

174343.

D

М. БРОНШТЕЙН



**СОНЯЧНА
РЕЧОВИНА**

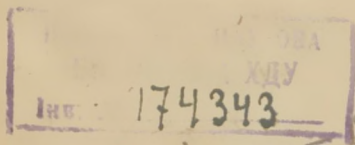
ДИТВИДАВ ЦК ЛКСМУ



М. БРОНШТЕЙН

С О Н Я Ч Н А Р Е Ч О В И Н А

З РОСІЙСЬКОЇ ПЕРЕКЛАВ
М. ДУКИН



02

1745

D

ДИТВИДАВ ЦК ЛКСМУ

ХАРКІВ

1937

ОДЕСА

64

58

Проверено
ЦНБ 1939

Редактор В. Сinenko
Обкладинка худ. М. Худяка
Художн. редактор В. Невський
Техн. керівник С. Шенкер
Коректор І. Бесарабова

Сдобл.т № 1816, Уповнов. Головліту № 3679. Замовл. № 1333. Тираж 15000.
Друк. арк. $3\frac{1}{4} + \frac{3}{16}$ арк. вклейок. 3,93 облік. авт. арк. Формат паперу
72 x 110 $\frac{1}{32}$. Здаю на виробництво 2-X 36 р. Підписано до друку 17-1 37 р.
Чергове видання № 20.

Друкарня ім. Леніна, Одеса, Пушкінська, 18.

Ціна 1 карб. Оправа 45 коп.

З ЧОГО ПОЧАЛОСЯ

Я розкажу про речовину, яку люди знайшли спершу на сонці, а потім уже в себе на землі.

Астрономи вивчають поверхню сонця з того часу, як у них є телескоп. Вони бачать на сонці темні плями, вогняні хмари й вибухи. Але хіба можна розглядіти в телескоп хемічний склад сонця, дослідити, з яких речовин воно складається? Для цього хемікам довелось би побувати на сонці, захопивши з собою всі пробірки, колби, реактиви й ваги.

Яка ж це експедиція пролетіла б півтораєста мільйонів кілометрів і відкрила на сонці нову речовину?

Такої експедиції ніколи не було. Не відриваючись від своєї планети, люди зміркували, як довідатись, з чого складається сонце. Довідалися вони про це не дуже давно — всього тільки років сімдесят п'ять тому.

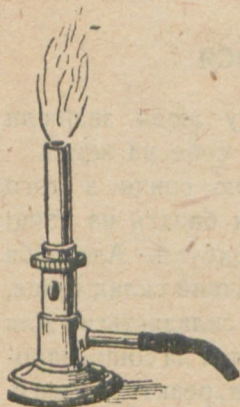
І, як це часто буває в науці, для цього надзвичайного відкриття потрібні були найскромніші засоби й знаряддя.

Ці знаряддя — маленький, тьмяний пальник Бун-

зена, та ще саморобний спектроскоп, змощений із сигарної коробки, скляного клина й двох половинок поламаной підзорної труби.

Почалося все діло з пальника, а потім уже дійшла черга й до спектроскопа.

Пальник Бунзена ви й зараз знайдете в кожній лабораторії. За сімдесят п'ять років він ніскільки не змінився.



Звичайна металічна трубка, що стоїть на підставці. Гумовим шлангом у трубку тече знизу світильний газ, а трохи нижче середини в ній зроблено отвір для повітря. Піднесіть до верхнього кінця трубки запаленого сірника, і газ займеться тьмяним, блідим, майже безбарвним полум'ям. Вдень цього полум'я

навіть не помітиш. Пальник Бунзена горить набагато тьмяніше, ніж якийсь там поганенький гасовий каганець. Та зате полум'я в нього таке гаряче, якого ніколи не буває в нашій звичайній печі: дві тисячі триста градусів.

КОЛЬОРОВІ СИГНАЛИ

Роберт Бунзен жив у минулому сторіччі. Багато років він був професором хемії в маленькому німецькому місті Гейдельберзі.

До середини 50-х років він уже винайшов свій пальник і тепер щодня старанно вивчав, як поводитись себе різні речовини в полум'ї високої температури.

Він випробовував на полум'ї то метали, то вугілля, то солі, то вапно, і спостерігав, що відбувається з усякими хемічними сполуками в гарячому полум'ї світільного газу.

Восени 1858 року він спостеріг і записав у лабораторному щоденнику, що багато речовин яскраво зафарблюють безбарвне полум'я.

Вперше він звернув на це увагу під час досліду із звичайною сіллю.

Тонкими платиновими щипчиками взяв він маленький кристалик солі й увів у полум'я горілки. Безбарвне полум'я одразу перестало бути безбарвним. Як тільки потрапила в нього звичайна сіль, воно розгорілося яскравіше й пожовтіло. А кімната сповнилася задушливим запахом хлору.

З цього запаху Бунзен не здивувався. Адже звичайна сіль складається з двох речовин: хлору й натрію. От вона й розпалася на свої складові частини в гарячому полум'ї пальника, і хлор розтікся по кімнаті.

Але чому ж полум'я з безбарвного зробилося



Роберт Бунзен.

жовтим? Що забарвило його в жовтий колір — газ хлор чи метал натрій?

Щоб довідатись про це, Бунзен вирішив повторити дослід, але тільки замість звичайної солі взяти речовини, в яких буде натрій, а хлору не буде, — наприклад, соду, глауберову сіль, бромистий натрій. Якщо полум'я й при цих дослідах забарвиться в жовтий колір, значить, уся справа в натрії.

Так і вийшло: і від соди, і від глауберової солі полум'я враз пожовтіло.

Тоді Бунзен проробив останній, вирішальний дослід: увів у полум'я чистий натрій без ніяких домішок. Полум'я й на цей раз зробилося яскраво-жовтим. Значить, здогад правильний: натрій справді забарвлює безбарвне полум'я газового пальника в жовтий колір.

Удача цих дослідів навела Бунзена на думку: може, не тільки натрій, а й інші метали здатні забарвити безбарвне полум'я пальника? Що коли взяти речовини, в яких натрію немає? Наприклад, сильвін — сполуку хлору з металом калієм?

Крихтний кристалик сильвіну було внесено в полум'я газового пальника. Полум'я розгорілося так само яскраво, як і від кристалика звичайної солі, але забарвилось в інший колір — не жовтий, а фіолетовий.

І не лише сильвін, а всі речовини, в яких є калій, дали той же фіолетовий колір: і селітра, і поташ, і їдке калі.

Висновок ясний: фіолетовий колір полум'я залежить від калію. Але Бунзен і тут не відмовився від останньої перевірки: він уніс у полум'я чистий калій.

Все той же фіолетовий колір.

Отже, жовтий колір — ознака натрію, фіолетовий — калію.

Бунзен зрозумів, що досліди ведуть його до якогось важливого відкриття. Він почав досліджувати метали один за одним. Узяв літій — і одержав червоне полум'я, узяв мідь — і одержав зелене.

Досліди за дослідями переконували Бунзена в тому, що він відкрив новий спосіб хемічного аналізу — такого аналізу, для якого непотрібна складна хемічна кухня, непотрібні прилади, склянки, реактиви.

Тепер, коли хемік хоче взнати, чи є в якій-небудь речовині калій, йому скаже про це полум'я газового пальника, скаже не словами, а кольоровими сигналами.

Якщо полум'я зробиться фіолетовим, то це значить: „У речовині є калій“. А якщо воно зробиться не фіолетовим, а жовтим, це означатиме: „Калію немає, є натрій“.

Можна буде на око довідуватись про хемічний склад будьякої речовини. Треба тільки вивчити мову газового полум'я, розібратись у його кольорових сигналах.

НЕВДАЧА

Бунзен роздобув багато всіляких хемічних сполук і заходився їх досліджувати. Тоненькими платиновими щипчиками брав він шматочок досліджуваної речовини і вносив у полум'я пальника. Коли ж речовина була не твердою, а рідкою, то замість щипчиків брав він платинову дротинку завтовшки з кіньський волос, вигнуту на кінці петелькою. Краплю рідини, що звисала в петельці, Бунзен обережно вносив у полум'я.

І щоразу в лабораторному щоденнику з'являвся запис про те, в який колір забарвилось полум'я.

Незабаром в руках у Бунзена був довгий перелік речовин і тих кольорів, по яких їх можна визначити. Справжня сигнальна книга: натрій — жовтий сигнал, калій — фіолетовий сигнал, мідь — зелений сигнал, стронцій — червоний сигнал. І так далі, і так далі — на багато сторінок.

Сигнальна книга була готова, і от тут то Бунзен побачив, що користатись із цих сигналів не так то просто.

У переліку був, наприклад, такий запис:

„Розчин солей натрію — жовтий колір“.

„Розчин солей натрію з невеличкою домішкою солей літію — теж жовтий колір“.

„Розчин солей натрію з невеличкою домішкою солей калію — теж жовтий колір“.

Як же розшифрувати ці сигнали? Як відрізнити

чистий натрій від натрію з домішкою калію й від натрію з домішкою літію?

Бунзен запалив три газових пальники. В полум'я кожного пальника вніс він по краплі розчину звичайної солі. Але в одній краплі звичайна сіль була чиста (сполука натрію з хлором), в другій вона була змішана з солями літію, в третій — із солями калію.

Полум'я всіх трьох пальників було однакового кольору: жовтого. Ніякої різниці між ними не було. Очевидно, натрій так дуже забарвив їх у свій жовтий колір, що оком не можна було спіймати червоний відтінок літію й фіолетовий відтінок калію.

Тоді Бунзен подумав: а що коли допомогти окові — озброїти його кольоровими скельцями або кольоровими рідинами?

Він налив у скляночку трохи розчину синьої фарби індиго й почав розглядати всі три полум'я крізь синю рідину.

І тут він одразу помітив різницю в кольорі.

Синя барва індиго увібрала в себе жовте полум'я натрію, і тому полум'я, де була звичайна сіль із домішкою літію, здавалося тепер малиново-червоним. Полум'я, куди було домішано калій, теж здавалося червоним, але інакшого відтінку — пурпурного. А полум'я, в якому була звичайна сіль без ніяких домішок, неначе й зовсім зникло.

Бунзен озброївся цілою колекцією кольорових скельць і скляночок із кольоровими рідинами. Він

сподівався, що ця колекція допоможе йому розшифрувати всі сигнали в його книзі.

Але ось йому потрапив на очі такий запис:

„Солі літію — малиново - червоний колір“.

„Солі стронцію — малиново - червоний колір“.

Знову дві різні речовини, а колір однаковий. Чи не допоможуть і тут кольорові рідини й скельця?

Довго бився Бунзен, підбираючи кольори, крізь які можна було б підмітити різницю між полум'ям літію й полум'ям стронцію. Але такого кольорового скельця, такої кольорової рідини він не знайшов.

Полум'я літію ніяк не щастило відрізнити від полум'я стронцію. Значить, фарби й кольорові скельця допомагають не завжди.

А якщо так,— полум'я газового пальника не дає надійного ключа до хемічного аналізу.

Здавалося, Бунзен зазнав поразки.

Але тут на допомогу його газовому пальнику прийшов спектроскоп Кірхгофа.

ЗВИЧАЙНИЙ КУСОК СКЛА

В тому ж невеличкому університетському місті Гейдельберзі жив професор фізики Густав Кірхгоф. Довідавшись про утруднення з дослідами Бунзена, Кірхгоф вирішив йому допомогти. Він обіцяв Бунзену зробити такий фізичний прилад, який відкриє різницю в кольорі полум'я навіть і тоді, коли відмовляються служити кольорові скельця й розчини фарб.

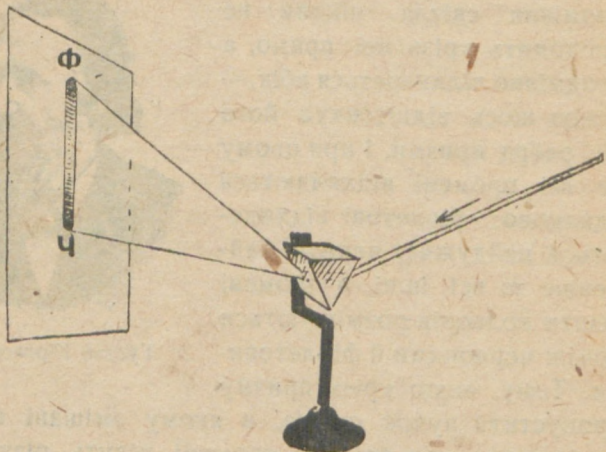
План у Кірхгофа був дуже простий. В його лабораторії зберігалася призма із скла „флінтглас“, яку колись, за багато років перед тим, виточив і відшліфував славетний мюнхенський оптичний майстер Йосиф Фраунгофер. Призма, це звичайний кусок скла, виточений у формі клина. Але у призми є чудова властивість: проміння світла ніколи не проходить крізь неї прямо, а неодмінно відхиляється вбік, — немов щось відштовхує його від ребра призми. І при цьому не всі промені відхиляються однаково: фіолетові відхиляються найдужче, червоні найменше за всі інші, а промені решти кольорів розміщуються поміж червоними й фіолетовими. Тому, якщо крізь призму пропустити пучок світла, в якому змішані промені різних кольорів, ці промені підуть різними дорогами. Так призма розкладає пучок світла, що складається з променів різних кольорів, розбиває його на складові частини.

Йосиф Фраунгофер, який виготовував флінтгласову призму, що зберігалася в лабораторії Кірхгофа, користався цією чудовою властивістю призми для того, щоб розкладати на складові кольори сонячний промінь. Крізь вузьку щілину впускав він у темну кімнату пучок сонячного проміння й на



Густав Кірхгоф.

дорозі цього проміння ставив свою призму. Проміння входило в призму вузьким пучком, а виходило широким віялом. На протилежну білу стіну лягала різнобарвна смуга світла — сонячний спектр. У смугі були всі сім кольорів радуги: червоний, за ним оранжевий, потім жовтий, зелений, бла-



Прожодження проміння крізь призму. На екрані — смужка спектра. Літерою Φ позначено фіолетовий край спектра, літерою Ч — червоний.

китний, синій і фіолетовий. Фраунгофер, як і багато фізиків до нього, знав, що всі ці кольори, від червоного до фіолетового, всі найтонші відтінки барв радуги, які поволі переходять один в один, містяться в білому сонячному світлі, але ці окремі кольори й відтінки око помічає тільки

тоді, коли призма розлучає їх один з одним, розкладає в різнобарвний спектр.

— Чому ж,— подумав Кірхгоф,— не скористатись із цієї ж таки скляної призми для того, щоб дослідити світло, випромінюване газовим пальником? Якщо виділити вузький пучок такого світла й пропустити його крізь призму,— призма враз розгадає ті сигнали, яких не розгадали ні кольорові скельця, ні скляночки із фарбами.

СИГНАЛИ РОЗШИФРОВАНО

Кірхгоф приніс Бунзену свій прилад. Цьому приладу винахідник дав назву „спектроскоп“— слово, яке він сам вигадав. Зараз це слово відоме кожному фізику й хеміку, і в кожній лабораторії можна побачити спектроскоп, виготований на оптичній фабриці. Але які несхожі ці сучасні зручні й точні спектральні прилади на незграбний спектроскоп, який Кірхгоф виготовував власними руками! Дерев'яна коробка спід сигар, скляна призма й стара підзорна труба з трьома лінзами— ось із чого було зроблено перший спектроскоп.

Підзорну трубу Кірхгоф розпиляв надвое. З однієї труби вийшло дві: перша з одним опуклим склом, друга— з двома.

Обидві трубки Кірхгоф уставив у суміжні стінки сигарної коробки під кутом одну до одної.

Трубку, в якій була тільки одна лінза, він прилаштував так, що вона дивилася лінзою в коробку, а порожнім отвором назовні. Цей отвір

він затулив картонним кружальцем із вузькою щілиною. Крізь щілину повинно було проходити в коробку проміння. Там, всередині коробки, його зустрічала призма, яку Кірхгоф закріпив на обертовій осі. Пройшовши крізь призму, пучок проміння звертав убік і спрямовувався в другу трубку широким різнобарвним віялом. Притуливши око до цієї трубки і поволі обертаючи призму довкола осі, можна було розглядіти увесь спектр проміння, що пройшло крізь щілину спектроскопа.

В перший же день Бунзен і Кірхгоф випробували новий прилад. Бунзен запалив свій пальник, а Кірхгоф навів на полум'я свій спектроскоп. Потім Бунзен почав вводити в полум'я по черзі натрій, калій, мідь, літій, стронцій. І щоразу, коли полум'я міняло свій колір, обидва вони пильно роздивлялися спектр проміння, що його випромінювали розжарені пари металів.

Спектри ці були не такі, як сонячний. В сонячному спектрі всі сім барв радуги — від червоної до фіолетової — лягають суцільним рядом, а в спектрі зафарбленого газового полум'я Кірхгоф і Бунзен побачили розрізнені кольорові лінії.

В спектрі розжарених парів калію горіли дві червоні лінії й одна фіолетова, у парів натрію була одна лінія — жовта,¹ а в парів міді було багато

¹ Пильно вивчивши цю жовту лінію, фізики виявили, що насправді вона подвійна; вона складається з двох, дуже близько одна до одної розташованих, жовтих ліній. Ці лінії дістали у фізиків особливі назви: їх звать лініями D_1 і D_2 .

ліній, серед яких найяскравіше горіло три зелених, дві жовтих і дві оранжевих. І кожна кольорова лінія з'являлася щоразу на тому самому місці, де в сонячному спектрі лежить колір такого ж самого відтінку: оранжеві лінії міді лягали в оранжевій частині спектра, жовта лінія натрію — в жовтій.

Нарешті таки Бунзену пощастило взнати, чим відрізняється малинове полум'я літію від малинового полум'я стронцію. Коли він дивився на них звичайним оком, він не розрізняв їх, але виявилось, що спектр одного полум'я зовсім несхожий на спектр другого. Досить було подивитись на них у спектроскоп Кірхгофа, щоб одразу сказати, де літій, де стронцій. Спектр літію складається з однієї яскравої червоної лінії й однієї оранжевої, слабшої, а спектр стронцію — з однієї блакитної й кількох червоних, оранжевих, жовтих ліній.

Один за одним кольорові сигнали було розшифровано. Задачу було розв'язано.

ПОПІЛ, ГРАНІТ І МОЛОКО

Кірхгоф і Бунзен знайшли ключ до розгадки хемічного складу будьякого полум'я, будьякого розжареного газу. Не треба робити хемічний аналіз, щоб довідатись, чи є в полум'ї натрій. Якщо ви побачите його жовту лінію в тому місці спектра, де їй належить бути, ви одразу виявите натрій. Якщо в спектрі у вас дві червоні й одна фіолетова лінія, ви можете бути певні, що в по-

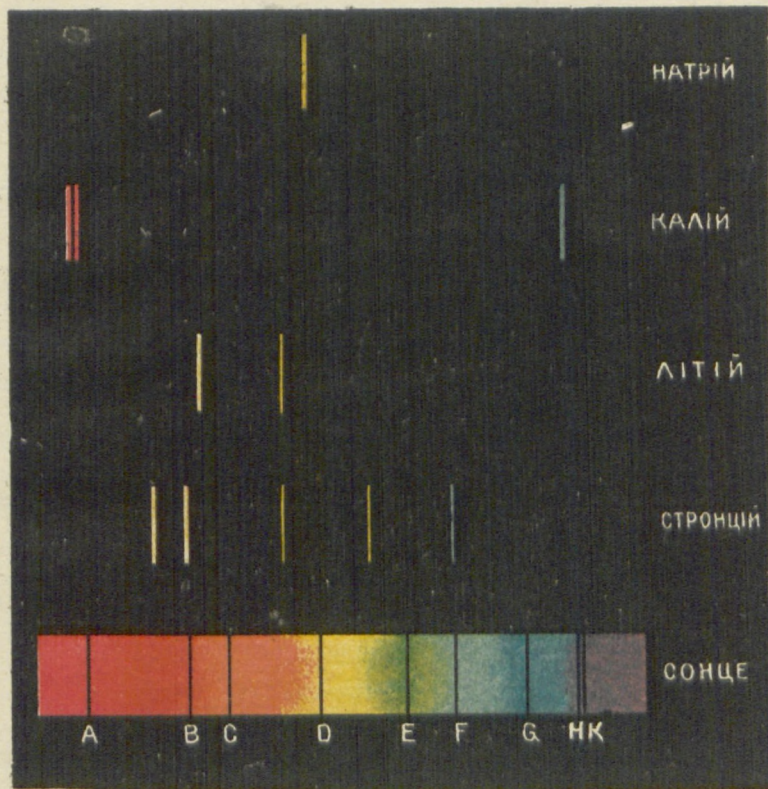
лум'ї є калій. А якщо в спектрі виявиться одна червона лінія, зелено-блакитна й синя, то, значить, у полум'ї є водень.

Поставте на дорозі проміння спектроскоп—і лінії спектра безпомилково розкажуть вам про хемічний склад тіла, що випромінює проміння.

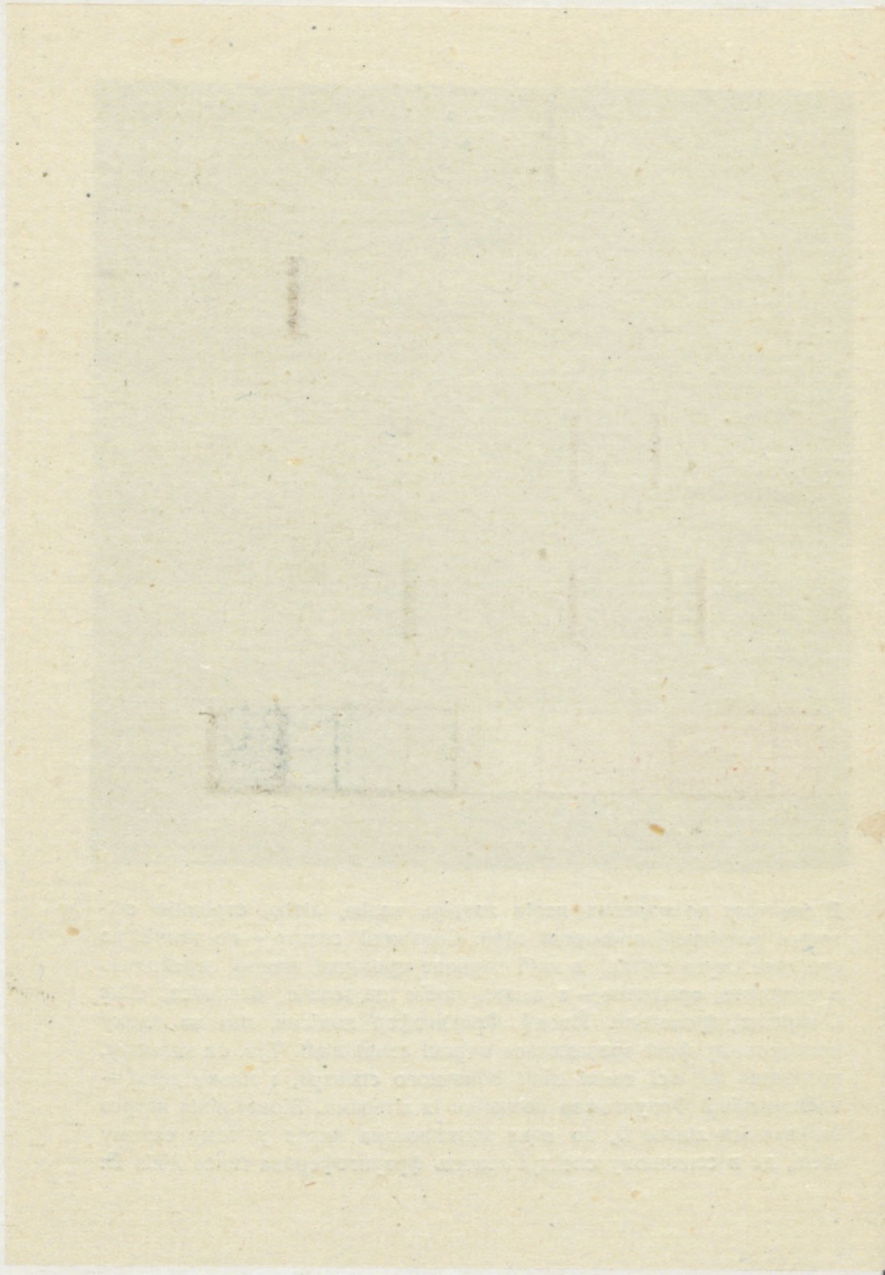
Такий спосіб визначати хемічний склад по лініях спектра було названо спектральним аналізом.

Бунзен почав досліджувати багато всіляких речовин. Все, що траплялося йому під руку, він тяг до спектроскопа. Він вносив у полум'я пальника і краплю морської води, і краплю молока, і допіл сигари, і шматочки всіляких мінералів. У спектрі попелу гаванської сигари він побачив жовту лінію натрію й червоні лінії літію й калію; в спектрі шматочка крейди він побачив лінії натрію, літію, калію, кальцію, стронцію. Багато різних речовин дослідив таким чином Бунзен, розжарюючи їх у жаркому полум'ї пальника й спостерігаючи спектр розжарених парів.

Новий спосіб розпізнавати хемічний склад був, як виявилось, надзвичайно чутливим і точним. Бунзен знаходив спектральні лінії цінного металу літію в таких речовинах, в яких літію так мало, що ніяким іншим способом його виявити не можна. Літій було знайдено спектроскопом і в морській воді, і в попелі водоростей, прибитих Гольфштромом до берегів Шотландії, і в криничній воді, яку Бунзен узяв з джерела, що б'є з гранітної скелі в околицях Гейдельберга, і в шматках гра-



В спектрах розжарених парів натрію, калію, літію, стронцію світяться розрізнені кольорові лінії. Сонячний спектр — не такий: це суцільна смуга світла, в якій червоне проміння поволі переходить в оранжеве, оранжеве — в жовте, потім йде зелене, блакитне, синє і, нарешті, фіолетове. Йосиф Фраунгофер помітив, що на цьому кольоровому фоні трапляються окремі темні лінії. Тут, на малюнку, позначено не всі темні лінії сонячного спектра, а тільки деякі — найпомітніші. Фраунгофер позначив їх літерами. Жовта лінія натрію називається лінією D, бо вона розташована якраз у тому самому місці, де в сонячному спектрі лежить фраунгоферова темна лінія D.



ніту, відколотого від тієї ж скелі, і в листі винограду, що зріс на скелі, і в молоці корови, яка їла це листя, і в крові людей, які пили це молоко.

Але газовий пальник і спектроскоп допомогли хемікові Бунзену зробити ще важливіше відкриття: за їх допомогою він виявив два нових метала, про існування яких ніхто й уяви не мав. У спектрі саксонського мінералу лепідоліту і в спектрі ропи, одержаної після випаровування дюркхеймської мінеральної води, він побачив спектральні лінії, які не збігалися з лініями знайомих хемікам речовин. Бунзен зрозумів, що і в лепідоліті, і в дюркхеймській мінеральній воді заховані якісь ще невідомі речовини.

І справді, незабаром Бунзену пощастило вилучити з мінералу лепідоліту новий метал, який він назвав рубідієм, а з дюркхеймської води інший новий метал, якому він дав ім'я цезій.

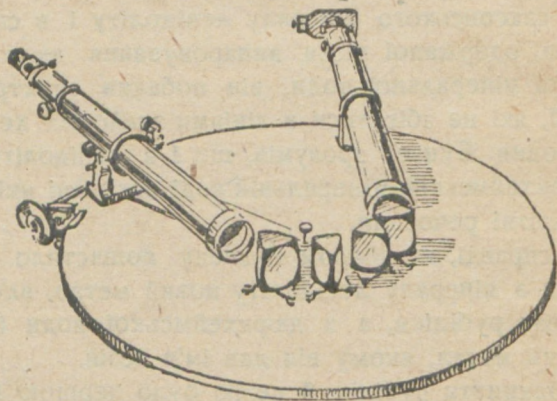
Відкриття рубідію й цезію було першою великою перемогою спектрального аналізу.

ЗОРІ В ЛАБОРАТОРІЇ

Минав рік за роком. Фізики й хеміки вивчали все нові й нові спектри: спектри розжарених парів різних солей, спектри розжарених і розтоплених металів, спектри розріджених газів, які світяться, коли по них проходить електричний струм, спектр електричної іскри, розжарювали вапно й вивчали спектр його проміння, пропуще-

ного крізь пофарбовані скельця, крізь кольорові рідини, газу й пари.

Спектроскоп, колись зроблений Кірхгофом із сигарної коробки, скляного клина й уламків підзорної труби, став родоначальником багатьох інших спектроскопів, зручніших для роботи і точніших.



Удосконалений спектроскоп з чотирма призми.
Переходячи з призми в призму, віяло проміння розгортається все ширше й ширше.

Сам Кірхгоф багато попрацював над тим, щоб удосконалити свій винахід. Незабаром спектроскопи почали виготовляти на оптичних фабриках. В кожній лабораторії з'явився спектроскоп. Німецькі оптичні фірми сконструювали дорогі й складні спектральні прилади для точних вимірів. Лондонська фірма Браунінг випустила в продаж дешеві кишенькові спектроскопи.

Спектроскоп придався й фізикам, і хемікам, і інженерам. Придався він навіть працівникам розшуку. Побачивши на підлозі або на одягові підозрілу темну пляму, схожу на засохлу кров, працівник розшуку змиває пляму спиртом. А по спектру проміння, що пройде крізь спирт, в лабораторії можуть одразу сказати, чи розчинена в ньому кров.

Але багато більше, ніж працівникам розшуку, придався спектроскоп людям, що вивчають найдальші світляні тіла — планети й зорі. До винайдення спектроскопа ніхто й мріяти не наслідувався про те, що нам колись стане відомо, з чого складаються зорі, планети й сонце. Ніхто не знав, чи входять до складу небесних світил ті ж речовини, які ми знаходимо й у себе на землі, чи небесні світила складаються з якихось особливих небесних речовин.

Тільки відкриття Кірхгофа й Бунзена допомогло людям затагти зорі в лабораторію, створити нову науку — небесну хемію, хемію небесних світил.

Астрономи всього світу з пожадливістю вхопилися за спектральний аналіз і почали застосовувати його в найрізноманітніших дослідженнях. Тут не вистачить місця оповісти про всі ті дивовижні речі, які були відкриті за допомогою спектрального аналізу.

Тільки про одне відкриття розкажу я тут — про те відкриття, з якого починається надзвичайна історія речовини, знайденої на сонці.

СПЕКТРОСКОП ДОСЛІДЖУЄ СОНЦЕ

Під час повного сонячного затемнення, коли все сонце закрите від нас місяцем, зза чорного диска місяця раптом вириваються червоні язички полум'я. Язички здаються нам маленькими, а насправді вони в багато разів довші, ніж діаметр нашої землі.

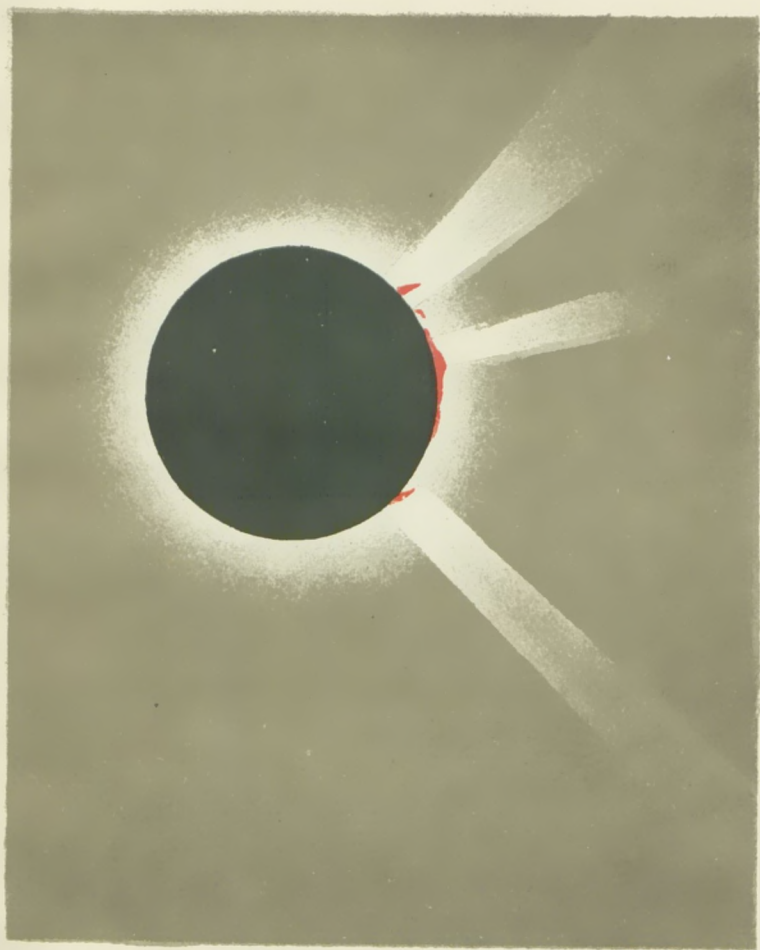
Це вибухи на вогняній поверхні сонця.

Такі вибухи бувають на сонці щодня й по багато разів на день. Але простим оком їх можна спостерігати тільки під час повного сонячного затемнення, коли сяючий диск закритий місяцем і тому не засліплює нас.

Дивно, що вчені звернули увагу на ці вогняні вибухи, що виступають зза крайка місяця, всього тільки сімдесят п'ять років тому, хоч повні затемнення сонця бувають мало не щороку — то в одній, то в другій частині земної кулі, і щоразу можна помітити сонячні виступи. Астрономи просто не звернули на них уваги. Затемнення триває усього лише кілька хвилин, а то й секунд, і за ці секунди треба стільки записати, замалювати, виміряти! Вся увага астронома-спостерігача заповнена гарячковою працею, і часто хвилювання заважає йому бачити речі, які він не сподівався побачити.

А може, астрономи й помічали ці вибухи, але вважали їх просто за оману зору.

Як би там не було, 18 липня 1860 року, коли



Сонячний диск, затулений Місяцем, і вогняні виступи. (Виступи змалював астроном Плантамур під час сонячного затемнення 18 липня 1860 року).



Copyright © 1954 by the Board of Regents of the University of California
All rights reserved. Printed in the United States of America
1954 498

повне сонячне затемнення спостерігалось в Іспанії, астрономи, що з'їхалися туди з усіх кінців Європи, нарешті такі звернули увагу на сонячні виступи й навіть устигли їх замалювати. Тоді тільки вчені всього світу заговорили про сонячні виступи й почали один поперед одного висловлювати всякі здогади про їх природу й походження.

Через вісім років після іспанського затемнення, 18 серпня 1868 року, мало відбутися повне сонячне затемнення в Індії.

Французький астроном Жансен, що все своє життя займався дослідженням сонця, вирішив скористатись із цього затемнення, щоб вивчити спектр сонячних виступів. Узявши з собою спектроскоп, він вирушив у далеку морську мандрівку. Він устиг вчасно. В той момент, коли затемнення відбулося й червоні язички полум'я вирвалися зза чорного місячного диска, Жансен навів на них трубу свого спектроскопа. Він побачив кольорові лінії — спектр тих розжарених газів і парів, які викидає сонце.

Лінії були такі яскраві, що Жансену мимоволі спало на думку: а чи не можна побачити їх і без затемнення, при повному сяйві сонця?

На другий день, коли сонце, неначе з ним нічого й не траплялося, викотилося зза горизонту і підвелось над пальмами і пагодами, Жансен навів щілину спектроскопа на самий крайок сонця. Він зробив це так обережно й так уміло, що в щілину спектроскопа потрапляло тільки про-

міння сонячних виступів, а проміння самого сонячного диска поминало щілину.



Жюль Жансен.

Дивлячись у спектроскоп, Жансен пересвідчився, що його вчорашній здогад правильний. У спектроскопі були ті самі кольорові лінії, які він бачив напередодні, — лінії спектра сонячних виступів.

А коли так — Жансен міг розв'язати своє завдання й без поїздки. Навіщо було їздити до Індії?

І правда, не було чого їздити: англійський астроном Локайер, сидячи у себе в Англії й нічого не знаючи про Жансена, зробив те ж саме відкриття, що й він.

Паризька академія одержала в один день два листи: один від Жансена, другий від Локайера, і в обох листах говорилося про те саме відкриття.

Лист Локайера було написано 20 вересня 1868 року, а лист Жансена раніше — 19 серпня того ж року. Але з містечка Гунтур на східному березі Індії, де перебував Жансен, лист ішов до Європи понад два місяці. Ось чому обидва листи



Норман Локайер.

прийшли до Парижа в один день і були зачитані на засіданні Паризької академії 26 жовтня 1868 року один через кілька хвилин після другого.

Цей дивний збіг так вразив академіків, що вони звеліли викарбувати золоту медаль на честь відкриття спектра сонячних виступів. На одному боці медалі були портрети Жансена й Локайера, а на другому бог сонця Аполлон у колісниці, запряженій четвериком коней, і під колісницею напис: *Analyse des protuberances solaires 18 aout 1868* (аналіз сонячних виступів 18 серпня 1868 року).

СОНЯЧНА РЕЧОВИНА

Що ж виявили Жансен і Локайер у спектрі сонячних виступів?

Перш за все їм обом кинулися в очі яскраві лінії водню: червона, зелено-блакитна й синя.

Але, крім цих трьох ліній, у спектрі виявилася ще одна лінія — жовта. Що значить ця лінія, ні Жансен, ні Локайер не могли зрозуміти. Вона міститься зовсім близько від того місця спектра, де повинна була б лежати жовта лінія натрію. Близько, але не зовсім у тому місці, — отже, це не натрій.

Звідки ж ця лінія? Жодна речовина, відома хемікам того часу, не мала її в своєму спектрі.

Жансен і Локайер довго міркували і, нарешті, прийшли до висновку, що невідома лінія, яку вони назвали лінією D_{β} , належить якійсь особливій

небесній речовині. Очевидно, на землі її немає, вона існує тільки на сонці, за півтораєста мільйонів кілометрів від нас.

І тому Локайер вирішив назвати нову, знайдену на сонці, речовину ім'ям самого сонця — „гелій“.

„Геліос“ — по-грецькому це й значить сонце.

Речовину було названо, але про властивості її тим часом ще нічого і нічого не було відомо.

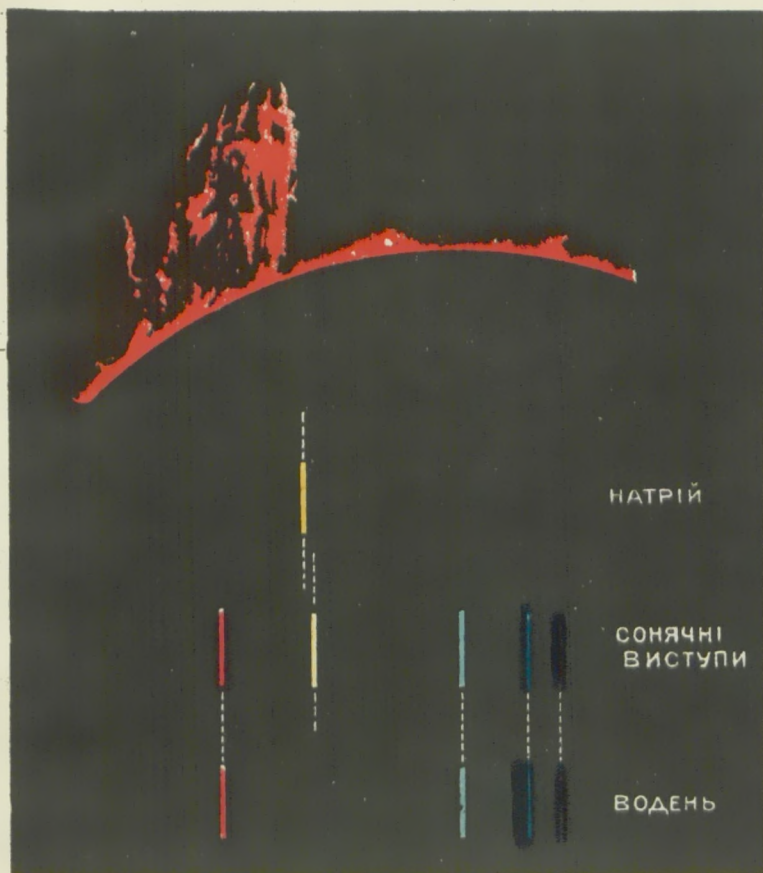
Астрономи висловлювали лише здогад, що гелій, певно, дуже легкий газ. Адже коли на сонячній поверхні відбуваються вибухи, то висхідний потік газів захоплює й несе на величезну височінь тільки найлегші речовини.

ВАГА БЛОХИ

Історія гелію почалася на небі, а через двадцять п'ять років несподівано зійшла на землю.

1893 року англійський фізик Джон Вільям Релей заходився точно вимірювати вагу різних газів. В першу чергу він почав зважувати ті гази, з якими наука найраніше й найбільше почала знатися: водень, кисень і азот.

Навіщо це було потрібно? Хіба водень, кисень і азот не були зважені й до Релея? Так, вага цих газів була давно відома, але Релей схотів зважити їх точніше, ніж зважували досі. Наприкінці минулого сторіччя фізиків уже не задовольняло грубе приладдя стародавніх лабораторій. Їм потрібні були точні цифри, точне знання власти-



Вгорі — фотографія сонячного виступу.

Внизу — спектр сонячного виступу і спектри натрію та водню. Ясно видно, що червона, зелено-блакитна, синя і фіолетова лінії в спектрі сонячного виступу збігаються з лініями водню. А жовта лінія в спектрі виступу не збігається з жовтою лінією натрію; вона лежить правіше, ближче до фіолетового краю спектра.

востей речей. За допомогою нових, тонших і чутливіших приладів фізики почали наново вимірювати густість тіл, температури топлення й кипіння, оптичні, хемічні й електричні властивості.

Джон Вільям Релей озброївся найточнішими терезами, які тільки були у нього в лабораторії, і заходився працювати.

Перш за все він вирішив наново зважити водень. Він узяв велику скляну кулю й пильно виміряв, скільки літрів газу може в ній уміститися. Потім повітряним насосом викачав з кулі повітря і зважив кулю. Потім виповнив воднем і знову зважив. Точні терези показали, що куля, сповнена воднем, на стільки то грамів і стільки то міліграмів важча, ніж порожня.

Лишалось тільки поділити грами на літри.

Так Релей виміряв точну вагу літра водню.¹

Покінчивши з воднем, він так же само зважив і кисень.



Джон Вільям Релей.

¹ Коли фізики кажуть про те, скільки важить літр якогось газу, вони мають на увазі, що цей газ береться при температурі нуль градусів Цельсія і при нормальному тисненні (нормальне тиснення — це таке тиснення, при якому барометр показує 760 міліметрів). Релей виповнював свою кулю газом саме такого тиснення й саме такої температури.

Потім дійшла черга й до азоту.

Релей узяв кілька літрів повітря й очистив його від кисню. Лишився азот, і цим азотом Релей виповнив свою скляну кулю. Зваживши кулю на точних терезах, він узнав, скільки важить літр азоту.

Але це було ще не все. Обережний фізик звик перевіряти кожен свій дослід різними способами.

$$\begin{array}{r} 1.2565 \\ - 1.2507 \\ \hline \end{array}$$

58

Релей знову добув азот, та цього разу не з повітря, а з іншого газу — з амоніаку. Знову виповнив він азотом скляну кулю, знову

зважив на точних терезах. І тут виявилася дивна річ: літр азоту, добутий з амоніаку, був на 6 міліграмів легший, ніж літр азоту, добутого з повітря. На цілих шість міліграмів!

Шість міліграмів — вага невелика. Це вага блохи.

Але один літр азоту не повинен бути легший за другий літр азоту навіть і на соту частину блошиної ваги!

Релей удруге зважив азот повітря й азот амоніаку, і його точні терези показали ту ж різницю — шість міліграмів.

Літр „повітряного“ азоту важив 1,2565 грама.

Літр „амоніакового“ азоту — 1,2507 грама.

— Що за дивина? — подумав Релей. — І те й друге — азот, але у „повітряного“ азоту одна вага, в „амоніакового“ — інша. А що коли для порівняння добути азот не з повітря і не з амоніаку, а з якоїнебудь іншої речовини?

Релей зібрав цілу колекцію речовин, що містять в собі азот: окис азоту, закис азоту, азотисто-кислий амоній, селітру, сечовину. З усіх цих речовин він добував азот і зважував на точних терезах. І що ж? Виявилось, що в азоту, добутого з закису, і в азоту, добутого з окису, і в азоту з азотисто-кислого амонію, і в азоту з сечовини, і в азоту з селітри вага цілком однакова: 1,2507 грама на літр — точнісінько така, як в азоту, добутого з амоніаку.

Так чому ж в азоту, добутого з повітря, вага більша? Чому „повітряний“ азот — виняток? Чи не було якоїсь помилки в досліді з „повітряним“ азотом?

Релей вирішив зважити повітряний азот ще раз. Він знову взяв кілька літрів повітря й старанно очистив їх від кисню. Азотом, що лишився, він виповнив скляну кулю і зважив — тепер уже втретє.

Уперті терези продовжували показувати те саме. Літр повітряного азоту важив не 1,2507, а 1,2565 грама.

Різниця мізерна. Починається вона всього тільки з тисячних часток, з третьої цифри після коми.

Але один літр азоту ні в якому разі не повинен

важити більше другого літра навіть і на тисячну частку.

Значить, тут є якась таємниця.

НЕВІДОМА ДОМІШКА

Релей написав листа про свої досліди до лондонського журналу „Nature“ (по-нашому це значить „Природа“).

Редакція журналу вмістила листа Релея.

„Азот, — писав Релей, — важить зовсім однаково, звідки б його не добути — з азотистокислого амонію, з амоніаку, з сечовини, з селітри. Один тільки є виняток: азот, добутий з повітря. Азот повітря важчий, ніж азот амоніаку, сечовини, селітри. Значить, азот повітря — це якийсь особливий азот. Чи не зможе хтось із хеміків з'ясувати аномалію (ненормальність) повітряного азоту?“

Журнал „Nature“ — дуже відомий журнал. Не тільки в Англії, але й на всій земній кулі немає такого фізика або хеміка, який не читав би журналу „Nature“.

Фізики й хеміки цілого світу прочитали листа Релея, але марно чекав він відповіді. Ніхто не озвався на його лист, ніхто не зумів пояснити аномалію повітряного азоту.

Тоді Релей удався по пораду до свого приятеля, лондонського професора хемії Вільяма Ремзея. Він докладно оповів Ремзею про свої досліди й запропонував йому разом зайнятись розслідуванням.

питання про те, чому літр „повітряного“ азоту аж на 6 міліграмів розходиться в вазі з літром усякого іншого азоту.

Релей і Ремзей довго сперечалися про причини незрозумілого розходження в 6 міліграмів. Нарешті Ремзею спало на думку таке: а що коли азот, добутий з повітря, — не чистий азот? Треба б дослідити, чи немає в ньому якоїсь несподіваної домішки, якогось важкого газу, який і дає ці зайві шість міліграмів.

Що ж це за газ?

Ремзей ще нічого не знав про нього. Одне тільки було безсумнівне: цей газ повинен бути важчий за азот. Коли б він був легший, то й азот, до якого домішано якийсь процент цього газу, був би легший, а не важчий за стопроцентний азот. Адже склянка чистого піску легша за склянку, сповнену суміші піску й свинцевого шроту.

Але якщо до азоту повітря домішано якийсь важкий газ, то як могло статися, що хеміки його не помітили? Хеміки проробляли багато дослідів з повітрям — чому ж вони досі не виявили, що в повітрі, якщо його очистити від куряви, водяних парів і вуглекислоти, є, крім водню й азоту, ще якийсь третій газ?



Вільям Ремзей.

Релей і Ремзей почали копатись у книжках і журналах. Вони перечитували описи всіх дослідів із повітрям, що їх будьколи проробляли вчені. Але ніде не знайшли жодного слова, яке могло б підтвердити їхній здогад про існування третього газу.

І тільки в одній старовинній книзі, де писалося про досліди з „мефітичним газом“ (так хеміки вісімнадцятого сторіччя звали азот), Релей і Ремзей натрапили на одне місце, яке примусило їх насторожитись.

ЗАБУТИЙ ДОСЛІД

Наприкінці вісімнадцятого сторіччя жив у Лондоні вчений хемік, якого звали Генрі Кевендіш. Це був відлюдний і самотній чоловік. Він з'являвся на вулицях з вузластим ціпком, у довгому дідівському сюртуці й у крилатому капелюху. Про його дивацтва й химери по місту ходило багато чуток та байок. Оповідали, що відлюдність його й суворість доходять до того, що інший раз за цілий день він не вимовить жодного слова. Балакали також, що він дуже багатий і все своє величезне багатство витрачає на досліди й на купівлю наукових машин і приладів. Про досліди свої й відкриття він нікому не розказує: дослідами й відкриттями він цікавиться заради власної розваги, і думка інших людей ніскільки його не цікавить.¹ Ще казали, що Кевендіш улаштував

¹ В цих оповіданнях є таки трохи й правди. Багато відкриттів Кевендіша лишилися за його життя неопублікованими.

у себе в домі бібліотеку з наукових книжок і відкрив до неї доступ усім, хто схоче нею користуватись. Кожен відвідувач може взяти до себе додому першу - ліпшу книгу, лишивши господареві розписку. Жартівники казали, ніби сам Кевендіш так суворо й точно додержується встановлених ним у бібліотеці порядків, що кожного разу, коли йому треба взяти книгу з власної книжкової шафи, він видає собі розписку: „Такого то числа таку то книгу взяв у Генрі Кевендіша Генрі Кевендіш“.



Генрі Кевендіш.

ними. І тільки через кілька десятиріч після його смерті англійський фізик Максвелл розшукав його рукописи й надрукував їх. В рукописах, виданих Максвеллом, дійсно, було описано кілька важливих відкриттів, про які Кевендіш нікому не розказував. З цих відкриттів найважливіше — відкриття закону відштовхування й притягання електричних зарядів. Кевендіш відкрив цей закон, але не вважав за потрібне опублікувати його. А через кілька років, ще за життя Кевендіша, те ж саме відкриття зробив французький фізик Кулон. Кевендіш навіть і тоді не заявив про свою першість. Закон взаємодії електричних зарядів фізики з того часу звуть законом Кулона, хоч ми знаємо, що досліди Кевендіша були зроблені раніше, ніж досліди Кулона, і були набагато точніші.

Релей і Ремзей знали про праці Кевендіша з книги, опублікованої Максвеллом.

Дивак Кевендіш давно вмер. Давно забутий його крислатий капелюх, його сюртук, його химери. Але фізики й хеміки пам'ятають, що Генрі Кевендіш перший відкрив, з чого складається вода, і перший обчислив, скільки важить земна куля.

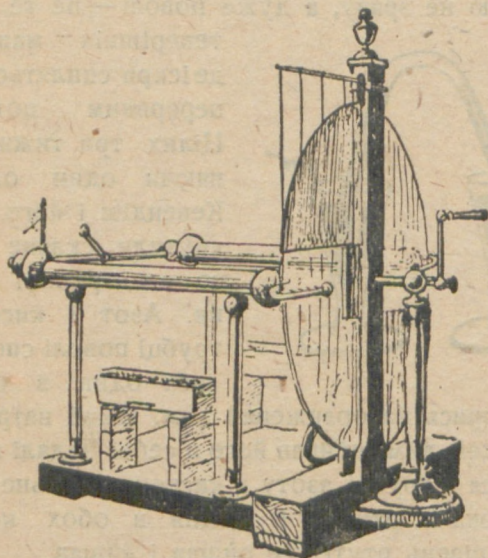
А 1785 року, вивчаючи властивості „мефітичного газу“—азоту, він проробив дослід, який через сто дев'ять років навчив Релея й Ремзея, як розгадати таємницю повітряного азоту.

Генрі Кевендіш узяв скляну трубку, вигнуту на взірць латинської літери U. Виповнивши трубку сумішшю азоту з киснем, він уставив її в чарки із ртуттю — одним кінцем в одну чарку, другим у другу. А потім почав крізь суміш азоту й кисню гнати електричні іскри.

В наш час є багато удосконалених машин для добування електричних іскр — індукційна катушка Румкорфа, високовольтні трансформатори, генератори високої напруги. Але за часів Генрі Кевендіша всіх цих машин ще не було. Вчені знали тільки один спосіб добування електричної іскри: тертя. Кевендіш одержував електричні іскри від тертя скла об шкіру. У машині, яка була в нього в лабораторії, велике скляне колесо, обертаючись, терлося об шкіряні подушки. Скло й шкіра заряджалися електрикою, і цю електрику Кевендіш відводив по проводах у чарки із ртуттю,— електрику скла в одну чарку, електрику шкіри в другу. Коли електрики в чарках набиралося досить, електричні іскри починали стрибати з од-

нієї чарки в другу по вигнутій трубці, наповненій сумішшю азоту з киснем.

Кевендішу цього й треба було. Він знав, що під впливом електричних іскр кисень вступає в хемічну сполуку з азотом.



І справді, як тільки посипалися іскри, скляна трубка виповнилася оранжево-червоним димом. Оранжево-червоний дим—це окисли азоту, сполука азоту з киснем. Кевендіш набрав у піпетку розчину їдкого натру і впустив кілька крапель цієї рідини всередину вигнутої трубки. Оранжевий дим одразу ж зник. Він без остачі розчинився в їдкому натрі.

Але Генрі Кевендіш вирішив гнати іскри крізь трубку доти, доки весь кисень і весь азот, замкнуті в ній, не перетворяться на закиси азоту. Це було важке завдання. Іскри машина Кевендіша давала слабенькі, та й ті спалахували одна за одною не зразу, а дуже поволі — не те, що в



теперішніх машинах, де іскри сипляться безперервним потоком. Цілих три тижні, змінюючи один одного, Кевендіш і його слуга крутили скляне колесо електричної машини. Азот і кисень у трубці поволі сполучалися один з одним,

обертаючись на оранжевий дим. Ідкий натр знищував цей дим, вбирав його в себе. Дедалі менше лишалося в трубці азоту з киснем. А вільне місце виповнювала ртуть. І щодня в обох колінах трубки рівень ртуті усе вищав і вищав.

Нарешті, через три тижні, роботу було закінчено. Ртуть виповнила обидва коліна трубки. Значить, весь азот, що був у трубці, сполучився з киснем і разом з ним розчинився в їдкому натрі.

Але, придивившись уважніше, Кевендіш побачив над ртуттю й їдким натром крихітну бульбашку газу. Кевендіш ще раз пропустив електричну іскру. Але бульбашка не зникала.

Генрі Кевендіш, своїм звичаєм, точно записав усі подробиці досліду. Не забув він згадати й про крихітну бульбашку.

„Бульбашка,— писав Кевендіш,— це були рештки азоту, які чомусь не вдалося сполучити з киснем“.

„ЗВЕРНИ УВАГУ!“

Ремзей не вперше читав про цей дослід. Коли він ще не був професором хемії, а був усього тільки молодим студентом, він проглядав якось біографію Кевендіша. У книзі було наведено уривки з лабораторного журналу, до якого Кевендіш день за днем записував усі подробиці своїх дослідів. Згадка про крихітну бульбашку, що не схотіла сполучатись із киснем, здивувала Ремзея. І на полях книги, саме проти рядків про таємничу бульбашку, Ремзей написав олівцем: „look into this“. („зверни увагу“).

Згодом Ремзей забув про бульбашку: у нього знайшлися справи цікавіші, ніж перевірка дослідів, пророблених старим диваком сто років тому. Але тепер, коли він укупі з Релеєм задумав пояснити аномалію повітряного азоту, він одразу розгадав таємницю бульбашки. Адже азот для своїх дослідів Кевендіш добував не з амоніаку, не з селітри, а з повітря! І при цьому азот, що його він добув з повітря, не весь сполучився з киснем, скільки не бився над ним старий Кевендіш. У вигнутій трубці,— так писав сам Кевендіш,— від

усього азоту лишилася тільки маленька бульбашка, але бульбашка ця була особлива, не схожа на звичайний азот: ніякі іскри не могли примусити її сполучитись із киснем.

І от Ремзееві спало на думку: а що коли ця бульбашка була зовсім не азот, а якийсь інший, не помічений хеміками газ, домішаний до повітряного азоту? Справді, цей невідомий газ — і є та сама домішка, яка робить кожен літр повітряного азоту аж на шість міліграмів важчим, ніж літр азоту з амоніаку або селітри.

Але як довідатись, чи правда це, чи ні? Як перевірити цей здогад?

А ось як: якщо такий газ насправді існує, треба його будь-що-будь розлучити з азотом.

ДОМІШКУ ЗНАЙДЕНО

Фізик Релей і хемік Ремзей позамикалися в своїх лабораторіях і почали нарізно розв'язувати задачу: як вилучити з повітряного азоту сховану в ньому домішку? Вони умовилися не виходити з лабораторії доти, доки невідому домішку не буде вилучено. А для того, щоб кожен знав, як ідуть справи в другого, вони щодня обмінювалися через посланця листами й протоколами дослідів.

Релей вирішив просто проробити вдруге дослід Кевендіша, але в далеко більших розмірах. Йому то це було легко зробити: адже за його часу фізики мали вже такі електричні прилади, про

які Кевендіш, за сто років перед тим, і мріяли не насмілювався. Якщо до азоту й справді домішано якийсь невідомий газ, що не сполучається з киснем, то тепер є змога добути не крихітну бульбашку цього газу, як зробив Кевендіш, а щонайменше кілька кубічних сантиметрів. І тоді буде неважко вивчити цей газ, довідатись про його хемічні властивості, зважити його на точних терезах.

Релей узяв скляний балон і впаяв у нього дві дротинки. Всередині балона між кінцями дротинок лишалась відстань на кілька сантиметрів. Зовнішні кінці дротинок, що виступали з балона, Релей з'єднав з високовольтним трансформатором.

Коли буде ввімкнута електричну напругу, всередині балона з кінчика однієї дротинки на кінчик другої, через маленьку відстань на кілька сантиметрів, поскачуть електричні іскри.

Релей накачав у балон кілька літрів азоту й кисню, а потім почав накачувати туди насосом розчин їдкого натру. Їдкий натр фонтаном вливався в балон і витікав з нього через окрему скляну трубочку.

Водночас Релей увімкнув електричну напругу.

Посипалися іскри, і під впливом цих іскр азот почав заходити в хемічну сполуку з киснем. Релеєві тільки цього й треба було: він знав, що як тільки азот сполучиться з киснем, його можна буде вигнати з балона з допомогою їдкого натру. Їдкий натр — про це писав і Кевендіш — вбирає в себе сполуку азоту з киснем.

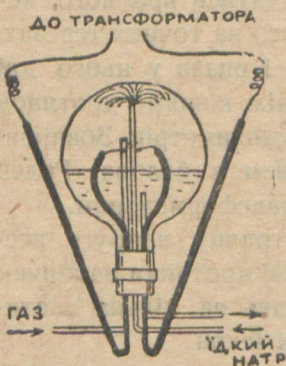
І справді: через кілька годин увесь азот, що був у балоні, сполучився з киснем і вийшов геть з балона разом з їдким натром.

Азот вийшов з балона, але балон не зовсім спорожнів. На це вказував манометр — прилад,

яким вимірюють тиснення газу на стінки посуду. Значить, у балоні лишився якийсь газ, — очевидно той самий домішаний до азоту, який так уперто шукали Релей і Ремзей.

Цей газ не сполучається з киснем, не розчиняється в їдкому натрі. Тому то він і лишився в балоні.

Релей старанно просушив і профільтрував новий газ, продмухуючи його крізь



фарфорову трубку з гарячими мідними опилками. Гарячі мідні опилки очистили газ і від тієї мізерної кількості кисню, яка все ще в ньому лишалася.

Так Релей розв'язав свою задачу — вилучив невідомий газ, домішаний до азоту.

А як розв'язав ту ж задачу Ремзей?

Він зробив інакше. В його хемічній лабораторії не було виськовольтного трансформатора, який був у лабораторії фізика Релея. Але Ремзей був досвідчений хемік. Йому й без трансформатора пощастило розлучити азот з невідомим газом.

Він добув трубочку з туготопкого скла, насипав у неї шматочки магнію й засунув її в електричну пічку.

Коли пічка розігрілася, шматочки магнію розжарилися.

Тоді Ремзей узяв насос і почав ганяти сюди й туди по цій трубочці азот, добутий з повітря.

Розжарений магній — це пастка для азоту: магній вбирає його в себе. Десять днів підряд ганяв Ремзей по трубочці кілька літрів азоту. Нарешті, весь азот був увібраний розжареним магнієм.

Але в трубочці лишився газ, який нізащо не хотів сполучатись із магнієм.

Релей і Ремзей ішли різними шляхами, але прийшли до однієї мети. Невідомий газ було спіймано, вилучено, очищено й замкнено в скляний балон.

ЛЕДАЧИЙ ГАЗ

Обидва вчені одразу ж заходилися вивчати нововідкритий газ. Нарешті то їм пощастило зважити його на терезах у чистому вигляді і довідатись, чи правдивий був здогад Ремзея, що новий газ важчий, ніж азот.

Справді, важчий. Майже в півтора рази.

Так було з'ясовано розбіжність у вазі між „повітряним“ і „амоніаковим“ азотом.

Після цього Релей і Ремзей почали проробляти з новим газом всілякі хемічні досліди. Вони вже знали, що він не сполучається ні з киснем, ні

з магнієм: саме тому ж їм і пощастило вилучити його з азоту.

Але з якими ж речовинами він сполучається?

Дуже багато всяких речовин дослідили Релей і Ремзей. Вони пробували сполучати новий газ із воднем, із хлором, із флуором, з металами, з вугіллям, із сіркою. Та все було марно: газ уперто відмовлявся заходити в хемічну сполуку. Не допомогло ні велике нагрівання, ні стиснення, ні електричні іскри, ні застосування губчастої платини,— одне слово, жоден із численних засобів, уживаних хеміками, щоб примушувати речовини сполучатись одна з одною.

Релей і Ремзей змушені були, нарешті, прийти до висновку, що немає в світі такої речовини, з якою міг би сполучитись відкритий ними газ.

Вчені ще ніколи не зустрічали газу, що має таку дивну властивість, Релей і Ремзей вигадали для нього назву „аргон“. По-грецькому це значить „ледачий“.

ПЕРЕМОГА ТОЧНОСТІ

В серпні 1894 року в стародавньому університетському місті Оксфорді відбувся з'їзд англійських фізиків, хеміків, природознавців. На цьому з'їзді Релей уперше розповів про нове відкриття. Його доповідь викликала подив і недовір'я. Ще б пак! Кожен школяр знає, що повітря складається з кисню й азоту. Так написано в усіх підручниках. А Релей і Ремзей зважуються стверджу-

вати, що в кожному літрі повітря, звичайнісінького повітря, того повітря, яким ми дихаємо, є ще дев'ять кубічних сантиметрів нового, не поміченого хеміками газу.

Дев'ять кубічних сантиметрів на літр — це не так уже й мало. „В кожному кубометрі повітря, — стверджував у своїй доповіді Релей, — міститься біля п'ятнадцяти грамів аргону. В залі, в якій завідає з'їзд, із цього розрахунку повинно міститись кілька пудів аргону“.

Із підивом вислухали хеміки оповідання Релея. Але ще більше здивувалися вони, коли Релей завідав, що береться довести існування аргону з допомогою... люльок для тютюну! Релей тут таки взяв вісім таких люльок — вісім рівних коротких люльок з обпаленої глини, які курять англійці, — і з'єднав їх гутаперчовими трубками. Вийшла одна рівна довга труба. Він уставив її в скляну посудину, з'єднану з повітряним насосом: труба входила в посудину через отвір у кришці, а виходила через отвір у дні.

Всі щілини приладу Релей старанно залив сургучем.

Потім він почав гнати по трубці добутий з повітря азот.

Азот втікав в один кінець труби, а з другого витікав у газометр. Але витікав не весь, — більша частина його губилася по дорозі. Адже обпалена глина — це пористий матеріал із силою-силенною мікроскопічних щілинок. Саме крізь оці щілинки

азот і просякав назовні—в посудину. А для того, щоб він просякав ще швидше, з посудини весь час викачували повітря. Лише мізерним решткам азоту щастило пройти крізь трубу з одного кінця до другого й потрапити в газометр.

Релей узяв з газометра кубічний сантиметр газу і на очах у хеміків зважив його. Виявилось, що він був на цілих дванадцять-п'ятнадцять процентів важчий, ніж кубічний сантиметр звичайного азоту.

І от Релей спитав з'їзд: як пояснити цей дивний дослід? Чому азот, пройшовши крізь глиняну люльку, зробився важчим газом? Невже ж звичайна глиняна люлька має якісь особливі, чарівні властивості?

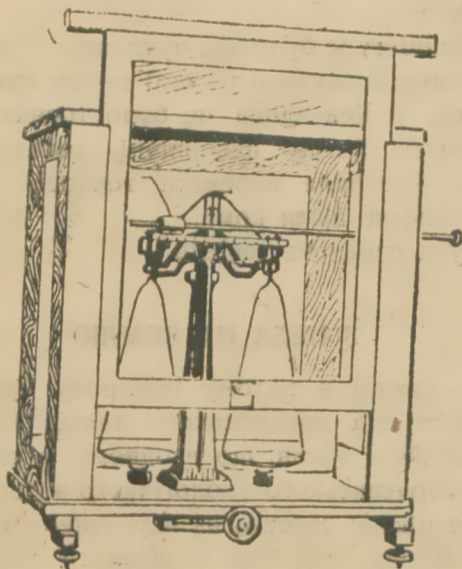
Є тільки одне пояснення: глиняною трубою проходив не азот, а суміш азоту з якимсь важчим газом. Обидва гази губилися по дорозі, просякаючи крізь глину в скляну посудину. Але губилися вони не однаково: легкий газ просякав швидше, а важкий—повільніше.¹

І от тому то в газометрі зібралося більше важкого газу, ніж легкого. Це була вже не суміш азоту з аргоном, а майже чистий аргон.

Іншого пояснення немає й не може бути. Дослід із вісьмома люльками довів існування нового газу.

¹ Чим важчий газ, тим повільніше він просякає крізь обпалену глину. Цей фізичний закон відкрив англійський фізик Грема. Закон Грема справджується й на прикладі азоту з аргоном.

Для більшої переконливості Релей і Ремзей продемонстрували оксфордському з'їздові і чистий аргон, добутий у досліді з електричними іскрами і в досліді з розжареним магнієм. З'їздові довелося повірити в аргон.



Новий газ, що не сполучається ні з якими іншими речовинами, дістав у серпні 1894 року цілковите визнання. Слідом за англійськими хеміками його визнали хеміки по всіх інших країнах.

Історія аргону почалася з різниці в числах — 1,2507 і 1,2565. Різниця дуже мізерна, якись там

тисячні частки, третя цифра після коми. Але ця третя цифра викрила аргон повністю.

Коли б старий Кевендіш виявив був третю цифру після коми, він зрозумів би, що означала його крихітна бульбашка газу.

Він тримав аргон у руках, але аргон лишився невідкритим.

У Кевендіша не було тих чутливих і тонких приладів, якими зважували тисячні частки грама Релей і Ремзей. У Кевендіша не було точних терезів.

Відкриття аргону наприкінці дев'ятнадцятого сторіччя—це була перемога точності, перемога третьої цифри після коми.

Це була перемога терезів.

З НЕБА НА ЗЕМЛЮ

Якось уранці, в лютому 1895 року, Ремзей дістав листа від лондонського хеміка Генрі Майерса. Майерс писав, що в одному із старих номерів американського геологічного журналу було вміщено цікаву статтю, на яку тепер, після відкриття аргону, слід було б звернути увагу.

Автор статті—геолог Хільдебранд—стверджував, що деякі дуже рідкі мінерали мають дивну властивість. Якщо їх кип'ятити в сірчаній кислоті, вони виділяють якийсь газ, який не підтримує горіння і сам не горить,—на думку Хільдебранда, азот. Один з мінералів, що виділяють такий негорючий газ,—це клевеїт. Він був знайдений в

Норвегії славетним полярним мандрівником Норденшельдом, який виявив чорні зернятка й прожилки клевету в деяких гірських породах.

„Може,— писав Майерс,— газ, одержаний з клевету, зовсім не азот, а новий газ аргон?“

Ремзей спершу не зацікавився повідомленням Майерса. В той час він був зайнятий важливим ділом — точним вимірюванням густоти й теплоємності аргону. Він прочитав листа й відклав його набік. Але через кілька тижнів, коли вимірювання було закінчене, він згадав про Майерса, перечитав листа й одразу взявся до діла. Він покликав хлопця, що прислужував у лабораторії, і велів йому дістати якомога більше клевету. Хлопець обійшов усі хемічні крамниці Лондона і опідні приніс Ремзею один грам клевету. Це коштувало 3 шилінги й 6 пенсів.

Ремзей і його асистент Метьюз приступили до досліду. Вони почали прогрівати шматочок клевету в пробірці з сірчаною кислотою й уже надвечір того ж дня добули кілька кубічних сантиметрів газу.

Чотири дні пішло на те, щоб очистити газ від тих домішок, які легко сполучаються з іншими речовинами. Домішок було небагато — більша частина газу ні з чим не хотіла сполучатись.

Очищений від домішок газ Ремзей увів у скляну трубочку для спостереження спектра.

Ця трубочка посередині дуже вузька, а на кінцях ширша. З обох кінців у неї впаяні платинові

дротинки. Коли треба вивчити спектр якогось газу, цим газом виповнюють трубочку й запаюють її. Потім по платинових дротинках крізь трубочку пропускають електричний струм. Під впливом струму в найвузчому місці трубочки газ починає яскраво світитися, і тоді з допомогою спектроскопа можна розглянути його спектр.



Ремзей чудово знав, який в аргона спектр. В цьому спектрі повинні яскраво світитися оранжеві й зелені лінії.

Але в газу, що вийшов з клевету при нагріванні, лінії були інші: жовта лінія й кілька невиразних ліній інших кольорів.

Першої хвилини Ремзей ладний був подумати, що цю жовту лінію дає натрій. Чи не потрапила якимсь чином до спектроскопічної трубочки порошок натрію? Може, до платинових дротинок прилип якийсь бруд, у якому був натрій? Алеж спектроскопічну трубочку Ремзей виготовував власноручно, а в нього не було звички брати для роботи брудні платинові дротинки. А може справа тут не в сторонній доміщі, а в самому спектроскопі? Може, жовта лінія, яку побачив Ремзей у спектрі, була не справжньою лінією, а „привидом“? (Спектроскопісти звать „ привидами “ й „ духами “ ті лінії, які з'являються в спектрі через хиби спектроскопа).

Ремзей розібрав свій спектроскоп, протер клаптиком замші призму, перевірів щілину. Все було в цілковитому порядку. І проте, коли він удруге склав свій спектроскоп, жовта лінія засвітилася на старому місці. Вона не хотіла зникати. Вона не була приви́дом.

Як же нарешті перевірити — чи збігається ця жовта лінія з жовтою лінією натрію?

Ремзей навмисне увів у трубочку трохи натрію, удруге запаив її й почав розглядати спектр.

Попередня жовта лінія лишилася на місці, але поряд з нею з'явилася інша, цього разу справжня лінія натрію.

Тепер уже більше не лишалося найменших сумнівів у тому, що перша жовта лінія належить не натрію, а якійсь іншій речовині. Але якій саме?

Ремзей перебрав у пам'яті спектри всіх відомих йому речовин. Нарешті, після довгих роздумів, він згадав про ту жовту лінію D_2 , яку відкрили були Жансен і Локайер тридцять років тому. По своєму розташуванню в спектрі вона начебто збігається з загадковою жовтою лінією, яку знайшов Ремзей. А якщо це так, то газ, що виходить з клевету, — не азот, не аргон, а сонячний газ — гелій.

У Ремзея не було приладів, щоб точно виміряти положення ліній у спектрі. Тому він послав спектроскопічну трубочку з новим газом лондонському фізику Вільяму Круксу — одному з кращих тогочасних спеціалістів по спектроскопії. Обе-

режний у своїх наукових висновках, Ремзей не написав Круксові про свій здогад, що знайдений ним газ — це гелій. Він написав тільки, що знайшов якийсь новий газ, який пропонує назвати „криптоном“, і просить Крукса точно визначити положення всіх ліній у спектрі нового газу.

Крукс пропустив крізь криптон електричний струм. І от у спектроскопі спалахнула та сама жовта лінія гелію, яку Жансен і Локайер знайшли в спектрі сонячних виступів.

Значить, у присланій від Ремзея трубочці знаходиться та сама таємнича речовина, яку не тримала в руках жодна людина на землі.

Крукс надіслав Ремзею міську телеграму. В ній було всього кілька слів:

„Crypton is Helium. Come and see it. Crookes“.

По-нашому це означає: „Криптон це гелій. Приїжджайте — побачите. Крукс“.

Так було знайдено на землі гелій, знайдений на сонці за 27 років перед тим.

Ремзей негайно приїхав до лабораторії Крукса, і вони вдвох заходилися докладно вивчати спектр гелію. Крім жовтої лінії D_{β} , вони виявили в спектрі гелію ще п'ять ліній: дві червоних, одну зелену, одну синю й одну фіолетову. Ці лінії не були помічені астрономами тому, що в спектрі сонячних виступів вони горять не досить яскраво. Гелій, знайдений на землі, дав ученим змогу повніше й докладніше розглянути його спектр.

Після вимірювань Крукса вже не можна було

сумніватися в тому, що знайдений Ремзеєм газ є справді гелій.¹

Того ж дня — 23 березня 1895 року — Ремзей вирішив опублікувати своє відкриття. Він надіслав коротке повідомлення до Лондонського „Королівського товариства“ (так зветься найвища наукова установа в Англії) і одночасно написав листа відомому французькому хемікові, академікові Бертелю з проханням повідомити Паризьку академію наук про відкриття гелію на землі.

В історії відкриттів бувають чудернацькі збіги.

Через два тижні після Ремзея другий хемік, швед Лангле, теж добув гелій, теж із клевету, і повідомив про своє відкриття того ж таки академіка Бертелю. Лист його було датовано 8 квітня 1895 року.

НОВА ЗАДАЧА

Як тільки Ремзей добув з клевету гелій, він зразу ж почав проробляти з ним усякі досліди. Адже він був перший хемік у світі, якому пощастило тримати в руках сонячну речовину.

¹ Чи був Ремзей першою людиною, що побачила на землі речовину, яка випромінює лінію D_3 ? 1881 року італієць Пальмієрі опублікував статтю, в якій запевняв, що йому пощастило спостерігати жовту лінію гелію в спектрі лави вулкана Везувія. Тому багато хто думає, що не Ремзей відкрив гелій на землі, а Пальмієрі — за 14 років до Ремзея. Але найпевніше, що Пальмієрі просто помилився. В наш час хеміки довели, що гелію в лаві дуже мало — так мало, що Пальмієрі не міг спостерігати лінію гелію за тих умов, у яких він працював. Жовта лінія, яку він бачив, належала, мабуть, натрію.

Гелій, відкритий на сонці, не можна було важити. Астрономи тільки догадувалися, що це один з найлегших газів. Ремзей уперше зважив гелій. Він переконався, що астрономи мали рацію: гелій і справді був, як виявилось, дуже легким газом. З усіх газів один тільки водень легший за гелій, а всі інші важчі. Повітря важче за гелій майже в сім разів.

Потім Ремзей вирішив дослідити, чи може гелій хемічно сполучатися з іншими речовинами.

Він перебрав дуже багато речовин, але з жодною з них гелій не схотів сполучитись.

Отже, гелій теж ледачий газ, як і аргон.

А якщо так, то чи не пошукати його в повітрі? Адже газ, який не хоче сполучатися з іншими речовинами неодмінно вийде в повітря. Навіть якщо він знаходиться в надрах землі, у гірських породах, то й тоді пробереться він в атмосферу кризь щілини й пори.

Як же довідатись, чи є в атмосфері гелій? Як добути гелій не з малопоширеного мінералу клевету, а з звичайнісінького повітря?

Коли правда, що гелій розчинений у повітрі, то є тільки один спосіб вилучити його звідти.

Треба вилучити з повітря всі інші гази — вилучити кисень, вилучити азот, вилучити аргон. Те, що лишиться, це, певно, і буде гелій.

Але як же це зробити? Як вилучити з повітря кисень, азот і аргон?

Кисень вилучити легко. Ремзей знав, що розжарена мідь вбирає в себе кисень, прилучає його

до себе. Батарея фарфорових трубок, наповнених розжареними мідними опилками, — ось прилад для вилучення кисню з повітря. Насоси женуть повітря по трубках — з однієї в другу, — і по дорозі кисень застряє в розжарених опилках. І от з батареї в закриту посудину, в газометр, тече вже не повітря, а повітря мінус кисень, повітря звільнене від кисню.

Після кисню легко вилучити й азот. Тут уже не мідь потрібна, а інший метал — магній. Треба взяти такі ж фарфорові трубки, але наповнити їх не розжареною міддю, а розжареним магнієм. З другої батареї в газометр витікатиме не повітря, а повітря мінус кисень і мінус азот.

Ну, а як бути з аргоном? Адже аргон — ледачий газ: він не сполучається ні з магнієм, ні з міддю. Немає такого розжареного металу, який міг би ввібрати в себе аргон. Він пройде крізь обидві батареї і не застряне по дорозі.

І гелій теж ледачий, він теж не застряне в розжарених опилках. Разом з аргоном він лише проскочить крізь обидві батареї.

Як же відділити гелій від аргону? Як із суміші аргону з гелієм добути чистий гелій?

Ремзей довго ламав собі голову над цією задачею. Коли б можна було знайти таку речовину, яка сполучається з аргоном, але не з гелієм, тоді задачу було б розв'язано. Аргон застряв би в цій речовині, як раніше застряли кисень і азот, і в газометрі лишився б чистий гелій.

Та в тому ж то й лихо, що такої речовини в природі немає. Жодна речовина не сполучається з ледачим газом аргоном.

Отже, аргон не можна вилучити тим же способом, яким було вилучено кисень і азот.

Задачу, здавалося, не можна було розв'язати.

КЛЮЧ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ

Тільки після довгих роздумувань Ремзей зрозумів, що йому робити. Він пригадав, як роблять хеміки, коли з суміші спирту з водою треба добути чистий спирт.

Спирт випаровується швидше, ніж вода. З цього й користаються хеміки. Вони нагрівають суміш. Перші порції пари, що виходить з рідини — це пара чистого спирту. Дальші порції — це суміш парів води й парів спирту. А останньою йде вже чиста водяна пара.

З першими порціями пари мороки небагато. Треба тільки охолодити цю пару, і вона враз обернеться на чистий спирт.

А от із подальшими порціями, із сумішшю парів, мороки більше. Їх теж збирають, теж охолоджують, але до холодильника тепер тече вже не чистий спирт, а суміш води й спирту. Цю суміш знов пускають у перегінний апарат, знов нагрівають, і от знову підіймаються пари — спершу пари чистого спирту, а за ними й суміш, яку ще раз пускають у перегонку. І вся ця історія по-

вторюється доти, доки не вдається остаточно розлучити воду із спиртом.

Цей морочливий, але певний спосіб відділення однієї рідини від другої зветься у хеміків дробною перегонкою.

Цього разу Ремзей вирішив відділити дробною перегонкою гелій від аргону.

Але хіба це можливо? Адже дробною перегонкою хеміки роз'єднують рідини, а гелій і аргон—гази.

Ремзей довів, що це можливо. Треба тільки перетворити повітря на рідину, а потім дати йому випаровуватись. При перегонці складові частини повітря виходитимуть з нього не всі враз, а по черзі: спершу піде та, яка найлегше випаровується, а за нею й інші, що випаровуються новільніше.

Так дробна перегонка допоможе відділити гелій від аргону.

Отже, лишається тільки зробити з повітря рідину.

Для цього потрібний дуже великий холод: 192 градуси нижче нуля. При ста дев'яносто двох градусах повітря обертається на рідину.

Ніде на землі такого морозу не буває. Але люди навчилися створювати його самі.

Мороз у 192 градуси створюють особливі холодильні машини.

Майже в кожній добре устаткованій лабораторії ви знайдете в наш час холодильну машину. Але за тих часів, коли Ремзей займався розшуками гелію в повітрі, у цілому світі існували всього лише три-чотири лабораторії, в яких складними й

громіздкими способами здобувалося рідке повітря.

Ремзею трудно було здійснити свій задум. Йому потрібно було багато рідкого повітря. А добувати його було дуже важко.

Але тут Ремзею несподівано пощастило. На його щастя саме в той час, коли рідке повітря було йому необхідне, а добути його було ніде,— саме в ці дні, немов спеціально для нього, було винайдено холодильну машину, таку просту й зручну, що її можна було придбати для кожної лабораторії.

Двоє людей винайшли її водночас. Вони жили в різних країнах і працювали нарізно. Але винайдені машини зроблені цілком однаково.

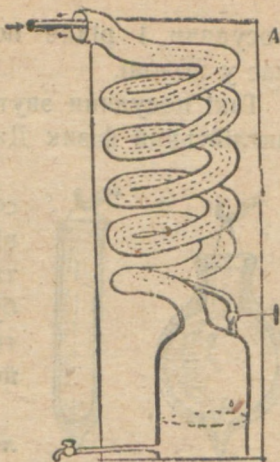
ВИГОТУВАННЯ ХОЛОДУ

Якщо повітря дуже стиснути, а потім дати йому швидко розширитись, воно зразу охолодиться. На цьому фізичному законі й оснований побудову холодильної машини.

У машину подають повітря. Потужні насоси стискають його в вузькій камері, а потім виганяють у простору камеру. Тут воно враз розширюється й холоднішає. Цим охолодженим повітрям охолоджують нову порцію стиснутого повітря, що поступає в машину. А розширившись, воно ще більше холоднішає. Другою порцією охолоджують третю, третьою четверту, і нарешті в машині досягається холоду в 192 градуси. Повітря настільки охолоджене, що перетворилося на рідину.

Тепер уся справа в тому, щоб воно лишилося рідиною, а не випарилося знову. Треба захистити його від зовнішнього тепла. Недостить тримати його у звичайному льоднику. Для нього й льодник — піч. Воно кипітиме на льоду, мов на гарячих жаринах — булькотиме, шумуватиме, прискатиме й виходитиме паром в повітря. Виставте його на п'ятдесяти-, шістдесяти-, восьмидесятиградусний мороз, одвезіть його на північний полюс — воно й там википить за одну хвилину. Як же тримати його в лабораторії, в кімнатному теплі?

Є така скляна посудина з подвійними посрібленими стінками. Поміж внутрішньою й зовнішньою стінками — порожнеча: звідти викачано повітря. Порожнеча — це найкраща перепона для тепла. Тепло майже не проходить всередину



Машина для перетворення повітря на рідину.

Стиснене повітря поступає в машину по внутрішній трубці, позначеній на малюнку пунктиром. Пройшовши в камеру, повітря розширюється, стає холодніше і повертається по зовнішній трубці. Підіймаючись по зовнішній трубці, воно охолоджує нову порцію стисненого повітря, яка в цей час опускається в камеру по внутрішній трубці. Кінець - кінцем, повітря не створюється на рідину і краплями стікає в камеру. Відкривши кран, можна випустити з машини рідке повітря, як орієнт із самовара.

посудини, і рідке повітря годинами лишається у нас у полоні.

Такі посудини звуться дьюарами. Їх винайшов англійський фізик Джемс Дьюар.



Посудини Дьюара.

Дьюар сам виготовляв у себе в лабораторії рідке повітря, але його спосіб перетворення повітря на рідину був складний і важкий, а до того ж винахідник тримав його в секреті.

Практичні й приступні холодильні машини було винайдено іншими вченими — німцем Лінде й англійцем Хемпсоном.

Хемпсон жив у тому ж місті, що й Ремзей, — у Лондоні. Він знав, що Ремзею потрібне рідке повітря.

Перші сто кубічних сантиметрів, добутих новою холодильною машиною, Хемпсон налив у дьюар і послав Ремзею.

НЕСПОДІВАНА ЗНАХІДКА

Молоді хеміки, що працювали в лабораторії Ремзея, позамишили свої склянки, тиглі й терези і побігли подивитись на небачену речовину — рідке повітря. Кожному хотілося подивитись, як Ремзей добуватиме з рідкого повітря гелій.

Але перш, ніж узятись до розшуків гелію, Ремзей показав своїм учням кілька дивних дослідів.

Він занурив у рідке повітря гумовий м'ячик, а потім витяг його й кинув об підлогу. М'ячик не підтрибнув, а розлетівся на шматки: гума при температурі рідкого повітря втратила свою пружність і зробилася крихкою, наче скло. Потім Ремзей занурив у рідке повітря флакончик із ртуттю. Ртуть одразу ж замерзла й зробилася твердішою за залізо. Тут таки, на очах у своїх учнів, Ремзей зробив із замерзлої ртуті молоток і вбив ним у стіну цвях. Потім він занурив у рідке повітря шматочок хліба, а через хвилину витяг його звідти і звелів щільно позамикати шторами всі вікна в лабораторії. У кімнаті зробилося темно, і всі побачили, що звичайний білий хліб, який побував у рідкому повітрі, світиться блакитним сяйвом.

Багато ще інших дослідів проробив Ремзей. Всі знайомі речі чудесно змінювалися, занурюючись у киплячу без вогню рідину. Молоді хеміки стояли навколо і стежили за кожним рухом Ремзея. Одне тільки було їм незрозуміле: чому він все відтягає розшуки гелію й витрачає час на фокуси? А тим часом коштозна рідина випаровується у відкритій посудині, і її щохвилини меншає й меншає.

Ще більше здивувалися хеміки, коли Ремзей, припинивши свої досліді, лишив дьюар на столі й спокійно пішов обідати.

Повернувся він тільки через півтори години. В дьюарі кипіли мізерні рештки рідкого повітря — кілька кубічних сантиметрів. Але Ремзея це й трохи не засмутило. Він навмисне відтягав час.

Гелій,— думав він,— як і більшість газів, напевно звірюється повільніше, ніж кисень і азот. Тому хай рідке повітря випаровується: з нього вийде майже весь кисень з азотом, а гелій у кожному разі лишиться в дьюарі.

Коли рідкого повітря лишилося небагато, всього тільки два-три кубічних сантиметри, Ремзей перелив його в закриту посудину — газометр,— щоб пара, багата на гелій, не розтікалася більше по кімнаті. В газометрі рідина продовжувала кипіти, але парі лишалися замкненими.

Ремзей гадав, що саме в цих парях і міститься гелій.

Щоб остаточно очистити парі від кисню й азоту, Ремзей почав продувати їх крізь батарею фарфорових трубок — спершу з розжареною міддю, а потім із розжареним магнієм. У першій батареї газ остаточно позбувся кисню, а в другій — азоту.

Аж нарешті в Ремзея було кілька бульбашок газу, що проскочив крізь обидві батареї. Він увів їх у спектроскопічну трубочку й увімкнув електричний струм.

Замкнуті в трубочці гази засвітилися, і Ремзей почав вивчати їхній спектр.

Він побачив спектральні лінії аргону — оранжеві й зелені. Вони горіли точнісінько на тих самих місцях, де Ремзей звик їх бачити в аргоновому спектрі. Але ліній гелію в спектрі не було.

Очевидно, гелій звітрився раніше, ніж рідке повітря було перелите з дьюара в газометр.

Значить, Ремзей помилився в своїх здогадах. Одне з двох: або гелію в повітрі немає, або він випаровується так само швидко, як і кисень з азотом, а, може, і швидше.

Але Ремзею не довелося журитися зза своєї помилки. Уважно розглянувши спектр, він виявив у ньому, крім ліній аргону, ще якісь дві яскраві спектральні лінії, яких він ніколи раніше не бачив,— одну жовту, другу зелену. Ні та, ні друга, не збігалися із спектральними лініями відомих йому раніше речовин. Значить, разом з аргоном у спектрографічній трубочці опинився якийсь новий газ.

Ремзей вирішив назвати цей газ „криптоном“. Криптон по-грецькому означає „захований“. Коли Ремзей збирався був назвати криптоном гелій, але через те, що у гелія вже було ім'я, яке дав йому астроном Локайер,— ім'я „криптон“ придалося для нового газу.

Криптону в повітрі дуже мало, але він звірювався з дьюара повільно—набагато повільніше, ніж кисень і азот. Тому то останні рештки рідкого повітря, перелиті в газометр, були багаті на криптон. І чутливий спектроскоп виразно виявив поряд із зеленими й оранжевими лініями аргону жовту й зелену лінію криптону.

Отак Ремзей шукав у повітрі гелій, а знайшов криптон.

ГЕЛІЙ ВІДКРИТО ВТРЕТЕ

Через два дні Хемпсон знову прислав Ремзею рідке повітря, цього разу вже кілька літрів. Ремзей вирішив поновити розшуки гелію. Невдача першої спроби не засмутила його. Тепер він уже знав, як зробити. Гелій — якщо тільки в повітрі він є — випаровується швидше, ніж кисень, азот і аргон. Отже, треба шукати його не в останніх рештках паруючого рідкого повітря або рідкого аргону, а в перших бульбашках пари.

Ремзей узяв 15 літрів аргону, замкнув їх у скляний балон, а балон занурив у одержане від Хемпсона рідке повітря. Аргон дуже охолодився й теж зробився рідиною.

Тоді Ремзей почав поволі випаровувати його. Перші бульбашки газу він перевів у спектроскопічну трубочку й пропустив крізь неї електричний струм.

Газ у трубочці зайнявся оранжево-червоним вогнем.

Коли Ремзей почав дивитись у спектроскоп, він побачив багато яскравих оранжевих ліній. Ці лінії лежали в спектрі на тих місцях, де не горять лінії жодної з речовин, відомих хемікам раніше. Значить, Ремзею знову пощастило знайти якийсь, до того часу невідомий, газ.

Ремзей зразу ж вигадав для нового газу ім'я. Він вирішив назвати його неоном. Неон — по-грецькому означає „новий“.

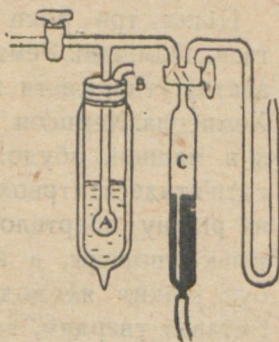
Але в спектрі були не тільки незнайомі лінії нового газу неону. Поряд з ними світилася й жовта лінія. Вона була неяскрава, та проте Ремзей її помітив. Він точно виміряв її положення в спектрі.

Сумнівів у нього більше не лишалось. Це була жовта лінія D_3 , спектральна лінія гелію.

Значить, Ремзей таки був правий. Гелій — таємничий сонячний газ — і справді є в повітрі. Разом з повітрям він оточує нас з усіх боків і входить у наші легені.

Через кілька років Ремзею довелося якось читати публічну лекцію. Оповідаючи історію свого відкриття, він сказав:

— Розшуки гелію нагадують мені розшуки окулярів, які старий професор шукає на килимі, на столі, під газетами — і знаходить, нарешті, в себе на носі. Гелій дуже довго шукали. А він був у повітрі!



Прилад Ремзея для зріджування аргону.

В газометрі *C* знаходиться ртуть, а над нею аргон. Якщо відкрити кран, аргон потече по трубці в скляну кулю *A*, опущену в дьюар з рідким повітрям. Трубку *B* зроблено для того, щоб рідке повітря, випаровуючись і перетворюючись в газоподібне, вільно виходило в атмосферу. (Якби трубки *B* не було, то при випаровуванні рідкого повітря тиск в дьюарі зростав би безперестанно і, зрештою, — дьюар розірвався б на шматки).

КОМПАНІЯ ЛЕДАРИВ

Цілих три роки вивчав Ремзей нововідкриті гази. Помічник Ремзея Треверс збудував машину, здатну утворювати ще більший холод, ніж машина Хемпсона. Хемпсон добився морозу в 192 градуси, а в машині, збудованій Треверсом, стояв двохсотп'ятидесятитрьохградусний мороз. У Хемпсона на рідину оберталося повітря, а у Треверса не тільки повітря, а й водень. Аргон у Хемпсона був рідким як вода, а у Треверса він замерзав і ставав твердим, як крига.

Ремзей і Треверс почали випаровувати твердий аргон і збирати перші порції пари окремо від подальших. Першим завжди виходив гелій. А коли мороз меншав, починав звірюватись і неон. За ним випаровувалися аргон і криптон. А в останніх бульбашках пари Ремзей і Треверс знайшли ще один невідомий газ. Його вони назвали ксеноном. По-грецькому це значить „чужий“.

Кожен новий газ вони очищали й зважували на точних терезах.

Нарешті роботу було скінчено.

Колись, до Релея й Ремзея, вчені були переконані, що повітря складається тільки з кисню й азоту. Потім було відкрито аргон. А Ремзей і Треверс довели, що до кожного літра повітря домішано, крім аргону, 18 кубічних міліметрів неону, 5 кубічних міліметрів гелію, 1 кубічний міліметр криптону, 0,1 кубічного міліметра ксенону.

Добувши з повітря ці гази, Ремзей заходився проробляти з ними всілякі досліди. Він хотів довідатись, чи вступають вони в якісь хемічні сполуки.

Виявилося, що не вступають. Не тільки аргон і гелій, але й неон, криптон і ксенон не схотіли сполучатись із жодною речовиною.

Гелій, аргон, неон, криптон, ксенон — всі вони виявились ледачими газами. Ціла компанія ледарів! І всіх їх Ремзей вилучив із повітря, очистив і вивчив. Він вивчив їх спектри, виміряв їх густість, температури замерзання й кипіння.¹

Перший час ці ледачі гази були великою рідкістю у лабораторіях. Дуже мало хеміків могли похвалитися тим, що тримали в руках бодай крихітну бульбашку неону або гелію. А криптон і

¹ З одним лише винятком: виміряти температури замерзання й кипіння гелію Ремзею не пощастило. Для цього потрібно було б перетворити гелій на рідину і потім узнати, при якій температурі рідкий гелій кипить, а при якій замерзає. Але холод, який створювала збудована Треверсом машина, був не досить великий. Гелій у цій машині не хотів ставати рідиною.

Перетворити гелій на рідину пощастило вперше не Ремзею, а іншому вченому — голландцю Каммерлінг - Оннесу. Сталося це 1908 року. Для перетворення гелію на рідину треба було створити мороз в 269° . А 1926 року пощастило зробити гелій із рідкого твердим. Для цього довелося дуже стиснути рідкий гелій і понизити температуру до 272° нижче нуля. (Про лабораторію Каммерлінг - Оннеса і про досягнуті в ній низькі температури, розказано в дитячому журналі „Еж“ — в № 7 за 1935 рік).

ксенон ще і в наш час рідко можна знайти в хемічній лабораторії, не зважаючи на те, що після їх відкриття минуло вже сорок років. І це зрозуміло: на літр повітря припадає криптону всього тільки 1 кубічний міліметр, а ксенону й ще менше. І добути їх з повітря дуже важко.

Тільки аргон і неон давно перестали бути рідкістю. Їх добувають із повітря на хемічних заводах. У Москві на заводі „Сжатый газ“ є машина, що випускає $2\frac{1}{2}$ тисячі літрів аргону за годину.

Незабаром почнуть добувати на заводах і криптон та ксенон. 1934 року Паризька академія наук опублікувала статтю французького хеміка Клода. Клод пише, що його асистент Гомоне збудував машину для добування криптону й ксенону. У свою машину він наливає рідке повітря. Крізь це рідке повітря насоси женуть струмінь звичайного — газоподібного — повітря. З цього струменя крапельками випадають криптон і ксенон і осідають у рідкому повітрі. Що далі працює машина, то багатшає на криптон і ксенон рідина. Машина Гомоне вилучає з повітря півлітра криптону за годину. Це не дуже багато. Але Клод і Гомоне вже почали будувати машину, яка буде добувати щогодини 100 літрів криптону і 10 літрів ксенону.

Найрідкіші гази — криптон і ксенон — перестануть вважатися найрідкішими. Їх добуватимуть на заводах і продаватимуть по хемічних крамницях.

Але для чого потрібні ці ледачі гази? Чи варто їх добувати?

Варто. Вони потрібні електротехнікам. Електро-техніки виповнюють ними електричні лампочки. Лампочка розжарювання, виповнена аргеном або неоном, горить яскравіше, ніж звичайна, довше не псується і витрачає менше енергії. А якщо її виповнити криптоном або ксеноном, то вона буде ще яскравіша, ще довговічніша. Звичайна лампочка, розрахована на 110 вольт, вмить перегорє, якщо пустити в неї струм з напругою в 200 вольт. А лампочка, виповнена криптоном, витримує таке переобтяження багато годин і не псується.

Всім, хто бував у великому місті, траплялося бачити електричну рекламу. По вікнах великих крамниць, на вивісках кінематографів світяться малюнки й написи, зроблені із скляних трубок.

Чи знаєте ви, що світиться в цих трубках? Трубка, що горить синім кольором, виповнена розрідженим аргеном; трубка, що дає червонувато-оранжевий колір, — неоном.

Це ті самі гази, які добув із повітря професор Ремзей. Світяться вони тому, що крізь них проходить електричний струм.

Придивіться до трубки, виповненої неоном, коли вона світиться. Багато хто каже, що це світло неприємне, що воно ріже очі. Але в нього є чудова властивість: його далеко видно навіть у тумані.

У лондонському передмісті Кройдоні стоїть маяк для літаків і дирижаблів. Це залізна башта, на якій прикріплено шістнадцять скляних трубок.

Кожна трубка завдовжки в шість метрів. Всі вони виповнені неоном.

Туманними ночами, коли не видно ні місяця, ні зірок, яскраво світяться неонові трубки, вказуючи дорогу повітряним кораблям.

РОЗШУКИ В УСІХ НАПРЯМКАХ

Сонячний газ гелій було знайдено тричі: спершу в сонячних виступах, потім у клеветі і нарешті— разом з іншими ледачими газами — у повітрі. Але вчені на цьому не спинилися.

Якщо ледачі гази розчинені в повітрі, то чому б їм не бути розчиненими також і в воді? Хеміки заходилися шукати ледачі гази і в дощовій воді, і в річковій, і в морській, і в воді джерел та водопроводів. І справді, вони їх там виявили, але в мізерній кількості: вода містить ще менше ледачих газів, ніж повітря. Один тільки знайшовся виняток — мінеральна вода. В деяких мінеральних джерелах було виявлено досить багато гелію. Німецький фізик Кайзер знайшов гелій у воді одного джерела в горах Шварцвальда, Ремзей відшукав гелій в цілющому джерелі Котре у Піренейських горах, а Релей—у водах, що б'ють спід землі на відомому англійському курорті Бат.

Немає такої речовини, в якій хеміки не шукали б гелію, аргону й інших ледачих газів. Вони дослідили й вулканічну лаву, і всілякі руди, і метеорити, що падають з неба. Одному хемікові

навіть спало на думку пошукати ці гази в рослинах і тваринах. Він розтовк горох і дослідив його хемічний склад, щоб довідатись, чи немає в горосі гелію. Потім він захлороформував двох мишей, а коли вони вмерли — висушив їхні тіла в електричній пічці, теж розтовк і заходився вивчати порошок — чи немає в мишах гелію?

Але найпильніший хемічний аналіз не міг виявити в мишах ні гелію, ні аргону.¹

А от в багатьох мінералах дійсно пощастило знайти гелій. Гелій давно вже було знайдено в клеветі — чому б не пошукати його й у інших мінералах? Ремзей і Треверс узялися до роботи. І незабаром гелій було знайдено в уранініті, фергусоніті, самарскіті, колумбіті, монаціті.

Але найбільше гелію знайшлося в одному міне-

¹ Ці досліди проробляв хемік Макдональд. Інші хеміки підтвердили висновок Макдональда: у тваринах і рослинах немає ледачих газів. Але два німецьких хеміки — Шлезінг і Ріхард — зробили інший висновок. Їм прийшла в голову фантазія — добути повітря з плавального міхура риб і подивитися, чи багато там аргону й інших ледачих газів. Як і треба було сподіватись, виявилось, що у всіх порід риб в плавальному міхурі міститься звичайнісіньке повітря: в ньому стільки ж аргону, як і в повітрі, взятому з атмосфери. І тільки в одній породі риб — у хижих риб мурен, що водяться в Середземному морі, — повітря плавального міхура чомусь було в півтора рази багатше на аргон, ніж звичайне повітря. Досі ніхто не знає, чому мурени мають таку дивну особливість. Але, можливо, Шлезінг і Ріхард просто помилилися. Це дуже ймовірно, бо їхніх дослідів ніхто не перевіряв.

ралі, який добувають на острові Цейлоні. Зветься цей мінерал — торіаніт. Якщо кілограм торіаніту розжарити, то він віддасть біля десяти літрів гелію.

Багато мінералів вивчив Ремзей, шукаючи в них гелію. Із своїх спостережень він вивів дивне правило: гелій завжди знаходиться в тих мінералах, які містять метали уран і торій. Якщо до складу мінералу входить метал уран або метал торій, то в ньому напевно можна сподіватись знайти і гелій. А якщо в мінералі немає ні урану, ні торію, то з нього не пощастить видобути ні одної бульбашки гелію.

Довго думав Ремзей про те, що б це могло означати. Гелій не сполучається ні з ураном, ні з торієм: адже він ледачий газ. Так чому ж він всюди зустрічається там, де зустрічаються уран і торій? Що спільного у нього з ними?

Та як Ремзей не намагався, як не ламав собі голову, йому не пощастило відгадати цю загадку.

Загадку відгадали інші — фізик Резерфорд і хемік Содді.

НЕВИДИМЕ ПРОМІННЯ

Метал уран був відомий хемікам давно — ще з вісімнадцятого сторіччя. Хеміки вивчили й чистий уран, і всілякі сполуки урану з іншими речовинами. Але нікому з них не спадало на думку, що в урані є щось надзвичайне. І справді, на перший погляд нічого надзвичайного в урані немає. З вигляду він схожий на срібло, по вазі — на платину, а хемічні

властивості у нього майже такі ж, як у метала вольфраму. Хеміки були твердо переконані, що уран — звичайнісінький метал, метал, яких багато.

Але в березні 1896 року паризький хемік Беккерель несподівано виявив, що цей звичайнісінький метал має дивну властивість: він випускає проміння. Минуло кілька місяців, і другий хемік, Шмідт, помітив, що таке ж проміння випускає й інший метал — торій. Потім у Парижі двоє вчених — П'єр Кюрі та його дружина Марія Кюрі — відкрили в урановій руді домішку третього металу, що випускає проміння, — металу радію. А в Канаді в місті Монреаль двоє молодих людей — фізик Резерфорд і хемік Содді — знайшли ще одну речовину, яка випускає проміння. На цей раз речовина була не металом, а газом. В металі радії були виявлені крихітні бульбашки нового газу, що випускає проміння. Резерфорд і Содді збрали бульбашки газу й вивчили його. Виявилося, що це ледачий газ, такий самий, як аргон, гелій, неон, криптон, ксенон. Резерфорд і Содді дали новому ледачому газу ім'я нітон.¹



Ернест Резерфорд.

¹ Назва „нітон“ не збереглася. Частіше звуть цей газ іншим ім'ям: „еманація радію“, а останніми роками його почали називати ще й третім ім'ям: „радон“.

По-грецькому це значить „сяючий“.

Уран, торій, радій, нітон—чотири речовини, що випускають проміння. З них перші два—уран і торій—були відомі вже ціле століття. Чому ж так довго ніхто не помічав, що вони випускають проміння? Чому це було відкрито тільки наприкінці дев'ятнадцятого сторіччя?



Фредерік Содді.

Та тому, що це проміння—невидиме.

Розжарене вугілля, розжарене залізо, розтоплена платина випускають проміння, яке можна побачити очима. А торій, уран, радій, нітон випускають проміння, яке побачити неможливо.

А якщо так, то яким же чином фізики таки помітили це проміння?

Проміння урану, торію, нітону, радію не бачить людське око. Але їх бачить фотографічна пластинка. Пластинка чорніє, коли на неї падає невидиме проміння.

Але є й ще спосіб помітити його без ніякої фотографічної пластинки. Існує така речовина: цинк-сульфід, або сірністий цинк. Коли на цинк-сульфід падає невидиме проміння, він починає світитись.

Англійський фізик Крукс, той самий Крукс, який колись телеграфував Ремзею, що „криптон це

гелій", схотів довідатись, що відбувається із цинком - сульфідом, коли на нього падає невидиме проміння.

Він узяв маленьку мідну баночку. Дно баночки він обмазав цинком - сульфідом. А всередині на висоті кількох міліметрів над дном, він прикріпив до стінки голочку. На кінчик голочки було насаджено крихітну невидиму порошину радію. Потім він пішов у темну кімнату й почав дивитись на дно баночки крізь лупу.

Спершу він не бачив нічого, але потім, коли його очі звикли до темноти, він побачив дивне явище.

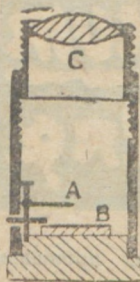
На дні баночки спалахували іскорки. Спалахували й одразу гасли. Іскорок було багато. Вони займалися то там, то тут. Все дно баночки було всіяне ними — зовсім як клаптик вічного неба, густо всіяний зорями. З однією тільки різницею. На очах



Фотографія, зроблена промінням радію.

Фредерік Содді зробив такий дослід: він узяв скляну трубку, в якій було трохи радію, і фотографічну пластинку, вставлену в касету, в яку не проходить жоден промінь світла. Содді став водити трубкою, наче олівцем, по касеті. Проміння радію пройшло крізь касету і на пластинці відбилися ті самі слова Radium writing — „писання радієм“, — які Содді вивів на касеті своєю трубкою. Після цього Содді проявив пластинку, відфіксував її і приготував позитив.

у астронома зорі не гаснуть. Не одна сотня тисячоліть мине, перш ніж зміниться звичний малюнок сузір'їв, розпадеться Віз, розпуститься Пояс Оріона. А зірочки, які бачив Крукс, займалися й



Праворуч — прилад Крукса для спостереження спалахів на сірчистому цинку. Ліворуч — схема приладу (*A* — порошок на кінчику голки, *B* — сірчистий цинк, *C* — лупа).

гасли кожна мить. Кожну мить розпадалися одні сузір'я й спалахували інші.

Це світився цинк-сульфід, на який падало невидиме проміння, що його випускав радій.

Дивлячись на спалахи, Крукс зробив важливий висновок про природу таємничого проміння.

Коли б радій випу-

скав своє проміння безперервно, як сонце випускає своє, то дно баночки світилося б рівномірним блиском. Але на поверхні сірчистого цинку з'являлися тільки окремі спалахи, а потім вони зникали і замість них з'являлися нові. Отже радій випускає своє проміння не суцільним потоком, а окремими вибухами, окремими порошинками, окремими часточками. Проміння, що його випускає радій, це потік якижось часточок, що вилітають з нього, наче кулі з кулемета. І те, що бачив Крукс, — це було бомбардування цинку-

сульфіду таємничими мікроскопічними снарядами, які вилітали з крихітної порошинки радіо на кінчику голки.

НАРОДЖЕННЯ ГЕЛІУ

Звістка про дослід Крукса дійшла до лабораторії Резерфорда й Содді в далекому Монреалі. І ця звістка несподівано наштовхнула молодих учених на розв'язання питання, над яким марно бився Ремзей.

Резерфорд і Содді порівняли два факти.

Факт № 1: гелій, як встановив Ремзей, завжди знаходиться в мінералах разом з речовинами, що випускають невидиме проміння, — з торієм і ураном.

Факт № 2: невидиме проміння, як встановив Крукс, це потік якихось часточок.

Між цими фактами — міркували Резерфорд і Содді — повинен існувати якийсь зв'язок. Який же?

Резерфорд і Содді зважилися на сміливий здогад:

Часточки, що вилітають з урану, торію, радію, нітону, це — часточки гелію. В урані, торії, радії, нітоні безперервно народжується гелій. Ось чому в мінералах, де є уран і торій, завжди знаходять і гелій.

ПЕРЕВІРКА ДОСЛІДОМ

Висловити здогад — цього мало. Треба зуміти довести, що він правдивий. А для цього є тільки один засіб — дослід.

Весною 1903 року Фредерік Содді приїхав до Англії. В Лондоні він побачився із славетним Ремзеєм. Вони вирішили перевірити на досліді, чи правда, що часточки, які спостерігав Крукс, це часточки гелію.

Ремзей і Содді вивпили спектроскопічну трубочку нітоном. Крізь трубочку пустили електричний струм, і нітон засяяв блакитнуватим вогнем. Тоді Ремзей і Содді взяли спектроскоп і почали розглядати спектр. Вони побачили три яскравих лінії: оранжеву, жовту, зелену. Це були спектральні лінії нітону. Ніяких інших ліній у спектрі не було видно.

Ремзей і Содді лишили нітон в спектроскопічній трубочці й пішли. А через два дні вони повернулися до лабораторії, знову ввімкнули струм і знову розглянули спектр замкнутого в трубочці газу. І що ж? Спектральні лінії нітону горіли на своїх місцях в оранжевій, жовтій і зеленій ділянках спектру, але вони стали менш виразні, ніж за два дні перед тим. А поряд з ними горіли нові лінії, яких два дні тому не було. Ремзей і Содді зразу пізнали їх: це були спектральні лінії гелію.

Ззовні гелій не міг потрапити до спектроскопіч-

ної трубочки. Отже, він виник у самій трубочці, виник з нітону.

Минуло ще два дні, і Ремзей та Содді знову пропустили крізь свою трубочку струм. Трубочка засвітилася, і зразу ж стало видно, що з замкнутим газом сталася ще більша зміна. Чотири дні тому трубочка світилася блакитнуватим вогнем. А тепер вогонь був жовто-білий — точнісінько такий, яким світяться трубки, сповнені гелієм. Тепер можна було й без спектроскопа побачити, що в трубочці гелій. А коли Ремзей і Содді таки заглянули до спектроскопа, то в них розвіялися й останні сумніви. Спектральні лінії нітону ще світилися в спектрі, але так невиразно, що їх ледве було видно. А спектральні лінії гелію горіли яскравим сяйвом.

Так на очах у Ремзея й Содді народився гелій. Народження гелію з нітону було доведене.

СКІЛЬКИ РОКІВ КЛЕВЕІТОВІ?

Нітон перетворюється на гелій. А як же уран і торій? Адже хеміки вже дуже давно мали справу з цими металами, і ніхто не помітив, що вони перетворюються на гелій. А якщо так, то чи немає якоїсь помилки у твердженнях Резерфорда й Содді про те, що гелій народжується не тільки в нітоні, але й в урані, і в торії?

Резерфорд і Содді продовжували стверджувати: ніякої помилки немає. Різниця між ура-

ном і нітоном та, що нітон перетворюється на гелій швидко, — протягом кількох днів, а уран дуже повільно. Тому то ніхто досі й не помітив перетворення урану на гелій.

Содді взяв велику колбу, виповнив її речовинами, що містять у собі уран, і старанно вилучив усі гази, які були розчинені в цих речовинах. Потім він закрити колбу — так, щоб ніякі гази не могли пройти туди ззовні. А через рік він знову дослідив те, що було в колбі, і виявив, що там з'явився гелій, якого раніше не було. Правда, гелію було дуже мало, — всього лише одна десята частина кубічного міліметра, але для чутливого спектроскопа й цього було досить. Содді вразно побачив жовту спектральну лінію гелію.

Отже, з урану теж народжується гелій.

В колбі у Содді була тисяча грамів урану. А вилучив він з колби всього тільки десяту частину кубічного міліметра гелію.

Крихітна бульбашка гелію, це все, що вийшло з кілограма урану за рік. Важить ця бульбашка всього лише одну п'ятдесятимільйонну частину грама. Ось як повільно перетворюється уран на гелій: з кожної тонни урану, щороку утворюється всього лише дві сотих міліграма гелію.

Нема нічого дивного в тому, що хеміки до Содді не змогли помітити перетворення урану на гелій. Содді помітив гелій лише тому, що він його шукав.

Але якщо уран перетворюється на гелій так повільно, то чому ж у мінералах, що містять в

собі уран, знаходять часто велику кількість гелію?

Відповідь ясна: тому, що ці мінерали лежать у земній корі дуже давно — мільйони, а то й сотні мільйонів років.

Гелій, знайдений Ремзеєм у клеветі, це гелій, що утворився з урану. А гелій, який добувають з торіаніту, це гелій, що виник з торію і з урану (в торіоніті є і торій і уран).

Скільки ж років пролежали в землі торіаніт, клевет, фергусоніт, монацит, перше, ніж потрапили до рук людини?

Геологи не могли відповісти на це питання.

За них відповіли фізики після того, як довідалися про таємницю народження гелію.

ФІЗИКА ДОВІДУЄТЬСЯ ПРО ВІК ЗЕМЛІ

Англійський фізик Стретт узяв шматок мінералу гематиту. Мінерал було добуто з шарів земної кори, добре досліджених геологами. По скам'янілих рештках тварин і рослин геологи давно вивчили епоху, в яку виникли ці шари. В Європі тоді було жарко, як тепер у тропіках. Всю Європу вкривали ліси, але не такі ліси, які бувають у тропічних країнах у наш час, а зовсім інші. Замість листяних дерев у них здіймалися височезні хвощі й папороть. По лісах було багато скорпіонів, павуків й усяких комах, але не можна було відшукати жодного птаха, жодного ссавця. А про людину годі й казати: на цілій земній кулі тоді ще не було жодної людини.

Цю далеку епоху геологи назвали „кам'яно-вугільною“.

У них не було сумніву в тому, що кам'яновугільна епоха була дуже давно. Але як давно? Сто тисяч років тому, чи мільярд тому, чи трильйон років тому? На це геологи не могли дати відповіді. Адже людей за кам'яновугільної епохи не було,— отже, нікому було лічити час.

Століття й тисячоліття йшли, ніким не лічені. Як же полічити їх зараз, коли вони вже давно минули?

Стретт зумів їх полічити. Для нього це була звичайна арифметична задача.

Узявши шматок гематиту, викопаний із шарів, які виникли в кам'яновугільну епоху, він дослідив його склад. Виявилось, що на кожен грам урану в гематиті припадає біля двадцяти кубічних сантиметрів гелію. А ми знаємо, що в кожному грамі урану народжується щороку одна десятимільйонна частина кубічного сантиметра гелію. Увесь цей гелій повністю повинен був лишитись у гематиті, тому що в гематиті немає тріщинок і пор, по яких гелій міг би вийти геть. Скільки ж потрібно було років, щоб гелію зібралось двадцять кубічних сантиметрів, коли щороку нагромаджується одна десятимільйонна частина кубічного сантиметра?

Ясно, що двісті мільйонів років.

Отже, кам'яновугільна епоха була двісті мільйонів років тому.



Стретт виміряв кількість гелію не тільки в гематиті, але й у різних інших мінералах, що лишилися від усяких геологічних епох. І щоразу такий вимір відкривав йому нову дату історії землі. Він вирахував, що юрська епоха, — так зветься та епоха, коли ссавців ще не було, а в повітрі літали крилаті ящери й зубаті птахи, — була вісім мільйонів років тому, а найстаріша епоха — архейська, — коли на землі ще зовсім не існувало тварин, — була щось із мільярд років тому.

Мільйони й мільярди років гематит, ураніт, клевет, торіаніт, фергусоніт, монацит нагромаджували в собі гелій.

Вимірявши кількість гелію, вчені встановили хронологію землі.

Мінерали, що містять у собі уран і торій, стали хронометрами, по яких фізики й геологи відлічили не секунди, не хвилини й не години, а тисячоліття й мільйони літ.

ГЕЛІЙ НА ВІЙНІ

Восени 1914 року в північній Франції точилися запеклі бої. Французи, англійці й бельгійці поволі відступали під натиском німецьких армій.

Одного разу на світанку англійські вартові літаки помітили в небі німецький цепелін, який плів просто на них, очевидно, прямуючи до Парижа. Про з'явлення цепеліна пілоти негайно повідомили штаб, і англійська зенітна артилерія зустріла ворожий повітряний корабель запальними снарядами.

Запальні снаряди — це найпевніший засіб знищення дирижаблів. Як тільки такий снаряд потрапляє в оболонку дирижабля, водень, яким повнено оболонку, вмить спалахує, і дирижабль згорає, як солома. Із ста двадцяти трьох цепелінів, збудованих у Німеччині за час світової війни, сорок загинуло від запальних снарядів.

Але цього разу цепелін не згорів. Снаряд пробив прорезинену тканину оболонки, і поранений дирижабль, поволі втрачаючи газ, поплив назад.

Англіїці нічого не могли зрозуміти. Водень — горючий газ, водень спалахує від найменшої іскри. Що ж трапилося? Чому водень не спалахнув? Військові спеціалісти довго обмірковували дивну подію, але ніхто не міг догадатись, в чому справа.

Загадка лишалася загадкою.

Нарешті британське адміралтейство дістало листа від хеміка Річарда Трелфолла, якому пощастило знайти розв'язання цієї головоломки.

„Я гадаю, — писав Трелфолл, — що німці винайшли якийсь спосіб добувати у великій кількості гелій, і цього разу виповнили оболонку свого цепеліна не воднем, як звичайно, а гелієм. Гелій дуже легкий газ, всього лише вдвоє важчий за водень. Значить, дирижабль, виповнений гелієм, мало чим різнитиметься у підймальній силі від дирижабля, виповненого воднем.¹ А в інших

¹ Багато читачів, мабуть, думатимуть, що це не так. Чи ж може бути, що підймальна сила гелію всього на кілька процентів

відношеннях гелій має величезні переваги перед воднем. Адже водень охоче приєднує до себе кисень; тому то він так легко й спалахує. Гелій же не сполучається ні з чим. Не можна примусити його сполучитись із киснем,— на те він і ледачий газ. Якщо німецький цепелін справді було виповнено гелієм, то нема нічого дивного в тому, що запальні снаряди не завдали йому великої шкоди“.

Докази Трелфолла були пореконливі. Але в усіх, хто прочитав його лист, лишався один сумнів. Гелій дуже мало поширений газ, а на цепелін потрібно його не менше, ніж п'ять-шість тисяч

менша за підіймальну силу водню? Адже гелій важчий водню удвоє.

*Але проробимо математичний підрахунок.

Відомо, що водень у чотирнадцять з половиною разів легший за повітря. Уявімо собі, що ми виповнили оболонку дирижабля воднем, такого ж тиснення і такої ж температури, як і повітря довкола. Візьмемо вагу цієї кількості водню за одиницю. Це значить, що вага тягне водень до землі із силою, що дорівнює 1. А навколишнє повітря, за законом Архімеда, виштовхуватиме той самий водень угору з силою, що дорівнює $14\frac{1}{2}$ (вага витисненого повітря). Лишається в результаті підіймальна сила $14\frac{1}{2} - 1 = 13\frac{1}{2}$.

Коли ж виповнити цю оболонку не воднем, а гелієм, то вага його дорівнюватиме не 1, а 2. А сила, з якою навколишнє повітря намагається виштовхнути дирижабль угору, дорівнює так само $14\frac{1}{2}$. Отже, підіймальна сила буде: $14\frac{1}{2} - 2 = 12\frac{1}{2}$, тобто на одиницю менша ніж $13\frac{1}{2}$. А одиниця становить усього тільки 8% від $13\frac{1}{2}$. Тому й підіймальна сила гелію якраз на 8% менша за підіймальну силу водню.

кубічних метрів. Звідки ж німецькі інженери добули його так багато? Може, вони добули його з мінералів, як колись був добув його Ремзей? Але мінерали, що містять у собі гелій, не дешеві. Невже ж німці добули десятки тисяч тонн монациту або торіаніту? Та в Німеччині й немає таких мінералів. Монацитовий пісок їм довелося б довозити з Бразилії, торіаніт з Цейлона, а часи воєнні. Не вантажити ж бразильський пісок на панцерники!

Правда, існує інше джерело гелію: повітря. Повітря, звичайно, є і в Німеччині, його не треба довозити з чужих країн. Але зате в повітрі гелію дуже мало. Холодильна машина системи Лінде може протягом однієї години перетворити кілька сот кубічних метрів повітря на рідину. З цього рідкого повітря можна вилучити два-три літри гелію. Два-три літри гелію на годину, — скільки ж це буде за рік? Не дуже багато: кубометрів двадцять — двадцять п'ять. Щоб виповнити невеличкий цепелін, холодильна машина Лінде повинна була б працювати кілька сот років без перерви. Можна, звичайно, збудувати кілька сот холодильних машин і примусити їх працювати всього тільки рік. Але й це не дуже вигідно. Адже машини дорого коштують; не дешево обійдеться й паливо, яке треба витратити, щоб приводити в рух насоси, які качають у машину повітря. Добування гелію для одного цепеліна коштувало б величезну суму грошей. Навряд чи під

час війни, коли дорога була кожна копійка, німці могли зважитись на таку велику витрату.

Ясно, що німці добули гелій якось інакше. Значить, у природі існують якісь інші джерела гелію, багатші, ніж повітря й мінерали. Які ж це джерела ?

ЗНОВУ ШУКАЮТЬ ГЕЛІЙ

Британське адміралтейство скликало нараду спеціалістів. Були тут і хеміки, і фізики, і геологи. Довго обговорювали вони питання про те, які існують у природі джерела гелію. Нарешті, хтось із них згадав про одну статтю, написану 1907 року американськими хеміками Кеді і Макфарландом.

Кеді й Макфарланд проробили хемічний аналіз природних газів, які були знайдені шукачами нафти поблизу містечка Декстер у штаті Канзас.

„Природними газами“ звуться гази, що б'ють із щілин у земній корі. Газові фонтани — явище досить звичайне в тих місцях, де в землі є нафта. Це здебільшого горючі гази: їх можна вживати на освітлення й опалення, а можна й добувати з них усякі цінні речовини — фенол, бензол, нафталін, антрацен та ін.

Кеді й Макфарланд вивчили присланий їм із Декстера газ. Досліди показали, що півтора процента в ньому — гелій.

З того часу й по багатьох інших місцях, багатих на нафту, хеміки не раз знаходили гелій у природних газах, що б'ють спід землі.

Багато років нікому не спадало на думку використати гелій для практичних потреб, і тому люди не приділяли достатньої уваги газам, що містять у собі гелій. Але 1914 року англійські хеміки вказали адміралтейству, що з таких газів добувати гелій дешевше й простіше, ніж із монацитових пісків та з повітря.

Може, німці добули гелій для свого цепеніна не з природних газів, а якось інакше,— довідатись про це з цілковитою певністю було не можна,— але сама думка про можливість добувати гелій із природних газів зацікавила англійське командування.

Адміралтейство звернулося до хеміків і геологів Англії й англійських володінь — Канади, Австралії, Нової Зеландії — з пропозицією негайно розпочати найпильніші розшуки гелію в природних газах. Гелій набув несподіваної цінності. На гелій почали полювати. Нарешті канадському фізику Мак Леннану, що досліджував різні нафтові гази в Канаді, пощастило знайти в них гелій. 1918 року з доручення британського адміралтейства, він збудував невеликий дослідний завод біля міста Гамільтон (в Онтарію, Канада) для добування гелію з природних газів. Кілька тисяч кубічних метрів гелію вже були готові до відправки в Європу, коли війна несподівано припинилася і весь цей добутий гелій зробився непотрібний.

НАЙКРАЩИЙ ГАЗ ДЛЯ ДИРИЖАБЛІВ

Тільки 1930 року англійці вперше виповнили дирижабль гелієм. Це був величезний дирижабль „R-100“.

Він вилетів з Англії до Канади, виповнений воднем, а повернувся звідти виповнений гелієм.

Канада й до цього часу лишається єдиним джерелом гелію для англійського повітряного флоту. Скільки саме гелію добувається в Канаді — англійці пильно приховують. Відомо тільки, що більшість англійських дирижаблів досі виповнені воднем, — значить, гелію в Канаді не дуже багато.

А чи багато гелію по інших країнах?

У більшості держав гелію немає зовсім. Особливо стурбовані відсутністю гелію німці й японці. Японці пробували були добувати гелій з монацітових пісків у провінціях Секідамеї й Ісікава, але незабаром облишили цю не вигідну спробу. В японському монацітовому піску дуже мало гелію — так мало, що для виповнення гелієм великого сучасного дирижабля треба переробити більш як мільйон тонн цього піску.¹

¹ Японські професори хемії Танака й Нагаї, загубивши надію дістати для японських дирижаблів гелій, пішли зовсім іншим шляхом. Вони почали думати, чи не можна додати до водню таку домішку, щоб він втратив властивість спалахувати. З допомогою домішок їм справді пощастило сфабрикувати негорючий водень. Але виявилось, що підймальна сила

Німці під час війни, як про це правильно здогадався англійський хемік, справді добували гелій. Але не з природних газів, — газів, багатих на гелій, у Німеччині немає.

Щоб добути гелій, німці вдалися до хитрощів: протягом кількох років перед війною всі німецькі пароплави, що возили товари до Індії й до Бразилії, поверталися звідти, вантажені замість звичайного баласту монацітовим піском. В Німеччині зібралось 5 тисяч тонн монацітового піску. З цього піску німецькі хеміки добули кілька тисяч кубометрів гелію. Крім того, вони знайшли гелій у воді мінерального джерела в курорті Наухейм. З цього джерела німці щодня добували 70 кубічних метрів гелію. Це становить усього 25 тисяч кубометрів на рік. А на великий сучасний дирижабль треба не менше 100 тисяч кубометрів.

Гелію для військових дирижаблів не вистачало. А під кінець війни і наухеймське джерело вичерпалося. З того часу у німців немає більше свого гелію.

Не бракує гелію тільки Сполученим Штатам Америки. Це єдина в світі держава, багата на природні джерела гелію. Але добувати цей гелій для наповнення дирижаблів американці заходилися лише після того, як вступили у війну з Ні-

негорючого водню на кілька процентів менша, ніж підймальна сила гелію. Тому такий негорючий водень (хеміки звуть його „флегматизованим воднем“) мало придатний для дирижаблів.

меччиною. Ще 1916 року по всіх американських лабораторіях, разом узятих, не було навіть і однієї десятої частини кубічного метра гелію. Гелію можна було купити тільки дуже мізерну кількість, та й то за нечувану ціну: двісті тисяч золотих карбованців за кубічний метр.

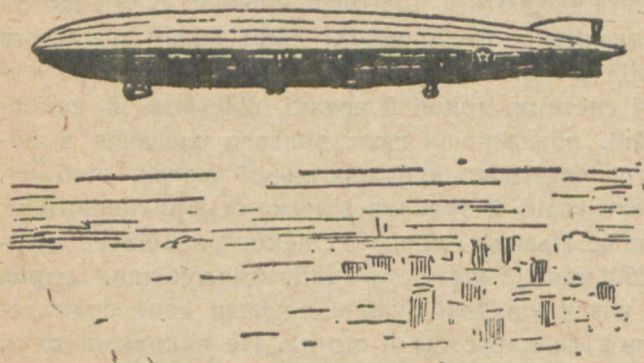
Тільки 1917 року, після вступу Америки у війну, було збудовано завод для добування гелію в місті Форт - Уорс в штаті Канзас. Але війна незабаром припинилася. Американці, як і англійці, не встигли використати гелій для воєнних цілей. І проте вони продовжували добувати його. А в вересні 1923 року їм нарешті пощастило зібрати кілька десятків тисяч кубометрів гелію. Цим гелієм американці виповнили дирижабль „Шенандоа“.

Дирижабль „Шенандоа“, якийсь час був єдиним у світі гелієвим повітряним кораблем. Але він проіснував недовго. У вересні 1925 року, всього лише через два роки після того, як його вперше виповнили гелієм, дирижабль „Шенандоа“ був знищений бурею. І разом з ним загинув увесь зібраний гелій. 55 тисяч кубічних метрів коштовного газу безслідно розтеклися в повітрі.

Майже весь запас гелію, добутий до цього часу людьми на всій земній кулі, загинув під час бурі, що тривала півгодини.

Загибель „Шенандоа“ — другого по величині дирижабля на той час — не спинила американців. Вони продовжували будувати великі дирижаблі, продовжували виповнювати їх гелієм. Завод у

Форт-Уорсі було поширено, і незабаром гелій добували вже по кілька десятків тисяч кубометрів на місяць. А 1929 року в штаті Техас в околицях містечка Амарільйо були знайдені нові природні гази, що б'ють спід землі, ще багатші на гелій, ніж у Канзасі. І конгрес США ухвалив збудувати в Амарільйо другий державний гелієвий завод.



Дирижабль „Шенандоа“.

Хеміки, геологи, інженери поз'їжджалися до Амарільйо, щоб спіймати гелій, який розтікався по повітрю, зібрати його, не дозволити йому гинути марно. Вони проклали в землі газопровод, завдовжки 18 кілометрів, і через цю стальну трубу почали викачувати насосами газ, що б'є спід землі. Вони збудували заводські споруди й поставили у них складні апарати, які очищали

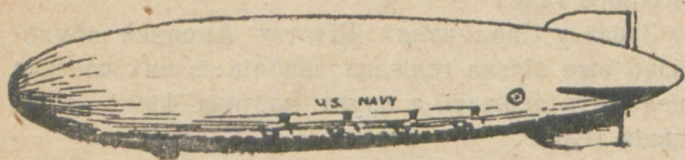
гелій від домішок, стискували його до півтора-ста атмосфер і заганяли в міцні сталеві балони, спеціальних вагонів - цистерн.

Через кілька місяців до величезного повітряного порту Лейкхерста в штаті Нью-Джерсі почали прибувати транспорти гелію, добуті на Далекому Заході, новій „гелієвій столиці світу“ — Амарільйо.

До високої причальної щогли лейкхерстського елінга злітаються повітряні кораблі. В тілі щогли прокладено трубопровід, яким знизу подається гелій. Дирижаблі твердої системи, дирижаблі м'якої системи, дрібні й великі, військові й комерційні, обважнівши після довгого плавання в повітрі, летять до лейкхерстської щогли, щоб набрати гелію й зробитись легкими й рухливими, як раніше. Навіть „Акрона“ і „Мекон“, найбільші дирижаблі в світі,¹ місткістю в 185 тисяч кубічних метрів, не раз змушувані були поновляти свої сили гелієм з лейкхерстської щогли. Не виповнювати ж оболонку велетенських дирижаблів старомодним газом воднем! Водень ненадійний: він може спалахнути від випадкового удару блискавки. Жодна страхова компанія не згодилася б застрахувати такий дирижабль, як „Акрона“ або „Мекон“.

¹ Цих дирижаблів тепер уже немає: вони обидва загинули під час бурі. Збудована 1932 року „Акрона“ (ZRS-4) була знищена бурею в квітні 1933 року. Збудований 1933 року „Мекон“ (ZRS-5) затонув у морі в лютому 1935 року. Зараз найбільший дирижабль у світі — німецький цепелін LZ-129 (150 тисяч кубічних метрів).

коли б їх було виповнено воднем. Та й пасажирів не можна було б умовити полетіти таким дирижаблем. Не дуже бо приємно мандрувати, коли над головою висять сотні пудів газу, що легко



Дирижабль „Акрона“.

займається. Інша річ — гелій. Він безпечний, він не хоче сполучатись із киснем, а тому не вибухає, не горить і навіть не жевріє.

Гелій — найкращий газ для пасажирських дирижаблів. Про військові ж дирижаблі годі й казати. Досить одній маленькій запальній кульці пробити оболонку водневого дирижабля — і дирижабль загинув. А гелієвий дирижабль не гине, навіть коли його оболонку буде наскрізь пробито снарядом. Він вийде з бою й щасливо

дістанеться до повітряної бази, перш ніж гелій встигне витекти з пробоїни.

Є зза чого відряджати геологічні експедиції, варто будувати машини для здобування благородного газу!

Зараз у Сполучених Штатах Америки збудовано вже кілька гелієвих заводів: з них частина належить державі, а друга частина фірмі „Компанія гелію“.

Кубічний метр гелію в Сполучених Штатах Америки можна зараз купити всього лише за два-три карбованці золотом (кубічний метр водню коштує 18 копійок).

Гелієм виповнено великий пасажирський дирижабль „Лос Анджелос“ (70 тисяч кубічних метрів) і всі дрібні військові дирижаблі. Сполучені Штати добувають гелію далеко більше, ніж треба його для американського повітряного флоту.

Та хоч Сполучені Штати й мають гелію більше, ніж їм треба самим, американський уряд аж до останнього часу суворо забороняв вивозити гелій до інших країн — він боявся, що гелієм виповнюватимуть чужі військові дирижаблі. Тільки дуже рідко, у виняткових випадках, американський уряд дозволяв відпускати невеличку кількість гелію іноземним ученим для лабораторної праці. Втім, не так давно американський уряд дозволив „Компанії гелію“ продати значну кількість негорючого газу (півторасти тисяч кубічних метрів) для виповнення величезного цепеліна LZ-129, який

закінчено будувати 1935 року. Проте, і зараз ще для вивозу гелію із Сполучених Штатів щоразу потрібний спеціальний дозвіл уряду.

ДОЛЯ СОНЯЧНОЇ РЕЧОВИНИ

У гелію була доля незвичайна, несхожа на долю інших речовин.

Інші речовини люди знаходили у себе на планеті — в гірських породах, у рудах, у мінералах, у ґрунті, у воді, в повітрі. Хеміки очищали добуті речовини від домішок, зважували на терезах, замикали в свої реторти і колби. Кожну нову речовину, що потрапляла їм до рук, хеміки старанно досліджували, щоб переконатись, чи справді вона одмінна від інших, відомих раніше речовин.

І тільки у гелію доля була не така. Гелій відкрили й почали вивчати задовго до того, як хемікам пощастило залучити його до себе в лабораторію, подержати в руках, піддати дослідам.

Гелій було відкрито не на землі, а на сонці.

Пасажири великого зручного дирижабля, виповненого безпечним газом гелієм, навряд чи згадують тепер людину, яка колись подалася була до далекої Індії і була така щаслива, коли вперше розглянула гелій в трубу спектроскопа на відстані 150 000 000 кілометрів від землі.

Цій людині повірили не зразу. На світі є багато людей, для яких існує тільки те, до чого можна доторкнутись руками, що можна зважити на терезах, оцінити в карбованцях і копійках.

А може, ніякого гелію зовсім немає в світі? — казали скептики. — Може, спектроскоп помилився, і нова речовина — це тільки вигадка фантазера-астронома?

Минули роки. Гелій таки не був вигадкою. Великий хемік Ремзей знайшов його й на землі — в мінералі клевеїті і в атмосферному повітрі. Гелій вже стало можна держати в руках, досліджувати й важити.

Хто ж відкрив гелій і його чудові властивості? Астрономи Жансен і Локайер, хемік Ремзей, фізик Крукс, чи, може, Кірхгоф і Бунзен, що злагодили перший прилад для вивчення складу небесних світил? Чи, може, великий фізик Ньютон, який вперше розклав сонячний промінь на сім барв радуги? Чи Генрі Кевендіш, який виявив в азоті таємничу бульбашку — ще нерозгадану суміш аргону, неону, криптону й гелію?

Так, усі вони вкупі, допомагаючи один одному, завоювали сонячну речовину. І не вони самі: хіба можливе було б завоювання гелію без інженерів і фізиків, які винайшли машину для перетворення повітря на рідину? Без геологів, які навчилися добувати сонячну речовину з надрів землі? І, нарешті, без тих численних механіків і оптиків, які озброїли фізику найтоншими вимірними приладами?

Відкриття гелію — це перемога чотирьох наук: фізики, астрономії, хемії геології.

Відкриття сонячних виступів

Вчені переконалися в існуванні сонячних виступів — протуберанців — тільки під час іспанського затемнення 1860 року. Щоправда, і раніше, до 1860 року, деякі спостерігачі стверджували, що на поверхні сонця існують вогняні виступи. Але їх твердженням не довіряли.

Першим астрономом, який звернув увагу на сонячні виступи, був англієць Бейлі. Він спостерігав повне сонячне затемнення 1842 року в італійському місті Павії. В описі затемнення, який склав Бейлі, говориться:

„Променясту корону довкола диска місяця було прорізано трьома величезними вогняними виступами пурпурного кольору. Виступи здавалися нерухомими. Вони були схожі на снігові вершини Альп, осяяні кривавочервоним промінням вечірнього сонця. Що це за виступи? Вогняні гори? Чи хмари?“

Коли статтю Бейлі було опубліковано, думки астрономів поділилися. Одні гадали, що вогняні виступи — це високі гори на місяці, осяяні косим сонячним промінням, другі — що це гори на сонці, треті — що це вогняні хмари в сонячній атмосфері. Але більшість астрономів були твердо певні,

що вогняні виступи — ніщо інше, як оптичний обман, помилка втомленого зору.

1851 року в Європі знову відбувалося сонячне затемнення. Астроном Шмідт спостерігав його в містечку Растенбург у Східній Пруссії. Шмідт, як і його попередник Бейлі, побачив вогняні виступи. При цьому йому навіть пощастило розглядіти, що під час затемнення обриси виступів не лишалися нерухожими, а поволі мінялися. Звідси Шмідт зробив важливий висновок: „Протуберанці, — писав він, — це не гори, бо під час затемнення вони змінюються. Вони належать не місяцю, а сонцю, бо диск місяця, сповзаючи з диска сонця, не тягне їх за собою, а насувається на них і застуге їх. Найпевніше, протуберанці — це розжарені газові хмари, що плавають в атмосфері сонця“.

Шмідт був досвідчений спостерігач. Не було підстав не вірити його твердженням. Проте більшість астрономів і після Шмідта продовжували вважати існування виступів помилкою зору. В правдивість існування виступів учені повірили, нарешті, тільки під час затемнення, що відбулося 18 липня 1860 року. В цей день багато астрономів — Темпл, Оом, Румкер, Льюїс, Плантамур і інші — побачили власними очима сонячні виступи й змалювали їх. А двом астрономам — Деларю й Секкі — пощастило не тільки змалювати виступи, але й сфотографувати їх. Звичайно, після цього ні в кого вже не лишалося сумнівів у тому, що сонячні виступи справді існують.

Спектр сонячних виступів

Під час затемнення 1860 року, коли Деларю й Секкі фотографували сонячні виступи, спектроскоп уже був винайдений.

Та нікому тоді й на думку не спало скористатися з цього винаходу, щоб розглянути спектр сонячних виступів. І тільки після того, як затемнення скінчилося, астрономи кинулися. Але було вже пізно. Нагоду було пропущено. А другого сонячного затемнення сподівалися аж через вісім років, 18 серпня 1868 року. Не дивно, що астрономи всього світу діяльно готувалися до цього дня. До Індії, де мало відбуватись затемнення, вирушили три експедиції: англійська (астрономи Гершель і Теннанб), американська (астроном Погсон) і французька (астрономи Райе і Жансен). Цього разу астрономи захопили з собою спектроскопи.

Всі вони побачили в спектрі те ж саме: кілька ліній водню й якусь жовту лінію. Астрономи, що спостерігали затемнення, вирішили були, що це лінія натрію. Один тільки Жансен встановив, що це не натрій, а нова, ще невідома речовина. Та й він зрозумів це не під час затемнення, а тільки на другий день, коли мав змогу спокійно, не кваплячись, виміряти положення спектральних ліній.

Ріш у тому, що з усіх астрономів один тільки Жансен зміркував, що квапитись нема чого, бо сонячні виступи можна буде роздивитись у спектроскоп і другого дня, при повному сяйві сонця.

Нехай самі виступи тоді й не буде видно, бо їх поглине сяйво ясного неба, як поглинає воно вдень зорі, але спектроскоп і при повному сяйві сонця спіймає й розкладе проміння сонячних виступів на кольорові лінії. Тільки для цього потрібний буде спектроскоп із дуже великою дисперсією, цебто такий спектроскоп, у якому спектр розтягається на дуже велику довжину.

Розтягнення спектра досягається тим, що на шляху світляного проміння поставлено не одну, а багато призм. Проходячи крізь ряд призм, віяло проміння розгортається все ширше й ширше.

В такому спектроскопі спектральні лінії сонячних виступів повинні бути виразно видні, тому що проміння ясного неба, яке їх поглинає, буде послаблене в багато разів.

Коли проміння ясного неба потрапляє до спектроскопа з великою дисперсією, то суцільний, багатобарвний спектр розтягається на таку велику довжину, що стає блідий, ледве видний. На цьому послабленому, ніби розмитому фоні виразно виступають тонкі розрізнені спектральні лінії сонячних виступів.

Жансен розглянув ці лінії, виміряв їх положення в спектрі й виявив, що жовта лінія належить новій, ще невідомій речовині.

Чому Менделєєв не вірив у гелій?

Відкриття гелію було зустрінуте вченими з тим же недовір'ям, з яким колись астрономи постави-

лися були до запевнень Бейлі про існування сонячних виступів. Багато серйозних фізиків і хеміків не зразу повірили в гелій, тому що висновки Жансена й Локайера здалися їм недосить обгрунтованими.

1889 року, цебто через двадцять років після відкриття в спектрі сонячних виступів жовтої лінії D_{β} , славетний російський хемік Менделеев читав у Лондоні лекцію про свої праці. В цій лекції він з обуренням висловився про „так званий гелій“.

„Досвід ясно показує, — сказав Менделеев, — змінність напруженості світла спектральних ліній простих тіл при неоднаковій температурі і тисненні; а тому можна думати, що лінія гелію належить одному з давно відомих простих тіл, поставленому в невідомий для наших дослідів стан температури, тиснення й напруги ваги“.

Менделеев помилився. Не минуло й десяти років, як він змушений був не тільки повірити в гелій, але й присвятити йому цілий розділ у новому виданні свого підручника „Основи хемії“.

Але в одному Менделеев таки мав рацію: не можна цілком покладатись на лінії спектра. Вони можуть обманути, тому що ті самі речовини дають часом різні спектральні лінії залежно від того, чи знаходяться вони на землі, чи входять до складу небесних світил. Це найкраще доводить доля трьох вигаданих речовин: небулію, коронію й геокоронію. Історія небулію така. В спектрі туманностей нашої зоряної системи астрономи помі-

тили дві лінії — так звані лінії N_1 N_2 , — походження яких вони ніяк не могли пояснити. Тому в них виникла думка, що в туманностях є якась невідома речовина, яка й дає ці лінії.

Речовина дістала ім'я „небулій“ (від латинського слова nebula — туманність).

Історія коронію й геокоронію схожа на історію небулій. В спектрі сонячної корони астрономи відшукали зелену лінію, так звану лінію 5303,3, яка теж не належала жодній з відомих земних речовин. А в спектрі полярного сяйва фізики знайшли іншу зелену лінію — так звану лінію 5577. Астроном Секкі зробив висновок, що в сонячній короні (у найверхньому розрідженому шарі сонячної атмосфери) існує невідомий газ „короній“, а геофізик Веґенер прийшов до висновку, що в найверхньому шарі земної атмосфери — там, де спалахує полярне сяйво, — є інший невідомий газ „геокороній“.

Здавалося, таким чином, що спектральний аналіз відкрив у туманностях, у сонячній короні й у верхньому шарі земної атмосфери три нових речовини: небулій, короній, геокороній.

Лишалось тільки відкрити ці речовини й на землі. Але їх так таки й не відкрили.

Можна навіть сказати: на землі їх не відкрили, а „закрили“.

1927 року фізик Боуен безперечно довів, що лінії N_1 і N_2 належать не якомусь там таємничому „небулію“, а звичайнісінькому кисню. Річ у тому, що в туманностях кисень перебуває в особливих

умовах — не в таких, як на землі. Які ж це умови? Перш за все в туманностях кисень дуже розріджений (в наших лабораторіях його не зміг би розрідити до такої міри навіть найпотужніший повітряний насос). Крім того, в туманностях крізь розріджений кисень проходить інтенсивний потік ультрафіолетового проміння, що збуджує його свічення.

Ці умови зовсім не схожі на ті, в яких перебуває кисень, що світиться в спектроскопічних трубочках по наших лабораторіях. Тому й спектри виходять неоднакові. Ця обставина і ввела необережних астрономів в обман.

Пильніше придивившись до загадкового небулю, виявили, що він усього лише звичайний кисень, та й годі.

Точнісінько така ж доля спіткала й короній з геокоронієм: фізик Гротріан довів, що лінію „коронію“ теж дає кисень, а фізики Мак Леннан і Шрем виявили, що й лінія „геокоронію“ є лінією кисню.

Тепер уже ніхто з учених не вірить у небулій, короній і геокороній.

Таким чином, заперечення Менделєєва мали цілком серйозні підстави: відкриття нової спектральної лінії ще не доводить існування нової речовини. Жансен і Локайер трохи таки поквапились із своїми висновками. І все ж, не зважаючи на це, мали рацію вони, а не Менделєєв: у наш час вже немає сумнівів, що жовта лінія D_3 справді належить гелію — речовині, якої не знали хеміки до Жансена й Локайера. Гелій, знайдений на землі,

дає в спектроскопічній трубочці ту ж лінію D₃, яку виявив Жансен у спектрі сонячних виступів.

Записна книжка Ремзея

Збереглася записна книжка Ремзея, по якій можна наочно й послідовно простежити всю історію відкриття гелію в клеветі.

*While observing Crookes telegraphed -
Crompton & Helium, 58749. Comptes rendus
Widener said
Telegraphed to Berthelot. Institut Paris
Gas obtenu par ma cleveite melange argon
helium. Crookes identifie spectrum. Factes
communication Academie Societe Ramsay*

Сторінка з записної книжки Ремзея.

Під час дослідів одержав телеграму від Крукса— „Криптон — гелій, 58749, приїжджайте— побачите“. — Поїхав і побачив. Послав телеграму Бертело: „Інститут, Париж. Газ, добутий мною з клевету, — суміш аргону і гелію. Крукс установив тожність спектрів. Зробіть повідомлення в Академії в понеділок ... Ремзей“.

Лист від Майерса, який примусив Ремзея зацікавитись клеветом, він дістав у п'ятницю 1 лютого 1895 року. Весь цей день і два наступних Ремзей був зайнятий тим, що виправляв і переписував на машинці велику статтю про відкриття аргону, написану ним для Королівського Товариства. Про це ми довідуємось з записної книжки.

Ось у цьому записі читаємо: „Нічого особливого не зробив до п'ятниці 15 лютого“. В подальших записах мова мовиться про очистку аргону для точного вимірювання його густоти, про те, як зроблено прилад для вимірювання його теплоємності й про перші досліди з цим приладом. Перші порції гелію було добуто з клевеїту, мабуть, 9 або 10 березня (точну дату в книжці не зазначено). Ось що пише про це Ремзей: „Було куплено щось із грам клевеїту за 3 шилінги 6 пенсів (у Грегорі, Фітц, Рой Сквер, будинок № 88). Метьюз кип'ятив його в розведеній сірчаній кислоті й добув трохи газу“. Далі є такий запис: „Круксу послано першу порцію газу в суботу 16 березня, але весь цей тиждень йому було дуже ніколи і він не міг розглянути спектр“. Вранці 23 березня Ремзей, не дїждавшись відповіді від Крукса, заходився сам вивчати спектр нового газу. Телеграма прийшла в той же день. У записній книжці читаємо: „Під час дослідів дістав телеграму від Крукса: „Криптон це гелій, 58749,¹ приїжджайте — побачите“. Поїхав і побачив“.

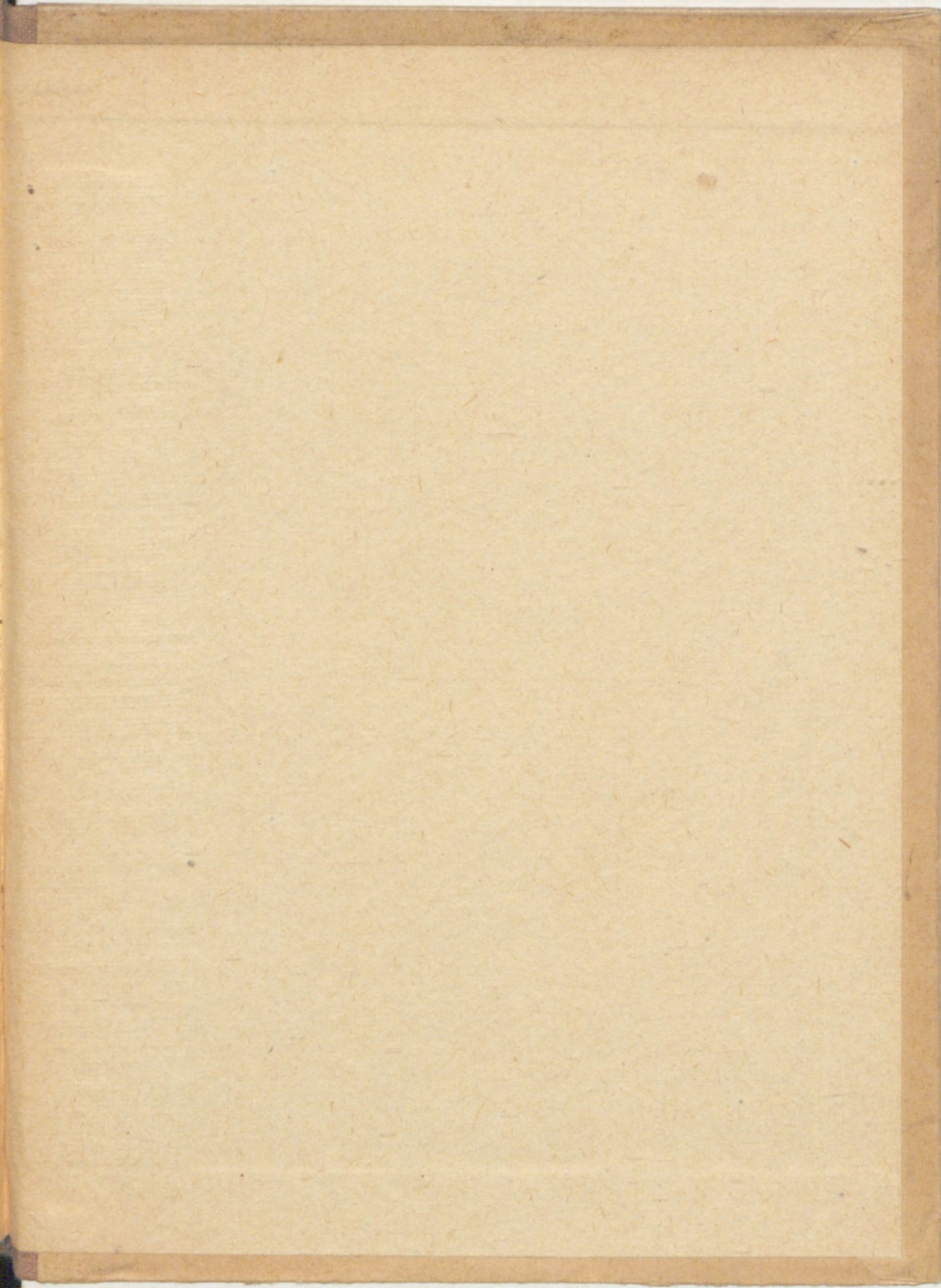
Повідомлення Королівському Товариству Ремзей написав увечері того ж дня.

¹ Жовта лінія D₃ зветься також лінією 58749.

З М І С Т

З чого почалося	3
Кольорові сигнали	4
Невдача	8
Звичайний кусок скла	10
Сигнали розшифровано	13
Попіл, граніт і молоко	15
Зої в лабораторії	17
Спектроскоп досліджує сонце	20
Сонячна речовина	23
Вага блохи	24
Невідома домішка	28
Забутий дослід	30
„Зверни увагу!“	35
Домішку знайдено	36
Ледачий газ	39
Перемога точності	40
З неба на землю	44
Нова задача	49
Ключ до розв'язання	52
Виготовання холоду	54
Несподівана знахідка	56
Гелій відкрито втретє	60
Компанія ледарів	62
Розшуки в усіх напрямках	66
Невидиме проміння	68
Народження гелію	73
Перевірка дослідом	74
Скільки років клеветі?	75
Фізика дозідується про вік землі	77
Гелій на війні	80
Знову шукають гелій	84
Найкращий газ для дирижаблів	86
Доля сонячної речовини	93
Додатки	95

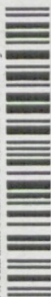
174343



Ціна 1 карб. 45 коп.

37-1324

V.N. Karazin Kharkiv National University



01451825

2