

# СНІЖИНКА. ГОДИННИК. СВІЧКА...

Новий рік, як і кожне свято, має свої атрибути. Дід Мороз і Снігуронька, ялинка і ялинкові прикраси, морозні візерунки на вікнах і сніжинки, годинники і свічки – без чогось з переліченого важко уявити собі

вітальну новорічну листівку або переносний номер якоїсь газети.

Цього разу редакція газети «Київський політехнік», видання дослідницького університету НТУУ «КПІ», вирішила по-

містити короткі розповіді про три новорічні атрибути – сніжинки, годинник, свічку. Розповіді незвичайні. Їх автори – всесвітньо відомі вчені, класики природознавства Йоганн Кеплер, Християн

Гюйгенс, Майкл Фарадей. Пропонуємо увазі читачів фрагменти їх творів – «Про шестикутні сніжинки» (1611), «Маятниковий годинник» (1673), «Історія свічки» (1861).

## Новорічний подарунок, або Про шестикутні сніжинки



Йоганн Кеплер (1571–1630) – німецький астроном, математик і оптик. Відомий насамперед відкриттям законів руху планет, що називаються законами Кеплера.

Славному придворному раднику його імператорської величності, пану Йоганну Маттею Вакеру фон Вакенфельсу, золотому лицареві і прочая, покровителю наук і філософів, пану моєму благодійнику.

Оскільки мені достеменно відомо, наскільки сильно ти любиш Ніщо не з причини його незначної цінності, а скоріше як чарівну забаву... то неважко здогадатися, що подарунок буде для тебе тим приємнішим і бажанішим, чим сильніше він буде схожий на Ніщо...

І тут мені трапляється зручний випадок: водяна пара, згустилася від холоду і випадає сніжинками на мій одяг. Усі вони, як одна, шестикутні, з пухнастими променями. Клянусь Гераклом, ось річ, яка менше будь-якої краплі, має форму, може служити довгоочікуваним новорічним подарунком любителю Нічого і гідна математика...

...Оскільки кожного разу, коли починає йти сніг, перші сніжинки мають форму шестикутної зірки, то на те має бути певна причина. Бо якщо це випадковість, то чому не буває п'я-

тикутних або семикутних сніжинок, чому завжди падають вони не втрачають форму, не злипаються до купи, а падають рідко і окремо?

Коли я недавно розмовляв із комось на цю тему, то ми зійшлися насамперед на тому, що причину слід шукати не в речовині, а в діючому началі. Адже речовина снігу – пара. Виділяючись під дією якогось тепла з Землі, пара стає суцільною і ніби рідкою, а отже, ні на які зірочки пара не розділена...

Але якщо встановлено, що причина властивості снігу шестикутної форми криється у діючому началі, то треба запитати, яке це діюче начало, як воно діє, чи є форма споконвіку властивою тілу чи набувається під впливом зовнішніх впливів, чи приймає матеріал шестикутну форму через необхідність або за своєю природою, і що слід вважати вродженим: втілений в шестикутному архетип краси чи знання мети, до якої веде ця форма? Щоб вирішити ці питання, ми звернемося до наочних прикладів, але станемо розглядати їх геометрично. Для наших питань такий експеримент буде надзвичайно корисний.

Далі Кеплер розмірковує про бджолині стільники, правильні ромбічні тіла, форму зерняток граната і горошини, причину, через яку квіти мають по п'ять пелюсток, і про те, чому взимку на вікнах утворюються морозні візерунки, про багато інших питань, і...

Нарешті, серйозна розмова про шестикутну форму снігу. Поки я писав ці рядки, знову пішов сніг, причому ще рясніше. Я старан-

но став розглядати сніжинки. Усі вони були з прямими променями, але двох родів. Одні сніжинки були дуже маленькими, з різним числом променів, що стирчать в усі сторони, голих, позбавлених опушки і смужок, і дуже тонких. У центрі промені сходилися до кульки трохи більшої величини. Таких сніжинок було найбільше. Серед них були розкидані більш рідкісні сніжинки, іншого роду – шестикутні зірочки, з яких жодна, ні

тоді, коли падала, ні після того, як опускалася на землю, не була схожою за формою на іншу. Пушинки у зірочок розташовувалися в одній площині з променями. Сьомий, більш короткий промінь стирчав униз, як корінь, на який могли опускати-

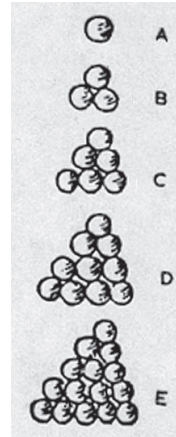
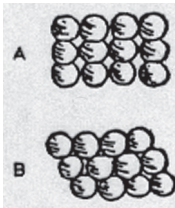
ся сніжинки, і, опустившись, трималися на ньому деякий час. Цю обставину я помітив ще під час попередніх спостережень, але невірні її витлумачив, ніби три діаметри, що утворюють остов сніжинки, не лежать в одній площині...

Сніжинки першого роду, що нагадують формою градини, як мені здається, виникають з пари, яка майже позбавлена теплоти і почала згущуватися у водяні краплі. Тому вони круглі, непривабливі на вигляд, позбавлені формотворної сили, а їх центральні ядра засаджені з усіх боків променями з тієї ж причини, з якої на вікні утворюється іній...

Щодо сніжинок другого роду, які мають форму зірочок, то в них не можна угледіти ні куба або октаедра, ні дотику крапель, оскільки ці зірочки падають плоскими...

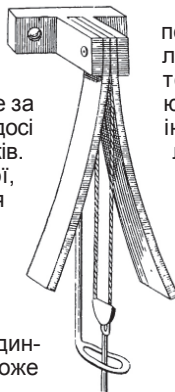
Але чому виникає саме правильний шестикутник? Чи не тому, що з усіх правильних фігур шестикутник є першою, з якої не можна зібрати об'ємне тіло? Адже і рівносторонній трикутник, і квадрат, і правильний п'ятикутник тіла утворюють. Може тому, що правильними шестикутниками можна покрити площину без єдиного зазору? Але ту саму властивість мають і рівносторонній трикутник, і квадрат. Може тому, що з усіх правильних плоских фігур, здатних суцільно, без єдиного зазору покривати площину, правильний п'ятикутник найближче підходить до кола? Може причину слід шукати у відмінності між силою, що викликає безпліддя, і плодотворною силою, вважаючи, що перша породжує правильні п'ятикутники, а друга рівносторонній трикутник і правильні шестикутники? Може, нарешті, сама формотворна природа у своїй найглибшій сутності має відношення до правильного шестикутника?

На жаль, ми маємо перевратити розповідь, і сподіваємося, що читачі звернуться до книги Кеплера і дізнаються, як він відповів на всі ці запитання. Зауважимо, що відповідь він дуже добре – академік В.І. Вернадський, мінералог за фахом, писав, що першою науковою роботою з кристалографії була невеличка праця Кеплера про сніжинки.

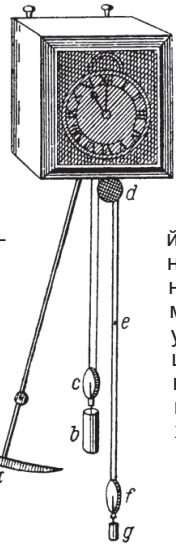


## Маятниковий годинник

Простий маятник не можна вважати надійним і рівномірним вимірником часу, оскільки його коливання залежить від розмаху: великі розмахи вимагають більшого часу, ніж малі. Проте за допомогою геометрії я знайшов новий, досі невідомий, спосіб підвищення маятникові. Я досліджував кривизну однієї кривої, яка чудово підходить для забезпечення рівності часу коливань маятника. Після того як я змусив маятник годинника коливатися по цій кривій, хід годинника став надзвичайно правильним і надійним, як показали випробування на суші і на морі. Велика користь цього годинника для астрономії і мореплавання може вважатися встановленою.



Ця крива – та, яку описує у повітрі цвях, що вбитий в обід колеса, коли колесо котиться. Математики нашого часу називають цю криву циклоїдою; через різні інші її властивості вона досліджувалася багатьма, а мною – через її придатність для вимірювання часу, яку я виявив, досліджуючи її строгими методами науки і не підозрюючи про цю придатність. Я вже давно повідомив про своє відкриття деяким друзям, обізнаним у цій галузі... Тепер я обґрунтував його найбільш точними доказами



\*\*\*\*\*

і оприлюднюю. Ці докази я вважаю найголовнішою частиною книги...

Я показую корисність застосування в годинах складного маятника. Для вивчення його природи я виконав дослідження про центр гойдання, дослідження, яке вже було зроблено кількома вченими, але без особливого успіху. Я тут дав низку теорем щодо ліній, площ і тіл, які заслуговують, як мені здається, на увагу. Але перед цим я даю опис механічного пристрою годинника і застосування маятника у формі, найбільш зручній для астрономічних цілей...

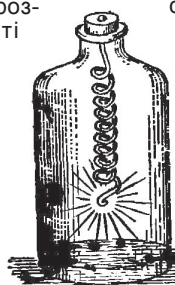
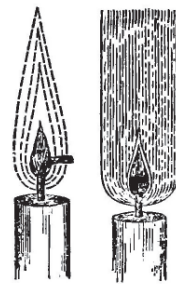


Християн Гюйгенс (1629–1695) – нідерландський фізик, механік, математик і астроном, винахідник маятникового годинника з анкерним механізмом, автор хвильової теорії світла, відкривач кільця Сатурна і його супутника.

Минуло 15 років відтоді, як я опублікував у брошурі винайдений мною годинник. Але оскільки з тих пір я зробив багато вдосконалень у своєму винаході, то вирішив викласти їх у новій книзі. Ці вдосконалень слід визнати найголовнішою частиною винаходу і його теоретичним обґрунтуванням, який досі не було.

\*\*\*\*\*

– ні, це предмет до того чистий, що краплі, які стікають з нього, не брудняться речей і їх можна зішкребти, як порошок. Спосіб, який застосував Гей-Люссак, полягає в наступному. Спочатку сало кип'ятять з негашеним вапном, причому виходить щось на кшталт мила. Потім до нього додають сірчану кислоту, яка зв'язує вапно; залишається стеарин з деякою кількістю гліцерину. Гліцерин, що виділяється при цьому процесі, дуже схожий за своїм складом на цукор. Ця суміш пресується – тут ви бачите декілька більш-менш віджатих брусків, по яких можна судити, як у міру збільшення тиску вдається видалити все більшу кількість домішок. Абсолютно спресовану масу розплавають, і з неї відливають такі свічки, які я вам показую. Ось ця свічка – стеаринова; вона виготовлена описаним способом. А ось свічка спермацетова, виготовлена з певного сорту китового жиру. Ось бджолиний віск, жовтий і очищений, що також іде на виготовлення свічок. Ось ще одна цікава речовина – парафін. А ось парафінові свічки, зроблені з видобутого в ірландських болотах парафіну. Є у мене і ще одна речовина, щось на кшталт воску, люб'язно прислана мені одним моїм другом. Її привезли з Японії. Це теж матеріал для виготовлення свічок.



## Історія свічки

\*\*\*\*\*

А як же робляться такі свічки? Я вже розповів вам про свічки мокані, а тепер розповім і про формування. Уявімо собі, що який-небудь з цих сортів свічок робиться з такого матеріалу, який можна відливати у форму. «Відливати?» – скажете ви. «Ну, звичайно, – адже свічки розтоплюються, а якщо їх можна розтопити, то їх, напевно, можна відливати і у форми». Виявляється, можна. Дивна річ: то тут, то там, як при вдосконаленні виробництва, так і при розробленні найкращих засобів для досягнення тієї чи іншої мети, доводиться стикатися з такими фактами, які, мабуть, не можна передбачити заздалегідь. Так от, свічки не завжди можна відливати у форми; воскові свічки, зокрема, зовсім не можна відливати: їх роблять особливим способом, про який я вам коротко розповім через декілька хвилин...

Поговоримо тепер про полум'я свічки. Запалимо одну-дві свічки, тобто змусимо їх виконувати свою звичайну роботу. Як бачите, свічка – зовсім не те, що лампа. У лампі ви наповнюєте резервуар рідким маслом, опускаєте в нього гніт з мочу або з обробленої бавовни, а потім запалюєте верхівку гніта. Коли полум'я спускається вниз по гніту до масла, воно там меркне, але у верхній частині продовжує горіти. Ви, безсумнівно, запитаете – яким чином масло, яке саме по собі не горить,

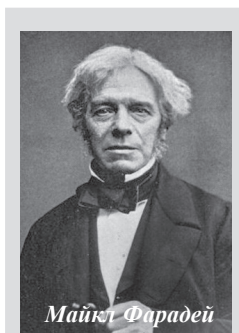
добирається до верху гніта, де воно може горіти? Пізніше ми розглянемо це явище, однак, при горінні свічки спостерігається й інше, ще більш дивна обставина. Адже перед вами тверда речовина, настільки тверда, що для неї не потрібен посуд. А як же виходить, що ця тверда речовина може піднятися до того місця, де знаходиться полум'я? Як потрапляє туди ця тверда речовина, не будучи рідиною? А з іншого боку, як же вона не розтікається, коли перетворюється на рідину?

На жаль, ми не можемо в газеті передрукувати бодай одну лекцію Фарадея – вона зайняла б дві наші шпальти. А осього лекцій шість. У них розповідається і про необхідність повітря для горіння, і утворення води при горінні, і кисень, і гідроген у складі свічки, і про те, що гідроген при горінні перетворюється на воду, до складу якої входить і кисень, і що кисень є у повітрі, і про вуглекислий газ, який утворюється при горінні, і, насамкінець, про дихання і його схожість з горінням.

А останню – шосту – лекцію Фарадей закінчив зверненням до слухачів:

«Я можу лише висловити вам своє побажання, щоб ви могли з честю витримати порівняння зі свічкою, тобто могли б бути світочем для оточуючих, і щоб у всіх ваших діях ви наслідували красі полум'я, чесно і продуктивно виконуючи свій обов'язок перед людством».

Цього ж редакція бажає читачам!  
Підготував В. Ігнатюк



Майкл Фарадей (1791 – 1867) – англійський фізик-експериментатор і хімік. Відкрив електромагнітну індукцію, закони електролізу, дію магнітного поля на світло, діаманетизм, створив першу модель електродвигуна, перший трансформатор і багато іншого.

...Я збираюся викласти вам у наступних бесідах низку відомостей з хімії, які можна витягнути з палаючої свічки... Явища, що спостерігаються при горінні свічки, такі, що немає жодного закону природи, який не мав би до них відношення. Розгляд фізичних явищ, що відбуваються при горінні свічки, – це той широкий шлях, яким можна підійти до вивчення природознавства. Ось чому я сподіваюся, що не розчарую вас, обравши своєю темою свічку, а не щось новіше...

Містер Філд з Ламбета забезпечив мене прекрасною колекцією свічок і матеріалів, з яких вони виготовляються. Ось, насамперед, бичачий жир, який називають, наскільки мені відомо, російським салом, з якого виготовляють мокані свічки. Сало це за способом, винайденим Гей-Люссаком (або кимось іншим, хто передав йому цей секрет), можна перетворити на ту прекрасну речовину, яка лежить поряд з ним – стеарин. Завдяки винаходу стеарину нинішня свічка – це вже більше не жирний, бридкий предмет, яким була колишня сальна свічка,