

ВІКТОР БЕР

СУЧАСНИЙ ОБРАЗ СВІТУ

КРИЗА КЛАСИЧНОЇ ФІЗИКИ

Класична фізика та її засади

Що є світ? Чим є наша дійсність? Як підійти до дійсності, щоб збагнути правдивий образ світу?.. Новий час визначають як добу великої кризи метафізики. Відповідно до того, про наш час можна було б сказати, що він є добою великої кризи фізики.

Три засади лежали в основі класичної фізики: безперервність, причиновість, субстанція. Модерна фізика відкинула всі ці засади. Безперервності вона протиставила перервність; причиновості — причинову невизначеність, ідею статистичної ймовірності; матеріальній субстанції — спробу побудувати вчення, вільне від субстанціонального погляду на матерію.

Модерна фізика набуває революційного характеру. Ми присутні при суцільній перебудові фізики, при кінці одного періоду в розвитку фізики й при початках другого. Початок кризи класичної фізики пов'язують з кінцем 19 сторіччя і початком 20 сторіччя. Року 1895 Рентген відкрив нові, доти незнані, загадкові невидні промені, що проходили крізь предмети й речовини, і що їх Рентген назвав х-променями. Фотознімки з просвітленого людського тіла, зроблені за допомогою цих променів, викликали загальне здивування, але сенс явища лишився ще тим часом нез'ясованим.

За цим відкриттям незабаром прийшло друге. Його зробило подружжя Кюрі. Року 1896 Кюрі відкрили явища радіоактивності. Встановлено, що при розпаді радію окремі атоми радієвої сили розщеплюються на дві нові речовини, саме на радієву еманацию та гелій, при чому віддається енергія в вигляді видних, невидних та теплових променів. Усе це стояло в різкій суперечності з тим вченням про промінювання, яке існувало досі. Частина будівлі шкільної фізики, вчення про сталість енергії, спертє на твердження, що природа не робить скоків, — завалилася.

Треба було знайти нові шляхи і витворити нові концепції, щоб пояснити явища, які з позиції класичної фізики лишались непоясненими. Це зробив Макс Планк, який наприкінці 1900 р. виголосив доповідь, що в ній виклав свою теорію квантів. За цією теорією, енергія може віддаватись і поглинатись тільки в певних кількісних частках (так званих «квантах»). «Планкові, — зауважує проф. Мерліх, — пощастило з'ясувати закон теплопромінювання, і цим він завершив добу в розвитку фізики» (Aufbau, 1946, V, с. 499). Період класичної фізики завершується М. Планком, і з цього починається новий період модерної фізики. Квантова теорія М. Планка визначила теоретичні основи новішої атомової фізики, вона лягла в основу мікрофізики, новітньої фізики становлення елементів.

Року 1904 виступив з теорією релятивності А. Айнштейн, яку в доповненому і розвиненому вигляді він виклав р. 1913. Того ж 1913 р. славетний фізик Нільс Бор створив першу науково вживану й плідну модель атома.

Такі найголовніші етапи, що їх прийняла модерна фізика за цих років. Уже простого переліку їх досить, щоб з'ясувати нам, чому серця фізиків повинні були битися дужче. З часів Галілея фізика ніколи не досягала ще такого розквіту (AR. Wenzl. Geist und Zeitgeist zweier Generationen, M., 1946, с. 8—9).

Ідея розкласти атом не могла з'явитися в класичній фізиці, бо це суперечило основним засадам останньої. Класична фізика визнавала атом за неподільний. — і, тим самим, уже одне виникнення ідеї розкладу атома означало ревізію всіх понять фізики.

Що нового може сказати про світ модерна фізика?

Класична фізика була продуктом наукового розвитку трьох останніх сторіч. Поняття природи як об'єктивної даності було основним в ідеологічній системі нового часу, і фізика солідаризувалася з ним. Вона виходила з визнання простору й часу, що вони є, існують абсолютно; з визначення матерії як маси; із ствердження причинової зумовленості всіх фізичних явищ. З погляду класичної фізики дійсність була трактована, як взаємопов'язаний причиновий ряд, у якому ланкове зчеплення причин цілковито виключає можливість будь-яких порушень або винятків. Ніщо не може випасти з каузального ряду. Зв'язок причинової зумовленості в ряді завжди зберігає свою ніколи й ніким, нічим і ніяк непорушувану безперервність. Така була та грандіозна і, одночасно, проста в своїй раціональній величчї, позбавлена жадних суперечностей, струнка схема світової конструкції, що її розробила класична фізика. Образ світу, створений зусиллям людського інтелекту і поступово протягом сторіч удосконалюваний, спирався на експериментальний досвід, на пізнання, що мало інструментальний характер. Для втручання метафізичного в цей світ матеріальної причиновості не лишалось місця. Метафізичне було знецінене. Людину того часу — фізика й геометра, — малювали з довгою бородою і докторським беретом на голові. Він сидів у кріслі і ліктем спирався на стіл. На ньому був важкий і довгий, підбитий хутром каптан. Його борода демонструвала поважність; вона свідчила про зрівноважений спокій зрілої мудрости. Пергамени, згорнені манускрипти, аркуші мап вимірної землі і вичислених відстанів неба лежали на столі. Коло них були циркуль, трикутник, двокорпусний пісковий годинник, терези, — ознаки інструментального пізнання. За прямокутником вікна розкривалась чорна безодня ночі, всіяної зорями. Людина була певна себе; вона була горда здобутками свого пізнання. Ніщо не лишалося нез'ясованим або нез'ясованим для її розуму. Лічити означало мислити; мислити значило існувати. Усі явища були злічені й визначені в одиницях міри, довжини й часу.

І от усе було знищене: дім, прямокутник вікна, певність себе і свого розуму, пергамени, дидактика й символи. Уламки крісла були викинені геть на смітник збомбованих міст. Раціональну мудрість зміщено в плян позараціонального. Кавзальну ре-

альність обернено в негативну схему статистичної ймовірності. Голоного людина, в коротких шкурятних штанях, із цеглин, зібраних в румовищах вулиць, складала для себе стіни нового образу світу.

Свій раціонально-матеріальний образ світу класична фізика спирала на засаду кавзальності. Супроти цього, за Плянком, причиновість — чисто евристичний принцип. «Дослідження звільнюваних електронів стало місцем влому, щоб потрясти фундамент класичної фізики, дотеперішню концепцію причиновості» (O. Koch, Neubau, 1946, II, с. 82). «При субатомарних процесах суворий детермінізм не може бути витриманий достоту. Отож, принаймні в межах мікрофізики, закон кавзальності у своєму колишньому сенсі втратив свою цінність. І ми бачимо себе примушеними на місце цієї засади класичної фізики поставити поняття статистичної ймовірності» (Там таки, с. 83).

Класична фізика оперувала поняттям матеріальної субстанції, поняттям елементарної частки, первня, ствердженого в своїй незмінності. Відповідно до прямого значення цього слова в грецькій мові, атом був визнаний за «неподільний» (грецький *atomos* означає неподільний). Така була догма, непорушна, як і кожна догма, що з неї виходила класична фізика. Модерна фізика спробувала захитати, порушити цей догмат. В поняття атома вона вклала зовсім інший сенс, який не має нічого спільного з давнім. «Поняття незмінної первневої частки, — зауважує Вайзакер, — не описує більше явища адекватно. Це значить, що колишнє поняття субстанції не може втриматись більше в новій фізиці» (Koch, Neubau, 1946, II, с. 82).

Модерна фізика твердить, що взагалі немає нічого атомового, не існує нічого, що було б неподільним. Неподільного немає, є лиш скомпліковане складне. Тимто й атом не неподільний; він є складнем.

Модерна фізика відрізняє в атомі ядро і оболонку. Ядро атома складається з протонів і нейтронів, що їх р. 1932 відкрив англійський фізик Чадвік. Як протони, так і нейтрони мають однаковий тягар, але вони відрізняються між собою тим, що протони мають на собі одиницю позитивної насаги, тоді як нейтрони її не мають. Нейтрони електрично нейтральні, звідсіля й їх назва.

Довкола цього позитивно насаженого ядра кружляють електрони, які, в протилежність до ядра, насажені негативно. Кількість їх може бути різна, але вона завжди відповідає кількості протонів ядра. Тому що електрони оболонки насажені негативно, а протони ядра позитивно, то, при однаковій їх кількості, перші нейтралізують насагу других, і атом, як ціле, виступає зовні електрично нейтральним.

Як згадано, кількість електронів оболонки буває різна, і це становить дуже важливу обставину, бо від кількості електронів залежить специфіка атома, формула його якости, визначення його хемічної природи. Кількість електронів зумовлює індивідуальність атома, завжди точно збігаючися з порядковим номером елемента за періодичною системою елементів (первнів). Так атом водня, крім ядра, має ще 1 електрон, атом кисня має 8 електронів, заліза 26, срібла 47, золота 79, радія 88, урану 92. Досі знані 93 роди атомів (93 елементи).

В питанні про істоту атому, а тим самим про істоту взагалі матерії як такої класична фізика трималася так званої корпускулярної теорії. Класична фізика розглядала атом як тільце, як найменшу елементарну (первневу) частку, найдрібнішу частку матеріальної маси. Модерна фізика в своїй характеристиці атома центр ваги з корпускулярності перенесла на кількість складових часток атома та на питання про їх електричну насагу,

отже на енергію, що від маси, як відомо, не залежить. Дехто з новіших фізиків схиляється взагалі до того, щоб цілком принципово відкинути корпускулярну теорію. Так, приміром, Нейберг розглядає протони й електрони атома як форми прояви енергії, частково плинні, частково сталі, що вони в жадному разі не є тільця, а лише спонтанні концентрати сили.

Однак, подібна концепція менш характеристична для новішого вчення про матерію, ніж спроба дати не-опис, висунути негативне визначення матерії, спроба сполучити суперечності, ствердити, що матерія не є ні тільце, ні хвиля, ні те, ні те, і разом з тим і те, і те. Так проф. Мегліх пише: «Уявлення про первень як про точку маси з дуже незначним просторовим обсягом, — найвне уявлення. Його треба відкинути й заступити іншим, саме, що властивості первня не можна описати ні за допомогою самого тільки поняття тільця (корпускулярності), ні за допомогою поняття хвилі, але що обидва вони становлять цілість, яка й характеризує первень».

Для модерної фізики, зауважує Мегліх, «хвиля і тільце жадні не протилежності, дарма що тільце вказує на концентрацію, на певну точкову форму, а хвиля на безперервне поширювання. Як хвиля, так і тільце є одночасно ознаками нового поняття про атом, і їх не можна вилучити з властивих ознак первня» (Aufbau, 1946, V, с. 506).

Класична фізика особливої ваги надає ясній чіткості визначень, розчленованості понять. Вона виключає суперечливі описи. Суперечливий опис, опис, який суперечить сам собі, не є жаден опис. Натомість модерна фізика не тільки не відкидає суперечностей, а, навпаки, раз-у-раз використовує їх. Вона має до діла з явищами, що їх не можна описати в поняттях класичної фізики, і саме тому вона звертається до негативних і суперечливих визначень, — негативних супроти понять класичної фізики.

Проблема простору

Класична фізика — фізика великих тіл, макрофізика. Для неї поняття простору є основним поняттям. Первні, атоми вона описує як частки простору, як просторові елементарні частки. Вона розглядає їх щодо простору, з погляду їх просторового об'єму і, відповідно до цього характеризує їх тим способом, що в інших явищ відрізняє їх за їхнім розміром; атоми малі, вони становлять собою остаточну межу в роздрібненні простору.

Якщо класична фізика є макрофізика, то модерна фізика є мікрофізика. Однак, суть різниці полягає зовсім не в тому, що перша описує просторово великі явища, а друга просторово малі, а в тому, що ця остання стикається із сферою явищ, в описі яких поняття простору взагалі втрачає свій сенс. Явища, які описує модерна фізика, в самій істоті своїй відмінні від фізики великих тіл. Модерна фізика не надає значення моментові місця. Вона ігнорує його, намагаючись побудувати систему фізики поза категорією простору.

Свою критику просторових категорій в системі фізики модерна фізика починає з констатування можливості фіксувати точно місце положення електрону в кожен даний момент. Нільс Бор, конструюючи свого часу модель атома, уподібнював атом соняшній системі, де ядро в центрі, а довкола нього обертаються, як планети, електрони. Однак цей образ малої планетної системи, як спочатку уявляли співпорядкування атомового ядра й електронів, довелося дуже швидко залишити. «Виявилось, що й тут точно визначити місце електрона неможливо. При чому, як це довів Вернер Гайсенберг, ця неможливість не випадкова; вона походить не з неспроможности вимірвальних метод,

За Середньовіччя просторовий образ світу був підпорядкований релігійній концепції. Існувало уявлення фізичної дійсності й метафізичного субстрату, периферії й центру. Як у часі найважливішою подією космічної історії було богоявлення (теофанія), так і в просторі місце боготілення ставало центром просторового світу. «Центр землі» знаходився у Єрусалимі. Ченці показували побожним прочанам місце, де знаходився «пуп землі».

Новий час зневажив середньовічну ідею обмеженості фізичного простору. Він висунув ідею про абсолютність простору, про його фізичну реальність. Метафізичній реальності безпросторового новий час протиставив фізичну реальність простору. Церква вчила про безмежність безпросторового. Дж. Бруно був ініціатором ідеї про безмежність простору: світ не має кінця, кількість світів безмежна. Всесвіт — це просторова розтяглість, що ніде й ніяк не завершується. А. Айнштайн у своїй книжці відкинув ідею просторової безмежності всесвіту. Він висунув ідею його замкненості. Час, простір і швидкість становлять внутрішню пов'язану нерозчленовану єдність. Світ має не три поміри, а чотири; четвертий помір — це швидкість. Саме швидкість і зумовлює просторову обмеженість космосу, те, що світ є сферичною кривизною.

Як фізика, так і філософи йдуть тим самим шляхом. Жан Валь, пишучи про т. зв. «екзистенціальну філософію», зауважує: «Вайтегід звільняє нас від класичних понять про час і простір. Жаден інший мислитель, ані Еддінгтон та де Броглі, хід думок яких сягає так далеко, ані навіть Бергсон, не вказують виразніше на конечність переборення часової й просторової схеми, властивої класичній фізиці, так, що «тут» і «тепер» фактично втрачають своє значення» (Wort und Tat 1944 I, с. 21).

Ідею нерозчленованої єдності підносило Середньовіччя; ідею множинності — Новий час. Середньовіччя стверджувало реальність духового й ілюзорність матеріального; Новий час, супроти того, ствердив ілюзорність духового й реальність матеріального. Жадної метафізики, лише фізика. Не Бог, а природа. Уявлення неподільного атома як уявлення про суть множинної та розчленованої матерії лягло в основу того образу світу, який вивірив і проклямував Новий час. Наша доба заперечила тезу про неподільність атома. Пліуралістичному релятивізму Нового часу вона протиставила ідею цілості («комплетарності»), але не як ідею тотожної собі цілості, а як цілості, сприйнятої в «єдності суперечностей». Для модерної фізики матеріал не є ні тільки, ні хвиля і, разом з тим, вона є і те, і те. Протиставлення матеріалізму й ідеалізму втрачає той сенс, який воно мало в 19 сторіччі.

Середньовіччя говорило про чудо і волю Божу. Новий час відкинув ідею чуда й заперечив втручання волі Божої, що означало б порушення безперервності кавзального ряду. Рятуючи себе від обвинувачень в атеїзмі. Ньютон аргументував: «Творець поважає встановлені ним закони». Модерна фізика вже не згадує про безперервність кавзального ряду; за Гайсенбергом, вона говорить про „Unbestimmtheitsrelation“.

Так накреслюється виразний поворот до Середньовіччя. В сучасній літературі ми можемо натрапити

на твердження, що «Арістотель і Тома Аквінат ближчі сучасному природознавству, ніж Гегель і Фюрбах» (Besinnung, 1946, II с. 66).

Немає сумніву, наш час має багато спільного з Середньовіччям. Наш час реабілітує те, що дискредитував і зневажив новий гуманістичний вік. Але все ж таки я б рішуче уникав говорити про синтезу. Ми не зневажаємо алхімії, але шляхи сучасної фізики ґрунтовно відмінні від шляхів, якими йшла середньовічна алхімія. Вчення А. Айнштайна про просторову замкненість всесвіту не має тієї релігійної метафізичної аргументації, яку розгорнула свого часу теологія Середньовіччя. Безпросторовий образ наших днів принципово відмінний від метафізичної безпросторовості Середньовіччя.

Модерна фізика не є метафізикою. Фабрика атомової енергії в Клінтоні і лабораторія Колумбійського університету — не храм Петра в Римі і не Софія в Царгороді. Робітники не клерики. Гірошіма не Вифлеєм, Бікіні не Гетсиман. Наш час вдерся всередину природи, але його просякнення в деміюргічні тайни природи не духове, а технічне. Воно є здобутком інструментального пізнання.

Те, що новітня фізика не є фізикою класичною, це ще не робить з неї метафізики. Натуралізм був провідною рисою Нового часу, антинатуралізм став провідною тенденцією нашого. Антинатуралізм може бути як метафізичний, так і антиметафізичний. Новітня фізика репрезентує собою цей останній.

Модерна фізика є продуктом антинатуралістичних і антираціоналістичних тенденцій нашого часу такою мірою, як це можна сказати про сучасне мистецтво або про сучасні політичні й соціальні течії. Ми наводили цитати з Гайсенберга, де він вказував на те, що для 19 сторіччя була характеристична «віра» в об'єктивний хід речей, незалежний від втручання спостереження. Наш час відкидає цю віру 19 сторіччя в об'єктивну даність природного світу.

Замість того наш час проголошує іншу віру, в новий технічно перебудований людиною світ, у світ не неподільного, не даного, а експериментально розкладеного атома.

Модерна фізика не є фізикою об'єктивно даного природного світу: вона є фізикою технічно змінних процесів, так само як портрети Пікассо не є природою, сприйнятою в її прямій і безпосередній об'єктивній даності. Модерна фізика розкладає атом. Пікассо робить те саме; він виходить з кола полібних ідей: він розкладає речі. Він малює не природу, не скрипку і не людину.

Промені Рентгена, відкриття Кюрі, квантова теорія М. Планка, вчення А. Айнштайна, картини Пікассо — явища того самого порядку. Макс Вундт помиляється коли теоретичні засади модерної фізики ототожнює з діалектикою Гегеля. Її «гегеліанство» це витвір нашого часу, вибухових сил нашої революційної доби. І в цьому розумінні модерна фізика не стоїть осторонь від головних шляхів, що ними йде наша епоха.

Криза класичної фізики є виявом загальної кризи, що її переживає наш час.

Віктор Бер

