

обличчям. Та срібна миска в Єрусалимі з гербом Мазепи! Нинішні мазепинці не доцінюють культурних справ. Хотіння, ненависть і „твердий чин“ — їх гасло! Вистане розпалюватися хотінням до білого заліза, дихати сатанською ненавистю наче Везувій чи Етна і голубити в шовково-аксамітних мріях „безпощадний меч“, що має власти на голови ворогів так сам від „великого мусу“ (може від „малого мусу“?). Тому наша культурна продукція нидіє. Тому Піємонт України — відрікається своїх амбіцій бути рефлектором української культури, твореної на європейських основах, на всю Україну. Це четверта суперечність мазепинства.

Мазепа доцінював соціальні справи. Творив, чи може радше скріпляв українську аристократію. О! Він знав, що самі „маси“ ніякої держави не дали, що вони до ніякої політичної акції нездібні. Всі, найбільші мазепинці дорікають йому цим аристократизмом. Панове! Коли би Мазепа послухав Ваших рад і „сперся“ на народ (очевидно „бідний“ в першій мірі!) був би мабуть не продержався і двох місяців! Мазепа не йшов за „масами“. І це гарна, найгарніша майже риса його характеру. Для нинішніх мазепинців найвищий авторитет—маси. Це пята суперечність мазепинства. Взагалі ті всі свята, ті всі статті в честь Мазепи — це наче „національне пекло“, кризь яке мусить проходити в 300-ліття своїх народин Мазепа. Люди добрі! Змилюйтеся і не знущайтеся так над своїм національним героєм!

П. Йордан.

Квантова механіка та основні проблеми біології і психології. ¹⁾

(Із німецької мови переклад Др. Володимир Левницький).

1

Дефініція Юма²⁾ причини і наслідку. Як відомо, завдячуємо Юмові пояснення поняття „причини“, ось менше більше таке: Коли по події А слідує завжди та неминуче подія В, а В слідує лиш по передньому А (одначе А може статися без попереднього В), тоді означуємо А як „причину“ події В (а В як „наслідок“ А). Примітивний примір: Лискавка є причиною грому.

Це пояснення стрінуло дуже многосторонній та рішучий спротив, бо воно не є нічим іншим як „резигнацією“ із

¹⁾ Переклад статті Паскуаля Йордана, проф. фізики університету в Рашток, надрукованої в „Naturwissenschaften“ 1932, зом. 45. (перекл.).

²⁾ Давид Юм (Hume) англ. філософ, політик та історик (1711—1776); головні твори: „Про людський розум“, „Діяльогі про природну релігію“ (перекл.).

„зрозуміння“ звязку причини та наслідку: філософи, котрі твердили, що могли би „визначити“ закони природи (що м. і. твердив також атомістичний матеріалізм), хотіли бачити в понятті причиновості безумовно щось з „примусу“, з „конечности“ в формі чи то логічно зрозумілій, чи то якимсь способом безпосередньо ясній. Одначе це був найбільший подвиг Юма, що він зрозумів, що треба „усунути“ цілу містику понять, яка назбиралася довкола поняття причиновості, щоби зробити це поняття поняттям дійсного знання. Наступство причини та наслідку в явищах природи не стоїть у паралелі до логічного наступства заложення та заключення. Його можна усталити лиш емпірично; а коли зроблено це усталення та коли воно не є ані перебільшене ані обмежене, то воно не дає думанню ніякої дальшої проблеми „розуміння“. Логічне думання може опісля займатися ще лиш тим, щоби порівнювати докладно усталене причинове відношення А і В з другими причиновими відношеннями (других явищ А', В') та підсумувати логічно усталення многих найдених причинових відношень під ширший тип, спільний висказ.

Тим самим довершив Юм на поняттю рішучої ваги зведення його до обсерваційного матеріалу. Фізику — так, як математику — можна будувати лиш на підкладі вповні ясних основних понять. Одначе, коли для математики цей підклад дає аксіоматика, отже тут він є логічно-теоретичний, то фізика є спрямована до підкладів іншого роду. Це була складна проблема, пізнати вірно характер тих конечних підкладів; а ще й нині це пізнання, що його вже Юм розвинув на примірі поняття причини, та яке саме стало вповні ясне в новішій часі, наражене на усякі суперечності. Це є саме пізнання: дефініційні підклади найпримітивніших фізикальних понять мусить дати безпосередна обсервація.

Рішучий характер тої вимоги видно особливо на її негативних наслідках. Вона жадає резигнації із цілої цієї містики понять, що спочивала на „примусовості“ „конечності“, „зрозумілості“ та „можливості пояснення“ законів природи і причинових відношень: уся епоха Юма думала (а цієї думки ще й нині не побороно без решти), що саме ті безнадійно неясні поняття мусять означити підклад досліду природи та крім того ще ціль і тенденцію цього досліду.

Одначе не можна було надовго опиратися примусовій силі Юмового пізнання. Треба було залишити колишні, такі гарячі, дебати про „механічне визначення“ рівнянь Мексуеля як безпредметове, бо ніяке обсервовання прояв не можна було звязати з таким поставленням питання. Ми навчилися від Айнштейна, що навіть поняття „рівночасовості“ для простірно далеко відділених явищ треба заналізувати через зведення до безпосередньо обсервованого — а тим самим урелятивувати. А в дискусії питань, видвигнених квантовою фізикою, щодо причиновості, статистики і пр. та щодо своїх звязків з позафізикальними ца-

ринами природничих наук не можна досягнути ніякої ясности, коли не станемо на тривкий ґрунті, що його нам приготував Юм³⁾.

2

Причиновість. Питання про причиновість або детермінізм у фізикальному світі дасться в злуці з Юмом ясно сформулювати. Представляємо собі замкнену фізикальну систему в ограниченій часті простору. Кажемо, що в ній усі прояви відбуваються „причиново“, коли можна твердити: На основі стану системи, обсервованого в часі t , можна визначити однозначно стан, що його маємо обсервувати в пізнішій часі t' .⁴⁾

При тому треба очевидно ще здефінувати, що це „замкнена“ система“; завдання, що, коли приймемо як можливі безчасові ділання на віддаль, має лиш дещо скомпліковану розв'язку (при допомозі усяких математичних переходів до границі та заложень збіжності). Коли покищо абстрагуємо від цієї точки, до якої ще повернемо, то є очевидно ясно, що твердження, що в фізиці існує причиновість, є в дусі поданого сформулювання або вірне або фалшиве; а також ясно, що це питання потребує емпіричного вирішення⁵⁾. Хоча вияснення Канта,

³⁾ Не бракувало спроб, щоби при допомозі конкретних протипримірів опрокинути Юмову дефініцію причини, якою негодовано із філософічних мотивів. Критика тих спроб не виплатиться. Однак треба згадати вповні серйозний примір, що походить від одного філософа: „Кожний раз, як вказівка могого годинника стане на годині 12^h 16, іде попри моє вікно потяг; отже після Юма це положення вказівки (А) було б причиною появи потягу (В)“. В дійсності в тім примірі може зайти так само добре А без слідувачого В, як В без попереднього А. Встане або пересунути годинник або спинити потяг, що є, що правда, поліційно заборонене, але природничо не неможливе, щоби ствердати емпірично, що саме на основі Юмової дефініції причинове відношення не заходить. — Однак хоч цей примір не всилі вказати неправдивості дефініції Юма, він, на наш погляд, доказує потребу некучої реформи нашого офіційного філософічного навчання. (Автор).

⁴⁾ Недавно тому радив М. Шлік (Schlick, Naturwiss. 19, 145 (1931) не резервувати слова „причиновість“ для цієї „повної“ причиновості, але означати як „причиновий“ „кожний слід“ правильності. Хоч ця пропозиція, як зазначає Шлік, опирається на природнім ужитку мови, однак вона противиться на наш погляд фізикальному ужитковій мові і здається остільки недоцільна, що зводить твердження про існування причинності до висказу без зміслу, бо її заперечення — т. є твердження „повної безправильності“ явищ природи — було би висказом, що не давався би сформулювати без суперечності. На кожний випадок представляє проба Шліка дефініції „безправильності“ на наш погляд якраз означену статистичну правильність (Автор).

⁵⁾ М. Шлік сумнівався у вище поданій статті про те, що принцип причинності є твердженням, яке можна емпірично перевірити при допомозі ось такого міркування. В конкретнім випадку можна завсіди знайти додатково математичну формулу, яка представляє стан Z' системи в часі t' як функцію стану Z в часі t . Однак при тому не зазначено достаточного, що фізикальний зміст принципу лежить саме в однозначності та загальній важності визначення Z' через Z , отже в тому, що кожний раз по зреалізуванню стану Z пізніше проявиться той самий стан Z' . (При тому очевидно жадаємо, щоби жадання Мексуеля, щоби не слідувала ви

що причиновість є кінцевим заложенням для можливості фізикальної науки, є без сумніву бистрою та слушно заввагою, одначе воно є вповні неоправдана пересада, заключати з існування наукової фізики на існування стислої, детерміністичної причиновости. Навпаки: існування фізиків, що на основі своїх дослідів заключают індетерміністичне поведення фізикальних систем, є емпіричним фактом.

Вище наведена комплікація в сформулуванню засади причиновости ужиттям замкнених систем стала злишня завдяки теорії умовности, яка не лиш домагається виключних законів ділання з близька, але також скінченої границі с скорости поступу усяких фізикальних ділань⁶⁾. На основі того можна твердження детермінізму так сформулувати, що стан, який маємо обсервувати в просторочасовій точці (r', t') є однозначно означений станами, які можна обсервувати в усіх просторочасових точках (r, t) , що належать до одночасного скоршого часу t і віддаленя $(r-r')$ від r' , меншого як $c(t'-t)$. (Це висказане світогеометрично: точках, що лежать в нутрі кулі, яка є перетином світляного стіжка, поведеного в зад з точки (r', t') , із простором $t = \text{const}$).

3

Проблема можливости обсервації. Досвід вказує, що механіка планетарної системи дає в границях астрономічної точности обсервації як примір екзактної причиновости. Положення і скорости планет та сонця в часі t визначають однозначно положення і скорости для кожного пізнішого часу t' . Ніяким способом не можна з того на основі філософічних спекуляцій апріорно доказати, що так мусить бути. Воно було би льогічно можливе, що що раз делікатніші обсервації показали би одного дня: при дуже точному помірі положень та скоростей в часі t і t' показується, що стан у часі t' не є цілком точно означений станом в часі t , але що в непричиновий спосіб залишається станом в часі t' навіть при довільно точнім уставленню стану в часі t якийсь промезуток⁷⁾.

Одначе досвіди, що їх завдячуємо що правда не астрономам, а атомофізикам, заатакували принцип причиновости в ще

разна залежність законів природи від місця і часу — як це ближче обговорює Шлік — бодай о стільки було сповнене, аби все ще многі „рівні“ стани Z виступали в нутрі просторочасової области, в якій існує ще практично незалежність законів природи від співрядних простору і часу). Якщо зрезигнуємо разом із Шліком з жадання Мексуеля, то поправді не можна піднести більше ніякого закиду проти виводів Шліка, так що відхилення нашого тут поданого представлення від Шлікового доторкається ще практично незалежності та означення понять, як річевого змісту. Одначе мною уживані означення понять видаються мені більше відповідні, бо фізика не мала дотепер ніякого приводу сумніватися про точне вповнення жадання Мексуеля (Автор).

⁶⁾ c (скорість світла) = $3 \cdot 10^{10}$ см на секунду (300.000 кілометрів) — перекл.

⁷⁾ Spielraum, (перекл).

глибшій верстві. А саме дійсно існує для кожного предсказання якогось фізикального явища непричинний проміжок, однак його прояву треба вважати другорядним наслідком основного обмеження можливості обсервації, яку приймала клясична теорія. Можливість, що її приймала клясично-причинова фізика як самозрозумілу, „мірити“ місце та швидкість точки маси в часі t з основною необмеженою, хоч практично все скінченною точністю, вважає сучасна фізика незгідною з досвідом. Отже за положення для точно-причинового обчислення, ожданого висліді поміру у пізнішому часі t' є — так твердить нинішня фізика — в основі неможливе до переведення⁸⁾. Коли приймемо на основі поміру співрядну x точки маси з проміжком Δx і складову v_x швидкості з проміжком Δv_x , то навіть в найкориснішому випадку при можливо найдокладнішому помірі, є добуток $\Delta x \cdot \Delta v_x$ більший як $\frac{h}{M}$, де h є Плянковий квант ділання, а M маса точки маси. Як виказали атомофізики, існують закони природи, що в основі не допускають ще точніших помірів; визначення місця з точністю Δx спричинює неточність Δv_x швидкості, яка (неточність) є щонайменше рівна $\frac{h}{M} \Delta x$ *) Що правда для планети, а також для земських „макроскопійних“ предметів, є відношення $\frac{h}{M}$ таке мале, що в границях практичної обсервації не можна квестіювати важности закону причинности. Однак для атомових творів осягає це обмеження можливостей обсервації пануюче значіння та воно властиво бере участь у всіх тих парадоксальних проявах, що їх зустрічаємо в атомових явищах, та які представляли десятки літ такі тяжкі перепони для теоретичного розяснення цієї царини. Отже сучасна фізика із цілою вагою своїх тисячерідних досвідів обмежує не лиш засаду причинности до ролі правила, що його можна ужити лиш з обмеженнями та щонайбільше з деяким приближенням, із скінченим проміжком неточности — правила, що його позірно точне значіння в макроскопійній царині лиш відти походить, що тут потягнуто практичні гра-

⁸⁾ Принагідно сказано, що засада причинности не є в теорії квантів фалшива, лиш не має змісту. Однак цей спосіб представлення річі є можливий лиш на основі термінології, відмінної, та на мій погляд недоцільної. (Автор)

*) h (Плянковий квант ділання) = $6.55 \cdot 10^{-27}$. Добуток проміжка (похибки) поміру довжини і проміжка поміру швидкості на осі x $\Delta x \cdot \Delta v_x$ є після теорії квантів більший як кват $\frac{h}{M}$. Коли пр. Δx (похибка в помірі довжини) є $\frac{1}{1000}$ міліметра (10^{-4} см), а Δv_x (похибка поміру швидкості) також 10^{-4} , то добуток $\Delta x \cdot \Delta v_x = 10^{-8}$ і має бути більший як $\frac{6.55 \cdot 10^{-27}}{M}$

Воно так певно є, коли маса M є досить велика; однак для безконечно малих мас (пр. електронів) $\frac{h}{M}$ може бути більше як 10^{-8} , а $\frac{h}{M} \Delta x$ (в нас $\frac{h}{M} 10$) навіть рівне Δv_x (в нас 10^{-4}), коли $\frac{h}{M}$ зближається при дуже малому M до вартости 1. (перекл.).

ниці точности обсервації тісніше, як основне обмеження приміняємости основи причиновости. Бо досвіди фізики потрясають навіть філософічною позицією, що видавалась ще сильніше уgruntована, ще „більше самозрозуміла“ як закон причиновости: схоплення відношення підмету і предмету в науковім пізнанні¹⁰).

Клясично-філософічному способові представлення було самозрозуміле, що чинність обсервації підмету відносилася до предмету, незалежного від підмету та способу обсервації. Це для нас самозрозуміле представлення, що можемо якусь планету обсервувати остро наставленою люнетом, без змінювання тією обсервацією „об'єктивного“ стану (положення на скорості) планети. Одначе у мікроскопійній царині виявляється щось цілком інше: тут обсервація є все та конечно рівночасно вмішанням¹¹) у стан обсервації системи. Це стоїть у тіснім звязку з основним фактом атомістичної структури усякої матерії та навіть світла: до вимірення атома ніколи не маємо до розпорядимости обсерваційних знарядів таких, котрі були би делікатніші, як цей предмет; так що конечному до обсервації впливові предмету на мірничий інструмент все товаришить так само великий вплив мірничого інструменту на предмет. Коли ми приміром змірили на електроні, що порушається без ділання сил, скорість з дуже великою точністю так, що неозначеність положення є дуже значна, і коли ми опісля в пізнішому досвіді перевели дуже точний помір положення („оглядаючи“ електрон в „ γ -лучевім мікроскопі), тоді представляє осягнене вислідом поміру остре означення положення електрону не лиш збільшення мойого суб'єктивного знання, але і установлення нового стану; обсервований стан „електрон в точно означенім місці x, y, z “ твориться щойно в самім процесі мірення.

Отже „обсервація“ у мікрофізикальному повстанню не означає попросту лиш саме „пізнання“ підмету з тількиж існуючими „об'єктивними“ фактами, але процес, що в часті щойно сам витворює факти, що мають бути обсервовані. Коли „міримо“ положення електрону, то це значить, що ми приневолюємо електрон зайняти здефініюване місце; тим самим ми вводимо електрон у стан ріжний (взагалі) цілком від його дотеперішнього стану. Яке місце займає електрон під тим примусом, це що правда ми лиш „регіструємо“, і це не залежить від волі експериментатора — так що лиш часть вислуду обсервації (як раз повстання здефініюваного місця) є вимушена обсерватором, одначе обсерватор не може впливати на вирішення щодо занятого місця. Але саме цього вирішення не визначає попередньо сам предмет в який-небудь спосіб однозначно; воно є підчинене лиш статистичним правильностям, та підчиняється законам імовірности, які для саме даного випадку даються рахунково обчислити з попередньої судьби електрону (пр. з переведеного на ньому поміру скорості, що

¹⁰ поp. N. Bohr. Atomtheorie und Naturbeschreibung. Berlin 1931.

¹¹). Eingriff (вмішання або атака. перехл).

привело до якогось знаного нам висліду) на основі „характеристичних прикмет“ електрону, сформулованих загально у рівнянні Шредінгера¹²⁾.

Так отже фізика атомових прояв не є властиво описом об'єктивних, замкнених в собі фактів, але описом правильностей процесів обсервації, в яких довершується спеціальним способом повстання нових, непередвиджених фактів під примусом обсерваційних експериментів.

Це захитання клясично-філософського виображення предмету, незалежного від обсервації, вимагає зрештою деякого злагіднення противенства, що його майже усі давніші філософи вважали абсолютним, основним та повним; маємо на думці противенство між об'єктивною обсервацією і чисто суб'єктивним переживанням... Ми звикли остро відрізняти від оглядання та обсервації т. зв. „внiшнього світа“ обсервацію власного суб'єктивного „внутрішнього світа“. Однак це відріження тратить головну опору через експериментальне відкинення виображення, немов тоу „внiшньому світі“ заходять факти, які мають „об'єктивне“ існування, незалежне від процесу обсервації. Основна перепона, що повстає, коли пробуємо заключити на основі психологічної самообсервації про перебіг власних процесів думання та волі, є якраз та, що саме чинність самообсервації має глибокоідучий вплив на усі психічні реакції, так що процеси, які хочемо обсервувати, через обсервацію самі основно змінюються. А цілком аналогічне є положення речей у мікрофізиці (а з методики, при якій помочі теорія квантів поборолала через те повсталі труднощі, буде психологія черпала на мій погляд цілком істотні стимули); а з цією аналогією відпадає один з головних критеріїв про основне відріження внiшнього і внутрішнього світа.

(Докінчення буде)

Під нинішню пору в нас, на жаль, нема такого журналу, котрого призначенням було би печатати такі фахові статті, як оця. Саме з того приводу печатаємо її в нашому журналі, хоч вона і буде дещо затяжка для загалу наших Вп. читачів. Треба ж і нам слідити за тим, як думають нинішні чільніші фізики. Тим ми зовсім не хочемо давати доказу, що годимося на всі думки автора. Перш за все мусимо завважити, що не годимося з ним в оцінці науки Юма про принцип причиновости. Юм зістав логічний принцип причиновости з відкриванням конкретних причин. І тільки при відкриванні конкретних причин наука Юма у многих випадках (та не у всіх) знаходить свої потвердження, а П. Йордан саме під тим кутом оцінює науку Юма.

Редакція.

¹²⁾ Про це, також про матеріальні хвилі і функцію Шредінгера пормою розвідку „Револуційні течії в сучасній фізиці, Львів 1930“ (Перекл.).

**Передплачує — плати,
або звертай журнал!**