**Цікава астрономія**

**(інформаційний матеріал з астрономії)**

**Астрономія в стародавності.**

Важко точно сказати, коли саме зародилася астрономія: до нас майже не дійшли зведення, що відносяться до доісторичних часів. У ту віддалену епоху, коли люди були зовсім неспроможні перед природою, виникла віра в могутні сили, що ніби-то створили світ і керують їм, протягом багатьох століть обожнювався Місяць, Сонце, планети. Про це ми довідаємося з міфів усіх народів світу.

Перші представлення про світобудову були дуже наївними, вони тісно перепліталися з релігійними віруваннями, в основу яких було покладене поділ світу на двох частин - земну і небесну. Якщо зараз кожен школяр знає, що Земля сама є небесним тілом, те раніш “земне” протиставлялося “небесному”. Думали, що існує “твердінь небесна”, до якої прикріплені зірки, а Землю приймали за нерухомий центр світобудови.

**Геоцентрична система світу.**

Гіпарх, олександрійський учений, що жив у 2 столітті до н.е. , і інші астрономи його часу приділяли багато уваги спостереженням за рухом планет.

Ці рухи представлялися їм украй заплутаними. Справді, напрямку руху планет по небу як би описують по небу петлі. Ця удавана складність у русі планет викликається рухом Землі навколо Сонця - адже ми спостерігаємо планети з Землі, що сама рухається. І коли Земля “ доганяє” іншу планету, то здається, що планета як би зупиняється, а потім рухається назад. Але древні астрономи думали, що планети дійсно роблять такі складні рухи навколо Землі.

В 2 столітті н.е. олександрійський астроном Птолемей висунув свою “систему світу”. Він намагався пояснити пристрій Всесвіту з урахуванням видимої складності руху планет. Вважаючи Землю кулястої, а розміри її незначними в порівнянні з відстанню до планет і тим більше зірок. Птолемей, однак, слідом за Аристотелем затверджував, що Земля - нерухомий центр Всесвіт. Тому що Птолемей вважав Землю центром Уселеної , його система світу була названа геоцентричної. Навколо землі по Птолемею, рухаються ( у порядку далекості від Землі) Місяць, Меркурій, Венера, Сонце, Марс, Юпітер, Сатурн, зірки. Але якщо рух Місяця, Сонця, зірок кругове, то рух планет набагато складніше. Кожна з планет, на думку Птолемея, рухається не навколо Землі, а навколо деякої крапки. Крапка ця у свою чергу рухається по колу, у центрі якого знаходиться Земля. Коло, описуваний планетою навколо крапки, що рухається, Птолемей назвав епіциклом , а коло , по якому рухається крапка біля Землі ,- деферентом.

Важко представити, щоб у природі відбувалися такі заплутані рухи, так ще навколо уявлюваних крапок. Така штучна побудова треба було Птолемею для того щоб, ґрунтуючись на неправильному уявленні про нерухомість Землі, розташованої в центрі Всесвіту, пояснити видиму складність руху планет.

Птолемей був блискучим для свого часу математиком. Але він розділяв погляд Аристотеля, що вважав, що Земля нерухома і тільки вона може бути центром Всесвіту.

Система світу Аристотеля-Птолемея здавалася сучасникам правдоподібної. Вона давала можливість заздалегідь обчислювати рух планет на майбутній час - це було необхідно для орієнтування в шляху під час подорожей і для календаря. Цю помилкову систему визнавали майже півтори тисячі років.

Також цю систему визнавало Християнська религия. В основу свого світорозуміння християнство поклало біблійну легенду про створення світу Богом за шістьох днів. По цій легенді Земля є “зосередженням” Вселеної, а небесні світила створені для того, щоб висвітлювати Землю і прикрашати небесний звід. Усякий відступ від цих поглядів християнство нещадне переслідувало. Система світу Аристотеля - Птолемея, що ставила Землю в центр світобудови, як не можна краще відповідала християнському віровченню.

Таблиці, складені Птолемеєм, дозволяли визначити заздалегідь положення планет на небі. Але з часом астрономи знайшли розбіжність положень планет, що спостерігаються, з передвичесленням. Протягом століть думали, що система світу Птолемея просто недостатньо вдосконала і намагаючись удосконалити її, уводили для кожної планети нові і нові комбінації кругових рухів.

**Геліоцентрична система світу.**

Свою систему світу великий польський астроном Микола Коперник (1473-1543) виклав у книзі “Про обертання небесних сфер”, що вийшла в рік його смерті. У цій книзі він довів, що Всесвіт улаштований зовсім не так , як багато століть затверджувала релігія.

В усі країнах майже півтора тисячоріччя володіло розумами людей помилкове навчання Птолемея, що затверджував, що Земля нерухомо спочиває в центрі Всесвіту. Послідовники Птолемея в угоду церкви придумували всі нові “роз'яснення” і “доказу” руху планет навколо Землі, щоб зберегти “істинність” і “святість” його помилкового навчання. Але від цього система Птолемея ставала усе більш надуманої і штучною.

Задовго до Птолемея грецький вчений Аристарх затверджував, що Земля рухається навколо Сонця. Пізніше, у середні століття, передові вчені розділяли точку зору Аристарха про будівлю світу і відкидали помилкове навчання Птолемея. Незадовго до Коперніка великі італійські вчені Микола Кузанській і Леонардо Давінчі затверджували, що Земля рухається, що вона зовсім не знаходиться в центрі Всесвіту і не займає в ній надзвичайного стану. Чому ж, незважаючи на це, система Птолемея продовжувала панувати? Тому, що вона спиралася на всесильну церковну владу, що придушувала вільну думку, заважала розвитку науки. Крім того, учені, що відкидали навчання Птолемея і висловлювали правильний погляди на пристрій Всесвіту, не могли ще їх переконливо обґрунтувати.

Це удалося зробити тільки Миколі Коперніку. Після тридцяти років наполегливої праці, довгих міркувань і складних математичних обчислень він показав, що Земля - тільки одна з планет, а всі планети звертаються навколо Сонця. Своєю книгою він кинув виклик церковним авторитетам, викриваючи їхнє повне неуцтво в питаннях пристрою Всесвіт.

Коперник не дожив до того часу, коли його книга поширилася по усьому світлу, відкриваючи людям правду про Всесвіт. Він був при смерті, коли друзі принесли і вклали в його холодіючі руки перший екземпляр книги.

Коперник народився в 1473 р. у польському місті Торуни. Він жив у важкий час, коли Польща і її сусід - Російська держава - продовжувало вікову боротьбу з загарбниками - тевтонськими лицарями і татаро-монголами, прямує поневолити слов'янські народи.

Коперник рано позбавився батьків. Його виховав дядько по матері Лукаш Ватцельроде - видатний суспільно-політичний діяч того часу. Спрага знань володіла Коперником з дитинства, Спочатку він учився в себе на батьківщині. Потім продовжував утворення в італійських університетах, Звичайно, астрономія там вивчалася по Птолемею, але Коперник ретельно вивчав і всі збережені праці великих математиків і астрономію стародавності. У нього вже тоді виникли думки про правоту здогадів Аристарха, про хибність системи Птолемея. Але неодин астрономією займався Коперник. Він вивчав філософію, право, медицину і повернувся на батьківщину всебічно утвореним, для свого часу, людиною.

Після повернення з Італії Копернік оселився у Вармії - спочатку в місті Лицбарке, потім у Фромборке, Діяльність його була надзвичайно різноманітно. Він приймав саму активну участь у керуванні областю: відав її фінансовими, господарськими й іншими справами. У той же час Коперник невпинно міркував над щирим пристроєм сонячної системи і поступово прийшов до свого великого відкриття.

Що ж укладає в собі книга Коперника “ Про обертання небесних сфер” і чому вона нанесла такий нищівний удар по системі птолемея, що із усіма вадами трималася чотирнадцять століть під заступництвом всесильної в ту епоху церковної влади? У цій книзі Микола Коперник затверджував, що Земля й інші планети - супутники сонця. Він показав, що саме рух Землі навколо сонця і її добовим обертанням навколо своєї осі порозумівається видимий рух Сонця, дивна заплутаність у русі планет і видиме обертання небесного зводу.

Геніально просто Коперник пояснював, що ми сприймаємо рух далеких небесних тіл так само, як і переміщення різних предметів на Землі, коли самі знаходимося в русі.

Ми сковзаємо в човні по спокійно поточній ріці, і нам здається, що човен і ми в ній нерухомі, а берега “пливуть” у зворотному напрямку. Точно так само нам тільки здається, що Сонце рухається навколо Землі. А насправді Земля з усім , що на ній знаходиться, рухається навколо Сонця і протягом року робить повний оборот по своїй орбіті. І точно так само, коли Земля у своєму русі навколо Сонця обганяє іншу планету, нам здається, що планета рухається назад, описуючи петлю на небі. У дійсності планети рухаються навколо Сонця по орбітах правильної, хоча і не ідеально кругової форми , не роблячи ніяких петель. Коперник, як і давньогрецькі вчені, що орбіти, по яких рухаються планети, можуть бути тільки круговими.

Через три чверті століття німецький астроном Іоганн Кеплер, продовжувач справи Коперніка, довів, що орбіти всіх планет являють собою витягнуті окружності - еліпси.

Зірки Копернік вважав нерухомими. Прихильники Птолемея наполягали на нерухомості Землі, затверджували, що якби Земля рухалася в просторі, то при спостереженні неба в різний час нам повинно було б здаватися, що зірки зміщаються, змінюють своє положення на небі. Але таких зсувів зірок за багато століть не помітив жоден астроном. Саме в цьому прихильники навчання Птолемея хотіли бачити доказ нерухомості Землі.

Підготував вчитель фізики та астрономії В.В. Безсажний

**Пізнавальна хвилинка з астрономії**

**«Що таке Зодіак**? **Сузір’я зодіаку»**

Це пояс сузір'їв на небесній сфері. Він тягнеться уздовж екліптики, що представляє видимий шлях Сонця щодо зірок, відступаючи від неї в кожну сторону на 8° і охоплюючи орбіти Місяця і усіх великих планет, крім Плутона. Як і екліптика, Зодіак нахилений на 23,5° до небесного екватора і перетинає його в точках весняного й осіннього рівнодень.

Зодіак розділений на 12 відрізків по 30°. Кожний з них названий по імені сузір'я, що займає велику його частину в 1-му тисячоріччі до н.е. Імена цих сузір'їв, починаючи з першого і рухаючи зі сходу на захід по екліптиці, такі: Pisces - Риби, Aries - Овен, Taurus - Телець, Gemini - Близнюки, Cancer - Рак, Leo - Лев, Virgo - Діва, Libra - Терези, Scorpio - Скорпіон, Sagittarius - Стрілець, Capricorn - Козеріг, Aquarius - Водолій.

Не відомо точно, коли були придумані ці імена, але вже древні мешканці Межиріччя використовували багато хто з них. Оскільки більшість сузір'їв, через які проходить видимий шлях Сонця, носять імена тварин, древні греки назвали цей пояс zodiakos, "звіриний". Але в ті часи кількість зодіакальних сузір'їв і їхньої границі не були твердо встановлені, хоча для цього починалися спроби вавілонянами, єгиптянами і древніми греками.

Лише близько 150 р. до н.е. грецький астроном Гіппарх так зручно їх визначив, що в такому виді вони використовуються дотепер. Гіппарх провів нульовий небесний меридіан через точку весняного рівнодення і, починаючи з неї, розділив зодіак на 30°-і зони. Оскільки в епоху Гыппарха точка весняного рівнодення знаходилася між Рибами на заході й Овном на сході, а сонце рухається по екліптиці із заходу на схід, Овна став першим зодіакальним сузір'ям, а Риби - дванадцятим.

До речі, дотепер точку весняного рівнодення позначають знаком Овна. У результаті прецесії (конічного руху земної осі), що переміщає точки рівнодення по екліптиці на захід зі швидкістю 1° за 72 року, точка весняного рівнодення змістилася з Овна в Риби і зараз наближається до Водолія, що незабаром стане першим сузір'ям Зодіаку. Овен знову стане першим сузір'ям лише через 24 тис. років.

"Зодіак" - грецьке слово, що має той же корінь, що нинішній "зоопарк"; по-російському його переводять як "коло тварин". Більшість із зодіакальних сузір'їв дійсно носять назви тварин, іншим народна фантазія дала символічні найменування.

У березні Сонце знаходиться в сузір'ї Риб. Усі зірки цього сузір'я слабкі, не яскравіше 3-й зоряної величини. У сузір'ї Риб розташована крапка весняного рівнодення, у якій Сонце переходить з південної півкулі неба в північне.

У квітні Сонце вступає в сузір'я Овна. Близько 2 тис. років тому в цьому сузір'ї знаходилася крапка весняного рівнодення. Зараз, унаслідок прецесії (див. Прецесія і нутація), вона перемістилася в сузір'я Риб.

У травні Сонце - у сузір'ї Тельця. У цьому сузір'ї біля сотні зірок, видимих неозброєним оком. Найбільш яскрава - Альдебаран - червоний гігант. Виділяється також розсіяне зоряне скупчення Плеяди. У 1054 р. у сузір'ї Тельця відбувся спалах зверхонової зірки. В даний час на місці цього спалаху знаходиться виникла в результаті її Крабовидна туманність.

У червні Сонце приходить у сузір'я Близнюків. Найбільш яскраві зірки цього сузір'я - Поллукс і Кастор. У цьому сузір'ї розташована крапка літнього сонцестояння. У липні Сонце- у сузір'ї Раку. У цьому сузір'ї немає ні однією яркою зірки. У двадцятих числах серпня Сонце вступає в сузір'я Лева. У цьому сузір'ї кілька десятків зірок. Найбільш яскраві- Регул і Денебола.

У вересні денне світило - у сузір'ї Діви. Найбільш яскрава зірка цього сузір'я - Спіка. У сузір'ї Діви був виявлений один з перших квазарів. У цьому сузір'ї розташована крапка осіннього рівнодення. У жовтні Сонце проходить сузір'я Терезів - невелике сузір'я, у якому неозброєним оком видні всего три зірки. У листопаду Сонце - у сузір'ї Скорпіона. Сама яскрава зірка цього сузір'я - червонуватий Антарес. Цікава зірка дзета Скорпіона- її світність перевершує світність Сонця в 400 000 разів.

У грудні Сонце рухається по сузір'ю Стрільця. У напрямку цього сузір'я знаходиться центр нашої Галактики. У цьому сузір'ї крапка зимового сонцестояння. У січні Сонце - у сузір'ї Козерога, не утримуючих яскравих зірок. У лютому Сонце - у сузір'ї Водолія.

Ще в стародавності всі зодіакальні сузір'я одержали символічні позначення, що вживаються до нашого часу.

У гороскопі екліптика представлена у виді окружності (360°), розділеної на 12 секторів - знаків Зодіаку Назви знаків збігаються з назвами сузір'їв, розташованих уздовж екліптики. Однак на відміну від сузір'їв кожен знак займає рівно 30°. Зодіак веде свій відлік від крапки на екліптиці, у якій Сонце знаходиться в момент весняного рівнодення. Від цієї крапки відраховуються градуси в першому знаку Зодіаку - Овні. Далі випливають Телець, Близнюки, Рак і т.д.

Кожне небесне світило і кожен знак Зодіаку є символами. З їхньою допомогою в астрології описують ситуації, предмети, якості людини, сфери життя - усе, що існує.

У гороскопі відображаються положення Сонця, Місяця, Меркурія, Венери, Марса, Юпітера, Сатурна, Урана, Нептуна, Плутона. Усі ці небесні тіла астрологи за традицією називають планетами. Для визначення положення планети використовують ефемериди - таблиці координат планет щодо знаків Зодіаку.

Часто можна почути: "Я Водолій" чи "Я народився під знаком Водолія". З погляду астролога ця фраза означає наступне: "У гороскопі, складеному на момент мого народження, Сонце знаходиться в знаку Водолія". Однак положення Сонця в знаці - не єдина, хоча й одна з найважливіших характеристик гороскопа. Прогнози чи висновки, зроблені на основі однієї характеристики, є неповними.

Крім планет на астрологічній карті відзначаються інші значимі крапки, наприклад місячні вузли - крапки перетинання видимого шляху Місяця з екліптикою.

Кожний з 12 знаків Зодіаку відноситься до однієї з чотирьох стихій: вогонь, земля, повітря і вода. Ця традиція йде від переконання древніх, що усі речі у світі складаються з чотирьох першоелементів, "змішаних" у потрібній пропорції. Знаки Зодіаку розділені на три сфери (по чотирьох знака). Це відповідає древньому розподілу усього сущого на сферу матеріального (земного), людського і небесного. Тому кожну стихію представляють три знаки: по одному знаку в кожній зі сфер.

**Основні сузір'я на латинській мові та їх скорочені назви**

1. Близнюки Gemini Gem
2. Терези Libra Lib
3. Водолій Aquarius Aqr
4. Діва Virgo Vir
5. Козеріг Capricornus Cap
6. Лев Leo Leo
7. Овен Aries Ari
8. Рак Cancer Cnc
9. Риби Pisces Psc
10. Скорпион Scorpius Sco
11. Стрілец Sagittarius Sgr
12. Телець Taurus

Підготував вчитель фізики В.В. Безсажний

**Цікава фізика**

**(пізнавальний матеріал)**

8 клас|

МІРАЖ

Пустеля мертва палає, але не дихає.

Блищить сухий пісок, як жовта парча

 І далечінь небес жовта і також гаряча

 Міраж струмує в ній і казки життя пише.

А.М. Федоров

Коли ми говоримо про те, що невловиме, нереальне, що примарився, ми використовуємо слово «міраж». Подібно до казки, він захоплює нас, вабить до себе і безслідно зникає, коли ми пробуємо до нього наблизитися. Для утомленого подорожнього в пустелі він може представитися довгожданим оазисом. Але марно сподіватися відпочити і освіжитися в такому оазисі – це всього лише міраж.

О, який ти далекий! Не знайти мені тебе, не знайти!

Втома оку від простору пустелі безлюдної.

Лише кістки верблюдів біліють на тьмяній дорозі

Та чахлі трави зміяться на грунті мізернім.

Я чекаю, я сумую. Вдалині зростають сади.

О, радість! Я бачу, як пальми зростають, зеленіючи.

Виблискують глеки, дзвенять від блискучої води.

Все ближче, все яскравіше! – І серце забилося, лячно.

Боїться і шепче: «Оазис!» - Як солодко квітнуть

У садах, де як свято привабливе життя молоде!

Але що це? Кістки верблюдів лежать на дорозі!

Все сховалося. Лише носиться вітер, піски намітаючи.

Так передавав К.Д. Бальмонт настрій людини, що зачарувалася міражем і обдурена ним.

У літературі добре описаний так званий «озерний» міраж. Уявіть собі розжарену пустелю; навколо, куди не поглянеш – гарячий пісок. І раптом попереду, де – те в лінії горизонту, виникає озеро. Це диво представляється абсолютно реальним. Здається, що треба здолати всього лише один – два кілометри і можна буде освіжитися. В уяві виникає навіть плеск води. Але ви проходите| і один, і другий і третій кілометри, а озеро все так само де – не - де попереду, і довкола по – колишньому одні піски.

«Озерні» міражі спостерігають не лише в спекотливих пустелях. Вони добре відомі також жителям степової смуги. У романі А.С. Серафимовича «Місто в степу» ми знаходимо наступне описі такого міражу: «Там тихенько розлилася смужка землі і блищить вузенький вода, що протягнулася. А над нею, смутно малюючись, проступають синюваті силуети верб, вітряки, дахи. І все це – живе, хистке, невловиме, і самі собою прискорюються кроки до людського житла. А синюваті верби, вітряки, дахи постоять трохи, помутніють, тоненько відділяються від землі, примарно потримають в повітрі і тихенько, без сліду розтануть в спекотливій грі, і лише легкі курива паляться, плавають шуліки, чорніють граки, і змінний степ безмежно дивиться в піднебесся, що біжить».

Втім, багато хто з читачів не раз спостерігав «озерний» міраж, коли дивилися на ту, що біжить удалечінь асфальтову або бетону дорогу, дуже нагріту літнім сонцем. У жаркий день добре видно калюжі води попереду на дорозі, хоча насправді дорога суха. У міру того як ви рухаєтеся| по дорозі, ці «калюжі» відступають все далі і далі, залишаючись недосяжними.

Міражі дуже різні. Вони дозволяють бачити різні предмети, подробиці пейзажу, навіть міста, які насправді знаходяться далеко від спостерігача, приховані від нього за горизонтом. Ці бачення з'являються раптом на лінії горизонту або повисають над нею в повітрі. Інколи вони з'являються перед спостерігачем в перевернутому вигляді, інколи виявляються здвоєними: перевернуте зображення виникає разом з прямим.

У давнину міражі породжували багато забобонів; їх вважали витівками злих духів. З середніх століть дійшла до нас легенда про «Летючого голландця» - корабель – примару, зустріч з яким в океані нібито провіщала нещастя. Цю легенду породив забобонний страх, що охопив матросів, коли в тиху штильову погоду перед ними раптом виникло таємниче видіння – корабель, що безшумно мчить на всіх парусах.

Існували легенди про злі духи, що спеціально викликали казкові видіння для того, щоб обманути подорожніх, змусити їх зійти з дороги. Згідно однієї з таких легенд, підступна фея Моргана любила полювати за людськими душами, підстерігати в пустелі каравани, чарувати караванників прекрасними примарними видіннями – виблискуючими палацами, пишними садами, розкішними фонтанами. Втомлені подорожні мимоволі спрямовувалися до цих садів і палаців, збивалися з дороги і кінець кінцем гинули в пісках. «Фата – Моргана» - так називають особливий вигляд міражів, коли над піщаною рівниною або над поверхнею моря раптом виникають примарні сади і луги, палаци і замки, фонтани і колонади, і при цьому одна картина швидко і невловимо змінюється іншою. В К.Д. Бальмонта є вірш, що називається «Фата – Моргана».

Фата – Моргана

Замки, узори, квіти і кольори

Казка, де кожна фарба, риса

З кожною секундою – не та.

Фата – Моргана

Виразно світить лише тим, хто уважний,

Рано - вранці, ледве лише сонце зійде,

Гляне з високого каменя на морі.

Правда тут буде, неправда чи обман -

Лише розкішною кольоровою пеленою

Швидко виникне перед ним над хвилею

Фата – Моргана

Деякі види міражів. З великого різноманіття міражів виділимо декілька видів: вже згадувані «озерні» міражі, звані також нижніми міражами, верхні міражі, подвійні і потрійні міражі, міражі наддалекого бачення.

Нижні («озерні») міражі виникають над сильно нагрітою поверхнею. Верхні міражі виникають, навпаки, над сильно охолодженою поверхнею, наприклад над холодною водою. Якщо нижні міражі спостерігають, як правило, в пустелях і спекотливих степах, то верхні спостерігають в північних широтах. Наприклад, жителі міста Ломоносова інколи виразно бачать у повітрі будівлі і вулиці Санки - Петербурга, мости через Неву. Це типовий приклад верхнього міражу. Відмітимо, що від Ломоносова до Санкт - Петербурга 40 км., так що про пряму видимість тут не може бути і мови.

Верхні міражі відрізняються різноманітністю. В одних випадках вони дають пряме зображення об'єкту, в інших випадках в повітрі з'являється перевернуте зображення. Міражі можуть бути подвійними, коли спостерігаються два зображення: пряме і перевернуте. Ці зображення можуть бути розділені смугою повітря (одне може виявитися над лінією горизонту, а інше під нею), але можуть безпосередньо змикатися один з одним.

Особливо дивні міражі наддалекого бачення. К. Фламаріон у своїй книзі «Атмосфера» описує приклад подібного міражу: «Спираючись на свідоцтва декількох осіб, що заслуговують довіри, я можу повідомити про міраж, який бачили в місті Вервье (Бельгія) в червні 1815 року. Одного дня вранці жителі міста побачили в піднебессі військо, і так ясно, що можна було розрізнити| костюми артилеристів і навіть, наприклад, гармату із зламаним колесом, яке ось – ось відвалиться. Це був ранок битви при Ватерлоо!» Описаний міраж змальований у вигляді кольорової акварелі одним з очевидців. Відомі випадки, коли подібні міражі спостерігалися і на істотно великих відстанях – до 1000 км. «Летючого голландця» слід віднести саме до таких міражів.

Підготував вчитель| фізики| В.В.Безсажний

9 клас|

НАВАЛА ХВИЛЬ

Здіймаються хвилі як гори

І до тверді возносяться зоряної

І з жахом падають погляди

У миттєво розриті безодні.

А.К. Толстой

Існує старовинна литовська легенда про рибальську дочку Нерінге і її нареченого відважного мисливцеві Наглісе.

Багато горя приносив людям злісний король моря і вітрів Гальвірдас – дев’тиголовий| змій. Любив він гнати на берег високі хвилі, заливати поля і луги, змивати в морі будинки разом із людьми. І ось придумала Нерінга насипати в море довгий вал і відгородитися їм від підступного Гальвірдаса. Усім людям сподобалася ця думка. Спільно взялися вони за справу і побудували в морі якраз упоперек гирла Нямунаса піщану косу. Але не втихомирився Гальвірдас – з подвоєною люттю став бушувати у відкритому морі, без ліку топити кораблі. Тоді на допомогу людям прийшов молодий мисливець Нагліс, наречений| Нерінги. Викликав він десятиголового| змія на бій і переміг його – зрубав йому чарівною сокирою всі дев'ять голів. З тих пір перестали хвилі нападати на литовські береги і спустошувати їх. У вдячність люди назвали ім'ям Нерінги вузьку піщану косу, яка і понині відділяє Куршський заливши від Балтійського моря, а ім'ям Нагліса назвали гору поблизу Паланги.

Така легенда про те, як люди захистилися від нападу морської стихії. На жаль, насправді людина часто виявляється безсилою перед раптовою і потужною навалою морських хвиль.

Відвіку ці навали приносили людям незліченні лиха. Небезпечні хвилі, що розгулялися, у відкритому морі, але у багато разів страшніше і небезпечніше вони тоді, коли раптово наккочуються на берег.

Я тремтю, коли, вали здіймаючи

Ти повстаєш чванливо до небес

І, хмари хвилями підпираючи

Шумиш, як вихор, хвилюєшся, як ліс.

О, коли б знати мені думку твою, стихіє,

Що хвилі мені так шумно говорять,

Про що ревуть їх крики вікові!

Так звертався до моря, що розбушувалося, російський поет Н.Ф. Щербина.

Багато легенд розповідають про загибель у морських хвилях міст і навіть цілих країн. Згідно однієї з таких легенд був поглинений морем Двараваті – священне місто Індії. Зі слів Платона людство дізналося про існування і раптову загибель у морських хвилях могутньої Атлантиди.

Завдяки дослідженням істориків, археологів, геологів, океанологів ми тепер знаємо, що в основі багатьох легенд лежать дійсні події. Так, встановлено, що опис потопу в Біблії є переказом шумеро| – вавілонського переказу про виключно сильну повінь, що сталася у давнину в нижній течії Євфрата і що затопив майже всю низовину Месопотамськую. Очевидно, така повінь дійсно сталася. Причиною її був, ймовірно, потужний тропічний циклон в Персидській затоці, яка викликала рясні дощі і нагнала величезні хвилі із затоки в гирлі Евфрата, а потім і в долину річки.

Легендарна Атлантида, по тих, що є сьогодні даним, існувала насправді. Лише не у Атлантичному океані, як вважали раніше, а в Середземномор'я, точніше, в морі Егейському. Її центром була група островів, що примикала до острова Крит з північного боку. Атлантида була процвітаючою державою з незвичайно високою для того часу культурою. Археологи назвали її критомикенской| культурою; вона була відкрита лише на початку ХХ ст (честь відкриття належить Артуру Евансу). Більш вражаючим за будь-яку легенду виявився той факт, що чотири тисячі років тому жив народ, що мав писемність, закони і гроші, побудував прекрасні палаци, міста з мощеними вулицями і багатоповерховими будинками, величезний морський флот, що створив чудові вироби з глини, золота, олова, міді. Мистецтво Атлантиди зробило величезний вплив на класичне мистецтво Древньої Греції, що досягло свого розквіту значно пізніше, – через тисячу років. І ось така дивна цивілізація раптово загинула! Це сталося приблизно 3,5 тисячі| років назад. Основною подією, що привела до катастрофи, було виверження вулкана Санторін, що супроводилося вибухом і миттєвим опусканням вниз, у морську глибочінь значних ділянок суші. При цьому стався сильний землетрус, виникли гігантські морські хвилі цунамі, випав рясний попіл. Атлантида частково провалилася в морі, частково була змита гігантськими хвилями, частково засипана товстим шаром попелу.

«Усесвітній потоп» і загибель Атлантиди – це були, мабуть, найбільш крупні напади морської стихії на сушу. А скільки ж було не настільки масштабних, але проте вельми руйнівних навал морських хвиль, що супроводилися багаточисельними людськими жертвами! За фізичною природою всі ці навали можна розділити на дві групи. До однієї групи слід віднести величезні хвилі, що обрушуються на береги після того, як у морі стався сильний землетрус. Японці дали цим хвилям назву цунамі, що дослівно означає «велика вода в гавані». До іншої групи віднесемо катастрофічні повені в прибережних районах, зокрема в гирлах і низовинах річок, викликані дією сильних циклонів.

Підготував вчитель| фізики| В.В.Безсажний

10 клас|

КУЛЕВИДНА БЛИСКАВКА

Це сталося 26 липня 1752 р. З ранку в Петербурзі було задушливо, а до середини дня згустилися хмари, почалася гроза. У цей час у Фізичній лабораторії Петербурзької Академії наук професор Г.В.Ріхман приступив до експерименту. Він давно чекав грози, аби постежити, як вона подіє на винайдений їм пристрій для виміру атмосферного електричного поля. Разом із Ріхманом у лабораторії знаходився його друг – гравер Академії наук. Люди, що виявилися на вулиці поблизу лабораторії, бачили, як металевий стержень на даху попала блискавка. І одразу вони почули гучні крики з лабораторії. Кричав гравер – на нім горів одяг. Що ж сталося? Металевий стержень, що виходить на дах, був сполучений із вимірювальним пристроєм Ріхмана. І ось, коли в стержень попала блискавка, від пристрою раптом відокремилася блакитна куля, що світиться, величиною з кулак. Він ударив того, що стояв у напівкроці від пристрою Ріхмана прямо в лоб. Пролунав гучний тріск, схожий на постріл. Ріхман впав – він був миттєво убитий. Дріт, що розжарився, від пристрою, зачепив гравера, запалив на нім одяг.

Зберігся спеціальний опис цього прикрого випадку. Його склав М.В.Ломоносов, який відразу ж відвідав лабораторію і детально досліджував на місці те, що сталося. Є також гравюра, зроблена очевидцем трагічної смерті Ріхмана. Все це дозволяє зробити висновок, що Ріхман був убитий кулевидною блискавкою, що виникла відразу після удару лінійної блискавки.

Кулевидна блискавка - так здавна називали кулевидні утворення, що світяться, час від часу спостережувані під час грози в повітрі, як правило, поблизу поверхні. Кулевидна блискавка абсолютно не схожа на звичайну (лінійну) блискавку ні своїм виглядом, ні тим, як вона поводиться. Звичайна блискавка короткочасна; кульова живе десятки секунд, хвилини. Звичайна блискавка супроводиться громом; кульова зовсім або майже безшумна. У поведінці кулевидної блискавки багато непередбачуваного: невідомо, куди саме попрямує куля, що світиться, в наступну мить, як вона припинить своє існування (тихо або ж з вибухом).

Кулевидна блискавка ставить нам безліч запитань. За яких умов вона виникає? Як їй удається зберігати свою форму настільки довго? Чому вона світиться| і в той же час майже не випромінює тепла? Яким чином вона проникає в закриті приміщення? На цих і низка інших запитань у нас доки немає ясної відповіді. В даний час ми можемо лише передбачати робити гіпотези.

Спостереження кулевидної блискавки. З точки зору фізики кулевидна блискавка – цікаве явище природи. На жаль, ми ще не уміємо отримувати її штучно (адже ми не знаємо, за яких умов вона виникає). Тому єдиний доки метод вивчення кулевидної блискавки – це систематизація і аналіз випадкових спостережень її. Вперше така систематизація була зроблена в першій половині ХIХ ст Французьким фізиком Д. Араго, що зібрав зведення про 30 випадків спостереження кулевидної блискавки.

Збори спостережень кулевидної блискавки – це перший крок в її вивченні. Другий крок – систематизація і аналіз зібраного фактичного матеріалу. Після цього можна переходити до третього кроку – узагальнень і висновків, що стосуються фізичної природи кулевидної блискавки.

Як виглядає кулевидна блискавка? Вже з самої назви виходить, що ця блискавка має форму кулі і, отже, абсолютно не схожа на звичайну (лінійну) блискавку. Строго кажучи, її форма всього лише близька до кулі; блискавка може витягуватися, набуваючи форми еліпсоїда або груші, її поверхня може колисатися.

Як вона поводиться? Кулевидна блискавка може рухатися по вельми химерній траєкторії. В той же час в її русі виявляються певні закономірності. По – перше, виникнувши десь вгорі, в хмарах, вона опускається ближче до поверхні землі. По – друге, опинившись біля поверхні землі, вона рухається далі майже горизонтально, зазвичай повторюючи рельєф місцевості. По – третє, блискавка, як правило, обходить, огинає провідні струм об'єкти і, зокрема, людей. По – четверте, блискавка виявляє явне «бажання» проникати всередину приміщень.

Підготував вчитель| фізики| В.В.Безсажний

**11 клас|**

**Калейдоскоп**

Чому море починає замерзати від берегів? Як відбувається замерзання морської води? Чому молодий морський лід настільки еластичний, що може згинатися на хвилях? Чому у відкритому морі утворюється твердий полярний лід (паковий лід)? Чому вода, що отримується при розставанні багатолітнього полярного льоду, придатна для пиття? Велика кількість питань вказує на те, що замерзання морської води – зовсім не такий простий процес, як могло б здатися на перший погляд. Причиною є тому солоність води.

Сучасна наука розгадала багато загадок морського льоду. Сьогодні ми можемо дати задовільну відповідь на всі сформульовані вище питання.

Почнемо з першого з них – чому море починає замерзати від берегів? Раніше вважали, що тут справа в прісній воді, яка потрапляє в прибережну смугу з гирл річок. Але насправді справа не лише в цьому. На відміну від прісної води, що має найбільшу щільність при 40С, солона морська вода тим щільніше, чим нижче температура. З цієї причини в морі на глибоких місцях відбувається конвекція: води солі, що охолоджуються в поверхні, стаючи щільнішими, ніж нижні, опускаються вниз, а на зміну їм піднімається з глибини тепліша вода. На дрібному ж місці поверхневі шари води, що охолодилися, опуститися не можуть; їм нікуди опускатися, і в результаті тут раніше, ніж на глибокому місці утворюється лід.

Відмітимо, що починаючи з ХVII ст споряджалися одна за одною полярні експедиції, перед якими ставилося завдання: пройти| під вітрилами між Гренландією і Шпіцбергеном до Північного полюса і потім вийти в Тихий океан.

Відважні мореплавці вирушали до Північного полюса в 1607 г (М. Гудзон), в 1766 р. (Ст Чичагов), в 1773 р. (Д. Фіпс), в 1818 р. (Д. Франклін). Всі ці експедиції закінчилися невдало – парусники щоразу застрявали в льодах, досягнувши приблизно 800 північної широти. Сьогодні ми маємо безглузде бажання пройти| під вітрилами через Північний полюс. Можна припустити, що раніше ця ідея безглуздою не здавалася. Але чому ж у такому разі невдача, що спіткала чергову експедицію, не зупиняла підготовку наступної? Та тому, що в ті часи панувало переконання, ніби міцний лід може утворитися при замерзанні лише прісної води, а морська вода з – за своєї солоності не може дати міцного льоду. Як вважали, лід, що утворюється при замерзанні морської води, має обов'язково бути неміцним, крихким за словами М.В. Ломоносова, такий лід «гнучкий і судам не шкідливий», в окремих випадках він «від вітру в нісенітницю розвивається». Цим словам передували лабораторні досліди по заморожуванню морської води. На підставі виконаних дослідів Ломоносов зробив наступний висновок: «Морська вода навіть при найсильнішому холоді не замерзає до твердого і чистого льоду, але лише застигає, як деякі олії, залишаючись прозорими і зберігаючи солоність води. Міцний лід не може утворитися в самому морі». Висновок цей виявився помилковим – з морської води утворюється виключно міцний багатолітній полярний лід (паковий лід), при низьких температурах він може стати настільки твердим, що об нього розплющуються свинцеві кулі; до того ж багатолітній полярний лід дає при розставанні практично прісну воду.

**Чому річки звиваються?** Чому на повороті річки один берег, як правило, крутий, а інший – пологий? Чому біля крутого берега глибоко, а в пологого дрібно? Звиви річок не слід пояснювати лише рельєфом місцевості. Головна причина тут інша. Уявимо річку, поточну прямолінійно по абсолютно рівній місцевості в досить однорідному грунті. Легко зміркувати, що навіть в таких сповна ідеальних умовах прямий напрям річки буде нестійким. Хай унаслідок якихось причин, наприклад невеликій неоднорідності грунту, десь уздовж течії утворився незначний вигин. Чи вирівняє річка це випадково виникле викривлення русла? Виявляється, що не лише не вирівняє, а, навпаки, ще більш збільшить. Це неважко пояснити. Виникнення випадкового викривлення русла означає, що в даному місці водна маса рухається вже не прямолінійно, а по деякій дузі.

Підготував вчитель| фізики| В.В.Безсажний

**Узори на вікні**

Майже кожної зими, ми маємо можливість спостерігати узори на вікнах. Деякі зображення дуже красиві, схожі на складні малюнки. Для утворення інію на вікнах, як і на деревах, траві, потрібні певні умови. Іній утворюється з маленьких кристалів замерзлої води. Коли повітря, що містить багато вологи, охолоджується до точки замерзання, починає утворюватися іній.

Точка замерзання - це 32° за Фаренгейтом і 0° C на рівні моря. Коли повітря охолоджується, вміст вологи в ньому зменшується. Надлишок води конденсується на таких об’єктах, як шибка. Коли температура опускається нижче 0° С, вода кристалізується. Іншими словами, кристали льоду покривають поверхню води.

Чому ж в мороз з’являються малюнки на шибці? Самі кристали мають свою структуру, яка визначає малюнок. Крім того, подряпини на поверхні скла, частинки пилу, повітряні потоки допомагають створювати красиві узори на вікнах.

**Біологічне світло**

Дослідники із Швеції заявляють, що навчилися отримувати електрику із флуоресцентного протеїну, який вперше був виявлений ще у 1962 році в організмі медузи Aequorea Victoria. Саме цей протеїн надає здатність медузі світитися в темряві.

Експерти пояснюють, що флуоресцентний протеїн при потраплянні на алюмінієві електроди створює хімічну реакцію, в результаті якої виробляється невеликий обсяг електрики.

Отриманої енергія цілком вистачає для живлення дрібних електронних пристроїв. Наприклад, для так званих нанопристроїв, які зараз починають широко використовуватися в медицині та різних наукових дослідженнях. Так, в рамках свого відкриття, шведські дослідники створили мікроскопічний ліхтар, який працює виключно на отриманій енергії із медуз.Тепер, вчені прагнуть відтворити даний протеїн в лабораторних умовах. Якщо їм вдасться це зробити, то в майбутньому його будуть виробляти у великій кількості за низькою ціною.

**«Цікаві факти із життя видатних фізиків»**

**Бувальщина**

Викладач університету звернувся до сера Ернеста Резерфорда, президента Королівської Академії і лауреата Нобелівської премії з фізики за допомогою. Він збирався поставити найнижчу оцінку з фізики одному зі своїх студентів, тоді як той стверджував, що заслуговує вищого балу. Обидва - викладач і студент - згодилися покластися на думку третьої особи, незацікавленого арбітра. Вибір ліг на Резерфорда. Екзаменаційне питання було таким: «Поясніть, як можна зміряти висоту будівлі за допомогою барометра?».

Відповідь студента була такою: «Потрібно піднятися з барометром на дах будівлі, опустити барометр вниз на довгому мотузку, а потім втягнути його назад і зміряти довжину мотузки, яка і покаже точну висоту будівлі».

Випадок був і насправді складний, оскільки відповідь була абсолютно повною і вірною! З другого боку, іспит був з фізики, а відповідь не мала нічого спільного із застосуванням знань у цій області.

Резерфорд запропонував студенту спробувати відповісти ще раз. Давши йому шість хвилин на підготовку, він попередив його, що відповідь повинна демонструвати знання фізичних законів. Після закінчення п'яти хвилин студент так і не написав нічого в екзаменаційному листі. Резерфорд запитав його, чи погоджується він з виставленою оцінкою, але той заявив, що у нього є декілька рішень проблеми, і він просто вибирає краще.

Зацікавившись, Резерфорд попросив молоду людину приступити до відповіді, не чекаючи закінчення відведеного терміну. Нова відповідь на питання була така: «Підніміться з барометром на дах і киньте його вниз, заміряючи час падіння. Потім, використовуючи формулу, обчисліть висоту будівлі».

Тут Резерфорд запитав свого колегу викладача, чи задоволений він цією відповіддю. Той, нарешті, здався, визнавши відповідь за задовільну. Проте студент згадував, що знає декілька відповідей, і його попросили відкрити їх.

- Є декілька способів зміряти висоту будівлі за допомогою барометра, - почав студент. - Наприклад, можна вийти на вулицю в сонячний день і зміряти висоту барометра і його тіні, а також зміряти довжину тіні будівлі. Потім, вирішивши нескладну пропорцію, визначити висоту самої будівлі.

- Непогано, - сказав Резерфорд. - Є і інші способи?

- Так. Є дуже простий спосіб, який, упевнений, вам сподобається. Ви берете барометр в руки і підіймаєтеся по сходах, прикладаючи барометр до стіни і роблячи відмітки. Злічивши кількість цих відміток і помноживши їх кількість на розмір барометра, ви одержите висоту будівлі. Цілком очевидний метод.

- Якщо ви хочете складніший спосіб, - продовжував він, - то прив'яжіть до барометра шнурок і, розгойдуючи його, як маятник, визначте величину гравітації у основи будівлі і на його даху. З різниці між цими величинами, в принципі, можна обчислити висоту будівлі. У цьому ж випадку, прив'язавши до барометра шнурок, ви можете піднятися з вашим маятником на дах і, розгойдуючи його, обчислити висоту будівлі за періодом прецесії.

- Нарешті, - сказав він, - серед безлічі інших способів рішення даної проблеми кращим, мабуть, є такий: візьміть барометр з собою, знайдіть управляючого і скажіть йому: «Пан управляючий, у мене є чудовий барометр. Він ваш, якщо ви скажете мені висоту цієї будівлі».

Тут Резерфорд запитав студента, невже він дійсно не знав загальноприйнятого рішення цієї задачі. Той признався, що знав, але сказав при цьому, що ситий по горло школою і коледжем, де вчителі нав'язують учням свій спосіб мислення.

Студент цей був Нільс Бор (1885-1962), датський фізик, лауреат Нобелівської премії 1922 р.

**Підкова**

Над дверима свого сільського будинку Бор прибив підкову, яка, згідно повір'ю, повинна приносити щастя. Побачивши підкову, один з відвідувачів вигукнув:

— Невже такий великий учений, як ви, може дійсно вірити, що підкова над дверима приносить успіх?

— Ні, - відповів Бор, — звичайно, я не вірю. Це забобон. Але, ви знаєте, говорять, вона приносить успіх навіть тим, хто в це не вірить.

**Колоквіум**

Одного разу під час навчання в Геттінгене Нільс Бор погано підготувався до колоквіуму, і його виступ виявився слабким. Бор, проте, не занепав духом і на закінчення з посмішкою сказав:

– Я вислухав тут стільки поганих виступів, що прошу розглядати мій нинішній як помсту.

**Ораторські здібності**

Бор блискуче висловлював свої думки, коли бував наодинці із співбесідником, а ось виступи його перед великою аудиторією часто бували невдалі, деколи навіть малозрозумілі. Його брат Харальд, відомий математик, був блискучим лектором. “Причина проста, – говорив Харальд, – я завжди пояснюю те, про що говорив і раніше, а Нільс завжди пояснює те, про що говоритиме пізніше”.

Славетний англійський фізик Резерфорд зайшов якось увечері в одну із своїх аудиторій і побачив співробітника, що сидів над приладами.

- Що ви робите так пізно? - питає Резерфорд.

- Працюю,- почув відповідь.

- А що ви робите вдень?

- Звичайно, працюю, - відповів той, чекаючи, що вчений його похвалить.

Але Резерфорд розсердився й запитав:

- Слухайте, скажіть мені, а коли ж ви думаєте?

**Як народжується винахід**

Ейнштейна одного разу запитали, як, на його думку, з'являються винаходи, що перетворюють світ.

- Дуже просто, -відповів він. - Всі знають, що зробити це неможливо. Серед них трапляється один дивак, котрий цього не знає. Він і робить винахід.

**Теорія відносності**

Дружину Ейнштейна запитали, чи розуміє вона теорію відносності Ейнштейна. Трохи подумавши, вона відповіла:

- Ні, я не розумію її. Але для мене важливіше те, що я розумію самого Ейнштейна.

**Не вивчав арифметики**

Якось у Берліні, увійшовши в трамвай, Ейнштейн за звичкою заглибився у книжку. Далі, не дивлячись на кондуктора, витяг з кишені заздалегідь відраховані на квиток гроші.

- Тут не вистачає,- мовив кондуктор.

- Не може бути,- відповів учений, не підводячи од книжки очей.

- А я вам кажу - не вистачає. Ейнштейн ще раз хитнув головою, що, мовляв, такого не може бути.

Кондуктор обурився:

- Тоді рахуйте, ось - п'ятнадцять пфенігів. Отже, не вистачає ще п'ять.

Ейнштейн помацав рукою в кишені і справді знайшов потрібну монету. Йому стало незручно за себе, але кондуктор, посміхаючись, сказав:

- Нічого, дідусю, просто треба повчитись арифметики.

**Інтерв'ю з ученим**

Якось кореспонденти запитали Ейнштейна:

- Що являє собою заков відносності? Мабуть, ви його вигадали? Ану розкажіть! Це повинно бути дуже цікаво

Учений пояснив:

- Коли ви держите гарну дівчину на своїх колінах цілу годину, - сказав Ейнштейн, - то вам здається, що це тільки одна хвилина. Коли ж ви посидите на гарячій печі одну хвилину, то вам це буде видаватися цілою годиною. Це і є відносність.

- Дивіться, як усе просто! - дивувалися кореспонденти. - А казали люди, що це дуже складна річ.

**Час і вічність**

Американська журналістка місіс Томпсон брала інтерв'ю в Ейнштейна.

- Яка, на вашу думку, різниця між часом і вічністю? - запитала вона.

- Дитино,- добродушно відповів Ейнштейн,- якби в мене був час, щоб пояснити вам цю різницю, то минула б вічність, перш ніж ви б її зрозуміли.

**Страшні машини**

Захищаючи рідне місто Сіракузи від нападу римлян, великий фізик і математик Архімед (287-212 рр. до н.е.) так налякав ворогів своїми небаченими бойовими машинами, що варто було після цього над стінами показати звичайний дрючок або мотузку, як римляни розбігалися з криком:

– Архімед знову направляє на нас якусь машину!

**Праця, написана в тюрмі**

Паризька Академія наук оголосила конкурс на тему "Про розповсюдження хвиль у циліндричних басейнах". За десять років не було подано жодної праці. В цей час у Парижі жив славетний у майбутньому український учений Михайло Васильович Остроградський (1801-1862 рр.), який слухав лекції відомих математиків та фізиків. Одного разу батько не надіслав йому вчасно грошей. І Михайла Остроградського, який заборгував власникові готелю, посадили в боргову в'язницю. Там він і написав видатну працю, в якій було розв'язане питання, поставлене Паризькою академією.

**Незручний костюм**

Михайло Остроградський не любив модного одягу. Якось кравець усе ж таки умовив його пошити новий костюм за останньою модою.

– Я зробив усе, як треба, - запевнив він ученого. - Адже ви не повинні не відставати від віку.

На це Остроградський відповів:

– Та як же я гнатимусь за віком у таких вузьких штанях?

**Відповідь Ейнштейна**

Одного разу Ейнштейн йшов по коридору Прінстона, а назустріч йому - молодий і дуже малоталановитий фізик. Порівнявшись з Ейнтейном, він фамільярно плеснув його по плечу і запитав:

- Ну як справи, колего?

- Колего? - здивовано перепитав Ейнштейн. - Невже Ви теж хворі на ревматизм?

**Турботливий Ньютон**

Сер Ісаак Ньютон, у вільний від наукових роздумів час, любив іноді майструвати що-небудь в будинку. Одного разу він випиляв у вхідних дверях отвір для кішки, щоб вона могла вільно виходити в двір, коли їй надумається. А коли кішка народила шістьох котенят, Сер Ньютон випиляв в дверях ще шість маленьких отворів.

**Мито**

У 1802 році французький учений Жозе Луї Гей-Люссак проводив в Парижі наукові досліди. Йому були потрібні скляні трубки, які тоді вироблялися склодувами тільки в Германії. Коли учений їх виписав, французькі митники наклали таке високе мито, що він не міг викупити посилку.

Про це дізнався Олександр Гумбольд і вирішив допомогти Гей-Люссаку. Він порадив відправникам запаяти кінці трубок і наклеїти на них етикетки: «Обережно! Німецьке повітря!»

Повітря? Митного тарифу на повітря не існувало, і цього разу трубки дійшли до французького ученого без всяких мит.

Підготував вчитель фізики В.В.Безсажний