джерело, що розташоване на відстані 3 см від лінзи.

Схематично зобразімо взаємне розташування джерел A , B , лінзи та зображення C .



Запишімо формулу тонкої лінзи для обох джерел, врахувавши уявність зображення:

$$A: \frac{1}{f} = \frac{1}{v_1} + \frac{1}{u},$$

$$B: \frac{1}{f} = \frac{1}{v_2} - \frac{1}{u}.$$

Додавши отримані вирази, матимемо:

$$\frac{2}{f} = \frac{v_1 + v_2}{v_1 \cdot v_2}.$$

Підставивши відомі числові дані і врахувавши, що з умови задачі

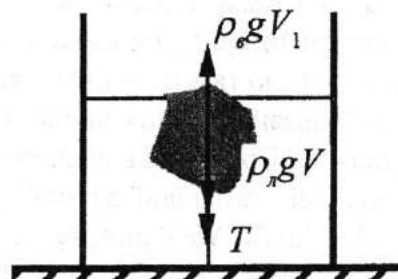
$$v_1 + v_2 = 9,$$

матимемо:

$$f = 4 \text{ см.}$$

Задача 3.

Спосіб 1



На лід діють сили тяжіння, натягу нитки та сила Архімеда.

Запишімо умову рівноваги шматка льоду:

$$\rho_n g V + T = \rho_w g V_1,$$

де ρ_n – густина льоду; V – об'єм льоду; ρ_w – густина води; V_1 – об'єм льоду, зануреного у воду.

Звідси маємо:

$$T = \rho_w g V_1 - \rho_n g V. \quad (1)$$

Оскільки маса води, отриманої з розталого льоду, дорівнює масі цього льоду, то:

$$\rho_n V = \rho_w V_w. \quad (2)$$

Зниження рівня води означає, що об'єми зануреної частини льоду і талої води пов'язані так:

$$V_1 = V_w + \Delta h S,$$

звідси, враховуючи (2), маємо:

$$V_1 = \frac{\rho_n V}{\rho_w} + \Delta h S.$$

Тоді (1) можна переписати так:

$$T = \rho_w g \left(\frac{\rho_n V}{\rho_w} + \Delta h S \right) - \rho_n g V = \rho_w g \Delta h S.$$

Обчислення дають:

$$T = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \times 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \times 0,005 \text{ м} \times 0,05 \text{ м}^2, \\ T = 2,5 \text{ Н}.$$

Спосіб 2

Розгляньмо ситуацію з ниткою, описану в задачі, у випадку звичайного вільного плавання льоду (нитка не натягнута):

$$\rho_n g V = \rho_w g V_2, \quad (1a)$$

де ρ_n – густина льоду; V – об'єм льоду; ρ_w – густина води; V_2 – об'єм льоду, зануреного у воду.

Враховавши рівність мас талої води та льоду ($\rho_n V = \rho_w V_w$), бачимо з (1a), що об'єм талої води дорівнює об'єму зануреної частини льоду, тобто танення льоду, який вільно плаває, не змінює рівень води у посудині.

Занурена частина льоду за наявності натягнутої нитки V_1 є більша, ніж під час звичайного вільного плавання V_2 , до того ж сила натягу T зрівноважує збільшення виштовхувальної сили Архімеда, яке, насамперед, залежить від того, у скільки збільшився об'єм зануреної частини льоду порівняно з випадком вільного плавання:

$$T = \rho_w g (V_1 - V_2). \quad (2a)$$

Зміну рівня води у посудині під час танення льоду можна визначити цією ж різницею об'ємів:

$$V_1 - V_2 = \Delta h S.$$

Із врахуванням цього (2a) набуде вигляду:

$$T = \rho_w g \Delta h S.$$

Обчислення дають:

$$T = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,005 \text{ м} \cdot 0,05 \text{ м}^2, \\ T = 2,5 \text{ Н}.$$

Задача 4.

Уведемо деякі позначення невідомих величин:

V_n – швидкість пішохода;

V_w – швидкість велосипедиста;

V_m – швидкість мотоцикліста;

t_1 – час руху пішохода до згаданої в умові проміжної точки між пунктами;

t_2 – час руху пішохода від згаданої в умові проміжної точки до пункту B;

x – шуканий час спізнення пішохода відносно велосипедиста.

Використовуючи умову задачі, запишімо систему рівнянь для цих невідомих:

$$V_n t_1 = V_w (t_1 - 2), \quad (1)$$

$$V_n t_1 = V_m (t_1 - 2,5), \quad (2)$$

$$V_n t_2 = V_w (t_2 - x), \quad (3)$$

$$V_n t_2 = V_m (t_2 - 1). \quad (4)$$

Знайдімо відношення лівих і правих частин рівнянь (1) і (3), щоб позбутися швидкостей:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{t_1 - 2}{t_2 - x}. \quad (5)$$

Аналогічно для рівнянь (2) і (4):

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{t_1 - 2,5}{t_2 - 1}. \quad (6)$$

Спростивши рівняння (5), отримаємо:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{2}{x}.$$

Аналогічно, спростивши (6), отримаємо:

$$\frac{t_1}{t_2} = 2,5.$$

З двох останніх рівнянь:

$$x = \frac{4}{5} \text{ год} = 48 \text{ хв.}$$

Задача 5.

Насамперед, покажемо, що жорсткість частини джгута не дорівнює його повній жорсткості.

Справді, уявивши собі легкий джгут як однакові послідовно з'єднані маленькі невагомні пружинки, матимемо, що результуюче видовження є сумою видовжень кожної з них.

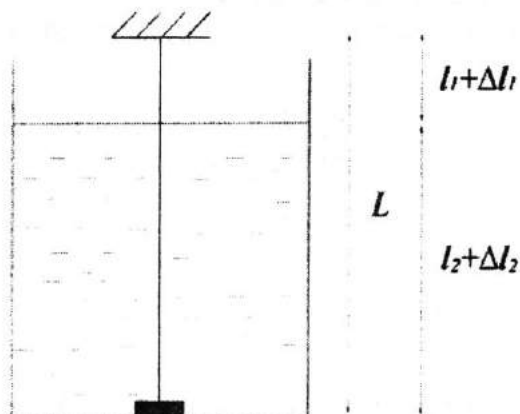
Водночас, оскільки сила пружності для всієї системи та будь-якої пружинки однакова, то жорсткість окремої частинки більша від жорсткості усього джгута у стільки разів, на скільки уявних частинок ми поділили джгут. Тобто, що менший кусок джгута ми розглядаємо, то його жорсткість більша – між довжиною джгута та його жорсткістю існує обернено пропорційна залежність.

Тому, якщо для всього джгута довжиною l_0 коефіцієнт жорсткості дорівнює k_0 , то для його частини довжиною x коефіцієнт жорсткості дорівнюватиме

$$\frac{k_0 l_0}{x}.$$

Зобразимо на малюнку ситуацію з водою, коли відбувається відрив вантажа.

Тут і надалі індекс 1 стосується частини джгута у повітрі, а 2 – у воді.



Враховуючи встановлену вище залежність жорсткості від довжини джгута, маємо для коефіцієнтів жорсткості сухої та вологої частин джгута:

$$\begin{aligned} k_1 &= \frac{k_0 l_0}{l_1}, \\ k_2 &= \frac{k_0 l_0}{l_2}. \end{aligned} \quad (1)$$

Джгут на $5/6$ занурений у воду, тому:

$$l_1 + \Delta l_1 = \frac{L}{6}. \quad (2)$$

Довжина частин дорівнює повній довжині джгута:

$$l_1 + l_2 = l_0 \quad (3)$$

9 клас

Умову відриву вантажу від дна (сила пружності дорівнює вазі вантажу у воді) можна записати двоюкою:

$$k_1 \Delta l_1 = F, \quad (4)$$

$$k_2 \Delta l_2 = F. \quad (5)$$

Виразивши Δl_1 з рівності (4), використаємо (1) і запишемо (2) так:

$$l_1 + \frac{Fl_1}{k_0 l_0} = \frac{L}{6}. \quad (6)$$

З умови задачі очевидно, що довжина нерозтягнутого джгута буде:

$$l_0 = L - \Delta l = 1,95 \text{ м.}$$

Тоді зі співвідношення (6) знайдемо:

$$l_1 = \frac{Lk_0 l_0}{6(k_0 l_0 + F)} = 0,32 \text{ м.}$$

Далі, з рівності (3) маємо:

$$l_2 = l_0 - l_1 = 1,63 \text{ м.}$$

Зі співвідношення (4), враховуючи (1), маємо, що

$$\Delta l_1 = 0,01 \text{ м.}$$

Під час наливання води сумарне видовження джгута не змінюється:

$$\Delta l = \Delta l_1 + l_2 = 0,05,$$

тому

$$\Delta l_2 = 0,05 - \Delta l_1 = 0,04 \text{ см.}$$

Зі співвідношення (5), враховуючи (1), маємо, що

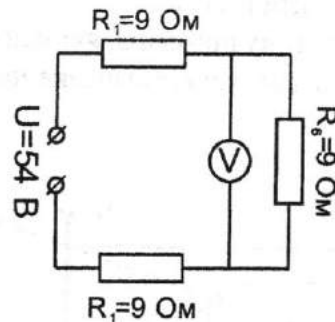
$$k = \frac{Fl_2}{\Delta l_2 l_0}.$$

Підставивши знайдені раніше числові значення, отримаємо:

$$k \approx 125 \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

Задача 1.

Еквівалентне коло матиме вигляд, який зображено на малюнку:



Тут опір R_6 буде:

$$R_6 = \frac{\frac{R_5}{2} + 2R_2}{2} = 9 \text{ Ом.}$$

Тоді струм у колі становитиме:

$$I = \frac{54}{27} = 2 \text{ А,}$$

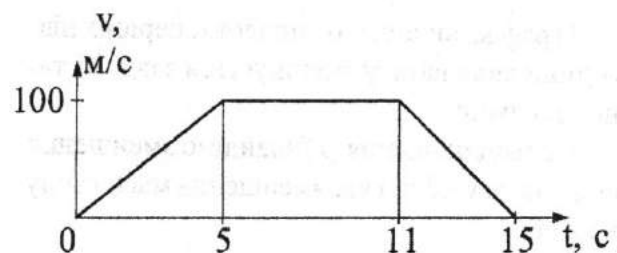
напруга на резисторі R_6 буде:

$$U = 2 \cdot 9 = 18 \text{ В.}$$

Вольтметр показуватиме 18 В.

Задача 2.

Графік швидкості автомобіля зображено на малюнку:



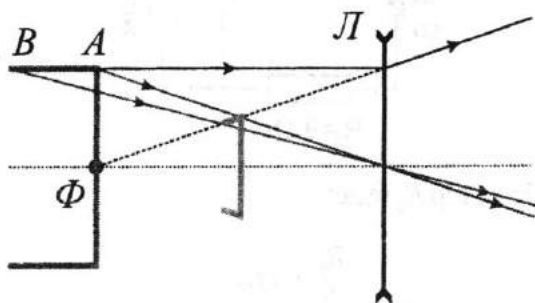
Оскільки пройдений шлях дорівнює площі під кривою швидкості, то автомобіль подолав

$$S = \frac{5 \cdot 100}{2} + 6 \cdot 100 + \frac{4 \cdot 100}{2} = 1050 \text{ м.}$$

Задача 3.

Для побудови зображення розглянемо дві характерні точки A і B та побудуємо промені, які проходять через оптичний центр лінзи та паралельно до оптичної осі.

Точки перетину променів, які заломились у лінзі, дадуть нам уявне, зменшене зображення.


Задача 4.

Спроектувавши на вертикальну вісь сили, що діють на лід, запишемо для проекцій:

$$T = \rho_s g \left(\frac{m_a}{\rho_a} + \frac{m_c}{\rho_c} \right) - (m_a + m_c) g$$

або

$$T = g \left[m_a \left(\frac{\rho_s}{\rho_a} - 1 \right) + m_c \left(\frac{\rho_s}{\rho_c} - 1 \right) \right], \quad (1)$$

де T – сила натягу нитки.

З графіка видно, що упродовж перших півгодини сила натягу зменшується завдяки таненню льоду.

Зі співвідношення (1) знайдемо зменшення сили натягу ΔT під час зменшення маси льоду на Δm_a :

$$\Delta T = g \left(\frac{\rho_s}{\rho_a} - 1 \right) \Delta m_a. \quad (2)$$

Знайдемо потужність нагрівника, врахувавши співвідношення (2):

$$N = \frac{\lambda \Delta m_a}{\Delta t} = \frac{\lambda}{g} \cdot \frac{\rho_a}{(\rho_s - \rho_a)} \cdot \frac{\Delta T}{\Delta t} =$$

$$= \frac{334000}{10} \cdot \frac{900}{(1000 - 900)} \cdot \frac{0,3}{0,5 \cdot 3600} = 50,1 \text{ Вт.}$$

Стрибокподібна зміна сили натягу, очевидно, відповідає випаданню з льоду свинцевої кульки.

До того ж, як видно з (1), сила натягу мала б змінитись на величину:

$$\Delta T_2 = g m_c \left(1 - \frac{\rho_s}{\rho_c} \right).$$

Звідси маса свинцевої кульки дорівнює:

$$m_c = \frac{\Delta T_2}{g \left(1 - \frac{\rho_s}{\rho_c} \right)} = \frac{0,5}{10 \left(1 - \frac{1000}{7800} \right)} = 57,4 \text{ г.}$$

Підставивши масу кульки в рівняння (1), знайдемо початкову масу льоду:

$$m_a = \left[\frac{T}{g} - m_c \left(\frac{\rho_s}{\rho_c} - 1 \right) \right] \frac{\rho_a}{\rho_s - \rho_a} =$$

$$= \left[\frac{0,6}{10} - 0,057 \left(\frac{1000}{7800} - 1 \right) \right] \frac{900}{1000 - 900},$$

$$m_a = 990 \text{ г.}$$

Отже, потужність нагрівника дорівнює 50,1 Вт, а маса льоду в початковий момент часу – 990 г.

10 клас

Задача 5.

Під час наливання у склянку олії масою m вона занурюється у воду на додатковий об'єм V . Знайдімо об'єм із умови рівноваги сили тяжіння і сили Архімеда:

$$V = \frac{m}{\rho_e}$$

Позначмо швидкість вливання олії μ .

Тоді за одиницю часу склянка занурюватиметься у воду на додатковий об'єм:

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\mu}{\rho_e}$$

Звідси швидкість руху склянки відносно поверхні води v_1 буде:

$$v_1 = \frac{\mu}{S\rho_e} = \frac{4\mu}{\pi d^2 \rho_e},$$

де S і d – площа перерізу та діаметр склянки, відповідно.

Водночас швидкість збільшення рівня води у посудині v_2 дорівнює:

$$v_2 = \frac{4\mu}{\pi D^2 \rho_e},$$

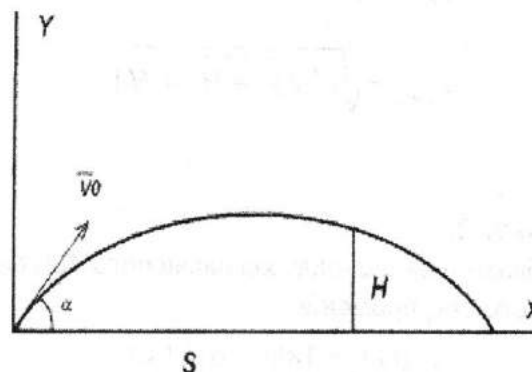
де D – діаметр дна посудини.

Тоді швидкість руху склянки відносно стінок посудини:

$$\begin{aligned} v &= v_1 - v_2 = \frac{4\mu}{\pi\rho_e} \left(\frac{1}{d^2} - \frac{1}{D^2} \right) = \\ &= \frac{4 \cdot 20}{3,14 \cdot 1} \left(\frac{1}{7^2} - \frac{1}{9^2} \right) \approx 2,1 \frac{\text{мм}}{\text{с}}. \end{aligned}$$

Отже, швидкість руху склянки відносно посудини становить 2,1 мм/с.

Задача 1.



Запишімо рівняння руху м'яча:

$$\begin{cases} x = V_0 \cos \alpha t, \\ y = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}. \end{cases}$$

Рівняння траєкторії:

$$y(x) = x \cdot \text{tg} \alpha - \frac{gt^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha},$$

$$H = S \cdot \text{tg} \alpha - \frac{gS^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha},$$

$$V_0^2 = \frac{gS^2}{2(S \cdot \text{tg} \alpha - H) \cos^2 \alpha}.$$

Дріб мінімальний, якщо знаменник максимальний:

$$\begin{aligned} &2(S \cdot \text{tg} \alpha - H) \cos^2 \alpha = \\ &= S \sin 2\alpha - H(1 + \cos 2\alpha) = \\ &= -H + \sqrt{S^2 + H^2} \left(\frac{S}{\sqrt{S^2 + H^2}} \sin 2\alpha - \right. \\ &\quad \left. - \frac{H}{\sqrt{S^2 + H^2}} \cos 2\alpha \right). \end{aligned}$$

$$V_{0\min}^2 = \frac{gS^2}{\sqrt{S^2 + H^2} - H} = g(\sqrt{S^2 + H^2} + H).$$

$$V_{0\min} = \sqrt{g(\sqrt{S^2 + H^2} + H)}.$$

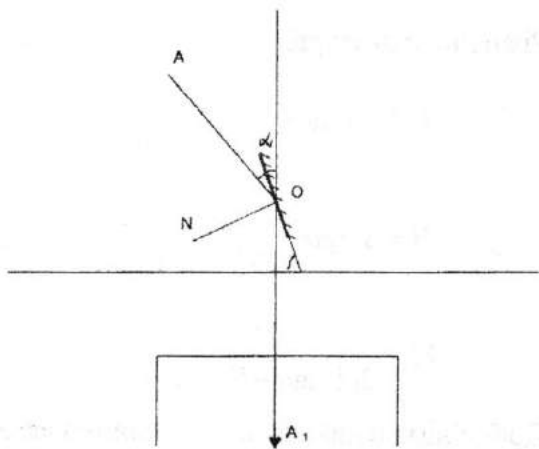
Задача 2.

Зобразимо на малюнку хід падаючого AO і відбитого OA_1 променів.

$$\angle AOA_1 = 180^\circ - \alpha = 140^\circ.$$

Нормаль ON до площини дзеркала в точці падіння сонячного променя утворює з вертикаллю кут:

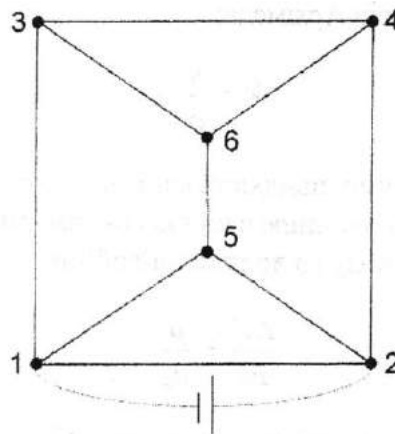
$$\angle NOA_1 = 1/2 \angle AOA_1 = 70^\circ.$$



Цей кут дорівнює шуканому β (кути із взаємно перпендикулярними сторонами), тобто $\beta = 70^\circ$.

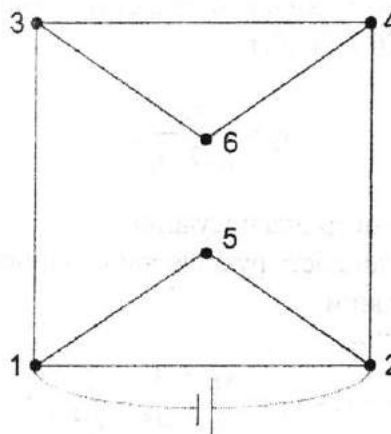
Задача 3.

Зобразимо центральне з'єднання дроту у вигляді двох вузлів, з'єднаних дротом 5–6, як на мал. 1:



Мал. 1.

Тоді з уявлення симетрії випливає, що струм по ньому не тече. Тому у вихідній схемі центральне з'єднання можемо забрати, і ми отримаємо схему мал. 2:



Мал. 2.

За умовою задачі:

$$R_{12} = R_{13} = R_{34} = R_{24} = r,$$

$$R_{15} = R_{25} = R_{36} = R_{46} = \frac{r}{\sqrt{2}}.$$

Нехай напруга між точками 1 і 2 дорівнює U . Тоді за одиницю часу на ділянці 1–2 виділиться теплота:

$$Q_{12} = \frac{U^2}{r}.$$

Із закону Ома отримуємо силу струму, що протікає ділянкою 3–4:

$$I_{34} = \frac{U}{r(\sqrt{2} + 3)}.$$

За одиницю часу на ділянці 3–4 виділиться кількість теплоти:

$$Q_{34} = I_{34}^2 r = \frac{U^2}{r(\sqrt{2} + 3)^2}.$$

Отже, шукане відношення дорівнює:

$$\frac{Q_{12}}{Q_{34}} = (\sqrt{2} + 3)^2 = 11 + 6\sqrt{2}.$$

Задача 4.

1 моль – кількість речовини, яку вимірюють числом структурних елементів (молекул, атомів, йонів), що дорівнює числу Авогадро:

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}.$$

Площа України дорівнює $603\,628 \text{ км}^2$ або заокруглимо – $6 \cdot 10^{17} \text{ мм}^2$.

Це означає, що на кожен квадратний міліметр території припадатиме понад мільйон комарів. І це з водоймищами і містами.

Таке – неможливо!

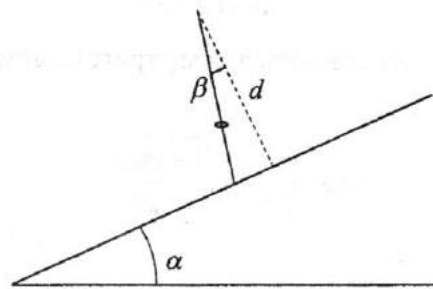
Задача 5.

Якби спиця була розміщена вертикально, кільце мало б максимальне пришвидшення:

$$a = g.$$

Однак, шлях, що проходить кільце до площини був би більшим від шляху, що пройде кільце по спиці, нахилений вправо.

Тому при певному розміщенні спиці (див. мал.) час руху кільця до площини буде мінімальним.



Знайдімо це розміщення.

Нехай кут нахилу спиці до перпендикуляра, що опущений на площину, дорівнює β (див. мал.).

Тоді, очевидно, кут нахилу спиці до горизонту дорівнює:

$$90^\circ - (\alpha - \beta).$$

З цього випливає, що пришвидшення кільця a є:

$$a = g \sin(90^\circ - (\alpha - \beta)) = g \cos(\alpha - \beta), \quad (1)$$

а шлях, що воно проходить (який дорівнює довжині спиці), l буде:

$$l = \frac{d}{\cos \beta}. \quad (2)$$

Тому із закону рівношвидшеного руху маємо для часу руху кільця до площини:

$$\begin{aligned} t &= \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2d}{g \cos \beta \cos(\alpha - \beta)}} = \\ &= \sqrt{\frac{4d}{g [\cos \alpha + \cos(\alpha - 2\beta)]}}. \end{aligned} \quad (3)$$

Із формули (3) отримуємо, що час руху (3) як функція кута β мінімальний, якщо максимальний

$$\cos(\alpha - 2\beta)$$

або

$$\beta = \frac{\alpha}{2}. \quad (4)$$

Звідси для довжини спиці отримаємо:

$$l = \frac{d}{\cos(\alpha/2)}.$$

Використовуючи відому тригонометричну формулу:

$$\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \sqrt{\frac{1 + \cos \alpha}{2}},$$

знаходимо:

$$l = \sqrt{\frac{6}{5}} d.$$

II клас

Задача 1.

Оскільки провідник розміщений під кутом α до напрямку вектора магнетної індукції, то формулу для сили Ампера запишемо так:

$$F = BIl \sin \alpha.$$

Далі знаходимо силу струму у провіднику:

$$I = \frac{F}{Bl \sin \alpha}.$$

Задача 2.

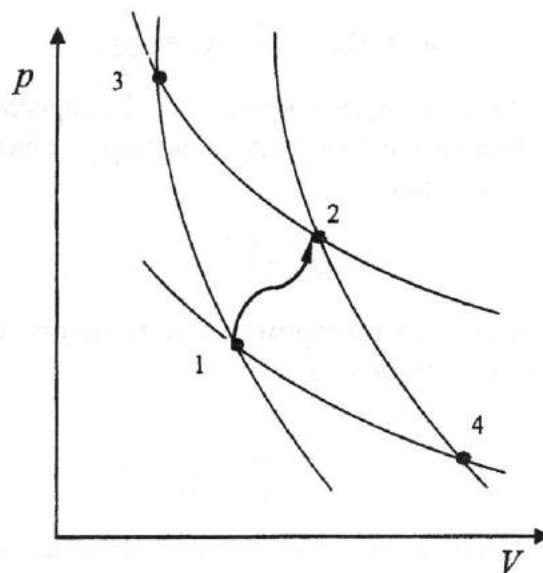
Розмістімо початок системи координат на дошку і відносно неї розглядатимемо рух кулі.

У цьому випадку відносна швидкість кулі дорівнюватиме:

$$V_e = v_0 + v_1.$$

Запишімо закон збереження енергії:

$$\frac{mV_e^2}{2} = Fd + \frac{mv_2^2}{2}.$$



Звідси,

$$v_2 = \sqrt{\frac{2}{m} \left(\frac{m(v_0 + v_1)^2}{2} - Fd \right)}.$$

У системі відліку, пов'язаній із Землею, швидкість кулі дорівнюватиме:

$$\sqrt{\frac{2}{m} \left(\frac{m(v_0 + v_1)^2}{2} - Fd \right)} - v_1.$$

Задача 3.

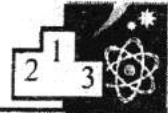
Нехай довжина маятника дорівнює d .

Тоді період коливань:

$$T = \frac{N}{\nu} = 2\pi \sqrt{\frac{d}{g}}.$$

Звідси,

$$d = \frac{gN^2}{4\pi^2 \nu^2} = 1 \text{ м.}$$



Довжина маятника на плівці $l \ll d$.

Отже, шукана відстань буде $L \gg F$.

Це означає, що зображення розміщене дуже близько до фокуса, і можна вважати, що відстань від об'єктива до плівки дорівнює F .

Отже,

$$\frac{d}{L} \approx \frac{l}{F}.$$

Відстань, з якої знімали коливання математичного маятника, дорівнює:

$$L \approx \frac{Fd}{l} = \frac{FgN^2}{4\pi^2\nu^2 l} = 7 \text{ м.}$$

Задача 4.

На малюнку зображено pV -діаграму станів газу з відповідними температурами.

Проведімо через точки 1 і 2 ізотерми та адіабати.

Позначмо їх перетин точками 3 та 4.

Із умови задачі випливає, що процес $1 \rightarrow 2$ можливий за умови, що точка 2 є праворуч від адіабати, яка проходить через точку 1.

Отже, графік довільного процесу $1 \rightarrow 2$ лежить у середині циклу $1 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 1$.

Позначмо через Q_{12} , Q_{132} , Q_{142} кількість теплоти, яка передається газу в процесах $1 \rightarrow 2$; $1 \rightarrow 3 \rightarrow 2$; $1 \rightarrow 4 \rightarrow 2$, відповідно.

Розгляньмо процес $1 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1$.

У цьому процесі газ спочатку одержує теплоту Q_{132} , а тоді віддає Q_{12} , виконуючи роботу:

$$Q_{132} - Q_{12}.$$

Чисельно робота дорівнює площі фігури обмеженої лініями $1 \rightarrow 2$, $2 \rightarrow 3$ та $1 \rightarrow 3$.

Оскільки площа фігури не може бути від'ємною, то

$$Q_{132} > Q_{12}.$$

Розгляньмо процес $1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 1$.

У цьому випадку робота дорівнює:

$$Q_{12} - Q_{142} > 0.$$

Отже,

$$Q_{12} > Q_{142}.$$

З отриманих нерівностей маємо:

$$Q_{142} \leq Q_{12} \leq Q_{132}.$$

Звідси, мінімальна кількість теплоти, яка передається газу в довільному процесі $1 \rightarrow 2$ дорівнює:

$$Q_{\min} = Q_{142},$$

а максимальна кількість теплоти:

$$Q_{\max} = Q_{132}.$$

Щоб знайти Q_{\max} , потрібно розглянути цикл

Карно $1 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 1$.

ККД циклу дорівнює:

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\min}}{Q_{\max}} = 1 - \frac{T_1}{T_2}.$$

Отже,

$$Q_{\max} = \frac{T_2}{T_1} \cdot Q_{\min}.$$

Задача 5.

Розгляньмо процедуру заряджання маленьких конденсаторів.

Наприклад, можна спочатку всі маленькі конденсатори з'єднати паралельно, а тоді під'єднати їх до великого конденсатора.

У такому випадку напруга між обкладками великого конденсатора буде:

$$U = \frac{Q}{C + N \frac{C}{N}} = \frac{Q}{2C}.$$

Заряд, який набуває батарея, дорівнює:

$$\frac{Q}{2}.$$

За такого способу заряджання заряд великого конденсатора ділиться навпіл.



Розгляньмо ефективніший спосіб заряду батареї конденсаторів: зарядімо окремо маленькі конденсатори від великого, а тоді з'єднаймо їх паралельно.

Спершу знайдемо напругу і заряд великого конденсатора після приєднання до нього одного малого конденсатора:

$$U_1 = \frac{Q}{C+c_1} = \frac{Q}{C+\frac{C}{N}},$$

$$Q_1 = CU_1 = \frac{Q}{1+\frac{1}{N}}.$$

Якщо зарядити другий конденсатор, то напруга і заряд на великому конденсаторі будуть:

$$U_2 = \frac{Q_1}{C+\frac{C}{N}},$$

$$Q_2 = CU_2 = \frac{Q_1}{1+\frac{1}{N}} = \frac{Q}{\left(1+\frac{1}{N}\right)^2}.$$

Оскільки $N \sim 1000$, то можна записати:

$$\left(1+\frac{1}{N}\right)^N \approx 2,72.$$

Отже, заряд великого конденсатора буде:

$$\frac{Q}{2,72},$$

а повний заряд на маленьких конденсаторах:

$$q = Q - \frac{Q}{2,72} \approx 0,63Q.$$

Перша у світі рентгенографія живих клітин

Німецькі науковці дослідницького центру з вивчення фізики частинок DESY (Німеччина) розробили технологію рентгенографії живих клітин, завдяки якій можна більше дізнатися про їхню структуру і функціональність порівняно з традиційними методами дослідження. На відміну від останніх, рентгенографія дає змогу залишати клітини живими і не застосовувати хемічні речовини.

Методика дослідження клітин за допомогою м'якого рентгенівського випромінювання¹ науці відома. Розробка німецьких учених вперше уможливила використання жорстких рентгенівських променів², які характеризуються малою довжиною хвилі та мають значну проникну здатність. Під час експерименту було вирощено ракові клітини в субстраті нітриду кремнію, через який рентгенівські промені проникають слабо. Після цього клітини піддали дії рентгенівських променів упродовж 0,05 секунди, щоб уникнути їхнього пошкодження.

Хемічний вплив зазвичай передбачає "замороження" органел і білків клітини. З одного боку, за допомогою цього можна створити зображення, з іншого, це призводить до незначних змін внутрішньої структури, що певним чином обмежує вчених у дослідженні клітин. Відсутність "заморожування" дає змогу визначити та уникнути змін, які викликає хемічний процес.

На думку вчених, завдяки використанню жорстких рентгенівських променів можна дізнатися, чи змінюється структура клітини під час підготовки зразка. Це дуже важливо через появу і розвиток різних дослідницьких методів, що дають змогу створювати зображення високої роздільної здатності.

¹М'яке рентгенівське випромінювання – від 10 до 0,1 нм.

²Жорстке рентгенівське випромінювання – від 0,1 до 0,01 нм.



Що цікавого буде в світі фізики 2014 року

2013-ий увійде в історію як рік, коли Нобелівську премію з фізики отримали Пітер Гігс (Peter Higgs) і Франсуа Енглерт (Francois Englert) за теоретичне відкриття механізму, що допоміг зрозуміти походження мас субатомних частинок, і який нещодавно підтвердили відкриттям передбачуваної елементарної частинки експериментами ATLAS і CMS у ЦЕРНі на Великому адронному колайдері. Премію учені отримали лише після того, як 2012 року дослідники в ЦЕРНі оголосили про відкриття частинки, яку називають частинкою Гігса або частинкою Бога.

Які будуть найважливіші події у фізиці 2014 року, і кого з претендентів на отримання Нобелівської премії з фізики очікувати нам цього року?

Фізики та інженери у ЦЕРНі й надалі будуть посилено працювати над модернізацією Великого адронного колайдера (LHC) та його основних експериментів ATLAS і CMS. Колайдер нині зупинили, там здійснюють ремонт, який сподіваються дасть змогу зіштовхувати протони з сумарною енергією майже у двічі більшою від попереднього значення. Дослідження планують продовжити 2015 року.

Продовжуватимуться наукові дослідження й на інших об'єктах Великого адронного колайдера у ЦЕРНі.

У другій половині 2014 року відновлять роботу на протонному синхротроні (PS) і суперпротонному синхротроні (SPS). Запустять новий проект NA62 (названий так тому, що той розташований у "Північному районі" ЦЕРНу).

У межах цього проекту шукатимуть крихітні "квантові флуктуації" в одному конкретному виді розпаду частинок.

Також у ЦЕРНі проводитимуть ще два нові експерименти на існуючому сповільнювачі антипротонів (AD).

У серпні започаткують нові експерименти, які будуть спеціально призначені для вимірювання гравітаційного тяжіння Землі на антиматерії.

У 2014 році проведуть серію захопливих місій у галузі космічної науки і астрономії, де очікують одержати позитивні результати. Китайські науковці досліджуватимуть місячну поверхню, зокрема вивчатимуть склад ґрунту Місяця.

Восени очікують дослідження місії Національного космічного агентства Америки (НАСА) з атмосфери Марса, а також результати з досліджень за допомогою зонда Індійської організації космічних досліджень.

Щодо Європейського космічного агентства (ЄКА), його також чекає напружений рік. Серед інших, європейські дослідники вивчатимуть морський лід в Арктиці й карту земної поверхні, зокрема ліси, води і ґрунти. Восени ЄКА планує місію польоту до комети. Політ триватиме понад 10 років. Це буде така перша місія.

Також очікують більше досліджень темної матерії, зокрема дослідження з великого підземного Ксенон (LUX) детектора, який розташований на глибині 1500 м у Сенфордському підземному дослідницькому центрі в Південній Дакоті (США).



Більшість фізиків продовжуватиме дослідження в галузі медичної фізики та оптики для нанотехнологій і напівпровідників.

Сподіваються 2014 року побачити безперервний потік захопливих результатів, використовуючи графен, один атом завтовжки листа вуглецю (найміцніший матеріал, який недавно виявлено), може нести струми з щільністю в один мільйон разів більше, ніж мідь.

Прогнозують, що цей матеріал використовуватимуть уперше в сенсорному екрані комерційно доступного смартфона, наприклад, у Samsung або Apple.

*Красою фізики є те,
що ви ніколи не знаєте, що за рогом.*

*За матеріалами журналу
"Physics World"*

А ЩО ДАЛІ ? ...

Учені ЦЕРНа хочуть побудувати новий гігантський кільцевий колайдер, який назвали "Майбутній кільцевий колайдер" (FCC – Future circular collider). Планують побудувати до 2024 року пришвидшувач з кільцем довжиною від 80 до 100 км.

Потужність майбутнього пришвидшувача буде досягати 100 тераелектронвольт (TeV). Максимальну потужність Великого адронного колайдера, на яку планують вийти 2015 року, становитиме 14 TeV.

На будівництво Великого адронного колайдера витратили майже 10 мільярдів доларів та сім років праці величезної кількості учених, інженерів та інших працівників з різних країн світу. Скільки потрібно коштів на новий проект та скільки часу для побудови колайдера невідомо.

Дослідники в найближчі п'ять років хочуть вивчити й інші варіанти, зокрема створення лінійного колайдера CLIC з використанням нових технологій пришвидшення.

У Росії, у м. Дубні в Інституті ядерних досліджень, також створюють новий колайдер. Назвали його НКА (Nuclotron-based Ion Collider facility) або "богиня Перемоги". Периметр кільця колайдера становить 500 метрів.

На колайдері проводитимуть експерименти із фізики важких йонів. Дослідники планують досліджувати формування з кварків і глюонів частинок баріонної матерії. Планують запустити перший етап проекту НКА за два роки. А до 2017 року запустити в роботу увесь комплекс.

На кордоні США і Канади будують лабораторію Фермі, де проводитимуть дослідження з виявлення та вивчення елементарних частинок. Будівництво детекторів ще не завершено, та вже проведено перші дослідження. Науковці (у межах експерименту NOvA) ще 2013 року зареєстрували перші нейтрино. У проекті, що розрахований на 6 років, беруть участь 208 учених з 38 наукових інституцій. Головним завданням проекту є дослідження нейтринних осциляцій. Відомо, що нейтрино є трьох видів (електронні, мюонні і τ -нейтрино). Під час руху нейтрино може змінювати свій вид (нейтронні осциляції). Саме параметри цих змін хочуть отримати експериментально.

У Японії хочуть побудувати свій пришвидшувач елементарних частинок – Міжнародний лінійний колайдер (ILC). Проект передбачає побудувати до 2020 року 30-кілометровий прямий тунель, де будуть розганятися електрони і позитрони майже до швидкості світла. Передбачають, що на реалізацію цього проекту потрібно майже 9 мільярдів доларів.



ЗНАЙТИ ПОТРІБНИЙ ШЛЯХ

Хрептак Олександр,

Львівський національний університет імені Івана Франка

Подорожуючи автомобілем, водій керується дорожніми знаками, використовує карти або атласи. Плануючи сходження на гору, мандрівник бере з собою компас.

Сьогодні люди для визначення свого місцезнаходження крім традиційних засобів використовують GPS-навігатор.

У деяких видів птахів здатність до навігації вроджена. Наприклад, лелеки з настанням осені покидають місця свого гніздування та перелітають у теплі краї. Навесні, долаючи сотні кілометрів, щоразу повертаються додому. Ймовірно, ці птахи орієнтуються за магнетним полем Землі.

Також деякі тварини можуть безпомилково обирати потрібний напрямок, використовуючи інші засоби. Наприклад, кажани орієнтуються за допомогою ультразвукової ехолокації (частотою майже 70 кГц).



Лелека має вроджену здатність до навігації за допомогою магнетного поля Землі

Сучасні засоби навігації стали для нас настільки звичними, що ми навіть не думаємо про те, як могли колись орієнтуватися у просторі моряки та мандрівники. Насправді ж, навігація існувала ще від тих часів, коли первісна людина почала полювати на тварин. Адже завданням мисливця було не лише ввій-

мати здобич, а й повернутися до свого племені. Спершу за орієнтири були різні об'єкти природи, наприклад, ріки, гори, дерева, каміння тощо. Та все це було не надійно і давало змогу орієнтуватися на обмеженій території.

У давні часи люди змушені були постійно кочувати, шукаючи їжу, освоювали нові родючі землі та нові території для полювання і рибальства. До того ж, зміну поселення могли викликати різні кліматичні чинники: виверження вулканів, розлив рік, або ж напад тварин чи агресія з боку інших племен.

Спостереження за певними явищами у природі та їхня систематизація й узагальнення, давали змогу приблизно орієнтуватися у просторі. Насамперед орієнтиром було Сонце. За ясної погоди вночі Місяць та зорі слугували людям дороговказом.

Виникли ремесло і торгівля. Люди ведуть осіле життя. Та значення навігації не зменшилося. Адже треба було створювати торгові маршрути. Їх фіксують на перших мапах, які мали вигляд схем з різними символами.

Людина завжди була дуже допитлива. У ті давні часи ця її характерна особливість стала причиною нових і нових відкриттів.

Будівництво перших плотів і човнів давало змогу подорожувати на воді. Спершу такі мандрівки здійснювали тільки уздовж берегів, бо відпливати ставало небезпечно. Характерні точки на суші (ріки, гори тощо) постійно мали бути у полі зору мандрівників. Якщо таких об'єктів не було, то ті, хто залишався на березі, розпалювали великі багаття, що давали багато диму та слугували орієнтирами.

Сміливі фінікійці, відпливаючи далі від берега вглиб моря, орієнтувалися за Сонцем. Також моряки почали використовувати астрономічні знання, адже, як з'ясувалося, зорі є



стабільним навігаційним засобом. Астронавігація була основним методом орієнтування упродовж сотень років і на морі, і на суші. Процес визначення координат за допомогою зір складний. Для вимірювання кутів між зорями треба було мати спеціальні прилади. Точність методу була обмежена. Він міг стати в нагоді лише вночі та за ясної погоди, що було великим недоліком.

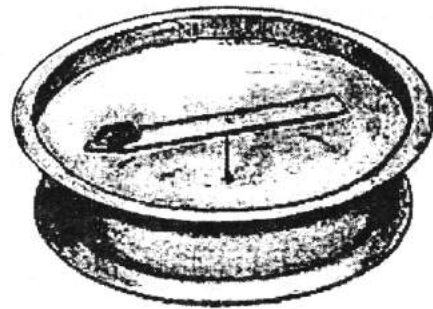
У стародавніх сагах вікінгів розповідається про таємничий сонячний камінь – “Соларстейн”, за допомогою якого вони могли “бачити” Сонце не лише тоді, коли небо було затягнуте хмарами, а й тоді, коли світило вже зайшло за горизонт! Містика? Ні!

Учені висловили гіпотезу, що “сонячний камінь” – це ісландський шпат. Кристал має цікаву властивість – двозаломлення світла. Проходячи крізь кристал цього мінералу, світловий промінь поляризується і розщеплюється на два промені з різною поляризацією. Для його використання вікінги на одну з граней кристала наносили мітку і розглядали її, повертаючи кристал, намагаючись вловити момент, коли позначка подвоїться. Це відбувалося тоді, якщо бокова поверхня кристала розташовувалася перпендикулярно до сонячних променів. Кристал вловлював слабке світло, невидиме для неозброєного ока.

Винайдення магнетного компасу стало значним кроком уперед. Ще до Різдва Христового його використовували у Китаї. В Європі компас з’явився у XIII ст. Спершу це була посудина з водою, у якій плавала дерев’яна дощечка, з прикріпленим до неї шматочком магнетного мінералу. Та під час шторму покладатися на покази такого приладу не можна було. Що цікаво, деколи через збої у роботі компаса, мандрівники відкривали нові землі!

Згодом прилад удосконалили – його зробили герметичним, воду замінили на масло, а замість дерев’яної стрілки почали використовувати металеву. Рідинний компас, поряд із

гірокомпасом, на кораблях використовують досі, адже звичайний компас може працювати тільки у горизонтальному положенні, досягнути якого на морі буває складно.



Компас, який могли використовувати давні моряки

Як прокласти курс корабля? Компас не здатен розв’язати усі проблеми: для визначення місцеперебування корабля на карті, треба знати його координати. Це було важко. Однак винахідливий розум людини зумів впоратися навіть з ним.

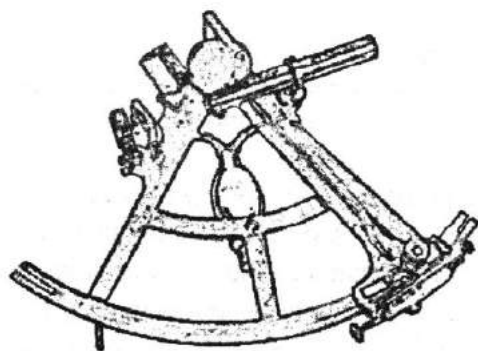
Відстань від екватора у градусах, тобто широту, визначали за нахилом та висотою над горизонтом певних небесних світил, використовуючи спеціальні таблиці. Точність вимірювань забезпечували навігаційні прилади. Розвиток науки сприяв створенню точніших інструментів.

Спершу це був примітивний кутомірний пристрій – посох Якова (названий на честь покровителя мандрівників – св. Якова). Це була пряма рейка з рухомою перпендикулярною перемичкою. Щоб виміряти висоту світила (Сонця чи якоїсь зорі), спостерігач один кінець основної рейки притуляв до щоки і рухав перемичку, щоб світило було видно на верхньому її краю, а горизонт – на нижньому. Відлік здійснювали за шкалою на рейці. За допомогою спеціальної таблиці можна було перейти до градусної величини.



*Посох Якова для визначення широти,
на якій перебував корабель*

Удосконалення цього приладу призвело до винайдення квадранта та секстанта.



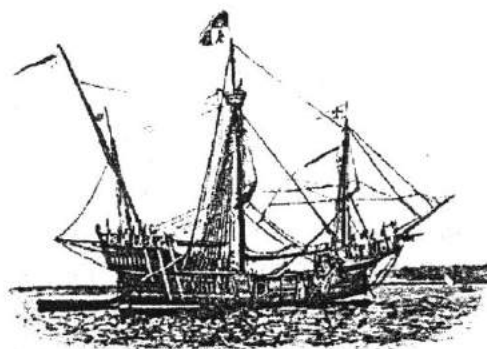
Секстант

Дуже важливим та унікальним навігаційним інструментом була астролябія, відома ще з античних часів. Використовували її не лише для визначення географічної широти. Це був справжній комп'ютер середньовічного астронома. Існувало понад 1000 способів використання астролябії! Зокрема: астрономічні вимірювання, визначення напрямку, часу, складні математичні розрахунки тощо.



Астролябія

Крім цих навігаційних інструментів було винайдено й багато інших. Розвиток засобів орієнтування, з одного боку, сприяв відкриттю нових земель, з іншого – прагнення досліджувати невідоме стимулювало розвиток методів та пристроїв для навігації.



*Santa Maria – один із кораблів експедиції
Х. Колумба. Відкриття Америки було
б неможливим без використання
навігаційних приладів*

Шотландський фізик Джеймс Максвелл (James Maxwell, 1831–1879) 1867 року математично передбачив існування електромагнетних хвиль. Він запропонував рівняння, які описують поширення світлових та радіохвиль у просторі, як хвиль електромагнетизму. А німецький фізик Генріх Герц (Heinrich Hertz,



1857–1894) 1887 року експериментально підтвердив теорію Максвела, отримавши у своїй лабораторії радіохвилі сантиметрового діапазону. Винайдення безпроводного телеграфу (радіо) можна вважати одним із найбільших досягнень науки кінця XIX – початку XX ст.

Перші ідеї використати радіохвилі для керування приземленням літаків сягають 1904 року. А практичне розроблення та використання таких систем розпочали 1932 року. Саме тоді німецька компанія Lorenz A. G. розробила радіонавігаційну систему сліпого приземлення літаків.

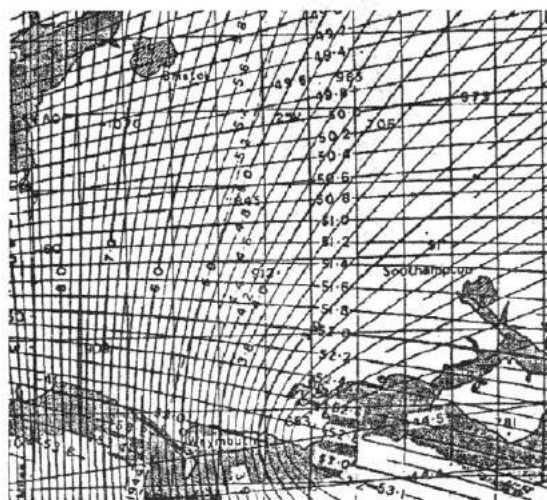
Дві антени спрямованої дії передавали два різні сигнали крапка/тире. Коли літак летів по центру між цими радіосигналами, то пілот чув рівномірний звук. Якщо відхилився праворуч чи ліворуч, то було чути сигнал точка/тире або тире/точка, відповідно. В абетці Морзе $\cdot = A$ і $- = N$. Тому цей метод навігації назвали A–N-системою.

Використовували також системи із чотирма антенами, які по чергово передавали сигнали A/N – у двох зонах пілот чув сигнал A, а ще у двох – N. У зоні перекриття усіх сигналів – рівномірний та безперервний звук.

Початок Другої світової війни поставив для вчених нові завдання – треба було розробити надійні та точні системи навігації для кораблів у морі та літаків у повітрі. Британську систему з кодовою назвою Gee (інша назва – AMES Type 7000), яку використовували Королівські повітряні сили, було розроблено 1942 року спеціально для ведення нічних бомбувань німецьких військових баз.

Це була перша так звана гіперболічна система навігації. Вона містила один головний радіомаяк (“Майстер”) та два додаткові (“раби”), які розміщували уздовж побережжя на відстані 160 км один від одного. Їхня робота була синхронізована так, що вони випроміню-

вали складну послідовність імпульсів. На борту літака був спеціальний приймач, яким вимірювали різницю надходження імпульсів від цих маяків. За допомогою спеціальної карти-сітки Європи (звідки й назва системи – gee – перша літера англ. слова *greed* – сітка), визначали місце перебування з похибкою до 10 км на віддалі 650–1000 км від передавачів.



Карта-сітка, яку використовували для визначення координат у системі навігації Gee

Значним недоліком британської системи було те, що радіосигнали можна легко заглушити. Німецькі війська почали використовувати потужні передавачі перешкод, які назвали Heimgich. Gee було нейтралізовано на європейському континенті.

Розпочали розробляти нові навігаційні системи. Зрештою, у грудні 1942 року британці створили нову систему – Oboe (“Спостереження та бомбування супротивника”). Передатчик на борту літака створював сигнал, який приймали дві наземні станції – Cat (Кіт) і Mouse (Миша). Вони автоматично визначали відстань до літака.



25 років від запуску першого супутника системи глобального позиціонування (GPS) для широкого загалу користувачів, а не лише військових потреб

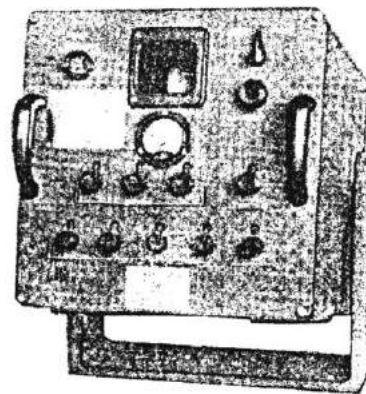
Та невдовзі німці Оубе також виявили. Тому союзні війська вдосконалили систему, розробивши нову – H2S, яка працювала без використання спеціальних наземних маяків, а завдяки радіолокаційним станціям, встановленим на літаках.

Британські вчені на цьому не зупинилися, і 1944 року розробили нову навігаційну систему, яку назвали GH. З борта літака передавач посилав радіоімпульс, який приймали дві наземні станції і повертали їх назад. За часовою затримкою на екрані осцилографа штурман вказував пілоту як відкоригувати траєкторію руху літака та точне місце для бомбування. Ця система мала обмеження щодо кількості літаків, які одночасно могли нею користуватися, але значно поліпшити точність бомбувань.

Паралельно із британцями навігаційні системи також розробляли у США. Там 1942 року запрацювала гіперболічна система LORAN (LONg RANge Naviation – дальня навігація). Головна станція створювала безперервну низку імпульсів визначеної тривалості (50 мкс, тобто 25 імпульсів за секунду). Додаткові станції на віддалі 320–480 км синхронізовано передавали власні сигнали із фіксованою затримкою у часі щодо головної. Вимірювання різниці надходження двох сигналів давало змогу визначити точку перебування літака чи корабля на кривій (гіперболі). Налаштувавшись на другу додаткову станцію, визначали точку перетину обох гіпербол, а відповідно – місце перебування.

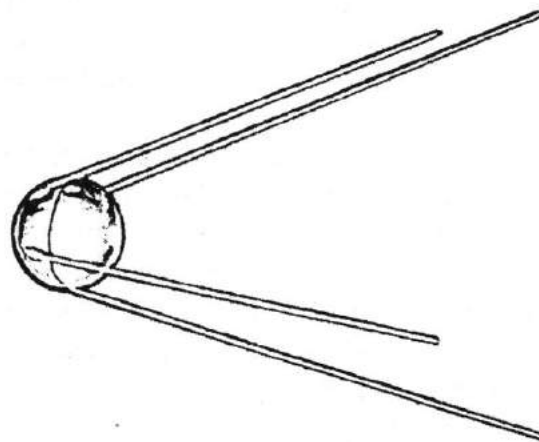
Цю систему 1952 року вдосконалили (LORAN-C). Її використовували до 2010 року.

Аналогічною до LORAN-C є система “Чайка” (укр. “мартин”), яку розробили в СРСР 1958 року. Її досі використовують у Росії.



Прилад для навігаційної системи LORAN

СРСР уперше 1957 року запустив штучний супутник Землі “Спутник-1”. У жовтні того ж року американські вчені під керівництвом доктора Річарда Б. Кершнера (Richard B. Kershner) із Массачусетського технологічного інституту, досліджуючи надходження сигналів від супутника, з’ясували, що під час його віддалення частота сигналу зменшувалась, а під час наближення – збільшувалась (ефект Доплера).



Перший штучний супутник Землі



Суть відкриття полягала у тому, що знаючи свої координати на Землі, стає можливим визначити положення і швидкість супутника. І навпаки, точно знаючи, де перебуває супутник, можна визначити власну швидкість і координати.

Розпочалася нова ера навігаційних систем.

Військово-морські сили США 1959 року запустили перший супутник навігаційної системи – TRANSIT. Повністю до ладу вона стала 1964 року. Основним завданням було виявляти підводні човни. До її складу входило 6 супутників. Згодом їхню кількість збільшили до 10.

Супутники перебували на відомих траєкторіях та передавали радіосигнали заданої частоти. Приймач на човні отримував сигнал дещо іншої частоти (завдяки ефекту Доплера). За зміщенням частот від кількох супутників визначали місце перебування. Точність вимірювань – до 200 метрів. Основним недоліком було те, що сигналів часто доводилось чекати дуже довго. Система TRANSIT працювала до 1996 року.

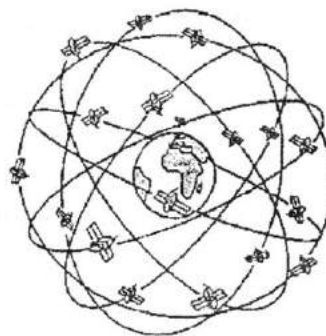
Військово-повітряні сили США 1973 року розпочали розробляти нову супутникову систему навігації, яку назвали – NAVSTAR (NAVigation Satellite providing Time And Range – навігаційна супутникова система, що вимірює час та місце перебування). Згодом система отримала звичну для нас назву – GPS (Global Positioning System – глобальна система позиціонування).

У лютому 1978 року перший супутник GPS було виведено на орбіту. Цю дату вважають народженням глобальної системи позиціонування. Упродовж 1978–1985 років було запущено ще 11 супутників. Щоб точно розрахувати час передачі сигналу, їх оснащували атомними годинниками.

Спершу GPS, розробляли як суто військовий проект. Та після того, як 1983 року літак Корейських авіаліній опинився в повітряному

просторі Радянського Союзу через дезорієнтацію екіпажу в просторі та його збив радянський винищувач біля острова Сахалін, президент США Рональд Рейган з метою не допустити в майбутньому подібних трагедій дозволив використовувати систему навігації для цивільних цілей в усьому світі. Щоб уникнути застосування системи для військових потреб, точність було зменшено спеціальним алгоритмом. У лютому 1989 року запустили перші супутники GPS, призначені для цивільних потреб.

Останній із 24 супутників для повноцінної роботи GPS запустили 1993 року.



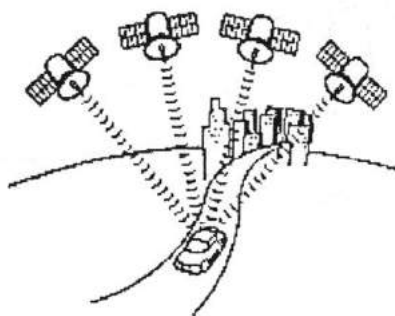
Супутники GPS на доколосемній орбіті

Усі 24 супутники працюють в єдиній мережі, перебувають на 6 різних кругових орбітах, розташованих під кутом 60° – відтак із будь-якої точки Землі видно від 4-ох до 12-ти таких супутників. Висота орбіт приблизно дорівнює 20150 км, а період обертання довкола планети – 11 годин 57 хвилин.

Кожен із супутників постійно надсилає повідомлення, в якому є інформація про час відправлення повідомлення, точку орбіти супутника (Ефемерида) та загальний стан системи – дані орбіт всіх інших супутників GPS (альманах). Приймач використовує час отримання повідомлення для обчислення відстані до супутника, оскільки швидкість поширення радіохвиль є відомою. Використовуючи дані від



кількох супутників, шляхом застосування геометричних та тригонометричних рівнянь обчислюють положення приймача. Отримані координати перетворюються у наочну форму: широту та довготу, або положення на карті та відображаються користувачеві.



Принцип роботи GPS

У середині 1970-х років у СРСР почали розробляти власну супутникову систему навігації, яку назвали ГЛОНАСС (ГЛОбальна НАвігаційна Супутникова Система).

Міністерство оборони Російської Федерації 1993 року почало використовувати цю систему.

Принцип роботи повністю аналогічний до американської GPS. Відмінності є лише у деяких технічних аспектах: висота орбіти дорівнює 19100 км, час обертання довкола Землі – 11 годин 16 хвилин. Супутники ГЛОНАСС розділені на 3, а не 6, орбітальних площин.



Супутники ГЛОНАСС на доколосемній орбіті

Концепцію європейської глобальної супутникової системи позиціонування Galileo (загальна назва GNSS Galileo – Global Navigation Satellite System – глобальна система супутникової навігації) запропонували спільно Німеччина, Велика Британія, Франція та Італія 1999 року.

Рішення про початок робіт над проектом ухвалили ЄС і Європейське космічне агентство 26 травня 2003 року.

Перший супутник Galileo запустили 2005 року. У разі успішної реалізації система складатиметься із 30 супутників, розташованих на трьох середніх орбітах з нахилом 56° до площини екватора і на висоті 23616 км. На кожній орбіті розміститься група з 9 операційних супутників та одного резервного.

Кожен супутник буде оснащено двома водневими атомними годинниками, а також двома рубідієвими стандартами частоти.

12 березня 2013 року вперше визначили координати за допомогою цієї системи. Планують завершити проект до 2019 року.

Крім названих навігаційних систем, існують ще інші:

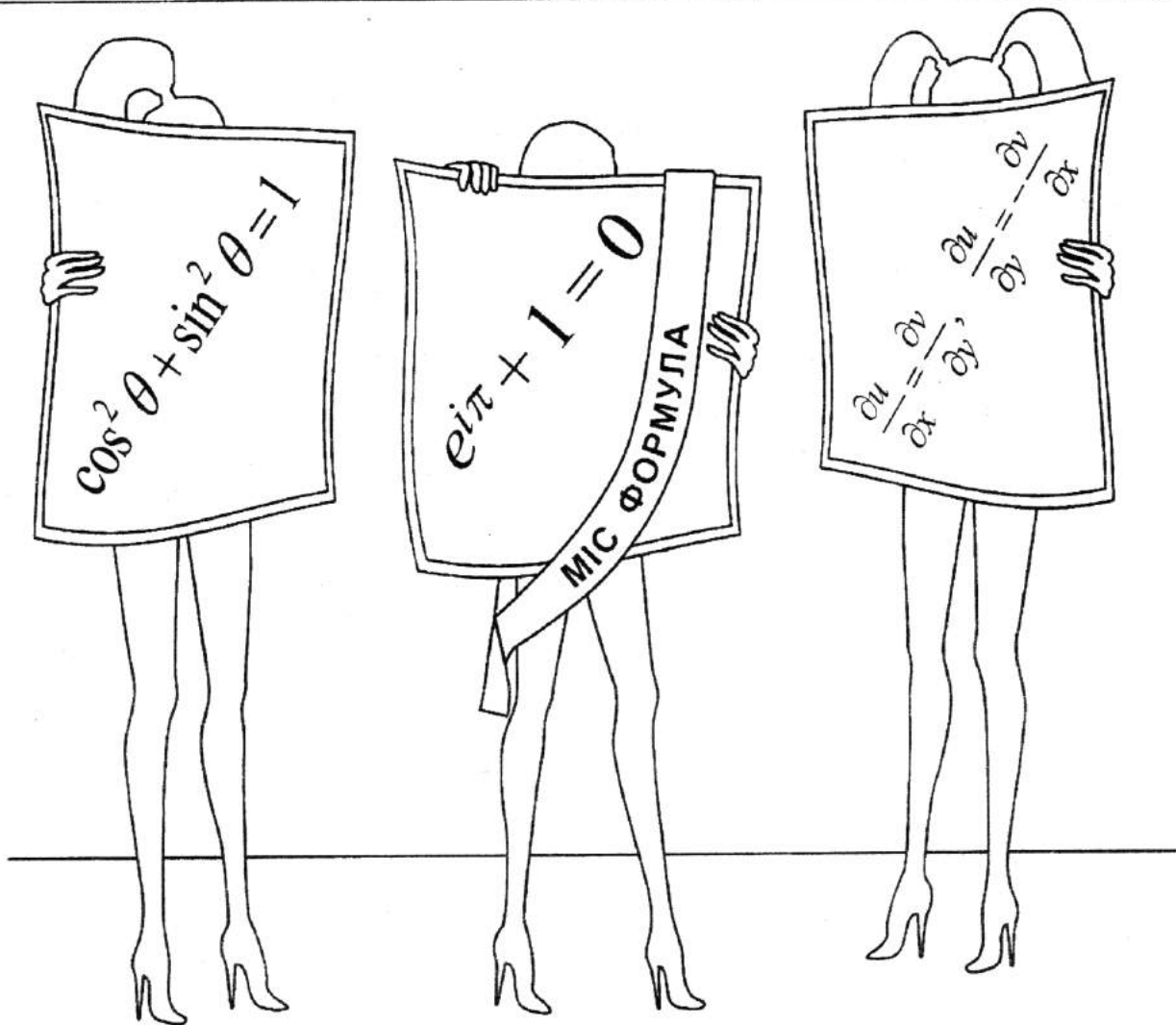
- китайська Бейдоу (Beidou), яка до 2020 року має стати глобальною системою навігації Compass;

- індійська регіональна супутникова навігаційна система IRNSS;

- японська QZSS.

Уміння правильно зорієнтуватися у просторі, визначити своє місце перебування, а також вибрати найоптимальніший шлях до мети у житті людини відігравали важливу роль. Спершу це була потреба вижити у дикому світі. Далі – створення торгових маршрутів. Збільшення населення планети, зростання потреб харчування ставали причиною географічних відкриттів. Навігація також була важливою складовою бою під час війни.

Цікаво, з якою системою навігації вирушимо у мандрівку за наступні 25 років?..



КОНКУРС КРАСИ ФОРМУЛ

Відомо, що математика є мовою фізики. Основними її властивостями є точність, лаконічність та універсальність.

Також з'ясувалося, що складні набори цифр і літер у математичних формулах можуть викликати таке ж естетичне задоволення, як музика великих композиторів чи картини відомих художників.

В Університетському коледжі Лондона нейробіолог Семір Зекі (Semir Zeki) та його колеги провели цікавий експеримент – своєрідний конкурс краси формул.

Дослідники попросили 15 математиків оцінити красу 60 математичних формул. Далі учасникам експерименту по черзі показували красиві та некрасиві формули. Реакцію їхнього мозку фіксували за допомогою функціональної магнетно-резонансної томографії.

Під час перегляду красивих формул активізується ділянка кори головного мозку, що відповідає за складні когнітивні функції та емоції.

Найкрасивішою формулою визнали тотожність Ейлера:

$$e^{i\pi} + 1 = 0.$$

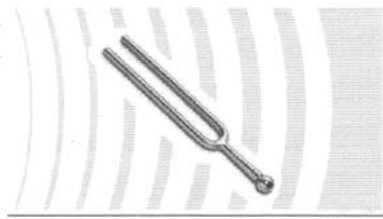
Продовження читайте у наступних числах журналу "Світ фізики".



РЕЗОНАНСИ

Асоціації та афоризми

з колекції
проф. Ярослава Довгого



- 1. Правило некомутативності для політиків і науковців**)))))))
Для політиків і кар'єристів важливіше ХТО що говорить, а не ЩО хто говорить.
Для справжніх науковців – навпаки.
- 2. Парадокс Паскаля**)))))))
Вершинний висновок розуму – це визнання того, що є безмежне число речей, недосяжних для нього.
Хто не визнає цього, той не збагне сили розуму.
- 3. Ядернореакторний грудень**)))))))
2 грудня 1942 року – ядерний реактор Енріко Фермі;
25 грудня 1946 року – ядерний реактор Ігора Курчатова;
15 грудня 1948 року – ядерний реактор Ірен і Фредеріка Жоліо-Кюрі.
- 4. Філософський камінь**)))))))
Витрачайте менше, ніж заробляєте, – ось вам і філософський камінь.
Б. Франклін
- 5. Військова таємниця**)))))))
Під час ядерного поділу урану ^{235}U вилітає приблизно два ($\nu \approx 2$) вторинні нейтрони з енергією $E \approx 1,3$ МеВ. Точне значення параметра $\nu = 2,42$ було засекречено до 1950 року.
- 6. Творчість чи метушня**)))))))
Виявляється, Пітер Гітс не користується мобільним телефоном.
- 7. Цінність заборон**)))))))
Усвідомлення різних “заборон” призводить до вагомих здобутків у науці та суспільному житті.
Наприклад, усвідомлення неможливості (“заборона”) вічного двигуна спонукало до розвитку термодинаміки; неможливість перевищення швидкості світла у вакуумі – до становлення теорії відносності; співвідношення невизначеності – до створення квантової механіки, а принцип “заборони” Паулі – спінтроники...
- 8. Котик**)))))))
– Що ти малюєш, Васильку?
– Котика.
– А де хвостик?
– Він ще в олівці.
- 9. Цікаво знати**)))))))
Ще за життя Марію Склодовську-Кюрі було обрано почесним членом 106 академій та наукових товариств.
- 10. Термінотворення**)))))))
Термін “елемент” нині настільки звичний, що ми й не здогадуємося щодо його етимології. А він – від латинської абетки l, m, n



ШАНОВНІ ЧИТАЧІ!

Не забудьте передплатити науково-популярний журнал “Світ фізики”, попередні числа видання можна замовити в редакції журналу за адресою:

вул. Саксаганського, 1, м. Львів, 79005, а/с 6700;
phworld@franko.lviv.ua

200 років
від дня народження
Тараса
Шевченка



Тарас Шевченко
(1814–1861)
Автопортрет
зі свічкою. 1860

Мені однаково, чи буду
Я жить в Україні, чи ні.
Чи хто згадає, чи забуде
Мене в снігу на чужині —
Однаковісінько мені.
В неволі виріс між чужими
І, неоплаканий своїми,
В неволі, плачучи, умру.
І все з собою заберу,
Малого сліду не покину
На нашій славній Україні,
На нашій — не своїй землі.

І не пом'яне батько з сином,
Не скаже синові: — Молись,
Молися, сину, за Україну
Його замучили колись.
Мені однаково, чи буде
Той син молитися, чи ні...

Та неоднаково мені,
Як Україну злії люде
Присплять, лукаві, і в огні
Її, окраденую, збудять...
Ох, не однаково мені.