

Anna Brożek, Jacek Jadacki

## **Eksperymenty myślowe w nauce**

1. Uwagi wstępne. 2. Eksperyment rzeczywisty. 3. Warianty definicji „eksperymentu rzeczywistego”. 4. Typy eksperymentów rzeczywistych. 5. Rzeczywisty eksperyment heurystyczny a rzeczywisty eksperyment testujący. 6. Eksperyment myślowy. 7. Typy eksperymentów myślowych. 8. Myślowy eksperyment heurystyczny i testujący. 9. Rzeczywisty a myślowy eksperyment testujący. 10. Eksperyment udany i nieudany. 11. Eksperymenty myślowe w fizyce. 11.1. Spadające kule. 11.2. Światło w pociągu. 12. Podsumowanie.

**Tomasz Bigaj: Komentarz do opisu eksperymentu ze światłem w pociągu**

Bibliografia

### **1. UWAGI WSTĘPNE**

Trudno sobie wyobrazić naukę bez eksperymentu myślowego. Po pierwsze, towarzyszy on nauce od starożytności,<sup>1</sup> poprzez średniowiecze<sup>2</sup> i nowożytność,<sup>3</sup> do czasów nam współczesnych.<sup>4</sup> Niektórzy utrzymują nawet, że pewne spośród kluczowych dla historii nauki eksperymenty — które zmieniły bieg tej historii — były właśnie eksperymentami myślowymi, przeprowadzonymi w umysłach genialnych

---

<sup>1</sup> Por. np. Rescher (1991).

<sup>2</sup> Por. np. King (1991).

<sup>3</sup> Por. np. Alanen (1991), George (1991), Lennox (1991) i Wilson (1991). I tak np. George pisze: „It [...] seems that some of the grander conclusions of the philosophers [...], their idealism, or scepticism, are comments or glosses on, or lessons taken from, constructions that we may reasonably describe as thought experiments” (1991: 282).

<sup>4</sup> Por. np. Horowitz (1991), Mohanty (1991), Norton (1991) i Thomason (1991).

fizyków. Po drugie, w niektórych dyscyplinach — np. matematyce<sup>5</sup> i filozofii<sup>6</sup> — nie stosuje się eksperymentów innych niż myślowe.

Stawiamy tu sobie za cel: skonstruowanie definicji „eksperymentu rzeczywistego” i „eksperymentu myślowego”, które w maksymalnym stopniu odpowiadają praktyce naukowej,<sup>7</sup> przedstawienie pewnej typologii eksperymentów rzeczywistych i myślowych oraz wskazanie ich funkcji w naukach przyrodniczych.

Realizując te cele — mamy świadomość ograniczeń, które tę realizację obciążają. Po pierwsze — termin „eksperyment myślowy” jest używany w sposób chwiejny i to nie tylko przez dyletantów, lecz także przez fachowców.<sup>8</sup> Zaproponowana przez nas definicja będzie więc miała rekonstrukcyjny — w sensie Łukasiewicza — charakter. Po drugie — analiza funkcji z konieczności oprze się tylko na kilku przykładach, spostrzeżeniach innych autorów oraz naszych (czasem mglistych) intuicjach.

W naszym tekście zasadniczo zdajemy sprawę z wyników naszej rekonstrukcji (gdzieniegdzie dajemy jedynie rozwiązania alternatywne). Uwagi o charakterze historycznym umieszczamy w przypisach.

## 2. EKSPERYMENT RZECZYWISTY

Zakładamy, że pomiędzy pojęciami eksperymentu rzeczywistego i eksperymentu myślowego zachodzi pewna analogia (innymi słowy — że eksperymenty rzeczywiste myślowe należą do wspólnej klasy procedur naukotwórczych). Rozpocniemy w związku z tym od rekonstrukcji pojęcia eksperymentu rzeczywistego.

Przypuśćmy, że osoba *O* zażyła truciznę. To, że osoba *O* zażyła truciznę, jest pewnym stanem rzeczy. Kiedy dwa stany rzeczy są takie, że zajście pierwszego pociąga za sobą zajście drugiego, będziemy mówili wtedy, że drugi jest zależny od pierwszego. Zależność taka jest również pewnym stanem rzeczy — można powiedzieć: stanem rzeczy wyższego rzędu.

Ogólnie rzecz ujmując: zależność taka może mieć m.in. charakter kauzalny, funkcjonalny lub semantyczny (a w szczególności logiczny). Będziemy mówili wtedy, że drugi stan rzeczy jest odpowiednio efektem, korelatem lub konsekwencją — a ogólnie: rezultatem — pierwszego stanu rzeczy. Przykładowo: efektem zażycia tru-

<sup>5</sup> Zob. Anapolitanos (1991: 87). Dodajmy jednak, że za rodzaj eksperymentu rzeczywistego można uznać pomiar, który mógł stać u początków uogólniających hipotez geometrycznych.

<sup>6</sup> Mohanty podkreśla, że eksperymenty myślowe zaczęto stosować na szeroką skalę we współczesnej filozofii analitycznej zwłaszcza po upowszechnieniu się pojęcia możliwego świata, podkreślając zarazem (nie jesteśmy pewni, czy słusznie), że możliwość jest w tym wypadku rozumiana jako możliwość logiczna (1991).

<sup>7</sup> Ponieważ są to definicje regulujące względem co najmniej niektórych definicji znanych w literaturze, trudno tu mówić o adekwatności.

<sup>8</sup> Zwraca na to uwagę m.in. Mohanty: „The term «thought experiment» does not [...] have any «ordinary extension», and, even as used in the context of the physical sciences, it has conflicting uses” (1991: 271).

cizny przez osobę  $O$  jest śmierć osoby  $O$ ; korelatem zatrucia u osoby  $O$  jest u osoby  $O$  gorączka; konsekwencją tego, że osoba  $O_1$  jest mężem osoby  $O_2$ , jest to, że osoba  $O_2$  jest żoną osoby  $O_1$ .

Będziemy mówili, że:

Osoba  $O$  obserwuje  $X$ -a, gdy osoba  $O$  uważnie przygląda się  $X$ -owi po to, aby dostrzec części  $X$ -a<sup>9</sup> lub zachodzące w  $X$ -ie zmiany.<sup>10</sup>

Zauważmy, że  $X$  może być w szczególności zbiorem pewnych stanów rzeczy połączonych różnymi zależnościami: obserwować można zarówno zażywanie trucizny, jak i ciąg, którego pierwszym elementem jest zażywanie trucizny, a drugim — efekt zażycia trucizny, tj. śmierć.

Kiedy mamy do czynienia z rzeczywistym eksperymentem?

Przypuśćmy, że stawiamy osobie  $O_1$  pytanie:

(1) Co jest efektem zażycia trucizny przez osobę  $O_2$ ?

Ogólnie:

(2) Co jest efektem  $X$ -a?

*Datum quaestionis* pytania (3) brzmi:

(3) Efektem  $X$ -a jest  $Y$ .

Jeżeli  $X$  nie był wywołany przez osobę  $O_1$  (gdyż np. osoba  $O_2$  z własnej woli zażyła truciznę — z punktu widzenia osoby  $O_1$  zażycie trucizny było więc «samoistne», a nie «sztuczne»), to aby odpowiedzieć na pytanie (1) wystarczy, jeżeli osoba  $O_1$  będzie obserwowała efekt  $X$ -a.

Jeśli  $X$  «samoistnie» (a więc bez udziału osoby  $O_1$ ) nie zachodzi — i jeśli osoba  $O_1$  ma odpowiedzieć na pytanie (2), a nie zna lub nie uznaje prawa, z którego taka odpowiedź by wynikała — to musi wywołać  $X$ .<sup>11</sup> Właśnie wtedy będziemy mieli do czynienia z eksperymentem rzeczywistym:

<sup>9</sup> Jak to sformułował Mill — „obserwatorem [...] jest nie ten, kto po prostu widzi rzecz, jaka jest przed jego oczami, lecz ten, kto widzi, z jakich części dana rzecz się składa” (1843: 587).

<sup>10</sup> Tak Podsiad definiuje „obserwację” w potocznym rozumieniu: jako „czynność (lub wynik) uważnego spostrzegania, mającą na celu dokładniejsze poznanie jakiejś rzeczy lub zjawiska” (2000: 576). Za „obserwację” w sensie metodologicznym uważa on natomiast „planowe (o ustalonej kolejności), systematyczne (w określonych odstępach czasu) i selektywne (wybierające elementy ważne) poznawanie jakiegoś fragmentu rzeczywistości, mające niekiedy na celu sprawdzenie postawionej hipotezy” (2000: 576). Podobną ideę wyraził wcześniej Kotarbiński, pisząc, że „obserwowanie jest to postrzeganie planowe” (1929: 352). Nie negując tego, że termin „obserwacja” bywa tak używany, tutaj ograniczamy się do rozumienia nazwanego przez Podsiada „potocznym”. Idziemy tu za Stępnem, według którego „OBSERWACJA to doświadczenie z uwagą, w określonym celu” (2007: 119).

<sup>11</sup> Jak pisze Ajdukiewicz — z eksperymentem mamy do czynienia, gdy „wpływamy lub próbujemy wpłynąć na naturalny tok zdarzeń lub stanu rzeczy, zmieniając w sposób dowolny i dobrze nam wiadomy warunki, w jakich on przebiega, i to w tym celu, by zaobserwować, czy i w jaki sposób wraz ze zmianą tych warunków zmienił się tok tych zdarzeń” (1965: 229). W ujęciu Sucha: Eksperymentem nazywa się w nauce procedurę doświadczalną, mającą na celu rozstrzygnięcie jakiegoś problemu teoretycznego, w której toku bądź wywołuje się samo badane zjawisko, bądź wpływa — poprzez modyfikację warunków — na jego przebieg” (1987: 120). Eksperymenty prze-

(4) Osoba  $O$  eksperymentuje rzeczywiście (przeprowadza eksperyment rzeczywisty) z  $X$ -em, gdy:

(a) osoba  $O$  wywołuje  $X$ -a

i

(b) osoba  $O$  ustala — za pomocą obserwacji — co jest efektem  $X$ -a.<sup>12</sup>

### 3. WARIANTY DEFINICJI „EKSPERYMENTU RZECZYWISTEGO”

Chociaż za punkt wyjścia do dalszych rozważań przyjmiemy definicję (4), rozważymy pewne definicje alternatywne.

Przypuśćmy, że  $X$  jest zażyciem chininy przez osobę  $O_2$ . Eksperyment z zażyciem chininy przez osobę  $O_2$  polegałby więc na wywołaniu zażycia chininy przez osobę  $O_2$  — czyli na podaniu chininy osobie  $O_2$  — i uważnym przyglądaniu się, co jest efektem podania chininy osobie  $O_2$ .

Rzecz jasna w eksperymencie takim mogłoby chodzić o osobę zarażoną malarią. Sytuację tę opisuje się bądź mówiąc, że chodzi o zażycie chininy przez osobę  $O_2$ , która jest zarażona malarią — bądź mówiąc, że chodzi o osobę  $O_2$  (znajdującą się) w warunkach zarażenia malarią.

Przy tym drugim ujęciu definicja „eksperymentu rzeczywistego” przybrałaby postać:

(1) Osoba  $O$  eksperymentuje rzeczywiście (przeprowadza eksperyment rzeczywisty) z  $X$ -em, gdy są takie warunki  $W$ , że:

(a) osoba  $O$  wywołuje  $X$ -a w warunkach  $W$ <sup>13</sup>

i

---

ciwstawia się przy tym obserwacji, zwracając uwagę na „czynny” charakter eksperymentu w porównaniu z bierną obserwacją oraz jego „teoretyczne ukierunkowanie”. Jak pisze Grobler: „Eksperyment nie jest prostą obserwacją tego, co doświadczenie przynosi. Eksperyment polega na zaaranżowaniu sytuacji stwarzającej okazję do obserwacji, która bez planowego działania uczonego mogłaby się nie nadarzyć. Ujmując rzecz nieco frywolnie, eksperyment różni się od obserwacji tym, czym przesłuchiwanie od podsłuchiwanie w śledztwie prowadzonym w sprawie przyrody” (2006: 24). Granica między eksperymentem a obserwacją nie jest jednak wyraźna: wskazuje się m.in. na fakt, iż każda obserwacja jest w pewnym stopniu uteoretyzowana, a pojęcie ingerencji w przebieg zdarzeń jest nieostre. Tutaj tego zagadnienia nie rozwijamy, zwłaszcza że nie ma ono zasadniczego znaczenia dla omawianych kwestii.

<sup>12</sup> Jak piszą Nowaczyk i Żołądowski — „eksperymentowanie [...] służy przede wszystkim stwierdzeniu zależności między zjawiskami, z którym przynajmniej jedno zostało celowo spowodowane przez badacza” (1974: 152).

<sup>13</sup> Twardowski utożsamiał eksperyment z działaniem opisanym w (a). Pisał: „Dowolne wywołanie zjawiska w warunkach dowolnych w celu przeprowadzenia nad nim obserwacji nazywa się «eksperymentem»” (1901: 90). Podobnie stawia sprawę Hajduk, pisząc, że eksperyment jest „dowolnie powtarzalnym wywoływaniem zjawiska (zdarzenia, stanu rzeczy) przyrodniczego, psychicznego, społecznego” (2002: 83). Takie rozumienie „eksperymentu” odnotowuje również — ale z dezaprobatą — Kotarbiński, pisząc: „Częstokroć [...] przez eksperyment rozumie się wszelkie wytworzenie «sztucznych» warunków obserwacji wraz z samą odpowiednią obserwacją” (1929: 352).

(b) osoba  $O$  ustala — za pomocą obserwacji — co jest efektem  $X$ -a w warunkach  $W$ .<sup>14</sup>

Obserwacja dotyczy zatem w tym wypadku nie tylko efektu  $X$ -a, lecz także warunków  $W$ . Dla prawomocności eksperymentu może bowiem być istotne, czy warunki  $W$  pozostają niezmienione w ciągu eksperymentu i czy nie wpływają na efekt  $X$ -a.

Zauważmy, że  $X$  — np. wspomniane zażycie chininy przez osobę  $O_2$  — można opisać również jako wpływanie na zdrowie osoby  $O_2$  lub jako zmianę osoby  $O_2$  (z niemającej chininy — na mającą chininę w organizmie). Dlatego terminu „eksperyment rzeczywisty” używa się czasem w sposób, który rejestrują definicje sprowadzalne do postaci następujących:

(2) Osoba  $O$  eksperymentuje rzeczywiście (przeprowadza eksperyment rzeczywisty) z  $X$ -em, gdy są takie warunki  $W$ , że:

(a) osoba  $O$  wpływa na stan  $X$ -a w warunkach  $W$

i

(b) osoba  $O$  ustala — za pomocą obserwacji — co jest efektem wpływania na stan  $X$ -a w warunkach  $W$ .<sup>15</sup>

(3) Osoba  $O$  eksperymentuje rzeczywiście (przeprowadza eksperyment rzeczywisty) z  $X$ -em, gdy:

(a) osoba  $O$  wywołuje zmianę w  $X$ -ie

i

(b) osoba  $O$  ustala — za pomocą obserwacji — co jest efektem zmiany w  $X$ -ie.<sup>16</sup>

<sup>14</sup> Według Kotarbińskiego „eksperyment [...] to tyle, co zabieg polegający na wywołaniu czegoś w takich właśnie, a nie innych warunkach, po to, by można było zaobserwować, czy w tych warunkach towarzyszy temu czemuś coś takiego a takiego” (1963: 352). Sformułowanie to ma dwie wady: (1) definicja jest dystynktywna (tj. *definiendum* jest identyczne z definiowanym terminem „eksperyment”), co sugeruje pełną wymienialność terminu „eksperyment” na *definiens*, podczas gdy w rzeczywistości taka wymienialność nie ma miejsc; (2) definicja jest za wąska, gdyż ogranicza eksperymenty do eksperymentów testujących.

<sup>15</sup> Tak można sparafrazować alternatywną definicję Hajduka, zgodnie z którą eksperyment polega na „wpływniu na [...] przebieg [zjawiska] w kontrolowalnych warunkach i poddawanie go systematycznej obserwacji” (Hajduk 2002: 83). Podobnie jest u Irvine’a: „Typically, a physical experiment can be defined as a designed intervention in nature or the laboratory whose observable consequences serve to test some hypothesis previously developed in light of both past observations and a particular theoretical context. Typically, too, the experiment is carried out under controlled, and hence reproducible, conditions. These conditions are associated with particular events or states of affairs from which more general conclusions regarding the nature of the world can then be generated. The observations made then often lead to a supplementing or revising of the original theoretical context” (1991: 151).

<sup>16</sup> Jak pisze Kotarbiński — „niektórzy [...] uważają za znamienne przy eksperymentowaniu wprowadzanie zmian w czymś jednym i badanie zmian towarzyszących temu w czymś innym lub w tym samym przedmiocie pod innym względem” (1929: 353). Tak ujmują eksperymentowanie m.in. Nowaczyk i Żołądowski: „Eksperyment jest badaniem układu celowo zmienianego; wpływamy celowo na tok zdarzeń lub stan rzeczy, by móc obserwować to, co jest skutkiem spowodowanych zmian. Skutkiem eksperymentu może być zajście jakiegoś nowego zjawiska lub zmiana przebiegu

Ujęcia powyższe uważamy za równoważne, tyle że są one w różny sposób uschematyzowane.

Ujęciem nierównoważnym z powyższymi jest uznanie eksperymentu rzeczywistego za odmianę obserwacji. W tym wypadku stawiamy sobie nie pytanie (2) z § 2, lecz pytanie:

(4) Jak przebiega zajście  $X$ -a?

Wtedy mamy:

(5) Osoba  $O$  eksperymentuje rzeczywiście (przeprowadza eksperyment rzeczywisty) z  $X$ -em, gdy:

(a) osoba  $O$  wywołuje zajście  $X$ -a

i

(b) osoba  $O$  ustala — za pomocą obserwacji — jak przebiega zajście  $X$ -a.<sup>17</sup>

Zauważmy, że w odróżnieniu od definicji (4) z § 2 chodzi tu o ustalenie *przebiegu*  $X$ -a, który w tym wypadku jest pewnym procesem.

Eksperyment rzeczywisty, w takim ujęciu, byłby więc po prostu obserwacją w sensie definicji z § 2 — tyle że obserwacją  $X$ -a wywołanego przez osobę  $O$ .

Warto zauważyć, że szczególnym przypadkiem  $X$ -a może być ciąg przyczynowo-skutkowy — np. zażycie trucizny przez osobę  $O_2$  i następująca po nim śmierć osoby  $O_2$ . Wtedy poprzednie ujęcia — (4) z § 2 i (1)-(3) z § 3 — byłyby szczególnymi przypadkami ujęcia (2) z tego paragrafu.

Jako tło dalszych rozważań przyjmujemy ujęcie (4) z § 2.

#### 4. TYPY EKSPERYMENTÓW RZECZYWISTYCH

W zależności od pewnych szczegółów — można wyodrębnić wśród eksperymentów następujące typy:<sup>18</sup>

zjawisk już istniejących” (1974: 153). Tak też stawia sprawę np. Podsiad w swojej definicji „eksperymentu”. Jest to — według niego — „zabieg badawczy polegający na wywołaniu określonego zjawiska w określonych warunkach, w celu stwierdzenia związków, np. przyczynowych, między zmianami warunków (zmienna niezależna) i zmianami zjawiska (zmienna zależna)” (2000: 211). Uszczegółowienie to nie jest skądinąd zgodne z jego definicją „eksperymentu diagnostycznego”, tj. „takiego, który dzięki nowym obserwacjom pozwala bliżej określić pewne cechy badanego przedmiotu” (2000: 211-212).

<sup>17</sup> Horowitz i Massey piszą wprost: „Observation itself can be passive and even unplanned, or active and artfully contrived. Observation of this second, deliberate sort is commonly known as *experimentation*” (1991: 1). To, że niekiedy eksperyment utożsamia się „obserwacją czynną (sponsored)”, sugeruje Hajduk (2002: 83). Tak jest np. u Wojtysiaka, według którego eksperyment jest to „obserwacja zjawiska celowo wywołanego przez obserwatora w sytuacji zaplanowanej” (2007: 344). Wojtysiak idzie tu zapewne za Stepniem, który pisze jeszcze dobitniej: „Eksperyment [...] to obserwacja (a więc spostrzeżenie) określonego stanu, zdarzenia lub procesu, wywołanego przez eksperymentatora (ewentualnie przy użyciu odpowiedniej aparatury) w sytuacji zaplanowanej (2007: 78).

<sup>18</sup> Nie podejmujemy się przeprowadzenia klasyfikacji eksperymentów rzeczywistych, która spełniałaby tradycyjne kryteria jej logicznej poprawności.

(a) eksperymenty teoretyczne (których celem jest heureka, test lub selekcja — zob. w tej sprawie niżej) i dydaktyczne (których celem jest tylko demonstracja odpowiednich procedur<sup>19</sup>);

(b) eksperymenty orientacyjne (próbne), konstytutywne (główne) i kontrolne (w stosunku do konstytutywnych?);<sup>20</sup>

(c) eksperymenty autentyczne (przeprowadzane na obiektach «oryginalnych») i modelowane (przeprowadzane na modelach owych obiektów<sup>21</sup>);

(d) eksperymenty laboratoryjne (które przebiegają w warunkach laboratoryjnych) i naturalne (które przebiegają w warunkach naturalnych — zmodyfikowanych jedynie interwencją eksperymentatora polegającą na wywołaniu danego stanu rzeczy);<sup>22</sup>

(e) eksperymenty heurystyczne (mające na celu ustalenie, jakie są rezultaty pewnych stanów rzeczy),<sup>23</sup> testujące (mające na celu sprawdzenie wysuniętej hipotezy)<sup>24</sup> i selekcyjne (mające na celu wybór jednej spośród konkurencyjnych hipotez);<sup>25</sup>

(f) eksperymenty konstruktywne (tj. eksperymenty testujące mające potwierdzić testowaną hipotezę)<sup>26</sup> i destruktywne (tj. mające ją obalić).<sup>27</sup>

Zauważmy, że typologie (b)-(f) są względem typologii (a) niezależne. Niezależne względem siebie są także typologie (b) i (c), (b) i (d), (b) i (e), (c) i (e). Jeśli chodzi

---

<sup>19</sup> Zob. np. Hajduk (2002: 83). Eksperymenty dydaktyczne przeprowadza się jedynie w celu zobrazowania teorii (np. na szkolnych zajęciach fizyki). Różni je od eksperymentów teoretycznych duży stopień subiektywnej pewności co do uzyskania przewidzianego rezultatu. Przypomina to sytuację ćwiczenia polegającego na dowodzeniu skądinąd dowiedzionych już też jakiejś teorii zaaksjomatyzowanej.

<sup>20</sup> Por. Hajduk (2002: 83).

<sup>21</sup> Jako przykład takiego „zastępczego” eksperymentu — Hajduk podaje — „symulacje komputerowe” (2002: 83).

<sup>22</sup> Jak pisze Hajduk — eksperyment laboratoryjny „przebiega w warunkach kontrolowanych przez eksperymentatora”, natomiast naturalny — „w warunkach możliwie najmniej modyfikowanych, zaś dokonywane obserwacje dotyczą zmian, o ile posiadają one wyraźne przyczyny oraz klarowny przebieg” (2002: 83).

<sup>23</sup> Według Hajduka chodzi w nich o ustalenie „nowych faktów o własnościach badanych obiektów oraz zależności między nimi” (2002: 83).

<sup>24</sup> Według Hajduka — eksperyment testujący (czyli sprawdzający) — to eksperyment „pozwalający ustalić nowe fakty o własnościach badanych obiektów oraz zależności między nimi” (2002: 83).

<sup>25</sup> Nowaczyk i Żołądowski piszą, że eksperymenty takie są „podejmowane wtedy, gdy chodzi o uzasadnienie tezy, że z dwóch tych możliwych odpowiedzi na dane zagadnienie pierwsza a nie druga (lub odwrotnie) jest odpowiedzią prawdziwą” (1974: 153). W ujęciu Hajduka — eksperyment selekcyjny lub inaczej rozstrzygający, krzyżowy (*experimentum crucis*) „pozwała rozstrzygnąć na rzecz jednej z konkurencyjnych hipotez” (2002: 38). Podobnie charakteryzuje go Wojtysiak — jako eksperyment „rozstrzygający o wyborze jednego z dwóch konkurencyjnych rozwiązań określonego problemu” (2007: 344).

<sup>26</sup> Jak pisze Kotarbiński — „robiąc [taki] eksperyment [...] idzie nam o poparcie [pewnej] tezy” (1929: 353).

<sup>27</sup> W wypadku takich eksperymentów — „idzie nam o to, by [pewną] tezę odrzucić” (Kotarbiński 1929: 353).

o typologii (b) i (e), to eksperymenty orientacyjne i konstytutywne mogą być zarówno heurystyczne, jak i testujące lub selekcyjne, a eksperymenty kontrolne można uważać za rodzaj eksperymentów testujących lub selekcyjnych (w odniesieniu do rezultatów odpowiednich eksperymentów orientacyjnych i konstytutywnych). Natomiast w wypadku typologii (c) i (d) — eksperymenty modelowane są typem eksperymentów laboratoryjnych. Wreszcie w wypadku typologii (e) i (f) — ta druga jest oczywiście typologią eksperymentów testujących, a nie klasy eksperymentów wziętej *in toto*.

Ze względu na wagę pojęć rzeczywistego eksperymentu heurystycznego i testującego<sup>28</sup> — dla rekonstrukcji pojęcia eksperymentu myślowego — zajmmy się teraz krótko tymi pojęciami.

### 5. RZECZYWISTY EKSPERYMENT HEURYSTYCZNY A RZECZYWISTY EKSPERYMENT TESTUJĄCY

Z rzeczywistym eksperymentem heurystycznym — przypomnijmy — mamy do czynienia wtedy, gdy chcemy ustalić, co jest efektem stanu rzeczy określonego przez nas typu. Dokładniej:

(1) Jeśli osoba  $O$  chce ustalić w drodze eksperymentu rzeczywistego odpowiedź na pytanie:

(a)  $\wedge x (Px \Rightarrow ?x)$ ,<sup>29</sup>

to osoba  $O$  powinna dla pewnego  $a$  wywołać to, że:

(b)  $Pa$ ,

i ustalić — w drodze obserwacji — przy jakim  $X$  jest tak, że:

(c)  $Pa \Rightarrow Xa$ .

Od razu zaznaczmy, że nie jest to łatwe zadanie — m.in. dlatego, że:

(a) związek pociągania nie jest (nigdy? na ogół?) spostrzegalny;

(b) niezbędnym warunkiem tego, że dla pewnego  $X$  zachodzi (c), jest to, że to, że  $Xa$ , jest późniejsze od tego, że  $Pa$ ;

(c) to, że  $Pa$ , pociąga (zawsze? na ogół?) więcej niż jeden stan rzeczy.

Jest jasne, że zaryzykowanie hipotezy, że to  $Q$  jest owym poszukiwanym  $X$ , a więc, że odpowiedź na pytanie (a) brzmi:

(d)  $\wedge x (Px \Rightarrow Qx)$ ,

wymaga zaobserwowania, że dla wielu przedmiotów zachodzi (d). Zwykle dopiero taki ciąg pojedynczych eksperymentów uważa się za eksperyment heurystyczny.

Rozważmy z kolei strukturę eksperymentu testującego.

<sup>28</sup> Pomijamy sprawę eksperymentu selekcyjnego, gdyż da się on zinterpretować w kategoriach eksperymentu testującego.

<sup>29</sup> Jest to symboliczny zapis pytania, którego quasi-naturalnojęzykowy odpowiednik brzmi: „Jaki stan przedmiotu należącego do pewnej określonej klasy jest rezultatem tego, że przedmiot  $x$  jest  $P$ ?”.



Z rzeczywistym eksperymentem testującym mamy do czynienia wtedy, gdy chcemy sprawdzić pewną wysuniętą uprzednio hipotezę. Dokładniej:

(2) Jeśli osoba  $O$  chce sprawdzić w drodze eksperymentu rzeczywistego, czy:

(a)  $\wedge x (Px \Rightarrow Qx)$ ,

to osoba  $O$  powinna dla pewnego  $a$  wywołać to, że:

(b)  $Pa$ ,

i ustalić — w drodze obserwacji — czy:

(c)  $Pa \Rightarrow Qa$ .

Jeśli okaże się, że  $Pa \Rightarrow Qa$ , to osoba  $O$  potwierdziła (w pewnym stopniu) hipotezę (a). Jeśli natomiast okaże się, że nieprawda, że  $Pa \Rightarrow Qa$ , to osoba  $O$  obaliła hipotezę (a).

## 6. EKSPERYMENT MYŚLOWY

W jakim sensie przeprowadzenie eksperymentu myślowego jest analogonem przeprowadzenia eksperymentu rzeczywistego?

Otóż odpowiednikiem wywołania pewnego stanu rzeczy w eksperymencie rzeczywistym jest w eksperymencie myślowym *założenie* lub *wyobrażenie sobie* zajścia pewnego stanu rzeczy (*scil.* że pewien stan rzeczy zachodzi).<sup>30</sup> W braku lepszego terminu za *genus proximum* założenia i wyobrażenia sobie czegoś przyjmujemy przedstawienie sobie czegoś.

Natomiast odpowiednikiem obserwacji rezultatu eksperymentu jest w wypadku eksperymentów myślowych odpowiednie rozumowanie.

Powiemy więc — parafrazując odpowiednio definicję „eksperymentu rzeczywistego” z § 2 — że:

Osoba  $O$  eksperymentuje myślowo (przeprowadza eksperyment myślowy) z  $X$ -em, gdy:

(a) osoba  $O$  przedstawia sobie  $X$ -a

i

(b) osoba  $O$  ustala — za pomocą rozumowania — co jest efektem  $X$ -a.

Nazwijmy  $X$ -a „bazą eksperymentu myślowego”, a zależność między  $X$ -em a efektem  $X$ -a „rezultatem eksperymentu myślowego”.

Kluczowe jest tutaj, na jakiej podstawie osoba  $O$  z przedstawienia sobie  $X$ -a wyprowadza przedstawienie sobie efektu  $X$ -a — a więc na jakiej podstawie ustala re-

<sup>30</sup> Tak stawia sprawę m.in. Brown (1991a: 1) — pisząc, że eksperyment myślowy to coś, co przypomina eksperyment empiryczny, tyle że odbywa się w „laboratorium naszego mózgu”. Hajduk z kolei pisze, że eksperyment myślowy — to eksperyment „odbywający się bez jakichkolwiek manipulacji fizycznych (dotyczy sytuacji, która może mieć miejsce, jeśli zostanie zrealizowany proponowany scenariusz zdarzeń)” (2002: 83). Tak jest też u Wojtysiaka, według którego eksperyment myślowy polega na „pojęciowym lub wyobraźniowym przedstawieniu i analizie pewnej możliwej lub fikcyjnej sytuacji” (2007: 344).

zultat swojego eksperymentu myślowego. Innymi słowy — co przesądza o tym, że osoba przeprowadzająca eksperyment przedstawia sobie jako rezultat bazy taki, a nie inny stan rzeczy? Co steruje jego umysłem, a w szczególności wyobraźnią? Analiza wielu procedur określanych mianem „eksperymentu myślowego” każe nam sądzić, że podstawą tą musi być jakieś uznane już, w każdym razie przez osobę przeprowadzającą eksperyment myślowy, prawo lub ciąg praw, z których w koniunkcji ze zdaniem stwierdzającym bazę wynika zdanie stwierdzające rezultat eksperymentu myślowego.

Będziemy nazywać to prawo — *resp.* te prawa — „horyzontem eksperymentu myślowego”.

## 7. TYPY EKSPERYMENTÓW MYŚLOWYCH

Wśród eksperymentów myślowych da się wyróżnić typy podobne do tych, które wyodrębniliśmy wśród eksperymentów rzeczywistych (z wyjątkiem pary: eksperymenty laboratoryjne i naturalne); można więc przeprowadzać eksperymenty myślowe: (a) teoretyczne i dydaktyczne; (b) orientacyjne, konstytutywne i kontrolne; (c) autentyczne i modelowane; (d) heurystyczne, testujące i selekcyjne;<sup>31</sup> (e) konstruktywne i destruktywne.<sup>32</sup>

Poza tym są wśród nich typy specyficzne, a mianowicie:

(f) eksperymenty supozycyjne, w których baza jest założona,<sup>33</sup> i eksperymenty imaginacyjne, w których baza jest wyobrażona,<sup>34</sup>

<sup>31</sup> Niewykluczone, że poza testującymi (i selekcyjnymi) — eksperymenty myślowe miewają cele perswazyjne. O takich eksperymentach perswazyjnych w lingwistyce pisze Thomason (1991: 247-248). Zauważmy przy okazji, że odwoływanie się do intuicji językowych przy testowaniu hipotez lingwistycznych — to w istocie przeprowadzanie eksperymentów rzeczywistych.

<sup>32</sup> Brown jako przykład pierwszych podaje eksperyment Newtona z obracającym się czerpakiem, wykorzystywany dla poparcia Newtonowskiej teorii absolutnej przestrzeni i czasu, a drugich — z tzw. kotem Schrödingera, wykorzystywany dla obalenia kopenhaskiej interpretacji mechaniki kwantowej. Brown zwraca uwagę, że niektóre eksperymenty myślowe służą zarazem do potwierdzenia jednej i obalenia drugiej, konkurencyjnej hipotezy; jako przykład podaje eksperyment z kulą armatnią i muszkietową Galileusza, wykorzystywany zarazem dla potwierdzenia teorii Galileusza i dla obalenia teorii Arystotelesa (Brown 1991b).

<sup>33</sup> Rescher utożsamia myślowe eksperymenty supozycyjne z myślowymi eksperymentami *tout court*. „A „thought experiment” is an attempt to draw instruction from a process of hypothetical reasoning that proceeds by eliciting the consequences of a hypothesis which, for aught that one actually knows to the contrary, may well be false. It consists in reasoning from a supposition that is not accepted as true — perhaps is even known to be false — but is assumed provisionally in the interests of making a point of resolving a conclusion” (1991: 31). Podobnie jest u Nortona, który tak charakteryzuje warunki niezbędne bycia eksperymentem myślowym: „Thought experiments [w fizyce] are arguments which: (i) posit hypothetical or counterfactual states of affairs [inaczej nie byłby eksperymentem myślowym], and (ii) invoke particulars irrelevant [pod większością względów?] to the generality of the conclusion [inaczej nie byłby eksperymentem]” (1991: 129). Nieco inaczej ujmuje

(g) eksperymenty faktualne, tj. takie, w których baza jest czymś, co nie zachodzi, ale może zajść w rzeczywistości,<sup>35</sup> i kontrfaktualne, tj. takie, które nie mogą stać się eksperymentami rzeczywistymi.<sup>36</sup>

Te ostatnie dwie pary typów — (f) i (g) — wymagają trzech komentarzy.

Po pierwsze — eksperymenty, zwane przez niektórych „eksperymentami introspekcyjnymi”, są w istocie eksperymentami rzeczywistymi, tylko dotyczącymi psychicznych stanów rzeczy.<sup>37</sup>

---

to Lennox: „Thought experiments are: [a] tests of a theory’s explanatory potential which [b] posit hypothetical or counterfactual test conditions and [c] invoke particulars which are irrelevant to the generality of the theory, and which [d] are selected to instantiate feature of the theory under special consideration” (1991: 236). Według Nortona cechą charakterystyczną eksperymentów myślowych jest to, że są one zasadniczo eliminowalne (1991: 131).

<sup>34</sup> Eksperyment imaginacyjny ma na myśli Kotarbiński, kiedy pisze, że w wypadku eksperymentu myślowego ktoś „uprzytamnia [...] sobie tylko, co by było przy zmianie pewnych okoliczności”, a więc „wprawdzie tylko w myśli — wprowadza się [...] zmiany i bada, co im towarzyszy” (Kotarbiński 1929: 353); podobnie Podsiad uważa eksperyment myślowy za „uprzytomnienie sobie ewentualnego przebiegu eksperymentu rzeczywistego i wysnuwanie na tej podstawie odpowiednich wniosków” (2000: 212). Podsiad dodaje że „postępowanie takie na ma wprawdzie wartości dowodowej, ale może mieć wartość heurystyczną” (2000: 212).

<sup>35</sup> Czasem uważa się, że właściwymi eksperymentami myślowymi są eksperymenty zasadniczo faktualne. Janis np. pisze: „There are two characteristics of a though experiment [...] [in physics]. First, a thought experiment as a description of an experimental procedure as well as its outcome or possible outcomes. (In referring to an experimental procedure, I do not mean to imply that the experiment could actually be carried out. The reasons could range from technological difficulties that could, in principle be overcome to difficulties of principle; for example, it may be desirable in a though experiment to suppose that the universe were quite different from the way it actually is.) Second, the outcome or possible outcomes must be deduced by reasoning consistent with a given theoretical framework” (1991: 113). Podobne jest stanowisko Browna: „We recognize them [*scil.* thought experiments] when we see them: they are visualizable; they involve mental manipulation; they are not the mere consequence of a theory-base calculation; they are often (but not always) impossible to implement as real experiments, either because we lack the relevant technology or because they are simply impossible in principle” (1991b: 122). Za dopuszczeniem uznania eksperymentów faktualnych za rodzaj eksperymentów myślowych — a może nawet za ich utożsamienie — opowiada się także Laymon (1991).

<sup>36</sup> Do niurzeczywistialnych eksperymentów myślowych należy tzw. analiza imaginatywna — tak jak ją charakteryzuje Szubka: „ANALIZA IMAGINATYWNA przyjmuje postać wyobrażenia lub przedstawiana sobie, jak stosowalibyśmy nasze pojęcia, kategorie i rozróżnienia w sytuacjach innych od tych znanych z rzeczywistego świata. Wydaje się ona atrakcyjnym sposobem ustalania stałych, nieprzygodnych związków i wyszukiwania rozmaitych kontrprzykładów dla zastanych rozwiązań. Wykorzystanie jej do ustalania tez metafizycznych wymaga założenia prawomocności przejścia od tego, co pojmowalne (lub niepojmowalne) do tego, co metafizycznie możliwe (lub niemożliwe)” (2000: 207). *Nb.* Eksperymenty kontrfaktualne opisywane bywają w literaturze jako paradoksy, gdyż mają strukturę podobną do rozumowań antynomialnych.

<sup>37</sup> Chodzi np. o sprawdzanie hipotez lingwistycznych, a w szczególności gramatycznych czy semantycznych, przez odwoływanie się do odpowiednich intuicji użytkowników danego języka.

Po drugie — kontrfaktualność może mieć charakter ontyczny, ale także techniczny i etyczny. Bywa, że pewien stan rzeczy nie może zajść, gdyż tak jest urządzony świat, ale bywa, że dlatego, iż my (jeszcze) nie możemy go wywołać — albo uważamy, że nie powinien zostać wywołany, gdyż byłoby to pogwałcenie jakichś norm moralnych.<sup>38</sup>

Po trzecie — wielu badaczy stoi na stanowisku, że termin „eksperyment myślowy” należy zarezerwować wyłącznie dla eksperymentów imaginacyjnych i kontrfaktualnych.<sup>39</sup> Uzasadnia się to tym, że tzw. eksperymenty supozycyjne są jedynie pewnymi szczególnymi przypadkami «zwykłych» rozumowań,<sup>40</sup> a eksperymenty faktualne — to nic innego, jak «projekty» eksperymentów rzeczywistych.<sup>41</sup> Nie chcemy jednak tutaj tej sprawy przesądzać.

Powiedzmy jednak wyraźnie, jakich procedur za eksperymenty myślowe nie uważamy.

Jako odmianę eksperymentów myślowych wymienia się np. tzw. eksperymenty eksplanacyjne.<sup>42</sup> Ich opis pozwala utożsamić je z zakładaniem prawdziwości pewnego zdania, gdy nie jest ono jawnie fałszywe, a stanowi oczywistą rację pewnego innego zdania, dla którego jeszcze nie mamy «lepszey» racji.<sup>43</sup> Jest to zatem nic innego

Por. w tej sprawie np. Gale (1991) i Thomason (1991).

<sup>38</sup> O tym ostatnim wypadku wspomina m.in. Thomason (1991: 250).

<sup>39</sup> Do obrońców stanowiska, że każdy eksperyment myślowy jest eksperymentem kontrfaktualnym (lub uważanym za taki przez eksperymentatora), należy Rescher: „This is in fact only one, particularly strong form of thought experiment. When the detective reasons, «Now suppose that the butler did it...», at some early stage of the investigation, his reasoning is clearly not unraveled as a thought experiment if it eventually turns out that he indeed did so” (1991: 40-41). Podobne stanowisko zajmuje m.in. Mohanty, który pisze: „A genuine thought-experiment — if our talk about thought-experiments is to be significant — must be a process which cannot be reiterated physically” (1991: 263). Warunek ten spełniają — według niego — eksperymenty myślowe Kanta z *Krytyki czystego rozumu* oraz fenomenologiczna wariacja imaginacyjna (ejdetyczna). Przy okazji Mohanty ustosunkowuje się do zarzutów kierowanych wobec metody wariacji imaginacyjnej, krytykowanej za *circulus* eksplikacyjny. Krytycy tej metody zwracają uwagę na to, że aby ustalić na podstawie analizy egzemplifikacji *X*-a, co jest istotą *X*-a (przez ustalenie, jakich własności można tę egzemplifikację pozbawić bez utraty tego, że przestanie być taką egzemplifikacją), trzeba już przedtem wiedzieć, co jest istotą *X*-a, gdyż bez tego nie da się rozstrzygnąć, czy analizowany przedmiot jest rzeczywiście egzemplifikacją *X*-a. Mohanty zwraca uwagę na to, że na zarzut taki (lub — dodajmy — zarzut regresu *ad infinitum*) narażona jest każda procedura eksplikacyjna. Innego zdania w omawianej sprawie jest Irvine, który zalicza do eksperymentów myślowych zarówno eksperymenty kontrfaktualne, jak i faktualne (1991: 150-151). Podobnie chyba jest u Nortona (1991).

<sup>40</sup> Por. też np. Norton (2004). Za rodzaj rozumowania — jak się zdaje — uznaje eksperyment myślowy wielu matematyków. Por. Anapolitanos (1991: 94).

<sup>41</sup> Z tego zapewne powodu Thomason nazywa je „eksperymentami inicjującymi” (1991).

<sup>42</sup> Przykłady eksperymentów eksplanacyjnych, apagogicznych (*negatively demonstrative experiments* lub *refutatory experiments*), przez *reductio ad absurdum*, sceptycznych, *per analogiam* i *a contrario* — stosowanych przez presokratyków — podaje Rescher (1991).

<sup>43</sup> W sformułowaniu Reschera wygląda to tak: „*X* is hard to account for, but if we assume that *P*,

jak wyjaśnianie, czyli rozumowanie, w którym dla uznanego zdania wskazujemy hipotetyczną rację.

Inną odmianą eksperymentów myślowych miałyby być tzw. eksperymenty apagogiczne i przez *reductio ad absurdum*. Okazuje się, że można je utożsamić z wykazaniem prawdziwości pewnego zdania poprzez wyprowadzenie fałszu — lub odpowiednio fałszu logicznego — z założenia o fałszywości owego zdania. Jest to zatem nic innego jak dowodzenie.<sup>44</sup>

Coś podobnego można powiedzieć o tzw. eksperymentach *per analogiam* i *a contrario*. Przypominają one — sądząc znowu z opisu — wnioskowania zawodne funkcjonujące jako znane chwytły erystyczne: z tego, że *A* ma cechę *C*, a *B* jest podobne do *A*, wnioskuje się, że i *B* ma cechę *C*; z kolei z założenia, że nic nie ma cechy *C* (np. nie jest gorące albo nie jest niczego przyczyną), wnioskuje się, że nic nie mogłoby też mieć korelatywnej cechy *D* (w tym wypadku nie mogłoby być zimne albo odpowiednio nie mogłoby być niczego skutkiem), a tymczasem cecha *D* pewnym przedmiotom przysługuje — zatem musi też czemuś przysługiwać cecha *C*.

## 8. MYŚLOWY EKSPERYMENT HEURYSTYCZNY I TESTUJĄCY

Rozważmy teraz, jaką strukturę mają myślowe odpowiedniki heurystycznych i testujących eksperymentów rzeczywistych.

(1) Jeśli osoba *O* chce ustalić w drodze eksperymentu myślowego odpowiedź na pytanie:

(a)  $\wedge x (Px \Rightarrow ?x)$ ,

to osoba *O* powinna dla pewnego *a* przedstawić sobie, że:

(b) *Pa*,

i ustalić — w drodze rozumowania — przy jakim *X* jest tak, że:

(c)  $Pa \Rightarrow Xa$ .<sup>45</sup>

Co jest horyzontem takiego eksperymentu?

Nie może być nim oczywiście prawo o postaci:

(d)  $\wedge x (Px \Rightarrow Qx)$ ,

ponieważ (d) jest po prostu odpowiedzią na (a). Zdanie (d) będziemy nazywać „obiektem eksperymentu myślowego”.

---

which we certainly don't know but which is not inherently implausible, then we obtain a perfectly good explanation of *X*” (1991: 32).

<sup>44</sup> Mówi się także o tzw. eksperymentach sceptycznych. Uznajemy w nich to, że *p*, oraz że z tego, że *p*, wynika to, że *q* — a zarazem co prawda wydaje się nam, że *q*, ale nie wykluczamy, że nie-*q*; skoro zaś tak — to nie jest też wykluczone, że nie-*p*. Jest to — jak widać — nic innego jak wnioskowanie o szczególnych przesłankach.

<sup>45</sup> Szczególny wypadek polega tutaj na tym, że formułę (c) spełnia więcej niż jeden predykat będący podstawieniem ‘*X*-a’. Rezultatem eksperymentu byłaby więc pewna formuła alternatywna (na którą nakłada się na ogół co najmniej warunek niesprzeczności wewnętrznej).

Horyzontem musi być zatem coś innego nie — obiekt eksperymentu. Najprostszymi wypadkami polegałoby na tym, że horyzont składałby się tutaj np. z dwóch praw:

(e)  $\wedge x (Px \Rightarrow Rx)$

i

(f)  $\wedge x (Rx \Rightarrow Qx)$ .

Na podstawie (b) oraz (e) i (f) (a także założenia, że  $a$  należy do zakresu zmienności zmiennej ' $x$ ') osoba  $O$  może — rzecz jasna — wyprowadzić to, że:

(g)  $Qa$ .

Powstaje jednak pytanie, po co zakładać lub wyobrażać sobie, że (b), skoro to, że:

(h)  $Pa \Rightarrow Qa$

okazuje się podstawieniem prawa (d), które przecież wynika z koniunkcji (e) i (f)?

Jeśli rekonstrukcja powyższa jest adekwatna, to wyglądałoby na to, że myślowy eksperyment heurystyczny nie odkrywa żadnej zależności — tylko co najwyżej jest jej ilustracją: wskazuje przykład pewnych już znanych zależności.

Trzeba jednak pamiętać, że zachodzą wypadki, w których jest czymś więcej niż tylko taką ilustracją.

Po pierwsze, może być tak, że zależność (d) wynika z horyzontu, ale jest to wynikanie «skomplikowane» (gdyż np. horyzont jest koniunkcją bardzo wielu zdań) i dopiero eksperyment uzmysławia zachodzenie tego wynikania. Eksperyment spełnia wtedy funkcję symplifikacyjną.

Po drugie, może być tak, że horyzont nie należy do tzw. wiedzy powszechnie uznanej, lecz do zestawu hipotez autora eksperymentu; eksperyment ma wtedy na celu przekonanie społeczności uczonych do tej hipotezy. Ma on wtedy wartość jedynie perswazyjną.

Po trzecie, może być tak, że zależność (d) pojawia się w umyśle osoby przeprowadzającej eksperyment w momencie wyobrażenia sobie bazy, które w niepoddający się dyskursywnemu opisowi narzuca «nieodparcie» tej osobie to, że rezultatem eksperymentu jest to, że  $Qa$ . Eksperyment spełnia wtedy funkcję «inkubacyjną».

Jeśli z kolei chodzi o myślowy eksperyment testujący, to zauważmy najpierw, że nie można przedstawić procedury testującej, odwołującej się do eksperymentu myślowego — analogicznie do ujęcia rzeczywistego eksperymentu testującego, a więc formuły z § 7, i powiedzieć że:

(2) Jeśli osoba  $O$  chce sprawdzić w drodze eksperymentu myślowego, czy:

(a)  $\wedge x (Px \Rightarrow Qx)$ ,

to osoba  $O$  powinna dla pewnego  $a$  przedstawić sobie, że:

(b)  $Pa$ ,

i ustalić — w drodze rozumowania — czy:

(c)  $(Pa \Rightarrow Qa)$ .

Jest tak dlatego, że osoba  $O$  może — w drodze rozumowania — ustalić, czy (c), bądź na podstawie (a) — co nie wchodzi w rachubę, gdyż (a) ma właśnie podlegać sprawdzeniu — bądź jakichś innych praw (wykluczających np., że w ogóle możliwe jest, że  $Qa$ ).

Schemat sprawdzania w drodze eksperymentu myślowego musi więc mieć postać następującą:

(3) Jeśli osoba  $O$  chce sprawdzić w drodze eksperymentu myślowego, czy:

(a)  $\wedge x (Px \Rightarrow Qx)$ ,<sup>46</sup>

to osoba  $O$  powinna dla pewnego  $a$  przedstawić sobie, że:

(b)  $Pa$ .

Teraz możliwe są dwa typy sytuacji.

(A) Załóżmy, że osoba  $O$  uznaje prawa:

(c)  $\wedge x (Px \Rightarrow Rx)$

i

(d)  $\wedge x (Rx \Rightarrow \sim Qx)$

które — jako horyzont tego eksperymentu — wraz z bazą (b) pociągają:

(e)  $\sim Qa$ .

Podkreślmy raz jeszcze, że sprawdzane prawo (a) do horyzontu tego eksperymentu należeć nie może — jako obiekt tego eksperymentu.

Otóż powstałą sytuację osoba  $O$  może zinterpretować dwojako: albo osoba  $O$  podtrzymuje prawa (c) i (d) — i uznaje, że rezultat eksperymentu falsyfikuje sprawdzane prawo (a); albo osoba  $O$  podtrzymuje prawo (a) — traktując eksperyment za jego weryfikację — i uznaje, że eksperyment falsyfikuje jego horyzont, a więc prawo (c) lub (d).

To, czy osoba przeprowadzająca eksperyment podtrzyma (w całości) horyzont, czy sprawdzane prawo, zależy od tego, czy jako rezultat eksperymentu «narzuci się» jej wyobraźni to, że  $Qx$ , czy też to, że  $\sim Qx$ .

(B) Osoba  $O$  nie uznaje żadnych praw, z których dałoby się wyprowadzić sprawdzane prawo (a) lub jego negacja.

W tej sytuacji osoba  $O$  z (b) nie może wyprowadzić ani tego, że  $Qa$ , ani tego, że  $\sim Qa$  — a więc eksperyment nie nadaje się do sprawdzenia prawa (a).

Zauważmy, że i w tym wypadku — podobnie jak w wypadku myślowego eksperymentu heurystycznego — jego konkluzje można wyprowadzić z pominięciem zakładania lub wyobrażania sobie, że (b), gdyż w wypadku (A) sam horyzont eksperymentu pociąga odrzucenie hipotezy (a), natomiast w wypadku (B) horyzont niczego o hipotezie (a) nie rozstrzyga.

Znowu więc, jeśli rekonstrukcja powyższa jest adekwatna, to myślowy eksperyment testujący stanowi również co najwyżej ilustrację pewnych już znanych zależności albo — pomaga wydobyć «tkwiące» już w teorii, ale nieuświadomione zależności.

<sup>46</sup> Warto dodać, że według niektórych sprawdzanie za pomocą eksperymentu rzeczywistego różni się od sprawdzania za pomocą eksperymentu myślowego m.in. tym, że w wypadku pierwszego chodzi o sprawdzenie prawdziwości hipotezy, a w drugim — jej mocy wyjaśniającej (czyli stopnia ogólności). Według Lennox np.: „Thought experiments are intended as *tests*, not of the truth of the statements comprising the theory, but of the *explanatory potential* of the theory. They are designed either to display, or to challenge, a theory's *ability* to explain the full range of phenomena it claims for its domain” (1991: 223).

## 9. RZECZYWISTY A MYŚLOWY EKSPERYMENT TESTUJĄCY

Definicje „eksperymentu testującego” — i w wypadku eksperymentu rzeczywistego, i w wypadku eksperymentu myślowego — wymagają kilku komentarzy.

(A) Definicje te są podwójną idealizacją. Po pierwsze — nie uwzględniają one hipotez statystycznych, dla których nie istnieją rezultaty eksperymentów, co do których można mieć pewność, że potwierdzają one lub obalają takie hipotezy, gdyż żadne zdanie o rezultacie eksperymentu nie wynika w tym wypadku ze sprawdzanej hipotezy. Po drugie — faktycznie wykonywane eksperymenty polegają na ogół na wywołaniu lub przedstawieniu sobie nie pojedynczego stanu rzeczy, lecz ciągu takich stanów.

(B) Przeprowadzanie zarówno eksperymentów rzeczywistych, jak i myślowych, to działania celowe. Nie jest eksperymentem rzeczywistym wywołanie np. swobodnego spadania szklanki na ziemię, dopóki nie ma ono na celu potwierdzenia prawa powszechnego ciężenia. Nie jest eksperymentem myślowym wyobrażenie sobie stanu rzeczy polegającego np. na tym, że upuszczona szklanka «zawisa» w powietrzu, jeśli nie ma się na celu obalenia prawa powszechnego ciężenia.

(C) W wypadku konfliktu wyników eksperymentu rzeczywistego i myślowego, (prawie?) zawsze rewizji podlega wynik eksperymentu myślowego.<sup>47</sup>

(D) Stany rzeczy wywoływane w eksperymentach rzeczywistych są dostępne intersubiektywnie, podczas gdy bazy eksperymentów myślowych (a w każdym razie stany rzeczy wyobrażone) dostępne są tylko osobie eksperyment przeprowadzającej. Kluczowy okazuje się w tym wypadku opis przeprowadzanego eksperymentu myślowego, dzięki któremu inni mogą przeprowadzić eksperyment podobny.

## 10. EKSPERYMENT UDANY I NIEUDANY

Eksperyment rzeczywisty może się nie udać co najmniej w następujących sytuacjach:<sup>48</sup>

(A) Eksperymentatorowi nie udało się wywołać stanu rzeczy, którego efekt chciał zbadać. Chciał np. zbadać efekt zażycia chininy przez daną osobę, ale nie udało mu się tej osoby do tego skłonić — albo przez pomyłkę podał jej nie chininę, lecz strychninę.

(B) Eksperymentatorowi nie udało się zaobserwować, co jest efektem tego, co wywołał. Podał np. chininę danej osobie, ale osoba ją zaraz potem zwymiotowała lub ktoś ją pozbawił życia.

Kiedy natomiast nie udaje się eksperyment myślowy?

Należy to oddzielnie rozważyć dla eksperymentu supozycyjnego i imaginacyjnego — oraz dla faktualnego i kontrfaktualnego.

<sup>47</sup> Por. Irvine (1991: 161).

<sup>48</sup> Więcej takich sytuacji rozważa Janis (1991: 114-115).



Analogicznie jak w wypadku (A) — eksperymentatorowi może nie udać się przedstawić sobie bazy, tj. odpowiednio założyć jej lub sobie wyobrazić. Trzeba przyznać, że o wiele łatwiej jest podać kryteria «(nie)zakładalności» niż kryteria (nie)wyobrażalności.<sup>49</sup> Jest tak być może dlatego, że problem wyobrażalności jest w trudny do uchwycenia sposób powiązany z problemem racjonalności.

Mówimy więc:

(1) Załóżmy, że *p*.

Czy możemy czegoś nie móc założyć?

Jeśli czegoś uprzednio nie założyliśmy, to właściwie wszystko jest «zakładalne».

W szczególności — jest tak w wypadku, gdy dopuszczamy kontrfaktyczną bazę eksperymentu. Możemy jednak założyć, że baza ta — mimo że jest kontrfaktyczna — powinna być możliwie podobna do bazy faktycznej (założony stan rzeczy powinien możliwie blisko przypominać stan rzeczy rzeczywistalny).<sup>50</sup> Może nam np. chodzić o to, abyśmy byli w stanie chociaż «w przybliżeniu» wykorzystać eksperyment do opisu rzeczywistego świata. Wtedy oczywiście nie wszystko jest «zakładalne»: nie wszystko wolno założyć. Nie wolno np. założyć, że:

(2) We wszechświecie jest tylko jeden przedmiot.

choćby przy takim założeniu moglibyśmy łatwo wykazać, że nie ma własności relacyjnych.<sup>51</sup>

W wypadku, gdy eksperyment ma charakter faktyczny, wolno nam dopuszczać jedynie taką bazę, która mogłaby się urzeczywistnić (w szczególności w przyszłości). Nie wolno byłoby nam wtedy założyć takiego '*p*', dla którego prawdą byłoby, że:

(3) Niemożliwe, że *p*.<sup>52</sup>

Mówimy:

(4) Wyobraźmy sobie, że *p*.

Czy wszystko możemy sobie wyobrazić? Czy jest jednak coś, co jest niemożliwe do wyobrażenia sobie?<sup>53</sup>

Wysuwane są w tym wypadku bądź kryteria ontologiczne, bądź epistemologiczne. Kryteria ontologiczne wskazują następujące zasady:

(5) Niewyobrażalne jest wszystko i tylko to, co jest niemożliwe.

(6) Niewyobrażalne jest wszystko to, co jest niemożliwe.

<sup>49</sup> Jest to o tyle sytuacja niedobra, że — jak się niekiedy sądzi (Massey 1991) — we współczesnej filozofii (zwłaszcza analitycznej) mamy do czynienia przede wszystkim z eksperymentami imaginacyjnymi. Pisze on: „Conceivability appears to furnish then, if not the philosopher's stone, at least a powerful philosophical tool” (1991: 290). I dalej: „The philosophical art is the art of counter-examplifying” (1991: 292). „At bottom analyticity and conceivability are the same notion” (1991: 295).

<sup>50</sup> Niektórzy — np. Forge (1991: 216) — uważają, że założenie takie powinien robić każdy eksperymentator.

<sup>51</sup> Podobny przykład podaje Forge (1991).

<sup>52</sup> Jak zauważył Leymon — jeśli eksperyment myślowy ma mieć zastosowanie do świata, to (b) z (1)-(3) w § 8 powinien mieć postać: Możliwe, że *Pa* (1991: 177).

<sup>53</sup> Znamiennie, że takie pytania zadawano sobie nawet w odniesieniu do Boga.

(7) Niewyobrażalne jest tylko to, co jest niemożliwe.<sup>54</sup>

Na ogół przy tym za niemożliwe uważa się wszystko i tylko to, czego opis jest wewnętrznym sprzecznym.<sup>55</sup>

Czasami zasady te osłabia się do postaci «subiektywistycznej»:

(8) Osoba *O* jest nie jest w stanie wyobrazić sobie, że *p*, gdy osoba *O* nie ma podstaw wierzyć, że to, że *p*, jest możliwe.

(9) Jeżeli osoba *O* nie ma podstaw uważać, że to, że *p*, jest możliwe, to osoba *O* nie jest w stanie wyobrazić sobie, że *p*.

(10) Jeżeli osoba *O* nie jest w stanie wyobrazić sobie, że *p*, to osoba *O* nie ma podstaw uważać, że to, że *p*, jest możliwe.<sup>56</sup>

Kryteria epistemologiczne — to po prostu introspekcja:

(11) Niewyobrażalne jest wszystko i tylko to, o czym stwierdzamy na podstawie introspekcji, że nie jesteśmy w stanie sobie wyobrazić.

Odnotujmy, że zasada (11) ma znamiona błędnego koła oraz potencjalnego źródła relatywizacji (nie)wyobrażalności.

Wydaje się, że o wiele łatwiej jest o operatywne kryteria pozwalające rozstrzygnąć, który z dwóch przedmiotów trudniej sobie wyobrazić. Otóż:

(12) *A* jest trudniej wyobrażalne dla osoby *O* niż *B*, gdy:

(a) *B* jest prostsze od *A*;

(b) *B* jest podobniejsze do tego, co jest osobie *O* już znane.<sup>57</sup>

Pewnego rodzaju analogonem wypadku (B) dla eksperymentów rzeczywistych jest w zakresie eksperymentów myślowych sytuacja, w której eksperymentatorowi nie udało się niczego poprawnie wywnioskować ze zdania stwierdzającego zajście przedstawionego sobie stanu rzeczy zdania stwierdzającego zajście rezultatu — albo jego wnioskowanie okazało się błędne formalnie (*non sequitur*).<sup>58</sup>

<sup>54</sup> Za (5) miał się opowiadać Hume, a za (6) — Descartes (Massey 1991).

<sup>55</sup> Zob. np.: Things are possible or thinkable (conceivable) insofar as their notion or essential descriptions are non-contradictory (Alanen 1991: 75). Na takim poglądzie na (nie)możliwość opierała się koncepcja możliwych światów u Dunska Szkota: „Because of the relations of compatibility and incompatibility between things or their possible properties and existence, possibilities are portioned into classes of compossible and incompossible states of affairs, forming several alternative «possible worlds»” (Alanen 1991: 76).

<sup>56</sup> Por. Hetherington (1991).

<sup>57</sup> Por. Anapolitanos (1991: 94-96).

<sup>58</sup> Jak pisze King: „The obvious question remains: how does one determine what happens in a thought-experiment, which sentence follow from which descriptions — and indeed what sense of «following from» is relevant here” (1991: 51). Za błąd, który występuje szczególnie często, Camp uważa rozumowanie według następującego schematu: „An object of thought *x* is contemplated in a context so impoverished that some one feature *F* is necessary for retaining *x* as an object of thought. The thought-experimenter then concludes that *x* must be *F*, and goes on to interpret this to mean that it is absolutely certain that *x* is *F*” (Horowitz & Massey 1991: 28).

## 11. EKSPERYMENTY MYŚLOWE W FIZYCE<sup>59</sup>

Wydaje nam się, że eksperymenty myślowe w fizyce (i innych naukach przyrodniczych) mają z intencji<sup>60</sup> charakter eksperymentów testujących. Dlatego ograniczymy się do rekonstrukcji przykładów dwóch takich właśnie eksperymentów.

### 11.1. Spadające kule<sup>61</sup>

Eksperymentem faktualnym był eksperyment ze spadającymi kulami opisany przez Galileusza w następujący sposób:

Jest niemożliwe, aby większy ciężar poruszał się prędzej niż mniejszy. [...] Gdybyśmy więc mieli dwa ciała, których naturalne prędkości są różne, to jasnym jest, że gdy powolniejsze złączymy z przędszym, to wtedy to ostatnie będzie opóźniane przez tamto, a powolniejsze będzie przyspieszone przez przędse. [...] Jeżeli więc jest prawdą, że wielki kamień porusza się z prędkością ośmiu stopni, a mniejszy z prędkością czterech stopni, to te dwa kamienie złączone razem będą miały prędkość mniejszą od ośmiu stopni. Ale połączone dwa kamienie są większe od wielkiego kamienia, który miał prędkość ośmiu stopni, więc w tym razie ciężar większy poruszałby się wolniej od mniejszego, co sprzeciwiałoby się Waszemu założeniu. Widzicie więc jak z założenia, że większe ciało porusza się prędzej od mniejszego dochodzę do wniosku, że większy ciężar porusza się wolniej (Galileusz 1638: 53).

Oto jak mogłaby wyglądać rekonstrukcja tego opisu — tak, aby opisana procedura odpowiadała formule z § 6:

(1) Załóżmy, że:

( $\alpha$ ) Ciało  $A$  spada z prędkością  $v_A$ , a ciało  $B$  — z prędkością  $v_B$ , przy czym  $v_A > v_B$ .

( $\beta$ ) Łączymy ciało  $A$  z ciałem  $B$ , tworząc ciało  $C$ .

Przy takich założeniach (oraz, dodajmy na wszelki wypadek, przy założeniu, że ciało  $B$  porusza się w kierunku, w którym porusza się ciało  $A$ ):

(2) Prędkość ciała  $A$  się zmniejszy (ale — dodajmy — nie będzie mniejsza niż  $v_B$ ), a ciała  $B$  się zwiększy (ale — dodajmy — nie będzie większa niż  $v_A$ ).

A zatem:

(3) Ciało  $C$  będzie spadać z mniejszą prędkością niż samo ciało  $A$ .

Jednakże zarazem:

(4) Ciało  $C$  będzie miało większą masę niż samo ciało  $A$ .

<sup>59</sup> To, czy opisane eksperymenty myślowe przeprowadzone «w umysłach» Galileusza i Einsteina miały dokładnie taki przebieg, jak niżej opisujemy, nie ma szczególnego znaczenia — z punktu widzenia celów (nie-historycznych), które sobie tu stawiamy.

<sup>60</sup> Piszemy „z intencji”, gdyż — jak wskazaliśmy wyżej — eksperymenty takie w istocie nie sprawdzają zachodzenia jakiejś zależności, lecz co najwyżej ją ilustrują. W tym sensie ma rację Such, według którego „eksperyment myślowy — w odróżnieniu od rzeczywistego — bardziej nadaje się do pełnienia funkcji heurystycznych aniżeli weryfikacyjnych” (1987a: 123).

<sup>61</sup> Do przykładu tego jako pierwszy odwołał się Mach (1906). Zob. także analizę Czeżowskiego (1956: 212 i nn.).

Przypuśćmy teraz, że:

(5) Ciało o większej masie spada z większą prędkością od ciała o mniejszej masie.

Z (4) i (5) wynika, że:

(6) Ciało  $C$  będzie spadać z większą prędkością niż samo ciało  $A$ .

Ale (6) jest niezgodne z (3).

Jak wyglądałaby ta procedura ujęta jako eksperyment myślowy w wyeksplikowanym przez nas sensie?

Galileusz najpierw zakłada połączenie ciał  $A$  i  $B$ , scharakteryzowanych jak w założeniu (1). To jest baza jego eksperymentu myślowego.

Rezultatem eksperymentu byłyby wnioski (2), (3) i (4). Ale rezultat ten — a w szczególności wniosek (3) — obala hipotezę (5), będącą obiektem eksperymentu, gdyż z hipotezy tej w połączeniu z (4) wynika (6), a (6) jest niezgodne z (3).

Mielibyśmy więc tutaj do czynienia z eksperymentem supozycyjnym (niczego tu sobie wszak nie musimy wyobrażać). Co sądzić o jego wartości?

Kluczowa jest oczywiście z tego punktu widzenia baza (1). W wypadku jej odpowiednika w obrębie eksperymentu rzeczywistego — to, że rezultat bazy (1) jest taki a nie inny, jest efektem zachodzenia naturalnej prawidłowości. Natomiast wywnioskować (2), (3) i (4) z założenia (1) można jedynie wtedy, jeśli się dodatkowo założy, że zarazem:

(7) Połączenie dwóch ciał ma większą masę niż każde z połączonych ciał wziętych z osobna.

(8) Jeżeli połączy się dwa ciała poruszające się z różną prędkością w kierunku, w którym porusza się ciało mające większą prędkość, to połączenie ciał będzie poruszało się wolniej od pierwotnej prędkości tego ostatniego.

Wartość tego eksperymentu myślowego zależy więc w tym wypadku od zasadności hipotez (7) i (8).

Dodajmy, że eksperyment ten jest eksperymentem selekcyjnym. Z jednej strony obala on bowiem Arystotelesowską koncepcję swobodnego spadania ciał — czyli hipotezę (5) — z drugiej zaś potwierdza kontrkoncepcję Galileusza głoszącą, że:

(9) Ciała — bez względu na masę — spadają z tą samą prędkością.

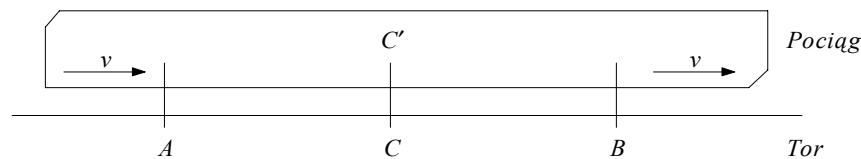
Założenie (1) jest bowiem założeniem kontrfaktualnym, gdyż na gruncie (9) nie ma ciał, które spełniałyby warunek ( $\alpha$ ) z założenia (1). Nie ma więc podstaw do wniosku (2) i (3), a kiedy zamiast (5) przyjmujemy (9) — nie będzie też podstaw do wniosku (6) niezgodnego z (3).

## 11.2. Światło w pociągu

Rozważmy z kolei eksperyment ze światłem w pociągu, opisany przez Einsteina:

Dotychczas odnosiliśmy nasze rozważania do pewnego określonego układu odniesienia. Był nim nasz tor kolejowy (ziemia). Dajmy na to teraz, że na tym torze jedzie bardzo długi pociąg ze stałą prędkością  $v$ , w kierunku podanym na [...] [rysunku]. Pasażerowie pociągu będą z na-

tury rzeczy obserwowali i notowali wszelkie zdarzenie w odniesieniu doń, czyli do połączonego z nim sztywnie „układu współrzędnych”. Każde zdarzenie, zachodzące w pewnym miejscu toru, zachodzi także w określonym punkcie pociągu i nawzajem. Określenie jednoczesności da się przy tym podać dokładnie w ten sam sposób w odniesieniu do pociągu, co i w odniesieniu do toru. Skoro jednakże zapytamy, czy dwa zdarzenia (np. oba uderzenia piorunów w  $A$  i  $B$ ) jednoczesne W ODNIESIENIU DO TORU, są także jednoczesne W ODNIESIENIU DO POCIĄGU, to, jak zaraz zobaczymy, musi odpowiedź wypaść przecząco.



Jeżeli bowiem powiadamy, że pioruny  $A$  i  $B$  są jednoczesne względem toru, to znaczy to, że promienie światła, sygnalizujące ich uderzenia i wychodzące z punktów  $A$  i  $B$ , spotykają się w środku odcinka toru  $AB$ . Ale obu zdarzeniom odpowiadają także miejsca  $A$  i  $B$  pociągu, pomiędzy którymi znajduje się w pociągu środek  $C'$ . Ten punkt schodzi się wprawdzie w chwili uderzenia piorunów z punktem  $C$  (dla obserwatora na torze), ale porusza się z prędkością  $v$  pociągu, wskutek czego zbliża się do idącego ku niemu sygnałowi świetlnemu z  $B$ , a oddala od takiego sygnału z  $A$ . Obserwator w  $C'$  zobaczy zatem najpierw piorun w  $B$ , a potem w  $A$ . Obserwatorzy, posługujący się pociągiem jako układem odniesienia, muszą przeto stwierdzić, w przeciwieństwie do obserwatorów na ziemi, że piorun  $B$  uderzył wcześniej niż  $A$ . Dochodzi więc do następującego ważnego wyniku:

Zdarzenia jednoczesne w odniesieniu do toru nie są jednoczesne w odniesieniu do pociągu i nawzajem (względność równoczesności). KAŻDY UKŁAD ODNIESIENIA POSIADA SWÓJ OSOBNY CZAS; PODANIE CZASU MA OKREŚLONY SENS TYLKO WTEDY, GDY PODAJEMY ZARAZEM UKŁAD ODNIESIENIA, DO KTÓREGO ONO SIĘ ODNOSI.

Otóż przed teorią względności przyjmowała fizyka zawsze milcząco, że znaczenie podania czasu jest bezwzględne, tzn. niezależne od stanu ruchu układu odniesienia. Zobaczyliśmy właśnie, że to przyjęcie nie da się pogodzić z najbliższym określeniem jednoczesności: skoro je usuniemy, to znika [...] konflikt prawa rozchodzenia się światła z zasadą względności (Einstein 1917: 24-25).

Baza tego eksperymentu jest następująca (korzystamy z ilustracji Einsteina):

Założmy, że:

- (1) Ciało  $T$  (tj. pociąg) porusza się względem ciała  $E$  (tj. nasyp) z prędkością  $v$  w kierunku  $k$ .
- (2) Z punktu  $A$  wysłany zostaje promień świetlny w kierunku  $k$  (zdarzenie  $Z_A$ ).
- (3) A punktu  $B$  wysłany zostaje promień świetlny w kierunku przeciwnym  $k'$  (zdarzenie  $Z_B$ ).
- (4) Do punktu  $M$  (na nasypie) promienie świetlne docierają jednocześnie: zdarzenia  $Z_A$  i  $Z_B$  obserwowane są jako jednoczesne.

Rezultat eksperymentu:

(5) Do punktu  $M$  promień świetlny wysłany z punktu  $B$  dociera przed promieniem świetlnym wysłanym z punktu  $A$ : zdarzenie  $Z_B$  obserwowane jest jako wcześniejsze niż zdarzenie  $Z_A$ .

Jakie rozumowanie prowadzi do takiego rezultatu?

Oznaczmy za pomocą:

- (a) ' $d_1$ ' — odległość od punktu  $A$  do  $M$  i od punktu  $B$  do  $M$ ;
- (b) ' $d_2$ ' — długość odcinka, o który w okresie  $o_1$  punkt  $M$  przemieszcza się względem punktu  $M$  w kierunku  $k$  przez (gdzie  $d_2 > 0$ );
- (c) ' $o_1$ ' — czas, który potrzebuje światło do przebycia drogi z  $A$  do  $M$  oraz z  $B$  do  $M$ ;
- (d) ' $t_1$ ' — moment, w którym promienie świetlne wysłane z punktów  $A$  i  $B$  docierają do  $M$ .

Otóż:

W momencie  $t_1$  promień światła wysłany z  $A$  nie dotrze jeszcze do  $M$ , gdyż odległość z  $A$  do  $M$  w  $t_1$  jest większa niż  $d_1$  (w szczególności wynosi  $d_1 + d_2$ ). Promień światła wysłany z punktu  $B$  dotrze do  $M$  zanim dotrze do  $M$ , gdyż odległość od  $B$  do  $M$  w czasie  $t_1$  wynosi mniej niż  $d_1$  (w szczególności  $d_1 - d_2$ ).

Dodajmy jeszcze, jakie twierdzenia należą do horyzontu tego eksperymentu. Jest to definicja kryterialna „jednoczesności” oraz teza o prędkości światła:

(6) Dwa zdarzenia (np. rozbłyski światła) w danym układzie odniesienia są jednoczesne, gdy nieruchomy względem tego układu obserwator równo odległy od miejsc, w których zaszły te zdarzenia, zaobserwuje zajście owych zdarzeń jako jednoczesne.

(7) Prędkość światła jest stała.

Rozważany eksperyment jest — w intencji autora<sup>62</sup> — selekcyjny. Jego potwierdzonym obiektem jest teza o względności jednoczesności:

(8) Dwa zdarzenia jednoczesne w jednym układzie odniesienia mogą być niejednoczesne w innym.

Zarazem eksperyment obala tezę o bezwzględności jednoczesności:

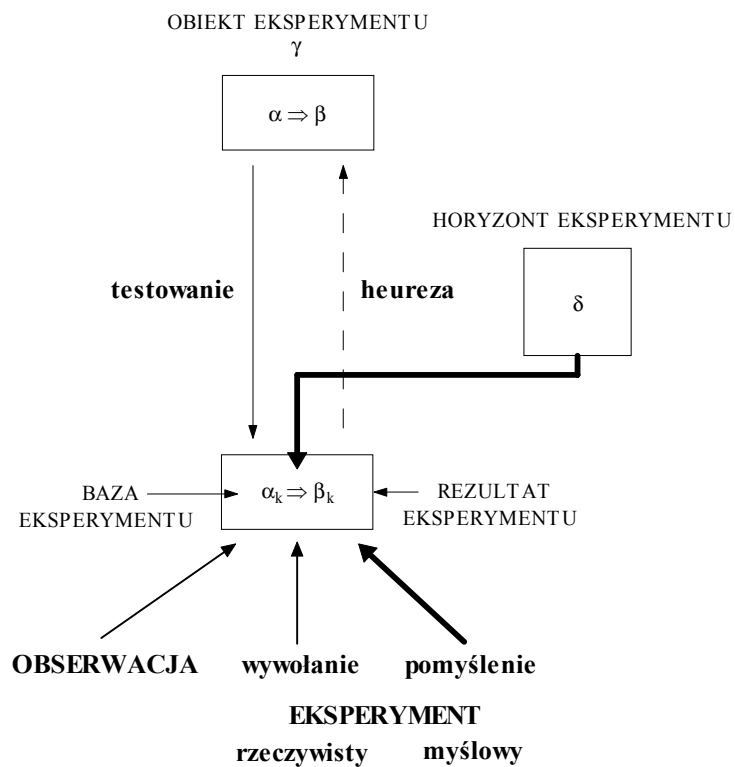
(9) Jeżeli dwa zdarzenia są jednoczesne w jednym układzie odniesienia, to są też jednoczesne w każdym innym układzie odniesienia.

<sup>62</sup> Nie wypowiadamy się tutaj na temat tego, czy intencja ta została w istocie urzeczywistniona; jak wiadomo, zgłaszano co do tego różne wątpliwości. Zauważmy tylko, że pojęcie jednoczesności (*scil.* bycia-jednoczesnymi) zostaje w formule (6) określone za pomocą pojęcia bycia-zaobserwowanym-jako-jednoczesne, co ma znamiona błędnego koła w definicji. Jak zauważył Huber, polski tłumacz cytowanego tekstu Einsteina, „pojęcie równoczesności w jednym miejscu jest *a priori* jasne i nie następuje żadnych trudności” (1920: 12).

## 12. PODSUMOWANIE

Nasza koncepcja eksperymentu myślowego przedstawia się — w uproszczeniu — następująco.

Założmy, że chcemy dowiedzieć się, co pociąga za sobą zajście pewnego określonego stanu rzeczy  $\alpha_k$ . Oznaczmy przez ' $\beta_k$ ' stan rzeczy, którego zajście pociągane jest przez zajście stanu rzeczy  $\alpha_k$ . Jeżeli stan rzeczy  $\alpha_k$  jest «gotowy», to wystarczy jeśli dokonamy odpowiedniej obserwacji, dzięki której «zobaczymy» ów stan rzeczy  $\beta_k$ . W przeciwnym razie musimy wywołać stan rzeczy  $\alpha_k$ . Na tym właśnie polega eksperyment rzeczywisty. Stan rzeczy  $\alpha_k$  nazwaliśmy „bazą eksperymentu”, a to, że zajście stanu rzeczy  $\alpha_k$  pociąga za sobą zajście stanu rzeczy  $\beta_k$  — „rezultatem eksperymentu”.



Eksperyment może mieć cel heurystyczny: wtedy rezultat eksperymentu, a więc ustalenie, że zajście stanu rzeczy  $\alpha_k$  pociąga za sobą zajście stanu rzeczy  $\beta_k$ , staje się pierwszym krokiem do postawienia hipotezy — oznaczmy ją przez ' $\gamma$ ' — głoszącej, że zajście zjawiska  $\alpha$  pociąga za sobą zajście zjawiska  $\beta$  (gdzie zjawisko  $\alpha$  jest typem stanów rzeczy, do którego należy stan rzeczy  $\alpha_k$ , zjawisko zaś  $\beta$  — typem stanów

rzeczy, do którego należy stan rzeczy  $\beta_k$ ). Eksperyment taki może mieć również cel testujący: jeśli postawiliśmy już hipotezę  $\gamma$ , to ustalenie, że zajście stanu rzeczy  $\alpha_k$  pociąga za sobą zajście stanu rzeczy  $\beta_k$  potwierdza hipotezę  $\gamma$ ; gdyby to nie zachodziło — hipoteza  $\gamma$  zostałaby obalona.

Jeśli z jakichś powodów nie umiemy lub nie chcemy wywołać stanu rzeczy  $\alpha_k$ , możemy posłużyć się eksperymentem myślowym: zakładamy wtedy lub wyobrażamy sobie tylko, że stan rzeczy  $\alpha_k$  zachodzi. Pomyślenie tylko, że zachodzi stan rzeczy  $\alpha_k$ , nie wystarczy oczywiście do ustalenia, że zajście jakiego stanu rzeczy jest pociągane przez zajście stanu rzeczy  $\alpha_k$ , a więc że jest to (np.) stan rzeczy  $\beta_k$ . Musimy dysponować gotową hipotezą — oznaczmy ją przez  $\delta$  — różną od hipotezy  $\gamma$ , taką, że z niej i ze zdania stwierdzającego zajście stanu rzeczy  $\alpha_k$  wynika zajście stanu rzeczy (powiedzmy)  $\beta_k$ . Nazwaliśmy hipotezę  $\gamma$  „horyzontem eksperymentu”. Niekiedy to, że istotnie uznajemy hipotezę  $\gamma$ , ujawnia się dopiero w trakcie eksperymentu — kiedy uświadamiamy sobie, dlaczego fizycy odwołują się do myślowych eksperymentów kontrfaktualnych.

Skoro rezultat eksperymentu myślowego wynika z horyzontu tego eksperymentu, to zakładanie lub wyobrażanie sobie bazy eksperymentu — z teoretycznego punktu widzenia — jest zbędne. Eksperyment myślowy sprowadza się bowiem do wywnioskowywania rezultatu z horyzontu i bazy. Eksperymenty myślowe pełnią natomiast ważne funkcje praktyczne: pozwalają na uświadomienie sobie elementów bazy, a także ułatwiają zilustrowanie lub zegzemplifikowanie odpowiednich zależności.

Zadajmy sobie pytanie, dlaczego fizycy odwołują się do myślowych eksperymentów kontrfaktualnych.

Otóż po pierwsze — dlatego, że różnice w alternatywnych opisach jakiegoś fragmentu rzeczywistości ujawniają się w sytuacjach granicznych, a sytuacji granicznych nie da się «wytworzyć» (niekiedy jest to co najmniej technicznie niemożliwe): można je sobie co najwyżej pomyśleć. Wszystkie obserwowalne przez nas ruchy ciał są np. «zgodne» zarówno z teorią Newtona, jak i teorią Einsteina — różnice widać dopiero przy ogromnych prędkościach.

Po drugie — dlatego, że myślowo możemy «stworzyć» idealizacyjne warunki, których nie jesteśmy w stanie «wytworzyć» w rzeczywistości.

Po trzecie zaś — zapewne dlatego, że egzemplifikacje ubrane w szaty eksperymentów myślowych bardziej przemawiają do wyobraźni, co jest nie bez znaczenia dla szybkości i powszechności recepcji nowych, «mało intuicyjnych» idei w nauce.

\* \* \*



**Tomasz Bigaj**

## **Komentarz do opisu eksperymentu ze światłem w pociągu**

Analiza eksperymentu myślowego ze światłem w pociągu została przedstawiona przez Einsteina nieco nieprecyzyjnie i ten brak precyzji uwidacznia się również w interpretacji Autorów artykułu.

Przede wszystkim należy zwrócić uwagę na to, że termin „punkt” używany w analizie jest wieloznaczny. Może on znaczyć tyle, co „punkt przestrzenny” lub tyle, co „punkt czasoprzestrzenny”. Punkt czasoprzestrzenny jest to lokalizacja zdarzenia nierozciągniętego (punktowego), a bardziej formalnie — klasa abstrakcji na zbiorze zdarzeń od relacji koincydencji. Punkty czasoprzestrzenne są niezależne od układów odniesienia, ale odległości przestrzenne i czasowe między nimi są już zależne. Z kolei punkty przestrzenne mogą być zdefiniowane wyłącznie ze względu na dany układ odniesienia. Punkt przestrzenny, w którym zachodzi dane zdarzenie  $e$ , jest definiowany jako zbiór tych wszystkich zdarzeń, których lokalizacja przestrzenna w danym układzie jest tożsama z lokalizacją zdarzenia  $e$ . Punkty czasoprzestrzenne są bytami momentalnymi (chwilowymi), podczas gdy punkty przestrzenne trwają w czasie. Obrazowo można przedstawić punkt przestrzenny jako «kreskę» zaznaczoną np. na szybie wagonu pociągu, która porusza się z całym wagonem.

Nie jest do końca jasne, jaka jest interpretacja symboli ' $A$ ' i ' $B$ ' w opisie eksperymentu podanym przez Einsteina. Mogłyby być one interpretowane jako punkty czasoprzestrzenne będące lokalizacjami czasoprzestrzennymi obu uderzeń piorunów. Jednakże Einstein pisze w pewnym momencie „miejsca  $A$  i  $B$  pociągu”, co sugeruje interpretację przestrzenną. W takim jednak razie Einstein powinien użyć innych symboli, np. ' $A$ ' i ' $B$ ', gdyż punkty przestrzenne uderzeń piorunów w układzie związanym z pociągiem są numerycznie różne od punktów w układzie związanym z torem. Punkty  $A$  i  $A'$  (oraz  $B$  i  $B'$ ) «koincydują» ze sobą tylko w momencie uderzenia piorunu, a następnie «się rozjeżdżają» (punkty  $A'$  i  $B'$  są sztywno powiązane z pociągiem).

Ważne jest, aby zauważyć, że punkty  $C$  i  $C'$  (później w tekście nieco myląc są one przemianowane na  $M$  i  $M'$ ) mogą być zdefiniowane tylko jako punkty przestrzenne. Są one wyznaczone geometrycznie jako środki odcinków  $AB$  i  $A'B'$ . Koincydencja między  $C$  i  $C'$  zachodzi tylko w jednym momencie (z punktu widzenia obserwatora na torze jest to moment uderzenia obu piorunów).

Zakładam, że symbole ' $A$ ' i ' $B$ ' oznaczają punkty przestrzenne zdefiniowane w układzie związanym z torem. Zatem wszystkie pojęcia zdefiniowane w punktach (a)-(d) muszą być zrelatywizowane do tego właśnie układu odniesienia (dotyczy to w szczególności pojęć czasowych z punktów (c) i (d) — czas przebycia drogi od  $A$  do  $M$  nie jest równy czasowi od  $A'$  do  $M'$ ). Ta relatywizacja może wydawać się zagrożeniem dla tezy końcowej, która przecież ma być twierdzeniem dotyczącym braku równoczesności w układzie związanym z pociągiem — a nie z torem. Jednak jest to problem pozorny. Z przyjętych założeń wynika bowiem teza absolutna (tj. prawdziwa we wszystkich układach odniesienia), iż oba promienie NIE SPOTYKAJĄ SIĘ w punkcie  $M'$  (ponieważ spotykają się w  $M$ , a  $M$  i  $M'$  nie koincydują w momencie spotkania promieni). To zaś wystarcza, aby pokazać, że w układzie związanym z pociągiem uderzenia piorunów nie są równoczesne zgodnie z kryterium Einsteina. W istocie argument dowodzi czegoś więcej: że uderzenie pioruna w  $B'$  jest w tym układzie wcześniejsze niż uderzenie w  $A'$ . Formalnie, ten wniosek wymaga przyjęcia dodatkowego kryterium: mianowicie kryterium wcześniejszości (późniejszości). Jest to kryterium cząstkowe, stosowne tylko dla zdarzeń odseparowanych interwałem przestrzenno-podobnym. Zdarzenie  $X$  jest wcześniejsze od zdarzenia  $Y$  w układzie  $u$ , gdy miejsce spotkania promieni wysłanych z  $X$  i  $Y$  wy-

pada bliżej punktu przestrzennego zajścia  $Y$ -a w  $u$  niż punktu zajścia  $X$ -a w  $u$ . Przyjmując to kryterium możemy znacznie uprościć całe rozumowanie (oraz pozbawić je kłopotliwej relatywizacji do układu związanego z torem). Wystarczy tylko zauważyć, że zdarzenie zetknięcia dwóch promieni (które z założenia wypadła w  $M$ ) jest zlokalizowane pomiędzy punktami  $A'$  i  $M'$  w układzie związanym z pociągiem, a zatem jest bliższe  $A'$  niż  $B'$ .

Nawiasem mówiąc — zarzut z przypisu 62 jest nietrafny. Relacja  $x$ -jest-zaobserwowany-jako-jednoczesny- $z$ - $y$ ” jest logicznie niezależna od relacji  $x$ -jest-jednoczesny- $z$ - $y$ . Aby jednak postawić sprawę na ostrzu noża, zauważmy, że kryterium Einsteina może (i powinno) być sformułowane bez odniesienia do obserwacji. Jednocześnie zdarzeń odległych przestrzennie definiuje się tutaj za pomocą pojęcia koincydencji, które z kolei traktowane jest jako pierwotne, a nie definiowalne jako jednoczesność połączona z kolokacją.

## BIBLIOGRAFIA

- Ajdukiewicz, Kazimierz  
(1965) *Logika pragmatyczna*, Warszawa, PWN.
- Alanen, Lilli  
(1991) Descartes, Conceivability, and Logical Modality, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 65-84.
- Anapolitanos, Dionysios A.  
(1991) Thought Experiments and Conceivability Conditions, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 87-97.
- Brown, James Robert  
(1991a) *The Laboratory of the Mind: Thought Experiments in the Natural Sciences*, London, Routledge.  
(1991b) Thought Experiments: A Platonic Account, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 119-128.
- Camp, Joseph L. Jr.  
(1991) The Ballad of Clyde the Moose, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 327-333.
- Czeżowski, Tadeusz  
(1956) Arystoteles, Galileusz, Bacon, [w:] *Odczyty filozoficzne*, Toruń 1958, Towarzystwo Naukowe w Torunu, s. 208-217.
- Einstein, Albert  
(1917) *O szczególnej i ogólnej teorii względności*, Warszawa 1922, Książnica Polska TNSW.
- Forge, John  
(1991) Thought Experiments in the Philosophy of Physical Science, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 209-222.
- Gale, Richard M.  
(1991) On Some Pernicious Thought-Experiments, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 297-303.

- Galilei, Galileo [Galileusz]  
(1638) *Rozmowy i dowodzenia matematyczne w zakresie dwóch nowych umiejętności dotyczących mechaniki i ruchów miejscowych*, Warszawa 1930, Kasa im. Mianowskiego.
- George, Rolf  
(1991) The Tradition of Thought Experiments in Epistemology, [in:] Horowitz & Massey (red.) 1991, p. 273-283.
- Grobler, Adam  
(2006) *Metodologia nauk*, Kraków, Wydawnictwo Aureus & Wydawnictwo Znak.
- Hajduk, Zygmunt  
(2002) Eksperyment, [w:] Andrzej Maryniarczyk *et al.* (red.), *Powszechna encyklopedia filozofii*. Tom 3, Lublin, Polskie Towarzystwo Tomasza z Akwinu, s. 83-84.
- Hetherington, Stephen Cade  
(1991) Conceivability and Modal Knowledge, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 317-325.
- Horowitz, Tamara  
(1991) Newcomb's problem as a Thought Experiment, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 305-316.
- Horowitz, Tamara & Massey, Gerald J.  
(1991) Introduction, [do:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 1-28.
- Horowitz, Tamara & Massey, Gerald J. (red.)  
(1991) *Thought Experiments in Science and Philosophy*, Savage (Maryland), Rowman & Littlefield Publishers, Inc.
- Huber, Maksymilian Tytus  
(1920) *Albert Einstein i jego teoria*, Lwów, Spółka Wydawnicza Słowa Polskiego.
- Irvine, Andrew D.  
(1991) On the Nature of Thought Experiments in Scientific Reasoning, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 149-165.
- Janis, Allen I.  
(1991) Can Thought Experiments Fail? [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 113-118.
- King, Peter  
(1991) Mediaeval Thought-Experiments: The Metamethodology of Mediaeval Science, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 43-64.
- Kotarbiński, Tadeusz  
(1929) Obserwacja i eksperyment, [w:] *Elementy teorii poznania, logiki formalnej i metodologii nauk*, Wrocław 1961, Ossolineum, s. 351-355.
- Laymon, Ronald  
(1991) Thought Experiments of Stevin Mach and Gouy: Thought Experiments as Ideal Limits and as Semantic Domains, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 167-191.
- Lennox, James G.  
(1991) Darwinian Thought Experiments: A Function for Just-So Stories, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 223-245.

- Mach, Ernest  
(1906) Über Gedankenexperimente. [w:] *Erkenntnis und Irrtum*, Leipzig, Verlag von Johann Abrosius Barth, s. 183-200.
- Massey, Gerald  
(1991) Backdoor Analyticity, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 285-296.
- Mill, John Stuart  
(1843) O obserwacji i eksperymencie, [w:] *System logiki dedukcyjnej i indukcyjnej*. T. 1, Warszawa 1962, PWN, s. 586-599.
- Mohanty, John N.  
(1991) Method of Imaginative Variation in Phenomenology, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 261-272.
- Norton, John D.  
(1991) Thought Experiments in Einstein's Work, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 129-148.  
(2004) On Thought Experiments: Is There More to the Argument? *Philosophy of Science* vol. 71, s. 1139-1151.
- Nowaczyk, Adam & Żołądowski, Zenobiusz  
(1974) Eksperyment, [w:] *Logika i metodologia badań naukowych dla lekarzy*, Warszawa, PZWL, s. 152-153.
- Podsiad, Antoni  
(2000) *Słownik terminów i pojęć filozoficznych*, Warszawa 2000, Instytut Wydawniczy Pax.
- Rescher, Nicholas  
(1991) Thought Experimentation in Presocratic Philosophy, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 31-41.
- Stępień, Antoni B.  
(2007) *Wstęp do filozofii*, Lublin, Towarzystwo Naukowe KUL.
- Such, Jan  
(1987) Eksperyment, [w:] Z. Cackowski, J. Kmita, K. Szaniawski & P. J. Smoczyński (red.), *Filozofia a nauka. Zarys encyklopedyczny*, Wrocław, Ossolineum, s. 120-131.
- Szubka, Tadeusz  
(2000) Analityczna filozofia, [w:] Andrzej Maryniarczyk *et al.* (red.), *Powszechna encyklopedia filozofii*. Tom 1, Lublin, Polskie Towarzystwo Tomasza z Akwinu, s. 204-208.
- Thomason, Sarah G.  
(1991) Thought Experiments in Linguistics, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 247-257.
- Twardowski, Kazimierz  
(1901) *Zasadnicze pojęcia dydaktyki i logiki*, Lwów, Towarzystwo Pedagogiczne.
- Wilson, Mark  
(1991) Reflections on Strings, [w:] Horowitz & Massey (red.) 1991, s. 193-207 .
- Wojtysiak, Jacek  
(2007) Słownik wybranych terminów filozoficznych, [w:] Stępień 2007, s. 327-438.