
Історія науки

Ю.О. Храмов

100-річчя фізики низьких температур

У статті розглядається передісторія фізики низьких температур, зокрема передумови її виникнення, пов'язані з одержанням зріджених газів, в тому числі рідкого гелію, від якого і бере початок саме цей напрям фізики.

Формування уявлень про низькі температури, їх одержання і вимірювання відноситься до початку XVIII ст. Однак у поняття „низькі температури” в різний час вкладався свій зміст. Так, в останній чверті XIX ст. температури в інтервалі 90—50 К вважалися дуже низькими, нині низькими, або криогенними, прийнято вважати температури нижче точки кипіння рідкого повітря, тобто ~80 К, а наднизькими — нижче 0,3 К. Минуло майже два століття перш ніж у експериментаторів низькі температури стали потужним інструментом дослідження речовини і відіграли вирішальну роль у вивченні конденсованого стану. Особливо яскраво ця роль виявилася після зрідження в 1908 р. Г. Камерлінг-Оннесом гелію, коли при вивченні властивостей різних речовин саме при гелієвих температурах (4,2—1 К) було відкрито чимало нових фактів і закономірностей фундаментального значення. Тут доречно навести слова Г. Камерлінг-Оннеса, які він сказав у своїй Нобелівській лекції 11 грудня 1913 р.

„... Я, звичайно, був переконаний, що дослідження властивостей тіл при низьких температурах дадуть пояснення багатьом з них,— говорив Г. Камерлінг-Оннес.— Але дійсність перевершила мої сподівання. З'ясувалося, що не тільки можна було набагато краще, ніж очікувалося, зменшуючи тепловий

рух, спростити умови, при яких відбуваються явища, але за допомогою рідкого гелію несподівано зробити значний крок уперед: одержати температури, які для деяких властивостей практично можна вважати абсолютним нулем. Відкриття в інших галузях несподівано зв'язали багато властивостей і зробили дослідження їх поблизу абсолютного нуля необхідними. Теплова теорема Нернста й особливо вчення Планка про кванти та енергію при абсолютному нулі висунули вимірювання при найнижчих температурах на передній план фізичного інтересу” [1, с. 221].

Тому 1908 р. доцільно вважати датою народження фізики низьких температур як розділу фізики, що вивчає властивості речовини і процеси при температурах поблизу абсолютного нуля, коли тепловий рух атомів речовини істотно придушений глибоким охолодженням і на перший план виступають квантові ефекти. Період же до 1908 р. варто розглядати як передісторію фізики низьких температур, що „розвивалася” в рамках вчення про теплові явища.

Початок її відноситься до XVIII ст. Перший низькотемпературний інтервал установив 1749 р. М.В. Ломоносов. „Перша і нижня температурна ділянка починається від найнижчого градуса теплоти, або що те саме від найбільшого градуса холоднечі, який ще ніким не позначений і не показаний,— писав він у трактаті „Міркування про причину теплоти і хо-



М.В. Ломоносов



М. Ван Марум

лоду”. — Вона закінчується при температурі замерзання води...” [2, т. 2, с. 509]. У творі „Вступ до справжньої фізичної хімії” (1752) М.В. Ломоносов розвинув свою думку про „найнижчий градус теплоти”, висловившись так: „... при необхідності повинен існувати найбільший і останній ступінь холоду, який полягатиме в повному припиненні обертального руху частинок” [2, т. 2, с. 39]. Це свідчило, що він близько „підійшов” до поняття абсолютного нуля температури. Існування його припускав ще в 1703 р. Г. Амонтон, вважаючи, що при ньому настає стан „абсолютного спокою”. Ідея, що абсолютний нуль температури означає кінець будь-якого кінетичного руху, панувала в фізиці до початку ХХ ст.

Одночасно з формуванням уявлень про низькі температури виникла думка про зв'язок агрегатного стану речовини з температурою. Можливість зміни його при змінюванні температури, зокрема існування однієї тієї самої речовини в трьох агрегатних станах — твердому, рідкому і газоподібному, поділялася багатьма вченими ХVIII ст. Так, А. Лавуазьє вважав, що при „дуже низькій температурі” повітря може перейти в рідкий стан.

У ХVIII ст. було сконструйовано низку термометрів, запропоновано термометричні шкали (шкали Реомюра, Цельсія і Фаренгейта), сформульовано ряд термодинамічних понять, розроблено деякі методи охолодження, зокрема знайдено охолоджуючу суміш, що складалася з кухонної солі та льоду.

У 1792 р. М. Ван Марум, проводячи серію дослідів з метою впевнитися в справедливості закону Бойля—Маріотта для всіх газів, а не тільки для повітря, стискаючи газоподібний аміак, одержав його в рідкому стані. Це було перше зрідження газу, що відкрило шлях до досягнення все більш низьких температур. За ним пішли численні спроби перетворити в рідину всі відомі тоді гази шляхом їхнього стискання. Зокрема, близько 1800 р. Монж і Клуе одержали рідку сірчисту кислоту, в 1805 р. Нортмор — рідкий хлор, трохи раніше в дослідах Румфорда мало місце скраплення вуглекислого газу. У 1834 р. Тілор'є, побудувавши спеціальний апарат для скраплення газів, одержував з його допомогою у великих кількостях рідку вуглекислоту. Випускаючи струмінь рідкої вуглекислоти і прагнучи тим самим її різкого охолодження через випаровування, він одержав її в твердому стані. Суміш твердої вуглекислоти з ефіром, що підсилював випаровування, являла собою ще сильніший „охолоджуючий засіб”. Ставлячи цю суміш під дзвін повітряного насоса і відкачуючи повітря, в охолоджувальній ванні одержували температуру — 110°C.

Важливі дослідження провів у 1822 р. Ш. Каньяр де Латур, який серією дослідів з нагріванням рідин у герметичних посудинах установив існування моменту (точки), коли рідина різко переходила в газ зі зникненням межі поділу між нею і паром, і виміряв при цьому відповідний тиск і температуру. Інакше кажучи, він відкрив критичну точку рівноваги „рідина — газ”. Однак природа цього явища тривалий час залишалася незрозумілою. У 1823 р. М. Фарадей, нагріваючи одну із сполук хлору в герметично запаяній скляній трубці, виявив у холодному її кінці зріджений хлор. М. Фарадей зробив висновок, що поряд з тиском, створюваним у герметичній трубці, в процесі зрідження газу певну роль відіграє також температура. Через три роки, а потім у 1844 р. він повторив свій дослід у вдосконаленому

вигляді, занурюючи холодний кінець трубки в охоложену суміш, а не залишаючи його, як 1823 р., при кімнатній температурі. Це дозволило йому цим методом скрапити етилен, фосфористий водень, сірководень, хлористий водень, сірчаний ангідрид, вуглекислий газ та ін. Однак, незважаючи на успішність методу, М. Фарадею і його послідовникам не вдалося перетворити в рідину кисень, азот, водень, окис вуглецю й азоту, метан. Тому їх назвали „перманентними”, або „постійними”. Постійні гази „не здавалися” навіть при досить високих для того часу тисках. Так, віденський лікар Й. Натгерер побудував компресор, в якому створювався, за його словами, „жахливий” тиск — понад 3000 атм, однак навіть при такому тиску і температурі — 140°C повітря не скраплювалося (1854).

Невдачі зі зрідженням постійних газів пояснювалися по-різному. З цього приводу О.Г. Столетов писав:

„Здавалося, всі можливі засоби вичерпано. Якщо і можна було рухатися вперед, то тільки підвищуючи тиск, оскільки знизити температуру ще більше, ніж це було вже зроблено, не уявлялося вже жодними засобами. Більшість фізиків вважали, що ці два шляхи до досягнення мети (підвищення тиску і зниження температури) — рівнозначні, й при неприступності одного можна йти іншим... Треба віддати належне Фарадею, який уникнув помилкової думки про заміну холоду тиском” [3, с. 116].

Відштовхуючись від праці Ш. Каньяра де Латура, М. Фарадей припустив існування температури, вище якої газ при жодних, як завгодно високих тисках, не перейде в рідкий стан, і на цій основі пояснив, чому кисень, азот і водень не зріджено досі. „Ш. Каньяр де Латур показав, що при певній температурі рідина, піддана достатньому тиску, стає прозорою парою або газом, які мають однакову густину з рідиною,— писав у 1844 р. М. Фарадей.— При цій температурі або трохи вищій не можна очікувати, що якась підвищення тиску, крім, можливо, надто сильного, зможе перетворити газ у рідину. Хоч як низька температура 110°C, вона,

ймовірно, вище такої температури для водню і, мабуть, для азоту і кисню, і тоді жодне стискання без одночасного охолодження далі тієї точки, яка досягнута дотепер, не позбавить їх газоподібного стану” [3, с. 116—117].

Цими словами, всупереч думці вчених того часу, М. Фарадей вперше вказав на необхідність при переведенні газу в рідкий стан використовувати два параметри — тиск і температуру, а також слідом за Ш. Каньяром де Латуром звернув увагу на існування у рідин критичної точки. Майже в такому ж дусі висловився в 1861 р. і Д.І. Менделєєв, який припустив, що для кожної рідини повинна існувати температура, вище якої вона залишається газом або парою незалежно від величини зовнішнього тиску („абсолютна точка кипіння”).

У 1861—1869 рр. поведінку деяких газів при зміні тиску і температури, зокрема вуглекислого газу, досліджував Т. Ендрюс. У результаті його експериментів було встановлено безперервність газоподібного і рідкого станів речовини і поняття критичного стану, або критичної точки, тобто точки, в якій зникає рівновага станів речовини (він також запровадив терміни „критична точка” і „критична температура”).

„Властивості, які описано в цьому повідомленні (стаття 1869 р.— Ю.Х.), що проявляються, наприклад вуглекислою,— писав Т. Ендрюс,— не є її особливостями, а притаманні взагалі всім тілам, які можна одержати у вигляді газів і рідин. Окис азоту, хлористо-воднева кислота, аміак, сірчаний ефір і сірчистий вуглець — всі вони виявили при певних тисках і температурах критичні точки і [давали] швидкі зміни об'єму з хвилеподібними рухами, коли температура або тиск змінювалися поблизу цих точок... Критична точка температури дає критерій, щоб відрізнити пару від газу... Чимало властивостей пари залежать від того, якщо газ і рідина стикаються між собою, а це... може трапитися тільки при температурах, нижчих за критичну. Тому ми можемо визначити пару як газ при температурі нижче його критичної точки. Відповідно до цього пара може бути одним тільки тиском перетворена в рідину і, отже, існувати в присутності своєї рідини, тоді як газ не може бути перетворений у рідину тиском...” [4, с. 48—49].

Трохи раніше в цій же статті Т. Ендрюс зазначав, що „газ і рідина — тільки далеко віддалені стадії в довгому ряду безперервних фізичних змін” [4, с. 45–46].

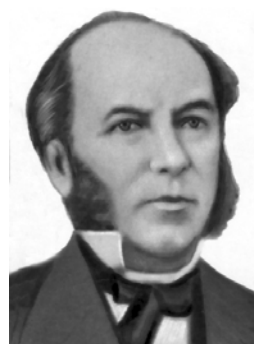
Т. Ендрюс визначив (1863) критичну точку для вуглекислого газу, тобто критичну температуру (31°C) і критичний тиск. Його досліди з'ясували причини невдачі спроб по зрідженню постійних газів. Чимало загадкових і суперечливих результатів тепер дістали просте пояснення. „Діаграми Ендрюса $p-V$ ” (ізотерми вуглекислоти) ясно показували межі рідкого стану речовини і давали досить повну картину його взаємодії з газоподібним станом. А незріджуваність кисню, азоту і водню пояснювалася тим, що досліди з ними проводилися при температурах, значно вищих за критичну для цих газів.

У 1873 р. теоретичну інтерпретацію експериментів Ендрюса подав Й. Ван дер Ваальс. У праці „Про безперервність газоподібного і рідкого станів” він вивів рівняння реального газу, яке враховувало сили взаємодії між молекулами і їх об'єм (рівняння Ван дер Ваальса) і дозволяло якісно описувати поведінку газу при високих тисках, конденсацію газу і критичний стан. Виходячи зі свого рівняння, Й. Ван дер Ваальс визначив критичну температуру повітря — близько — 158°C при тиску 14,5 атм, а також установив (1880) закон відповідних станів, що мав важливе значення для аналізу експериментальних результатів [5]. Зокрема, в 1877–1886 рр. М.П. Авенаріус і його учні в Київському університеті отримали критичні значення для багатьох речовин, що ввійшли в основний фонд фізичних величин і тривалий час залишалися незмінними.

Отже, знадобилося півстоліття, перш ніж спостереження Каньяра де Латура дістали відповідну теоретичну інтерпретацію, яка заклала основу методів зрідження газів і одержання низьких температур. Слід також зауважити, що цих успіхів було досягнути завдяки розвитку термодинаміки і кінетичної теорії газів.



М. Фарадей



Т. Ендрюс

Відбулися зміни і в „холодильній техніці” — від холодильної машини Кавалло (1800) і крижаної машини Карре до перших повітряних розширювальних машин для одержання холоду Дж. Гор'є (1851) і парових компресійних холодильних машин (Дж. Перкінс, 1834 р.; Гаррісон, 1857 р.).

Знаменним виявився 1877 р., що ввійшов у передісторію фізики низьких температур як рік, коли „капітулював” перший постійний газ — кисень, перетворений у рідину незалежно Л. Кальєте і Р. Пікте. Піддаючи кисень стисканню до 300 атм, а потім охолодженню до 244 К за допомогою двоокису випарної сірки, Л. Кальєте після раптово впавшого тиску помітив хмаринку з конденсованих крапель — це і був рідкий кисень. Р. Пікте одержав рідкий кисень у вигляді крапель при тиску 320 атм і температурі 133 К, використовуючи сірчисту і вугільну кислоти, в кілька послідовних етапів, на кожному з яких зріджувався інший газ (каскадний метод). У грудні того ж 1877 р. Л. Кальєте одержав рідкий азот. При цьому в результаті однократного адіабатичного розширення стиснутого і попередньо охолодженого кисню було досягнуто температури $\sim 90\text{ K}$, яка зберігалася протягом кількох секунд. У наступному році Л. Кальєте і Р. Пікте, розширюючи окис вуглецю й азот, одержали миттєві температури $\sim 77\text{ K}$.

У 1883 р. З. Вроблевський і К. Ольшевський, зробивши деякі удосконалення в апаратурі Кальєте, вперше на ній одержали зріджений кисень у вимірних



З. Вроблевський



К. Ольшевський

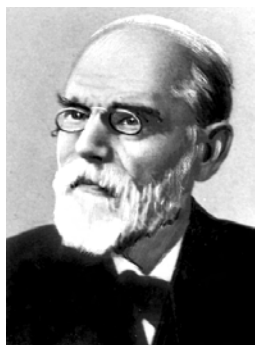
кількостях і стійкі температури ~ 77 К, продемонструвавши до того ж, як тривалий час можна зберігати рідкий кисень. У подальшому К. Ольшевський, вперше застосувавши в 1887 р. етилен і використавши трикаскадну схему з кінцевим етиленовим випарником при температурі близько 125 К, за якої було сконденсовано стиснутий кисень, одержав рідкі кисень і азот у кількостях, достатніх для дослідження їхніх властивостей при температурі ~ 55 К. Після успішного зрідження кисню й азоту вже ніхто не сумнівався, що невдовзі буде отримано і рідкий водень. З. Вроблевський оцінив його критичну температуру — порядку 30 К [6].

Так завершився один з етапів передісторії низьких температур, що пройшов під знаком спроб зрідження постійних газів, основною кінцевою метою якого було одержання все нижчих і нижчих температур. Наприкінці цього етапу став зрозумілий внутрішній зв'язок між трьома агрегатними станами, коли для будь-якої речовини виявилось можливим накреслити діаграми твердого, рідкого і газоподібного станів. Наприкінці 80-х років розпочався новий етап досліджень в галузі низьких температур, що характеризувався прагненням одержати все більш низькі температури, найближчі до абсолютного нуля, і вивчити при цих температурах явища і властивості речовин. На цьому етапі й почалася кріогенна діяльність Г. Камерлінг-Оннеса, яка привела до появи

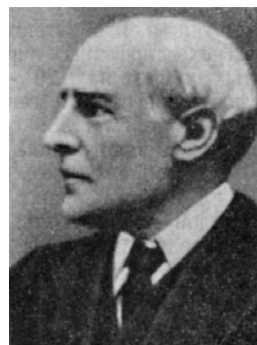
нового наукового напрямку — фізики низьких температур [7].

У 1882 р. він був призначений професором експериментальної фізики Лейденського університету, де також очолив фізичну лабораторію, яка невдовзі під його керівництвом була розширена і зорієнтована на проведення низькотемпературних досліджень. У 1894 р. на її базі створено Лейденську кріогенну лабораторію. Обсяг і розмах низькотемпературних робіт у ній та „стратегія масованої атаки в напрямку абсолютного нуля”, яку обрав Г. Камерлінг-Оннес, не можна було порівнювати з постановкою досліджень у Дж. Дьюара в Королівському інституті в Лондоні або у К. Ольшевського в Краківському університеті, хоч і вони досягли значних успіхів, проявивши неабияку енергію і цілеспрямованість в проведенні робіт. Зокрема, в 1892 р. Дж. Дьюар винайшов посудину для збереження зріджених газів (посудина Дьюара), що і нині залишається необхідним атрибутом кріогенної лабораторії, а в 1898 р. одержав рідкий водень, виміряв його температуру кипіння (~ 20 К) і визначив температуру, що відповідала потрійній точці на діаграмі станів (~ 16 К). Намагався скрапити водень і К. Ольшевський, але безуспішно.

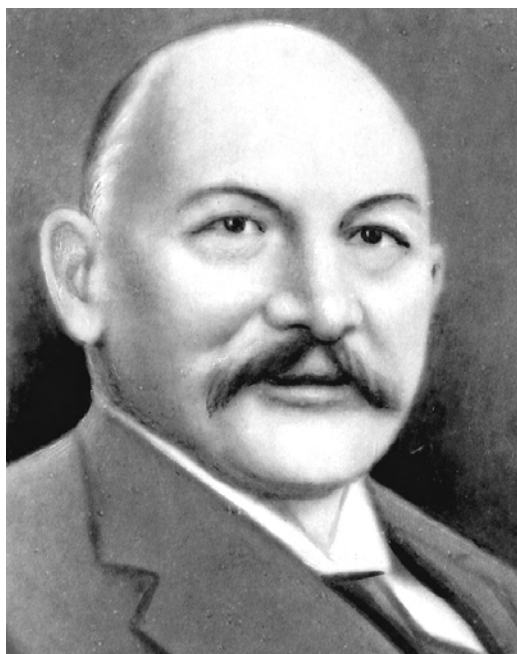
Однак залишався ще гелій — газ, відкритий 1868 р. спектроскопічно в атмосфері Сонця незалежно П. Жансеном і Дж. Локьером, а в 1895 р. — на Землі У. Рамзаєм і М. Траверсом. Саме на нього і звернули увагу Дж. Дьюар,



Й. Ван дер Ваальс



Дж. Дьюар



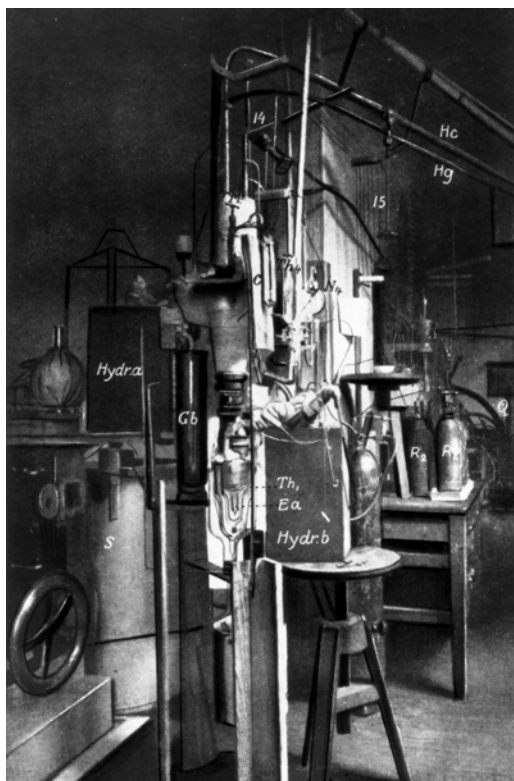
Г. Камерлінг-Оннес

К. Ольшевський і У. Рамзай з М. Траверсом, розпочавши спроби його переведення в рідкий стан.

Слід зазначити, що 1895 р. відзначився ще однією важливою подією. Цього року К. Лінде та У. Хемпсон незалежно запропонували новий метод охолодження з використанням дроселювання стиснутого газу (ефекту Джоуля—Томсона) і регенерації тепла в теплообміннику (останній був запропонований Е. Сіменсом 1857 р.), на основі якого вони сконструювали перші промислові зріджувачі повітря. Цим було започатковано техніку низьких температур [8].

Планомірно готувався до „штурму” гелію і Г. Камерлінг-Оннес. У 1892—1894 рр. він побудував першу велику досить ефективну зріджуючу установку каскадного типу для кисню, азоту і повітря продуктивністю 14 літрів рідини в годину. Вона експлуатувалася кілька років і забезпечувала швидко зростаючі потреби лабораторії. Завдяки тому, що Г. Камерлінг-Оннес ввів у каскадні схеми теплообмінники, кожний цикл у каскадній системі являв собою окрему парову компресійну холодильну маши-

ну. Це дозволило одержувати дуже низькі температури за допомогою парових компресійних машин з використанням каскадних систем і започаткувало зрідження повітря в значних масштабах. Маючи в достатніх кількостях рідкий кисень, Г. Камерлінг-Оннес, його співробітники та учні дістали можливість проводити вимірювання при температурах 91 К і нижче. Досліджувалися капілярність (Де Вріз, Ж. Вершафельт), ефект Холла (Лебрет, Ван Евердінген), рівняння стану газів (Й. Кюнен, Ж. Вершафельт, Ш. Хартман та ін.). Було створено термометри для вимірювань при низьких температурах, спеціальні манометри і п'єзометри для вимірювання тисків, кріостати для підтримання з достатньою точністю незмінювальні температури та ін. А головне, працюючи в лабораторії набували безцінний досвід роботи з низькими температурами.



Установка камер Г. Камерлінг-Оннеса для одержання рідкого гелія

Після „завоювання” кисню Г. Камерлінг-Оннес і його співробітники зосередили всю увагу на водні. У червні 1905 р. у лабораторії отримано рідкий водень (15 см^3), а в лютому 1906 р. створено завершений водневий цикл. Це дало можливість у тому ж місяці одержувати вже літри рідкого водню, а в травні розпочати вимірювання в ньому. Продуктивність першого лейденського водневого зріджувача становила 4 л/год при робочому тиску 180–200 атм. У 1906 р. у лабораторії використовували 71 л рідкого водню, у 1907 р. — вже 167 л. Лейденська установка мала високу надійність і продуктивність. Це дозволило Г. Камерлінг-Оннесу обійти на фінішній прямій до абсолютного нуля Дж. Дьюара і К. Ольшевського, чії апарати не йшли ні в яке порівняння з лейденською установкою.

„У той період, коли в більшості лабораторій рівень техніки не перевищував герметизації за допомогою воску і мотузки, а також доморослих виробів зі скла, — писав Г. Казимір, — Оннесу вдалося підняти лабораторне обладнання на виробничий рівень. Це була справжня велика наукова техніка, і досягти цього йому вдалося тільки завдяки науковій далекоглядності, технічним знанням, енергії, наполегливості, дипломатичному мистецтву ...” [9, с. 166].

Створення водневого зріджувача і наступне керування ним дозволило Г. Камерлінг-Оннесу та його колегам, що нагромадили вже значний досвід проведення кріогенних робіт, розпочати штурм гелію. Єдиним придатним для охолодження гелію холодоагентом був рідкий водень з температурою кипіння $20,4 \text{ К}$ і потрійною точкою 14 К . Спроби перевести гелій у рідкий стан робилися раніше Дж. Дьюаром і К. Ольшевським, але вони виявилися безуспішними. Дж. Дьюар визначив точку кипіння рідкого гелію в $5\text{--}6 \text{ К}$, а К. Ольшевський — нижче 2 К .

У 1907 р. Г. Камерлінг-Оннес опублікував низку вимірювань ізотерм гелію в температурному інтервалі від 373 до 57 К ,

виконаних з метою визначення для нього критичних значень. Невдовзі він зробив вимірювання при водневих температурах, зокрема при 20 і 14 К . У результаті для критичної температури гелію було отримано значення близько 5 К , що дало надію на успіх у його швидкому зрідженні. У 1908 р. Г. Камерлінг-Оннес для своїх дослідів добув з монацитового піску прожарюванням 360 л гелію. Нарешті, 10 липня 1908 р. після кількох місяців напруженої роботи за допомогою ефекту Джоуля — Томсона було отримано понад 60 см^3 рідкого гелію. „У цьому вдалому експерименті, — писав Г. Камерлінг-Оннес, — і людина, і машина виклалися до кінця”.

Опанувавши новий температурний інтервал, Г. Камерлінг-Оннес приступив до досліджень властивостей речовин при гелієвих температурах — термодинамічних, електричних, магнітних і оптичних. І тут, крім досягнення нових низьких температур ($1,72 \text{ К}$ — у 1908 р.; $1,38$ — у 1909 р.; $1,04$ — у 1910 р.; $1,00$ — у 1919 р. і $0,83 \text{ К}$ — у 1922 р.), було відкрито новий світ зовсім несподіваних і загадкових явищ. Виникла нова галузь науки — фізика низьких температур, або в широкому сенсі фізика квантування енергії речовини в конденсованому стані. Г. Камерлінг-Оннесом та його школою було закладено основи цього нового наукового напрямку. Будучи протягом 15 років єдиним власником рідкого гелію, Лейденська лабораторія до кінця 30-х років зберігала в цьому напрямку лідерство, саме в ній в цей час було отримано всі фундаментальні результати в цій галузі, зокрема відкрито надпровідність (1911), явище руйнування її струмом і магнітним полем (1913–1914), фазовий перехід в рідкому гелії при температурі $2,19 \text{ К}$, тобто існування гелію I і гелію II (1928), λ -перехід (1932), започатковано низькотемпературний магнетизм і низькотемпературну спектроскопію тощо [6, 7, 10].

1. Камерлинг-Оннес Г. // Вопросы физики. — 1914. — Вып. 7. — С. 219—248.
2. Ломоносов М.В. Полное собрание сочинений.— М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950—1955.— В 4 т.
3. Столетов А.Г. Очерк развития наших сведений о газах.— М.: Изд-во М. Каткова, 1879.
4. Эндрюс Т. О непрерывности газообразного и жидкого состояния вещества.— М.: ГТТИ, 1933.
5. Ваальс Я., Констамм Ф. Курс термостатики.— М., 1936.— В 2 ч.
6. Мендельсон К. На пути к абсолютному нулю.— М.: Атомиздат, 1971.
7. Храмов Ю.А. История физики. — К.: Фенікс, 2007.
8. Техника низких температур.— М.: Энергия, 1975.
9. Casimir H. Naphazard Reality.— New York; London: Pergamon Press, 1983.
10. Кеезом В. Гелий.— М.: Изд-во иностр. лит., 1962.

Одержано 22.05.2008

Ю.А. Храмов

100-летие физики низких температур

В статье рассматривается предыстория физики низких температур, в частности предпосылки ее возникновения, связанные с получением ожиженных газов, в том числе жидкого гелия, от которого и берет начало именно это направление физики.

М.А. Балишев

Наукова біографія академіка О.Л. Струве: проблеми відтворення, аналіз бібліографії та джерел

Проведено повний бібліографічний аналіз та висвітлено архівні джерела за темою дослідження життя та творчості видатного американського ученого-астрофізика українського походження, останнього представника всесвітньо відомої астрономічної династії Струве, академіка Отто Людвіговича Струве (1897—1963 рр.). Введено до наукового обігу відомості з документів нових архівних джерел, виявлених автором.

Дослідження такої важливої науково-знавчої проблеми, як біографія ученого, вимагає визначення мети, вибору методів та понять, на яких ґрунтується структура наукової біографії, котрою оперує біограф-історик. Іншими словами, науковий підхід вирізняється засобами здобування та аналізу фактів, доказу та перевірки, а не зусиллями уяви дослідника чи образністю мови. Зокрема, оприлюднені до цього часу біографічні свідчення про академіка О.Л. Струве переповнені фактологічними неточностями й історичними припущеннями. Тому маємо констатувати: історична реконструкція біографії особистості все більше повинна відповідати критеріям науково-

го знання, а діяльність та індивідуальність ученого можуть бути адекватно роз'яснені лише в системі предметно-логічного, соціально-історичного та особистісно-психологічного вимірів.

Принцип трьохаспектності потребує розглядати науковий доробок ученого не лише з точки зору його концептуальних, методичних й інших досягнень (в цьому випадку перед нами постане лише один аспект — предметно-логічний), але й на основі двох інших, а саме: з точки зору оцінки ролі поглядів та переконань цього ученого в науковому соціумі його епохи та суспільного життя в цілому; з точки зору його впливу на науку як цілісної особистості [1].

© М.А. Балишев, 2008