

цілої географічної роботи. І колиб не що раз то більше зростаюче число самостійних дослідників географів — задача тої другої групи географічних робітників скоро скінчилаб ся. — Супроти того кличем нині в географічній роботі повинно бути те, що до назви „географа“ має повне, оправдане право лише той, хто самостійно вміє досліджувати. „Vollwertig ist in der Geographie nur der, der beobachten gelernt hat“ сказав Кант. Другий же знаменний вислів сего філософа звучить: „Nichts ist besser geeignet, den gesunden Menschenverstand zu wecken, als die Geographie“.

### 3. Сучасна атомістична теорія.

Подав *Др. Володимир Кучер*.

#### Вступ.

За перших атомістів уважає історія філософії звичайно Левкіппа, Демокрита та Люкреція. В їх поглядах однак брак тої скількістєвої згідности з чисельною формою законів природи, на якій саме згідности основуєть ся новочасна фізика. Тому фізика як строга наука такі атомістичні теорії не може уважати як свої. Можна отже сьміло прийняти, що часи питомої атомістики зачинають від Дальтона (1808), зглядно від Bernoulli-ого (1738). Послїдному удалось перший раз виказати досьвідом істнованє дробин в газах. Дальтон знов перший виступив із своєю наукою о атомах, яка до нині удержалась, та подав закони хемічних сполук первнів.

Істнованє атомів матерії удалось оказати і в кристалїграфії, а учинив се Haüy, а опісля Bravais.

Найбільшу однак підпору найшла атомістика у кінетичній теорії газів, опрацьованій Clausius-ом і Maxwell-ем, а усовершеній Boltzmann-ом. А вже основа збереженя енергії доповнила і уосновала атомістичну теорію.

#### Поборюванє атомістичної теорії.

Не бракувало також і противників атомістичної теорії; а саме під конєць XIX ст. настав час, в якім такі учені як E. Mach, Ostwald, Duhem та інші старали ся знищити атомістику, вважаючи єї разом з кінетичною теорією матерії як пережиту.

Славний фізик і філософ Мах, під іншим зглядом так заслужений коло філософичного поглиблення строгих наук, поборював атомістику як дитинну безпідставну спекуляцію. Професор Ostwald, який тоді безперечно відгравав першу ролу в світі фізичної хемії, сотворив енергетичний напрям, який лише в понятю енергії бачить одну дійсність, отже убожає термодинаміку як науку о енергії, а погубляє весь механічний погляд на світ, а враз з ним також понятє атомів і дробин. Подібну ролу у Франції відіграв славний Duhem. За тими провідниками йшла ціла громада інших учених і учеників.

Для більшого схарактеризованя на пряму того часу не зашкодить піднести се, що по появі книжки Boltzmann-a „Vorlesungen über kinetische Gastheorie“ в р. 1898. показали ся в деяких науково-фахових німецьких часописах звіти такого змісту, „що кінетична теорія, як звісно, є так само хибна, як всі многі теорії гравітації, передусім хибно піймає основу збереження енергії; коли однак хтось конечно хоче з нею запізнати ся, хай возьме до рук книжку Boltzmann-a“. А самий Boltzmann у вступнім слові до своєї книжки немов скаржить ся, що кінетична теорія вийшла з моди, та осьвідчає, що написав сю книжку прямо тому, щоб уратувати від забутя се, що вже є знаним.

Причиною сеї нагінки на атомістично-кінетичну теорію була в дечім й оправдана реакція проти псевдо-науковим фантазіям, які виростили на почві атомістики. Понятя атомів, дробин видають ся дуже поединчі, зрозумілі і позірно атомістична теорія надасть ся дуже до широкої популяризації. Послідна однак є досить небезпечною справою, коли підіймають ся єї непокликані люди. А що в області атомістики нагрішено, почавши від псевдо-філософичних творів, як ославлена книжка Büchner-a „Kraft und Stoff“, аж до шкільних підручників — тим можнаб заповнити грубі томи. Нераз можна у нас стріннути ся зі шкільними підручниками, в яких наука фізнки розпочинаєть ся догматичним виголошуванем дефініцій, що то є матерія, атом, молекул. Переважно є то дефініції без наукової вартости, а в кождім разі дидактично хиблені. — Мимохід годить ся запримітити, що наука фізики повинна розпочинати ся від пізнаваня фізичних явищ, а не від впоюваня в хлопячі уми теорій, навіть зовсім раціональних під науковим зглядом. Атомістична теорія не повинна бути основою шкільної науки, лише єї послідним щеплем, доступним для зрілих умів, котрі вже основно пізнали конкретні явища і будуть в силі зрозуміти питоме значіне гіпотез

і теорій. Дефініції передусім повинні опирати ся на достерегаємих явищах, а не на теоретичних понятях. В наслідок таких письм і книжок не можна навіть дивувати ся Ostwald-ови, що він як антідотум на се написав підручник хемії, найбільш „атомістичної науки“, в яким обходить ся зовсім без понятя атомів і дробин.

З сею реакцією проти педагогічним і науковим фантазіям матеріялістичної атомістики лучить ся ще загальна науково-філософічна струя, яку назвати можна „феноменалізмом“. Представителі того напрямку, висше наведений філософ Mach, фізик Duhem, по части також англійські учені Clifford, Pearson і інші, голосили основу по части дуже правдиву, що остаточною і одинокою ціллю фізики є: пізнати правильність доступних нам явищ — фізичних феноменів, а не пізнане вічно закритого нам ества усіх річий. — Слідить отже фізичні явища, голосили, старайте ся описати їх при помочи математичних рівнань, але всякі спекуляції глибоше сягаючі, всякі пошукування укритих механізмів тих явищ є згубні, є що найменше марнованем сил і часу! Сотворім „eine hypothesenfreie Wissenschaft“ голосив Ostwald. А прецінь ніякої природописної науки не можна сотворити без якоїнебудь гіпотези.

### Уосноване атомістично-кінетичної теорії.

Всі ті закиди атомістично-кінетичній теорії відносять ся саме до основної прикмети кінетичної теорії: до відвертаємости механічних явищ.

Що під тим розуміємо, показує ось такий примір: Коли кинемо тіло з місця А до місця В, то також навідворот з місця В можна кинути се тіло до місця А, то буде оно порушати ся по тім самім шляху, з тими самими скоростями, лише в протівнім напрямі. Що правда, є се тільки важне, о скільки полишаємо сили розсіваючі енергію, як терте або опір осередка. Відвертаємість є отже основною прикметою всіх рухів, котрі відбувають ся на основі ділання консервативних сил. Математик зрозуміє се зараз, бо тоді в нютенівських рівнянях руху виступає змінна  $t$ , час, лише в понятю прискореня, як  $(dt)^2$ , отже рівняня остають незмінні, коли елемент часу  $dt$  осмогримо відємним знаком. Значить се, що всі консервативні рухи можуть відбувати ся і у відверненім порядку: від кінцевого стану до

початкового положення. В кінетичній теорії мусимо прийняти виключно консервативні сили між атомами чи дробинами — сего вимагає основа збереження енергії — отже з сего слідує, що всі атомістично-молекулярні явища мусять бути в основі відвертаємі.

Однак так в живій як й мертвій природі стрічаємо на кождім кроці т. зв. явища невідвертаємі.

Також основний закон термодинаміки тзв. друга основа термодинаміки, звучить в словах Clausius-a: „Тепло не може ніколи само з себе перейти з холоднішого тіла до теплішого“.

Желізний прут, ogrітий одним кінцем, вирівнує з часом свою температуру; тепло з части теплішої перепливає до зимнішої. Але ніколи не обсервуємо відворотного явища, щоби прут, який має з початку однакову температуру, без внішньої причини, самий з себе одним кінцем ogrів ся, а другим остудив ся.

Подібно: коли вкидаємо камінь до ставу, то бачимо, що камінь з часом затрачує свою кінетичну енергію, строгійше виражуючись, переміняє її в тепло в наслідок тертя о воду, а сам опадає на дно ставу; а ніхто еще не видів відворотного явища: щоби камені на дні ставу самі з себе вилітали у воздух. Таке явище назвали б ми чудом.

Подібно: Коли вливаємо вина до води, то видимо, що ті дві течі мішають ся; навіть без нашої помочи з часом витворить ся — в наслідок дифузії — однородна мішанина. На жаль ніколи не зауважимо противного явища, самостійного розділу воднистого вина на чисте вино і воду.

Невідвертаємість тих явищ дифузії, тепляного провідження, тертя видаєть ся нам зовсім очевидна, але термодинаміка зміцнила ще нашу віру в ню, доказуючи, що коли ті явища дали б ся відвернути, можливим було б збудувати „perpetuum mobile“ — що новочасна фізика уважає за виключене.

Маємо отже очевидну суперечність: кінетична теорія не може бути слухна, бо після неї при кождім з тих явищ рівно добре можливим мусів би бути також і відворотний перебіг!

Такою аргументацією дало ся відстрашити много учених перворядної вартости. Надармо старав ся Boltzmann, великий борець атомістики, вияснити справу, доказуючи, що відворотне явище є справді можливе, але є оно незмірно неімовірне.

Чому перебіг явища в однім напрямі мавби бути більш імовірний як в другім?

Нині однак дійшли ми до переконання, що Boltzmann мав рацію. Ту позірну суперечність між кінетичною теорією а термодинамікою усунено через введенє понятя імовірности, а також через поглибленє его думок. В сей спосіб пізнано наглядно докази слушности кінетичної теорії.

Легко зрозуміємо се на примірі, до якого відносять ся правила імовірности. — Зобразім собі скринку, виповнену майже до половини білими кульками, а опісля доповнім єї однаковою кількостію таких самих кульок чорних. Можемо ті кульки так старанно уложити, що всі білі знаходити-муть ся в одній половині, всі чорні в другій половині скринки. Коли однак скринку будемо потрясати, порядок сей буде затирати ся, наступить поступенне розміщенє, так що з часом в кожній части менше більше знайдуть ся однакові кількості білих і чорних кульок. Прецінь стан розмішання очевидно є імовірнійшим чим стан початковий, упорядкований, так само як при роздаваню карт між чотирох грачів імовірнійше кожний отримає карти ріжних барв, а дуже рідко лучаєть ся, щоби всі карти грача були одноі і тоі самоі краски.

Маємо ту повну аналогію з вином і водою в посудині, які в наслідок внутрішних молекулярних рухів з часом змішають ся. В імовірности однак існують лише степенні ріжниці, кожний можливий случай має певну імовірність і з часом мусить прийти. Коли хтось весь час свого житя посвятив на мішанє згаданих білих і чорних кульок в тій самій скринці, то без сумніву лучить ся єму колись і такий дивний случай, що в одній половині скринки зберуть ся самі білі, а в другій самі чорні кульки.

Так само фізик, що обсервує безустанно згадану мішанину води і вина, мусївби колись зауважати, що бодай на хвилинку відділило ся само собою вино від чистої води. Як рідко однак таке абнормальне явище виступає, се залежить від числа тих кульок, карт, дробин мішанини течі. Чим більше їх число, тим менша імовірність абнормального случая; — є се тзв. „закон великих чисел“. — Дійсно на основі обчислень з теорії імовірности можемо сказати, що автоматичного розділу чаші водою розпушеного вина на чисте вино і чисту воду не заприміченоби мабуть ні разу в часі рівнім тзв. вікови землі ( $10^8$  літ); походить се від участи дуже великого числа дробин у тім явищи.

Так вияснює рахунок імовірности ту позірну суперечність. В основі всі атомістично-дробинові явища є відвертаємі. Їх позірна невідвертаємість походить лише відси, що в практиці виходимо зі стану початкового упорядкованого, надзвичайно неімовірного з точки зріння кінетичної теорії, та звичайно за короткий час обсервуємо явище, щоби можна запримітити его поворот до того виімкового початкового стану. Ми подібні до тих зел, які на весну будять ся в наслідок сонішнього тепла і в часі свого короткого житя мабуть і се уважають за догму, що: „клімат вселенної з холоднійшого стану переходить в теплійший“. О тим знов, що колись знов поверне осінь і зима, ніколи не довідають ся.

Погляд атомістично-кінетичної теорії годить ся отже так далеко з основами термодинаміки, о скілько ходить о відповідно не дуже довгий час обсервації, хоть для довго тривалих космічних явищ, виходять діаметрально противні консеквенції. Clausius твердив на основі досьвідної термодинаміки, що ентропія вселенної безустанно росте, тому вселенна мусить з часом увійти в мертвий стан („Wärmethod“), в яким всяка потенціяльна енергія перемінила ся у тепло, а всі ріжниці температур вирівнали ся. Кінетична знов теорія противно твердить, що по таким стані мертвоти слідувати-ме знов нове жите, бо всі стани з часом повертають, у вічнім короводі.

Вороги атомістики мусіли згодити ся, що суперечність, яка відносить ся до істнованя невідвертаємих явищ, є позірна, бо з огляду на велике число дробин та короткість часу обсервації не можемо зовсім сподівати ся з погляду кінетичної теорії, щоби ті явища суперечні з термодинамікою дали ся запримітити у нашій щоденній практиці лябораторійно-технічній. З сего однак на перший погляд ще не слідує, щоби атомістика мала рачію предсказувати ті явища, незгідні з щоденним досьвідом, на дальшу мету. Жадали они бодай одного невідвертаємого явища, якого перебіг і у відворотнім напрямі бувби можливим.

Таких саме явищ пізнано цілий ряд в послідних роках; є се великий поступ і остаточна побіда кінетичної теорії над термодинамікою; є се побіда спекуляції над короткозорим емпіризмом. Де саме таких примірів треба шукати, зрозуміємо вже на основі наших дотеперішних розважувань, а саме: у мікроскопійнім сьвітї. Там скорше стрінемо якесь абнормальне явище, мало імовірне, отже явище, яке тим більше відклонюєть ся від закона великих чисел, чим меньше є число дробин, які беруть

в ній участь. Щоби в посудині мішанини вина і води виступив розділ на складові чисті субстанції є річчю дуже неімовірною, але скорше можемо сподівати ся, що частинний розділ запримитимо в найменших, мікроскопійно достерегаємих її частях.

В роботі в тім напрямі зверненій заняв шведський хемік The Svedberg начальне місце як знаменний експериментатор. Праці свої, які подають стан в області тзв. досьвідної атомістики, оголосив він в книжці п. з. „Die Existenz der Moleküle. — Experimentelle Studien“. З атомістичного погляду дають ся звести, після Svedberg-a, всі явища, які полягають на діланю атомів або дробин до двох груп. До одної групи належать такі, при котрих є чинна велика скількість атомів або дробин — явища многодробинні (мультімолекулярні), пр. абсорбція сьвітла, дифузія; явища другої групи спричиняєть лише дуже незначна скількість атомів або дробин — явища малодробинні (павцімолекулярні), пр. рухи Brown-a, автоматичні колибаня концентрацій в розчинах і радіоактивних газах.

Розсліджуючи методою кальориметричною і спектрофотометричною ряд кольоїдальних розчинів, в яких величина частинок поступенно маліла, зауважав Svedberg, що почавши від певної величини, абсорбція сьвітла маліла разом із малінем частинок. З огляду на се, що навігь такі кольоїдальні розчини, котрих абсорбція сьвітла є дуже зближена до відповідних тзв. правдивих розчинів, складають ся безперечно з маленьких ультрамікроскопом з осібно спостеріганих частинок, то значить з дробин, отже є дуже імовірне, що також і тзв. правдиві розчини складають ся з поодиноких частинок, то значить з дробин. Ту видимо на власні очі під ультрамікроскопом се автоматичне мішане і розкладане розчину.

Ще важнійшими для пізнання молекулярно-кінетичного є докази Svedberg-a з области дифузії. Явища дифузії можна вияснити так при помочи термодинаміки, як і на основі молекулярно-кінетичних залогень. Одна лише та послідна дорога дає нам поняте о самім механізмі дифузії, о залежности стійної дифузії від величини дробини розпушеного тіла і внутрішного тертя розчинника. Тою саме дорогою дійшли Sutherland, Einstein і Smoluchowski до певного математичного взору, якого правильність ствердив многократно Svedberg на правдивих розчинах, а передусім на кольоїдальних розчинах. Величина дробини, визначена на основі стійної дифузії, зовсім годить ся так

з відповідними ультрамікроскоповими спостереженнями, як з даними кінетичної теорії газів.

Найбільше основними для атомістики є праці Svedberg-a над рухами Brown-a і взагалі над малодробинними явищами. Завдяки єму виявлено важний факт, що сили магнетні і електричні як також лучі  $\alpha$  і  $\beta$  радіоактивних тіл і лучі Рентгена не впливають на ті рухи. Явище англійського ботаніка Brown-a розслідили теоретично в перших роках с. ст. Smoluchowski і Einstein. Svedberg знов при досьвідах над кольоїдальними розчинами дійшов до тих самих взорів, що Smoluchowski і Einstein, мимо, що праць теоретичних тих послідних не знав. В сей спосіб удало ся визначити також тзв. число Avogadr-a як також одиничний наряд електричний, який годить ся зовсім з вислідом помірив Rutherford-a.

До тої самої області належать також автоматичні колибаня концентрації кольоїдальних розчинів, які спричиняють рухи Brown-a. Сей рід молекулярних рухів вияснив і опрацював математично Smoluchowski, а его виводи потвердив також Svedberg.

В послідних двох роках перед війною удалось Svedberg-ови в досьвідах над автоматичними колибанями в концентрації розчинів і радіоактивних газів отримати безпосередні експериментальні дані що до слушности атомістично-кінетичної теорії. В тій саме згідности досьвіду з теорією, предсказаною Смолюховским, Bateman-ом і Schweidler-ом, містить ся велика побіда атомістики.

Крім сего також інші фізики, як Perrin, перевірили досьвідно теоретичні взори у всіх подробицях, що до залежности явища від часу, розмірів дробини, температури і рода ужитої течі. Всюди досьвід рішив в користь атомістики там, де є дійсно суперечність з термодинамікою.

Се однак зовсім не значить, щоби від тепер покинути термодинаміку, бо се утруднилоб зрозуміне многих явищ природи. Перша основа термодинаміки, тзв. основа збереження енергії, остає досі ненарушена, а також друга основа, тзв. основа ентропії, о яку нам ту ходить, хоть захитано нею як строгою науковою догмою, то все таки має она свою вартість: як правило важне з великим приближенем у нашій щоденній практиці; відзначає ся она притім великою простотою, в противенстві до дуже скомплікованих розважувань атомістично-кінетичної теорії. Лише там, де виступають суперечности між термодинамі-



кою а кінетичною теорією, там першєнство належить ся послїдній.

Годить ся ще спїмнути о іншого рода досвїднїм доказї, котрий вказує майже очевидно, на слушність основного заложєня кінетичної теорїї: о безнастаннїм руху дробин і атомів. Сєго доказу достарчила нам спектральна аналіза. Зобразїм собі, що якийсь одноатомовий газ, пр. аргон або гєль, побуджаємо до свїчення при помочи електричних розряджєнь в рурцї Geissler-a. Коли газ є досить розрїджений, так що дробини і атоми (що в тїм случаю є то само), на себе взаїмно не дїлають, то можна предвїдїти, що кождий атом висилати-мє свїтло означєної довготи фїлї, яка вїдповїдає перїодови дрогань атому. Таких дрогань може бути бїльше родів, то значить, що в дуговинї побачимо ряд лїнїй ясных, але кожда з них повинна нам представляти свїтло строго монохроматичне, однобарвне. Було би се слушне, якби атоми, що висилають тї фїлї, були нерухомї. В дїйсности однак дробини газу посїдають скорости ряду кїлькасот метрїв на секунду у звичайнїй температурї. По думцї знаної в акустицї основи Doppler-a, рух сей мусить викликати змїну барви свїтла.

Тї дробини, котрї до нас приближають ся, висилати-муть коротшї фїлї, вїдклонєні до фїолєтного кїнця дуговини, тї, якї вїддаляють ся, свїтити-муть свїтлом бїльше червоним. В цїлости отже мїсто математично острої лїнїї дуговинної мусить повстати смуга о певнїй ширинї, а ширина та буде безпосередною мїрою для скорости газових дробин. При помочи тої самої мєтоди, яка дозволяє нам мїрити спектроскопом скорости звїзд, котрї до нас приближають ся, або вїд нас вїддаляють ся, можемо означити скорости газових дробин. Сю думку бажав вжє давнїйше здїйснити американський фїзик Michelson, однак єго вислїди не були в повнї вдоволяючі, бо не знано тодї ще тих одноатомових газів, а при ужитю до досвїду многоатомових газів виступають комплїкацїї, мабуть в наслїдок взаїмного дїланя атомів, злучєних у дробину.

В послїднїм роцї перед вїною вїконали францускї фїзики Buisson і Fabry прецезийнї помїри над дуговиною гєлю, неону і криптону та потвердили строго згїдність скорости дробин, тим ємпїричним способом визначєних, з тими вартостями, якї подає нам кінетична теорїя газів, на основї чисто теоретичних дослїдів.

## Електронова теорія в атомістиці.

Дотепер розбирали ми лише одну, що правда найважливішу фазу у відродженню атомістики, то є усунення сумнівів і скріплене її основ. Скріплене се однак прийшло в останніх часах і то з такою силою переконання, що навіть довголітний ворог атомістики Ostwald навернув ся до неї, і що нині вже взагалі трудно найти в тій області якихсь оппонентів. З тим скріпленням основ атомістики получило ся певне преображене атомістики, а також цілої фізики. А се все зробила теорія електронова, яка розвинула ся в області електричних розряджень і радіоактивности.

Електронова теорія є до того покликана, щоби з часом поглотити в себе цілу давнішу атомістику — а з тим цілу фізику матерії. Она є атомістикою електричності. Народила ся пізнійше як атомістика матерії, але за кільканадцять літ свого існування розвинула ся так надзвичайно, що під многими зглядами перевищила свій первовзрір. Розвій сей завдячує передусім тій обставині, що методи помірив в області електричності є далеко чутливіші і доскональніші, чим в області звичайної механіки і термодинаміки. Нині потрафимо безпосередно мірити (методом Millikan-a) наряд поодиноких електронів, то є тих частинок, з яких складаєть ся відємна електричність, та можемо наочно виказати, що скількості електричності виступають лише як многократи тих електронів. Тимчасом о тім ані мріяти не можна, щоби можна зважити поодинокі атоми неелектричної матерії та всі докази матеріяльної атомістики є більше посередньої натури.

Електронова теорія змінила лише погляди давної атомістичної теорії. Всі висновки давної кінетичної теорії, які полягали на самій основі, що матерія має атомістичну будову, заховали й тепер свою вартість у незмінній формі. Сю трансформацію поглядів можна порівнати із переміною кусня скаменілого дерева, яке зберегло свій вигляд і внутрішню будову майже нерушену, мимо, що всякі органічні субстанції, з котрих складало ся дерево, заступив кремій. Взагалі електронова теорія не є революцією, не є протиставленем атомістики; противно, є она усовершенем і викінченем атомістичної теорії.

Удосконалено передусім, і то в основний спосіб, наші погляди на суть самих атомів. Як наївними видають ся нам нині погляди давних атомістів, з перед кількадесяти літ, які уживали

поняття атом в дослівнім значінню і зображали собі атоми як зерна, як неподільні кусні матерії. Що правда, вже давно перед електронною теорією перворядні фізики були о тім переконані, що атоми мусять мати дуже зложену внутрішню будову, бо інакше не можна би собі вияснити скомплікованої дуговини, зложеної з великого числа дуговинних ліній, які навіть такі одноатомові гази, як пр. пара ртуті, висилають. Нині знаємо, маємо на се незбиті докази, що такі атоми складають ся з великого числа відємних електронів та з відповідної скількості додатної електричності. Здаєть ся однак майже певно, що взагалі то — що називаємо матерією, є тільки сполукою — немов хемічною синтезою — електронів відємних і додатних; здаєть ся також певно, що се, що називаємо безвладностию матерії, є лише проявом електромагнетних сил.

Яка є структура сего електронного конгльомерату, котрий називаємо атомом, се питане старали ся розв'язати надзвичайно цікаві спекуляції I. I. Thomson-a, Rutherford-a, Wilson-a, Starck-a та інших; се однак перші проби у тім напрямі; і не можемо сподівати ся зложення якоїсь раціональної теорії, доки не будемо мати докладніших інформацій що до суті додатної електричності. Се одна із тих точок електронної теорії, яка не є ще як слід вияснена. Взагалі в самих основах електронної теорії маємо ще деякі недокладности, потреба ще певних доповнень, пр. що до структури самих електронів. Як довго они не є виповнені, „електризація“ фізики не є докінчена, хоть в головних нарисах вже доконала ся.

З пізнанем подільности атомів лучить ся безпосередно інше відкрите, основного значіння, а саме: пізнане їх змінности. Знаємо вже, що атоми деяких первнів — а імовірно всіх — з часом розпадають ся через поступенну утрату електронів відємних і додатних. Всі явища радіоактивности полягають на тих саме перемінах, що незбито доказали Ramsay, Soddy, Rutherford, Curie, Dewar та інші. Теорія розпаду атому учить, що радіоактивність є зв'язана з переміною тяжких атомів в лекші. І дійсно лише первні о високих атомових тягарах висилають радіоактивну енергію. Рад (Ra) перетворює ся з часом в інші свої продукти розпаду як еманацию, яка по чотирох днях переходить в гелій (He), а зіткнена з водою в неон (Ne), зіткнена знов з розчином сірчану міді в аргон (Ar). Іншими знов продуктами розпаду атомів раду є RaA, RaB, . . . ., польон і т. д; а ряд сей замикає олово (Pb). Уран (U), якого тягар атомовий.

є найбільший (238'5), є мабуть прадідом всіх елементів. Нині знаємо продукти его розпаду U1, U11, UX, Iopium, а дальше рад (Ra). U1 дає знов ряд переміни актину. Переміна всіх тих первнів відбуваєть ся з означеною скоростію для кожного рода атомів, без огляду на температуру, тисненє, спосіб хемічної синтези і т. д. Не знаємо однак способу, яким можна би вплинути на скорість перебігу переміни, тому не удало ся ще до тепер відвернути перебіг висше згаданих трансформацій. Тому мабуть не удала ся Ramsay-ови синтеза тяжших елементів з водня і гелю.

Поминувши се, чи і коли удасть ся здійснити давні мрії альхемістів, а се: „довільну трансформацію первнів“, то сам факт, що научний сьвіт нині такі проблеми дискутує, є надзвичайно характеристичний. Несподівані відкриття, досьвідне провірене найсьмілійших спекуляцій на поли атомістики і електроніки, дали сильний імпульс научній інтуїції. О много сьвіжійша і відважнійша струя панує нині в науці як перед чверть столітя, коли осторожні клясики науки все молодшим поколінням повтаряли: „Держіть ся досьвідних рівнань, далеко від спекуляцій“. Настав отже час „романтизму наукового“ у фізиці.

Остаточною цілью всіх тих спекуляцій атомістично-електронових є сотворенє одноцільної теорії, яка обнімала би цілість фізико-хемічних явищ, в лучбі з кристаліграфією.

Коли хто гляне в історію атомістики, то переконаєть ся, як конечною є спеціалізація в науці. Ту саме оказуєть ся, що прецизійне аж до подробиць розслідженє деяких явищ, яких позірно ледви можна запримітити, як пр. тих рухів Brown-a, рухів дрібних частинок наелектризованих і тим подібних мікроскопійних явищ, уможливило осягненє далекосяглих висновків, при помочи яких стремимо до злуки фізики і хемії. До такої саме злуки нинішня наука поспішає скорим кроком. Нині мабуть ледви хто може подати дефініцію, яка ділила би фізику від хемії.

Електронова теорія має великі аспірації у тім напрямі. Она стараєть ся обняти не лише цілість явищ — електричних, механічних і термічних — але також щораз енергичнійше атакує головні проблеми самої хемії. Передовсім цікаві є стремління вияснити явища вартістности хемічної на електроновій основі. Хотяй в тих змаганях не осягнула ще електронова теорія дефінітивних вислідів, то хиба вже не можна сумнівати ся, що в недалекій будучности електроніка подасть нам ключ до зрозуміння позірного хаоса хемічних явищ.

І так збурила електронна теорія в протягу кільканадцяти літ цілий ряд догм, високо цінених ученими давнійшої генерації. Безглядна строгість законів термодинаміки, незмінність і неподільність атомів, математична строгість основ механіки Newton-a, а навіть традиційні поняття часу і простору — всі ті догми упали. Місто них приймаємо нині за основу рівняння основні електромагнетної теорії Maxwell-a, а радше ті рівняння примінені H. A. Lorentz-ом до електронної теорії та на тій основі стараємо ся пізнати внутрішню структуру атомів.

Нема також обави, щоби та спекуляційна струя в науці завела на бездорожжя; бо одна характеристична прикмета нинішньої науки ухоронить її від пустих, фантастичних спекуляцій, котрі в давніших епохах нераз затемнювали науку, а нею є саме: математична строгість. „Математика не має навіть знаків до вираження неясних, замотаних понять“ — як сказав Lagrange.

Уміти виразити аргументації в математичній мові, се одинака контроля їх строгої льогічності. Порівнати знов висліди з прецизійними помірами досьвідними, се є одинака контроля правдивости наших теорій. Вимоги науки під зглядом математичної строгости і досьвідної докладности зростають безустанно, і се наповняє нас вірою в трівку вартість нашої науки, мимо переворотів, які в ній відбуваються.

---

#### 4. Вибрані питання з теорії квантів енергії.

Подав *Др. Володимир Жувер.*

---

##### Вступ.

Кожда теорія як слід розвинена потребує розширення. За перші роки сего століття бачили ми, як з викінченої теорії Maxwell-Hertz-a розвинула ся нова теорія електричності — електронна теорія. Послідна не лише не залишила основних рівнянь електромагнетної теорії Maxwell-a, але через відповідне примінене їх до своїх вимог дійшла до далекосяглих успіхів. Основним вислідом електронної теорії є пізнане атомістичного характеру електричності; існує отже сама для себе елементарна скількість електричності, яку можна докладно визначити. Заходить тепер