

О. ГАБОВИЧ

ПЕРШОВІДКРИВАЧ ТЕПЛОВОГО РУХУ АТОМІВ І МОЛЕКУЛ

До 130-річчя від дня народження Маріана Смолуховського

Гіпотеза про існування атомів, з яких складається речовина, виникла ще у стародавніх греків за античних часів (Демокрит і Левкіпп, V ст. до н.е.). Але до середини XIX століття вона залишалася тільки одним із можливих варіантів будови Всесвіту. Грунтуючись на дослідних даних, накопичених наукою на той час, можна було б так само успішно пояснювати механічні, теплові та електричні явища на підставі безперервності матерії, щоразу вводячи відповідну гіпотетичну рідину, яка, на думку теоретиків, щільно заповнювала тривимірний евклідов простір класичної фізики. Отож, здавалося слушним відкидати атомну концепцію як зайву і зовсім не обов'язкову.

І тільки на початку XX століття атомно-молекулярна гіпотеза будови речовини одержала чітке наукове обґрунтування. Це стало можливим завдяки дослідженням двох геніальних фізиків. Одним з них був славнозвісний Альберт Ейнштейн, другим — професор фізики Львівського університету Маріан Смолуховський.

Наприкінці XIX століття серед учених точилися нескінченні суперечки, які мали наукові, кар'єрні і мало не політичні наслідки. Нам, що ввійшли у третє тисячоліття, важко навіть уявити глибину необізнаності наукової спільноти у принципових питаннях світобудови після Великої промислової революції. Досить сказати, що фізика конденсованих середовищ перебувала у зародковому стані, М. Планк ще не відкрив квант дії, а про джерело зоряної енергії (включаючи сонячну) ніхто й не здогадувався.

Чого ж бракувало тоді? Експериментальних даних? Почасти. Сміливих теорій? Ні. Вони вже існували, створені генієм Дж. Максвелла і Л. Больцмана. Бракувало безпосереднього, безперечного підтвердження ідей молекулярно-кінетичної концепції, тобто цілеспрямованого застосування загальної теорії з чітко усвідомленою метою — для розв'язання протиріччя дискретне — безперервне. Це протиріччя для фізиків того часу здавалося непереборним. Існування дуалізму дискретного і безперервного, трактованого у сенсі частинка— хвиля, остаточно було доведено лише після створення квантової механіки. Та ця історія хронологічно і за змістом виходить за межі нашої розповіді.

Отож, на початку XX століття бракувало таких наслідків молекулярно-кінетичної теорії, які не можна було б отримати, користуючись лише загальними принципами рівноважної феноменологічної термодинаміки (власне, термостатики), і водночас доступних перевірки. Варто згадати, що тоді навіть статистичне підґрунтя теорії теплоти лишалося не досить добре відомим, хоча основи статистичної механіки вже були розроблені у працях геніального американця Дж. Гібса (недарма молодий А. Ейнштейн, спираючись на роботи Больцмана, у 1900—1902 рр. незалежно відтворив частину результатів Гібса).

Наприкінці XIX ст. вчені ставили Больцману цілий ряд запитань у зв'язку із славнозвісною Н-теоремою кінетичної теорії останнього. З її допомогою він нібито доводив необоротність еволюції системи багатьох частинок при ідеальній оборотності

механічного руху кожної складової частинки. Ці запитання формулювалися приблизно так: 1) як узгодити другий закон статистичної термодинаміки (закон зростання ентропії) з відомою теоремою А. Пуанкаре про обов'язкове повернення динамічної системи до початкового стану? 2) як узгодити той самий закон з інваріантністю базових динамічних (ньютонівських) рівнянь руху відносно зміни напрямку часу та швидкостей усіх частинок? Відповіді на ці запитання, та й то неповні, людство отримало лише у другій половині ХХ ст., коли було створено статистичну теорію динамічних систем (Г. Біркгоф, А. Колмогоров, Я. Сінай, В. Арнольд).

Але постановку та принципове розв'язання двох першорядних проблем фізики було забезпечено значно раніше. Йдеться про обґрунтування атомно-молекулярної гіпотези побудови речовини на основі наявних спостережень і нових дослідів, а також створення несуперечливого статистичного тлумачення другого закону термодинаміки, включаючи встановлення обмежень для його застосування. Майже сто років тому цей прорив здійснили великі вчені, на той час ще дуже молоді: працівник патентного бюро в Цюріху Альберт Ейнштейн, який народився у 1879 р., і «повний» професор теоретичної фізики Львівського університету Маріан Смолуховський, котрий народився на 7 років раніше. Ці блискуче освічені дослідники, справжні європейці золотої ери демократичного поступу західного суспільства, працювали над розв'язанням цих проблем від 1902 р. до часів Першої світової війни, іноді незалежно, а часом спираючись на результати один одного. Відомо, що кожен з них з глибокою повагою ставився до здобутків колеги та результатів інших дослідників, які також зробили великий внесок у теорію та її експериментальне забезпечення (лорд Рейлі, П. Ланжевен, Т. Сведберг, Ж. Перрен).

На початку ХХ ст. фізики визнавали рівноправну участь Ейнштейна і Смолуховського в епохальних відкриттях. Але згодом, після передчасної смерті останнього у 1917 р., геніальний Ейнштейн, який на той час був автором теорії відносності та одним із засновників квантової теорії, начебто посів перше місце також і в дослідженнях з теорії флуктуацій і кінетичної теорії матерії, відсунувши Смолуховського на задній план. Однак це було сприйняття широкої науково-освітньої громадськості, фахівці ж такої прикрої історичної помилки не робили ніколи!

Питання про те, як сталася така колективна аберация пам'яті, заслуговує на окреме з'ясування. Та не це здасться найцікавішим при розгляді історії теоретичних досліджень атомно-молекулярного руху, які провадили Смолуховський та Ейнштейн. Передусім варто порівняти їхні методичні підходи, які іноді спричиняли повністю або майже тотожні результати, а часом істотно доповнювали один одного. Зокрема, з робіт Смолуховського народилася теорія стохастичних процесів — один із розділів статистичної фізики. Власне кажучи, він зробив внесок і в математичні аспекти цієї теорії. Його праці стали класичними поряд із суто математичними дослідженнями росіян А. Маркова та А. Колмогорова. Він був першим, хто використав теорію ймовірності при аналізі випадкових переміщень крихітних сторонніх частинок в оточенні молекул рідини, які невпинно рухаються під дією притаманного їм неспокою, тобто теплової енергії. Йдеться про броунівський рух, відкритий британцем Р. Броуном у 1827 р.

Існує кілька важливих циклів досліджень, де праці Ейнштейна перетинаються з працями його попередників, сучасників і послідовників. Згадаймо хоча б спеціальну теорію відносності, в яку найбільший внесок, крім Ейнштейна, зробили Г. Лоренц, А. Пуанкаре та Г. Мінковський. Але цих великих учених автори підручників і популярних книжок не забувають, а іноді навіть (несправедливо!) вважають головними творцями цієї теорії, нехтуючи домінуючою роллю Ейнштейна. Причина, мабуть, полягає у тому, що вони широко відомі іншими своїми досягненнями, і, так би мовити, довели цим своє місце в

науці. А для Смолуховського дослідження у галузі динамічної теорії флуктуацій і статистичного підґрунтя другого закону термодинаміки стало вершиною творчості. Йому «не пощастило» в тому плані, що його молодший колега блискавично став зіркою першої величини.

Як вказував видатний математик і фізик М.Кац, який навчався у Львівському університеті в 30-і роки ХХ ст., тут спрацював «ефект святого Матфея». Цей екзотичний термін, введений в обіг Р. Мертоном у 1968 р., ґрунтується на закономірності, описаній в Євангелії від Матфея: «... хто має, то дасться йому та додасться, хто ж не має, — забереться від нього й те, що він має» (Єв. від Матфея, розділ 13, вірш 12). Цей цікавий ефект багато разів спрацьовував в історії науки, особливо, коли відкриття мали поділити вчені «Заходу» та «Сходу». Так трапилося з О. Поповим (радіо), Л. Мандельштамом та Г. Ландсбергом (комбінаційне розсіяння світла), В. Фабрикантом (лазери) та з багатьма іншими вченими. В галузі надпровідності авторіві неодноразово особисто доводилося спостерігати це прикре явище.

Маріан Смолуховський, якого теж можна вважати «лауреатом святого Матфея», народився 28 травня 1872 р. у м. Вордербрюлі під Віднем у сім'ї юриста Вільгельма Смолуховського і Теофіли Шчепановської. Його батько обіймав високу посаду секретаря канцелярії австрійського імператора Франца-Йосифа. Мати була культурною та музично обдарованою людиною, і завдяки їй Маріан став кваліфікованим піаністом. Перебуваючи за кордоном хоча б короткий час, він завжди брав в оренду піаніно. Крім того, від матері він успадкував величезну повагу до польських культурних традицій. Саме тому в майбутньому обрав місцем роботи Львівський і Краківський університети, де викладали польською мовою, хоча ці навчальні заклади тоді не були осередками передової фізики. Довелося Смолуховському самому зробити їх такими!

Дитинство Смолуховського не було затьмарене ні матеріальними, ні моральними труднощами. У 1880—1890 рр. він навчався у славетній віденській Терезіанській гімназії (Collegium Theresianum), яку відвідували діти аристократів та вищого чиновництва Австро-Угорської імперії. Чудовий вчитель А. Хефлер зумів зацікавити його фізикою, астрономією та взагалі природничими науками. Закінчивши гімназію з відзнакою, Смолуховський вступив до Віденського університету, де обрав фізику та математику основними предметами. Показово, що він завжди — і під час навчання, і в професійній роботі — намагався приділяти однакову увагу експерименту й теорії (хоча найвизначніші відкриття зробив саме у галузі теоретичної фізики). Цим він нагадував свого кумира, великого теоретика Л. Больцмана, в якого були справді «золоті руки». До речі, Смолуховському пощастило безпосередньо слухати лекції Больцмана, а також інших відомих фізиків — Дж. Стефана, Ф. Екснера та Е. Маха (останнього, як відомо читачам старшого покоління, брутально лаяв В. Ленін у своєму творі «Матеріалізм та емпіріокритицизм»). Ці блискучі професори багато чого навчили талановитого учня, так що його «кандидатська» (у нашому розумінні) дисертація «Акустичні дослідження пружності м'яких матеріалів» була опублікована у збірнику праць Віденської академії (1894) і відзначена найвищою нагородою імені Імператора з врученням персня з діамантом.

Наступні три роки Смолуховський провів у наукових відрядженнях. Спочатку працював у Парижі, у Сорбоннській лабораторії Г.Ліпмана (Нобелівський лауреат 1908 р. — за розробку методу кольорової фотографії) над експериментальними і теоретичними аспектами теплового випромінювання. Потім протягом 8 місяців разом з Дж. Бітті і великим ученим лордом Кельвіном (один з авторів другого закону термодинаміки) вивчав у Глазго вплив рентгенівських та «ядерних» променів на електропровідність газів. Вчені

опублікували кілька спільних праць, а в 1901 р. Смолуховський отримав почесний ступінь доктора права університету Глазго (згідно з британською традицією почесний ступінь присвоюється за роботи не в тій галузі знань, в якій працює нагороджений). Нарешті він завершив свій транс'європейський науковий вояж стажуванням у чудовій берлінській лабораторії Е. Варбурга, відомого своїми дослідженнями в царині фізичної кінетики і фізики феромагнетизму. Там молодий учений експериментально і теоретично вивчав внутрішню тертя у газах. Так остаточно сформувався головний напрям його діяльності — кінетична теорія. А застосував він її до різних явищ — аж до блакиті неба над Землею.

У 1898 р. Смолуховський обіймає посаду приват-доцента Віденського університету, а в травні наступного року — таку ж посаду в університеті Львова. Тут він стає екстраординарним професором з теоретичної фізики (1900) та «повним» професором (1903) — наймолодшим професором Габсбурзької імперії. У Львівському університеті Смолуховський працював до травня 1913 р. Саме ці 14 років щасливого творчого життя дали йому змогу одержати наукові результати, які змінили наше уявлення про природу речовини. Останні роки життя (до своєї передчасної смерті від дизентерії 5 вересня 1917 р.) Смолуховський працював у Ягеллонському університеті Кракова. Його творчий потенціал став ще потужнішим, і він пішов з життя у розквіті сил.

Львівські роки принесли Маріану щастя і в особистому житті. У 1901 р. він одружився з Зофією Баранецькою — дочкою професора математики Ягеллонського університету. У них народились дочка Альдона (1902) і син Роман (1910) — згодом відомий фізик, який працював у США.

Смолуховський дуже любив Львів, але скаржився на його провінціалізм і відсутність колег, з якими можна було б обговорювати свій доробок. Брак професійного спілкування він надолужував частими поїздками до Відня, де працював його найкращий гімназичний товариш, видатний фізик Ф. Хазеньорль, який загинув під час Першої світової війни. Смолуховський їздив також до Геттінгена, Варшави (тоді у складі Російської імперії) та британського Кембриджа, де 9 місяців працював разом з Дж. Дж. Томсоном (Нобелівським лауреатом, що відкрив електрон) та Е. Резерфордом (Нобелівським лауреатом, який відкрив атомне ядро). Він спілкувався з Ейнштейном з приводу броунівського руху, теорію якого обидва вони й створили, і лейденським професором П. Еренфестом, котрий спеціально приїздив до Львова, щоб обговорити нагальні наукові проблеми із Смолуховським.

Незважаючи на всі ці контакти, можна стверджувати, що Маріан Смолуховський волею долі і всупереч власній вдачі став ученим-одинаком. Він не був послідовником якоїсь наукової школи і не створив своєї власної. Та його значний вплив на розвиток фізики реалізувався у звичайний для сучасної науки спосіб: через публікації у наукових журналах і виступи на семінарах та конференціях.

Особливе значення мали його дослідження зі статистичної теорії атомно-молекулярного руху. Броунівський рух спочатку пов'язувався зі специфікою рослинного пилку, частинки якого, розпорошені в рідині, завжди перебувають у безперервному хаотичному русі. Невдовзі сам Р. Броун з'ясував, що і неорганічні частинки мікронних розмірів блукають у товщі рідини не гірше від органічних. Гіпотеза про те, що броунівський рух виникає внаслідок теплового руху молекул рідини, висловлювалась неодноразово, починаючи з публікації Дельсо у 1877 р. У його поясненнях начебто все було правильно: коли частинка маленька, то сукупна сила поштовхів у тому чи іншому напрямку може переважати протягом невеликого відрізка часу. Чому ж тоді ми кажемо, що правильна інтерпретація належить Ейнштейну та Смолуховському?

Справа в тому, що наукова громадськість не сприйняла нібито очевидні пояснення Дельсо. Адже у XIX ст. вчені не вміли теоретично описувати процеси випадкового руху, у тому числі експериментальні дані стосовно звивистих шляхів броунівських частинок. Панувала хибна думка, що окремі зіткнення пробної частинки з молекулами довкілля, які вдаряють з різних напрямків з *однаковою* ймовірністю, спричинять у *середньому* нульове зміщення.

Як вказував Смолуховський, це та сама помилка, яку часто робить необережний гравець в азартні ігри. Йому здається, що в «чесній» грі з випадковим результатом кожного туру (наприклад, при викиданні костей або при підкиданні монети) програш після досить тривалої гри не може перевищувати одну ставку. Скільки людських доль було спотворено таким нерозумінням суті статистичного процесу! Насправді випадковий програш (чи виграш) в азартній грі пропорційний квадратному кореню з кількості турів (викидань костей). Аналогічно (як продемонстрував Смолуховський) квадрат амплітуди середнього зміщення броунівської частинки внаслідок *випадкового* процесу буде пропорційним часу спостереження. До речі, сучасна теоретична економіка, яка прогнозує, зокрема, стан біржових паперів, базується на тих самих засадах, що їх використав Смолуховський при дослідженні броунівського руху. А уявіть собі, що гра хоч «трохи нечесна» (наприклад, посадовці беруть злочинський відсоток)? Тоді вже на виграш годі й сподіватися, а програш швидко затягує гравця (або країну) у фінансову прірву, яка в необмеженому часі може стати бездонною.

Та повернемося до броунівського руху. Аналіз Смолуховського ґрунтувався на революційному припущенні, що безнадійно складну динамічну задачу можна замінити відносно простим імовірнісним трактуванням, де наслідок кожного зіткнення моделюється підкиданням монети, а динамічні закони механіки лише визначають базові значення імовірностей у кожному елементарному акті. Саме ця ідея і лежить в основі сучасної теорії стохастичних процесів у природничих науках та економіці. Внаслідок низки припущень при розв'язанні рівнянь Смолуховський отримав чисельний коефіцієнт $64/27$ у формулі, яка пов'язує квадрат зміщення броунівської частинки і поточний час. Насправді, як показав Ейнштейн роком раніше, ґрунтуючись на загальних принципах статистичної фізики, цей коефіцієнт точно дорівнює одиниці. Така розбіжність аж ніяк не знецінює оригінальний та дуже наочний підхід і видатне досягнення Смолуховського. Навпаки, отримання аналогічних результатів у рамках різних підходів лише надає впевненості в їх правильності, стає базою для розширення теорії та її використання у прикладних дослідженнях.

Теоретичні результати Смолуховського та Ейнштейна блискуче підтвердилися експериментами Ж. Перрена і Т. Сведберга. Тепер уже не було жодних сумнівів щодо існування атомів і молекул — первісних частинок речовини, яка перебуває у нормальних умовах.

Праці Ейнштейна і Смолуховського, викликані необхідністю пояснити явище броунівського руху, вийшли далеко за межі цієї скромної мети. Ці вчені створили *теорію флуктуацій*, радикально розширивши статистичну термодинаміку. Зокрема, сучасна теорія фазових переходів є флуктуаційною, а створена на початку XX ст. теорія флуктуацій прислуговує їй як першоджерело. Важливо підкреслити, що больцманівські ідеї про статистичний характер другого закону термодинаміки були розвинені і доведені до сучасного рівня саме Ейнштейном і Смолуховським. Вони довели, що другий закон справедливий лише з точністю до флуктуацій, які постійно змінюють у малому часовому і просторовому масштабі переважаючий напрямок кінетичних процесів. Тільки якщо абстрагуватися від флуктуацій або позбутися їх шляхом усереднення, ці процеси

однозначно і безупинно ведуть до рівноважного стану. Смолуховський вказав на залежність визначення необоротності процесу від реалізованої у конкретному експерименті ієрархії характерних часів. А саме: якщо час спостереження малий порівняно із середнім часом повернення, запропонованим А. Пуанкаре, то процес можна вважати необоротним, незважаючи на динамічний характер основних законів механіки, які описують елементарні акти взаємодії (класичних) мікро- та мезочастинок. У протилежному випадку можна спостерігати динамічні відхилення від стандартної релаксації.

М. Смолуховський пояснив також неможливість порушення другого закону термодинаміки внаслідок керування флуктуаційними процесами за допомогою деякого пристрою молекулярних розмірів. Такий пристрій або еквівалентна йому в динамічному сенсі маленька гіпотетична розумна істота були введені у фізику Дж. Максвеллом і дістали назву «демон Максвелла». Уявімо собі, що є маленький отвір з дверцятами між двома посудинами, які містять газ. «Демон», котрий влаштувався біля отвору, сортує молекули певним чином. Припустимо, з лівої посудини до дверцят підлітає «швидка» молекула з енергією, яка перевищує середню теплову енергію молекул, котра визначається температурою лівої посудини. У такому випадку пильний «демон» відчиняє дверцята і молекула влітає до правої посудини. Так само він регулюватиме і проходження крізь отвір молекул з правої посудини. Тільки тепер він пропускати ліворуч лише «повільні» молекули, енергія яких менша за середню (теплову), притаманну правій посудині.

Зрозуміло, що через певний час середня енергія молекул у лівій посудині знизиться, тобто знизиться температура, а в правій посудині вона, навпаки, зросте. Це означає, що в сполучених об'ємах з початковою однаковою температурою без витрачання роботи відбувається процес переносу теплової енергії між посудинами у напрямку, забороненому другим законом термодинаміки. Іншими словами, наявність «демона» спричинила появу вічного двигуна другого роду, який, за обговорюваним другим законом, не має права на існування.

Отже, отримали парадокс. Його блискуче розв'язав Смолуховський. Згідно з його міркуваннями, суть у тому, що сортувальний пристрій (або, якщо хочете, «демон») повинен мати молекулярні розміри чи включати в себе відповідний фрагмент. А такий пристрій нерегулярно рухатиметься внаслідок теплових флуктуацій, тобто буде нездатний на цілеспрямований відбір потрібних молекул.

Іншим видатним досягненням Смолуховського було пояснення блакитного кольору неба. Власне кажучи, воно вже нібито існувало. Великий англійський учений лорд Рейлі ще у 1871 р. довів, що амплітуда розсіяного світла на великій кількості сторонніх об'єктів, малих порівняно з довжиною хвилі падаючого світла, пропорційна четвертому ступеню його частоти. Тож і в атмосфері Землі блакитна складова сонячного випромінювання розсіюється інтенсивніше, ніж, наприклад, червона. Це розсіяне світло, потрапляючи нам в очі, створює зоровий образ блакитного неба.

Однак лорд Рейлі помилявся відносно того, на яких саме маленьких частинках розсіюється світло в атмосфері Землі. Він вважав, що це самі молекули, які рухаються в різні боки і з різними швидкостями. А Смолуховський довів, що для пояснення результатів спостережень треба центрами розсіяння вважати теплові флуктуації густини молекул газів, які утворюють повітря. Він підтвердив свою теорію власним експериментом, зафіксувавши блакитний відтінок відфільтрованого повітря у трубці, крізь яку були спрямовані промені штучного джерела. Остаточну крапку поставив Ейнштейн,

отримавши формулу для інтенсивності розсіяного світла на основі ідеї Смолуховського. Цікаво, що залежність інтенсивності від довжини хвилі та об'єму, де відбувається розсіяння, збігається з відповідними залежностями, знайденими лордом Рейлі. Тобто, незважаючи на хибні вихідні міркування, британський учений, керуючись своєю фантастичною інтуїцією, отримав правильну формулу!

Смолуховський пояснив також явище критичної опалесценції, тобто різкого посилення розсіяння світла на флуктуаціях поблизу критичної точки у рідинах. Він показав, що флуктуації кардинально посилюються в цьому випадку, а, отже, розсіяння світла на них (згідно з тією самою формулою лорда Рейлі, яка описує небесну блакить) різко зростає. Поблизу критичної точки, тобто такої точки на фазовій діаграмі, де різниця між газом і рідиною зникає, є область температур, де інтенсивність розсіяння світла стає обернено пропорційною різниці між температурою спостереження і критичною температурою. Критичну опалесценцію легко побачити в навчальній лабораторії, і вона є наочною демонстрацією існування флуктуацій густини.

На жаль, теоретичне підґрунтя (принцип Больцмана), на підставі якого Смолуховський намагався розрахувати розсіяння світла у критичній області, виявилось непридатним для вказаної проблеми. Треба було врахувати додатковий аспект — взаємну кореляцію флуктуацій з різних елементарних об'ємів системи, що зробили голландці Л. Орнштейн та Ф. Церніке у 1918—1926 рр., уже після передчасної смерті Смолуховського.

Важливим напрямом діяльності Смолуховського у галузі фізичної кінетики була також розробка теорій седиментації частинок у гравітаційному полі та коагуляції колоїдів. Крім того, в колоїдній хімії він є одним із засновників теорії електрофорезу. Ключове рівняння в цій галузі назване його іменем.

Слід підкреслити, що не тільки конкретні передбачення Смолуховського і пояснення різних явищ відіграли важливу роль у фізиці ХХ ст. Насамперед сам стиль його праць, які відповідали духу і включали математичний апарат теорії ймовірностей, змінили інструментарій і тезаурус наступних поколінь фізиків-теоретиків. Як любив говорити російський фізик Л. Ландау, метод важливіший за результат, бо за допомогою потужного методу можна отримати безліч нових цінних результатів.

Плідна наукова і викладацька діяльність Смолуховського не вичерпувала багатства його особистості. Крім музики та акварельного живопису, він захоплювався також альпінізмом. Цю пристрасть він успадкував від старшого брата — Тадеуша — хіміка, визначного альпініста того часу. У 1911—1912 рр. Маріан Смолуховський був президентом туристської секції Польського товариства Татр, а в 1916 р. отримав «Срібний Едельвейс» від Німецько-Австрійського альпійського товариства.

Гуманітарно налаштований, видатний фізик був би вельми здивований, якби дізнався, що став героєм книжки «Inferno» шведського письменника А. Стріндберга. Останній, перебуваючи у Парижі, побачив на конторці порт'є кілька листів. Один з них було відправлено з Відня, і він зацікавив письменника своїм (як гадав Стріндберг) польським псевдонімом «Шмуляховський». Слов'янське прізвище здалося йому таким дивним, що Стріндберг висловив припущення: це був сам диявол у масці. А насправді це був лист до молодого Смолуховського, який у 1895—1896 роках перебував у Парижі в науковому відрядженні, про що вже йшлося раніше.

Така романтична історія цілком вписується у стиль самого Смолуховського — романтика, за класифікацією В. Оствальда (видатного фізика та історика науки).

Нехай епілогом до цієї розповіді стане нагадування про подальші події, повчальні і для науки, і для історії. Після від'їзду Смолуховського до Кракова фізика у Львівському університеті занепала. Натомість у роки існування міжвоєнної Польщі, до складу якої входив Львів, тут розквітла математична школа, створена видатними вченими та педагогами Г. Штейнгаузом і С. Банахом. На жаль, і вона припинила своє існування, коли німецькі фашисти і сталінські «визволителі» розшматували Польську республіку. А потім були чорні дні, коли батальйон СС «Нахтігаль» («Соловейко») у червні—липні 1941 р. знищив найвидатніших інтелігентів Львова. Та нам залишається розмірковувати над історією і зберігати традицію, пам'ятаючи, що атоми вперше набули прав громадянства саме у Львові, чим ми можемо, без сумніву, пишатися.

Автор вдячний професору Богдану Чихоцькому (B. Cichoński) та доктору Мареку Пенкалі (M. Pełka) за допомогу в пошуку першоджерел. Робота виконана за фінансової підтримки Фонду Мяновського (Kasa Mianowskiego, Warszawa, Polska).

© ГАБОВИЧ Олександр Маркович. Доктор фізико-математичних наук. Провідний науковий співробітник Інституту фізики НАН України (Київ). 2002.