

Szumilewicz, Irena

Czy to prawda, że w ciągu nocy wszystkie przedmioty podwoiły swe wymiary?

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 15/4, 695-712

1970

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Irena Szumilewicz

CZY TO PRAWDA, ŻE W CIĄGU NOCY WSZYSTKIE PRZEDMIOTY PODWOIŁY SWE WYMIARY?

„W ciągu nocy wszystkie przedmioty podwoiły swe wymiary”. Wielokrotnie przytaczano to zdanie jako przykład twierdzenia niemożliwego do sprawdzenia w sposób doświadczalny, a wobec tego zdania pozbawionego sensu w myśl empirystycznego kryterium prawdy.

Historia rozważanego zdania sięga końca XIX w. i pierwszej połowy wieku XX. Łączy się ona ściśle z krytyczną analizą, jakiej poddano naukę w tym okresie.

Konwencjonalizm — kierunek filozoficzny, związany z imieniem Henri Poincarégo — wyrósł z krytyki nauki. Konwencjonalizm wystąpił przeciw akceptowanej dotąd przez większość naukowców tezie, że prawa i teorie naukowe odzwierciedlają rzeczywistość. Poincaré uważał, że prawa i teorie nie są jednoznacznie wyznaczone przez dane doświadczenia. Zależą one od używanej aparatury pojęciowej. Szczególnie ważne jest, jakie znaczenie terminów przyjmujemy w sposób konwencjonalny. Słowem, przy tych samych danych doświadczenia a różnych konwencjach, prawa i teorie mogą się od siebie różnić w sposób bardzo radykalny.

Dyskusję z konwencjonalizmem podejmuje empiryzm. Przedmiotem sporu jest zakres oraz rola elementów konwencjonalnych i empirycznych w naukach przyrodniczych — przede wszystkim w geometrii przestrzeni fizycznej.

Jakkolwiek obie strony różnią się w wielu kwestiach, to przyjmują zgodnie — jako nie ulegające wątpliwości — twierdzenie, że jednostki miary (np. metr) mają charakter umowny, konwencjonalny. Niezależnie od tego, jaką jednostkę miary obierzemy, relacje między wymiarami obiektów fizycznych nie ulegną zmianie. Wszystko jedno czy pomiary zostaną dokonane przy pomocy centymetra, łokcia, czy cala — relacje między mierzonymi tą samą miarą wielkościami fizycznymi pozostaną takie same. Nauka może ustalać tylko i wyłącznie relacje między obiektami fizycznymi.

Gdyby wszystkie przedmioty, a wraz z nimi jednostki miary, z nieznanych przyczyn podwoiły swe wymiary, to — twierdzono — fakt ten byłby niemożliwy do wykrycia w sposób doświadczalny. Relacje między wymiarami wszystkich obiektów fizycznych pozostałyby bowiem te same.

Pogląd ten panował przez kilka dziesiątków lat. Przed kilku laty sprawa znów stała się przedmiotem analizy. Niniejszy artykuł stanowi głos w dyskusji na ten temat.

I. RYS HISTORYCZNY

1. Powstanie geometrii nieeuklidesowych. Jednym z ważniejszych sporów w dziejach filozofii jest kontrowersja między empiryzmem a racjonalizmem. Historia sporu sięga starożytności. Wraz z po-

stępem nauki, ulegał zmianie zarówno sam przedmiot kontrowersji jak i różnice między obu stanowiskami. Te ostatnie ewoluowały od postaci bardziej radykalnej do umiarkowanej.

W czasach nowożytnych genetyczny aspekt problematyki (kwestia źródeł poznania) stanowi jedną z głównych kontrowersji epoki¹.

Pod koniec XIX w. i w pierwszej połowie wieku XX na pierwszy plan wysuwa się metodologiczna wersja sporu, która często była oddzielana w sposób programowy od spraw genetycznych. W odniesieniu do nauki, szczególne zainteresowanie budzi rola, jaką spełniają w nauce elementy nie legitymujące się pochodzeniem od doświadczenia.

Racjoniści sądzą, że właśnie te elementy, które uznają za aprioryczne, odgrywają decydującą rolę nawet w naukach typu empirycznego. Z kolei empiryści przypisują fundamentalną rolę informacjom otrzymanym drogą doświadczenia.

Nowy kierunek filozoficzny — konwencjonalizm — zajmuje jeszcze inne stanowisko w tej pasjonującej dyskusji. Zgodnie z konwencjonalizmem, doświadczenie odgrywa — wbrew empiryzmowi — rolę pomocniczą, a decydujące znaczenie przypisuje się konwencji. Doświadczenie nie decyduje o wyborze. Ma ono jedynie skłaniać uczonych do wyboru najdogodniejszej konwencji. W ten sposób empiryzm występuje zarówno przeciw racjonalizmowi jak i przeciw konwencjonalizmowi.

Wspólną cechą racjonalizmu i empiryzmu — zwłaszcza nowożytnego — było dążenie do osiągnięcia wiedzy pewnej. Z punktu widzenia tego ideału, szczególnie ostrej krytyce poddawano wiedzę zdobytą drogą doświadczenia. Wiedza uzyskana drogą empiryczną stanowi — zdaniem krytyków — zbiór zdań o faktach jednostkowych, które nie uprawniają do wysnuwania wniosków o charakterze ściśle ogólnym. Nie można na tej kruchej podstawie — w sposób, który nauka uznałaby za uzasadniony — formułować praw bądź teorii. Nauka bez praw i teorii nie może spełniać swych zasadniczych funkcji: przewidywania, wyjaśniania i sprawdzania. Nie jest więc tą nauką, której wartość należałoby cenić.

W przeciwieństwie do empirycznej, wiedza budowana na podstawach apriorycznych — tak jak matematyka — jest pewna, a sposób przechodzenia od aksjomatów do twierdzeń drogą dedukcyjną, nie budzi zastrzeżeń. Za ideał wiedzy racjoniści wszystkich czasów uważali matematykę.

Podziw dla matematyki wynikał nie tylko z pewności jej twierdzeń. Większego splendoru dodawał matematyce fakt, że jej twierdzenia zastosowane do opisu rzeczywistości, dawały wyniki zgodne z doświadczeniem. Matematykę przeciwstawiano wiedzy empirycznej, zalecając naukom doświadczalnym wzorowanie się na niej.

Jak wielki był kult świata starożytnego dla matematyki świadczy napis u wejścia do Akademii Platona, zabraniający wstępu tym, którzy nie znają matematyki. Kartezjusz, chciał wszelką wiedzę budować na wzór i podobieństwo matematyki; miało to stanowić gwarancję pewności jej twierdzeń. Ogromny autorytet matematyki został ugruntowany w czasach starożytnych przez Euklidesa. W *Elementach* Euklides udowodnił 465 twierdzeń wywodząc je z 5 pewników i 5 postulatów². Postulaty

¹ J. Locke, *Rozważania dotyczące rozumu ludzkiego*. Warszawa 1955; G. W. Leibniz, *Nowe rozważania dotyczące rozumu ludzkiego*. Warszawa 1955.

² Przyjęte przez siebie twierdzenia pierwotne Euklides podzielił na dwie grupy, różniące się stopniem ogólności. Jedną nazwał pewnikami a drugą postulatami.

Euklidesa miały na ogół charakter intuicyjny i wydawały się oczywiste, z wyjątkiem postulatu piątego³, który nie miał tego charakteru i niemal od momentu ukazania się *Elementów* był przedmiotem krytyki i dyskusji.

Zainteresowanie piątym postulatem nie słabło z upływem czasu i to nie tylko dlatego, że nie był on tak oczywisty jak pozostałe, ale i dlatego, że Euklides zdołał udowodnić 28 teorematów zanim sięgnął do niego. Fakt ten nasuwał przypuszczenia, że można zbudować geometrię bez tego budzącego wątpliwości postulatu. Czyniono wiele prób zastąpienia go innymi założeniami. Wszystkie te założenia okazywały się w końcu równoważnikami wyeliminowanego postulatu. W rezultacie wielowiekowych badań zapanowało przekonanie, że piąty postulat stanowi składnik, bez którego geometria, nie może się obejść, jeśli ma być przydatna do opisu przestrzeni fizycznej. Ponadto ów postulat uznano za niezależny od pozostałych.

W roku 1776 Giordano Saccheri publikuje traktat poświęcony temu postulatowi. Traktat jego stanowi punkt zwrotny w dziejach geometrii. Saccheri rozpatruje trzy hipotezy: kąta ostrego, prostego i rozwartego. Mimo, że autor niesłusznie odrzuca hipotezę kąta ostrego (która odpowiada przestrzeni o krzywiznie ujemnej) oraz hipotezę kąta rozwartego (odpowiadającą przestrzeni o krzywiznie dodatniej) i uważa hipotezę kąta prostego za jedynie poprawną, pomysł ma znaczenie epokowe. Sam autor ani jego współcześni nie zdawali sobie sprawy z doniosłości pomysłu zawartego w traktacie. Z perspektywy czasu dzieło Saccheriego można uznać za to ogniwo w rozwoju matematyki, które bezpośrednio poprzedza powstanie geometrii nieeuklidesowych.

Po trwających dwa tysiące lat dyskusjach, sprawa piątego postulatu została wyjaśniona. Stworzono (N. I. Łobaczewski i K. F. Gauss — niezależnie od siebie) systemy geometrii, w których piąty postulat został zastąpiony innym założeniem. Powstały systemy geometrii nieeuklidesowych o krzywiznie dodatniej i ujemnej, nawiązujące do hipotezy kąta ostrego i rozwartego. Łobaczewski i Gauss wprowadzili założenie, że przez dany punkt można przeprowadzić więcej niż jedną równoległą do danej prostej. W geometrii B. Riemanna linie równoległe w ogóle nie istnieją.

Powstanie geometrii nieeuklidesowych było prawdziwym wstrząsem zarówno dla matematyków jak i dla przedstawicieli dyscyplin empirycznych. Pojawienie się wielu geometrii postawiło nowe problemy.

a. Czy matematyka może w dalszym ciągu uchodzić za wzór nauki, skoro problem prawdziwości jej twierdzeń nabiera nieoczekiwanego znaczenia wobec wielości systemów geometrii?

b. Który z systemów geometrii stanowi model przestrzeni fizycznej tego świata, w którym żyjemy?

c. Na czym polega odmienność nauk formalnych od empirycznych i jaka jest relacja między nimi?

2. Problem przestrzeni fizycznej. Sprawa kongruencji. Wieloletnią, ożywioną i niezmiernie płodną dyskusję zapo-

³ Piąty postulat w swym pierwotnym sformułowaniu brzmi: „Jeśli prosta padająca na dwie proste tworzy po jednej stronie kąty wewnętrzne, które w sumie są mniejsze od dwóch kątów prostych, to te proste przedłużane nieograniczenie schodzą się po tej stronie, po której kąty te w sumie są mniejsze od dwóch kątów prostych”. Obecnie piąty postulat podaje się w innym równoważnym brzmieniu: „Przez dany punkt można przeprowadzić jedną i tylko jedną prostą równoległą do danej prostej”.

czątkowało śmiało, a nawet wręcz szokujące, wystąpienie francuskiego matematyka i filozofa Henri Poincarégo. Pod koniec XIX w. pisał on⁴:

„Stworzenia o umyśle podobnym do naszego, obdarzone takimi jak my zmysłami, ale nie posiadające *a priori* naszego wykształcenia⁵, otrzymując wrażenia, z odpowiednio wyselekcjonowanego świata, mogłyby skonstruować geometrię różną od euklidesowej. Stworzenia te lokalizowałyby zjawiska świata zewnętrznego w przestrzeni nieeuklidesowej, a nawet być może czterowymiarowej. Gdyby nas, wykształconych w naszym świecie, przenieść do ich świata, nie mielibyśmy żadnych trudności w umiejscowieniu zjawisk ich świata w naszej euklidesowej przestrzeni”.

W tymże artykule Poincaré przedstawia wizję świata zamieszkałego przez istoty, o których sądzi, że lokalizowałyby zjawiska świata zewnętrznego w przestrzeni, której modelem jest geometria nieeuklidesowa.

Jest to świat zamknięty w wielkiej kuli i podlegający następującym prawom fizycznym:

1. Temperatura kuli nie jest jednakowa. W środku kuli jest ona najwyższa i maleje wraz ze wzrostem odległości od środka, osiągając na powierzchni kuli temperaturę zera absolutnego. Jeżeli przez R oznaczymy promień kuli, zaś przez r odległość danego punktu od środka, to temperatura w każdym miejscu będzie proporcjonalna do $R^2 - r^2$.

2. Współczynnik rozszerzalności cieplnej jest taki sam dla wszystkich ciał. Wymiar liniowy dowolnego obiektu fizycznego jest proporcjonalny do jego temperatury bezwzględnej.

3. Obiekt fizyczny przeniesiony w inne miejsce, bezzwłocznie osiąga równowagę termiczną ze swym nowym otoczeniem.

4. Współczynnik załamania światła jest odwrotnie proporcjonalnym do wyrażenia $R^2 - r^2$. Światło porusza się nie po liniach prostych, lecz kółkami.

Ten świat — pisze Poincaré — który my, ludzie przyzwyczajeni do geometrii euklidesowej, opisalibyśmy jako skończony i zamknięty, mieszkańcom kuli będzie się wydawać nieskończenie wielkim. Żaden bowiem obiekt fizyczny, nie będzie mógł dotrzeć do granic tego świata, tj. do powierzchni kuli. W miarę oddalania się od środka, długość, a wraz z tym i „kroki” każdego ciała, będą maleć (wraz ze zmniejszaniem się temperatury), zmierzając do wielkości granicznej zero.

Pozostaje jeszcze problem mierzenia ciał. Otóż dwa ciała pokrywające się przy nakładaniu, to jest kongruentne, w jednym miejscu kuli, pozostawałyby kongruentne w dowolnym innym miejscu. Oba ciała doznawałyby bowiem przy przeniesieniu do innego miejsca identycznych odkształceń zależnych, w owym fantastycznym świecie, tylko od temperatury. W ten sposób przy pomocy wzorca kongruencji przestrzennej (np. sztaby metrycznej) — nie bylibyśmy w stanie wykryć żadnych odkształceń, ponieważ sam wzorec — podobnie jak inne ciała — podlegałyby odkształceniu.

Trudno przecenić wagę i znaczenie artykułu Poincarégo. Praca jego w wyniku ożywionej dyskusji pozwoliła wyjaśnić wiele zagadnień zasadniczych z punktu widzenia geometrii przestrzeni i analizy nauki.

⁴ W artykule opublikowanym w „Revue générale des sciences”, a następnie w obszerniejszej pracy: *L'Espace et la géométrie* w „Revue de métaphisique et de morale”, 1895, ss. 631—645.

⁵ Poincaré ma na myśli posiadane przez nas „wykształcenie” matematyczne oparte na geometrii euklidesowej. Wykształcenie jest tu więc rozumiane jako zasób wiadomości.

Pierwszym wnioskiem z rozważań Poincarégo była względność geometrii. Tą samą przestrzeń fizyczną można opisać przy pomocy różnych geometrii. Mieszkańcy kuli opisują swój świat fizyczny przy pomocy geometrii nieeuklidesowych, podczas gdy ludzie mogą go opisać w adekwatny sposób przy pomocy geometrii euklidesowej, zakładając przy tym istnienie sił uniwersalnych — np. identycznych odkształceń wszystkich ciał pod wpływem ciepła. O żadnej geometrii nie można twierdzić, że jest ona prawdziwsza niż inne. Geometria, którą wybieramy do opisu świata może być tylko mniej lub bardziej dogodna.

Kwestią konwencji jest, którą geometrię wybierzemy do opisu świata. Rola doświadczenia — zgodnie z założeniami konwencjonalizmu — ma charakter drugorzędny; umożliwia ono wybór najdogodniejszej ale nie najprawdziwszej geometrii.

W wyniku dyskusji zdano sobie sprawę z odmienności geometrii jako teorii matematycznej, od geometrii jako teorii przestrzeni fizycznej.

Pierwsza z nich jest teoria formalna, na gruncie której zgodność z systemem obowiązuje jako kryterium prawdy. Druga jest teorią fizyczną, dla której najwyższym kryterium prawdy jest zgodność wynikających z niej konsekwencji z doświadczeniem. Aby teoria formalna stała się teorią fizyczną, musi być zaopatrzona w definicje przyporządkowujące tworum matematycznym określone aspekty świata fizycznego.

Geometria Euklidesa — pisał Poincaré — różni się w sposób zasadniczy od geometrii świata fizycznego. Twory, z którymi mamy w niej do czynienia, stanowią idealizacje, a cechy przestrzeni matematycznej są odmienne od właściwości przestrzeni fizycznej. Przestrzeń matematyczna jest ciągła, nieskończona, homogeniczna, izotropowa i trójwymiarowa. Rzeczywista przestrzeń fizyczna wcale nie musi posiadać tych samych cech. Doświadczenie — które zawsze jest niedokładne i przybliżone — nie daje podstaw do idealizacji, występujących w geometrii matematycznej. Twory, z którymi mamy do czynienia w matematyce, są dziełem naszego umysłu, a doświadczenie stanowi jedynie okazję skłaniającą do takiego a nie innego wyboru.

Dyskusję z konwencjonalizmem podejmuje empiryzm.

Przedstawiciele empiryzmu zgadzają się z Poincarém, że w wyborze geometrii świata fizycznego występują pewne elementy umowne. Jednak znacznie większą rolę przypisują doświadczeniu. Struktura rzeczywistej przestrzeni — zgodnie ze stanowiskiem empiryzmu — uniemożliwia wybór pewnych klas geometrii (opisów). Charakterystyczne pod tym względem jest stanowisko Hansa Reichenbacha⁶. Jego zdaniem, aby dana geometria nadawała się do opisu świata fizycznego, musi spełniać pewne określone warunki narzucone przez strukturę samej rzeczywistości:

Geometria, wraz z definicjami przyporządkowującymi obiektom matematycznym określone aspekty świata fizycznego, musi należeć do pewnej klasy opisów.

Dowolność wyboru ogranicza się tylko do opisów należących do określonej klasy.

Tylko opisy należące do tej samej klasy nadają się do charakterystyki przestrzeni fizycznej świata, w którym żyjemy.

Tę myśl Reichenbach ilustruje przykładem: „Klasa I: a) Przyjmujemy, że geometria jest euklidesowa, lecz że istnieją siły uniwersalne, odkształcające promienie świetlne i pręty miernicze. b) Przyjmujemy, że

⁶ *The Rise of Scientific Philosophy*. Berkeley 1958, s. 136 i dalsze.

geometria jest nieeuklidesowa i nie istnieją żadne siły uniwersalne. Klasa II: a) Geometria jest euklidesowa i nie istnieją żadne siły uniwersalne. b) Geometria jest euklidesowa, ale istnieją siły uniwersalne odkształcające promienie świetlne i pręty miernicze”.

Dla geometrii naszej przestrzeni fizycznej nadają się tylko opisy należące do klasy I. Tylko one dają bowiem wyniki zgodne z doświadczeniem. Opisy należące do klasy II prowadzą do konsekwencji niezgodnych z wynikami doświadczenia.

Reichenbach tak formułuje różnicę między swoim stanowiskiem a poglądami Poincarégo:

„Konwencjonalizm dostrzega tylko równoważność opisów w ramach jednej klasy, natomiast nie dostrzega różnicy między klasami. Jednak teoria równoważnych opisów upoważnia nas do opisanie świata w sposób obiektywny przez przypisanie empirycznej prawdziwości tylko jednej klasie opisów, chociaż w ramach jednej klasy opisy są jednakowo prawdziwe”. (podkreślenie moje I. S.⁷)

Przy ustalaniu metryki przestrzeni i jej kongruencji ogromną rolę odgrywają wzorce, ciała sztywne. Reichenbach precyzyjniej niż Poincaré określa pojęcie wzorców kongruencji przestrzennej. Poincaré zdaje sobie wprawdzie sprawę ze znaczenia ciał stałych; dla ustalenia kongruencji Reichenbach idzie dalej, wprowadzając pojęcie ciała sztywnego.

„Ciała sztywne są to ciała stałe, które nie znajdują się pod działaniem sił różnicujących⁸, lub w odniesieniu do których, działanie sił różnicujących może być skorygowane”⁹.

Umowność kongruencji wynika — mówiąc popularnie — z tego, że nie istnieją ciała doskonale sztywne, to jest takie ciała, o których moglibyśmy orzec, że nie ulegają one odkształceniu w czasie transportu. Brak także gwarancji, iż wzorce kongruencji — sztaby miernicze, czy też pręty — nie ulegają odkształceniu w czasie, to jest że są one samokongruentne w różnych czasach. Skoro nie istnieją ciała doskonale sztywne, kongruencja ma charakter umowny.

„Załóżmy, że w ciągu nocy wszystkie przedmioty fizyczne, w tym i nasze ciała, stały się dziesięć razy większe. Obudziwszy się rano, nie będziemy mieli możliwości sprawdzić tego założenia. Co więcej, w ogóle nie będziemy o tym nawet wiedzieć. Konsekwencje takiej zmiany są, zgodnie z wyżej założonymi warunkami niedostępne dla obserwacji, a więc nie możemy zebrać żadnych danych ani przeciw ani za. Być może, że wszyscy jesteśmy dziś dziesięciokrotnie więksi niż wczoraj”¹⁰.

Jak wynika z przytoczonej cytaty, Reichenbach uważa, że empirycznie można wyznaczyć tylko relacje między obiektami fizycznymi. Nie ma bowiem sposobu na sprawdzenie kongruencji dwóch obiektów fizycznych, oddalonych od siebie w przestrzeni czy też w czasie. Obiektywny charakter zdań fizycznych — pisze Reichenbach — sprowadza się do sądów o relacji¹¹.

⁷ *Ibidem*, s. 142.

⁸ W przeciwstawieniu do sił uniwersalnych, oddziałujących na wszystkie ciała i to w sposób identyczny, siły działające niejednakowo na różne ciała nazywamy różnicującymi.

⁹ *Ibidem*, s. 390.

¹⁰ *Ibidem*, s. 137.

¹¹ *The objective character of the physical statement is thus shifted to a statement about relations.* H. Reichenbach, *Coordinative definitions, rigid bodies, and the relativity of space*, rozdział [w:] *Philosophy of science*. Cleveland 1961, s. 398.

Obiektywnym sądem o geometrii realnej przestrzeni jest zdanie „[...] o relacji między wszechświatem a sztywnym prętem.”

Poglądy Reichenbacha sformułowane przez niego po raz pierwszy w książce, która ukazała się w 1928 r. (*Philosophie der Raum-Zeit Lehre*) są reprezentatywne dla opinii uczonych przez blisko pół wieku.

W 1963 r. w swej pięknej pracy na temat filozoficznych problemów czasu i przestrzeni, ten sam pogląd wypowiada Adolf Grünbaum¹².

„[...] zupełna pustość następującego twierdzenia jest od razu oczywista: w ciągu nocy wszystkie przedmioty rozszerzyły się (tj. wzrosła ich długość), ale tak, że relacje między długościami nie uległy zmianie [...]. Przy braku wewnętrznej metryki jest zwykłym nonsensem mówić, że metr paryski, pozornie tylko zachowuje się jak metr, odkąd w ciągu nocy przestał być prawdziwym metrem (rozszerzył się)”¹³.

II. CZY TWIERDZENIE, ŻE WSZYSTKIE PRZEDMIOTY PODWOIŁY W CIĄGU NOCY SWE WYMIARY JEST EMPIRYCZNIE SPRAWDZALNE?

Po okresie powszechnej zgody, że twierdzenie przytoczone w tytule jest puste i нефalsyfikowalne empirycznie, nowy etap dyskusji zapoczątkowało wystąpienie G. Schlesingera i Ellisa na zjeździe AAAS (Amerykańskiego Stowarzyszenia Popierania Postępu Nauki) w grudniu 1963 r. W trakcie kolokwium w Pittsburgu polemika została wznowiona, a przedmiotem ataku był gospodarz kolokwium — Adolf Grünbaum. W rezultacie dyskusji obaj główni antagoniści opublikowali w „*Philosophical Study*” dwa artykuły¹⁴.

Wydaje się, że różnica między stanowiskiem Schlesingera i Grünbauma będzie wyraźniejsza, jeżeli przedstawimy ją w formie wymaganego dialogu. Za wynikające ze zmiany formy ewentualne nieścisłości w porównaniu z tekstem artykułów, autorka bierze odpowiedzialność na siebie.

Schlesinger: Twierdzenie o podwojeniu wymiarów wszystkich ciał w ciągu nocy było wielokrotnie przytaczane, jako empirycznie нефalsyfikowalne i to przez uczonych nie byle jakiej rangi¹⁵. Ostatnio taką opinię wyraził Adolf Grünbaum¹⁶ w swej interesującej książce o filozoficznych problemach przestrzeni i czasu. Wbrew ogólnemu mniemaniu uważam, że to twierdzenie jest sprawdzalne doświadczalnie, ponieważ nagle zmiana wymiarów ciał musiałaby spowodować szereg konsekwencji łatwo uchwytnej empirycznie jak:

a) Zmniejszenie przyspieszenia ziemskiego. Przyspieszenie ziemskie g jest odwrotnie proporcjonalne do kwadratu promienia Ziemi — R_z .

¹² *Philosophical Problems of Space and Time*. New York 1963, ss. 42—43.

¹³ *The utter vacuousness of the following assertion is evident at once: overnight everything has expanded (i.e. increased its length) but such that all length ratios remained unaltered [...]. And in the absence of an intrinsic metric, it is a sheer nonsense to say that overnight the Paris meter ceased to be truly one meter and is now only apparently so, since it has actually expanded.*

¹⁴ G. Schlesinger, *It is false that overnight everything has doubled in size*; A. Grünbaum, *Is a universal nocturnal expansion falsifiable or physically vacuous?*

¹⁵ Polskiego czytelnika zainteresuje zapewne artykuł profesora Kazimierza Ajdukiewicza, w którym autor zajmuje stanowisko zgodne z ogólnie przyjętym: K. Ajdukiewicz, *Konwencjonalne pierwiastki w nauce*. (w:) K. Ajdukiewicz, *Język i poznanie*. T. 2. Warszawa 1965, ss. 34—44.

¹⁶ A. Grünbaum, *Philosophical Problems of Space and Time*. New York 1963.

Dwukrotny wzrost promienia R_z oznacza więc czterokrotne zmniejszenie przyspieszenia¹⁷.

b) Zmiana okresu wahań T wahadła matematycznego. T jest wprost proporcjonalne do pierwiastka kwadratowego z długości wahadła l i odwrotnie proporcjonalne do przyspieszenia ziemskiego g . Proste wyliczenie¹⁸ wykazuje, że nowy okres wahań T_1 po podwojeniu wszystkich wymiarów wynosić będzie $T \cdot 2\sqrt{2}$.

c) Zmiana szybkości światła. Szybkość wynosić będzie $c\sqrt{2}$, a nie jak dotąd c . Droga przebyta przez światło — mierzona nowym zwiększonym metrem — zmniejszy się wprawdzie dwukrotnie, za to czas mierzony zegarem zależnym od długości wahadła będzie upływał $2\sqrt{2}$ razy wolniej. Wobec tego nowa szybkość światła c_1 odpowiednio wzrośnie¹⁹.

d) Zwiększenie wysokości słupa rtęci w manometrach. Zgodnie z prawem Boyle'a $p \cdot v = \text{const}$. Nowa objętość wskutek podwojenia wszystkich wymiarów wzrośnie ośmiokrotnie. Jednocześnie nastąpi jednak ośmiokrotne zmniejszenie gęstości rtęci, wobec czego oba efekty skompensują się wzajemnie.

Przyspieszenie ziemskie zmniejszyło się czterokrotnie, a więc w rezultacie wysokość słupa rtęci wzrośnie czterokrotnie. Ten wzrost mierzony podwojonym metrem okaże się dwukrotnie większy.

17

$$g = G \frac{M_z}{R_z^2}$$

gdzie: g — przyspieszenie ziemskie
 G — stała grawitacji
 M_z — masa Ziemi
 R_z — promień Ziemi

$$g_1 = G \frac{M_z}{4R_z^2} = \frac{g}{4}$$

gdzie: g_1 — przyspieszenie ziemskie po podwojeniu promienia.

18

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

gdzie: T — okres wahań wahadła matematycznego
 T_1 — okres wahań wahadła matematycznego po podwojeniu wymiarów ciał
 l — długość wahadła
 g — przyspieszenie ziemskie

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{2l}{\frac{g}{4}}} = 2\sqrt{2} T.$$

19

$$c = \frac{S}{t}$$

$$c_1 = \frac{\frac{S}{2}}{\frac{t}{2\sqrt{2}}} = \frac{S \cdot 2\sqrt{2}}{2t} = c \cdot \sqrt{2}.$$

gdzie: c — szybkość światła w próżni
 c_1 — szybkość światła w próżni po podwojeniu wymiarów ciał
 S — droga przebyta przez światło w czasie t
 t — czas zużyty na przebycie drogi S .

Takich przykładów mogę przvtoczyć jeszcze więcej. Otóż, jeśli nie wystąpiły zjawiska, które wymieniłem, oznacza to, że twierdzenie o podwojeniu wymiarów wszystkich ciał w ciągu nocy jest fałszywe. Jeśli natomiast fakty, o których mówiłem, będą miały miejsce, to jedynym naukowym wytłumaczeniem nagłych zmian jest przyjęcie hipotezy, że wymiary wszystkich ciał uległy podwojeniu.

G r ü n b a u m: Moim zdaniem prof. Schlesinger popełnił błąd w rozumowaniu. Aby przewidzieć fakty, które zaistniały po podwojeniu wymiarów wszystkich ciał, posługiwał się aktualnie panującymi prawami. Mam poważne wątpliwości, czy takie rozumowanie można uznać za dozwolone, bowiem wskutek tego prawa zostają pozbawione inwariantności względem czasu.

S c h l e s i n g e r: Sądę, że wysunięty wobec mnie zarzut jest bezpodstawny. Hipoteza o podwojeniu wymiarów wszystkich ciał zawiera *implicite* założenie, że w świecie nic poza wymiarami nie ulega zmianie. Jeśli tak, to wolno posługiwać się w rozumowaniu aktualnie panującymi prawami.

G r ü n b a u m: Jestem innego zdania, ale o wiele ważniejsze są inne nieporozumienia, jakie moim zdaniem zawiera przemówienie Pana Schlesingera. Pragnę je wyjaśnić.

Hipotezę o podwojeniu wymiarów wszystkich ciał w ciągu nocy można sformułować różnie. Zależnie od tego, które sformułowanie będziemy rozpatrywać, może się ona okazać bądź fałszyfikowalna bądź niesprawdzalna empirycznie. Zaproponuję dwa warianty hipotezy, z których pierwszy będę nazywać *ND*, a drugi *ND-conjecture*²⁰.

Wariant *ND*: Sądę, że hipoteza o podwojeniu wymiarów wszystkich ciał winna być rozpatrywana tylko w związku z określoną koncepcją kongruencji przestrzennej. Dotychczas zawsze sformułowalem *ND* jako związaną z newtonowską kongruencją czasową i przestrzenną. Według Newtona (w związku z istnieniem absolutnej przestrzeni — przyp. I. S.) w zbiorniku przestrzennym występują relacje kongruencji, które mają charakter wewnętrzny²¹ (*intrinsic*). Znaczy to, że według Newtona struktura przestrzeni jest taka, że występowanie kongruencji między dwoma odległymi czasowo lub przestrzennie interwałami nie zależy od transportu i zachowania się w czasie transportu jakichkolwiek obiektów fizycznych. Zachowanie kongruencji można stwierdzić za pomocą dowolnego wzorca²². Spełnianie przez wzorec jego funkcji metrycznych jest związane z transportem bądź dlatego, że wzorec jest transportowanym obiektem fizycznym (np. metrem), bądź dlatego, że jego zastosowanie zależy jakoś od transportowania ciała lub ciał. Z chwilą, gdy jednostka

²⁰ *ND* pochodzi od angielskich słów *Nocturnal Doubling* (nocne podwojenie).

²¹ Wewnętrzna (*intrinsic*) metryka przestrzeni charakteryzuje się niezależnością od przyjętego kryterium kongruencji. Przestrzeń Newtona ma charakter absolutny, wobec tego metryka takiej przestrzeni nie zależy od pomiarów — jest wewnętrzna.

²² Wzorcem kongruencji przestrzennej mogą być nie tylko sztaby czy pręty miernicze. Dla stwierdzenia czy dwa interwały przestrzenne są kongruentne (pokrywają się przy nakładaniu) można wykorzystać te prawa fizyczne, w które uwikłana jest w jakiś sposób długość (np. prawo grawitacji).

Jeżeli dwie długości *AB* i *CD* są sobie równe, to dwie masy umieszczone w punktach *A* i *B*, a następnie w punktach *C* i *D*, wywoływać będą takie same przyspieszenia. Wzorcem kongruencji może być również okres wahań *T* wahadła matematycznego. Jeśli dwa wahadła matematyczne o długościach *l*₁ i *l*₂ będą miały takie same okresy wahań (*T*₁ = *T*₂), to będzie to dowodem, że *l*₁ jest kongruentne z *l*₂.

długości została raz obrana, nic w newtonowskiej przestrzeni nie stoi na przeszkodzie w ustaleniu równości odległych od siebie interwałów.

W tym kontekście hipotezę *ND* można sformułować jak następuje:

Pewnej nocy nastąpiło podwojenie wymiarów wszystkich ciał oraz wszystkich wzorców kongruencji jakoś zależnych logicznie od transportu wzorca.

Otóż w naszej aktualnej przestrzeni, która nie posiada wewnętrznej metryki, w odróżnieniu od przestrzeni newtonowskiej, *ND* jest niefalsyfikowalna²³. Wszystkie wzorce kongruencji są bowiem zgodne między sobą, co nie pozwala wykryć podwojenia wymiarów ciał.

Schlesinger: Przepraszam, że przerywam. Uważam, że sformułowanie *ND*, które proponuje profesor Grünbaum jest po prostu trywialne. Jeśli zakłada się, że podwojeniu uległy wszystkie standardy kongruencji, a nie jak dotąd, we wszystkich znanych wersjach hipotezy, że tylko metr, to hipoteza *ND* staje się niefalsyfikowalna. Jeśli ktoś zakłada, że zdarzenie *Z* nastąpiło w sposób niesprawdzalny empirycznie, a następnie odkrywa, że nie można *Z* wykryć doświadczalnie, to jego odkrycie stanowi — z naukowego punktu widzenia — krańcowo nieciekawym truizmem.

Grünbaum: Pan Schlesinger jest w błędzie. Sformułowanie *ND* hipotezy, które rozpatrywałem jako pierwszy wariant, nie jest wcale „krańcowo nieciekawym truizmem”. Twierdzenie o niefalsyfikowalności *ND* jest truizmem tylko w przestrzeniach nie posiadających wewnętrznej metryki, takich jak np. nasza przestrzeń.

Można sobie jednak wyobrazić przestrzeń nie ciągłą lecz skwantyfikowaną, posiadającą wewnętrzną metrykę niezależną od transportu jakichkolwiek wzorców. Dla przekonania profesora Schlesingera gotów jestem przedstawić wizję takiej przestrzeni:

Wyobraźmy sobie przestrzeń zbudowaną z elementów (atomów przestrzennych, bryłek, czy ziarenek). Z każdym elementem przestrzeni sąsiaduje określona, skończona liczba innych elementów. Liczba elementów w tej przestrzeni — jakkolwiek bardzo duża — jest skończona. Żaden obiekt fizyczny nie może zajmować ułamka atomu przestrzeni. Każdy obiekt fizyczny posiada skończoną liczbę pozycji spoczynkowych.

Otóż ta przestrzeń — jak łatwo zauważyć — posiada wewnętrzną metrykę. Kongruencja odległych od siebie interwałów przestrzennych, oparta jest na równości kardynalnych liczb, zajmowanych przez nie elementów przestrzeni. Nagłe podwojenie wymiarów wszystkich ciał jest łatwe do sprawdzenia. Następuje odpowiednie zwiększenie liczby atomów przestrzennych zajmowanych przez dane ciało. W takiej przestrzeni — posiadającej wewnętrzną metrykę — hipoteza *ND* byłaby empirycznie sprawdzalna. Współczesne teorie opisują naszą przestrzeń jako ciągłą, a nie złożoną z kwantów (skwantyfikowaną). W amorficznej przestrzeni — takiej np. jaką jest nasza — *ND* jest niesprawdzalna empirycznie.

Sądzę, że po przedstawieniu przeze mnie wizji przestrzeni skwantyfikowanej posiadającej wewnętrzną metrykę, niezależną od transportu wzorców kongruencji, profesor Schlesinger nie będzie podtrzymywał swego zarzutu jakoby niefalsyfikowalność *ND* w naszej przestrzeni była nieciekawym truizmem.

²³ Nawiasem mówiąc, również w propozycji Newtona nie da się pogodzić ciągłości jego przestrzeni z istnieniem wewnętrznej metryki.

Schlesinger: A jaki jest drugi wariant hipotezy *ND*?

Grünbaum: Drugi wariant — nazwijmy go *ND-conjecture* — tym się różni od pierwszego, że nie zakłada podwojenia wszystkich operacyjnych wzorców lecz tylko jednego — sztaby metrycznej. Otóż ta hipoteza przy spełnieniu pewnych warunków — które wymienię — jest w naszej przestrzeni falsyfikowalna²⁴.

Schlesinger: Przepraszam, że przerywam. Chciałbym jednak zaakcentować to, czego nie powiedziałem dość wyraźnie na początku. Falsyfikowalność *ND-conjecture* (zgodnie z nomenklaturą p. Grünbauma) wynika między innymi z tego, że metoda mierzenia długości sztabą metryczną nie ma żadnej przewagi nad innymi metodami. Sztaby metryczne nie wykazują wprawdzie żadnych zmian metryki przestrzeni po owej nocy, gdy wszystko uległo podwojeniu, za to inne wzorce kongruencji wykazują — jak już wspominałem — bardzo istotne zmiany. Uważam np. następujące trzy zdania za równoważne:

„Jeśli długość *AB* równa się długości *CD*, to końce sztywnych prętów *AB* i *CD* można doprowadzić do koincydencji”.

„Jeśli długość *AB* równa się długości *CD*, to masy umieszczone w punktach *A* i *B*, a następnie *C* i *D*, wywoływać będą takie samo przyspieszenie”.

„Jeżeli *AB* równa się *CD*, to dwa wahadła o długości *AB* i *CD* będą miały takie same okresy wahań”²⁵.

Tylko zagorzały operacjonista może upierać się przy nonsensownym twierdzeniu, że mierzenie tworzy metrykę.

Grünbaum: Zgadzam się z profesorem Schlesingerem. Teza Riemanna o amorficzności naszej aktualnej przestrzeni, dopuszcza możliwość istnienia różnych klas kryteriów kongruencji niezgodnych między sobą. Żadna z różnych możliwych klas kryteriów nie jest jednak uprzywilejowana. Mimo to Riemann — a ja za nim — zgadzam się przyjąć jakąś określoną klasę kryteriów kongruencji pod warunkiem, że wszystkie kryteria dają te same wyniki przy wyznaczaniu kongruencji odległych od siebie przestrzeni interwałów oraz samokongruencji danego interwału w różnych czasach.

Falsyfikowalność *ND-conjecture* polega na tym, że kryteria — należące do tej samej klasy wzorców kongruencji — dawały przed ową nocą wyniki zgodne, zaś po owej nocy (gdy długości wszystkich ciał uległy podwojeniu, a pozostałe wzorce kongruencji nie zmieniły się) wyniki stały się niezgodne między sobą.

Ten nieporządek w ramach jednej klasy kryteriów kongruencji można moim zdaniem wytłumaczyć dwojako:

a) zakładając, że wymiary wszystkich przedmiotów, w tym także i sztaby metrycznej, uległy podwojeniu, natomiast inne kryteria nie uległy zmianie.

b) albo też — co jest w pełni równoważne — można założyć, że sztaba metryczna nie uległa zmianie, natomiast nastąpiła zmiana zależności w tych prawach natury, w których występuje długość — zmiana pole-

²⁴ Podwojenie sztab mierniczych łatwo wykryć dzięki zmianom, jakim ulegają wzorce kongruencji — np. okres wahań, szybkość światła itp. (Por. pierwsze wystąpienie Schlesingera w dyskusji).

²⁵ Schlesinger ma na myśli wahadła matematyczne. Poza tym zakłada on (*implicite*), że przyspieszenie jest takie samo dla obu wahadeł.

gająca na tym, że wszędzie, gdzie uprzednio występowało l (długość), będzie odtąd występować $l \cdot 2$.

Schlesinger: Moim zdaniem jedynie pierwszy opis ma charakter naukowy. Pozwala on bowiem na podstawie jednego zdarzenia — nagłego podwojenia wymiarów fizycznych — wyjaśnić wszystkie fakty, które miały miejsce. Drugi opis wyraża, w gruncie rzeczy, ten sam fakt fizyczny, tylko w sposób zagmatwany i niejasny.

Grünbaum: Pan Schlesinger jest w błędzie. Moim zdaniem oba opisy są równoważne i oba są równie naukowe. Oba opisy — każdy na podstawie jednej zasady — tłumaczą zaobserwowane fakty.

III. STANOWISKO AUTORKI

Dyskusja między Grünbaumem a Schlesingerem nasuwa szereg interesujących problemów metodologicznych. Rozpocznijmy od spraw bardziej szczegółowych.

Jest to sprawa eksperymentu myślowego i elementów fikcji w niej zawartych. Problem łączy się z pierwszym zarzutem, jaki w naszym wyimaginowanym dialogu wysunął Grünbaum wobec swego polemisty. Grünbaum zarzuca Schlesingerowi, że jego rozumowanie zawiera błąd. Błąd ma polegać na posługiwaniu się aktualnie panującymi prawami po to, aby wywnioskować jakie zdarzenia nastąpią po owej nocy, gdy wymiary wszystkich ciał uległy podwojeniu.

Owe zdarzenia — zdaniem Grünbauma — nie dają się jednak pogodzić z inwariantnością aktualnie panujących praw względem czasu²⁶.

Wydaje się, że w zarzucie Grünbauma tkwi nieporozumienie. Zanim przejdziemy do tego nieporozumienia, należy poświęcić kilka słów problemowi symetrii praw względem inwersji czasu.

Inwariantność praw względem czasu może być interpretowana jako taka ich właściwość, która sprawia, że prawa pozostałyby niezmiennione i obowiązywałyby również w takim wszechświecie, którego przeszłość i przyszłość są odwrócone w stosunku do wszechświata, w którym żyjemy²⁷.

Podane wyżej określenie nie jest bynajmniej jednoznaczne. Nie jest np. jasne czy symetria winna się wyrażać jedynie odwracalnością wszelkich procesów czy też stanowi ona właściwość związaną ze strukturą samych praw. Czy więc symetria praw manifestuje się jedynie charakterem zachodzących procesów, czy też na podstawie analizy samego prawa można orzec o jego inwariancji względem czasu.

Pierwsza z wymienionych interpretacji nasuwa szereg zastrzeżeń — choćby dlatego, że odwracalność (bądź nieodwracalność) procesu zależy nie tylko od praw, ale także od warunków początkowych i brzegowych

²⁶ *It therefore strikes me as ill-advised on Schlesinger's part to use the actual known laws of nature — podkreślenie Grünbauma — (e.g., the conservations laws for angular momentum etc.) as basis for calculating whether the hypothetical changes by the ND-conjecture would be accompanied by other compensatory changes so as render the detection of the hypothetical changes physically impossible. All that is at issue is whether we can specify logically possible observable occurrences to the falsifiability of the ND-conjecture not be compatibility of such occurrences with the time — invariance of the actual laws of nature. A. Grünbaum, Is a universal nacturnal expansion falsifiable or physically vacuous. „Philosophical Studies”, t. 15, nr 5.*

²⁷ Por. H. Mehleberg, *Physical Laws and Time's Arrow. Current Issues In The Philosophy of Science*. New York 1961, s. 108.

procesu. Wie o tym doskonale Grünbaum, który proponuje²⁸ wyznaczyć kierunek upływu czasu poprzez określone warunki początkowe i w oparciu o symetryczną w stosunku do inwersji czasu drugą zasadę termodynamiki. Prawa — w tej propozycji — są symetryczne, a mimo to w tzw. rozgałęzionej strukturze procesy przebiegają (lokalnie) w sposób nieodwracalny.

Bez wnikania w całą tę skomplikowaną problematykę, przyjmiemy za wystarczające dla potrzeb naszego artykułu określenie proponowane przez Mehlberga.

Sytuacja występująca w hipotezie *ND-conjecture* bezspornie prowadzi do zmiany obowiązujących praw. Tracą one swą inwariancję w stosunku do czasu. Określimy jako P_1 system praw obowiązujący przed fantastyczną nocą, zaś po nocy P_2 . Pierwszy system²⁹ różni się od drugiego w sposób oczywisty. Dla przykładu w systemie P_1 prawo grawitacji ma postać:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2},$$

gdzie: G — stała grawitacji, zaś w systemie P_2 to samo prawo przybiera postać:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{4r^2}$$

Używam terminu „system praw” aby podkreślić, że prawa aktualnie panujące na danym etapie tworzą system spójny.

Hipoteza *ND-conjecture* nie zakłada zmiany aktualnie panujących praw i wobec tego wolno się nimi posługiwać. Rozumowanie Schlesingera trzeba — wbrew Grünbaumowi — uznać za najzupełniej poprawne. Asymetria praw względem czasu stanowi nie punkt wyjścia, lecz konsekwencję rozważań Schlesingera. To, że prawa przestają być inwariantne względem inwersji czasu, jest efektem tego, że podwojenie wymiarów wszystkich ciał bez żadnej przyczyny — które nastąpiło owej nocy — jest zdarzeniem zupełnie niemożliwym, tj. sprzecznym z obowiązującymi prawami.

Zarówno hipoteza *ND* jak i *ND-conjecture* zawierają *implicite* — założenie, że żadna obiektywna przyczyna nie wywołała podwojenia wymiarów ciał. W świetle aktualnie panujących praw, zdarzenie, które nastąpiło bez żadnej przyczyny można nazwać *cudem*. Zachodzenie cudów jest niespójne z dotychczasową nauką. Jeśli więc zakłada się zachodzenie cudów, to musi ulec zmianie nauka, jej prawa i teorie. Zmiana polega między innymi na tym, że prawa zostają pozbawione swej niezmienniczości względem inwersji czasu. Przeszłość i przyszłość przestają być symetryczne.

Wydów mój może w tym miejscu nasunąć pewne wątpliwości. Mogłoby się wydawać, że kwestia czy zmiana wymiarów ciał miała czy nie miała przyczyny, nie ma zasadniczego znaczenia dla niezmienniczości praw względem czasu.

²⁸ A. Grünbaum, *Philosophical Problems of Space and Time*. New York 1963.

²⁹ System praw fizyki różni się od systemu dedukcyjnego tym, że w rzeczywistości na różnych etapach rozwoju nauki, występują w nim niespójności. Jednak nauka dąży do przywrócenia spójności systemowi różnymi drogami np. przez zmianę praw i teorii.

Wbrew pozorom ma ona jednak w tej kwestii znaczenie fundamentalne. Zdarzenie bez przyczyny (cud) jest to — inaczej mówiąc — zdarzenie sprzeczne z obowiązującymi prawami. System praw P_1 jest niespójny z bezprzyczynowym podwojeniem wymiarów ciał, to jest z procesem niezgodnym, nie wynikającym z aktualnie panujących praw. W tej sytuacji musi nastąpić zmiana praw. Aby nauka utworzyła na powrót system spójny — powstaje nowy system praw P_2 .

Można mówić o dwu spójnych układach:

- (1) System praw P_1 — normalne wymiary ciał,
- (2) System praw P_2 — podwojone wymiary ciał,

Przejęcie od układu (1) do układu (2) i odwrotnie wymaga zajścia cudu (zdarzenia sprzecznego z obowiązującymi prawami). Przejęcie od układu (1) do układu (2) jest związane z podwojeniem wymiarów wszystkich ciał. Powrót od (2) do (1) związany jest ze zmniejszeniem wymiarów wszystkich ciał.

Obrazowo można by to przedstawić w postaci filmu złożonego z trzech etapów. Część pierwsza — układ (1) — sytuacja przed fantastyczną nocą, druga — fantastyczna noc zmiany wymiarów, trzecia — układ (2) — nowy system praw i podwojone wymiary ciał. Taki film możnaby wyświetlać od części pierwszej do ostatniej i wspank od ostatniej do pierwszej. W pierwszym przypadku częścią środkową filmu byłaby fantastyczna noc podwojenia wymiarów wszystkich ciał, w drugim przypadku równie fantastyczna noc dwukrotnego zmniejszenia wymiarów ciał.

Jeśli Grünbaum kwestionuje — ze względu na elementy fikcji — rozumowanie Schlesingera, to podważa on tym samym prawomocność eksperymentów myślowych. Istotę eksperymentów myślowych stanowią — jak wiadomo — występujące w nich fikcje, uniemożliwiające ich praktyczną realizację. Takie fikcje zawierają np. znane eksperymenty myślowe Heisenberga, w których występują istoty reagujące na promienie wszelkiego rodzaju — istoty mogące „zobaczyć” ciała dowolnie małe.

Myślowe eksperymenty Heisenberga cieszą się zasłużonym uznaniem — pozwalają one bowiem wyjaśnić zasadę nieoznaczoności. W naukach empirycznych występuje wiele takich fikcji, jak na przykład gaz doskonały, układ izolowany itp., których heurystycznej roli nikt nie kwestionuje, mimo że nie są one realizowalne.

Bardzo interesujące z metodologicznego punktu widzenia jest pytanie jak daleko może sięgać fikcja w eksperymencie myślowym, aby był on jeszcze przydatny dla zrozumienia rzeczywistości. Gdzie przebiega granica między eksperymentem myślowym a bajką.

Próba znalezienia odpowiedzi na to ostatnie — na gruncie rozpatrywanej przez nas problematyki — łączy się z pytaniem czy można tak sformułować hipotezę o podwojeniu wymiarów wszystkich ciał, aby była ona empirycznie nieuchwytna, niefalsyfikowalna.

Grünbaum twierdząco odpowiada na to pytanie formułując hipotezę ND. Jeśli pewnej pięknej nocy uległyby podwojeniu wymiary wszystkich ciał (w tym sztaba metrycznej) oraz wszystkich operacyjnych wzorców kongruencji (zależnych bezpośrednio lub pośrednio od transportu), to taka zmiana byłaby niefalsyfikowalna w przestrzeni nieskwantyfikowanej.

Eksperyment, który opisuje Grünbaum, należy do grupy eksperymentów myślowych, zawierających wyjątkowo dużą ilość elementów fikcji. W ciągu nocy — którą można by nazwać szekspirowską nocą cza-

rów — zmianie ulega nieomal cała struktura obiektywnej rzeczywistości. Zmieniają się panujące prawa, zmieniają się wzorce kongruencji, nie zmieniają się tylko ich wzajemne relacje między sobą.

Gdyby założyć za Grünbaumem, że podwojeniu wymiarów ciał towarzyszyły zmiany wszystkich praw i wszystkich wzorców kongruencji, to należy przyznać, że byłyby one niemożliwe do wykrycia w sposób empiryczny. O zmianach tych można by powiedzieć — nie bez uszczypliwości pod adresem autora — że wprawdzie nie mają one przyczyn, za to cel ich jest wyraźny: kamuflują one nawzajem jedno drugie, aby hipoteza *ND* stała się niefalsyfikowalna.

Stwierdzenie empirycznej pustości hipotezy *ND* w przestrzeni ciągłej — takiej jak nasza — można by za Schlesingerem uznać za krańcowo nieciekawym truizmem, gdyby nie pomysłowość Grünbauma, który w sposób frapujący pokazuje, że nawet hipoteza *ND* byłaby falsyfikowalna w skwantyfikowanej przestrzeni.

A więc eksperyment myślowy Grünbauma, o którym zrazu można by sądzić, że rozmiary zawartej w nim fikcji przekraczają dopuszczalne w nauce granice, okazał się bardzo pożyteczny. Hipoteza *ND* — w grünbaumowskim sformułowaniu — pozwala bowiem głębiej zrozumieć rolę i znaczenie skwantyfikowania przestrzeni, w porównaniu z przestrzenią o charakterze ciągłym (tak jak nasza przestrzeń).

Z metodologicznego punktu widzenia nasuwa się tu wniosek, że nie wolno i nie należy *a priori* narzucać nauce granic, do których może sięgać fikcja w myślowych eksperymentach.

Dyskusja między Schlesingerem a Grünbaumem wnosi nowe elementy do polemiki między empiryzmem a konwencjonalizmem, chociaż żaden z dyskutantów nie reprezentuje stanowiska konwencjonalistycznego. Problem będący przedmiotem sporu wiąże się jak najściślej z rolą konwencji w naukach empirycznych.

Aby to wyjaśnić musimy kilka słów poświęcić zagadnieniom klasyfikacyjnym.

Przez konwencjonalizm w odniesieniu do nauki rozumie się pogląd, że prawa i teorie nie są jednoznacznie wyznaczone przez doświadczenie, ale zależą od aparatury pojęciowej, jaką będziemy się posługiwać, w szczególności od tego, jakie znaczenie terminów przyjmiemy w sposób konwencjonalny. Wybór jest dowolny.

Jednak dowolność wyboru może być rozumiana dwojako:

1° Tak, że dany wybór nie jest jednoznacznie określony przez zespół warunków i przyczyn, które ten wybór poprzedzają. Stanowisko to proponuję nazwać konwencjonalizmem *genetycznym*.

2° Tak, że wybór ten nie jest jednoznacznie wyznaczony w sposób jednoznaczny ze względu na cel, do którego zmierzamy — ze względu na zadanie, jakie zamierzamy osiągnąć. Stanowisko to będziemy nazywać konwencjonalizmem *metodologicznym*.

Według tej nomenklatury Poincaré nie reprezentuje konwencjonalizmu genetycznego. W wielu miejscach podkreśla on z naciskiem, że istnieje szereg przyczyn determinujących wybór geometrii Euklidesa dla opisu przestrzeni fizycznej. Te przyczyny to posiadane doświadczenie, które skłania do wyboru najprostszego sposobu opisu przestrzeni fizycznej: przyzwyczajenie, skłonności, wykształcenie i wiele innych przyczyn.

Poincaré jest natomiast umiarkowanym konwencjonalistą w sensie metodologicznym. Twierdzi on, że zupełnie dowolnie możemy wybrać

geometrię euklidesową bądź nieeuklidesową do opisu danej przestrzeni fizycznej. Wyimaginowany świat zamknięty w kuli, mieszkańcy owej kuli opiszą przy pomocy geometrii nieeuklidesowej, natomiast ludzie posługują się geometrią euklidesową do osiągnięcia tego samego celu.

Reichenbach — podobnie jak Poincaré — nie jest konwencjonalistą w sensie genetycznym. W sensie natomiast metodologicznym zajmuje on stanowisko umiarkowanego empiryzmu. Reichenbach — jak pisaliśmy — wbrew Poincarému twierdzi, że dla naszej aktualnej przestrzeni fizycznej nie możemy wybierać opisu w sposób zupełnie dowolny. Istnieje tylko jedna klasa opisów, które można uznać za empirycznie prawdziwe. Opisy należące do innych klas nie mogą być przydatne ponieważ konsekwencje z nich wynikające nie będą zgodne z wynikami doświadczenia. Nie spełnienie tego warunku dyskwalifikuje owe opisy z punktu widzenia nauk empirycznych. Określona struktura rzeczywistej przestrzeni redukuje — zdaniem Reichenbacha — wybór spośród wielu geometrii do jednej tylko klasy opisów. W ramach tej klasy wszystkie opisy są równie prawdziwe i mogą być wybrane w sposób dowolny.

Dyskusja między Schlessingerem a Grünbaumem prowadzi do wniosku, że dowolność wyboru geometrii i kongruencji jest jeszcze bardziej ograniczona strukturą rzeczywistości niż to sądził Reichenbach.

Nagle podwojenie wymiarów wszystkich ciał oznacza istotną zmianę obiektywnej rzeczywistości. Skoro struktura rzeczywistości uległa zmianie, to musi zostać wyeliminowana nowa podklasa spośród dotąd dozwolonej klasy opisów. Zostają wyeliminowane opisy oparte na takich wzorcach kongruencji, które w nowej sytuacji dają wyniki niezgodne między sobą.

Dyskusja wykazała z całą jasnością, że opis przestrzeni fizycznej zawiera dwa elementy związane wielostronnymi relacjami: geometrię i fizykę danej przestrzeni. Owa geometria powiązana jest z fizyką nie tylko przy pomocy definicji *explicite* przyporządkowujących określonym własnościom obiektów matematycznych, określone cechy obiektów fizycznych. Poza tym — poprzez całość praw i teorii fizycznych przyjętych w danym okresie — występują powiązania geometrii z fizyką w sposób uwikłany. Różne wzorce kongruencji oparte są na związkach i relacjach między różnymi prawami i teoriami. Od fizyki wymaga się, aby jej poszczególne prawa były spójne z całością — prowadzi to do wymogu zgodności między sobą różnych wzorców kongruencji (np. długość sztaby metrycznej, okres wahań wahadeł matematycznych, czy wielkość przyspieszenia wywołanego przez takie same masy).

Nasuwa się pytanie, czy nie można by zgodzić się na opis, w którym różne wzorce kongruencji dawałyby wyniki wzajemnie niezgodne. Sądzę, że jest to warunek, na który byłoby bardzo trudno przystać. Opis oparty na niezgodnych między sobą wzorcach kongruencji byłby niezmiernie skomplikowany — nie spełniałby tak cenionego w nauce postulatu prostoty³⁰.

W miarę upływu czasu opis ten stawałby się jeszcze bardziej skomplikowany. Rozwój nauki ujawnia bowiem coraz to nowe związki i relacje — dostrzegane dopiero z punktu widzenia nowych odkryć — między starymi prawami i teoriami. Ukazuje związki, których istnienia na

³⁰ Por. I. Szumilewicz, *Prostota a prawda*. „Gdańskie Zeszyty Humanistyczne”, 1966 z. 2, ss. 75—94.

poprzednim etapie rozwoju nauki nikt nawet nie podejrzewał. W ten sposób opis oparty na niezgodnych między sobą wzorcach kongruencji stawałby się — w miarę rozwoju nauki — niezmiernie skomplikowany, tj. nie przydatny dla nauki.

Dowolność konwencji — dotyczącej np. wyboru wzorca kongruencji — zostaje w ten sposób ograniczona warunkiem zgodności między sobą różnych wzorców kongruencji.

Wnioskiem z dyskusji między Grünbaumem a Schlesingerem jest konieczność zastąpienia umiarkowanego empiryzmu Reichenbacha bardziej zdecydowanym empiryzmem. Rola elementów konwencjonalnych w nauce jest bardziej ograniczona niż uprzednio przypuszczano — jest to ograniczenie podwójne — strukturą rzeczywistości i spójności nauki powiązanej w wieloraki sposób z doświadczeniem.

„ПРАВДА ЛИ, ЧТО ЗА ОДНУ НОЧЬ ВСЕ ПРЕДМЕТЫ УДВОИЛИ СВОИ РАЗМЕРЫ?”

В статье представлен новый этап дискуссии между сторонниками эмпиризма и последователями конвенционализма на тему роли конвенциональных элементов в эмпирических науках. Предметом рассуждений автора является эволюция взглядов на произвольность выбора конгруэнции физического пространства.

Статья состоит из трех разделов. Первый раздел носит исторический характер и состоит из двух частей. В первой части затронуты некоторые вопросы, связанные с созданием неевклидовой геометрии, а также проблемы, возникшие перед наукой вследствие множества систем геометрии. Во второй части изложены взгляды Пуанкаре на произвольность выбора конгруэнции физического пространства, а также подход Рейхенбаха к этой проблеме. Рейхенбах противопоставляет конвенционализму Пуанкаре идеи с позиции умеренного эмпиризма.

Во втором разделе дан анализ расхождения в подходе к вопросам конгруэнции между Грюнбаумом и Шлезингером в форме воображаемого диалога.

Шлезингер оспаривает упрочившееся мнение, будто удвоение в течение одной ночи размеров всех тел нельзя проверить эмпирически. С помощью удивительно простых аргументов Шлезингер доказывает, что такое явление привело бы к ряду последствий, легко уловимых опытным путем. Защищая свои идеи, Грюнбаум формулирует в двух вариантах гипотезу об удвоении размеров всех тел и связывает возможность искажения гипотез со структурой физического пространства (с ее непрерывным либо квантовым характером).

В последнем разделе автор излагает свой подход к исследуемым проблемам. Этот раздел содержит, кроме того, общие рассуждения о роли фикции в эмпирических науках и о некоторых аспектах экспериментов в области мышления.

Автор доказывает, что необходимо различить генетический конвенционализм от методологического конвенционализма в связи с интерпретацией термина „произвольность выбора”. Это позволяет констатировать, что эволюция взглядов Пуанкаре на конгруэнцию физического пространства со времен до наших дней ведет от методологического конвенционализма, а затем умеренного эмпиризма ко все более ярко выраженному эмпиризму.

В вопросе о конгруэнции физического пространства исследователи уже указывали на необходимость взаимного соответствия различных примеров конгруэнции. Таким образом роль конвенциональных элементов является более ограниченной, чем казалось раньше. Это ограничение вытекает из двух факторов, которыми являются структура действительности и единство науки, многосторонне связанной с опытом.

IS IT TRUE THAT ALL OBJECTS HAVE BECOME TWICE AS BIG IN THE
COURSE OF ONE NIGHT?

The article introduces the reader to the new stage of discussion between empiricism and conventionalism concerning the role of conventional elements in empirical sciences. The author is preoccupied with the evolution of opinions as to the freedom of choice of a physical space congruence.

The article consists of three chapters. The first is of a historical character and it is divided into two parts. The first presents chosen problems connected with the founding of non-Euclidean geometry and the problems science was confronted with because of the many geometrical systems. In the second part Poincare's ideas concerning the freedom of choice of a physical space congruence and Reichenbach's opinions in this matter are discussed. Reichenbach's moderate empiricism opposes the conventionalism of Poincare.

The second chapter presents the controversy concerning congruence between Grünbaum and Schlesinger, in the form of an imaginary dialogue. Schlesinger attacks the accepted viewpoint that the fact that all objects became twice as big in the course of one night could not be checked empirically. In a surprisingly simple way Schlesinger proves that such an event would cause a number of consequences that could be checked by experimenting. In his defence, Grünbaum gives two versions of the hypothesis concerning the duplication of all objects and he associates the falsification of the hypothesis with the structure of physical space (in its uniform or multiple character).

In the last chapter the author presents his own opinion on the mentioned subjects. This chapter also contains a discussion of the role of fiction in empirical sciences and of some aspects of experiments in thought.

The author proposes to differentiate between genetical conventionalism and methodological conventionalism from the point of view of the interpretation of the expression "freedom of choice". This differentiation makes it possible to state that the evolution of opinions on the congruence of physical space from Poincare to our time leads from methodological conventionalism, through moderate empiricism to a more and more emphatic empiricism.

As far as the congruence of physical space is concerned, attention has been drawn to the necessity of mutual harmony between various types of congruences. Thus the role of conventional elements turns out to be more restricted than it had been expected. This is a double restriction: through the structure of reality and the cohesion of science, connected in many ways with experiment.