

teorii biogenezy i rozpoznanie ich może być istotne, jest stwierdzeniem zbyt ogólnikowym. Ponadto prawie wcale nie została uwzględniona klasyczna, historyczna spuścizna filozoficzna dotycząca kwestii genezy życia, wspomniano bowiem jedynie o Empedoklesie. To trochę za mało jak na dzieło filozoficzne, preferujące „*teorie w pełni historyczne*”.

Bibliografia w książce jest nadzwyczaj wielka i imponująca. Wątpliwość jednak budzi, czy Autor osobiście dotarł do wszystkich podanych w wykazie piśmiennictwa, tak licznych publikacji (przy żadnej pozycji nie zaznaczył, by była cytowana za inną publikacją!). Ponadto, czytając tekst książki, trudno jest znaleźć cytowane w niej nazwisko w wykazie piśmiennictwa, obejmuje on bowiem w gruncie rzeczy aż osiem odrębnych wykazów alfabetycznych. Trzeba nie lada cierpliwości do ich przewertowania i znalezienia poszukiwanej pracy.

Mimo powyższych obiekcji – być może przesadzonych – sądzę, że książka W. Ługowskiego jest cenna i wypełnia po części ogromną lukę w polskim piśmiennictwie dotyczącym nauki o genezie życia oraz filozofii przyrody ożywionej i filozofii biologii.

Marian Wnuk

J. D. N o r t o n, *The Determination of Theory by Evidence: The Case for Quantum Discontinuity, 1910-1915*, „Synthese”, 97(1993), s. 1-31.

W ponad trzydziestostronicowym artykule Norton omawia sposoby teoretycznego uzasadnienia prawa rozkładu gęstości energii w widmie promieniowania ciała doskonale czarnego na podstawie hipotezy kwantów, czynione przez licznych fizyków: J. Jeansa, H. Poincarégo, Ehrenfesta i in. Dzięki temu artykuł przypomina wysiłki i dyskusje, jakie towarzyszyły akceptacji podstawowego założenia teorii kwantów na początku XX stulecia.

Przede wszystkim jednak artykuł zasługuje na uwagę z tego powodu, że jego autor stara się wykazać fałszywość tezy, według której ewidencja doświadczalna nie wyznacza jednoznacznie teorii lub prawa. Ponieważ jako przykład swych rozważań wybiera Norton hipotezę kwantów i prawo rozkładu, poniższe uwagi będą ograniczone do relacji hipoteza–prawo.

Zanim zostaną sformułowane uwagi krytyczne odnośnie do niektórych wypowiedzi autora, przytoczymy schemat rozumowania, którego rezultatem jest prawo rozkładu. Przytoczony schemat będzie jednak tak dalece zmodyfikowany, aby struktura formal-

na rozumowania była zachowana. Przypominamy cel rozumowania: na podstawie szeregu założeń fizycznych, w tym i hipotezy kwantów, należy uzasadnić znalezione doświadczalnie równanie, spełniające dodatkowo ustalone wcześniej inne wymogi: skończoną wartość energii, prawo Stefana–Boltzmann, prawo przesunięć i termodynamiczne prawo Wienera.

Omawiany wywód stanowi stosunkowo długi ciąg rozumowania, w którym wyróżnia się dowody dwu lematów: 1) funkcji rozkładu i 2) wzoru na średnią energię kwantowego oscylatora harmonicznego. Pierwszy lemat jest wspólny dla wyprowadzenia wzoru Plancka i Rayleigha-Jeansa. Przy jego otrzymaniu wykorzystywane były twierdzenia elektrodynamiki klasycznej (np. twierdzenie o poprzeczności fal świetlnych). Przeprowadzając dość długie rozumowanie, znaleziono funkcję rozkładu, to jest funkcję ustalającą związek pomiędzy różniczką liczby oscylatorów, których częstość należy do przedziału $\nu, \nu+d\nu$, a częstością ν :

$$g(\nu)d\nu = \frac{8\pi V \nu^3 d\nu}{c^3}, \quad (1)$$

gdzie V i c oznaczają odpowiednio objętość komory z polem elektromagnetycznym i prędkość światła w próżni.

Przy uzasadnianiu drugiego lematu wykorzystywana jest hipoteza kwantów dwukrotnie. Raz jako bardzo ogólne twierdzenie „Energia układów materialnych (w tym i promieniowania) stanowi widmo dyskretne”, drugi raz – jako twierdzenie Plancka:

$$E_n = nh\nu, n = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

Przy użyciu funkcji δ – Diraca równość (2) może być zapisana w postaci:

$$\omega(E) = \delta(E) + \delta(E - h\nu) + \delta(E - 2h\nu) + \dots \quad (3)$$

Postulowanie istnienia układów fizycznych (u nas promieniowania elektromagnetycznego w komorze), których energia tworzy widmo dyskretne, zmusza do zamiany wersji klasycznej (już znanej) na wersję kwantową (którą trzeba było sformułować) rozkładu kanonicznego. W konsekwencji obowiązujący w statystyce klasycznej wzór na średnią wartość energii (także oscylatora)

$$\langle E \rangle \stackrel{\text{df}}{=} \frac{\int E e^{-E/kT} d\Gamma}{\int e^{-E/kT} d\Gamma}. \quad (4)$$

(k – stała Boltzmann, T – temperatura bezwzględna, Γ – objętość przestrzeni fazowej) trzeba było zastąpić wzorem dla wersji kwantowej

$$\langle E \rangle \stackrel{\text{df}}{=} \frac{\sum_{n=0}^{\infty} E_n e^{-E_n/kT}}{\sum_{n=0}^{\infty} e^{-E_n/kT}}. \quad (5)$$

Obliczona według definicji (5) i wzoru (2) średnia energia oscylatora kwantowego jest

$$\langle E \rangle = \frac{\sum_{n=0}^{\infty} nh\nu e^{-\frac{nh\nu}{kT}}}{\sum_{n=0}^{\infty} e^{-\frac{nh\nu}{kT}}} = -\frac{d}{d(kT)} \sum_{n=0}^{\infty} e^{-\frac{nh\nu}{kT}} = \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}. \quad (6)$$

Dzieląc (1) przez V i mnożąc otrzymany wynik przez (6), otrzymujemy poszukiwany wzór

$$dE(\nu) \stackrel{\text{df}}{=} V^{-1} g(\nu) d\nu \langle E \rangle = \frac{8\pi h\nu^3 d\nu}{c^3 \left(\exp \frac{h\nu}{kT} - 1 \right)}. \quad (7)$$

Jako uzupełnienie do przytoczonego schematu rozumowania należy dodać, że do wyprowadzenia wzoru (7) istotne było potraktowanie pola elektromagnetycznego w komorze jako ensemble'a cząstek kwantowego gazu idealnego. Nieistotne jest przy tym, czym są te cząstki: rezonatorami Plancka, oscylatorami Jeansa czy fotonami, ważne jest, aby m. in. ze sobą nie oddziaływały. Cecha bycia „cząstką gazu doskonałego” dopuszcza stosowanie do zbioru cząstek rozkładu kanonicznego, cecha bycia „cząstką kwantowego gazu idealnego” – stosowanie rozkładu kanonicznego w wersji kwantowej, który poprzez definicję (5) umożliwił otrzymanie wzoru (6). Wypada dodać, że obecnie dość swobodnie operujemy wyrażeniami „rozkład kanoniczny w wersji klasycznej” i „rozkład kanoniczny w wersji kwantowej”. W roku 1900 samo rozróżnienie wersji i jeszcze nieprecyzyjne określenie tej ostatniej musiało być dopiero dokonane.

Przystępując do sformułowania niektórych uwag na temat artykułu Nortona, należy zauważyć, że termin „implikacja” jest używany na określenie schematu wnioskowania, nie zaś funktora prawdziwościowego. W związku z tym mówi on o implikacji w jednym kierunku czy jednokierunkowej (*one way implication*) oraz implikacji odwróconej (*the converse implication*, s. 2).

Niezrozumiałe jest kwestionowanie przez autora poprawności hipotetyczno-dedukcyjnego modelu wnioskowania (*the hypothetico-deductive HD model*, s. 4) i próba zastąpienia go wnioskowaniem (?) indukcyjnym (*inductive argument*, s. 5). Na podstawie rozważań autora można wnosić, że „model hipotetyczno-dedukcyjny”, podobnie jak wnioskowanie indukcyjne, odbywa się z wykorzystaniem podobnych operacji matematycznych (i określonych praw logiki), tylko ostatnie przebiega w kierunku odwróconym do kierunku pierwszego. Trudno bowiem kojarzyć wnioskowanie indukcyjne z uzasadnianiem bardziej ogólnych twierdzeń za pomocą mniej ogólnych przesłanek; hipoteza kwantów (2) lub (3) i wzór na średnią energię (5) są tak samo ogólne, gdyż odnoszą się tylko do oscylatora. Trudno również pojąć, co Norton ma na myśli, gdy proponuje przeniesienie ryzyka indukcyjnego z reguł (*rules*) na przesłanki (*premises*) (§ 1. 3). Zawodność rozumowań przeprowadzanych w fizyce jest zawsze warunkowana fałszywością przesłanek, nie zaś błędami formalnymi (stosowanie niedozwolonych operacji matematycznych).

Przy akceptacji (na podstawie prawa rozkładu) hipotezy kwantów dla fizyków niezmiernie ważny był problem jednoznacznej odpowiedniości „hipoteza kwantów – prawo rozkładu”. Byłby on rozstrzygnięty pozytywnie, gdyby można było znaleźć rozumowanie odwrócone do przedstawionego na początku tej notatki, dzięki któremu z wzoru (7) udałoby się otrzymać hipotezę kwantów w wersji (2) lub (3). Za pomocą odpowiedniego przekształcenia całkowego Laplace’a udało się Poincarému z równania (6) otrzymać równość (3). Fakt ten potraktował Norton jako argument potwierdzający jego tezę, iż ewidencja doświadczalna (prawo rozkładu) wyznacza jednoznacznie hipotezę kwantów. Tymczasem wniosek taki byłby uzasadniony dopiero wtedy, gdyby funkcja rozkładu (1) była stałą, a nie funkcją częstości (lub długości fali).

W związku z powyższym rozumowaniem, a także z rozumowaniami w ogóle przeprowadzanymi przez fizyków, należy poczynić następujące uwagi.

1. Rozumowanie od (6) do (3) jest przeprowadzone na gruncie fizykalnie zinterpretowanej teorii przekształceń całkowych, a więc z wykorzystaniem dodatkowych, poza (6), przesłanek.
2. Ponieważ matematyczne reguły inferencji różnią się zasadniczo od ich odpowiedników w logice formalnej, do rozumowań w fizyce nie można zbyt pochopnie stosować praw logiki. Przykładowo: z uznanych wzorów (1) i (5) otrzymuje się wyrażenie $(1) \cdot (5)$, gdzie symbol „ \cdot ” jest dwuargumentowym operatorem mnożenia funkcji skalarnych, nie zaś funktorem koniunkcji.

Henryk Piersa