Jerzy A. Janik
Instytut Fizyki Jądrowej
im. H. Niewodniczańskiego
w Krakowie

O ŁAŃCUCHU PRZYCZYNA/SKUTEK

1. Wstęp

Czy każda zmiana musi mieć przyczynę? W naszym życiu, działalności, dyskusjach, które prowadzimy, rozumowaniach, argumentacjach przyjmujemy, że oczywiście tak. Poszukiwanie przyczyn jest ważnym aspektem naszego życia. Jak gdyby bezprzyczynowe pojawienie się czegoś okazuje się złudzeniem. Czasem jesteśmy skłonni, w poczuciu naszej bezradności, przyjąć fałszywą przyczynę, byle uratować zakorzenione w nas poczucie przyczynowości. Stąd biorą się przesądy, mity, wierzenia, których naiwność mogła denerwować, ale ratowała przekonanie o konieczności przyczyn. Metafizycznie rzecz ujmując, mówimy, że zmiana (czegoś) to przeprowadzenie (tego czegoś) z możliwości do aktu – i to przeprowadzenie wymaga jakiegoś bytu w akcie. Ten byt jest przyczyną zmiany. Tym bytem może być ten lub ów, konkretny, łatwy do identyfikacji, ale także zespół okoliczności, które określiłbym jako warunki brzegowe. Ów konkretny byt i te warunki brzegowe (jedno i drugie) są odpowiedzialne za zmianę, która ma nastąpić, albo tylko za zaistnienie pewnego prawdopodobieństwa (warunek konieczny i wystarczający albo tylko warunek konieczny) zmiany. W pierwszym przypadku jest mowa o silnej przyczynowości, a w drugim o słabej przyczynowości. Słaba przyczynowość pewnie ratuje porządek świata (w najogólniejszym sensie).

Nie mogę (pisząc ten esej) nie wyznać, że odczuwam (niejako) dyskomfort, wiedząc, że mechanika kwantowa (w obrazie kopenhaskim) zmusza do rezygnacji z nieuchronności przyczynowości, chyba że potrafimy odkryć okoliczności, które nie naruszą całego garnituru osiągnięć kwantowo-mechanicznych obliczeń ani konsekwencji nierówności Bella,

a jednocześnie pozwolą tę przyczynowość uratować. To przypuszczenie być może zawiera logiczną sprzeczność.

Dla klarowności sytuacji chciałbym w tym eseju niejako odciąć się od czasu. To, że następstwo „przyczyna/skutek" najczęściej związane jest z następstwem w czasie, niech nie zaciemnia pojęcia przyczyny. Traktuję je bezczasowo. Rozważam *sub ratione entitatis*, co oznacza że operuję w ramach abstrakcji metafizycznej. Abstrakcji, która ignoruje aspekty czasowo-przestrzenne i bazuje tylko na refleksji nad JEST. Przeciwnie do tego, abstrakcja fizyczna stanowi bazę różnych modeli. Jednym z nich jest kopenhaska interpretacja mechaniki kwantowej.

2. *Prima via* św. Tomasza z Akwinu

Rozumowanie św. Tomasza opiera się na łańcuchu skutków i ich przyczyn, który prowadzić ma do Pierwszej Przyczyny. Na ogół uważa się, że ruch w tym rozumowaniu jest symbolem pojęcia zmiany, a nie tylko ruchem fizycznym[1].

> „Pierwsza i najbardziej wyrazista jest ta droga, która pochodzi z dziedziny ruchu. Pewne jest bowiem i zmysłowo potwierdzone, że pewne rzeczy na tym świecie poruszają się. Wszystko zaś, co się porusza, jest poruszane przez coś innego. Albowiem nic nie porusza się, jeśli nie jest w możności do tego, ku czemu jest poruszane, porusza zaś coś dzięki temu, że jest w akcie. Poruszać bowiem coś to przeprowadzać z możności do aktu. Można zaś przeprowadzać z możności do aktu, tylko przez jakiś byt w akcie (...).
>
> Nie jest zaś możliwe, aby to samo – zarazem i w tym samym aspekcie było w akcie i możności (...).
>
> Niemożliwe jest więc, aby pod tym samym względem i w ten sam sposób coś było poruszające i poruszane lub poruszałoby się samo przez się. Należy więc przyjąć, że każdy poruszający się jest poruszany przez coś innego. Jeżeli więc to, przez co rzecz porusza się, też poruszałoby się – to należy przyjąć, że i ta rzecz została poruszona przez coś innego, a także, to „coś innego" zostało poruszone przez jeszcze innego poruszającego. Tego zaś ciągu nie można prowadzić w nieskończoność, ponieważ w ten sposób nie będzie pierwszego poruszającego, a w konsekwencji nie będzie i innych poruszanych, ponieważ rzeczy poruszające się wtórnie, poruszają się tylko wtedy, gdy zostaną wprawione w ruch przez pierwszego poruszającego (...).

[1] Thomas Aquinas, *Summa Theologica* 1,2,3c; tekst polski: A. Andrzejuk, *Małe vademecum tomizmu*, „Navo", „Veritas", Warszawa – Londyn 1999.

Konieczne jest więc dojście do czegoś pierwszego poruszającego, przez co wszystko inne jest poruszane i co wszyscy pojmują jako Boga".

(...) oznacza fragmenty tekstu św. Tomasza zawierające „przykłady" oparte na naiwnej fizyce ówczesnej.

3. Nieskończony ciąg przyczyn?

Refleksja nad powyższym tekstem pozwala wyłonić dwa problemy:

Po pierwsze: W tekście *prima via* św. Tomasza znajduje się jego odrzucenie możliwości nieskończonego ciągu przyczyn/skutków, na podstawie tego, że brak pierwszego członu w tym ciągu prowadziłby do braku następnych: „nie będzie pierwszego poruszającego, a w konsekwencji nie będzie innych poruszanych". Ten argument podważa Leszek Kołakowski[2] jako logicznie niepoprawny. Błąd ten był zauważony przez Kanta. „Nie ma nic nielogicznego w pojęciu nieskończonego następstwa zdarzeń; żadne reguły logiczne nie zmuszają nas do uznania pierwszej przyczyny, czymkolwiek miałaby ona być" – pisze Kołakowski. Z drugiej strony, w obrazie filozofującego pisarza W.P. Blatty'ego przedstawiony jest pociąg towarowy, w którym każdy wagon porusza się, bo jest pociągany przez poprzedni. „Żaden wagon nie może poruszać się sam z siebie. Przejście do nieskończoności z wagonami nie da żadnemu wagonowi tego, co brakuje, czyli ruchu" – pisze Blatty[3]. Przytoczyłem tu zdanie pisarza obok zdania filozofa, gdyż wydaje mi się, że Blatty reprezentuje zdroworozsądkowe podejście, nad którym trudno przejść do porządku. Jest to zresztą podejście św. Tomasza właśnie.

W latach 30. XX w. J. Salamucha przedstawił elegancką analizę dowodu św. Tomasza opartą na osiągnięciach logiki formalnej i matematyki (teorii mnogości)[4]. Z tej analizy (o ile dobrze rozumiem Salamuchę) wynika zasadnicza poprawność rozumowania św. Tomasza, mimo iż nie operował on aparatem pojęciowym logiki formalnej, i co jest oczywiste, współczesną terminologią teoriomnogościową. Zasadniczą rolę w rozumowaniu Salamuchy odgrywa pojęcie relacji porządkującej (*R*) w zastosowaniu do zbiorów. Nie eliminuje on przy tym zbiorów nieskończonych, o ile posiadają one pierwszy element. Jako przykład relacji porządkującej

---

[2] L. Kołakowski, *Jeśli Boga nie ma*, Znak, Kraków 1988.

[3] W.P. Blatty, *Legion*, Pocket Book, New York 1983, s. 94.

[4] J. Salamucha, „Collectanea Theologica" 15, 53 (1934).

podaje (dla zbioru liczb rzeczywistych z pewnego przedziału) regułę, że każdy następny element zbioru ma być większy od poprzedniego. Taka relacja porządkująca nie prowadzi nieuchronnie do istnienia pierwszego (wzgl. i ostatniego) elementu. Na przykład zbiór liczb rzeczywistych zawartych w przedziale $1 \leq x \leq 2$ posiada pierwszy i ostatni element, natomiast zbiór liczb rzeczywistych zawartych w przedziale $1 < x < 2$ nie posiada ani pierwszego, ani ostatniego elementu. Salamucha staje teraz przed alternatywą: Albo (jak to czyni św. Tomasz) przyjąć, że odrzucamy nieskończony łańcuch przyczyn i skutków – wtedy oczywiście (o ile ten łańcuch jest uporządkowany) istnieje pierwszy element. Albo dopuścić nieskończony łańcuch (również uporządkowany), ale wtedy trzeba postulować istnienie pierwszego elementu. W tym drugim przypadku wartość dowodowa *prima via* zostaje podważona.

Salamucha czyni w swojej pracy interesujące uwagi na temat statusu nieskończoności w matematyce i logice, twierdząc, że status ten nie jest do końca wyjaśniony, mimo operowania definicjami zawierającymi termin nieskończoność.

Relacja porządkująca przyjęta przez Salamuchę to: R = (y jest przyczyną ruchu $x - a$).

4. Bezprzyczynowe fakty z fizyki

Po drugie, podstawową rolę w zajściu jakiejś zmiany w świecie mikrofizyki, opisywanym przez mechanikę kwantową, odgrywa proces tzw. redukcji pakietu falowego, który poprzez rejestrację (obserwację, pomiar) nadaje faktowi zmiany aktualne istnienie[5].

Mechanika kwantowa i stosowane w niej metody matematyczne doskonale opisują prawdopodobieństwa wchodzące w grę przy tych zmianach. Jednym z równań tu wykorzystywanych jest np. równanie Schrödingera. Ale sam fakt redukcji pakietu falowego wymyka się z opisu równaniami mechaniki kwantowej, jest niejako poza nią i jego zajście nie daje się przewidzieć. Moment błysku i to, gdzie (w przypadku pomiaru położenia) on się pojawi, są nieprzewidywalne w sensie dokładnym, chociaż (przy powtarzaniu eksperymentu) rozkład czasowo-przestrzenny błysków jest zgodny z prawdopodobieństwami wyliczalnymi z równań

[5] G. Greenstein, A.G. Zajonc, *The Quantum Challenge*, Jones and Barlet Publishers, Boston, London, Singapore 1997.

mechaniki kwantowej. Pojedynczy akt redukcji pakietu jednak jest nie do przewidzenia. Naładowana cząstka „przelatująca" (w sensie analogicznym tego słowa) przez komorę Wilsona wywoła (albo nie wywoła) błysk skondensowanej mgły i tego nie da się przewidzieć[6].

Podobnie atom (jądro) pierwiastka takiego jak uran czy rad eksploduje niewiadomo kiedy, może za chwilę, a może za tysiąc lat. I nie widać przyczyny jednego czy drugiego terminu.

Podobnie pewien jon w tzw. pułapce magnetycznej, posiadający dwa poziomy energetyczne (o specjalnie wybranych własnościach) można doprowadzić do alternatywnego przebywania na jednym lub drugim poziomie, przy czym momenty przejścia między poziomami są nieprzewidywalne.

Czy zatem na równaniach mechaniki kwantowej (takich jak równanie Schrödingera) kończy się pewny obszar przewidywań fizykalnych? Jest jakiś dyskomfort w tym, że przeskakiwanie między poziomami jonu w pułapce jest nie do opisania matematycznego (poza rozkładem prawdopodobieństw obu stanów).

5. Czy iluzoryczność braku przyczyny?

Przedstawiona w poprzednim paragrafie sytuacja eksponująca bezprzyczynowość faktów z obszaru mikrofizyki wydaje się podważać wartość argumentacji przedstawionej w *prima via* (§ 2), dodatkowo, oprócz problemu związanego z nieskończonym łańcuchem.

Nieprzewidywalność aktu redukcji pakietu falowego zmusza (wydaje się) i Pana Boga do rzucania kostką. Siła tego argumentu skutecznie atakującego *prima via* jest ogromna. Przeciwstawić jej można tylko przypuszczenia, że może jest inaczej – przypuszczenia nielikwidujące bynajmniej dyskomfortu wynikającego z jakiejś nieprzewidywalności.

Przede wszystkim trzeba powiedzieć, że w mechanice kwantowej redukcja pakietu falowego odbywa się na tle (niejako) obrazu fali prawdopodobieństwa związanej z funkcją falową wynikającą z równania Schrödingera względnie innych będących konsekwencją późniejszego rozwoju mechaniki kwantowej. Ta fala prawdopodobieństwa zachowuje się w pełni kauzalnie, dostarczając w pełni przewidywalne prawdopodobieństwa stanów. To dopiero akt redukcji pakietu falowego pojawia się poza

[6] Tutaj jak gdyby „zapominam" o podejściu *sub ratione entitatis*.

przewidywalnością wynikającą z równań mechaniki kwantowej. Korygując zdanie rozpoczynające niniejsze *a linea*, trzeba powiedzieć, że niewłaściwe jest sformułowanie „w mechanice kwantowej redukcja pakietu falowego (...) itd.", ponieważ ma to miejsce poza mechaniką kwantową. Niemniej jednak redukcje pakietu odbywają się (jeżeli zachodzą) w „tempie" narzuconym przez falę prawdopodobieństwa będącą konsekwencją funkcji falowej. Dlatego nie ma właściwie analogii pomiędzy rzucaniem kostką a redukcjami pakietu falowego. Kostka (jeżeli jest właściwie wykonana) nie wyróżnia żadnego rezultatu. Natomiast akty redukcji, o ile zachodzą, są posłuszne temu, co narzuca fala prawdopodobieństwa, *nota bene* w pełni zdeterminowana (uprzyczynowiona). Werner Heisenberg[7] nazywa falę prawdopodobieństwa nie po prostu potencją, ale wręcz tendencją i uważa (co ciekawe, spójnie z poglądami Edyty Stein[8]), że istnienie (bycie, JEST) odnosi się nie tylko do aktualnego JEST pojawiającego się w redukcji pakietu falowego, ale (w pewnym stopniu) do JEST w tendencji pojawiającej się w funkcji falowej. Mielibyśmy zatem stopnie istnienia, przy czym ten stopień (w tendencji) jest całkowicie objęty przyczynowością.

Można się zastanawiać, czy fala prawdopodobieństwa, pojawiając się w łańcuchu „przyczyna/skutek" w *prima via* może coś „poruszyć" jako istniejąca do pewnego stopnia, ratując ciąg przyczynowy św. Tomasza? Wydaje się to wątpliwe.

Wreszcie trzeba przypomnieć, że problem przyczyny chcemy w tym eseju rozważać poza czasem (*sub ratione entitatis*).

Podejście *sub ratione entitatis* (abstrakcja metafizyczna) polega na abstrahowaniu od wszystkich cech indywidualnych z wyjątkiem cechy istnienia (JEST). Eksponowana w tym eseju zmiana (ruch) obserwowana jest przez, niejako, dwa obrazy sytuacji – niezmienionej i zmienionej – bez angażowania czasu i słów z czasem związanych. Oba obrazy to podejście „porównuje" razem – *tota simul*. W języku nie tylko potocznym, ale i naukowym, trudno uniknąć jednak słów związanych z czasem, takich jak: „natychmiast", „kiedyś", „w końcu" itp. Przy nieuniknionym używaniu ich trzeba pamiętać o ich nieadekwatności do podejścia *sub ratione entitatis.*

Gdy jakiś byt jest *in potentia* zmiany, w języku matematyki oznacza to, że istnieje jakieś prawdopodobieństwo zmiany. W pewnych przypad-

---

[7] W. Heisenberg, *Physics and Philosophy*, Prometheus Books, Amherst, New York 1999, s. 41.

[8] E. Stein, *Endliches und ewiges Sein,* Herder, Freiburg, Basel, Wien 1986, s. 33.

kach to prawdopodobieństwo pozwala oczekiwać zmiany niebawem, a w innych nieprędko. Na przykład gdy porównujemy zachowanie się krótkożyciowego i długożyciowego nuklidu pierwiastka promieniotwórczego. W ostatnich dwóch zdaniach użyłem języka „czasowego", co było nie do uniknięcia.

Rozważmy jądro pierwiastka promieniotwórczego o czasie połowicznego rozpadu np. 1000 lat. Prawdopodobieństwo, że jądro ulegnie rozpadowi w czasie (powiedzmy) 1 roku, jest stosunkowo małe. Prawdopodobieństwo, że ulegnie rozpadowi w czasie 100 lat jest oczywiście większe itd. Prawdopodobieństwo, że ulegnie rozpadowi w czasie 10 000 lat jest jeszcze większe – wręcz bliskie jedności. Gdy z czasem dążymy do nieskończoności, to prawdopodobieństwo dąży do jedności. Wydaje się, że w nieskończoności osiągamy pewność, że ulegnie rozpadowi. Ale co to właściwie oznacza „w nieskończoności"?

Czy, jeżeli coś jest *in potentia* w odniesieniu do zmiany, to ostatecznie ta zmiana nastąpi?

Dotykamy tutaj ważnego w teorii prawdopodobieństwa *a priori* problemu marginalizacji zmiennych, o których informację chcemy pominąć. Marginalizacja ta zachodzi przez wycałkowanie po ich obszarze[9]. Z punktu widzenia rozważań *sub ratione entitatis*, czyli z punktu widzenia abstrakcji metafizycznej, oznacza to – w pytaniu: „Coś JEST – kiedy? gdzie? jak?" eliminację znaków zapytania przez „zbycie" odpowiedzią: kiedyś, gdzieś, jakoś. Innymi słowy oznacza to wyeliminowanie w formule Byt = *Esse* + *essentia* członu *essentia*. Ten człon objęty jest prawdopodobnościowymi ograniczeniami mechaniki kwantowej, ale czy to, co zostaje (*Esse*), nabiera charakteru koniecznego? Można mieć wątpliwości, zwłaszcza, że całkowanie, o którym mowa, trzeba prowadzić do nieskończoności.

6. Rozszerzenie dyskusji na temat łańcucha „przyczyna/skutek" na teksty: *secunda via* i *tertia via*.

Wydaje mi się, że sprawa łańcucha „przyczyna/skutek" wygląda analogicznie, wręcz identycznie, we wszystkich trzech drogach, u św. Tomasza. W tych trzech drogach mamy do czynienia z takimi samymi łańcuchami, odróżnia je natomiast to, że w *prima via* chodzi o łańcuch „poruszy-

[9] T. Bayes, „Philosophical Transactions of the Royal Society", London 53, 370 (1736).

ciel/poruszany", w *secunda via* (najogólniejszej) o łańcuch „przyczyna/skutek", a w *tertia via* – o łańcuch „byt – powodujący – istnienie/byt – otrzymujący – istnienie". Patrząc tak (niejako) porównawczo na te trzy drogi, można przypuścić, że w *prima via* nie chodziło św. Tomaszowi o zmianę, ogólnie rzecz biorąc, tylko o ruch fizyczny, ten, o którym uczymy się w kinematyce na początku kursu fizyki. Tego zdania był również Salamucha.

Zanim przejdę do uwag syntetycznych na temat trzech dróg, przedstawiam teksty[10]:

„Druga droga bierze pod uwagę powód przyczyny sprawczej. Już w samych rzeczach zmysłowych znajdujemy bowiem porządek przyczyn sprawczych; nie znajdujemy jednak (nie jest to bowiem możliwe), aby coś było przyczyną sprawczą samego siebie, ponieważ w takim wypadku bytowałoby wcześniej od siebie samego, co jest niemożliwe. Nie jest możliwe, aby w porządku przyczyn sprawczych postępować w nieskończoność, ponieważ we wszystkich uporządkowanych przyczynach sprawczych pierwsza jest przyczyna czegoś pośredniego, a to, co pośrednie, jest przyczyną ostatniego (bez względu na to, czy pośrednie jest liczne, czy jest tylko jedno). Usuwając zaś przyczynę – usuwa się też i skutek. Jeśli więc nie byłoby pierwszej – w porządku przyczyn sprawczych – nie będzie też ostatniej ani pośredniej. A jeżeli postępowałoby się w nieskończoność w porządku przyczyn sprawczych, nie stwierdzi się pierwszej przyczyny sprawczej, a także jej skutku ostatniego ani pośrednich przyczyn sprawczych, co jest wyraźnym fałszem. Konieczne jest więc przyjęcie jakieś pierwszej przyczyny sprawczej, którą wszyscy nazywają Bogiem".

„Trzecia droga jest wzięta z możliwości i konieczności; a jest ona taka: Znajdujemy bowiem wśród rzeczy takie, które mają istnienie możliwe i nie istnieją, skoro znajduje się pewne powstające i ginące, a więc mające możność istnieć i nie istnieć. Niemożliwe zaś jest, aby wszystkie takie były od zawsze, ponieważ to, co może nie istnieć – niekiedy nie istnieje. Jeśli zatem wszystkie rzeczy mają możliwość nie istnieć, wtedy niegdyś nie istniała żadna rzecz. Ale jeżeli to jest prawdą, to także nic nie istnieje, ponieważ to, co istnieje – zaczyna istnieć przez coś, co istnieje. Jeżeli zatem nic nie byłoby bytem, niemożliwe byłoby, aby coś zaczęło istnieć, i w ten sposób niczego by nie było także i teraz, co w jawny sposób jest fałszywe. Nie wszystkie więc byty są możliwe, lecz wśród rzeczy jest coś koniecznego. Każde zaś konieczne albo ma przyczynę swojej konieczności skądinąd, albo jej nie ma. Nie jest zaś możliwe, aby postępować w nieskończoność w rzeczach koniecznych, które mają przyczynę swojej konieczności tak jak i w przyczynach sprawczych, co wykazano. Najwłaściwsze więc jest przyjęcie czegoś, co jest konieczne samo przez się, nie mające przyczyny swojej konieczności

[10] Thomas Aquinas, *Summa theologica* 1,2,3c.

skądinąd, lecz stanowiące przyczynę konieczności innych; to zaś wszyscy nazywają Bogiem".

Jestem zdania, że wszystkie trzy drogi są obarczone tymi samymi trudnościami. A więc: czy (jak twierdzi św. Tomasz) ciągi występujące w tych drogach muszą być skończone? I czy (jak sugeruje mechanika kwantowa) może pojawić się „coś" bez przyczyny? Jest chyba jasne, że jeżeli postulat Salamuchy o istnieniu pierwszego elementu we właściwie uporządkowanym ciągu (poprzez relację R) jest prawdziwy, to funkcjonuje on we wszystkich trzech drogach. Relacja *R* jest w *prima via* – (y) jest przyczyną ruchu (x), w *secunda via* – (y) jest przyczyną skutku (x), w *tertia via* – (y) jest przyczyną istnienia (x). We wszystkich trzech drogach przyczyna jest siłą porządkującą. Ekstrapolacja do nieskończoności nie musi pozbawić ciągu pierwszego elementu.

Pozostałe dwie drogi św. Tomasza mają zupełnie inne pole argumentacji.

7. Czy wolna wola niszczy łańcuch „przyczyna/skutek"?

Przede wszystkim trzeba się zapytać, czy wolna wola (dla istot ludzkich) istnieje, czy jest tylko złudzeniem? Spora liczba filozofów (nie tylko materialistów) uważa, że jest złudzeniem, wynikającym z olbrzymiej komplikacji gry przyczyn i skutków. Konsekwencją takiego poglądu jest oczywiście rezygnacja z osobistej odpowiedzialności osób ludzkich – i konieczność przyjęcia, że jesteśmy ostatecznie tylko automatami. Ale (przy całej nieatrakcyjności takiego stanowiska) determinizm, a więc ciągłość łańcucha „przyczyna/skutek", zostaje nienaruszony – poza omówionym już przypadkiem bezprzyczynowości kwantowo-mechanicznej[11].

Jeżeli jednak, jak sądzi wielu, wolna wola jest faktem, to (tak twierdzi np. teologia) wolna wola się autodeterminuje[12]. Wtedy dojście w łańcuchu „skutek/przyczyna" do aktu wolnej woli łamie zasadę, że to, co się porusza, porusza się przez coś innego (*omne quod movetur oportet ab alio moveri*). Wprawdzie akt woli może, i na ogół chyba ma przyczynę

[11] C.E.M. Joad, *Guide to Philosophy*, Dover Publications, New York 1957 s. 505; M. Shermer, *The Science of Good and Evil*, An Owl Book, Henry Holt a Company, New York 2005, s. 120.

[12] Thomas Aquinas, *Summa theologica*, t. 2, question 83, Brück, Luxemburg 1880.

zewnętrzną, ale nie można wykluczyć aktu woli bez takiej przyczyny, a to narusza łańcuch i łamie determinizm.

Być może sprawa wolnej woli, która wg św. Tomasza sama się determinuje, skłania Salamuchę do przypuszczenia, że w *prima via* ruch oznacza ruch fizyczny, a nie, ogólniej, zmianę.