Dr JOACHIM METALLMANN
DOCENT UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO,
PROFESOR PAŃSTWOWEGO PEDAGOGIUM W KRAKOWIE

WPROWADZENIE DO ZAGADNIEŃ FILOZOFICZNYCH

CZĘŚĆ I

SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNI D. E. FRIEDLEINA
KRAKÓW 1939

Dr JOACHIM METALLMANN
DOCENT UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO,
PROFESOR PAŃSTWOWEGO PEDAGOGIUM W KRAKOWIE

WPROWADZENIE
DO
ZAGADNIEŃ FILOZOFICZNYCH

CZĘŚĆ I

Wielce Szanownemu Panu
Prof. K. Ajdukiewiczowi
z prośbą o łaskawe przyjęcie
z wyrazami wielkiego szacunku
Joachim Metallmann.
14/9 38

SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNI D. E. FRIEDLEINA
KRAKÓW 1939

Odbito 2000 egz. w Drukarni Tow. Domu Narod. P. Mitręgi w Cieszynie.

Najlepszej Towarzyszce w doli i niedoli,
ukochanej Żonie
w uwielbieniu
poświęcam

Spis treści części pierwszej

Str.

Skróty używane w tekście V
Przedmowa VI

Rozdział I. Pojęcia wstępne 1
§ 1. Mowa i myśl 1
§ 2. Język potoczny a naukowy 4
§ 3. Funkcje zdaniowe i nazwowe. Zdania w sensie logicznym. Zmienne i stałe. Funktory 8
§ 4. Funktory prawdziwościowe. Kwantyfikatory . . . 11
§ 5. Stosunki między zdaniami 13
§ 6. Implikacja materialna i formalna. Równoważność zdań 15
§ 7. O stosunku wynikania 20
§ 8. O niektórych przedmiotach nauk 23
Pytania 27
Wskazówki bibliograficzne 28

Rozdział II. Nauka i metoda 30
§ 9. Pojęcie metody naukowej 30
§ 10. Nauki aposterioryczne (empiryczne) czyli indukcyjne 31
§ 11. Ustalanie faktów i mierzenie 33
§ 12. Obserwacja i eksperyment 39
§ 13. Indukcja niezupełna, tzw. prawa przyrody . . . 43
§ 14. Poszukiwanie prawa a wyjaśnianie faktu 48
§ 15. Tzw. prawa przyrody a prawodawstwo 48
§ 16. Przewidywanie a sprawdzanie 49
§ 17. Hipotezy w sensie nauk empirycznych 55
§ 18. Wyjaśnianie przez hipotezy a tłumaczenie przez prawa 56
§ 19. Hipoteza a prawo 58
§ 20. Fikcje naukowe a hipotezy 64
§ 21. Teoria na gruncie nauk empirycznych 64
§ 22. Wyjaśnianie i opis 67
§ 23. Stosunek przyczynowy a zasada przyczynowości . . 72
§ 24. O prawdopodobieństwie 76
§ 25. Zagadnienie indukcji i zasada indukcji 80
§ 26. Prawa ścisłe i przybliżone 85
§ 27. Prawa ścisłe i przybliżone (c. d.) Prawa statystyczne 88
§ 28. Możliwość a stopień prawdopodobieństwa. Struktura przedmiotu a ścisłość prawa 91
§ 29. Czy prawo empiryczne jest umową? 94

Str.

§ 30. Nauki humanistyczne: podstawy psychologii . . . 99
§ 31. Nauki humanistyczne (c. d.): historiografia . . . 103
§ 32. Nauki aprioryczne czyli dedukcyjne 109
§ 33. O języku nauk dedukcyjnych 109
§ 34. Budowanie systemu nauk dedukcyjnych 113
§ 35. System aksjomatyczny a system sformalizowany . . 117
§ 36. Niezależność, niesprzeczność i zupełność układu aksjomatów 120
§ 37. Metoda aksjomatyczna 126
§ 38. Rola elementów intuicyjnych w systemach dedukcyjnych 127
§ 39. Logika dwu- i więcejwartościowa 130
§ 40. Stosunek logiki do innych nauk 133
§ 41. Stosunek logiki do filozofii 138
§ 42. Logika nowa czyli matematyczna a logika tradycyjna 141
§ 43. Kilka uwag ogólnych o nauce 144
Pytania 147
Wskazówki bibliograficzne 150

Skróty

używane we wskazówkach bibliograficznych i w tekście

BF. Bibliot. Filozof. Lwów
BW. Bibliot. Wendego. Warszawa
GKF. Główne kierunki filozofii przez K. Ajdukiewicza. Lwów 1923
KF. Kwartal. filozof. Kraków
KM. Wyd. Kasy im. J. Mianowskiego. Warszawa
MK. Myśl katol. wobec logiki współcz. Poznań 1937
NP. Nauka Polska. Warszawa
PAU. Pol. Akad. Umiejętności. Kraków
PF. Przegl. Filozof. Warszawa
PS. Poradnik dla Samouków
PTPN. Poznańskie Tow. Przyjaciół Nauk
PW. Przegląd Współczesny. Warszawa
RF. Ruch Filozoficzny. Lwów
WB. Wskazówki bibliograficzne
WŻ. Wiedza i Życie. Warszawa

Przedmowa

Przystępując do opracowania pierwszego polskiego „Wstępu do filozofii", autor miał do pokonania głównie dwie trudności. Chodziło naprzód o to, by ustalić typ Czytelnika. Poziom wykształcenia, wiek i doświadczenie, zakres i kierunek zainteresowań muszą być niejednakowe u studentów Instytutu Pedagogicznego, młodzieży Państwowych Pedagogiów, słuchaczy Uniwersytetów, a wreszcie u samouków. A wszystkim tym kategoriom Czytelników ma książka niniejsza porówni służyć. Drugi rodzaj trudności wynikł z warunków uprawiania studiów filozoficznych w Polsce. Kraje o bogatej tradycji filozoficznej, a przytem zamożne, jak Niemcy, stać było zawsze na wydawanie, obok mnóstwa „Lehrbuchów" i repetitoriów potrzebnych dla celów czysto egzaminacyjnych, jeszcze osobno kosztownych „Wstępów" o charakterze oderwanym, ogólnokształcącym. W Polsce „Wprowadzenie do filozofii" godzić musi, przynajmniej na razie, dwa zadania różne, na ogół do pogodzenia trudne: cel dydaktyczny, z reguły urzeczywistniany w podręcznikach, z zadaniem bez porównania donioślejszym, zwłaszcza gdy chodzi o filozofię, teoretycznym. Konieczność rozwiązania, choćby i nie zawsze w równej mierze, obu tych zadań sprawiła, że autor nie mógł korzystać z gotowych wzorów. Jedyna polska książka nosząca tytuł „Wstęp do filozofii", pióra Stanisława Brzozowskiego (1910?), jest trochę chaotycznym, ale zawsze bardzo interesującym, skrzącym się od świetnych uwag i myśli niespodzianych dialogiem, który na jakich 70 stronach (formatu kieszonkowego) toczy się bystro na temat zagadnienia wolności; książeczka ta zakłada już bardzo znaczną kulturę filozoficzną. Najlepsze niemieckie „Wstępy" (W. Windelband: Einl. i. d. Phil. III. Tüb. 1923; R. Richter: Einf. i. d. Phil. V. Berlin 1927; A. Müller: Einl. i. d. Phil. II. Bonn 1931; H. Nohl: Einf. i. d. Phil. Frankf. a. M. 1935), które Czytelnikowi na tym miejscu gorąco polecam, czynią zadość wyłącznie drugiej z wymienionych potrzeb. W innych zaś krajach ten rodzaj pisarski na ogół nie jest znany.

Zadanie tej książki jest tedy dwojakie: z jednej strony ma ona jako podręcznik służyć pomocą przygotowującym się do egzaminów w wymienionych zakładach; z drugiej winna ukazać problematykę filozoficzną, jej bogactwo i odrębność, jej trudności i piękno, jej doniosły sens i swoisty urok. Tylko kto napatrzył się wzlotom i upadkom, triumfom i złudzeniom ludzkiej myśli, może nabrać podziwu dla bohaterskich jej wysiłków i może pojąć, że nawet błąd bywa wartościowy i iluzja cenna. Nie ma chyba nic groźniejszego dla kultury, niż niedocenianie cudzych trudów, lekceważenie nieuwieńczonego powodzeniem entuzjazmu, niż wiara, że przeszłość cała pracowała w próżni, a od nas dopiero zaczyna się naprawdę era wartościowych zdobyczy, osiągnięć niewątpliwych i wiecznych.

Ukazywanie zagadnień i ich rozwiązań, choćby nie „wszystkich" w jakimś systematycznym wykładzie, ma nadto inne jeszcze znaczenie. W każdej dziedzinie duchowego życia, dziś bardziej niż kiedykolwiek, bronić się trzeba, w interesie zabezpieczenia i rozbudowy kultury, przed zamarłymi doktrynami, przed niewczesnymi autorytetami. Konieczną jest rzeczą utrzymywać w ciągłej czujności pogotowie krytyczne. Przyczynić się do zorganizowania takiego pogotowia jest jednym ze zadań tego „Wprowadzenia". Nie ma lepszej szkoły krytycyzmu, szacunku dla myśli, dla jej niezależności, nad zobrazowanie walki, której treść, przewodni motyw i sens istotny stanowi ostatecznie dążenie do poznania prawdy.

Autor ośmiela się wierzyć, że książka tak pojęta może i powinna, choćby w skromnym zakresie, wzmóc tempo i napięcie walki z kołtuństwem, z niebezpieczeństwami bez porównania groźniejszymi dla wielkości, a nawet dla trwania polskiej kultury duchowej, aniżeli analfabetyzm sensu stricto. Ciasnota horyzontu, nieczułość na zagadnienia, obojętność na przemiany, które się w ich treści dokonywują, bierność wobec walk, które o ich sens się toczą, brak tolerancji intelektualnej, tępy dogmatyzm w stosunku do pewnych stanowisk przy jednoczesnym fanatycznym „hiperkrytycyźmie" wobec innych stanowisk, nieodporność zupełna na wszelkie obiegowe sugestie — oto niektóre symptomy ponurego stanu pewnej, niestety znacznej, części inteligencji, która w pomyślniejszych warunkach mogłaby pomnożyć wydatnie szeregi konsumentów kultury. Obudzenie tedy wątpliwości, rozniecenie ciekawości intelektualnej wydało się tu autorowi ważniejsze, niż przeładowywanie książki gotowymi, encyklopedycznymi informacjami, niż dawanie „niezawodnych“ formułek i „pewnych“ recept.

Autor zakłada u Czytelnika dobre wykształcenie średnie, choć niekoniecznie dyplom ukończenia pewnej średniej szkoły. A jednak książka ta jest, w pewnym sensie, niełatwa. Stawia ona Czytelnikowi wysokie wymagania. Wymaga od niego nieustannego wysiłku myślenia, zmusza do wytężonej czujności krytycznej, pragnie uniemożliwić mu przekłamywanie się przez zagadnienia, upraszczanie ich sobie wygodne. Nie jest to, pomimo wszystko, za wiele. Przecie i nauczyciel prawdziwy to ten chyba, który wymagania, dobrze uzasadnione oczywiście i celowe, umie utrzymać na poziomie wysokim, i jeśli w pewnym sensie ułatwiać ma uczniowi pracę, zarazem o tyle mu ją utrudnia, że go nie zwalnia nigdy od własnych rozważań. Rzeczą zrozumiałą jest, że żadna książka nie zastąpi własnych rozmyślań, wymagających dobrej woli, trudu i czasu.

Ukazanie się tej książki jest zasługą p. Edwarda Czernichowskiego, dyrektora Instytutu Pedagogicznego w Katowicach. On to nie tylko nie ustawał w zachęcaniu autora do napisania „Wprowadzenia“, ale potrafił skłonić Zarząd Towarzystwa tego Instytutu do pewnych zobowiązań natury finansowej, dzięki którym można było przystąpić do wydania książki. Panu Dyr. Czernichowskiemu, miłośnikowi filozofii i gorącemu orędownikowi jak najpoważniejszego jej traktowania w Instytucie, składam tedy w pierwszym rzędzie najszczersze podziękowanie. Jednocześnie dziękuję też uprzejmie Zarządowi Towarzystwa I. P. za życzliwe ustosunkowanie się do książki. Panu Prof. U. J. St. Szumanowi pragnę podziękować serdecznie za to, że łaskawie przeczytał w maszynopisie niniejszą część I, a przejrzawszy ją zechciał podzielić się z autorem szeregiem interesujących uwag. Wreszcie winienem gorące podziękowanie studentowi U. J. p. Leonowi Lipschützowi, który podjął się przestudiowania maszynopisu w roli „szarego“, próbnego Czytelnika, mającego zwrócić uwagę na dydaktyczne niedomagania książki.

Zakopane, w sierpniu 1938.

autor.

Rozdział I.

Pojęcia wstępne.

§ 1. **Mowa i myśl.**

Każda myśl nasza, jeśli ma być dla nas samych dostępna i przejrzysta, musi być ujęta w słowa, w wyrazy mówione, pisane lub choćby tylko „wewnętrznie“ mówione. Zbiór słów czyniący zadość pewnym warunkom, które określają tych słów użycie (np. składnia), możemy nazwać mową. Można wszakże rozszerzyć to pojęcie języka i powiedzieć ogólniej, że myśl przyobleka się w *znaki* graficzne, akustyczne, lub ruchowe (mimika, znaki głuchoniemych, sygnalizowanie chorągiewkami na usługach harcerstwa i armii), a wreszcie świetlne (sygnały kolejowe); że wypowiada się w symbolach konwencjonalnych, jak alfabet Braila, lub naturalnych, jak słowa mowy potocznej.

System tak szeroko rozumianego języka spełnia przede wszystkim zasadniczą funkcję *porozumienia* się ludzi współżyjących w mniejszych lub większych społecznościach. A spełnia ją naprzód pod warunkiem wspomnianym, że symbole te posłuszne są pewnym ogólnym regułom, w myśl których z luźnych znaków lub mniejszych ich zespołów (wyrażeń) tworzyć można zespoły większe o określonej budowie (np. zdania); po wtóre zaś pod warunkiem, że znaki te bądź coś określonego *oznaczają* lub nazywają, bądź też coś określonego *znaczą*, w szczególności, że są *jednoznaczne*, tj. że ten sam np. co do kształtu znak oznacza stale to samo, bądź też posiada to samo znaczenie. Wyrażenie „jądro komórkowe“ oznacza zbiór określonych przedmiotów, a mianowicie nazywa dobrze określoną część charakterystyczną ogromnej więk- [illegible] komórek. Ale ten sam zespół znaków [illegible] dro komórkowe“) ma ściśle okre- [illegible] tym samym języku; na znaczenie [illegible] *ściwości* wspólnych wszystkim przedmiotom, które właśnie dlatego j e d n ą nazwą objęliśmy, a więc ogół cech takich jak skład chemiczny, jak sposób barwienia się, zachowania się jądra komórkowego w okresie podziału komórkowego itp. Są wyrazy (wyrażenia), które nic nie nazywają, jak spójniki „i“, „lub“; jednakże i one mają określone znaczenie nie tylko gramatyczne, ale i logiczne. Kto więc wie, co symbole oznaczają i co znaczą, a zna owe reguły, może tworzyć systemy znaków posiadajace określony sens i zrozumiałe dla wszystkich, wtajemniczonych w ten sam język.

Tak pojęta mowa obejmuje wszelkie sposoby ludzkiego porozumiewania się, od osobliwego żargonu, np. gwary złodziejskiej, aż do najbardziej wyrafinowanej symboliki matematycznej lub logicznej. Języki te różnić się mogą od siebie ogromnie, pod wieloma względami. Tak np. żargon swoisty wcale nie jest pozbawiony jednoznaczności, jego wyrazy i wyrażenia coś zupełnie określonego oznaczają, i na ogół powiedzieć można, że im bardziej specjalny żargon, tym bardziej jednoznaczne jego terminy. Ale rzecz istotna w tym, że jednoznaczność takiego języka jest spełniona tylko w pewnej bardzo specjalnej grupie, czasem zamknięta jest w obrębie jednej dzielnicy wielkiego miasta, w ramach szczupłego koła osób wykonywujących jeden zawód. Żargon świadczy o tym, że i jak bardzo środki porozumiewania się ulegają socjalnej specjalizacji. Po wtóre, język taki rozkłada się, psuje i przeistacza na ogół szybko, w przeciwieństwie do języka symbolicznego matematyki, logiki czy chemii, który sztucznie i celowo zabezpieczyć usiłujemy przed płynnością i zmiennością znaczeń symboli, właściwą każdemu językowi samorzutnie powstałemu. Możnaby więc zapewne ustalić h i e r a r c h i ę języków wedle różnej szybkości przemieniania się znaczeń w symbolach ukrytych, wedle różnego stopnia, w jakim ich wyrazy spełniają warunek jednoznaczności i podlegają ogólnym regułom ich zastosowania, wreszcie wedle zasięgu możliwej używalności języka. W hierarchii tej języki sztuczne, przez człowieka świadomie zbudowane dla określonych wyraźnie celów, stoją na ogół wyżej od naturalnych, gwary czy mowy potocznej, a i wśród konwencjonalnych języków nauk jedne górują nad innymi.

To nie jedyna wszakże funkcja mowy, zwłaszcza mowy naturalnej, tj. tej, o której nikt z nas powiedzieć nie potrafi szczegółowo, kiedy i jak się jej nauczył, języka, który rósł wraz z nami i który zastajemy jako gotową własność, bezcenne posiadanie. Ten język jest środkiem e k s p r e s j i, jego wyrazy coś także w y r a ż a j ą, a mianowicie wyrażają nasze spostrzeżenia i myśli, radości i bóle, troski i nadzieje, są przeto nieskończenie bogatym i misternym „odbiciem" naszego wewnętrznego życia. A jeśli doskonałość tego zwierciadła duszy może być podana w wątpliwość dlatego, że bywa, iż „język kłamie głosowi, a głos myślom kłamie", to z drugiej strony niepodobna nie zgodzić się, że do tej samej właśnie mowy równie trafnie odnoszą się słowa:

„Chodzi mi o to, aby język giętki
Powiedział wszystko, co pomyśli głowa,
A czasem był jak piorun jasny, prędki,
A czasem smutny jako pieśń stepowa,
A czasem jako skarga Nimfy miętki
A czasem piękny jak Aniołów mowa..."

Gdy rozważamy stosunek mowy do myśli w sensie ściślejszym, a nie do wszelkich naszych przeżyć w ogóle, jeszcze jedna wchodzi w rachubę rola języka. Język nie tylko jest „szatą", w którą myśl wszelka nieodzownie się przyodziewa; jest on tej myśli również „wehikułem", stanowi jej n a r z ę d z i e, środek jej wzbogacania się, pogłębiania i precyzowania. Zachodzi między mową a myślą, między wzrostem i życiem pierwszej a żywem kształtowaniem się drugiej, przedziwna i czuła k o r e l a c j a: precyzję myśli można wzmagać przez dbałość o możliwie ścisły język, ale i nawzajem, ścisłość języka jest uwarunkowana i potęguje się przez ścisłość myśli. Łatwo tedy pojąć, że gramatycy zajmowali się nieraz logiką, a logicy — o wiele zresztą częściej — poświęcali i poświęcają baczną uwagę nauce o języku. Zrozumiała też stała w naukach troska o język jak najprecyzyjniejszy, staranie w niektórych z nich, jak zobaczymy, posunięte do granic najdalszych. Zrozumiała duma, z jaką Lagrange mówił o języku matematyki, że nie posiada on nawet znaków dla wyrażenia pojęć niejasnych. Zrozumiałe stąd również powstanie w ostatnich latach szczególnego kierunku badań nad językiem, w sensie już nie tylko lingwistycznym, ale w znaczeniu specjalnym, któremu poświęcimy osobny paragraf. I trudno się dziwić, że, wobec takiej doniosłości mowy dla myśli, właśnie w języku i dawniej — przed laty 60 — i dziś szczególnie, choć w innym nieco sensie, dostrzega się klucz do rozwiązania pewnych zasadniczych zagadnień filozoficznych.

Jednoznaczność wyrazów (wyrażeń) oraz ich podleganie określonym przepisom, dotyczącym ich użycia w uważanym języku, stanowią niektóre warunki konieczne tego, co nazywamy ścisłością czyli precyzją języka.

§ 2. Język potoczny a naukowy.

Mowa codzienna w bez porównania wyższej mierze służy zadaniu ekspresji, aniżeli choćby najbardziej do potocznego zbliżony język naukowy. Ta prawda niemal oczywista pociąga za sobą ważne konsekwencje. Mowa ta posiada naprzód znacznie większe bogactwo środków ekspresyjnych: nie brak w niej wyrażeń dla wysłowienia zmienności uczuć i pragnień, skarg i zwątpień, radosnych uniesień i mocnych przeświadczeń. Dość zajrzeć do jakiegokolwiek słownika, Lindego czy Larousse'a, aby zobaczyć, jak różne i dalekie od siebie znaczenia może mieć ten sam wyraz, aby stwierdzić zarazem, jak roi się w każdym języku od synonimów, od wyrażeń różnych (różnego kształtu) dla oznaczenia zjawisk, lub wysłowienia przeżyć bardzo podobnych. A cóż dopiero mówić o prozie literackiej, o języku poetyckim, a więc o mowie, którą wyobraźnia i kunszt artysty modelują na instrument nieskończenie czulszy; wystarczy wziąć do ręki Pana Tadeusza, Beniowskiego, lub Popioły, żeby ocenić zasobność porównań, przepych metafor, rozrzutność wspaniałą obrazów, na jaką stać mowę artystycznie doskonałą.

Język artystyczny jest zawsze mniej lub bardziej indywidualny, osobisty; nie wszystkim jest dostępny, nie wszyscy dorośli duchowo do niego, bo zbyt jest swoisty, tzn. zbyt samorodnego życia wewnętrznego jest „odbiciem". Ale i mowa potoczna miewa akcenty i odcienie osobiste; nawet ludzie, zbliżeni poziomem wykształcenia, z tego samego środowiska, nie posługują się mową dokładnie taką samą, nie mówiąc już o odmiennościach narzeczy i gwar, lub o językach odległych od siebie pokoleń i epok.

Język potoczny, właśnie jako środek ekspresji, podlega ewolucji naturalnej. Językoznawców, podobnie jak psychologów, z dawna uderzał fakt, że mowa ulega automatyzacji. Fakt to znany we wszystkich dziedzinach ludzkiej czynności, wytwórczości. Gdy zaczynamy się uczyć czytania, gry na skrzypcach, jazdy na nartach, czy języka obcego, zrazu musimy całą uwagę i wysiłek obracać na mnóstwo czynności drobnych, szczegółów nieznanych i nieopanowanych, walczyć jak gdyby z oporem rzeczy, a właściwie z własną nieudolnością, pamiętać o wielu nieodzownych regułach zachowywania się, wiązania ruchów itp. Powtarzanie dostatecznie częste prowadzi do wprawy, czynność wykonywamy coraz sprawniej i szybciej i z coraz mniejszym nakładem uwagi; wreszcie czynność jest w tej mierze zautomatyzowana, że wolny nadmiar pracy psychicznej może być teraz skierowany ku zadaniom nowym, trudniejszym. Rzecz prosta, stosuje się to i do rozwoju języka, który jest również jednym z tworów człowieka.

Psychologowie zwrócili uwagę przed laty prawie 70, że automatyzacja w zakresie języka jest niesłychanie doniosła dla naszego myślenia, że wyrazy i wyrażenia mowy są, w wyniku tego procesu, ekonomiczne: oszczędzają wysiłku pamiętania wielu przedmiotów, wielu doświadczeń. Gdy w mowie potocznej mówimy „stół", mamy na myśli nie tylko ten stół przed nami w tej chwili stojący, lecz wszystkie stoły. Pewne ludy pierwotne mają na każdy przedmiot w swoim otoczeniu inną nazwę. Gdybyśmy tak samo musieli pamiętać nie tylko nazwę, ale i właściwości, tego i każdego innego stołu, stanowiłoby to tak niesłychane obciążenie pamięci, że cały wysiłek myślowy szedłby na to i nie starczyłoby go, aby tworzyć np. naukę; ta olbrzymia energia umysłowa, którą człowiek zużywa na nowe wynalazki, na badania naukowe, byłaby uwięziona w trudzie myślenia o niezliczonych poszczególnych rzeczach.

Na szczęście tak nie jest. Automatyzacja polega tu na tym, że liczne obserwacje indywidualnych przedmiotów podobnych pozwalają na ich łączne oznaczanie jedną nazwą, oraz że napis lub dźwięk tej nazwy wyzwala jej znaczenie: myślimy o tym, co te poznane przedmioty łączy jako ich charakterystyka. Dotyczy to większości wyrazów naszej mowy: posiadamy wygodne skróty, wyrazy ogólne. A podobnie jak wyrazy „tablica", „list" itp., zastępują niejako nieograniczenie wiele przedmiotów podobnych, zdanie ogólne „wszystkie ciała ulegają ciążeniu" zastępuje lub „streszcza" bardzo wiele doświadczeń indywidualnych, opisanych w zdaniach jednostkowych o poszczególnych ciałach. Zanim człowiek zawarł wszystkie doświadczenia nad paleniem się ciał w jednym zdaniu, musiał zbierać bardzo wiele obserwacyj indywidualnych nad paleniem się poszczególnych ciał w konkretnych warunkach. Ekonomia języka idzie zatem zwłaszcza w dwóch kierunkach: 1° wyrazy stają się ogólne, tzn. dotyczą nieograniczonej w zasadzie liczby przedmiotów podobnych, 2° zdanie ogólne skrótowo „zagęszcza" w sobie bardzo wiele zdań jednostkowych, które dotyczą poszczególnych obserwacji nad przedmiotami podobnymi z jakichś punktów widzenia.

Ale językoznawcy idą dalej (Rozwadowski). Automatyzacja, powiadają, doprowadziwszy do pewnych nabytków nowych i cennych, z czasem staje się sama hamulcem dalszego rozwoju: wyrażenie, niegdyś świeże, celne i trafne, w pełni odzwierciedlające nasze przeżycie, wreszcie — niekiedy już w następnym pokoleniu, a czasem jeszcze wcześniej — przestaje być adekwatną ekspresją naszego sposobu odczuwania, odczuwane bywa jako przykry anachronizm, brzmi fałszywie. Jakże nas dziś razi wielokrotnie język z nie tak przecie dawnego okresu Młodej Polski! Z tej rozbieżności między tym, co wyrazićbyśmy pragnęli, a utartym obumarłym sposobem wyrażania, rodzi się właśnie reakcja płodna, twórcza: d y s a u t o m a t y z a c j a. Zjawiska te, oba równie dla rozwoju języka znamienne, tłumaczą się okolicznością, że ogromna większość wyrazów i wyrażeń mowy potocznej, a tym więcej artystycznej, jest mocno uczuciowo zaakcentowana; wyjątkowo tylko bywamy zupełnie obojętni, a wtedy wyjątkowo tylko bywamy aktywni i mówimy. Na skutek automatyzacji wyrażenia tracą ostatecznie ów świeży ton uczuciowy, który pierwotnie posiadały i dzięki któremu tak dobrze służyły wyrażaniu naszego emocjonalnego stanu, lub podkreślaniu naszego „ja"; zużyły się, utarły.

Otóż dysautomatyzacja przywraca wyrazom ich pierwotną temperaturę, ich koloryt nastrojowy. Wyrazy b a r d z o, w i e l k i, które niegdyś służyły do wyrażenia silnego stopnia naszego zachwytu czy wstrętu, dziś są za blade i nie wystarczają nam; mówimy więc, że coś jest s t r a s z n i e, o k r o p n i e złe, n i e s ł y c h a n i e ciekawe, o kłamcy powiadamy, że ł ż e j a k p i e s, o człowieku łającym, że p y s k u j e, s z c z e k a; zamiast zwykłych wyrazów, używamy przesadnie mocnych. Ta przesada może nas razić, niemniej jest zrozumiała, jak zrozumiałą jest rzeczą, że wcześniej czy później przestaniemy ją odczuwać, gdy tylko wyrażenia utracą swój ostry ton uczuciowy, podobnie jak stało się to z mocnymi niegdyś wyrażeniami ł a j a ć (znaczyło tyle co u j a d a ć), l ę k a ć s i ę (znaczyło z g i n a ć s i ę z e s t r a c h u) itp. A podobnie wyrażenia czułe, pieszczotliwe ongi, m a t k a w porównaniu z m a c i e r z, zastępujemy bardziej zdrobniałym m a t e c z k a; wyrazy, zwykłe kiedyś, pospolicieją stają się ordynarnymi (p o r t k i, a s p o d n i e). Jeżeli zaś są wyrazy, które od wieków nie zmieniły się (co najwyżej fonetycznie), to są to właśnie bądź wyrazy pod względem uczuciowym obojętne, jak oś, bądź przeciwnie o zabarwieniu uczuciowym silnym i stałym, jak nazwy geograficzne (Wisła), jak zaimki ja, ty itp.

Te czynniki, które sprawiają, że mowa potoczna jest bogatym, żywym, odnawiającym się w szczegółach narzędziem wyrażania naszych przeżyć emocjonalnych, są zarazem niewątpliwie źródłem faktu, że język ten jest wieloznaczny. Znaczenia wyrazów pokrywają się tu w najlepszym razie tylko na tyle, że porozumiewanie się w celach praktycznych jest jako tako możliwe.

W nauce to nie wystarcza. Nie obrazowość wyrażeń, nie emocjonalne ich zabarwienie, ale jednoznaczność wyrazów (wyrażeń) jest nieodzownym, choć nie jedynym, warunkiem, aby nauka była jedna dla wszystkich, czyli — jak również się wyrażamy — aby zdania, które ona formułuje, miały charakter powszechnie obowiązujący. Dlatego nauka dąży do tego, aby język mowy potocznej w miarę możności zastąpić językiem własnym. Ten język tworzy się oczywiście przeważnie na podłożu mowy potocznej, ale odbiega od niej mniej lub więcej. Wyraz „związek“ może nasunąć na myśl bądź związek chemiczny, bądź zrzeszenie polityczne, bądź organizację spółdzielczą, bądź związek małżeński itp. Chemik mówi o związku tylko w pewnym ściśle określonym znaczeniu; dla niego wyraz ten oznacza tylko takie połączenie dwu lub więcej pierwiastków, w ściśle określonym stosunku ciężarowym, które posiada zupełnie odmienne własności, aniżeli każdy z tych pierwiastków. Weźmy prosty przykład: wodór i tlen; woda, związek tych dwóch pierwiastków w stosunku wagowym 1:8, nie ma własności ani wodoru, ani tlenu, tylko ma własności zupełnie nowe. To pojęcie związku chemika byłoby oczywiście zupełnie bezużyteczne dla prawnika.

Ceniąc jednoznaczność tak wysoko, nauka stara się ją zapewnić językowi bądź to przez definicje, ustalające dla jej potrzeb znaczenie wyrazów, a więc zapobiegające zmienności naturalnej znaczeń, niekiedy zaś nadto przez wyrzeczenie się pierwiastka naocznego, obrazowego — spora liczba pojęć fizyki nie posiada wcale elementu wyobrażeniowego, wyobraźni naszej nic nie mówi, żeby wymienić tylko moment bezwładności, entropię; inne zaś pojęcia z czasem tracą swój pierwotnie naoczny charakter, jak fala lub korpuskuł w mikrofizyce dzisiejszej. Nie potrzeba dodawać, że wyrazy tego języka nie mają żadnego tonu uczuciowego, nie służą przecie wcale prawie do wyrażania naszych wzruszeń. Stąd język naukowy jest ubogi, czyni wrażenie mowy suchej, bezosobistej, często stereotypowej, i to w mierze tym wyższej, im bardziej pewną naukę — jak matematyka — stać na zbudowanie języka samodzielnego, od wszystkich zalet ale i błędów mowy potocznej niezależnego. Za to jednocześnie wyrazy języka naukowego będą w rosnącym stopniu wykazywały tę cechę, którą nazwaliśmy „ekonomicznością"; symbole matematyki, chemii, logiki są jeszcze oszczędniejszymi skrótami pewnych przedmiotów, stosunków i operacji, aniżeli wyrazy i zdania mowy potocznej. Dość napisać wzór H_2O i uprzytomnić sobie, ile w nim stosunków jakościowych i ilościowych (połączenie chemiczne: wodoru i tlenu, w stosunku 2 atomów H na 1 atom O, objętościowo: dwóch objętości H na 1 objętość O, wagowo: 1 g H na 8 g O itd.)

Naturalnie, nie można pytać, który jest „lepszy", sztuczny, ubogi, ale ścisły język naukowy, czy też ten naturalny, bogaty ale wieloznaczny język potoczny. To zależy od celów i potrzeb. Gdy artysta chce wyrazić swe wzruszenia i przekazać je innym ludziom, to rzecz prosta nie będzie się posługiwał symboliką algebraiczną; i odwrotnie, gdy matematyk chce dowieść twierdzeń swoich, nie będzie używał metafor i porównań. Każdy język ma inne zadania, każdy wyrasta z innych potrzeb i, w swoim zakresie, każdy jest cenny.

§ 3. **Funkcje zdaniowe i nazwowe. Zdania w sensie logicznym. Zmienne i stałe. Funktory.**

W tym i w następnych paragrafach będziemy posługiwali się terminologią, która Czytelnikowi w pierwszej chwili nieco dziwną wydać się może. Będziemy nazywali z d a n i a m i lub w y p o w i e d z e n i a m i takie wyrażenia, które mają z reguły kształt gramatycznych zdań orzekających, lub warunkowych, a zarazem posiadają, niezależnie od psychologicznej treści odmiennej u różnych osobników wyrażenia te rozumiejących, j e d n o z n a c z e n i e l o g i c z n e; zakładamy, choć dowieść tego nie umiemy, że jest to znaczenie, które wiążą z tym wyrażeniem w s z y s c y rozporządzający tym samym językiem. Nadając takim wyrażeniom miano zdań, a nie s ą d ó w, nie chcemy jednak bynajmniej twierdzić, że są to tylko jakieś zestawienia znaków, napisy, którym nie odpowiadają w ogóle żadne zmienne procesy; pragniemy tylko podkreślić, że mieć będziemy tutaj na uwadze wyłącznie ten ich kształt językowy oraz to ich identyczne znaczenie logiczne, bez względu na to, jaka jest ich psychologiczna geneza. Podobnie, mówiąc o terminach lub wyrazach, zamiast o pojęciach, nie utrzymujemy wcale, że wyrazy to znaki, którym nie odpowiadają pojęcia. Słowem, używając tej terminologii, niczego nie przesądzamy w kwestii, czy umysłowi ludzkiemu dostępne są pojęcia, czy też stać go tylko na znaki ogólne. Terminologia ta wydaje się tu po prostu celowa: z jednej strony ma zapobiec niepożądanemu mieszaniu spraw i rozważań logicznych z psychologicznymi, z drugiej zaś winna ułatwić Czytelnikowi nawiązanie do prac wymienionych we Wskazówkach bibliograficznych, prac, których większość w tej właśnie terminologii — choć z innych niż tu powodów — jest napisana.

Weźmy pod uwagę wyrażenie: „X jest skałą". Z gramatycznego punktu widzenia jest to może zdanie, albowiem składa się z wyrazów, choć jeden z nich nie oznacza nic określonego. Logicznie rzecz biorąc, wyrażenie to w każdym razie zdaniem czyli wypowiedzeniem nie jest; albowiem od zdania w sensie logicznym wymagamy, ażeby było albo prawdziwe albo fałszywe, temu zaś warunkowi przytoczone wyrażenie nie czyni zadość. Nie można przecie orzec, czy prawdą jest, że X jest skałą, dopóki nie wiemy, czego znakiem jest owo X, albo co X znaczy, a tym samym nie sposób uchwycić w ogóle sensu całego wyrażenia. Nie każde zdanie w sensie gramatycznym jest tedy zdaniem logicznym (zdania pytajne, przyzwolone), choć każde zdanie logiczne jest zdaniem ze stanowiska gramatyki. Dopiero, gdy za X podstawimy wyrazy jak „granit" lub „siarka", otrzymamy zdanie logiczne, a mianowicie prawdziwe „granit jest skałą", lub fałszywe „siarka jest skałą". Wyrażenia takie jak „X jest skałą" nazywamy funkcjami zdaniowymi. Występujące w nich znaki jak X, same znaczenia nie posiadające, za które jednak możemy „wstawiać" pewne wyrazy lub wyrażenia o określonym znaczeniu, zowiemy w ogóle zmiennymi; w ramach zaś pewnej funkcji zdaniowej noszą one nazwę argumentów tej funkcji. Wyrazy jak granit, siarka itp., które są nazwami, nazywamy stałymi, a ze względu na to, że można je podstawiać za zmienną w uważanej funkcji i że wtedy przeprowadzają tę funkcję w odpowiednie zdanie logiczne, nadajemy im miano wartości argumentu.

Za zmienną X moglibyśmy w naszym przykładzie popodstawiać równie dobrze kolejno stałe „trachit", „bazalt", „porfir", otrzymalibyśmy po kolei wypowiedzenia również prawdziwe; tak jak znowu podstawiając np. „złoto", lub „tlen", lub „miedź", uzyskiwalibyśmy zdania fałszywe, ale posiadające zawsze sens określony. Ogół możliwych (tj. dających zdania ze sensem) wartości pewnej zmiennej, jako argumentu uważanej funkcji, nazywamy zakresem wartości tej zmiennej. Ustalenie tego zakresu jest w ogóle rzeczą trudną, a bardzo ważną. Każde wypowiedzenie, które w ten sposób z pierwotnej funkcji otrzymujemy, stanowi wartość funkcji dla oznaczonej wartości argumentu. Jest rzeczą widoczną, że można wobec tego każde zdanie logiczne uważać za wartość jakiejś funkcji zdaniowej, a nawet wielu funkcyj dla różnych wartości argumentu. Tak np. zdanie „oliwin jest składnikiem bazaltu" możemy uważać za wartość funkcji „X jest składnikiem bazaltu", lub za wartość funkcji „oliwin jest Y".

Dla przykładu rozpatrzmy jeszcze następujące wyrażenie: „X przyciąga Y". Jest to najwidoczniej funkcja zdaniowa o dwóch argumentach; przechodzi ona dla pary wartości argumentów, np. „magnes" i „żelazo", w wypowiedzenie prawdziwe, dla pary „magnes" i „drzewo" — w zdanie fałszywe. Zakres wartości każdego z argumentów tej funkcji stanowią oczywiście „ciała".

Zmienne w przytoczonych przykładach noszą miano zmiennych nazwowych, to znaczy, że nie można podstawić za nie w rozważanych funkcjach zdaniowych niczego innego prócz nazw, jeśli powstałe tą drogą zdania mają mieć sens i być prawdziwe lub fałszywe. Stałe, które za zmienne wstawialiśmy w naszych przykładach, to stałe nazwowe.

Obok takich zmiennych wyróżnić trzeba zmienne, które zastępują nie nazwy, ale całe zdania w sensie logicznym. Napiszmy np. następującą funkcję zdaniową: „jeśli prawda, że p, i prawda, że q, to prawda, że q, i prawda, że p". Jeśli w tej funkcji zdaniowej za p i q podstawimy jakiekolwiek prawdziwe zdania logiczne, a nie nazwy, funkcja przejdzie zawsze w zdanie logiczne prawdziwe; p, q są to zmienne zdaniowe.

W naszych przykładach dostrzegamy jednak jeszcze pewne wyrazy, jak w pierwszej funkcji „jest", a w drugiej „przyciąga", których ani do zmiennych ani do stałych nazwowych, ani do zdań, ani do funkcji zdaniowych zaliczyć niepodobna. Takie wyrazy lub wyrażenia, które dopiero wespół ze zmiennymi, lub ze stałymi, lub ze zmiennymi i stałymi, lub wreszcie ze zdaniami tworzą nową nazwę, funkcję zdaniową, lub zdanie, nazywamy „funktorami“. Tak np. funktor „nad“, połączony z nazwami „Brześć“ i „Bug“, tworzy nazwę „Brześć nad Bugiem“; funktor „zapładnia“ w połączeniu z nazwami „plemnik“ i „jajo“ daje zdanie „plemnik zapładnia jajo“. Funktorami mogą być, jak widać, czasowniki w postaci verbum finitum jak „przyciąga“, słowo „jest“, ale i przyimki, jak „nad“; bywają nimi i przymiotniki, o ile nie są użyte rzeczownikowo, przysłówki, ale także spójniki (przy- i międzyzdaniowe).

Warto też zauważyć, że istnieją funkcje, tj. wyrażenia zawierające jedną lub więcej zmiennych, odmienne od zdaniowych o tyle, że po podstawieniu za zmienne wartości z ich zakresu przechodzą w nazwy, a nie w zdania. Wyrażenie „$5x + 3$“ jest taką funkcją, bo po podstawieniu za x dowolnej wartości liczbowej staje się ono określoną liczbą, podobnie jak „brat X^{-a}“ po wstawieniu za X nazwy staje się nazwą. Są to funkcje nazwowe.

§ 4. Funktory prawdziwościowe. Kwantyfikatory.

Spośród wszystkich funktorów najważniejszą, z punktu widzenia logiki, rolę grają takie jak „i“, „lub“, „jeżeli — to“, „nie“ (lepiej: „nieprawda, że“), „wtedy i tylko wtedy gdy“, które noszą nazwę funktorów prawdziwościowych. Duże ich znaczenie polega na tem naprzód, że za pomocą nich możemy ze zdań prostych tworzyć nowe zdania w sensie logicznym, a mianowicie zdania złożone. Zdania takie, jak przytoczone w paragrafie poprzednim, to zdania proste; w ich skład nie wchodziły inne zdania, ale wyłącznie dwie nazwy oraz odpowiedni funktor, który je łączy. Bywają zdania proste z jednego tylko wyrazu zbudowane („mży“), lub z jednej nazwy i jednego funktora („Beethoven umiera“). Z drugiej strony, zdania złożone mogą zawierać tylko jedno składowe zdanie, ale muszą wtedy ponadto posiadać funktor odnoszący się do całego zdania, prócz funktora, który w samym tym składowym zdaniu figuruje. Np. zdanie „nieprawda, że Beethoven żyje“ jest zdaniem złożonym, bo składa się ze zdania prostego „Beethoven żyje“ oraz funktora („nie“) „nieprawda że“, przy czym funktor ten dotyczy całego zdania

„Beethoven żyje“, podczas gdy w samym tym zdaniu występuje jako funktor tylko wyraz „żyje“.

Ta rola funktorów prawdziwościowych nie ogranicza się bynajmniej do zdań mowy potocznej. W zdaniach k a ż d e j nauki spotkać można takie funktory obok jej wyrazów specjalnych i obok słówka „jest“. Wszakże szczególną doniosłość posiadają prawdziwościowe funktory dlatego, że one to, obok słówka „jest“, należą do wyrażeń, za pomocą których — posługując się nadto zmiennymi — bez reszty można formułować prawa logiki formalnej. Będziemy takie wyrażenia nazywali s t a ł y m i l o g i c z n y m i.

Do takich stałych należą również zwroty kwantyfikujące czyli k w a n t y f i k a t o r y. Ich odpowiednikami w mowie potocznej są wyrazy „każdy“, „pewien“, „żaden“ itp. Tak np. w wyrażeniu „dla każdego x, jeżeli x jest ciałem, to x puszczone swobodnie spada w próżni ruchem jednostajnie przyspieszonym“, zwrot „dla każdego x“ jest kwantyfikatorem. Jest to w gruncie rzeczy s k r ó t zdania c a ł e g o; ma on zupełnie określone znaczenie, a odnosi się do funkcji zdaniowej, która po nim następuje „jeżeli x jest ciałem, to x puszczone swobodnie itd.“ Funkcja ta jest złożona ze składowej funkcji zdaniowej „x jest ciałem“, oraz z drugiej „x puszczone swobodnie... itd.“, połączonych ze sobą funktorem prawdziwościowym “jeżeli — to“. Ponieważ żadna funkcja zdaniowa nie ma określonego sensu, przeto i złożona funkcja zdaniowa zrozumiałego znaczenia nie posiada. Jeśli jednak funkcję tę poprzedzimy kwantyfikatorem, nabiera ona oznaczonego sensu, a mianowicie staje się prawem ogólnym, które w mowie potocznej wypowiedzielibyśmy w równoznacznym zdaniu „każde ciało, puszczone swobodnie, spada w próżni ruchem jednostajnie przyspieszonym“. Kwantyfikator ma tedy sens taki, że o r z e k a w skrócie, iż zdanie, które po podstawieniu za zmienną x wartości, z jej zakresu, otrzymamy z następującej złożonej funkcji zdaniowej (za każde x t e j s a m e j wartości), jest prawdziwe. Stąd olbrzymia rola kwantyfikatorów np. przy formułowaniu praw matematycznych, w których prawie zawsze i z ogromnym pożytkiem posługujemy się zmiennymi. Tak np. twierdzenie „jeżeli $y = z$, to $x + y = x + z$“ musiałoby przedstawiać się jako funkcja zdaniowa bez określonego sensu, gdyby nie było poprzedzone kwantyfikatorem „dla dowolnych x, y, z“. Zwrot ten co prawda bywa nieraz opuszczany, ale tylko wtedy, gdy nie zachodzi obawa nieporozumienia.

§ 5. **Stosunki między zdaniami.**

Przyjrzyjmy się teraz zdaniom złożonym nieco bliżej i z odmiennego punktu widzenia, ograniczając się w tym paragrafie do trzech najpospolitszych ich rodzajów.

a) Niech będą zdania: (1) „każde ciało jest rozciągłe“ i (2) „każde ciało podlega powszechnemu ciążeniu“. Kto uznaje za prawdziwe każde z tych zdań, musi uznać też za prawdziwe zdanie, które z nich obu powstaje przez połączenie funktorem prawdziwościowym „i“, a zatem uzna zdanie: „każde ciało jest rozciągłe i każde ciało podlega powszechnemu ciążeniu“. To nowe zdanie złożone nazywamy konjunkcją lub iloczynem logicznym zdań (1) i (2). Spróbujmy, korzystając ze zmiennych zdaniowych i kwantyfikatorów, wypowiedzieć ogólne prawo. Zastąpmy (1) przez zmienną zdaniową p, a (2) przez q. W takim razie prawo to sformułujemy tak: „dla dowolnych p i q, jeżeli prawda, że p, i (jeżeli) prawda, że q, tedy prawda, że p i q“. Jest rzeczą jasną, że możemy tworzyć konjunkcję z (skończenie) wielu zdań, a nie tylko z dwóch. Widoczna też, że konjunkcja jest prawdziwa wtedy i tylko wtedy, gdy wszystkie zdania, które ją tworzą, są prawdziwe; jest zaś fałszywa, gdy przynajmniej jedno z tych zdań składowych jest fałszywe.

b) Za pomocą funktora „nie“, lub lepiej „nieprawda że“, tworzymy ze zdania dowolnego jego zaprzeczenie (negację). Zaprzeczeniem prawdziwego zdania „nadnercze wydziela adrenalinę“ będzie fałszywe zdanie „nieprawda, że nadnercze wydziela adrenalinę“; zaprzeczeniem fałszywego zdania „powietrze jest pierwiastkiem“ będzie prawdziwe zdanie „nieprawda, że powietrze jest pierwiastkiem“. Dwa takie zdania, z których jedno stanowi zaprzeczenie drugiego, nazywamy sprzecznymi. Jedno z praw logiki, tzw. zasada sprzeczności, orzeka ogólnie to właśnie, cośmy tu stwierdzili na przykładach, a mianowicie, że z dwóch zdań sprzecznych jedno musi być fałszywe: „dla dowolnego p, jeśli prawda, że p, to nieprawda, że nie-p; jeśli nieprawda, że p, to prawda, że nie-p“; albo krócej, „dla dowolnego p, nieprawda, że p i nie-p“.

c) Użyjmy teraz funktora „lub“, a otrzymamy z dwóch zdań prostych nowy rodzaj zdania złożonego. Jednakże funktor „lub“ może mieć naprzód znaczenie takie, że jedno ze zdań nim połączonych wyklucza drugie: jedno jest prawdziwe, a drugie fałszywe. Lekarz oświadcza rodzinie ciężko chorego: „lekarstwa tu niema, organizm sam zwalczy chorobę, albo nastąpi katastrofa". Otóż nie w tym znaczeniu logika posługuje się funktorem „lub", lecz w takim, że oba wypowiedzenia nie wykluczają się wzajemnie; przynajmniej jedno z nich jest prawdziwe, co nie przesądza jednak możliwości, że oba okażą się prawdziwe. „Każdy student pedagogium kształci się lub zarobkuje." Jak wiadomo, zbyt wielu jest niestety takich, którzy czynią nie tylko pierwsze, ale i drugie. Zdanie złożone tego rodzaju, gdzie słówko „lub" rozumiane jest w tym drugim sensie, nazywamy dysjunkcją lub sumą logiczną obu zdań składowych. O dysjunkcji powiedzieć tedy można ogólnie: „dla każdego p i q, prawda, że p lub q, jeśli bądź prawda. że p, bądź, prawda, że q, bądź prawda, że p, i prawda, że q".

Porównując trzy rozpatrzone rodzaje zdań złożonych możemy zauważyć, że prawdziwość zdania złożonego nie zależy wcale od treści składowych zdań prostych, lecz jedynie od ich prawdziwości względnie fałszywości. Moglibyśmy więc zamiast zdań (1) i (2) pod (a) obrać jakiekolwiek inne dla przykładu zdania, byle prawdziwe; otrzymalibyśmy stale iloczyn logiczny prawdziwy. A zupełnie to samo dotyczy stosunku prawdziwości zdania złożonego do prawdziwości prostego (lub prostych) w przypadkach b) i c). Właśnie dlatego wolno nam było od razu napisać we wszystkich trzech przypadkach prawa ogólne, w których występują tylko zmienne zdaniowe (p, q) i stałe logiczne (kwantyfikatory, funktory prawdziwościowe), natomiast niema stałych nazwowych, zdań o konkretnej treści itp. (wyrażenie „prawda, że p" znaczy tyle co „p"). Ta właściwość tego rodzaju praw ogólnych, iż zawierają one tylko zmienne i stałe logiczne, jest niezmiernie znamienna w ogóle dla praw logiki formalnej; w szczególności, gdy zmiennymi są wyłącznie zmienne zdaniowe, charakteryzuje ona prawa podstawowego działu logiki współczesnej, zwanego logiką („rachunkiem") zdań.

Otóż, jeżeli w każdym z tych praw pominiemy kwantyfikator, otrzymamy już tylko funkcję zdaniową, której argumentami są jednak wyłącznie zmienne zdaniowe. Gdy za argumenty te podstawimy pewne ich wartości tj. zdania, jak to czyniliśmy w przykładach konkretnych a), b), c), cała funkcja zdaniowa staje się zdaniem, które stanowi — jak wiemy (§ 3.) — wartość tej funkcji. Dla wszystkich rozpatrzonych tu funkcji zdaniowych charakterystyczne jest to właśnie, że prawdziwość zdania, które stanowi wartość funkcji, nie zależy od treści zdań stanowiących wartości argumentów tej funkcji („zdań składowych"), lecz jedynie od ich prawdziwości wzgl. fałszywości. Takie funkcje zdaniowe noszą nazwę funkcji p r a w d z i w o ś c i o w y c h. Widoczną teraz jest rzeczą, że możemy iloczyn logiczny, negację i sumę logiczną rozpatrywać nietylko jako „zdania złożone", lecz z donioślejszego stanowiska, jako funkcje prawdziwościowe.

§ 6. **Implikacja materialna i formalna. Równoważność zdań.**

Nauka nie składa się z luźnych zdań. Rozumując, w nauce każdej podobnie jak w myśleniu potocznym, nieustannie wiążemy ze sobą zdania, i to w s p o s ó b c h a r a k t e r y s t y c z n y. Ilekroć mowa o rozumowaniu, nie chodzi nam mianowicie o to, co się komuś przypomina, jakich doznaje wzruszeń, lub jakie budzą się w nim pomysły, gdy słyszy lub czyta np. zdanie, że „zielone rośliny na świetle przyswajają węgiel wyłącznie z bezwodnika kwasu węglowego zawartego w powietrzu". Chodzi natomiast o taki szczególny związek między tym zdaniem a innym, lub innymi zdaniami, który ani od przeżyć w czyimś umyśle z tymi zdaniami się kojarzących nie zależy, ani nawet od ich logicznej t r e ś c i czyli znaczenia; związek ten posiada ponadto pewne inne właściwości, które mają właśnie stanowić przedmiot rozważań niniejszego paragrafu. Łączy on ze sobą dwa lub więcej zdań lub funkcyj zdaniowych, i nosi nazwę niekiedy stosunku w y n i k a n i a, najczęściej stosunku i m p l i k a c j i, albo krótko — implikacji. Od razu wszakże dobrze jest zwrócić uwagę na d w o j a k i sens terminu „wynikanie". W znaczeniu szerszym stosunek „wynikania" (pisanego w cudzysłowie) jest r ó w n o z n a c z n y z implikacją, której poświęcimy bieżący paragraf. W ściślejszym natomiast sensie, który jest zarazem bardzo bliski znaczenia potocznego, stosunek wynikania między zdaniami musi wprawdzie być o p i s a n y p r z y p o m o c y bardziej podstawowego stosunku implikacji, ale się z nim nie pokrywa. Temu wynikaniu w węższym sensie (pisanemu bez cudzysłowu) poświęcony jest paragraf następny.

Stosunek implikacji piszemy w symbolach: $p \supset q$, a czytamy „p pociąga za sobą q", albo „z p wynika q", albo „jeżeli p jest prawdziwe, to q jest prawdziwe", albo jeszcze krócej „jeżeli p, to q", gdzie p i q są to, jak zwykle, zmienne zdaniowe. To jest najogólniejsza formuła, w jaką możemy przyoblec każde typowe rozumowanie, zarówno w naukach empirycznych jak i w naukach matematycznych, przy czym p niekoniecznie jest symbolem jednego zdania, ale może zastępować iloczyn wielu zdań. Rozumujemy więc np., że jeżeli a jest większe od b, i jeżeli b jest większe od c, to a jest większe od c, gdzie a, b, c są to jakiekolwiek wielkości pewnego rodzaju. Tę samą formę możemy także nadać pewnym rozumowaniom z zakresu nauk empirycznych: jeśli wszystkie przeżuwacze są parzystokopytnymi, i jeśli żubr jest przeżuwaczem, to żubr jest parzystokopytny. Zdania lub funkcje zdaniowe, usymbolizowane w powyższej formule przez p, nazywamy przesłankami, q symbolizuje wniosek. Inaczej powiadamy też, że p jest założeniem, a q tezą, lub wreszcie, że p jest racją, a q następstwem.

Implikacja wiąże nie rzeczy, zjawiska, ani wyrazy, lecz wyłącznie zdania, lub funkcje zdaniowe. Fakt nie „wynika“, ściśle biorąc, z innego faktu, ani w ogóle z niczego, podobnie jak termin nie „wynika“ z innych terminów; jeśli zaś tak się niekiedy wyrażamy, posługujemy się niedokładnym skrótem, mamy zaś na myśli, że zdanie o pewnym fakcie „wynika“ z jakichś innych zdań o faktach itp.

Ale cóż znaczy właśnie, że zdanie „wynika“ z innego? Ażeby na to odpowiedzieć, trzeba scharakteryzować bliżej stosunek implikacji.

Wróćmy do naszego syllogizmu i zastąpmy trzy jego stałe nazwowe („przeżuwacze“, parzystokopytne“, „żubr“) odpowiednio przez trójkę innych nazw np. „dwuskrzydłe“, „owady“, „mucha“, potem przez inną jeszcze trójkę np. „siarczek“, „związek chemiczny“ i „piryt“, i tak kolejno przez dowolną liczbę stosownie dobranych trójek stałych. Za każdym razem otrzymamy innej treści przesłanki i wniosek; we wszystkich jednak przykładach zachowana zostanie forma syllogizmu, która tedy służyła jak gdyby za schemat, za szablon coraz innym wypełniający się „materiałem“, ale narzucający tym zmiennym treściom niezmienny związek między wnioskiem a przesłankami. Jak mówimy potocznie: we wszystkich przykładach, wedle tej „formy“ zbudowanych, wniosek jednako „wynika“ z przesłanek; to „wynikanie“ jest przez tę formę właśnie zagwarantowane.

Łatwo się domyśleć, że te coraz inne stałe wchodzą w miejsce jakichś zmiennych — taki przecie jest sens stosowania zmiennych w ogóle. Jeśli więc pomyślimy, że „przeżuwacze“, „dwuskrzydłe“, „siarczki“ to różne wartości jednej zmiennej nazwowej, nazwijmy ją M, a podobnie „parzystokopytne“, „owady“, „związki chemiczne“ — to znów odmienne wartości innej zmiennej nazwowej P, a wreszcie „żubr“, „mucha“, „piryt“ — to coraz to inne wartości trzeciej zmiennej nazwowej S, w takim razie stosunki zachodzące między odpowiednimi stałymi w każdej z przesłanek i we wnioskach naszych przykładów, a także stosunek między wnioskiem a przesłankami, da się wyrazić w schematycznym syllogiźmie: „jeśli M jest P, i (jeśli) S jest M, to S jest P“. Rozumiemy stąd, że ten syllogizm jest funkcją zdaniową w postaci okresu warunkowego, którego poprzednik i następnik są też funkcjami zdaniowymi o dwóch argumentach nazwowych; że jeśli całą tę funkcję zdaniową poprzedzimy kwantyfikatorem „dla dowolnych M, P, S“, syllogizm ten staje się ogólnym prawem dla wszelkich rozumowań takich, jakie zawierały się w naszych przykładach; w szczególności, że jest on prawem logiki formalnej, zawiera bowiem tylko zmienne (nazwowe) i stałe logiczne (kwantyfikator, jest, jeśli — to).

Taką implikację, jaką przedstawia syllogizm w postaci ogólnego prawa, nazywamy implikacją formalną; jest to bowiem okres warunkowy, zbudowany wyłącznie z funkcji zdaniowych. Gdy za zmienne w tych funkcjach podstawimy kolejno coraz to inne stałe (nazwowe), gdy zatem funkcje same przejdą w zdania prawdziwe lub fałszywe, otrzymamy, jak w naszych przykładach, kolejno implikacje materialne. Właśnie dlatego w szeregu implikacji materialnych, tj. w przytoczonych przykładach utrzymuje się niezawisły od treści, od zmieniających się wartości argumentów nazwowych niezależny związek między wnioskiem a przesłankami, że istnieje dla każdej z tych implikacji ogólne logiczne prawo w postaci implikacji formalnej.

W opisanym przypadku, prawo ogólne (syllogizmu) logiki formalnej przedstawiało się jako implikacja formalna, zaś zastosowania tego prawa (nasze przykłady konkretne) jako implikacje materialne będące podstawieniami tej formalnej implikacji. Nie zawsze jednak bywa odwrotnie, ażeby implikacja formalna stanowiła jakieś ogólne prawo formalnej logiki; np. dla każdego x, jeśli x jest barwne, to x jest rozciągłe — ta implikacja formalna nie jest żadnym prawem logiki formalnej. A choć i wtedy pozostaje prawdą, że dla każdej implikacji formalnej istnieją mniej lub bardziej liczne implikacje materialne jako jej podstawienia i zastosowania, narzuca się pytanie: od czego zależy wtedy i na czym wtedy polega prawdziwość takiej implikacji formalnej, a podobnie jej podstawień, tj. odpowiednich implikacji materialnych? Ten przypadek jest ogólniejszy i jako taki ważniejszy dla charakterystyki implikacji.

Otóż prawdziwość implikacji materialnej zależy wyłącznie od prawdziwości, względnie fałszywości jej racji i następstwa, czyli poprzednika i następnika. Na wykreślonej obok tabelce wypisane są w 3 kolumnach wartości prawdziwościowe („prawdziwość“ +, „fałszywość“ —) kolejno racji, następstwa i odpowiedniej implikacji. Spośród czterech ogółem możliwych kombinacji tych wartości dla p i q wykluczyć musimy zasadniczo drugą; nie jest bowiem możliwe, ażeby z prawdziwą przesłanką (lub układem przesłanek) łączył się wniosek fałszywy. Implikacja zachodzi zawsze i tylko wtedy, gdy ten zakaz jest spełniony. Ten warunek możemy rozciągnąć i na implikację formalną, żądając, by dla wszystkich implikacji materialnych jako podstawień danej formalnej implikacji spełniony był ten sam zakaz: nie może być p i nie-q. Natomiast pozostałe możliwości są dopuszczalne. W istocie, wskazać można ogólność następujących zależności między prawdziwością (fałszywością) racji, a prawdziwością (fałszywością) następstwa:

	p	q	p ⊃ q
1	+	+	+
2	+	—	—
3	—	—	+
4	—	+	+

(a) ilekroć prawdziwa jest racja, prawdziwe jest i jej następstwo: jeśli prawdą jest, że $x > 0$, to prawda, że $x^2 > 0$;

(b) ilekroć fałszywe jest następstwo, tylekroć i racja jest fałszywa: jeśli $x > 2$ i $y > 2$ pociąga za sobą, że $x . y > 4$, to nieprawda, że $x . y > 4$, pociąga za sobą, że nieprawdą jest, że $x > 2$ i $y > 2$;

(c) prawdziwe następstwo może się łączyć (tabelka: 1 i 4) zarówno z prawdziwą racją jak i z fałszywą; ktoby więc uznał implikację za prawdziwą, a stwierdził nadto, że prawdziwe jest jej następstwo, nic stąd orzec nie potrafi o prawdziwości racji — jeśli wiem, że ilekroć pewna liczba jest podzielna przez 6, jest też podzielna przez 3, i wiem nadto, że uważana liczba jest podzielna przez 3, nie mogę nic pewnego orzec, czy jest ona też podzielna przez 6 — stąd można powiedzieć, że prawdziwe zdanie (scil. następstwo) jest implikowane przez każde zdanie, tj. przez fałszywą jak i przez prawdziwą rację;

(d) fałszywa racja może się łączyć bądź z prawdziwym, bądź z fałszywym następstwem (tab. 3 i 4); stąd, kto uznaje implikację za prawdziwą i stwierdza, że fałszywa jest racja, nic sądzić nie może o prawdziwości następstwa: jeśli uznaję implikację, że jeśli pewne zwierzę jest błonkoskrzydłe, to jest owadem, a uznaję nadto (mylnie), że pszczoła nie jest błonkoskrzydłym zwierzęciem, nie mogę na tej tylko podstawie sądzić, że nie jest owadem; dlatego można znów powiedzieć, że fałszywe zdanie (scil. racja) implikuje wszystko (tj. bądź prawdę, bądź fałsz następstwa).

Możemy przeto w istocie implikację scharakteryzować jako okres warunkowy, prawdziwy (ściślej: dozwolony) zawsze i tylko wtedy, gdy nie zachodzi wypadek, by było $+p$ i $-q$. Jak widać nadto, prawdziwość implikacji materialnej nie zależy bynajmniej od treści jej poprzednika i następnika, natomiast zależy jedynie od ich prawdziwości lub fałszywości. O implikacji formalnej analogicznie prawdą będzie, że dla każdego z jej podstawień prawdziwość implikacji materialnej będzie zależeć wyłącznie od prawdziwości poprzednika i następnika. Można więc implikację uważać w ogóle za funkcję prawdziwościową. (Por. § 5.)

Jakkolwiek implikacja jest prawdziwa (dozwolona) zawsze, wyjąwszy w przypadku 2 (tab.), pozwala nam ona jednoznaczne wnioski wysnuwać tylko, gdy ponadto wiadomo, że (α) racja jest prawdziwa, bo wtedy w myśl (a) i następstwo jest prawdziwe, lub że (β) następstwo jest fałszywe, bo wtedy w myśl (b) i racja jest fałszywa. W przypadkach (c) i (d), jak widzieliśmy, nie można, na podstawie uznania prawdziwości implikacji i prawdziwości następstwa lub fałszywości racji, żadnego jednoznacznego orzeczenia wydać o prawdziwości względnie fałszywości pozostałego członu implikacji. Tę właśnie okoliczność mamy na myśli, gdy przypisujemy implikacji charakter niesymetryczności.

Wreszcie cechuje implikację przechodniość. Własność ta opisana jest w prawie, które orzeka, że dla dowolnych p, q i r, jeśli p implikuje q i (jeśli) q implikuje r, to p implikuje r, gdzie p, q i r są to oczywiście zmienne zdaniowe.

Gdy pewne zdanie p implikuje zdanie q, mawiamy też, że pierwsze jest wystarczającym warunkiem dla drugiego, a zarazem, że drugie jest koniecznym warunkiem pierwszego (por. tab. 1 i 3 oraz przypadki a i b, wyżej rozpatrzone); założenie prawdziwe wystarcza więc, żeby prawdziwa była i teza, odwrotnie na to, żeby założenie było prawdziwe, potrzeba, by prawdziwa była teza. Zdarza się, że między dwoma zdaniami zachodzi wzajemny stosunek implikacji, że więc nie tylko p pociąga za sobą q, ale i odwrotnie q pociąga za sobą p; takie dwa zdania nazywamy równoważnymi. Zdanie „pewna krzywa jest kołem" jest równoważne zdaniu „pewna krzywa jest miejscem geometrycznym punktów, równo oddalonych od stałego punktu"; albowiem którekolwiek z nich implikuje drugie. W tym przypadku oczywiście każde ze zdań jest warunkiem wystarczającym i zarazem koniecznym drugiego. Łączymy takie dwa zdania za pomocą wyrażeń „zawsze i tylko gdy", lub „wtedy i tylko wtedy gdy". Łatwo zauważyć, że nieco wyżej scharakteryzowaliśmy samą implikację, posługując się właśnie równoważnością zdań. Korzystamy bowiem z reguły z równoważności zdań, ażeby formułować większość definicji, zwłaszcza w matematyce i logice; każda taka definicja jest równoważnością zdań, lub funkcji zdaniowych, stojących po obu stronach znaku równoważności, który właśnie czytamy „wtedy i tylko wtedy gdy". Przed chwilą podaliśmy taką definicję koła.

§ 7. **O stosunku wynikania.**

Wyszczególniliśmy implikację, podając jej definicję i wskazując jej charakter formalny, niesymetryczny, przechodni. Ale czy odpowiedzieliśmy na pytanie, kiedy jakieś zdanie wynika z drugiego? Tylko częściowo, tzn. właśnie w sensie implikacji. Ten jednak sens pojęcia „wynikania" nie pokrywa się z tym znaczeniem, w jakim o wynikaniu mowa zarówno w języku potocznym, jak i w bardzo wielu naukach. W sensie implikacji, zgodnie z jej określeniem, że jest prawdziwa zawsze i tylko, gdy nie jest tak, by racja była prawdziwa, a następstwo fałszywe, możemy o „wynikaniu" mówić np. we wszystkich następujących przykładach:

(1) jeśli teraz jest jesień 1938 r., to $\sqrt{2}$ jest liczbą niewymierną;

(2) jeśli żaden wąż nie jest jadowity, to każda paproć kwitnie;

(3) jeśli w Polsce niema granitu, to 20 jest podzielne przez 5.

Wszystkie przykłady czynią zadość zasadniczemu warunkowi zawartemu w definicji implikacji: w (1) oba człony są prawdziwe, w (2) oba są fałszywe, w (3) pierwszy jest fałszywy, a drugi prawdziwy. A przecie nikt nie powie, żeby w którymkolwiek z tych zdań warunkowych następnik z poprzednika w y n i k a ł w powszechnie rozumianym sensie tego wyrazu. Co więcej, możemy w przykładach (1) i (2) poprzestawiać racje i następstwa, a implikacja nie przestanie być prawdziwa; innymi słowy, racja i następstwo w każdym z tych przykładów to zdania równoważne. Ponieważ zaś są to zdania całkowicie treścią niezwiązane, moglibyśmy wybrać dowolnie wiele par jakichkolwiek zdań prawdziwych, lub dowolnie wiele par jakichkolwiek zdań fałszywych, które byłyby sobie równoważne.

Stosunek wynikania, w znaczeniu potocznym i w sensie wielu nauk, czyni niewątpliwie zadość zarówno ogólnej definicji implikacji jak i warunkom, które ustaliliśmy wyżej dla implikacji; jest on zawsze formalny, niesymetryczny i przechodni. Cóż więc różni go istotnie od implikacji? Zdawaćby się mogło, że warunek d o d a t k o w y, który musi być spełniony, gdy zachodzi wynikanie w sensie ścisłym, polega na tym, że do prawdziwej implikacji możemy zastosować następujący p r z e p i s logiczny czyli d y r e k t y w ę, stwierdziwszy nadto, że poprzednik tej uznanej implikacji jest prawdziwy: „jeśli uznajemy za prawdę, że p pociąga za sobą q, i uznajemy p, to wolno nam uznać q". Dopiero teraz q ma wynikać z c a ł e j implikacji przyjętej za prawdziwą, oraz z prawdziwej racji p. Otóż łatwo się przekonać, stosując to rozumowanie do przykładu (1), że zdanie „$\sqrt{2}$ jest liczbą niewymierną" przenigdy n i e w y n i k a, w powszechnie w naukach rozumianym sensie tego wyrazu, z prawdziwej implikacji „jeśli teraz jest jesień 1938, to $\sqrt{2}$ jest liczbą niewymierną" oraz z prawdziwego poprzednika tej implikacji „teraz jest jesień 1938". Gdyby tak rozumieć wynikanie, moglibyśmy w matematyce, a i w innych naukach, przeprowadzać zgoła najosobliwsze dowody. Np. chcąc wyprowadzić z innych twierdzenie, że „gdy a i b są liczbami, to $(a+b) - b = a$", wystarczyłoby wyjść z j a k i e j k o l w i e k implikacji prawdziwej, której poprzednik byłby prawdziwy, i zastosować tę samą co wyżej dyrektywę; dość więc byłoby przyjąć implikację np. taką „jeśli 3 jest liczbą, to

$(a + b) - b = a$ — implikacja ta jest prawdziwa, jej poprzednik również — aby uznać, że nasze twierdzenie wynika z przesłanek. Wiemy, że takich „dowodów“ nikt nie przeprowadza. Gdzieś tu tkwić musi grube nieporozumienie, źródło fatalnego złudzenia.

Prawdziwość implikacji można w ogóle rozumieć dwojako: raz w sensie przez definicję (§ 6) ustalonym — w tym znaczeniu każda z implikacyj (1), (2), (3) jest prawdziwa; powtóre, zaś w tym znaczeniu, że materialna implikacja jako okres warunkowy orzeka coś „zgodnego“ z pewnym stanem rzeczy, mówi o pewnych stosunkach między przedmiotami, np. zdanie (4) „jeśli borsuk jest ssakiem, to jest kręgowcem“, lub przykład (5) „jeśli liczba 2 nie jest kwadratem innej, drugi pierwiastek z 2 jest liczbą niewymierną“. Nazwijmy prawdziwość implikacji w pierwszym sensie — logiczną, w drugim — epistemologiczną. W pierwszym znaczeniu prawdziwość implikacji zależy tylko, jak wiemy, od prawdziwości lub fałszywości jej członów, w drugim natomiast zależy ona także od stosunku implikacji jako zdania do przedmiotów, o których ona coś orzeka. Implikacje (1), (2), (3) są prawdziwe w pierwszym rozumieniu, niedorzeczne w drugim; natomiast implikacje (4) i (5) są prawdziwe w obu znaczeniach (np. implikacja materialna (4) „jeśli borsuk jest ssakiem, to jest kręgowcem“ stanowi podstawienie ogólnego prawa systematyki zoologicznej „dla każdego x, jeśli x jest ssakiem, to x jest kręgowcem“). Bez tego podstawowego rozróżnienia obu znaczeń, w jakich o prawdziwości implikacji mówimy, jednego sensu, polegającego na zgodności z definicją implikacji, a drugiego, polegającego na zgodności implikacji z pewnym stanem rzeczy, nie sposób wybrnąć ze wskazanego nieporozumienia i dotrzeć do poszukiwanego znaczenia wynikania. Dopiero wtedy, gdy (a) posiadać będziemy implikację materialną, prawdziwą logicznie, tzn. ściśle biorąc dozwoloną, a zarazem taką, która (b) będzie opisem pewnych rzeczowych związków, bądź znalezionych empirycznie między faktami, bądź ustalonych jakąkolwiek drogą między przedmiotami idealnymi, i (c) do niej zastosujemy np. ową dyrektywę, ustaliwszy jeszcze (d), że i założenie tej implikacji jest prawdziwe w sensie epistemologicznym, jej teza będzie z implikacji całej i z założenia wynikać w sensie nie tylko implikacyjnym, ale także węższym; będzie też prawdziwa w sensie epistemologicznym. Teza prawdziwa epistemologicznie, „że borsuk jest kręgowcem", wynika z implikacji materialnej (4), która jest prawdziwa w obu znaczeniach wyszczególnionych, oraz z również epistemologicznie prawdziwego założenia „borsuk jest ssakiem". Wynikanie w tym ściślejszym znaczeniu nosi niekiedy nazwę wynikania *inferencyjnego*.

§ 8. **O niektórych przedmiotach nauk.**

W języku potocznym, mówiąc o przedmiotach mamy na myśli z reguły „rzeczy", najczęściej przedmioty martwe, zmysłami dostrzegalne i łatwo uchwytne; „rzeczą" jest więc stół, obraz, doniczka, ale nie kwitnący w tej doniczce hiacynt, tym mniej wierny „Cezar", a już zgoła nigdy nasz bliźni, ani nasza radość, ani zdanie, w którym ją wysławiamy. Przedmiot w sensie naukowym ma zakres bez porównania szerszy; jest nim wszystko, co nauka bada, co badać w zasadzie może: ziarnko pyłku kwiatowego, zarówno jak przewód pokarmowy zwierzęcia, wnętrze gwiazdy czy budowa atomu, dokument historyczny, wybuch zazdrości, powinność, czy liczba urojona. Jeśli pominiemy swoiste przedmioty, zwane *wartościami*, o których będzie mowa w rozdziale IV, przedmioty nauk rozpadają się na *dwie grupy*, które można dość dobrze wyodrębnić i scharakteryzować.

Do pierwszej z nich, do kategorii *przedmiotów realnych* zaliczamy wszystkie przedmioty dostępne spostrzeganiu zmysłowemu, wprost lub dopiero przy pomocy szczególnych narzędzi: mgławicę i komórkę roślinną, drobny kryształek, widoczny tylko mikroskopem wśród mnóstwa innych iskrzących się jak gwiazdy w płytce „wyciętej" ze skały, i pęcherzyk gazu w tym kryształku przed wiekami uwięziony; zaliczymy tu, rzecz prosta, i owe „rzeczy" mowy potocznej. Ale należeć tu będą także i nasze osobiste myśli i wzruszenia, nadzieje, urojenia i decyzje, a więc to wszystko, co w psychologii, a często i potocznie, nazywa się stanami lub zjawiskami psychicznymi, albo *przeżyciami*. Słowem, wśród przedmiotów realnych wyróżnimy na razie „zmysłowe" przedmioty i „introspekcyjne", zastrzegając na później wyszczególnienie jeszcze innych rodzajów przedmiotów tej kategorii.

Przedmioty realne cechują się pewnymi wspólnymi właściwościami.

a) *Rozciągają* się co najmniej w *czasie*, mają więc zawsze początek i koniec, skończony przeciąg trwania, choćby nie wiedzieć jak mały, zaś niektóre z nich, zawsze przedmioty „zmysłowe“, są nadto gdzieś w przestrzeni umiejscowione.

b) Są one zawsze indywidualne: niema dwóch przedmiotów realnych identycznych; ani dwa wzruszenia radosne, ani dwa liście na tym samym drzewie, ani bliźnięta jednojajowe, ani nawet dwa guziki wytłoczone bezpośrednio po sobie przez tę samą maszynę nie są dosłownie jednakowe — innymi słowy, gdy będziemy dwa takie guziki opisywali kolejno w dwóch długich szeregach zdań, takich np.: ten guzik jest lśniący itp., z których każde wyszczególni — dajmy na to — jedną cechę przedmiotu, wśród tych seryj zdań, obok zdań identycznych, znajdą się zawsze zdania różne treścią, jeśli tylko opisywać będziemy dostatecznie długo. W tym sensie nie tylko potężna osobowość ludzka jest indywidualna, ale każdy po prostu przedmiot realny. Tylko że dla podkreślenia indywidualnej natury tych codziennych rzeczy (i ludzi), coraz dłużej trzeba szukać cech różniących: mechanizacja i czas działają tu równie niwelująco, jak denudacja na rzeźbę krajobrazu; twórczość pisarska, artystyczna w ogóle, przeciwdziała zacieraniu indywidualnego oblicza rzeczy i ludzi, a raczej ona dopiero przywraca im ich własne życie.

c) Są one zawsze konkretne: opis takiego przedmiotu, za pomocą zdań jednostkowych wyszczególniających po jednej jego własności, nie jest ściśle biorąc nigdy wyczerpujący i, gdyby nie fakt, że przystępujemy do opisu zawsze po dokonaniu selekcji, z pewną „myślą“, że więc przedsiębierzemy go zawsze pod pewnym kątem widzenia, byłby w ogóle niemożliwy. W praktyce życia potocznego, jak i naukowej, charakterystyka przedmiotu jest więc zawsze wykonalna, ponieważ, stosownie do postawionego zadania i obranego punktu widzenia, urywamy ją w momencie, który wydaje nam się wskazany. Ale w ewolucji nauki, do dawnych punktów widzenia dołączają się nowe i liczba możliwych aspektów względem „tego samego“ przedmiotu okazuje się w zasadzie nieograniczona. Opis zwierzęcia, zrazu czysto zewnętrzny, obejmuje z czasem stosunki anatomiczne, później histologiczne i cytologiczne, fizjologiczne i embrionalne itp., a z każdego stanowiska odsłaniają się nowe, nieprzebrane mnogości cech. To samo dotyczy przedmiotów introspekcyjnych: nie ma końca w literaturze świata opisom uczuć miłości, zazdrości, przywiązania do ziemi itp.; gdzie kończy się obserwacja prostego człowieka, nie kończy się bynajmniej analiza pisarza: jego dar spostrzegania i wnikliwość odkrywa coraz nowe bogactwa w głębi „tej samej“ duszy ludzkiej. Tę właśnie niewyczerpalność właściwości przedmiotu realnego mamy na myśli, gdy uważamy go za konkretny.

d) O przedmiotach realnych mówimy zawsze, używając niezbyt pięknego terminu, że są „dane“. Chcemy przez to powiedzieć, że nie są one wytworem samej refleksji naukowej lub filozoficznej; jakikolwiek byłby udział naszego umysłu w poznawaniu świata, jesteśmy przekonani, że to, iż przedmioty te istnieją, i to, jakimi są, nie jest produktem wyłącznie naszej myślowej pracy.

Tę charakterystykę przedmiotów realnych musimy uzupełnić dwiema uwagami. Jedna dotyczy przedmiotów, które nie są wprawdzie same dane, lecz mogą być zrekonstruowane na podstawie elementów i fragmentów danych — poświęcimy tym przedmiotom jeden z dalszych paragrafów. Druga uwaga odnosi się do przedmiotów introspekcyjnych.

Przedmioty te tym są szczególne, że „dane“ są i dostępne zawsze bezpośrednio, właśnie w owym spostrzeganiu niezmysłowym „wewnętrznym“, któremu dajemy miano introspekcji, i za pomocą którego żadnych innych przedmiotów realnych wykryć nie mamy władzy, a wskutek tego „dane“ są bezpośrednio tylko temu, kto ich doznaje. Nie mogę ich nikomu wskazać, tak jak to mogę w zasadzie zawsze uczynić z przedmiotami zmysłowymi, i żaden opis nie może zastąpić bezpośredniego przeżycia, nie może go zatem drugim przekazać w całej jego świeżości, mocy i autentyczności. Są więc te przedmioty z pewnością realne i każdy z nas stwierdza je nieustannie, a jeśli niezmiernie trudna bywa analiza ich przebiegu i wątpliwe wyniki ich rozbioru na elementy, samo ich zachodzenie (to, że myślę, że czuję głód itp.) należy do najpewniejszych składników naszej wiedzy. Niemniej przecie nie są to samodzielne przedmioty żadnej nauki. Każda nauka wypowiada wyniki swoich poszukiwań w zdaniach; od zdań tych wymagamy, żeby były powszechnie obowiązujące. Tymczasem przeżycia „moje“ są nieprzenośne, przeżycia „innych“ nie są więc nigdy przedmiotem moich badań; stąd wypowiedzenia o „moich“ przeżyciach nie mogą mieć charakteru powszechnej ważności. Jeśli więc psychologia jest nauką, to dlatego, że bada nie tylko przeżycia.

Bada ona nadto przejawy tzw. zachowania się, tzn. zależne od systemu nerwowego i od hormonalnych podniet zmiany, dostępne obserwacji zmysłowej, a więc „dane“ w zasadzie wszystkim: mimikę i gesty, puls i oddech, rumienienie się i występowanie potu, jeżenie się włosów i pianę na ustach, ale także mowę i krzyk i śpiew. Bada wszakże te przejawy nie jako samodzielne przedmioty zmysłowe. Jeśli zaś psychologia — w osobach niektórych badaczy współczesnych — mniema, że takie jest właśnie jej zadanie, dopuszcza się analogicznego błędu jak dawna psychologia, która za samoistne poczytywała przedmioty introspekcyjne. Kto twierdzi, że mowa, puls, gest są nie tylko pewnymi ruchami, lub szeregami ruchów, ale mają też pewne znaczenie, coś wskazują, co może być zrozumiane, i co nie jest znów tylko ruchem lub szeregiem ruchów, ten traktuje badanego już nie jako mechanizm reagujący w pewien sposób na określone sytuacje, ten nie tylko te zmysłowo dostrzegalne reakcje ma na oku, ale ich niezmysłowy i niefizjologiczny sens. Wyrzekając się zaś sensu i zrozumiałości przejawów zachowania się, w sposób naprawdę konsekwentny i bezkompromisowy, uprawiamy już tylko fizjologię. Z punktu widzenia psychologii, przedmioty, które zaliczamy do zachowania się, są równie niesamodzielne jak introspekcyjne. Innymi słowy, język psychologii nie może składać się z samych terminów zapożyczonych z naszych przeżyć, ani z samych wyrazów zaczerpniętych z mowy fizjologii. Przedmioty właściwe psychologii mają dwoistą, dwuczłonową naturę: przeżycia własne stwierdzamy, analizujemy, opisujemy; przejawy zachowania się musimy nadto rozumieć. Stosunek tych członków, stanowiących istotę psychologicznego przedmiotu, należy do najtrudniejszych zagadnień nie empirycznej psychologii, ale filozofii.

Przedmioty drugiej kategorii — to przedmioty idealne. Charakteryzuje je (1°) to, że choć ich symbole („liczba“ napisana na tablicy, „trójkąt“ nakreślony w zeszycie) są zawsze przedmiotami, które trwają przez czas skończony i dają się umiejscowić w przestrzeni, choć więc np. boki „trójkąta“ narysowanego mają nie jeden wymiar, ale są zawsze trójwymiarowymi bryłami, a „liczbę“ napisaną można zmazać lub wypisywać dowolną ilość razy, one same, liczby, trójkąty, są pozaczasowe i pozaprzestrzenne, i samo pytanie, gdzie i kiedy są, pozbawione jest określonego sensu. (2°) Są one nie „dane“, lecz skonstruowane wyłącznie przez naszą myśl, a wskutek tego prawa, którym podlegają, są w gruncie rzeczy prawami tej myśli logicznej: przedmioty te istnieją w innym zgoła sensie niż przedmioty realne, a mianowicie w tym, że ich definicja, o ile jest powszechnie ważna i bezsprzeczna, stanowi konieczny warunek ich istnienia — wątpliwą natomiast jest rzeczą, czy taka definicja jest zawsze już warunkiem wystarczającym, ażeby określony w niej przedmiot „istniał". (3°) Są one nie indywidualne, lecz uniwersalne, tzn. definicji, która buduje określony przedmiot idealny np. trójkąt o oznaczonych bokach i kątach, odpowiada nieskończenie wiele przedmiotów, egzemplarzy identycznych (trójkątów przystających) — tylko przedmioty tego typu mogą być identyczne, a więc takie, że cokolwiek powiedzieć można o jednym z nich, da się też orzec o którymkolwiek innym. (4°) Przedmioty idealne nie są konkretne, lecz oderwane, tzn. ich opis daje się uskutecznić za pomocą skończonej i z reguły niewielkiej liczby cech i stosunków; konstruując te przedmioty, myśl czyni to — bezwiednie — pod pewnym kątem widzenia, z którego niewielka liczba określonych cech przedstawia się jako wystarczająca — opis przedmiotu idealnego pokrywa się z jego definicją jednoznaczną.

Typ badanych przedmiotów rozstrzyga o stosowanej w nauce metodzie, w sensie, który niżej będzie wyłuszczony. Jednakże błędem byłoby mniemać, że tym dość dobrze rozgraniczonym kategoriom przedmiotów dokładnie odpowiadają analogiczne typy nauk. W istocie przecie, podczas gdy jedne z nich, matematyczno-logiczne nauki, mają do czynienia wyłącznie z przedmiotami idealnymi, inne — nauki empiryczne — badają w każdym razie, choć nie tylko, przedmioty realne. Fizyk obserwuje i mierzy nie tylko ładunki elektryczne, wychylenia igły magnetycznej w polu prądu, ale bada i stosunki czasowe i przestrzenne między przedmiotami realnymi, zmysłowo spostrzegalnymi, a stosunki te same już przedmiotami realnymi nie są. W tym sensie, każda nauka o przedmiotach realnych jest przeniknięta przedmiotami i pierwiastkami idealnymi.

Pytania.

1. Czy paralelizm mowy i myśli jest w istocie zupełnie ścisły, jeśli zważyć, że: a) istnieje zjawisko werbalizmu (spróbować analizy, wziąć np. pod uwagę wyrażenie „pusty frazes"), b) są pojęcia jeszcze „zamazane", na które mamy już nazwy łudzące jakoby kryły treść adekwatną, znaki nie inne niż dla pojęć jasnych i precyzyjnych (por.

uwagę Lagrange'a o znakach matematyki — w tekście), c) badania ostatnie (Szuman WB. I/18) uczą, że w rozwoju myślenia dzieci w pewnym momencie przygotowane już są, drogą porównywania wyobrażeń, pojęcia rodzajowe, ale brak dla nich jeszcze nazw — znalezienie ich przyspiesza tworzenie się pojęć, ale to nie są sprawy identyczne, d) por. § 38 o stosunku treści intuicyjnych do pomyślanych. — 2. Rozpatrzeć znaczenie uwagi Schopenhauera, że myśli są niesprzeczne, dopóki nie są ujęte w słowa; gdy skrystalizują się w mowie, zaczynają żyć samodzielnie i wtedy mogą kłócić się z sobą jak dzieci jednych rodziców. — 3. Dlaczego każda nauka usiłuje, w różnej zresztą mierze, zbudować język własny? — 4. Podaliśmy dwa zastosowania tzw. zasady ekonomii; poszukać dalszych przykładów podczas lektury rozdziału II. (por. zwłaszcza pytania 15. i 26. rozdz. II.). — 5. Zasada ekonomii myślenia żąda, by pewien rezultat osiągać za pomocą minimum środków, oraz by za pomocą danych środków uzyskiwać maksymalny wynik. Co można zauważyć na temat samego sformułowania takiej zasady (minimum, maximum)? — 6. Wypisać w kolumnach pionowych obok siebie wszystkie możliwe kombinacje „wartości prawdziwościowych" dla p i q, oznaczając prawdę np. przez +, fałsz przez —; w następnych kolumnach niech będą kolejno wartości dla n i e - p, potem dla implikacji, a wreszcie dla sumy logicznej i logicznego iloczynu; przy czym wartości sumy należy ustalić na podstawie definicji „p lub q wtedy i tylko wtedy gdy, jeśli p implikuje q, to q", wartości zaś iloczynu na zasadzie definicji „p i q wtedy i tylko wtedy, gdy nieprawda, że nie-p lub nie-q". Uzyskana tabelka funkcji prawdziwościowych przyda się w § 39; Czytelnik z łatwością ją wtedy rozszerzy. — 7. Porównać pojęcie wynikania logicznego, wprowadzone tu w § 7, z innym, jakie uzyskać można przy pomocy terminu „model" i „interpretacja" np. na podstawie §§ 35—38 (por. Tarski WB. I/20), a wreszcie z jeszcze innym, jakim posługuje się np. Ajdukiewicz (WB. I/1).

Wskazówki bibliograficzne.

1. A j d u k i e w i c z K.: Logiczne podstawy nauczania. Encykl. wychow. 1934. Z. 1/2. — 2. B o r o w s k i M.: Co to jest przedmiot? PF. XXIII. — 3. — O przedmiotach fizycznych, psychicznych itd. PF. XXIV. — 4. C z e ż o w s k i T.: Zmienne i funkcje. PF. XXII. — 5. I n g a r d e n R.: O ja-

snym i niejasnym stylu filozoficznym. RF. V. — 6. — Analiza zdania warunkowego. PTPN. 1936/1. — 7. Kotarbiński T.: Sprawa istnienia przedmiotów idealnych. PF. XXIII. — 8. — Elementy logiki, teorii poznania i metodologii nauk. W-wa 1929. — 9. Łubnicki N. N.: Zasada ekonomii. 1934. — 10. Łukasiewicz J.: Elementy logiki matemat. Skrypt Koła Matem. U. J. P. W-wa 1929. — 11. Metallmann J.: Zasada ekonomii myślenia. KM. W-wa 1914. — 12. — O jasnym i niejasnym stylu filozoficznym. RF. V. — 13. Ossowska M.: O pojęciu wyrażania. PF. XXXI. — 14. — Stosunek logiki i gramatyki. KF. VII. — 15. — Słowa i myśli. PF. XXXIV. — 16. Rozwadowski J. M.: Zjawisko dysautomatyzacji i tendencja energii psychicznej. KF. I. — 17. X. Salamucha J.: Logika zdań u W. Ockhama. PF. XXXVIII. — 18. Szuman St.: Rozwój myślenia u dzieci w wieku szkolnym. W-wa 1938. — 19. Tarski A.: O logice matemat. i metodzie dedukcyjnej. W-wa 1936. — 20. — Über den Begriff d. logischen Folgerung. Actes du Congr. d. Phil. scientif. Paris 1936. — 21. Twardowski K.: O jasnym i niejasnym stylu filozof. RF. V. — 22. Wiegner A.: Przedmioty pojęć ogólnych. PF. XXX.

Rozdział II.

Nauka i metoda.

§ 9. **Pojęcie metody naukowej.**

Mówi się często o metodzie indukcyjnej i przeciwstawia się ją dedukcyjnej; z reguły ma się na myśli wtedy po prostu dwie formy rozumowania, zdawna tymi nazwami oznaczane: tzw. indukcję niezupełną, a z drugiej strony wysnuwanie z przesłanek wniosku, jak np. w trybie Barbara logiki Arystotelesa. Niemniej często używa się pojęcia i nazwy metody na oznaczenie tych wszystkich technicznych środków, sposobów eksperymentowania i ustalania faktów w ogóle, lub dróg rachunkowych, które każda nauka w dużej mierze dla rozwiązywania swych zagadnień stosuje. W tym sensie mówi się o metodzie (lub o wielu różnych do tego samego celu wiodących metodach) znajdywania ciężaru drobinowego pewnego ciała, barwienia bakteryj, mierzenia długości fali świetlnej, ustalania tekstu, o metodzie sprawdzań zerowo-jedynkowych, najmniejszych kwadratów itp.

Niekiedy metodę rozumie się zupełnie inaczej, a mianowicie jako zespół określonych sposobów konstruowania „obrazów naukowych", tj. usystematyzowanych teorii (Heinrich), i dołączania do nich nowych elementów. Najrzadziej natomiast wyraz ten odzyskuje to znaczenie, jakie mu nadawali pionierzy na polu nauki lub czołowi filozofowie: Bacon, Galileusz, Kartezjusz, Newton. W ich rozumieniu metoda to po prostu ogólne i podstawowe reguły, zasady i przepisy badania. Tak np. reguły, które Kartezjusz wysunął, być może, w pewnej mierze jako swoje osobiste motywy przewodnie pracy, o niewątpliwej jednak zarazem wartości ogólnych drogowskazów, wymagają:

1. ...„nie przyjmować nigdy żadnej rzeczy za prawdziwą, póki nie poznam jej oczywiście jako takiej, to znaczy

unikać starannie pośpiechu i uprzedzenia i nie pomieszczać w swoim sądzie nic, jak tylko to, co się przedstawi memu umysłowi tak jasno i wyraźnie, iż nie będę miał żadnej możności podania tego w wątpliwość";

2. ...„każdą z rozpatrywanych trudności podzielić na tyle cząstek, na ile się da, i ile będzie trzeba dla lepszego jej rozwiązania";

3. ...„prowadzić myśl po porządku, zaczynając od przedmiotów najprostszych i najłatwiejszych do poznania, i pomału jak gdyby po stopniach wstępować aż do poznania bardziej złożonych, przy czym należy przypuszczać porządek nawet między tymi, które nie tworzą naturalnego szeregu";

4. ...„wszędzie czynić wyszczególnienia tak dokładne i przeglądy tak powszechne, abym był pewny, iż nic nie opuściłem."

W tym właśnie sensie, zbioru wskazań i zasad, według których naukę n a l e ż y uprawiać, wznosić jej systemat krok za krokiem z elementów, będziemy używali tego pojęcia w dalszych rozważaniach.

§ 10. **Nauki aposterioryczne (empiryczne) czyli indukcyjne.**

Ich metodą, w sensie co dopiero wyłuszczonym, chcemy zająć się przede wszystkim. Ale k t ó r e to nauki właśnie mamy na myśli? Metoda scharakteryzuje je niewątpliwie w sposób wyraźny. Jednakże trzeba wiedzieć już teraz, które nauki będziemy analizowali, ażeby tę właśnie metodę ustalić. Będą to naprzód nauki p r z y r o d n i c z e, fizyka i chemia, oraz wszystkie ich zastosowania jak astrofizyka, geologia, mineralogia, a z drugiej strony nauki biologiczne, od fizjologii i morfologii aż do stosowanych, jak medycyna. Następnie, należą tu i takie nauki, które pod wspólną banderą nauk przyrodniczych płynęły aż do końca niemal XIX w., z wielką szkodą i dla własnej samodzielności i dla poznania samych nauk przyrodniczych. Mamy na myśli „nauki o duchu", jak je nazywali jedni; „nauki o kulturze" — w przeciwieństwie do nauk o przyrodzie — jak inni mawiali. Historia i socjologia, etnologia i archeologia, językoznawstwo, psychologia, nauka o prawie itp. — oto te właśnie nauki, najczęściej nazywane h u m a n i s t y c z n y m i. Ale wyliczenie nic nie mówi, choćby nawet było kompletne. Co charakteryzuje nauki wszystkie, które zowiemy empirycznymi?

Przede wszystkim to, że badają fakty, przedmioty realne i ich stosunki. A jakkolwiek różnorodne byłyby i same te fakty i sposoby ich badania, pewne jest, że punktem wyjścia poczynań badacza są tu *spostrzeżenia*, bądź zmysłowe, bądź introspekcyjne; pewne jest nadto, że czynnikiem *kontroli* wypowiedzeń ogólnych, do których badacz w tych naukach się wznosi, i które kontroli wymagają, są również spostrzeżenia. W tym znaczeniu można powiedzieć, że nauki te zawsze *opierają się na doświadczeniu*. Choć zaś w ich skład wchodzą stale jeszcze i takie np. zdania, które po prostu *określają* tylko sens pewnych terminów przez nas wprowadzonych, a więc nie są opisami wprost spostrzeżonych faktów, ani uogólnieniami takich opisów, to jednak *nie te zdania nadają zdecydowane oblicze tym naukom*. Z takimi bowiem wypowiedzeniami spotykamy się również w naukach zupełnie innego typu, które ani nie badają indywidualnych i konkretnych przedmiotów, ani nie zdają sprawy ze spostrzeżeń, ani wreszcie spostrzeżeń nigdy nie potrzebują, by dla swych twierdzeń wymusić uznanie.

Tak więc dla nauk empirycznych pozostaje rzeczą znamienną, że, bez względu na to, czy badacz wypowiada coś o *bezpośrednio* dokonanych spostrzeżeniach w zdaniach jednostkowych, czy też drogą *rozumowania* takiego lub innego dochodzi do wypowiedzeń ogólnych o faktach, o przypuszczonych stanach rzeczy lub o ich stosunkach, czy wreszcie wygłasza zdanie na podstawie *kombinacji spostrzeżenia i swoistego ujmowania sensu* (np. gdy odbudowuje przy pomocy źródeł fakt z zamierzchłej przeszłości) — w każdym razie *ostateczną instancją*, do której odwołać się musi, by swym wypowiedzeniom jeszcze nieuznanym nadać legitymację słuszności, jest *doświadczenie*. Każda wątpliwość co do uprawnienia takich twierdzeń może być rozprószona jedynie przed tym trybunałem. Metoda zaś dla tych nauk charakterystyczna zostaje narzucona i wyznaczona przez naturę przedmiotów realnych, które one badają, oraz przez doświadczenie, które ostatecznie rozstrzyga, że jakieś wypowiedzenie osiąga moc obowiązującą. Metodę tę będziemy nazywali indukcyjną, a stąd i naukom tym nadać możemy nazwę *indukcyjnych*.

§ 11. **Ustalanie faktów i mierzenie.**

Przedmioty i zjawiska w świecie nas otaczającym rzadko tylko występują w stanie, że tak powiemy, „czystym“, wyraźnie jedne od drugich oddzielone, własnymi konturami obwiedzione tak, iżby wskazać można, gdzie kończy się jedno a zaczyna drugie; najczęściej roztaczają się przed nami w niezmiernie gęstych i zawiłych splotach, które obserwacja i myśl z trudem dopiero rozplata, wprowadzając zwolna przejrzystość i ład tam, gdzie zrazu narzuca się tylko zbity tłum zdarzeń nieuporządkowanych. W przededniu powstawania jakiejkolwiek nauki o faktach, nauki empirycznej, spotykamy wiele prób czynienia spostrzeżeń, niesystematycznego zbierania doświadczeń, zrazu związanych dość słabym i złudnym nieraz powinowactwem, niekontrolowanych, przemieszanych z przesądami i wierzeniami, często — w duchu potrzeb emocjonalnych — pośpiesznie uogólnionych, od razu tłumaczonych. Jednym z pierwszych zadań nauki jest wydzielenie faktu z bezkształtnej chwiejnej masy innych, w której jest on pogrążony, jest uchwycenie jego kształtu i indywidualności; słowem, jest czynność ustalania faktów. Zadanie to niezmiernie doniosłe, zarówno dla przyrodnika i historyka, jak socjologa i prawnika, zarazem bez porównania trudniejsze niż się z pozoru wydaje. Od spostrzeżenia zmysłowego stwierdzającego „surowy“ fakt, że kamień spada na ziemię, do opisu, jak kamień spada, a potem do tezy naukowej wysłowionej już w duchu pewnej teorii, że kamień i ziemia spadają ku sobie, tj. udzielają sobie wzajemnych przyspieszeń, droga prowadzi zawiła, żmudna i długa. Nie należy zresztą sądzić, że to ustalanie faktów to praca nauki w pierwszej tylko fazie jej rozwoju; jest to robota stale na wszystkich poziomach tej ewolucji się dokonywująca i zawsze przeniknięta pierwiastkami spoza spostrzeżeń czerpanymi, teoretycznymi.

Spróbujmy dla przykładu zanalizować tak prostą pozornie sprawę, jak odczytanie temperatury na termometrze. Co stwierdzamy? Naprzód ruch srebrzystego słupka w szklanym przewodzie; na prawo i lewo — kreski poziome. To dostrzegamy bezpośrednio, aktualnie; jednocześnie przypominają się: np. języczek wagi chwiejący się wzdłuż rzędu kresek, stan wody na rzece wznoszący się lub opadający do pewnego poziomu itp. Później zauważamy, że menisk słupka rtęci przestał się wznosić, że koincyduje teraz z określoną kreską. Powiadamy, że „to znaczy“, iż termometr wskazuje temperaturę taką a taką. To „znaczenie" jest już sprawą interpretacji: muszę wiedzieć, że nastąpiło tu ustalenie się jakiejś równowagi, a nie przypadkowe zatrzymanie się lśniącego wężyka; nadto wiedzieć muszę, na czym ta równowaga polega, że zachodził tu przepływ ciepła, że wprawdzie istnieje i wpływ termometru, który jednakże wolno mi pominąć. Więcej jeszcze, wiadome mi być musi znaczenie kreski, która dotychczas miała tylko pewien dostrzeżony kształt, wielkość i położenie, wiedzieć więc trzeba, że kreska oznacza „stopień", i że „stopień" jest nazwą, a nie ilością; interpretuję wreszcie ruch słupka jako zmianę objętości, co wcale nie jest oczywiste dla kogoś, kto obserwował i zna np. ruch jaszczurki lub dżdżownicy. Na ten stosunkowo prosty tedy fakt, jakim jest wskazanie temperatury jakiegoś ciała, składają się: (a) spostrzeżenia (obserwacje), (b) pewne przypomnienia, (c) elementy teoretyczne: (α) zmiana objętości nitki rtęciowej jest w związku z przepływem ciepła z badanego ciała do termometru, (β) znaczenie koincydencji, która stanowi wskazówkę ustalenia się równowagi cieplnej, (γ) znaczenie kresek jako nazw. Te elementy teoretyczne zazębiają się zresztą dalej i sięgają w głąb nauki, nie będziemy ich jednak tu już śledzili.

Przyjrzyjmy się jeszcze przykładowi z historii nauk o życiu. Pierwszy podział zapłodnionego jaja żaby, czyli tzw. bróżdkowanie, widział już Jan Swammerdamm (XVII w.); widział, a jednak nie umiał faktu tego „odczytać", ustalić, a więc i opisać, ponieważ nie umiał w tym, co widział, dopatrzeć się żadnego znaczenia. Dlaczego? Przeszkadzały mu w tym poglądy jego i wielu wybitnych współczesnych na istotę rozwoju zarodka zwierzęcego; wierzył, że w jaju jest już w miniaturze cały przyszły ustrój zawarty, a to, co rozwojem nazywamy, jest tylko rozrostem i rozprostowywaniem się części ciała organizmu „preformowanego", ale nie tworzeniem się czegoś nowego. Błędne założenia teoretyczne przesłaniały mu to, co można było stwierdzić, a brak przewodniej myśli poprawnej nie pozwolił docenić wagi tego, co widziały jego zmysły.

Ustalenie faktu jest tedy wypadkową spostrzeżenia, lub spostrzeżeń, jak i pewnej już próby interpretacji, tj. ujęcia znaczenia tego, co jest spostrzegane. Choć więc czynność ta stanowi jedno z pierwszych zadań nauki, sięga ona zawsze w głąb nauki o tyle, że nie jest możliwa bez oglądania się na wszelkie założenia; dlatego jej powodzenie zależy nie tylko od bystrości i celowości obserwacji, ale i od wartości tych założeń. Nie dość jest oczy otworzyć i liczyć na to, że fakt się w całej ostrości ujawni i zarejestruje. Fakty nie narzucają nam się w swej „nagości", jakby sądzić można z pozoru; to *m y* je dopiero wycinamy, sztucznie wypreparowujemy z niepojętej gmatwaniny zdarzeń i rzeczy innych, to my je „obnażamy" dopiero, ażeby je: a) poddać rozbiorowi, a zanalizowawszy b) włączyć z powrotem w szerszą całość wraz z innymi, również już zanalizowanymi i przejrzystymi faktami.

Niekiedy ustalenie faktu nie polega na samej izolacji, ale nadto wymaga jeszcze pewnego *uproszczenia* w myśli i podstawienia takiego uproszczonego faktu za bardziej nieprzejrzysty, „autentyczny". Wiadomo, że Galileusz ustalił, a potem badał i opisywał ilościowo nie fakt spadania „oryginalny" niejako, ale pewną jego „*idealizację*", skoro rozmyślnie pomijał wpływ ośrodka (powietrza), w jakim spadanie normalnie się odbywa. (Por. § 20).

W naukach empirycznych, które badają jedynie przedmioty mierzalne, *mierzenie* stanowi po części doskonalszą postać procesu ustalania, po części jednak jest już mniej lub bardziej głęboko posuniętą *analizą* faktu ustalonego, a nawet jego wnikliwym opisem. Zobaczymy od razu, że i w procesie mierzenia wykryć można składniki różnorakie. *Spostrzeżeniowa strona* pomiaru sprowadza się niemal zupełnie do stwierdzenia koincydencji, tj. nakrywania się pewnej wskazówki ruchomej z pewną kreską na skali, lub niekiedy kreski na jednej skali z kreską na innej skali. Widzieliśmy, jak przy odczytywaniu temperatury kopuła słupka rtęci ustala się wreszcie przy pewnej kresce. Mierząc długość, przykładamy pewną przenośną skalę do mierzonego przedmiotu, począwszy od jednego jego końca tyle razy, dopóki pewna jej kreska nie będzie „koincydować" z drugim końcem tego przedmiotu. Gdy badamy zachowanie się optyczne cieniuchnej przeźroczystej płytki minerału lub skały pod szczególnym mikroskopem, gdy chcemy zmierzyć np. kąt, o jaki trzeba obrócić stolik mikroskopu, aby preparat, umieszczony w skrzyżowaniu nitek mikroskopu i oświetlony, stał się ciemny, musimy stwierdzić dwukrotnie (przed obrotem stolika i po) koincydencję kreski na skali ruchomej części stolika z kreską na skali nieruchomej.

Koincydencja jest więc w pomiarze istotna. Ale czy ona jest wszystkim? Czymże jest *skala* i skąd się bierze? Utworzenie skali opiera się już na pewnych założeniach, i to wcale złożonych. Nie jest przecie wcale rzeczą oczywistą, że możemy do przedmiotów realnych stosować pojęcia wielkości, równości, ani to, że i na jakiej podstawie wolno nam mówić tu o jednostkach, i w ogóle wiązać fakty z liczbami w określony sposób. Przedmioty porównywalne ze sobą pod pewnym względem i w określony sposób tak, iżby możliwe było orzec o ich równości lub stopniu nierówności pod tym względem, nazwijmy wielkościami. Przede wszystkim należy ustanowić, kiedy dwie wielkości pewnego rodzaju można uważać za sobie równe; na to zaś trzeba odwołać się oczywiście do doświadczenia, ale zawsze i do pewnych subtelnych pojęć, na gruncie tego doświadczenia zbudowanych. A więc trzeba ustanowić, że dwie sztabki miernicze będziemy poczytywać za równe (pod względem długości), gdy nałożone na siebie będą „koincydować" swymi końcami; że dwie siły uznamy za równe, gdy przyczepione do różnych mas niby sprężyny równo wydłużone, masom tym będą udzielać przyspieszeń odwrotnie do nich proporcjonalnych; że przypiszemy ciałom temperatury równe, gdy w zetknięciu ze sobą nie sprawią wzajemnie żadnych zmian cieplnych. Warto przy tym zauważyć, że równość jest stosunkiem przechodnim, tzn. że, jeśli zachodzi między wielkościami a i b, oraz między b i c, to zachodzi też dla a i c. Mimo to, przez samo ustanowienie, kiedy dwom ciałom przyznajemy temperatury równe, jeszcze nie rozstrzygamy, że jeśli ciała C_1 i C_2 oraz C_2 i C_3 mają jednakowe temperatury, dotyczy to także ciał C_1 i C_3. O tym decyduje doświadczenie.

W dalszym ciągu musimy z reguły ustalić warunki dodawania wielkości pewnego rodzaju, to zaś wymaga znów szczególnych założeń. Sposób dodawania będzie zawsze zależał od rodzaju wielkości, które dodajemy. Dodajemy więc ciężary, kładąc je na tę samą szalkę wagi, a znów długości dodajemy, przykładając je do siebie, i to w linii prostej. Zawsze jednak spełnione są przy tym pewne ogólne prawa tego dodawania, jak np., że jeśli dodajemy wielkości pewnego rodzaju, suma musi być również wielkością tegoż rodzaju, i nie ulega zmianie, gdy pewne jej składniki zastąpimy przez równe im składniki tego samego rodzaju. Wydać się może rzeczą dziwną, że prawa arytmetyczne dodawania stosują się doskonale do przedmiotów w przyrodzie. Nie ma w tym jednak nic szczególnego, jeśli zważymy, że tylko takie łączenie wielkości fizykalnych poczytać możemy za ich dodawanie, które tym właśnie prawom ogólnym dodawania czyni zadość.

Dopiero teraz, ustanowiwszy w zgodzie z doświadczeniem, kiedy dwie wielkości pewnego rodzaju można uważać za równe, i pod jakimi warunkami i jak dodawać je można, konstruujemy skalę: znaki, wyryte na niej w określonych równych odstępach, otrzymują szczególne znaczenie przez związek z liczbami naturalnymi, a mianowicie taki, iż każdemu znakowi przyporządkowana jest inna liczba naturalna, i nawzajem. Tutaj już niejako dotykalnie stwierdzamy, że i jak matematyka wkracza w krąg przedmiotów i spraw przyrodoznawstwa: umiemy przedmioty realne charakteryzować pod pewnym względem za pomocą liczb mianowanych. Wyznaczywszy zaś wielkości, które są dodajne, możemy przystąpić do znalezienia i scharakteryzowania takich, które nie są dodajne. Tutaj należą tzw. współczynniki, czyli stałe fizyki, jak przewodnictwo cieplne, stała dielektryczna, współczynnik załamania, h — kwantum działania itd. Polegają one na określonych stałych stosunkach między dodajnymi wielkościami. Liczby, charakteryzujące te stosunki, zmieniają się zależnie od natury ciał, lub par ciał, dla których są znamienne, inny więc jest np. współczynnik załamania dla pary „powietrze-woda", inny dla pary „powietrze-szkło" itp. Nie mamy tedy teraz do czynienia w gruncie rzeczy z wielkościami „tego samego rodzaju". Jednakże niepodobna nigdy przesądzać, czy z postępem badań jakiś współczynnik nie da się wyrazić przy pomocy zupełnie jakby się wydawało odmiennego współczynnika, przez znalezienie ścisłego między nimi związku. Żeby tylko jeden przytoczyć przykład: Maxwell wykrył stały stosunek między współczynnikiem załamania a stałą dielektryczną (tej samej pary ciał), stosunek, który ukazał głębokie powinowactwo między optyką a elektrycznością. Całe to przeciwstawienie wielkich dodajnych i niedodajnych współczynników należy przeto zawsze rozumieć w odniesieniu do pewnej epoki i do pewnego stanu nauki.

Na innego rodzaju zagadnienia i trudności natrafiamy, gdy chodzi o dodawanie wielkości, dla których równie charakterystyczna jest pewna wartość, jak i pewien kierunek w przestrzeni: prędkość, przyspieszenie, siła — to najprostsze przykłady tzw. wektorów. Tutaj niepodobna dodawać różnych wartości pewnej wielkości wprost i niezależnie od jej kierunku; potrzebne są operacje i dalsze założenia szczególne. Trzeba np. wybrać, zresztą w dużej mierze dowolnie, układ osi współrzędnych, a następnie oprzeć się na — zgodnym z doświadczeniem —

prawie równoległoboku sił, prędkości, aby dokonać rozkładu każdego uważanego wektora na składowe równoległe do każdej osi tego układu, po tym dopiero wolno dodać składowe o kierunku zgodnym, wreszcie znów złożyć sumy składowe w wypadkową itd.

Także sprawa wyboru jednostek nasuwa niejednokrotnie problematy dużej wagi. Przypuśćmy, że ustaliliśmy już podstawowe jednostki masy, czasu i długości, w określony sposób, tzn. tak, ażeby dały się dowolną ilość razy ściśle reprodukować („żeby nam nie mogły zginąć") zgodnie z pewnymi przepisami. Chodzi teraz o jednostkę np. ładunku elektrycznego. Ażeby ją ustanowić, musimy odwołać się do prawa elementarnego elektrostatyki, do prawa Coulomba, a więc znów do uogólnionego doświadczenia; powiadamy więc, że za jednostkę (elektrostatyczną) ładunku przyjmujemy taki ładunek, który równy sobie przyciąga z odległości 1 cm z siłą 1 dyny. Trzeba tedy mieć jednostkę siły, 1 dynę; uzyskujemy ją z drugiego prawa ruchu Newtona, kładąc w nim $m = 1$ gr., $g = 1 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$.

Jak widać, budując jednostkę siły, czynimy coś nieoczekiwanego i nowego: mnożymy jednostki wielkości niejednorodnych, masę $\times$ długość $\times$ czas; tym bardziej czynimy to, przechodząc do jednostki ładunku, mnożenie jest tylko bardziej zawiłe. Otóż mnożenie jest podyktowane z jednej strony przez pewne uogólnione doświadczenia, z drugiej zaś wymaga spełnienia pewnych arytmetycznych praw dla mnożenia.

A cóż dopiero mówić o trudnościach i zagadnieniach, związanych ze sprawami zwiększenia precyzji pomiarów, skontrolowania dokładności pomiaru, eliminacji różnego rodzaju i różnego pochodzenia błędów. Stwierdzenie koincydencji to jeden tylko szczegół skomplikowanego nad wyraz procederu mierzenia, szczegół niezmiernie ważny i istotny, ale wartościowy tylko wtedy, jeżeli jest przygotowany i niejako obsłużony przez ogromny aparat środków, które czerpią swoją doniosłość nie z spostrzegania, lub nie tylko z niego: z czynników takich, jak ustanowienie (umowa), jak uogólnione doświadczenia (prawa fizyki), jak prawa arytmetyki, konstrukcje geometryczne i i. Wprowadzenie pomiaru jako środka ustalania, rozbioru i opisu faktów, rozpoczyna nową erę przyrodoznawstwa; przez rozwój nowoczesnego przyrodoznawstwa i na skutek jego wzajemnego oddziaływania na matematykę instrument ten jeszcze wielokrotnie się wydoskonalił.

§ 12. **Obserwacja i eksperyment.**

Zarówno przy pierwszym podchodzeniu do faktów, przy ustalaniu mniej lub bardziej jeszcze surowego ich „materiału", jak i potem, przy ich jakościowym rozbiorze, mierzeniu, próbach ich zestawiania i wyszukiwania między nimi związków, lub wprowadzaniu domniemanych ich połączeń, badacz posługuje się bądź obserwacją, bądź eksperymentem, bądź jednym i drugim środkiem nabywania doświadczeń.

Wyraz „obserwacja" ma co najmniej dwa znaczenia. Obserwować znaczy niekiedy tyle po prostu co spostrzegać mimo woli i bez określonego zadania i celu, albo nawet przypatrywać się z zaciekawieniem, ale po to tylko, żeby np. cieszyć się samą różnorodnością otoczenia, bogactwem świeżej wiosennej przyrody, grą barw i dźwięków. Mówimy natomiast o obserwacji w sensie ściślejszym, gdy (a) spostrzegamy nie tylko z należną uwagą, ale nadto (b) w ściśle określonym celu poznawczym, tj. aby w zjawisku lub przedmiocie badanym zauważyć jak najdokładniej pewne szczegóły, przydatne do charakterystyki tego przedmiotu, bądź sposobem jakościowym, bądź ilościowym, lub by wyśledzić pewne interesujące nas zależności między tymi szczegółami. Zwłaszcza zawsze wtedy zwykliśmy o obserwacji mówić, gdy (c) spostrzeganie to skierowujemy ku zjawiskom, na których powstanie i przebieg nie mamy żadnego wpływu. Nie potrzeba chyba dowodzić, że w nauce wyraz „obserwacja" zawsze w tym drugim znaczeniu bywa używany: zadanie poznawcze wyznacza kierunek uwadze; nie mamy władzy nad zjawiskiem, które studiować nam wypadło, ale mamy wybór jego cech, rysów pewnych — wzmożone napięcie uwagi te właśnie rysy podkreśla, inne roztapiają się w obojętnym tle. Obserwacja w tym sensie rozpoczyna zarazem analizę.

Czyni więc obserwacje astronom w czasie zaćmienia słońca nad protuberancją tzw. korony słonecznej, geolog obserwuje na świeżej odkrywce ułożenie i bieg warstw, lekarz śledzi przebieg zmian w płucach u pacjenta chorego na gruźlicę, socjolog poddaje obserwacji wznoszenie się i opadanie fali ruchu emigracyjnego w pewnym środowisku w ciągu pewnego okresu czasu. K. E. Baer, twórca embriologii naukowej, obserwuje szczegółowo podział zapłodnionego jaja („brózdkowanie") na 2, 4,..... 64 wycinków kulistych. Każdy na sobie obserwować może charakterystyczny fakt przepływu przeżyć, „prądu świadomości" itd.

Eksperyment to próba; eksperymentować to „wypróbowywać", tj. planowo wkraczać w powstanie i w przebieg zjawiska, wywoływać je w okolicznościach dla nas dogodnych lub szczególnie ważnych. Eksperymentujemy więc, gdy, powziąwszy pewne zadanie poznawcze, stwarzamy warunki w określonych szczegółach odmienne od tych, w jakich zjawisko samorzutnie występuje, a przez to i samemu zjawisku nadajemy inny, bardziej zrozumiały, łatwiej spostrzeżeniu dostępny tok. Ale eksperymentujemy także wtedy, gdy w pracowni naśladujemy w pewnej mierze warunki „naturalne", a to w tym celu, ażeby zbliżyć się do zrozumienia mechanizmu powstawania i charakteru pewnego przedmiotu. Rzecz prosta, że do czynności istotnej dla eksperymentu, do przygotowania przebiegu faktu w odmiennych warunkach, zawsze nawiązuje spostrzeganie, bez którego niesposób byłoby ten cel poznawczy zrealizować. Przez „warunki" zdarzenia rozumiemy tu przy tym również zdarzenie, lub kompleks zdarzeń, związanych z badanym zjawiskiem w ten sposób, że ilekroć zachodzą pierwsze, zachodzi też i drugie, i tylko ono.

Eksperymentuje tedy Galileusz, gdy zamiast obserwować ciało spadające pionowo, spuszcza je po równi pochyłej i śledzi jego zwolniony ruch — nie usuwając oczywiście badanego ciała i zjawiska spod ciążenia, spostrzega jednak, jak spadanie odbywa się pod działaniem tylko określonej składowej ciężaru, a więc z przyspieszeniem stanowiącym oznaczoną składową pełnego przyspieszenia w uważanym miejscu. Eksperymentuje Newton, gdy smugę światła białego, wpuszczoną przez szczelinę w okiennicy, rzuca na pryzmat i rozszczepia na widmo, a ustawiając na drodze widma soczewkę wypukłą, rozszczepione światło z powrotem zespala w białe. Lavoisier wykonywa eksperyment, gdy wprowadza świnki morskie (przez kąpiel rtęciową) pod klosz i przetrzymuje je tam przez 10 godzin, ażeby zbadać nie tylko zużycie tlenu powietrza i powstanie dwutlenku węgla w procesie oddychania, ale zwłaszcza by ustalić, że i ile zarazem wydziela ustrój ciepła w ciągu tego czasu. Pasteur sterylizuje ściany butelki z pożywką, powietrze w butelce zawarte, lub do niej doprowadzone, a zatykając flaszkę korkiem z waty, wykazuje, że żadna fermentacja nie zachodzi, a więc że życie przez samorodztwo w pożywce nie powstaje, natomiast powstaje w kontrolnych butelkach, gdy choć jeden z tych warunków nie jest spełniony. Speman wycina z tkanki powierzchniowej gastruli dwie tarczki, jedną z grzbietu, drugą od strony brzusznej, i przeszczepia jedną w miejsce drugiej, aby się przekonać, jakie będą dalsze koleje każdego z przemieszczonych w ten sposób płatków gastruli, czy i o ile zwykłe ich losy zmienią się wraz z położeniem.

Ale eksperymentują także i ci, co, chcąc zrozumieć pewne zjawiska życia jako złożone sprawy fizyko-chemiczne, z połączenia stosownych roztworów soli uzyskują błonę nierozpuszczalną, która naśladuje własności tzw. wpółprzenikliwej błony plazmatycznej i pozwala wytwarzać w sztucznej ‚komórce" ciśnienie osmotyczne na tej samej zasadzie fizyko-chemicznej, co w komórce żywej. Albo i ci, co pragnęliby uchylić tajemnicy np. powstania diamentu i w tym celu „rozpuszczają" zwyczajny węgiel w płynnym żelazie (wysoka temperatura) pod wysokim ciśnieniem, a więc naśladują warunki, wjakich z niemałym prawdopodobieństwem diament mógł powstać, skoro znachodzimy go bardzo często w towarzystwie minerałów charakterystycznych dla pewnych skał ogniowych.

Różnice między eksperymentem a obserwacją, w ściślejszym znaczeniu, są zbyt wyraźne i liczne, żeby je można było kwestionować. Są to zresztą różnice bez reszty przemawiające na korzyść eksperymentu. Nie chodzi bynajmniej o to, że eksperymentator jest rzekomo „czynny", a obserwator niby „bierny". Wiadomo dobrze: eksperymentując, mamy w dużej mierze swobodny wybór i czasu i miejsca, nie jesteśmy skazani na czekanie, aż pewne zjawisko np. zaćmienie słońca powtórzy się, ani zmuszeni wyprawiać się, jak to bywa, na obserwacje o tysiące kilometrów. Po wtóre, mogę zjawisko powtórzyć w zasadzie, ile razy mi się podoba, to zaś pozwala mi zwiększyć dokładność spostrzegania, kontrolować spostrzeżenia jedne drugimi; a zwłaszcza gdy chodzi o pomiary wielkości trudnych do mierzenia, duża liczba wykonanych pomiarów jest jednym z ważniejszych środków podniesienia wartości wyników. Co więcej, względna łatwość powtarzania eksperymentów czyni dostępną kontrolę eksperymentu w różnych ośrodkach i przez różnych ludzi — omyłki, rozbieżności, jeśli się kiedy zdarzają, mogą być rychło naprawione, unieszkodliwione. Zmieniając warunki pod coraz to innymi względami, najłatwiej też wykrywamy, które z nich na pewną stronę badanego faktu mają wpływ, a więc dochodzimy najpewniej do znalezienia związków między uważanym zjawiskiem a innymi. I tylko eksperymentowi zawdzięczamy nieoceniony środek, który polega na tym, że możemy pomiar pewnej wielkości, trudnej z pewnych względów do mierzenia (np. ciężaru drobinowego), uzyskiwać na kilku *odmiennych* drogach, i oczywiście z *różnych* założeń teoretycznych. Nie potrzeba dodawać, że zgodność tak otrzymanego rezultatu ilościowego ceniona być musi wyjątkowo.

Co wszakże najistotniejszy stanowi rys eksperymentu, co rozstrzyga o jego wyższości bezspornej nad obserwacją, to okoliczność, że wymaga on bez porównania ściślejszego *sprecyzowania* szczególnego *zagadnienia*. Pomyślmy tylko, co za rozpiętość środków badawczych: obserwować rozpad promieniotwórczy samorzutny, a rozbijać jądra atomowe bombardując je sposobami Rutherforda za pomocą pocisków odpowiedniej wielkości i energii! Co innego przecie patrzeć zzewnątrz na to, co się w głębi wulkanu dzieje, a co innego zapuszczać doskonałą sondę do wnętrza mechanizmu, kiedy i ile razy się zechce. Eksperyment to w istocie *stawianie pytań* nie tylko sobie, ale i przyrodzie; co więcej, to próba *wymuszenia odpowiedzi*, niedwuznacznej, jasnej. A odpowiedź będzie tym bardziej do jednoznacznej zbliżona, im lepiej, pomysłowiej, z im doskonalszą inwencją, śmiałością wyobraźni, a zarazem zmysłem dla faktów, obmyślony będzie i przygotowany zespół środków dla ukształtowania warunków szukanego wyniku. W eksperymencie ścisłość myśli badawczej idzie w parze z polotem twórczym wyobraźni. Dzieje każdej nauki eksperymentalnej dostarczają najpiękniejszych kart twórczości ludzkiego umysłu.

Eksperymentować to tyle co próbować. Prób w ogóle możliwych jest z reguły bardzo wiele. Wszystkich ich badacz oczywiście nie wykonywa. Od jego „taktu", wyczucia i intuicji, od jego doświadczenia, w sensie przyswojonej i wypróbowanej wiedzy, zależy wybór tych stosunkowo nielicznych prób, czasami tylko próby *jednej*, która prowadzi do rozwiązania niepokojącego zagadnienia. Nie ma recept na twórczość ludzką. A jednak zrozumienie niezmiernej doniosłości eksperymentu sprawiło, że przed 100 blisko laty próbowano (J. St. Mill) ująć badania eksperymentalne, sposoby szukania zależności między przebiegiem zjawiska a jego tzw. warunkami, w ramowe przepisy. Choć wiele z czasem poznano usterek i nieścisłości tych „kanonów", z grubsza mogą one oddać i dziś jeszcze niemałe usługi. Zresztą, dla nas tu jest ważne, że sformułowanie takich przepisów w ogóle podjęto — był to krok właśnie w kierunku świadomego budowania nauki empirycznej, zgodnie z metodą, tj. z określonymi regułami i zasadami.

Niemniej jasną staje się rzeczą, że każda nauka empiryczna, skoro tylko przechodzi z okresu obserwacji w sensie ciaśniejszym do fazy eksperymentu, zaczyna święcić triumfy, rośnie i rozwija się w tempie nieoczekiwanym. Tak było z fizyką, gdy ją Galileusz z początkiem XVII w. wyprowadził na nowe drogi eksperymentu, a jednocześnie badań ilościowych; nie inaczej było z morfogenezą, gdy zaczęto stosować w niej punkty widzenia tzw. mechaniki rozwoju.

§ 13. **Indukcja niezupełna, tzw. prawa przyrody.**

Ustalając fakty drogą obserwacji lub eksperymentu, „protokołujemy" je, tj. opisujemy w krótkich, prostych zdaniach. Zdania te streszczają nasze spostrzeżenia, najprościej przeto nazwać je zdaniami obserwacyjnymi. „Igła magnetyczna wychyliła się o 10 stopni", „jądro komórkowe jest w stadium wrzeciona" itp. — to przykłady takich zdań elementarnych. Każda nauka empiryczna takie właśnie zdania bierze za punkt wyjścia rozumowań i dalszych konstrukcji, i do takich też zdań, jak zobaczymy, ostatecznie wraca.

W szczególności, w naukach przyrodniczych nie poprzestajemy nigdy na takich stwierdzeniach; trzeba nam mniejszej lub większej liczby faktów podobnych, a więc i zdań obserwacyjnych, z których każde wyszczególnia obok indywidualnych właściwości te same rysy, lub te same proste stosunki, u przedmiotów podobnych. A trzeba nam wielu takich faktów (i wielu takich zdań), ażeby w pewnym sensie wyjść poza te fakty. Ileż trzeba było zbadać owadów podobnych pokryciem skrzydeł, budową aparatu pyszczkowego, przeobrażeniem, ażeby dojść do ogólnego zdania „każdy motyl ma skrzydła pokryte łuskami, szczęki przemienione w trąbkę (ssawkę) i przechodzi przeobrażenie zupełne", lub w języku zmiennych, implikacji i kwantyfikatora: „dla każdego X, jeżeli X ma skrzydła pokryte łuskami itp., X jest motylem". Wyszliśmy w istocie poza każde z spostrzeżeń, streszczone pierwotnie w zdaniu obserwacyjnym, ponieważ twierdzimy obecnie coś o wszystkich przedmiotach podobnych, to i tylko to mianowicie o nich utrzymujemy, co każdemu z nich przysługuje, co jest im wspólne.

Nie inaczej w zasadzie rzecz się ma, gdy fakt badany jest bardziej skomplikowany, trudniejszy do ustalenia, gdy wymaga ściślejszej obserwacji, rozbioru bardziej wnikliwego, często zastosowania eksperymentu itp. Zdanie „w każdej komórce każdego ustroju tego samego gatunku znajduje się ta sama liczba charakterystyczna chromozomów, mających ten sam dla tego gatunku znamienny kształt i wielkość“ — jest przykładem takiego zdania ogólnego, stanowiącego znów rezultat wielu obserwacji rozległych, gruntownych, nad faktami trudniej dostępnymi i bardziej złożonymi. To zdanie ogólne wyraża przy tym już pewną stałą *zależność*, bardziej ukrywającą się przed zmysłami, a biologicznie bardziej doniosłą; zależność, która zachodzi między przynależnością ustroju do pewnego gatunku, w pewien sposób zewnętrznie scharakteryzowanego (za pomocą zdania takiego, jak w przykładzie poprzednim), a właściwą każdej komórce liczbą chromozomów, ich kształtem i wielkością. Zdanie, że „dla każdego gazu, iloczyn ciśnienia i objętości, jaką on zajmuje przy tym ciśnieniu, jest proporcjonalny do temperatury (absolutnej)“, opisuje znów ogólną i stałą zależność, której człony są wielkościami. Między trzema wypowiedzeniami ogólnymi, dla przykładu przytoczonymi, nie zachodzą różnice zasadnicze; są to różnice w *stopniu analizy* zjawisk: od *jakościowego* uogólnienia przeszliśmy do zdania wyrażającego stosunki *ilościowe*, od opisu prostego do opisu skomplikowanego stanu rzeczy, od charakterystyki przedmiotów za pomocą pewnych *właściwości* do charakterystyki za pomocą *stosunków* między elementami faktu.

Jaką drogą wychodzimy poza zdania obserwacyjne, a docieramy do takich zdań ogólnych? I jakie jest znaczenie tych zdań?

Drogę tę stanowi rozumowanie, swoiste nie tylko przez swój kierunek, ale i przez osobliwy charakter „niewykończony“. Jeśli oznaczymy zdania obserwacyjne, dotyczące kolejno coraz to innych faktów podobnych, przez $z_1(f_1)$, $z_2(f_2) \ldots z_n(f_n)$, gdzie $z_i(f_i)$ symbolizuje „zdanie$_i$ obserwacyjne o fakcie$_i$“, możemy powiedzieć, że za pomocą tego rozumowania szukamy jako *przesłanki* takiego *zdania ogólnego* P, z którego by wszystkie owe „wyjściowe“ zdania obserwacyjne *wynikały*, w sensie ściślejszym, inferencyjnym. Jak widać, *rozumowanie* biegnie od zdań typu z_i (f_i) do zdania P, natomiast wynikanie ma kierunek przeciwny: z P wynikają poszczególne zdania typu z_i (f_i). Takie rozumowanie będziemy nazywać redukcyjnym. Na gruncie nauk empirycznych zwykło się mu nadawać też miano bardziej specjalne, indukcji niezupełnej. Zdania ogólne jak P noszą nazwę praw empirycznych; na terenie przyrodoznawstwa mówi się chętnie o prawach przyrody. Powiadamy, że prawo przyrody P tłumaczy lub wyjaśnia fakty f_1, f_2,... f_n, przez co chcemy na razie powiedzieć tylko tyle, że każde ze zdań $z_1(f_1)$, $z_2(f_2)$... wynika inferencyjnie z tego prawa. Fakt, że ta (zielona) gałązka moczarki kanadyjskiej w akwarium teraz na świetle wydziela pęcherzyki gazu, który okazuje się tlenem, tłumaczy się ogólnym prawem, że każda roślina zielona na świetle rozkłada CO_2 powietrza i, przyswajając węgiel, oddaje nadmiar (niezużytego do oddechania) tlenu otoczeniu.

Otóż zauważmy, że zarówno to prawo, jak i każde inne np. w poprzednich przykładach wypowiedziane, orzeka o pewnym stanie rzeczy, lub o pewnej zależności, we wszystkich faktach podobnych, podczas gdy liczba takich faktów naprawdę zbadanych, a więc i odpowiednich zdań obserwacyjnych, z których prawo takie rozumowaniem uzyskujemy, jest nie tylko skończona, ale z reguły niewielka: nie badaliśmy przecież naprawdę wszystkich motyli, ani wszystkich komórek wszystkich osobników każdego z istniejących gatunków, ani wszystkich roślin zielonych itp., i najczęściej nie byliśmy nawet w stanie wszystkich zbadać. Każde prawo przyrody wykazuje tedy pretensję, przekraczającą jego uprawnienie empiryczne: głosimy o wszystkich faktach coś, co uprawnieni jesteśmy na podstawie badań — własnych i cudzych — twierdzić tylko o niektórych, a mianowicie o małym ułamku rzeczywiście zbadanych faktów. Ta rozbieżność między uroszczeniem prawa, a jego uprawnieniem, jest czymś niezmiernie dziwnym. Na jakiej zasadzie wolno nam formułować zdania tak ogólne, i czy w ogóle nam to czynić wolno? Oto zagadnienie narzucające się tu w sposób nieodparty; poświęcimy mu jeden z paragrafów następnych, ale i później nieraz wracać do niego będziemy.

Tymczasem zwróćmy uwagę na okoliczność, że nie spotykamy tej rozbieżności w prawach np. arytmetyki ani logiki, że natomiast jest ona właściwa prawom wszystkich nauk empirycznych. Prawo arytmetyczne, np. przemienności dla dodawania, uznajemy na podstawie d o w o d u za prawdziwe; twierdzimy, że dla dowolnych liczb x i y, $x + y = y + x$, i nie mamy potrzeby kłopotać się o to, na ilu „przykładach" prawo to się „sprawdziło", i czy „sprawdzi się" na innych jeszcze niebadanych — pytania te nie mają nawet, ściśle biorąc, określonego sensu. Okoliczność ta służyć może za wskazówkę, że między ową charakterystyczną właściwością praw przyrody, a naturą rozumowania zwanego indukcją niezupełną, zachodzi ścisły związek. Rozumowanie to ma charakter „n i e w y k o ń c z o n y", bo nie znamy, a najczęściej w ogóle znać nie możemy, wszystkich zdań $z_1(f_1)$, $z_2(f_2)$...; między ogółem tych zdań, a prawem, które wcałej ogólności wypowiadamy, jest l u k a. Przesadzamy ją jednak jednym rzutem myśli, jednym aktem śmiałym i t w ó r c z y m niewątpliwie. Mając do wyboru między nieskończonym, w gruncie rzeczy, gromadzeniem zdań obserwacyjnych o faktach podobnych i wysnuciem, oczywiście dopiero w nieskończonej dali, prawa ogólnego czyli wyrzeczeniem się go zupełnym, a ograniczeniem się do liczby faktów skończonej i niewielkiej, po to, żeby porwać się na swoiste zuchwalstwo myśli, na coś w rodzaju „wypadu w nieznane", i za tę cenę uzyskać prawo ogólne, badacz instynktownie wybierał zawsze i wybiera niezmiennie to drugie. Inwencja twórcza uskrzydla jego myśl; ona to nie tylko podszeptuje mu konieczność tego kroku, ale wskazuje ogólny kierunek i cel „wypadu", ona mu też z reguły dyktuje, kiedy, po ilu zdaniach o faktach ustalonych, wolno już przejść do ogólnego prawa. Przepisów na twórczość niema; „instynkt" badacza jest tu jedynym przewodnikiem. Ale czy jest to jeszcze naprawdę r o z u m o w a n i e? A przecież ta śmiała decyzja badacza jest niewątpliwie płodna, na niej to zasadza się gmach przyrodoznawstwa i potęga techniki. Twórczość nie jest więc aktem dowolności.

Na podstawie dotychczasowej analizy moglibyśmy ustalić pewne rysy tych tzw. praw przyrody. Są to zawsze zdania ogólne, otrzymane z reguły drogą indukcji niezupełnej, przy współudziale aktu twórczego; tłumaczą fakty jednorodne dokładnie c a ł e j grupy tak, iż nie ma faktu w tej grupie, który by prawu temu nie podlegał, ani żadnego faktu poza grupą, który by był mu posłuszny. Natomiast faktów, z których zostały wysnute, n i e „s t r e s z c z a j ą", bo mówią więcej niż się w nich zawiera. Wreszcie, z postępem rozbioru zjawisk na elementy, coraz więcej spotyka się w nauce praw opisujących zależność między składnikami, które w każdym z faktów grupy umysł analizą wykryć zdołał. Można nawet wręcz powiedzieć, że prawo przyrody to jest stała zależność między takimi elementami faktów, lub faktami.

W jakim jednak sensie zachodzi stałość tego związku? Naprzód w tym, że związek jest ogólny, tj. stosuje się do każdego z wielu faktów grupy, w prawie opisanych. Po wtóre, związek ten jest niezależny od miejsca i czasu dokonanych spostrzeżeń; więc prawo spadania nie zawiera ani w treści, ani w zakresie, ani w formie, żadnych śladów tego, że Galileusz swoje próby nad spadaniem wykonywał w Pizie, z początkiem XVII w. Nadto ustalona zależność nie jest zawisła od szczególnego sposobu, od urządzenia technicznego, czy eksperymentalnego pomysłu, który ją wykryć pozwolił; na treść prawa i jego ogólność właściwości zabiegu eksperymentalnego wpływu nie wywierają. Nie zależy też związek ten od wyboru jednostek miary: moglibyśmy, zamiast układu cm — gr — sek, zastosować do opisu wielkości w związek ten wchodzących jakiś system miar bardziej zawiły, wtedy tylko „wzór“ stanowiący symboliczny kształt prawa stałby się bardziej skomplikowany.

Jakiś „język“ liczbowy jest niewątpliwie nieodzowny do wysłowienia praw ilościowych, skoro, jak wiemy, liczby symbolizują wielkości, którym są w określony sposób przyporządkowane. Wybór tego języka dokonywa się wszakże pod kątem widzenia ekonomii — chodzi o to, by był najdogodniejszy. Podobnie, moglibyśmy pewne prawo sformułować w sposób prostszy, wybierając dogodniejszy układ odniesienia (osi współrzędnych); wpłynęłoby to na uproszczenie opisu, ale nie na ogólność i prawomocność samego prawa. Zwycięstwo teorii Kopernika polegało właśnie na wprowadzeniu prostszego układu odniesienia do opisu ruchów ciał niebieskich. Słowem, możemy zmieniać, upraszczać pod niejednym względem język, w którym wypowiadamy związki zwane prawami; zmiany te nie dotyczą treści, ogólności i ważności praw samych. Badacz ma więc wpływ niemały na drogę do prawa wiodącą, na postać, jaką prawo przybiera; jego wpływ nie jest jednak nieograniczony. Jego swoboda nie jest dowolnością. A nie jest dowolnością jeszcze i z tego powodu, że każde prawo musi wytrzymać próbę dalszych konfrontacji z faktami nowymi, że wymaga dalszego sprawdzania. Koniecznością nieograniczonego, w zasadzie, wypróbowywania każdego prawa płacimy za ów śmiały wzlot myśli, który nas od nielicznych podobnych faktów ku ogólnemu prawu przenosi.

§ 14. **Poszukiwanie prawa a wyjaśnianie faktu.**

Powiada się niekiedy, że rozumowanie, które nas prowadzi — jak wiemy teraz, tylko częściowo i z zastrzeżeniami — od zdań obserwacyjnych do ogólnego prawa, że ono właśnie już jest tłumaczeniem faktów, w tych zdaniach streszczonych. Jest to grube nieporozumienie. Rozumowanie to daje nam tylko klucz do uzyskania tego prawa, o tyle więc przygotowuje proceder wyjaśniania, w ścisłym znaczeniu tego słowa. Wyjaśnianie bowiem w sensie ściślejszym polega na wykazaniu, że każde ze zdań o jakimś fakcie ustalonym wynika inferencyjnie ze znalezionego prawa. Rzecz prosta, że tłumaczenie wtym znaczeniu musi być poprzedzone wyszukaniem, a więc i poszukiwaniem prawa, ale równie jasną jest rzeczą, że ono samo z tym poszukiwaniem nie jest identyczne. Zresztą, redukcja zmierzająca do sformułowania prawa przyrody przygotowuje warunki i środki nie samego tylko tłumaczenia, ale i innej operacji logicznej, w której obecność prawa ogólnego jako racji jest również nieodzowna. W znaczeniu szerszym moglibyśmy więc wyjaśnianie rozumieć tak, ażeby obejmowało ono zarówno redukcyjne szukanie racyj dla danego faktu, jak i okazanie, że zdanie o tym fakcie istotnie z tych racji inferencyjnie wynika. W żadnym tedy razie proces redukcyjny sam wyjaśnienia nie stanowi; w każdym wypadku polega ono tylko, lub polega także, na inferencyjnym wyprowadzeniu danego faktu (zdania o fakcie) z odpowiedniego prawa.

§ 15. **Tzw. prawa przyrody a prawodawstwo.**

Przywykliśmy słyszeć i mówić o prawach w sensie np. kodeksu karnego, małżeńskiego itp., jako o pewnych przepisach, obowiązujących w pewnej grupie społecznej i w pewnym czasie, regulujących wzajemne stosunki między ludźmi. Są to więc nakazy lub zakazy, które prawodawca grupie narzuca, w interesie — na ogół rzeczy biorąc — jej własnym. Prawa przyrody tymczasem niczego nie „nakazują“, niczym naprawdę nie „rządzą“. Jednakże nie w tym leży różnica istotna. Nie należy jej też szukać w tym, że prawa przyrody wykrywamy, „znajdujemy“, a prawa drugie „tworzymy“. Widzieliśmy bowiem co dopiero, że i w pierwszym sensie prawa są pod wieloma względami naszym dziełem, choć nie są nim wyłącznie, skoro opisują pewne rzeczowe związki i są powszechnie obowiązujące. Co więcej, jak badacz przyrody usiłuje zamknąć w prawach wszystkie stosunki znalezione przez analizę pewnej dziedziny faktów, tak prawodawca zawrzeć pragnie w zbiorze praw pewnego kodeksu wszystkie wypadki określonego rodzaju, jakie życie między ludźmi nasuwa.

Zachodzi wszakże między oboma rodzajami praw ta różnica głębsza. Każde zjawisko, wyłamujące się spod pewnego prawa w przyrodoznawstwie, zmusza nas do jego rewizji, do wyższego uogólnienia, lub do uzupełnienia go prawem dodatkowym. Nie ma natomiast faktu, którego by prawodawca nie mógł włączyć w ustanowiony raz kodeks, tj. którego by nie mógł w duchu tego kodeksu interpretować. W tym właśnie sensie charakter prawodawstwa jest normatywny: życie musi być wedle niego bez reszty kwalifikowane, oceniane, rozsądzane. Dlatego kodeksy w sensie prawodawczym istniały zawsze w społeczeństwach cywilizowanych; przyroda wymyka się nieustannie naszym próbom kodyfikacji.

§ 16. **Przewidywanie a sprawdzanie.**

Przewidywanie jest rozumowaniem, a więc operacją logiczną; jest rozumowaniem dedukcyjnym, tj. takim, w którym przechodzimy od pewnych zdań jako racyj do zdania stanowiącego wniosek, i w którym zarazem wniosek ten wynika w określonym sensie z owych racyj, czyli, jak się niektórzy trafnie wyrażają (Łukasiewicz), w którym kierunek rozumowania jest ten sam co kierunek wynikania. I tak, gdy znam prawo swobodnego spadania ciał (Galileusz), wyrażone w formule $s = \frac{1}{2} g t^2$, i wiem, jaka jest wysokość (s) wieży, z której zamierzam jakieś ciało spuścić, a wiem nadto, jakie w szerokości geograficznej eksperymentu jest przyspieszenie ziemskie (g), mogę przewidzieć, jak długo (t) będzie ciało spuszczone z tej wieży spadać. Zdania (1) $s = \frac{1}{2} g t^2$, (2) $s = m$ metrów (zdanie opisujące wynik pomiaru),

(3) $g = a \frac{cm}{sek^2}$ (zdanie o rezultacie obliczeń na podstawie innego znów prawa i pomiarów długości i czasów wahań wahadła) — stanowią racje, z których inferencyjnie wynika i z których wysnuwamy zdanie (4) $t = \tau$ sek. Wyrażamy się tak, że „przewidujemy f a k t“ opisany w zdaniu (4). W szkole przedstawia się tę sprawę z reguły mówiąc, że we „wzorze“ (1) „podstawiamy wartości za s i g, a otrzymujemy szukaną wartość t“. Taki sposób wyrażania się nie jest niezgodny z operacją r a c h u n k o w ą, naprawdę wykonywaną, ale sama ta operacja czyni wrażenie jakiegoś magicznego „działania“, zaciera zupełnie charakter rozumowania, jako sposobu rozwiązania pewnego zagadnienia.

Nie dość jednak stwierdzić, że przewidywanie jest dedukcyjną postacią rozumowania. Przypatrując się uważnie temu przykładowi i innym podobnym, które nietrudno znaleźć, zauważyć musimy, że racje należą zawsze i koniecznie do d w ó c h t y p ó w zdań; a mianowicie jedna z nich (1) jest zawsze ogólna, wyraża niezmienny związek między elementami pewnego zjawiska (w naszym przykładzie s i t) lub między zjawiskami, słowem, jest tzw. prawem przyrody; a zarazem c o n a j m n i e j jedna [w naszym przykładzie (2)] jest zdaniem obserwacyjnym, zatem jednostkowym, dotyczącym faktu. A n i z e s a m y c h p r a w p r z y r o d y, c h o ć b y n a j o g ó l n i e j s z y c h i n a j ś c i ś l e j s z y c h, a n i z e s a m y c h f a k t ó w (ściślej, ze zdań o faktach), c h o ć b y n a j l i c z n i e j s z y c h, n i c z e g o p r z e w i d z i e ć n i e p o d o b n a.

Rys ten przewidywania można zrozumieć, zważywszy, że jest to rozumowanie, które znajduje zastosowanie tylko w świecie przedmiotów realnych, faktów. Racja ogólna (1) jest tu zdaniem, które ma p r e t e n s j ę do ogólności nieograniczonej, którego ogólność jednak naprawdę jest usprawiedliwiona tylko dla pewnego skończonego, z reguły niewielkiego, zakresu faktów (w naszym przykładzie: dla faktów swobodnego spadania, naprawdę zbadanych od czasów Galileusza); każde więc zastosowanie tej racji do faktu nowego jest w y s t a w i e n i e m n a p r ó b ę znalezionego prawa, nasuwa możliwość ograniczenia jego domniemanej ogólności. Każde przewidywanie jest w istocie wybadywaniem, czy i o ile ogólna zależność, znaleziona w n wypadkach, prawomocna jest w wypadku nowym $n + 1$-ym. Możemy wierzyć, przypuszczać, być przekonani, że ogólne prawo (1) jest ważne i w odniesieniu do próby, którą mamy przedsięwziąć; wiedzieć tego z góry niepodobna. Przewidywanie ma do tej wiedzy nas przygotować.

Zdanie (4) jest wnioskiem z przewidywania, dotyczy faktu jednak, który jeszcze zaobserwowany nie został; jest zdaniem jednostkowym, ale nie zdaniem obserwacyjnym. Przewidywanie (rachunek) może być uskutecznione i „przy zielonym stole" przez badacza, inżyniera itp.; poprawność tego rozumowania może być skontrolowana przy pomocy środków logiki. Ale czy było ono trafne? i w jakiej mierze? Żadne, najściślejsze nawet, rozumowanie o tym przekonać nas nie może. O tym rozstrzygnąć powołane jest tylko sprawdzanie.

Sprawdzanie nie jest rozumowaniem. Składa się na nie (1°) zamierzona i planowa obserwacja faktu, który nas interesuje (w naszym przykładzie: dokonana przy pomocy jakiegoś chronometru obserwacja czasu, w ciągu którego ciało uważane rzeczywiście spadło), (2°) opis, choćby najbardziej skrótowy, dokonanego spostrzeżenia (np. „4 sekundy"), (3°) porównanie tego opisu z wynikiem przewidywania [w naszym przykładzie: z treścią zdania (4)], celem stwierdzenia, czy i o ile oba zdania zgodne są co do treści. Potocznie, a i w nauce, mówi się nieraz, że porównywamy wynik przewidywania (rachunku) z „faktem", lub z „obserwacją". Jest to zapewne wyrażenie skrótowe, niedokładne. Zdania z obserwacją zmysłową, z faktem, zestawiać nie możemy; możemy porównać tylko dwa zdania: jedno, które otrzymaliśmy w rezultacie rozumowania (tj. przewidywania, będziemy je nazywali zdaniem „ekspektatywnym": „a więc oczekujemy, że będzie tak a tak"), z drugim, które uzyskujemy w wyniku obserwacji zmysłowej („faktycznie jest tak a tak"). Takie dwa zdania nie tylko mogą, ale muszą być porównane. Mogę bowiem nie mieć zaufania do pewnego zdania „ekspektatywnego", a także nie ufać zbytnio zdaniu obserwacyjnemu; ale zgodność treści dwóch zdań, różnych pochodzeniem, a dotyczących tego samego przedmiotu, nie może być przypadkowa. Dlatego do niej mamy zaufanie i dlatego uciekamy się do sprawdzania.

W takim zaś razie sprawdzanie nie jest nigdy rzeczą samej zmysłowej obserwacji, stanowiącej przedmiot zdania obserwacyjnego, jest ono także sprawą opisu tej obserwacji. Tym się tłumaczy, że o wartości sprawdzania rozstrzygać może nie tylko np. niedostatecznie dokładna obserwacja, ale i błędna lub niewystarczająca analiza i opis „dobrego“ skądinąd stwierdzenia.

Pojęcie sprawdzania nasuwa nadto pewne inne jeszcze refleksje. Naprzód, sprawdzić zdanie stanowiące rezultat przewidywania [rachunku, takie jak (4)], to niekoniecznie znaczy okazać, że jest prawdziwe; znaczy raczej rozstrzygnąć, c z y jest prawdziwe, czy fałszywe. Próba — a każde przewidywanie i nawiązujące do niego sprawdzanie jest, jak wiemy, próbą — musi zasadniczo dopuszczać zawsze m o ż l i w o ś ć wyniku ujemnego, inaczej byłaby próbą pozorną. Po wtóre, co ważniejsza, operacja sprawdzania może polegać bądź na tym, że wpierw mam zdanie „ekspektatywne“, a znajduję odpowiednie zdanie obserwacyjne, ażeby ustalić ich zgodność — jak w omówionym przykładzie; bądź też odwrotnie na tym, że mając zdanie obserwacyjne szukam dopiero zdania, tej samej treści i odnoszącego się do tego samego przedmiotu, ale w y w i e d z i o n e g o z t e o r i i. Mogę i tu mówić o sprawdzaniu, w sensie odnalezienia zgodności dwóch zdań, tak samo różnych od siebie i w tym samym do siebie podobnych, jak w wypadku pierwszym, choć postępuję teraz drogą przeciwną. W gruncie rzeczy czynię w obu razach to samo: k o n f r o n t u j ę element z t e o r i i w y s n u t y ze s p o s t r z e ż o n y m (i opisanym). Istotne jest i teraz porównanie dwóch zdań, z których jedno trzeba uzyskać drogą dedukcji z teorii, tak, że sprawdzanie byłoby w każdym razie p r z y g o t o w a n e przez proces rozumowania dedukcyjnego.

Przykład zaczerpnijmy z badania zjawiska, odkrytego przez angielskiego botanika Browna jeszcze w r. 1827, faktu znanego jako tzw. r u c h B r o w n a. Polega on na tym, że cząsteczki delikatnej zawiesiny wykonywują w jakimkolwiek płynie ruchy drgające, a nadto skaczą zygzakowato we wszystkich możliwych kierunkach, przy czym ruch ten jest tym żywszy, im mniejsze są cząsteczki i im rzadsza jest ciecz, w której są zawieszone. Okazało się również, że ruch ten nigdy nie ustaje, że jest niezależny od wpływów zewnętrznych (np. wstrząsów, światła itp.), że cząsteczki sąsiednie odbywają drogi od siebie niezależnie, nawet gdy odległość cząstek jest mniejsza niż ich średnica. Od lat 80-tych ub. stulecia tłumaczono to zjawisko ruchem drobinowym cieczy, w której cząstki są zawieszone, tj. wyprowadzano je z założenia drobinowej t e o r i i ciepła. Pewna ilość ciepła cieczy istnieje zawsze pod postacią ruchu drobinowego; ponieważ drobin jest ogromnie dużo (w 1 cm^3 gazu przy 0° i ciśnieniu 1 atmosfery jest ich 10^{19}!), a ruch ich jest bezładny, na zewnątrz panuje cieplna równowaga; odpowiada jej pewna średnia temperatura, od wpływów zewnętrznych niezależna. Gdy pomyślimy wszakże pewną objętość cieczy bardzo małą, nie będzie w niej ani równowagi cieplnej, ani mechanicznej; ruchy nielicznych drobin nie będą teraz zrównoważone ruchami innych; drobiny te będą więc bombardować cząsteczki zawiesiny, pobudzając je do owych nagłych skoków w lewo i prawo lub ku górze — wbrew sile ciężkości, jak to jest charakterystyczne dla ruchu Browna.

Dopiero w 80 prawie lat po odkryciu zjawiska, Einstein i Smoluchowski (1905—1906) przyjmując, że ruch Browna jest najzupełniej bezładny, a także, że jest następstwem ruchu drobinowego cieczy, niezależnie od siebie znajdują ilościowy wyraz żywości zjawiska Browna; znajdują, że jest ona wprost proporcjonalna do temperatury (absolutnej) cieczy, a odwrotnie proporcjonalna do jej lepkości i do średnicy cząstki; że odcinek łączący początek z końcem łamanej drogi, jaką cząstka naprawdę odbywa, jest proporcjonalny do czasu itd. Słowem, z teorii wyprowadzają wnioski, zgodne z obserwacjami w dużej mierze z dawna poczynionymi, umacniają jednocześnie założenia samej kinetycznej teorii.

Wielokrotnie zdarza się, że pewną wielkość można oznaczyć drogą obserwacji bezpośredniej tylko niedokładnie; „podejrzewamy“, że możnaby tu uzyskać dokładność znaczniejszą, a często w ogóle zadanie dopiero rozwiązać, gdyby się uciec do pewnych szczególnych sposobów pośrednich. Tak np. zmierzenie szybkości światła, wielkości ogromnej, przedstawia dla obserwacji bezpośredniej trudności nieprzezwyciężone. Gdy jednakże udało się wielkość tę wyrachować, a potem zmierzyć dwoma różnymi sposobami astronomicznymi, za każdym razem z innych teoretycznych założeń, następnie — z odmiennych znów założeń — obliczyć i zmierzyć tę wielkość za pomocą różnych pomysłowych urządzeń w obrębie ziemi samej, i wyniki otrzymano z dużym przybliżeniem jednakowe, trudno było wątpić o dokładności pomiarów. Zgodność poszczególnych sprawdzeń, z których każde zostało dokonane na innej teoretycznej podstawie, znakomicie służy ich wzajemnemu wspieraniu się i potwierdzaniu.

Zdanie jest sprawdzalne zawsze tylko w ramach tej a tej nauki, a nie sprawdzalne w ogóle. Gdy zamierzam sprawdzić zdanie „ekspektatywne“, jest ono już oparte na ustalonym w pewnej mierze prawie naukowym oraz na pewnych zdaniach obserwacyjnych, a więc jest już częściowo w ramy nauki ujęte; sprawdzanie ma dokończyć tego ujęcia. Niesprawdzenie podaje w wątpliwość samo prawo i może nas skłonić do jego ograniczenia lub zmodyfikowania, a tym samym do przebudowania ram samej nauki. Negatywny wynik eksperymentu Michelsona stał się, jak wiadomo, punktem wyjścia reorganizacji klasycznej mechaniki, na zasadzie nowego systemu pojęć i założeń podstawowych. Słowem, sprawdzić znaczy przymierzyć zdanie, które ma być do nauki włączone, za pomocą środków tej nauki, i rozstrzygnąć, czy może ono być w nią prawomocnie wbudowane.

Opisaliśmy powyżej przewidywanie jako swoiste rozumowanie dedukcyjne, zaś w paragrafie 13. okazało się, że i wyjaśnianie faktu polega w gruncie rzeczy na jego dedukcji, na wynikaniu inferencyjnym z prawa. Czy są to więc procedery identyczne? Bynajmniej. Różnica zasadnicza leży i w punkcie wyjścia, i w celu. Kto chce wytłumaczyć fakt dany, musi (a) wyjść z niego, szukając racyj, z którychby inferencyjnie wynikał, (b) wyprowadzić go ze znalezionych racji — punktem wyjścia jest ustalony fakt, celem jest okazanie, że ten niewątpliwy fakt wynika z racyj inferencyjnie. Kto natomiast przewiduje, ten (α) wychodzi z prawa znanego i znanych faktów (zdań obserwacyjnych), (β) wyprowadza zaś zdanie o fakcie jeszcze nie ustalonym, i dlatego wymagające sprawdzenia. I punkt wyjścia jest tedy odmienny, i samo zadanie; i zagadnienie jest odmienne, i środki jego rozwiązania.

Przewidywanie i sprawdzanie są to dwie operacje, z których każda jest równie niesamodzielna i wymaga dopełnienia przez drugą; nie ma przewidywania bez sprawdzania, ani odwrotnie. Ale ten ich związek ścisły nie pozwala bynajmniej ich utożsamiać. Identyfikując te czynności, po części przeoczamy niezaprzeczony i swoisty element teoretyczny w przewidywaniu, a tym samym przewidywania w ogóle nie dostrzegamy; po części przeceniamy pierwiastek zmysłowy w sprawdzaniu, i wysuwamy go na pierwszy plan wszelkiej naukowej czynności poznawczej.

§ 17. **Hipotezy w sensie nauk empirycznych.**

Znane jest powszechnie pamiętne odkrycie Neptuna przez Leverriera w r. 1846. Warto genezie i analizie tego odkrycia poświęcić nieco uwagi, stanowi ono bowiem jeden z najpiękniejszych triumfów matematycznego przyrodoznawstwa XIX w., a zarazem dostarcza pożytecznej ilustracji znaczenia i roli hipotez.

Wiadomo było dość dawno, na podstawie obserwacji astronomicznych, że droga planety Urana wykazuje znaczne odchylenia od tej krzywej, jaką planeta ta przebiegać powinna zgodnie z rachunkiem, opartym na prawie grawitacji Newtona. Nadto, już na wiek przed odkryciem, o którym mowa, nie tylko znane były nieprawidłowości ruchów innych planet, ale ustalono, że takie zakłócenia ich normalnego obiegu pochodzą od wzajemnego przyciągania planet. Nasuwał się tedy pomysł, żeby anomalie biegu Urana wytłumaczyć również oddziaływaniem jego sąsiadów. Otóż, przyjmując po kolei wpływ Jowisza, potem Saturna, wreszcie przyciąganie obu tych planet razem na Urana, otrzymywano wyniki obliczeń niezgodne z dostrzeżonymi zboczeniami drogi tej właśnie planety. Jakże więc wyjaśnić niewątpliwe perturbacje „normalnego" biegu Urana? Wydać się może, że chyba najprościej byłoby przyjąć, że do ruchu Urana prawo grawitacji się nie stosuje, albo przynajmniej, że prawo to nie jest całkiem ścisłe. Jednakże najtrudniej badacz decyduje się na niby proste przypuszczenie, że pewne prawo przyrody dopuszcza „wyjątki", a już zgoła myśli takiej nie dowierza, gdy chodzi o prawo tak ogólne, tzn. w tak rozległym sprawdzone zakresie, jak prawo powszechnego ciążenia. Drugie zaś domniemanie, że prawo to nie jest zupełnie dokładne, na nic się tu nie może przydać, bo niczego naprawdę nie tłumaczy; przecie jego nieścisłość powinna była ujawnić się nie tylko i nie dopiero w zastosowaniu do ruchu Urana, ale w odniesieniu do wszystkich innych planet naszego układu słonecznego.

Leverrier zdecydował się w istocie na inne przypuszczenie. Możnaby je sformułować z grubsza i w uproszczeniu tak: istnieje w bliskości Urana n i e z n a n a jeszcze planeta, która, biegnąc po przypuszczalnej orbicie takiej a takiej, przypuszczalną masą taką a taką oddziaływuje (grawitacyjnie) na Urana. Trzeba było hipotezę tę wysłowić w języku matematycznym, poddać ją następnie odpowiednim przekształceniom, ażeby wyznaczyć przypuszczalne położenie nieznanej planety w ściśle określonym czasie. Należało wreszcie, w tym właśnie obliczonym momencie i oznaczonym miejscu, poszukiwać jej na niebie. Obserwacja potwierdziła oczekiwania — planeta została (zaledwie w miesiąc później) dostrzeżona przez astronoma Galle w Poczdamie. Hipotezę uznano za trafną, za sprawdzoną, skonfrontowaną z „spostrzeżeniami".

Zdajmy sobie sprawę z istoty rozumowania zastosowanego w tym przykładzie. Wychodzimy z faktu stwierdzonych zakłóceń drogi Urana. Fakt ten pragniemy wyjaśnić. Szukać więc należy, jak wiemy, ogólnych racji, z którychby to zjawisko inferencyjnie wynikało — szukając, rozumujemy oczywiście sposobem redukcyjnym. Prawo grawitacji samo jednak tego wytłumaczenia dać nie może, skoro wszystkie na równi ciała, a więc i wszystkie planety układu słonecznego prawu temu podlegają. Musimy tedy przyjąć, prócz prawa grawitacji, pewien szczególny, wyłącznie pomyślany stan rzeczy, który opisujemy właśnie w zdaniu: „istnieje w sąsiedztwie Urana nieznana jeszcze planeta, mająca taki a taki przypuszczalny tor i taką a taką przypuszczalną masę". Takie zdanie, niekiedy jednostkowe (jak w naszym przykładzie), kiedy indziej ogólne, ale zawsze o stanie rzeczy tylko domniemanym, tj. ani wprost drogą obserwacji nie stwierdzonym, ani nie dającym się opisać za pomocą jakiegoś prawa przyrody, nazywamy hipotezą. Zdanie stwierdzające fakt nieprawidłowych ruchów Urana dało się wytłumaczyć, czyli wynika inferencyjnie, dopiero z prawa grawitacji oraz ze sformułowanej teraz hipotezy Leverriera.

§ 18. **Wyjaśnianie przez hipotezy a tłumaczenie przez prawa.**

Porównując tłumaczenie, które poddawaliśmy rozbiorowi w § 13., z wyjaśnianiem przez hipotezy dopiero co opisanym, możnaby odnieść wrażenie, że chodzi tu o dwa rodzaje wyjaśniania głęboko odmienne. W istocie, w pierwszym razie dla wielu faktów podobnych szukamy jednej racji ogólnej (prawa), w drugim natomiast — dla jednego faktu (zdania o fakcie) musimy znaleźć i dołączyć do uznanego już prawa (niekiedy do wielu praw) zawsze jeszcze hipotezę. Zestawmy nadto pospolicie wypisywane schematy obu tak z pozoru różnych sposobów tłumaczenia (rozumianego niepoprawnie w sensie samej redukcji, por. § 14.):

I. tłumaczenie za pomocą prawa:

S jest P ... (prawo)

... kierunek rozumowania

S_1 jest P
S_2 „ P
S_n „ P } (zdania obserwacyjne)

II. tłumaczenie za pomocą hipotezy:

X jest W ... (hipoteza)

W jest Y
Y jest Z } (prawa empiryczne)

... kierunek rozumowania

X jest Z ... (zdanie o fakcie)

Z tego zestawienia zdaje się wynikać różnica dalsza: w pierwszym typie każde zdanie o fakcie wynika inferencyjnie z *samego* prawa, w drugim tylko z prawa (lub z praw) *oraz* z hipotezy.

Jednakże różnice te mają raczej drugorzędne znaczenie. Zważmy naprzód, że w obu rodzajach tłumaczenia uciec się musimy do poszukiwania przesłanki(ek) dla stwierdzonego faktu, lub faktów, a więc kroczymy drogą redukcji, przy czym w obydwóch razach, jak zawsze w redukcyjnym procederze, udział przemożny ma twórczość badacza, nieujęta w żadne przepisy, w żadne dyrektywy. Po wtóre zauważmy, że w obu wypadkach każde ze zdań o fakcie danym w obserwacji wynika inferencyjnie ze znalezionej racji (prawa), lub ze znalezionych przesłanek (prawa i hipotezy). Istota zatem i samego poszukiwania założeń i wyjaśniania z założeń już ustalonych jest zupełnie ta sama.

Co więcej, nietrudno się przekonać, że zdanie o fakcie, nie wynika naprawdę nigdy inferencyjnie z *samego* prawa, jak to sugeruje schemat I. Zdanie „w tej oto komórce zachodzi właśnie proces redukcji liczby chromozomów do połowy" znajduje wytłumaczenie w ogólnym prawie, że „w każdej (dojrzewającej) komórce rozrodczej dokonywa się redukcja liczby chromozomów do połowy"; ale znajduje to wytłumaczenie pod warunkiem, że wiemy nadto, iż dana komórka właśnie jest rozrodcza. Ogólnie: z prawa „dla każdego X, jeśli X jest M, to X jest N" wynika inferencyjnie, czyli tłumaczy się, że jakieś P jest N, jeśli stwierdzimy ponadto, że to P jest M. Z samej *definicji wynikania* inferencyjnego (§ 7.) płynie tedy ta okoliczność, że tłumaczymy fakt dany — ściśle biorąc — nie za pomocą samego prawa, ale nadto odpowiedniego jeszcze *faktu innego*, związanego z danym faktem właśnie w tym prawie. Z reguły dzieje się tak, że ten fakt inny jest bezpośrednio dany w obserwacji i jesteśmy poza tym dostatecznie o nim poinformowani tak, że nie zachodzi potrzeba formułowania zdania o nim, jako osobnej racji; stąd złudzenie, że z samego prawa wyjaśniamy. W przykładzie powyższym, najczęściej wiemy skądinąd, że komórka, którą obserwujemy, jest dojrzewającą komórką rozrodczą, stąd zdaje się wystarczać powołanie się na ogólne prawo.

Przypuśćmy teraz, że chodzi o to, czy znalezione prawo stosuje się w przypadku S_{n+1}, którego dotychczas nie badaliśmy. Ażeby wyjaśnić, że S_{n+1} jest P, wiedząc, że S jest P, trzeba ustalić lub założyć, że S_{n+1} należy właśnie do zakresu S. A to może niekiedy być przyjęte wyłącznie w drodze hipotezy. Aby zrozumieć, że pewne bakterie, drożdże i w ogóle tzw. anerobionty żyją, tj. zdobywają energię do życia potrzebną, choć nie pobierają tlenu z powietrza, trzeba wiedzieć, że wszystkie istoty znane nam z tego, że oddychają chłonąc tlen z otoczenia, rozkładają materię organiczną, czerpią z tego rozkładu energię i wydzielają przy tym CO_2, i trzeba uczynić hipotezę, że te anerobionty właśnie oddychają, tylko „beztlenowo"; trzeba je włączyć za pomocą hipotezy do istot oddychających.

Przykłady te wskazują, że w gruncie rzeczy wyjaśniamy zawsze pewien fakt z prawa i z innego faktu, lub z prawa i z hipotezy. Nie ma więc naprawdę dwóch odmiennych sposobów tłumaczenia, jednego przez prawa, drugiego przez hipotezy. Schematy I. i II., zwykle kreślone, są zbyt uproszczone, podkreślają różnice nieistotne. Przecenianie ich ma źródło w okoliczności, w obliczu której już raz znaleźliśmy się w § 14, a mianowicie w tym, że utożsamia się proceder redukcyjny, przygotowujący wyjaśnianie, z wyjaśnianiem samym.

§ 19. **Hipoteza a prawo.**

Dodajmy do tego wyraźne pokrewieństwa między samą hipotezą a prawem. Ich funkcja nie ogranicza się do wyjaśniania faktów; jedno i drugie pozwala nam w równej mierze nowe fakty przewidywać, a w następstwie tego, jedno i drugie wymaga sprawdzenia. Wreszcie, zarówno prawo jak i hipoteza sprawdzalna jest n i e w p r o s t: tylko ich konsekwencje (wnioski) są „porównywalne" z doświadczeniem, ze zdaniem obserwacyjnym.

Niemniej jednak trzeba podkreślić: hipoteza nie jest prawem, ani prawo hipotezą. Znaną jest z dawna rzeczą, że j e d e n fakt niepotwierdzający hipotezy może nas zmusić do jej wyrzeczenia się, choćby nie wiedzieć ile konsekwencji zgodnych z doświadczeniem udało się dotychczas z niej wyprowadzić. Jasne to jest na zasadzie niesymetrii stosunku wynikania: jeśli H (hipoteza), to K_i (wnioski z hipotezy). Prawdziwość K_i może się łączyć, jak wiemy, zarówno z prawdziwym jak i z fałszywym H; tylko fałszywe K_i przesądzają sprawę prawdziwości H — negatywnie. Otóż rzecz na pozór dziwna: historia każdej nauki pokazuje, że hipotezy powstają i zanikają, chciałoby się rzec, bez śladu — wiele z nich poszło w zupełne zapomnienie i spoczywa w lamusie historii pewnej nauki. Nie stwierdzamy tego przemijania praw przyrody.

Prawo $\frac{\alpha}{\beta} = n$, dotyczące stosunku między kątem, pod jakim promień pada na granicę dwóch ośrodków, a kątem, pod jakim promień ten załamuje się po wejściu z jednego ośrodka w drugi ($n =$ współczynnik załamania), okazało się ilościowo n i e d o k ł a d n e; Kartezjusz zastąpił je dokładniejszym $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$. Nie można jednak wcale powiedzieć, że w pierwotnej postaci jest ono fałszywe. W pewnym zakresie, dla kątów małych, pozostaje ono słuszne. Cóż więc się zmieniło? Zostało ono wchłonięte przez prawo Kartezjusza o g ó l n i e j s z e, tj. ważne dla wszelkich kątów padania i załamania. Jakkolwiek prawo przyrody my formułujemy, i choć, powtarzamy, od nas zależy wybór jednostek miar, układu odniesienia, języka itp., to jednak myśmy prawa tego nie wymyślili: ono opisuje pewną stałą zależność, której badacz ani stworzyć ani za pomocą żadnych środków zmienić nie może. Hipoteza nie jest opisem takiego rzeczowego, ustalonego stosunku.

Ta odmienność może pozornie się zatrzeć, gdy hipoteza zostanie przyobleczona w postać matematyczną (np. równania); na pierwszy rzut oka nic jej wtedy nie dzieli od prawa sformułowanego również matematycznie. Równanie gazowe (1) $p . v = R T$ (gdzie p jest ciśnieniem gazu, v — jego objętością, R — stałą uniwersalną gazową, T — temperaturą absolutną), różni się od równania (2) $p = \frac{mnc^2}{3 v}$ (gdzie p i v mają to samo znaczenie, n jest liczbą drobin gazu w tej objętości, m — masą, c — przeciętną szybkością drobiny) tylko „treścią", kształtem. Przy bliższym dopiero przyjrzeniu się fizykalnemu znaczeniu symboli, dostrzegamy, że tylko pierwsze jest prawem, a drugie — hipotezą. Albowiem *wszystkie* elementy prawa (1), tj. wielkości figurujące we „wzorze", są dostępne *z osobna* kontroli empirycznej, np. mierzeniu; stąd każde prawo nie tylko sprawdzalne jest tak, że z niego przewidujemy, a „prognozę" porównywamy z odpowiednim zdaniem obserwacyjnym, ale i tak, że badamy, czy podstawione w nim wyniki pomiarów poszczególnych wielkości czynią mu zadość. Natomiast w każdej hipotezie *przynajmniej niektóre* elementy są empirycznie wprost *nieuchwytne*. Tym się tłumaczy, że, gdy racjami inferencyjnymi, które pozwalają przewidzieć pewien fakt, są prawa i hipoteza, i gdy przewidywanie się nie sprawdza, nie wyrzekamy się nigdy praw wchodzących w skład tych racji, natomiast zawsze decydujemy się porzucić hipotezę i zastąpić ją inną. Tym także zapewne tłumaczy się wstrzemięźliwość Newtona wobec hipotez (jego znane „hypotheses non fingo"), ale nigdy wobec praw, z których zbudowany jest systemat jego potężnej Mechaniki.

Nie wchodząc w mechanizm powstawania hipotez, możemy w każdym razie powiedzieć, że swoboda badacza i proces twórczości jest tu jeszcze dalej posunięty: badacz jest już teraz skrępowany tylko warunkiem, ażeby z hipotezy *plus* praw wynikał inferencyjnie dany fakt; o nic innego pytać tu nie ma sensu. W odniesieniu do prawa przyrody musimy zawsze nadto pytać, czy opisuje ono pewien *rzeczowy* związek między *empirycznie* uchwytnymi elementami faktów. Musimy dochodzić, czy ono opisuje pewne rzeczowe stosunki w takim czy innym *zakresie*, ściśle czy w przybliżeniu; od tego właśnie zależy jego stosowalność. To też wystawianie praw na próbę polega, wedle świadectwa historii nauk przyrodniczych, na *ustaleniu zakresu i granic ich prawomocności* i tylko o tych granicach rozstrzyga; natomiast sprawdzanie hipotezy dotyczy jej przyjęcia lub odrzucenia w ogóle.

Te różnice sprawiają zapewne, że zdarzają się niekiedy w nauce hipotezy *ad hoc*, wymyślone wyraźnie dla pewnego ściśle ograniczonego zakresu faktów, poza nim nie mające z góry żadnych szans ani pretensji zastosowania, a nawet sprzeczne ze znanymi skądinąd prawami. *Nie znamy* natomiast *praw ad hoc*.

W r. 1911 zbudował zmarły niedawno, czołowy angielski fizyk, lord Ernest Rutherford „model“ atomu. Zgodnie z tym „modelem“, atom składa się (1°) z jądra zawierającego pełny ładunek dodatni atomu i całą prawie jego masę, a niekiedy i elektrony, nadto w skład atomu wchodzą (2°) „swobodne“ elektrony krążące dookoła jądra, jak planety dookoła słońca. Ich tzw. liczba porządkowa stanowi w sposób decydujący o różnicach między atomami różnych pierwiastków, wyznacza położenie pewnego pierwiastka w systemie periodycznym Mendelejewa. W dwa lata później młody fizyk duński, Niels Bohr, stosuje ten jakościowy „model“, ażeby wyjaśnić takie fakty jak powstawanie widzialnych, pozafiołkowych i infraczerwonych widm liniowych i wstęgowych, jak powstawanie tzw. seryj widmowych itp. Dla uproszczenia przyjmuje, że dokoła jądra krąży j e d e n elektron, pod działaniem wzajemnego przyciągania według prawa Coulomba, które matematyczną formą nie różni się od prawa grawitacji; dla uproszczenia również zakłada, że tor elektronu jest kołem. W myśl praw klasycznej mechaniki, elektron krążyć może po kołach o d o w o l n y c h promieniach; od promienia zależy szybkość v elektronu.

Otóż Bohr przyjmuje h i p o t e z ę (1°): elektron nie przebiega kół o promieniach dowolnych, krąży tylko po pewnych „wybranych“, jedynie „możliwych“ torach, których wymiary czynią zadość ściśle oznaczonemu warunkowi: iloczyn r (promienia) i mv (ilości ruchu) ma być c a ł k o w i t ą wielokrotnością tzw. stałej kwantowej h (ściślej $\frac{h}{2\pi}$). Po wtóre, według praw klasycznej elektrodynamiki, ilekroć elektron porusza się przyspieszonym ruchem np. po kole, wysyła promieniowanie — energia jego ruchu przechodzi w promieniowanie, dlatego właśnie ruch ten w końcu zamiera. Otóż Bohr zakłada (2°) tym razem wbrew prawom elektrodynamiki, że elektron nie promieniuje bynajmniej, dopóki biegnie po owych „uprzywilejowanych“ torach, natomiast — według Bohra — (3°) promieniowanie powstaje, ilekroć elektron „przeskakuje“ z jednego z owych torów „dozwolonych“, dalszego od jądra, na inny tor „dozwolony“, bliższy jądra; z atomu tryska wtedy to promieniowanie porcjami, proporcjonalnymi znów do owej stałej kwantowej h.

Przy pomocy tych trzech hipotez, niezrozumiałych i niczym nieusprawiedliwionych poza w i d o k a m i p o w o d z e n i a, najjaskrawiej a d h o c wprowadzonych na przekór pewnym prawom mechaniki i elektrodynamiki, a skombinowanych zarazem z innymi prawami tejże mechaniki, spożytkowując nadto myśl, że wszelkie promieniowanie dokonywa się w skończonych porcjach (kwantach), Bohr wyjaśnia doskonale nie tylko wymienione wyżej fakty, ale i zadziwiająco wiele innych; daje nadto innym do ręki świetne narzędzie tłumaczenia faktów bardziej jeszcze skomplikowanych. Jak gdyby przeczuwając tak nieograniczone możliwości stosowania hipotez, pisał w tymże roku 1913 świetny fizyk polski, M. Smoluchowski, w całkiem inną zresztą zapatrzony dziedzinę badań: „nie ma dziś problemu za wysokiego, nie ma teorii za śmiałej, nie ma hipotezy zbyt dziwacznej: wolno iść jakąbądź drogą, o ile nas doprowadzi do wyników nowych lub dawne pozwala ująć w całość z ogólniejszego punktu widzenia".

Wreszcie na jedną jeszcze różnicę między rolą hipotezy, a funkcją prawa, warto zwrócić uwagę. W w. XVII znane były elementarne fakty optyki,jak prostolinijne rozchodzenie się światła, odbijanie się światła od zwierciadła wedle określonych praw, załamanie na granicy dwóch środowisk o różnej „gęstości" optycznej. Z tych faktów zdawały sprawę dwie antagonistyczne hipotezy. Jedna, której autorem był Newton, głosiła, że światło polega na niezmiernie małych pociskach korpuskularnych, wyrzucanych z ciała świecącego z ogromną szybkością. W myśl drugiej, stworzonej przez Huyghensa, światło to nie ruch pędzących cząstek materialnych, to raczej sprawa przypominająca fale, które rozchodzą się na wszystkie strony po wodzie, gdy w nią rzucimy np. kamień — w dowolnym miejscu, objętym tym zaburzeniem, cząstki wody wznoszą się i opadają, ale nie wędrują; tym co się rozprzestrzenia, jest sam ruch falowy. Między hipotezą korpuskularną a falową światła nie można było w sposób ostateczny wybrać, ponieważ znane wówczas fakty każda z nich tłumaczyła równie dobrze. Trzeba było czekać na odkrycie zjawiska, które znajdzie wyjaśnienie ze stanowiska tylko jednej z dwóch hipotez współzawodniczących, a z drugą będzie sprzeczne. Taki fakt, takie experimentum crucis zostało wykryte pod postacią zjawiska interferencji (wzmacnianie się i na przemian wygaszanie światła), które dopuszcza tłumaczenie tylko przy założeniu, że światło ma ustrój falowy. Przez lat z górą 100 losy hipotezy emisyjnej wydawały się przesądzone. W ostatnich trzech dziesiątkach lat nauczyliśmy się patrzeć sprawiedliwiej na wzgardzoną hipotezę Newtona — obydwie, w pewnych modyfikacjach oczywiście, wydają się dziś równie niezbędnymi dla zrozumienia całokształtu zjawisk promieniowania. Istotną jednak jest dla nas rzeczą, że nie znamy experimentum crucis w stosunku do żadnego prawa, a jedynie ze względu na hipotezy.

Hipotezy przemijają, w przeciwieństwie do ustalonych praw. Ale myliłby się, ktoby sądził, że kres ich istnieniu zawsze kładzie jakaś niesprawdzona konsekwencja. Niekiedy hipoteza znika po prostu dlatego, że w jej miejsce wstępuje zdanie opisujące pewien stwierdzony stan rzeczy, wykryty właśnie dzięki hipotezie. Tak było z hipotezą Leverriera. Gdy nowa planeta Neptun została spostrzeżona przez Gallego, gdy wyznaczono elementy jej drogi itd., hipoteza odpadła jak obumarła tkanka organizmu; zamiast niej, odtąd figurują zdania o faktach, streszczające obserwacje o planecie Neptunie, o jego orbicie i masie, wzajemnym oddziaływaniu na Urana itp. Są niewątpliwie hipotezy inne, skazane niejako na to, by nigdy nie przejść w takie opisy pewnego konkretnego stanu rzeczy. Do nich należą zawsze hipotezy ad hoc.

W pewnej gałęzi nauki, względnie wykończonej i gotowej, ujętej w szatę dedukcyjną surową i przesłaniającą empiryczne pochodzenie praw, hipotezy mogą nie posiadać większego lub zgoła żadnego znaczenia — fakty zostały ustalone, uporządkowane; ujęte są teraz w prawa, w systemy praw. Newton był zaciętym przeciwnikiem hipotez, a rozumiał przez nie takie mniemania, których „z faktów wywieść nie można"; zwalczał je i w głównym swym dziele Philosophiae naturalis Principia mathematica i w Optyce. Ale w Mechanice naprawdę do nich się nie ucieka; w tym systemacie, pięknie wzniesionym na trzech prawach i ośmiu definicjach, a ogarniającym wszystkie ruchy na ziemi i na niebie, wystarczają mu założenia, że ciała niebieskie oddziaływują na siebie z dali, jak ziemia na kamień spadający, i że te oddziaływania są odwrotnie proporcjonalne do kwadratu odległości. Tych założeń dalej nie analizuje, nie szuka istoty samych tych oddziaływań. W Optyce natomiast, dalekiej od stopnia wykończenia Mechaniki, przypuszczeniami nie gardzi, choć je stale wyraźnie odróżnia od praw i od faktów samych.

W nauce prącej naprzód, budującej się energicznie w nieprzerwanym wysiłku, wznoszonej zbiorowym trudem pokoleń najdzielniejszych i najbardziej bezinteresownych badaczy, hipoteza jest zawsze twórczym, popędowym czynnikiem, a jest zarazem i drogowskazem: ona to przewodzi przede wszystkim naszym eksperymentom, odgadywać każe niedostępne na razie związki między faktami; nie tylko pozwala ruszyć z miejsca w obliczu nieprzejrzanej komplikacji zjawisk, ale pomaga ład wprowadzić w ustalone już i nagromadzone fakty.

§ 20. Fikcje naukowe a hipotezy.

Wiadomo, że prawo spadania swobodnego sformułował Galileusz przy założeniu, które nie ma odpowiednika realnego, a mianowicie przyjmując, że ciała spadają w próżni. Analogicznie, w nauce o promieniowaniu operuje się takimi pojęciami, jak „ciało absolutnie czarne", lub „absolutnie przeźroczyste", choć takich ciał nie ma; w chemii mówi się „o ciałach absolutnie nierozpuszczalnych", choć ciała, z którymi chemik ma do czynienia, są od takiego ideału mniej lub bardziej dalekie. Prawa gazowe ustanowione są dla „gazów idealnych", tj. przy założeniu, że ich drobiny są nierozciągłe i nie działają na siebie, chyba że się zderzają itd. We wszystkich tych przykładach posługujemy się nie hipotezami, lecz tzw. fikcjami.

Fikcja nie jest opisem stanu rzeczy tylko domniemanego; kreśli natomiast stan, o którym wiemy napewno, że nie istnieje, a który zmyśliliśmy w tym wyraźnym celu, ażeby za splot faktów nieprzejrzysty móc podstawić obraz sfingowany, ale za to prostszy. W ten sposób łatwiej, a często jedynie, podjąć i przeprowadzić można analizę badanych zjawisk, a w rezultacie ustalić zależność wyrażalną w prawie ogólnym. Ale z natury fikcji wypływa, że, w przeciwieństwie do hipotezy, nie wymaga ona sprawdzenia — wiemy przecie z góry, że „idealizuje" ona, zubaża celowo i upraszcza stan faktyczny. W gruncie rzeczy też fikcja niczego nie wyjaśnia i do wyjaśnienia wcale powołana nie jest. Badacz ma tu pole twórczości bodaj jeszcze rozleglejsze; tworzac fikcje, jest on związany tylko warunkiem, ażeby analiza uproszczonego obrazu rzeczy pozwoliła sformułować prawo ważne, w przybliżeniu, dla stanu rzeczy faktycznego.

§ 21. Teoria na gruncie nauk empirycznych.

Pomyślmy, że przemierzyliśmy już pewną dziedzinę zjawisk wszerz i wzdłuż, że ustaliliśmy zjawiska, uporządkowaliśmy je i powiązaliśmy mnogimi prawami, że do tych praw dołączyliśmy pewne nieliczne zresztą hipotezy.

Moglibyśmy teraz wszystkie te prawa zarejestrować w książce, np. na podstawie daty ich sformułowania, wedle liczby występujących elementów, lub wedle jakiegoś innego konwencjonalnego klucza. Taki spis praw i hipotez mógłby nawet, zależnie od zasady uporządkowania, być mniej lub bardziej użyteczny.

Otóż żadna nauka nie ucieka się do takiego rejestru, natomiast każda buduje *teorię*. Prawa znalezione dla pewnej dziedziny faktów, definicje wprowadzające potrzebne pojęcia nowe, niekiedy i hipotezy, wszystko to związane już rzeczowym powinowactwem, bo dotyczące faktów tego samego rodzaju np. samych zjawisk mechanicznych, nauka wiąże ponadto węzłem logicznym. Tworzy więc zespół praw, definicji i hipotez, taki, że z nielicznych, a najogólniejszych spośród nich, wyprowadzić można kolejno wszystkie inne, liczniejsze, a mniej ogólne. Taki właśnie *układ* praw, definicji i hipotez, *rzeczowo i logicznie połączonych*, nazywamy *teorią*.

Teoria nie jest już oczywiście zwykłym spisem praw, hipotez i definicji. Jednakże różni się ona od jakiegoś konwencjonalnego ich rejestru nie *mnogością* objętych faktów, a więc nie zasobem nagromadzonej wiedzy. Poco tedy budujemy teorię, skoro nie takie jest jej przeznaczenie, żeby wiedzę naszą ilościowo wzbogacać? Nauka wznosi teorie, i uważa to za cel swój bodajże najważniejszy, ponieważ teoria jest *szczególnym* sposobem *uporządkowania* uznanych praw i hipotez, względnie najprzejrzystszym i najdogodniejszym.

Jeśli każde prawo z osobna wyjaśnia pewien krąg faktów podobnych, to o ileż rozleglejszy będzie stawał się krąg faktów objętych tłumaczeniem w miarę, jak prawa będą ogólniejsze — w najogólniejszych z nich będzie się zawierać poniekąd cała nasza wiedza o zjawiskach obszaru zbadanego. Ale nie o to tylko chodzi, choć szerokość horyzontu jest sama celem godnym zachodu. Zarazem prawa *luźne* dotychczas, a więc i fakty tym prawom podległe, wchodzą w *związki* nieoczekiwane wyższego rzędu. Odsłania się ukryta przed zmysłami *jedność* zjawisk pozornie różnorodnych i sobie obcych. Nauka nie zadawalnia się prawami np. tego rodzaju: jeśli średnią odległość Merkurego od słońca oznaczymy przez 4, to odległość średnia innych planet od słońca musi wynosić $4 + 2^n . 3$. Choć bowiem prawo to nieźle zgadza się z pewną, ciasną grupą faktów i ma postać ilościowej zależności, jest ono odosobnione, niczego nie tłumaczy i samo nie posiada żadnego uzasadnienia; pozostaje niewłączone w całokształt innych praw i dlatego przedstawia się jako coś niepojętego, jako wyraz raczej jakiejś mistyki liczbowej.

Otóż teoria wyjaśnia poznane fakty uważanej dziedziny, tłumacząc prawa specjalne z praw ogólniejszych. Najbardziej ogólne prawa scalają w ten sposób wszystkie inne, które z nich wydedukować się dadzą. Dedukcja jest zarazem najpewniejszym środkiem, za pomocą którego od najbardziej ogólnych praw przejść można względnie szybko do potrzebnych nam praw specjalnych. Jednocześnie teoria pozwala przewidywać fakty nowe, jest więc nie tylko skondenzowaną i uporządkowaną wiedzą, ale i narzędziem dalszej twórczości i odkrywczości. Galileusz ujął w prawa wszystkie ruchy na ziemi spotykane. Kepler znalazł trzy znane prawa ruchu planet. Ale dopiero Newton okazał, że nie ma osobnych praw dla zjawisk na ziemi, a osobnych dla ruchów ciał niebieskich. A okazał to, dedukując całą Mechanikę z ośmiu definicji i trzech tzw. zasad, czyli praw najogólniejszych ruchu.

Skoro teoria jest zespołem logicznym praw, musimy od niej oczywiście wymagać, ażeby była wolna od sprzeczności. Ale bezsprzeczność teorii nie jest wystarczającym warunkiem, ażeby była ona naukowo cenna. Jest ona przecie również instrumentem, za pomocą którego mamy przewidywać nieznane jeszcze fakty, a jako narzędzie musi odznaczać się celowością; nie mogą więc w niej zawierać się np. definicje lub hipotezy, które są zbędne, niczego nie tłumaczą, ani w dalszym badaniu nam nie pomagają. Z tego punktu widzenia może w rozwoju nauki dokonywać się pewien dobór teoryj, lub częściowa korektura teorii panującej. Nic w tym dziwnego, skoro w skład teorii wchodzić mogą hipotezy, o których wiemy, że przemijają. W teorii zresztą wyraz znajduje aktualny stan nauki, pewna faza jej rozwoju; w dalszej ewolucji może się okazać, że np. prawa naczelne dają się wyprowadzić z ogólniejszych jeszcze, że pewne pojęcia wprowadzone definicyjnie muszą być poddane rewizji. A to zmienia oblicze teorii.

Znaczenie teorii dla nauki staje się teraz jasne: nie oderwane zdania, choćby niewątpliwie prawdziwe, są celem nauki, ale scalona teoretyczna wiedza. I nie dość powiedzieć, że teoria jest twórczym dziełem człowieka; trzeba jeszcze podkreślić, że jest ona środkiem dalszej, nieograniczonej twórczości naukowej: wskazuje kierunek poszukiwań, każe podejmować nowe zagadnienia, może dostarczyć nowych metod badania.

§ 22. **Wyjaśnianie i opis.**

Wprowadziliśmy w §§ 13., 14. i 18. pojęcie „tłumaczenia“ w ściśle określonym sensie: wyjaśniamy fakt, gdy okazujemy, że wynika on inferencyjnie z pewnych racji: z prawa i faktu, lub z praw i hipotezy. Jednakże zarówno w nauce, jak i w teoriach nauki, rozumie się często przez wyjaśnianie jeszcze co innego.

Weźmy pod uwagę zdanie „ciało jest rozciągłe“. Badając, jakie cechy ciałom w ogóle musimy koniecznie przypisać, tzn. jakich cech nie wolno im odmówić, ażeby nie popełnić sprzeczności, stwierdzamy, że rozciągłość stanowi właśnie taką cechę. Badanie to polega wyłącznie na rozbiorze znaczenia, które się pod nazwą „ciało“ kryje. Wystarczyłoby znać jedno tylko ciało, ażeby napewno wiedzieć, że rozciągłość jest właściwością, bez której pomyśleć ciała niepodobna. Liczba podobnych spostrzeżeń tak ważna, jak wiemy, dla uzyskania zdania ogólnego drogą indukcji, nie gra tu żadnej roli. Analiza ta nie wymaga odwoływania się do czego innego jeszcze poza tym, co się przez „ciało“ rozumie. Zdanie „ciało jest rozciągłe“ zwie się dlatego zdaniem analitycznym; przypisujemy mu charakter aprioryczny, przez co chcemy powiedzieć, że treść tego zdania i to, że je za prawdziwe uznajemy, nie od obserwacji pochodzi, ale jedynie od analizy, lub od umysłu, który rozbiór ten przeprowadza w granicach nieprzekraczalnych zasady sprzeczności.

Ale po co takie zdania wypowiadać, skoro nic właściwie nowego nam nie mówią? skoro w orzeczeniu niczego nie ma więcej prócz tego, co już w podmiocie się zawierało? Odpowiedzi może nam udzielić łaciński odpowiednik terminu „wyjaśniać“, wyraz explicare. Plica znaczy fałd, explicare zatem to tyle, co „rozwijać fałd“, rozkładać to, co było złożone, skłębione; niczego przez to rozkładanie nie „przybywa“, ale to, co było splątane, teraz leży w całości „jak na dłoni“. Zdania analityczne zatem nie wzbogacają naszej wiedzy ilościowo, ale wyjaśniają znaczenie pierwotnie ukryte („skłębione“ — plicatum) w podmiocie, a teraz uprzytomnione, wydobyte i umiejscowione w orzeczeniu. Zyskaliśmy na jasności i przejrzystości terminu. A to wprawdzie co innego niż wyjaśnianie faktu, ale niemniej, jak zobaczymy, sprawa najwyższej wagi.

Kiedy indziej znów spotkać się można z interpretacją, że wyjaśnić coś znaczy sprowadzić „nieznane“ do „znanego". Przypuśćmy, że chcemy wytłumaczyć proces oddychania. Jako całość zjawisko to jest czymś obcym, nieznanym; wszelako możemy przez analizę tego procesu znaleźć w nim składniki, które są nam skądinąd już znane: łączenie się chemiczne związku węglowego (organicznego) z tlenem, wydzielanie CO_2 jako produktu spalania, wywiązywanie się ciepła (energii w ogóle). Rzecz prosta, tłumaczenie to byłoby „zupełne" dopiero wtedy, gdybyśmy mieli niewątpliwe powody przypuszczać, że znalezione składniki są wszystkimi, jakie w danym jako całość procesie wykryć można. W podanym przykładzie niewątpliwie tak nie jest: wyjaśniliśmy tu dopiero chemiczno-energetyczną stronę oddychania, która całego zjawiska bynajmniej nie wyczerpuje. W ósmym dziesiątku ub. stulecia wierzyli wszyscy niemal fizycy, a podzielało ich przekonanie wielu biologów, że wyjaśnić jakiekolwiek zjawisko to nic innego, jak okazać przez jego analizę, że w gruncie rzeczy polega ono na ruchu cząstek pod działaniem sił, posłusznych prawom mechaniki. To, co „mechaniczne", nie tylko było znane, ale wierzono, że jest też jedynie zrozumiałe. Wiemy dziś, że fakty mechaniki były nie tyle bardziej zrozumiałe, ile po prostu bardziej zwykłe dla nas: oswoiliśmy się z nimi lepiej, niż z innymi. Wiele analogij zapewne zostało wyzyskanych w zamiarze i nadziei zastąpienia czegoś „nieznanego" czymś „znanym": na analogii z prądem wody najprawdopodobniej oparł się Fourier, ustanawiając prawa „prądu ciepła", a później na tejże analogii zbudowano teorię prądu elektrycznego i prądu dyfuzji.

Jeszcze inaczej pojmuje się wyjaśnianie często w mowie potocznej. Żądamy wytłumaczenia faktu, gdy pytamy, dlaczego zaszedł, gdy szukamy jego przyczyny, której jest skutkiem, a nie prawa, z którego inferencyjnie wypływa. Gdy za przekręceniem wyłącznika nie zabłyska, jak zwykle, światło w żarówce, staramy się znaleźć wyjaśnienie tego zdarzenia przez wykrycie jego przyczyny w żarówce, przewodach, w instalacji. Lekarz usiłuje z podmiotowych wypowiedzeń chorego i na podstawie przedmiotowego badania ustalić przyczynę niedomogi pacjenta. Ale i w nauce mówi się o tłumaczeniu faktów, w sensie wykrycia i wskazania ich przyczyn. Co więcej, takie wyjaśnianie przez przyczyny uważa się nieraz za jedynie właściwe i dopuszczalne. Pogląd ten radykalizuje się i zacieśnia jeszcze zwłaszcza wtedy, gdy znaczenie terminu „przyczyna" precyzuje się, gdy zaczyna się rozumieć je zgoła szczególnie. Gdy np. chemik wyjaśnia reakcję: $CaCO_3 + 2 HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$, wskazując, że wśród tych zmian, jakie w reakcji się dokonały, pozostało jednak coś niezmiennego w czasie, a mianowicie atomy i ich grupy, jony, a zmianom tylko uległy ich konfiguracje przestrzenne, to trwanie czegoś tożsamego w czasie stanowi wytłumaczenie zmian. Wyjaśnić zjawisko, znaczy wtedy po prostu okazać, że coś się naprawdę nie zmieniło, czyli okazać, że naprawdę zmiana była pozorna. Stąd atomistyka była po wszystkie czasy wzorem wyjaśniających hipotez przyrodoznawstwa.

Łatwo zauważyć, że tutaj — raczej przeciwnie — punktem wyjścia, a więc tym, co się domaga tłumaczenia, jest coś „znanego", tzn. danego w spostrzeżeniu, a wyjaśnianie polega na odwoływaniu się do czegoś „nieznanego", obserwacji niedostępnego, do ukrytych ruchów, utajonych sił, nieuchwytnych cząstek i ich własności. Toteż trudno się dziwić, że wśród przyrodników, i to wśród największych z nich, „szukanie przyczyn" — zarówno w sensie popularnym, jak i w znaczeniu ukrytych czynników — było zdawna synonimem czegoś zbytecznego. Odżegnywał się od przyczyn Galileusz, gdy przez usta Salviatiego (Discorsi) wzbraniał się mówić o przyczynach ruchów przyspieszonych, a radził badać ich własności; a podobnie Newton, gdy żądał, by wyjaśniać za pomocą vera causa tj. naprawdę zaobserwowanej przyczyny, a nie „przyczyn ukrytych" (causae physicae). W drugiej połowie XIX w. niektórzy badacze, co prawda bardziej pod wpływem panujących idei filozoficznych niż na podstawie głębszej analizy samych pojęć „wyjaśniania" i „przyczyny", poszli tak daleko w swoim horror causae, że wyrzekli się w ogóle wyjaśniania. „Zadaniem mechaniki pisał fizyk Gustaw Kirchhoff, jest opisać zachodzące w przyrodzie ruchy w sposób zupełny i najprostszy".

Nie wyjaśniać zjawiska, ale opisywać je kompletnie i oszczędnie, oto nowy cel poznania i program nauki. W szerokiej dyskusji, która na ten temat potoczyła się, obie strony usiłowały powołać się na świadectwo historii samej nauki, przede wszystkim oczywiście fizyki. Z jednej strony, przytaczano fakty i rozwijano pogląd, że pierwotnie, u progu nauki, jak i w myśleniu potocznym, zwykliśmy szukać przyczyn i jedynie tą drogą wyjaśniamy zjawiska, ale że w miarę, jak myśl staje się krytyczna i nie zadawalnia się mglistym i chwiejnym pojęciem przyczyny, a w szczególności przyczyny utajonej, nauka przechodzi do opisu, precyzuje go i czyni ekonomicznym, o przyczyny więcej nie pytając. Postulat opisu zatem jakby wręcz odczytujemy z samych dziejów i tendencji nauki. Druga natomiast strona wskazywała zarazem, że naprzód jest opis, że przede wszystkim stwierdzamy po prostu fakty spostrzeżone, że jednak nauka nie zatrzymała się w tej fazie rejestrowania zjawisk i rzeczy, lecz ustaliwszy, opisawszy i nagromadziwszy fakty, usiłuje je wytłumaczyć; bez wyjaśniania nie ma nauki, choćbyśmy poszczególne fakty nie wiedzieć jak dokładnie opisywali. W tłumaczeniu faktów leży dopiero cel i sens nauki.

W tej dyskusji nie tylko wyraz „wyjaśniać" był wieloznaczny. Niemniej niejednoznaczny jest tu termin „opisać". Zajrzyjmy do „klucza" botanicznego, żeby zobaczyć, jak tam opisuje się rośliny. Każdy gatunek opisany jest, mniej lub bardziej drobiazgowo, za pomocą cech na ogół zewnętrznych: barwy, liczby i ustawienia części kwiatowych, kształtu łodygi, osadzenia liści itp. Opis to tutaj tyle co wyszczególnienie pewnych cech, nie „wszystkich" oczywiście, bo to jest niepodobieństwem, ale „najważniejszych", i to najważniejszych z punktu widzenia systematyki, a niekoniecznie np. anatomii. Gdy z kolei weźmiemy do ręki podręcznik morfologii, zastaniemy tam opis np. tkanek i ich rozmieszczenia na przekroju poprzecznym łodygi: będzie to zszerzegowanie znów wybranych cech i stosunków, ale głębiej ukrytych i, co ważniejsza, charakterystycznych nie dla jednego z reguły gatunku. Anatomia odsłania nam w swych opisach podstawowy plan budowy, właściwy bez porównania rozleglejszym grupom roślin, rodzinom, rzędom, klasom. Można i tu jeszcze mówić o opisie, choć o ileż wnikliwsze otwiera się tu spojrzenie w głąb ustroju, w „mechanizm" i warunki jego życia! W każdym razie, nie tylko w prymitywnej fazie notowania szczegółów zewnętrznych stosuje się w nauce opis, ale i w dojrzałym stadium uprawy anatomii, a więc i badań porównawczych. A wykrywa się i zestawia w takich opisach nie tylko cechy, ale i stosunki. I gdzież tu teraz przeprowadzić granicę między wyszczególnianiem jednych stosunków np. przestrzennych, jak w naszym przykładzie, a zaakcentowaniem innych stosunków niemniej stałych, a bardziej zasadniczych, jak stosunki przyczynowe, jak rozliczne korelacje między budową a czynnościami pewnego narządu, lub między budową jednego narządu a wewnętrzną strukturą innego?

Skoro zaś opis nie jest i być nie może rejestracją wszystkich cech, ani wszystkich stosunków, jakie uważany stan rzeczy wiążą z innymi stanami, ale polega na *doborze* niektórych cech i stosunków jako „istotnych" z punktu widzenia pewnej nauki, nic naturalniejszego jak zgodzić się, że do opisu pewnego faktu włączać będziemy *stale*, obok *pewnych* tego faktu składników i niektórych jego stosunków np. przestrzennych, zwłaszcza zależności *przyczynowe*, które go łączą z innymi faktami, lub zależności wyrażalne w ogólnych prawach. Gdy tak znaczenie opisu sprecyzujemy, a zacieśnimy zarazem sens wyjaśniania tak, żeby rozumieć przez nie wyszukiwanie przyczyn *empirycznie dostępnych*, lub znajdywanie prawidłowości ogólnych, wtedy spór „wyjaśnianie czy opis" staje się w dużej mierze łagodniejszy. W każdym razie odstęp rozgraniczający te pojęcia będzie teraz znikomy w porównaniu z różnicą, jaka dzieliła drobiazgowe ustalanie szczegółów w anatomii i embriologii lat 60-tych i n. ub. stulecia od ujęcia praw mechaniki przez Kirchhoffa w ścisłe równania, stanowiące teoretyczną spójną całość. W głęboko odmiennym bowiem sensie „opisową" była embriologia, niż właśnie mechanika Kirchhoffa. Dlatego kto wie, czy obejmowanie jednym szerokim terminem opisu w znaczeniu protokołowania przebiegu pewnego choćby typowego zdarzenia, a obok tego opisu jako wznoszenia logicznie zwartego układu praw, sformułowanych jak najprecyzyjniej, a nie jak „najwierniej" w odniesieniu do szczegółów, układu jak najbardziej rozległego i usiłującego wyczerpująco ogarnąć całą dziedzinę faktów, czy to wszystko nie jest zbyt *niepożądaną* dla nauki rzeczą. Takie zaś pojmowanie opisu, jakiego wyżej spróbowaliśmy, *narzuca się* nam wobec niewątpliwego faktu, że opis nie jest nigdy kopjowaniem rzeczy, ale wymaga twórczej postawy badacza, jego *selekcji*.

Cała ta dyskusja nie była bynajmniej zbyteczna. Była ona *konieczną* reakcją przeciw dawnym i nowszym nadużyciom wyjaśniania za pomocą *słów*, mających jakby moc czarodziejską, naprawdę zaś przesłaniających tylko naszą niewiedzę („ukryte siły", „tajemne własności"). Zmusiła nas do gruntownej rewizji pojęcia wyjaśniania i opisywania, a tym samym do głębszej refleksji nad tym, co nauka naprawdę czyni. Miała ona zresztą źródło o wiele głębsze niż wskazana tutaj wieloznaczność wyrazów „wyjaśnienie" i „opis"; a mianowicie źródło to stanowiła odmienność poglądów na poznanie i na naukę, na stosunek poznania do rzeczywistości i metafizyki do nauki. Do tego wrócimy w rozdziele następnym.

§ 23. **Stosunek przyczynowy a zasada przyczynowości.**

Nikt z ludzi nie filozofujących nie wątpi o tym, że, cokolwiek się dzieje, „ma" określoną przyczynę. W gruncie rzeczy, każdy badacz faktów tym samym przejęty jest przeświadczeniem, choć myśli i wyraża się na ogół mniej naiwnie. Wiara ta jest tak głęboko zakorzeniona, że nie opuszcza nawet tego, kto, zbyt wielu doznawszy zawodów, sięga w rozpaczy po narzędzie mające nieszczęśliwemu jego życiu kres położyć.

Popularne wysłowienie tego powszechnego przekonania budzi jednak wiele zastrzeżeń. Cóż bowiem znaczy, że światło w żarówce „m a" za przyczynę ciepło, przez prąd wytworzone w cienkim druciku? Ileż to znaczeń różnych łączy się ze słówkiem „mieć"? Co innego mieć przyjaciela, a mieć książkę; mieć żonę, a mieć oczy, uszy; mieć sen, zaufanie, zamiar, a mieć gorączkę. Następnie, czy wiemy już, co znaczy „przyczyna"? Powiedzą nam, że to coś, co „powoduje", „czyni", że właśnie to a to się dzieje. Niestety, i teraz trudność jest niemniejsza: tego „wywoływania", „sprawiania" przecież nie obserwujemy. Dawidowi Hume zawdzięczamy śmiałą i bystrą uwagę, że nie mamy sposobu wyśledzenia tego tajemniczego czegoś, co, niby sprężyna ukryta, rzekomo „działa" i „powoduje" widomy dany skutek. Ilekroć mówimy o tym, że jakieś A wywołuje B, stwierdzamy naprawdę, że *po A stale następuje* B i nic więcej; *stałe następstwo w czasie* — to ma być według Hume'a właściwy sens tego, co wyraz „przyczyna" w sobie kryje.

Nawet laik jednak zauważy, że czasowe następstwo nie wystarcza wcale, by można było mówić o przyczynie i skutku, choćby ta kolejność była stała; z tego, że ktoś codziennie od 9—12 pracuje w biurze, a od 12—13 jest na obiedzie, nie wynika przecie, żeby pierwsze było przyczyną drugiego. Choćbyśmy więc uznali za słuszny *postulat*, który milcząco tkwi w teorii Hume'a, że wolno w nauce o faktach mówić o tym tylko, co można naprawdę zaobserwować, trudno będzie zgodzić się na tezę, że, jeśli tylko zawsze po A następuje B, A jest przyczyną, a B skutkiem.

Stałość natomiast jest bezspornie warunkiem *koniecznym*, aby stosunek był przyczynowy: gdyby A i B nie były w jakiś niezmienny sposób z sobą związane, w żadnym razie nie powiedzielibyśmy, że jedno z nich jest przyczyną drugiego. Chodzi więc niewątpliwie o stałość, choć niekoniecznie o stałość właśnie czasowej kolejności dwóch zjawisk. Jednakże przypuśćmy, iż ustaliliśmy, że między dwoma spostrzeganymi faktami zachodzi z pewnością związek niezmienny; czy musi to już być związek przyczynowy? Zdawałoby się, że tak; że jeśli uchwycimy taką zależność, iż, ilekroć A zmienia się w pewnym stopniu, tylekroć i B zmienia się w ściśle określonym stosunku, i nawzajem, będziemy mieli w ręku szukany węzeł. Przestaje teraz być rzeczą istotną, czy B jest zależne od A, czy też odwrotnie; zależność jest bowiem w z a j e m n a. Nie będziemy tylko bałamutnie mówili już o „przyczynie" i „skutku", lecz wyłącznie, jak w matematyce, o wzajemnej f u n k c j o n a l n e j z a l e ż n o ś c i zjawisk, lub ich elementów. W istocie wydaje się, że w każdym prawie ogólnym taki właśnie związek jest sformułowany; przeto pojęć przyczyny i skutku należy ostatecznie się wyrzec.

Pogląd ten polega jednak na złudzeniu. Nikt nie powie przecież, że droga jest przyczyną, a czas skutkiem (lub odwrotnie) dlatego, że złączone są równaniem $s = \frac{1}{2}gt^2$. Stosunek przyczynowy może być ujęty w równanie, jeśli przyczyna i skutek dają się wyrazić ilościowo. Ale nie zawsze tak bywa; prawo bywa wtedy zależnością wyłącznie jakościowo scharakteryzowanych zjawisk, jak np. tzw. prawo biogenetyczne biologii. Zresztą, i to prawo orzekające, jak wiadomo, że każdy ustrój w ontogenezie przebiega pewne szczeble rozwoju fylogenetycznego, nie streszcza wcale stosunku przyczynowego: fazy fylogenezy nie są przyczynami „odpowiednich" faz rozwoju osobniczego. Choć więc stosunek przyczynowy może być w zasadzie s f o r m u ł o w a n y pod postacią prawa ogólnego, jakościowego lub ilościowego, bynajmniej nie bywa stale tak, żeby i nawzajem zależność, która jest w prawie wyrażona, stanowiła dokładny odpowiednik jakiegoś stosunku przyczynowego.

Źródłem złudzenia jest naprzód to, że w o b u stosunkach cały nacisk spoczywa na s t a ł o ś c i. Po wtóre, iluzja ta i stąd może pochodzić, że wyjaśnić uważane zjawisko, tj. inferencyjnie je wyprowadzić, możemy zarówno z iloczynu przesłanek „prawo — zdanie o fakcie", jak i z iloczynu „związek przyczynowy — zdanie o fakcie". Jeśli prawo przybiera postać równania, trudno odróżnić, czy opisuje ono zależności symetryczne, czy tylko pozornie symetryczne; uciec się trzeba do rozstrzygnięcia tej wątpliwości, zapytując, czy mamy w j e d n a k i e j m i e r z e wpływ na wielkości figurujące po obu stronach równania. Możemy np. przedłużyć czas wahania wahadła w myśl prawa $t = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, wydłużając (l) jego nitkę, lub przenosząc je w miejsce o mniejszym przyspieszeniu (g), ale nie sprawimy odwrotnie wydłużenia nitki przez zwiększenie czasu wahania. Niejedno zresztą prawo ogólne jakościowe opisuje stały związek między *cechami*, charakteryzującymi pewną klasę przedmiotów (zwierząt, roślin). Np. prawo, według którego wszystkie rośliny rodziny krzyżowych (Cruciferae) posiadają 4 działki kielicha wolne, ustawione na krzyż, 4 płatki korony wolne, tak samo ułożone, pręciki 4 wyższe a 2 niższe, jeden słupek górny dający na owoc łuszczynę lub łuszczynkę itp., pozwala z zachodzenia niektórych tych cech przewidzieć obecność innych. Takie stałe systematyczne związki nie mają jednak nic wspólnego z stosunkami przyczynowymi, poza samą stałością.

Spróbujmy tedy scharakteryzować stosunek przyczynowy w sposób, odpowiadający może bardziej i poczuciu popularnemu i stosowaniu w nauce, a więc zgodny z postulatem możliwości *kontroli* empirycznej. Powiadamy, że A jest przyczyną, zaś B skutkiem, wtedy i tylko wtedy, gdy (1°) oba są rozciągłymi w czasie *realnymi* zdarzeniami, a nie liczbami, trójkątami, zdaniami; gdy (2°) są to zdarzenia *różne* od siebie *nie tylko* tak, że rozgrywają się w różnych punktach przestrzeni i w odmiennych momentach czasu; (3°) stosunek ich jest *stały i jednoznaczny*: ilekroć zachodzi A, tylekroć zachodzi B, *i tylko* B; (4°) stosunek ten jest *asymetryczny*: jeśli zachodzi A, zachodzi i B, ale nigdy odwrotnie — w tych samych zresztą warunkach; (5°) stosunek ten jest *przechodni*, tzn. jeśli, ilekroć zachodzi A, zachodzi i B, i ilekroć zjawia się B zjawia się i C, tedy, ilekroć zachodzi A, zachodzi i C: gdy za ukłuciem w centrum cukrowe rdzenia przedłużonego (A) występuje wzmożone działanie nadnercza, silniejsze wydzielanie adrenaliny (B), a w rezultacie tego wątroba mobilizuje glikogen (C) tak, iż we krwi pojawia się cukier (D), możemy powiedzieć, że ukłucie to (A) jest przyczyną ukazania się cukru we krwi (D). Natomiast musimy przyznać Hume'owi, że *nie stwierdzamy* i nie możemy przypisać temu stosunkowi *konieczności*, którą znamy w sferze jedynie stosunków logicznych.

Warto zauważyć, że i stosunek czasowy (wcześniej — później) wykazuje niektóre cechy podobne, że jednak istnieją i poważne różnice; posiadamy np. niejaką *intuicję* (zdolność bezpośredniego chwytania) niejednoczesności, ale nie mamy żadnej intuicji stosunku przyczynowego i możemy go ustalić tylko drogą mniej lub bardziej systematycznej obserwacji. Nadto trzeba stwierdzić, że ściśle spełnienie wspomnianego postulatu empirycznego nie jest nigdy możliwe; każde zdarzenie jest wplecione naprawdę w nieograniczony łańcuch innych tak, że nigdy nie wiemy, czy już znamy wszystkie warunki potrzebne i wystarczające do zjawienia się B, a nawet, jaki jest ogół tych warunków. Im dalej posunęlibyśmy nasze wymagania ścisłości, tym większy trzebaby wziąć zespół czynników jako przyczynę i jako skutek. Im mniejszy bierzemy pod uwagę wycinek rzeczywistości, tym łatwiej praktycznie przewidywać, ale też tym pilniejszą będzie rzeczą wynik przewidywania poddać kontroli doświadczalnej.

Z tymi zastrzeżeniami, możemy przejść obecnie do sformułowania zasady przyczynowości. Orzeka ona, że (α) dla każdego zdarzenia B istnieje inne zdarzenie A, które jest tego B przyczyną, w sensie dopiero określonym; (β) zdarzenie B daje się jednoznacznie wyznaczyć przez ten swój przyczynowy stosunek do A, oraz przez A. Tak ujęta zasada orzeka naprzód coś o ustroju rzeczywistości, a mianowicie głosi, że rozgrywające się w świecie fakty powiązane są ze sobą zawsze stosunkiem przyczynowym, po wtóre mówi ona, że każdy fakt nie tylko jest w łańcuch przyczynowy wpleciony, ale jest jednoznacznie z niego, oraz z innego faktu, wyznaczalny.

Zasada ta jest niesprawdzalna w całej swej rozciągłości, ale jest sprawdzalna i sprawdzana stale w częściowych zakresach naszego doświadczenia. Kto woli ujęcia ostrożniejsze, wypowie ją może jako metodologiczny postulat badania faktów: dla każdego zdarzenia B należy szukać innego zdarzenia A, które to B wyznacza jednoznacznie. Interpretację poprzednią omija się wtedy tylko pozornie. Zasada ta nie jest zwykłym uogólnieniem faktów, jak każde prawo empiryczne; jakkolwiek ją pojmujemy, stanowi ona nieodzowny warunek podejmowania wszelkich badań nad faktami. Zakładamy, że jest ona ważna bez względu na wymiary A i B, a więc, że stosuje się w świecie elektronów tak samo jak w świecie ciał niebieskich, oraz że odnosi się dystrybutywnie do każdego indywiduum z osobna (elektronu, fotonu itp.). Okazało się jednak w fizyce najnowszej, że doświadczenie może nas skłonić do ograniczenia jej ważności.

§ 24. O prawdopodobieństwie.

Wykonajmy „eksperyment" w myśli: grajmy w kostkę! Wybierzmy przy tym do gry kostkę dobrze zbudowaną, tj. taką, iż zawsze jednako „możliwe" jest, że w pewnym rzucie padnie „szóstka", na którą stawiamy, jak i jakikolwiek inny „numer" nazywający którąś z pozostałych ścian; słowem, niechaj to będzie kostka, której żadna ściana pod żadnym względem nie jest wyróżniona tak, iż wszystkie ściany mają — jak mówimy — „równe szanse". Jakie jest, pytamy, prawdopodobieństwo, że w pewnym rzucie padnie właśnie „szóstka"? „Równie możliwych" do wyrzucenia numerów jest sześć, możliwość pomyślna, tj. ta, która nas szczególnie interesuje, jest jedna. Powiadamy, że miarą prawdopodobieństwa wyrzucenia „6" jest $\frac{1}{6}$, albo, że matematyczne prawdopodobieństwo „szóstki" wynosi $\frac{1}{6}$. Jest rzeczą jasną, że taka sama jest wartość prawdopodobieństwa wyrzucenia któregokolwiek innego „numeru" od 1—5.

Miarę tego prawdopodobieństwa uzyskaliśmy, nie oglądając się na żadne fakty; nie wchodziliśmy rozmyślnie ani w to, z jakiego materiału kostka jest zrobiona, ani jakie zachodzą zawiłe warunki przy jej wyrzucaniu (wstrząsanie kostki w ręce, czy w puharze; opór powietrza; odbicie się od podstawy, na którą pada itp.); słowem operowaliśmy fikcją idealnie jednorodnej kostki w idealnych warunkach, ażeby uprościć jak najbardziej rzeczywisty przebieg rzutu, a tym łatwiej zanalizować wyniki tej fikcyjnej gry. Prawdopodobieństwo matematyczne ma więc charakter a priori.

Inaczej rzeczy się mają, gdy przechodzimy na grunt faktów. Czy $\frac{1}{6}$ znaczy teraz, że w każdej serii po sześć rzutów zawarta będzie „szóstka"? Bynajmniej, i, ktoby przeczytawszy w prospektach jakiejś loterii, że „co drugi los wygrywa", sprawił sobie dwa sąsiednie „numery" w przekonaniu, że jeden z nich przyniesie mu napewno „szczęście", mógłby się zawieść. Znaczenie miary prawdopodobieństwa w zakresie empirycznym jest zupełnie inne. Celem ustalenia tej liczby, musimy naprawdę grać rzeczywistą kostką; co więcej, musimy uzbroić się w cierpliwość i wykonać rzutów „dużo", jak najwięcej. Astronom zurychski R. Wolf wykonał ich 20.000! Nawet tego przecie nie wiemy z góry, czy kostka jest „dobra", nawet to możemy dopiero stwierdzić na podstawie masowych rzutów. Odwołać się musimy do doświadczenia.

Przypuśćmy, że rzuty wykonywujemy seriami po 60. Jak uczy doświadczenie, otrzymujemy wtedy w jednej ze seryj np. 8 „jedynek“, 10 „dwójek“, 9 „trójek“, 12 „czwórek“, 10 „piątek“, 11 „szóstek“. W innych seriach liczby przypadające na poszczególne „numery“, czyli nazwy ścian, będą w ogóle inne tak, iż żadnej wyraźniejszej prawidłowości nie można, w obrębie którejkolwiek z tych serii, ustalić. Utwórzmy kolejno dla każdego z numerów charakterystyczny ułamek, który, ogólnie biorąc, wyraża, ile przypada w pewnej serii rzutów na oznaczony „numer“ w stosunku do wszystkich rzutów serii; w przytoczonym przykładzie będą to odpowiednio ułamki $\frac{8}{60}, \frac{10}{60}, \frac{9}{60}, \frac{12}{60}, \frac{10}{60}, \frac{11}{60}$. Nazwijmy taki ułamek względną częstością. Ledwie odgadujemy, że względne częstości odpowiadające poszczególnym ścianom są w tej serii „mniej więcej do siebie zbliżone“; w innych seriach po 60 rzutów to „zbliżenie“ jest również mniej lub bardziej dalekie. Ukończywszy 10 takich serii, obliczmy względne częstości przypadające kolejno na poszczególne „numery“ ścian w zbiorowej serii 600 rzutów; otrzymamy np. $\frac{90}{600}, \frac{95}{600}, \frac{103}{600}, \frac{108}{600}, \frac{95}{600}, \frac{105}{600}$. Powtórzmy ten proceder w dalszych np. 10 seriach po 600 rzutów, a doszedłszy do 6000 rzutów, ustalmy znów względne częstości dla każdej ze ścian z osobna. W miarę, jak rośnie liczba wszystkich wykonanych rzutów, zarysowuje się coraz ostrzej następująca prawidłowość: względne częstości przypadające na każdą ze ścian, ponumerowanych od 1—6, „zbliżają się“ w kolejnych seriach nieograniczenie do pewnej wartości „granicznej“. W naszym przykładzie ta wartość, do której serie względnych częstości „zdążają“ ze wzrostem liczby wszystkich rzutów, wynosi $\frac{1}{6}$. Tę „graniczną“ względną częstość nazywamy właśnie prawdopodobieństwem aposteriori.

Widoczną jest rzeczą, że stopień tego prawdopodobieństwa możemy ustalić tylko (a) dla wypadków empirycznie danych, np. dla rzeczywiście wykonanych rzutów, ciągnień z urny itp., — praktycznie czynimy to wszędzie, gdzie chodzi o zjawiska masowe, a więc o śmiertelność w pewnym kraju, przyrost naturalny, emigrację — apriori nic tu wysnuć niepodobna; (b) dla wypadków pod pewnym względem podobnych — rzuty kostką różnią się wielorako np. warunkami fizycznymi, w jakich się dokonują, ale są zarazem podobne w tym, że rzucamy tą samą kostką, że padają z pozoru bezładnie coraz to inne „numery“ i tylko one nas interesują; (c) gdy podobieństwo dotyczy szczególnie tej ważnej okoliczności, że rezultat żadnego z rzutów wykonanych, ani wszystkich razem, nie wywiera zupełnie wpływu na rzut następny, czyli że jakiekolwiek dwa rzuty (w ogóle wypadki badane) są od siebie wzajemnie niezależne; (d) gdy liczba takich wypadków jest „bardzo wielka“, tzn. szukaną miarę prawdopodobieństwa ujmujemy tym dokładniej, im ta liczba jest większa.

Na określeniu pojęcia prawdopodobieństwa apriori można zbudować tzw. rachunek prawdopodobieństwa jako gałąź matematyki, ścisłą jak każda inna, jako teorię dedukcyjną, która żadnych doświadczeń nie opisuje tak, jak nie czyni tego ani geometria, ani arytmetyka. Z drugiej strony istnieje przecież ogromna dziedzina zastosowań rachunku prawdopodobieństwa, w nauce i w praktyce życia (statystyka, ubezpieczenia, loteria itp.), gdzie operuje się jednak wyłącznie względną częstością, a więc prawdopodobieństwem aposteriori. Można i tu mówić o „rachunku“ prawdopodobieństwa, choć jest to teoria nie na podstawach logicznych, apriorycznych wzniesiona, lecz empiryczna, statystyczna, dotycząca faktów i właśnie w celu ich opanowania ciągle z powodzeniem stosowana.

Ale, jeśli istnieją dwa tak różne pojęcia prawdopodobieństwa i dwie tak odmienne teorie, jaki zachodzi między nimi związek? Jak możliwe jest zastosowanie apriorycznej teorii do doświadczenia? Że jest możliwe, świadczą właśnie wspomniane przykłady statystyki śmiertelności, ubezpieczenia itp. Otóż, chociaż względna częstość to nie jest, jak widzieliśmy, to samo, co pojęcie matematyczne prawdopodobieństwa, to jednak stosunki między względnymi częstościami mogą być zastąpione w rachunkach przez stosunki między miarami apriorycznymi prawdopodobieństwa. Analogicznie, ciała sztywne naszego otoczenia, jak dźwignia, skalpel itp., nie są bynajmniej tym samym, co bryły geometryczne, a jednak zachowanie się ciał praktycznie sztywnych, ze względu na możliwe wzajemne położenia, jest takie jak zachowanie się brył geometrycznych, i opis stosunków dotyczących ciał sztywnych może być zastąpiony przez opis stosunków odpowiednich brył geometrycznych. Właśnie dlatego geometria może być stosowana praktycznie, choć sama doświadczenia nie opisuje, a bada jedynie przedmioty idealne i wypowiada o nich twierdzenia aprioryczne.

Warto zauważyć, że, jakimkolwiek posługiwaliśmy się pojęciem prawdopodobieństwa, nie było tu nigdzie mowy o naszej wiedzy, o pewności, o subiektywnych stanach oczekiwania, nadziei itp. W istocie, pojęcie prawdopodobieństwa w nauce nie ma nic wspólnego z naszymi przeżyciami i terminologia psychologiczna musi pozostać mu obca. W każdym bowiem razie, szukając określenia prawdopodobieństwa, szukaliśmy jego miary.

Mówi się najczęściej, i myśmy tu wyrażali się w ten sposób, jak gdyby prawdopodobieństwo dotyczyło zdarzeń, a więc rzutów kostką, ciągnień z urny, wybuchu wojny w określonym czasie i miejscu itp. Jednakże warto zwrócić uwagę, że zdarzenie samo albo występuje, albo nie występuje, a przeto zdanie, które je opisuje, może — ściśle biorąc — być tylko prawdziwe, lub fałszywe. Czemuż więc przypisać prawdopodobieństwo? Nie można go przypisać zdarzeniom, ale niepodobna go przyporządkować i zdaniom o zdarzeniach, skoro zdania te mogą być jedynie albo prawdziwe, albo fałszywe. W takim razie pozostaje tylko wyjście iedno: miarę prawdopodobieństwa przypisywać wprawdzie zdaniom, ale takim, w których wypowiadamy coś nie o faktach, lecz o zdaniach dotyczących rzeczy. Mielibyśmy wobec tego do czynienia 1° ze zdaniami prawdziwymi lub fałszywymi o zjawiskach, 2° ze zdaniami innej, wyższej niejako kondygnacji, które miałyby za przedmiot nie zdarzenia, ale owe zdania prawdziwe lub fałszywe o zdarzeniach. Rzecz prosta, inaczej w takim razie wyglądać winna definicja prawdopodobieństwa pewnego zdania; musi ona dopiero być ustanowiona drogą szczególnej umowy.

Z drugiej strony, przyznając zresztą, że prawdopodobieństwo przysługuje tylko zdaniom, możnaby podnieść, że zarówno zdania o rzeczach, jak zdania o zdaniach, mogą być uważane za prawdopodobne; zdanie „należy oczekiwać wyrzucenia kostką „szóstki“ z prawdopodobieństwem $\frac{1}{6}$“ samo jest także jedynie prawdopodobne, choć jest to prawdopodobieństwo „wyższego“ rzędu, bardziej bliskie „pewności“. Gdzież jednak w takim razie miejsce na prawdę i fałsz? Stopnie prawdopodobieństwa, które są zawsze ułamkami właściwymi w przedziale między 0 a 1, stanowią wtedy skalę nieograniczoną, ciągłą; prawdziwe i fałszywe zdania byłyby tylko górną i dolną, nieosiągalną, „granicą“ tej skali; pojęcie prawdopodobieństwa byłoby ogólniejsze i obejmowałoby prawdę i fałsz jako wypadki specjalne, gdy miara prawdopodobieństwa zdąża do „granicznej“ wartości 1 lub 0. Ze stanowiska poprzednio rozważanego, prawdopodobieństwo nie jest niczym pośrednim między prawdą a fałszem, bo należy do innego piętra, czego innego dotyczy; z punktu widzenia obecnego natomiast, prawda i fałsz leżą na przedłużeniu tej samej skali stopni prawdopodobieństw, niczego innego w gruncie rzeczy nie ma. Cała ta dyskusja bynajmniej nie o słowa się toczy; każde ze stanowisk odmienne pociąga za sobą, jednako ważne konsekwencje, w które tutaj wchodzić już nie będziemy. (Por. § 39.)

§ 25. **Zagadnienie indukcji i zasada indukcji.**

W § 13. dotknęliśmy zagadnienia, czy i jak uprawnione jest wysnuwanie praw ogólnych drogą indukcji niezupełnej ze zdań obserwacyjnych; na jakiej podstawie wolno nam twierdzić coś o wszystkich faktach podobnych, skoro możemy zbadać zawsze tylko pewną, z reguły stosunkowo niewielką, liczbę takich faktów. Hume pierwszy dostrzegł, że tkwi tu istotnie problemat; on też dał pierwszy tego problematu rozwiązanie: nie ma żadnej logicznej zasady, na którąby można się powołać w tym postępowaniu, jest ono zatem logicznie nieuprawnione. Ta odpowiedź negatywna jest równoznaczna z zaprzeczeniem, jakoby indukcja niezupełna była w ogóle rozumowaniem. Z takim negatywnym rozwiązaniem tego problematu, który oznacza się zwykle mianem zagadnienia indukcji, spotykamy się dziś znów, w 200 lat po odkryciu Hume'a.

Uderzającą jednak jest rzeczą, że ta droga jest uczęszczana, i to z powodzeniem bezprzykładnym, jak świadczy rozkwit przyrodoznawstwa. A więc? Czy wnioski Hume'a były zgoła nieugruntowane, czy też przyrodoznawstwo buduje na podstawach logicznie chwiejnych i mglistych, a jeśli osiąga wyniki świetne, to tylko dzięki jakimś doniosłym czynnikom natury poza-logicznej? W takim zaś razie, jakie to czynniki?

Zwolennik Hume'a niełatwo da się zbić z tropu; powie on nam: siły argumentu Hume'a nie osłabia wcale fakt, że istotnie badacz z reguły drogą indukcji niezupełnej kroczy; fakt ten bowiem rzuca jedynie światło na sprawę, jak dochodzimy do uogólnień, a więc na sprawę genezy praw ogólnych, a nie dotyka kwestii zgoła odmiennej, jak te prawa są uzasadnione. Będziemy musieli przyznać mu w tym słuszność: w istocie, są to pytania zupełnie różne i dlatego rozwiązanie pierwszego z nich samo nic nie przesądza o rozwiązaniu drugiego. Co więcej, wskażemy ponownie, na co zwróciliśmy uwagę w § 14, że indukcja niezupełna, pospolicie uważana za wyjaśnianie, jest tylko postępowaniem przygotowującym wyjaśnianie, dostarcza nam ona przesłanki ogólnej, z której będziemy dopiero fakty dane inferencyjnie wyprowadzali, ale sama niczego jeszcze nie wyjaśnia. Właściwe tłumaczenie faktów jest robotą na wskroś dedukcyjną. Czy wobec tego nie należałoby zostawić psychologom pytania, jak badacz zdobywa przesłanki ogólne, a ograniczyć się do śledzenia czysto dedukcyjnych operacji również na gruncie nauk empirycznych? Problemat indukcji rozwiałby się wtedy samorzutnie, bez szkody zresztą dla teorii tych nauk; uzasadnienie swe czerpałyby prawa ogólne jedynie ze sprawdzalności swych następstw.

Jednakże zastanówmy się przez chwilę, dlaczego badacz faktów z takim uporem ucieka się do indukcji niezupełnej. Czy to przypadek, lub naśladownictwo? Nikt w to poważnie nie uwierzy. Ta droga, powiedzą nam, okazała się celowa. W takim razie trzeba zapytać, dlaczego? skąd te wyniki zadziwiające? Nie chodzi już teraz o sprawę psychologiczną, dlaczego badacz liczy na powodzenie, ale o to, dlaczego je osiąga.

Od faktów F, ustalonych obserwacją i eksperymentem, do faktów f jeszcze nieznanych, leżących poza zasięgiem badań dotychczasowych, w przyszłości lub w przeszłości, daje się w zasadzie pomyśleć droga dwojaka: (a) pośrednia, w przyrodoznawstwie stale uczęszczana, która prowadzi przez pomost, skonstruowany z praw i hipotez, scalonych w teorię, wsparty z jednej strony o F, z drugiej o f; (b) bezpośrednia o tyle, że obywa się bez pośrednictwa teorii, co najwyżej odwołuje się do asocjacji: wielokrotnie stwierdziłem, że pewnemu A towarzyszy stale B; w tej chwili nadto ustalam, że zachodzi A, oczekuję, że zajdzie teraz B.

Zważmy, że w obu razach jest do przebycia przepaść. W pierwszym razie jest to luka na drodze od faktów do prawa, ta właśnie, z powodu której rodzi się zagadnienie indukcji; ale i w drugim wypadku przejścia wprost od faktów do faktów nie ma i dlatego nie ma też rękojmi żadnej, że oczekiwane zdarzenie B naprawdę zajdzie.

A jednak przyrodoznawstwo stale i niezmiennie wybiera drogę pierwszą. Dlaczego? Mogę oczekiwać B, jeżeli stwierdzam, że zachodzi A, oraz wiem, że A zawsze z B się łączyło. Ale skąd wiem, że te dwa zdarzenia łączyły się zawsze? Zakres moich skromnych obserwacji tego utrzymywać nie pozwala. Jeśli więc nie mam ograniczyć się do ciasnego kręgu osobistych spostrzeżeń i indywidualnej pamięci, jeśli twierdzę, że w przeszłości A stale towarzyszyło B, staję znowu przed zagadnieniem indukcji. Gdy zaś A i B to pewne wartości jakichś wielkości, np. określone wartości oporu i natężenia prądu, mogę na podstawie ich stałego skojarzenia tylko przewidzieć zawsze tę samą wartość B na podstawie tej samej zawsze wartości A, nie mogę natomiast przewidywać wartości nowych, skojarzeniem jeszcze nieobjętych. Jakże nieskończenie różne od tego jest postępowanie przyrodoznawstwa!

Droga druga, droga Hume'a, jest w istocie bezdrożem, jest dla odkrywczego umysłu bezsensem; jest nie tylko logicznie zupełnie nieuprawniona, ale, polegając na mechaniźmie skojarzeń, nie pozwala wiedzy naszej rozszerzać, a już zupełnie zawodzi, gdy chodzi o wielkości i ilościowe stosunki. Co więcej, droga ta, gdyby była dostępna, byłaby chyba czystym odgadywaniem, znachorstwem. I nie można się dziwić, że niedawno, na jednym z kongresów, filozof, bliski duchowo Hume'owi, postawił retoryczne pytanie: „czy wypowiedzenie naukowe może mówić więcej, niż już wiemy? i czy możemy, za pomocą jakiegokolwiek rozumowania, wysnuć z tego, co wiemy, coś nowego, coby nie było zawarte w tym, cośmy już wiedzieli“? Jest to konsekwentne ze stanowiska, według którego jedynym łącznikiem między faktami jest asocjacja, ale nie jest ani w przybliżeniu zgodne z tym, co czyni przyrodoznawstwo: „z dwojga złego“ wybiera ono „mniejsze“, drogę pierwszą, jako jedynie wartą trudu i twórczą.

Czy jest ona naprawdę logicznie beznadziejna? Zbadajmy bliżej stanowisko dzisiejszego sceptyka kwestionującego sens zagadnienia indukcji i wartość tej metody, i zapytajmy: jeśli przesłanki ogólne (prawa, hipotezy) nie są logicznie usprawiedliwione, czy możemy w ogóle z nich cośkolwiek dedukować?

Odróżnijmy samą operację dedukcji od jej wyników. Operacja jest niewątpliwie możliwa, uprawniona, jeśli tylko rozporządzamy przepisami, które pozwalają od zdań uznanych przejść do nowych. Otóż takie dyrektywy postępowania dedukcyjnego z pewnością posiadamy. Wyniki zaś czynić muszą zadość wymaganiom sprawdzalności; na zasadzie asymetrii stosunku implikacji, przesłanki mogą zostać obalone. Wolno mi więc zawsze dedukować, byle dyrektywy były niezawodne, a rezultaty dostępne kontroli doświadczalnej. O wynikach wolno nam zarazem w każdym razie powiedzieć, że będą miały ten sam charakter, co i przesłanki. Stajemy więc przed pytaniem, jakie są te przesłanki? Cokolwiekbyśmy sądzili o zdaniach prawdopodobnych, czy że są to zdania o zdarzeniach, czy też że dotyczą prawdziwości wypowiedzeń, w każdym razie przesłanki są to w ogóle zdania prawdopodobne, o różnej zresztą wartości prawdopodobieństwa, nie wyłączając zdań prawdziwych; niepodobna bowiem przypisać im charakteru tautologij wobec tego, że obracamy się tu na gruncie faktów, nie możemy ich tym więcej uważać za zupełnie dowolne wypowiedzenia. Za prawdopodobne tedy musimy uznać i rezultaty dedukcji.

Otóż, próbując ustalić „graniczną“ względną częstość, tj. sens empirycznego prawdopodobieństwa, czynimy zawsze i koniecznie następujące założenie. Przyjmujemy mianowicie, że wolno nam przedłużać serię rzutów kostką, ciągnień z urny itp., jak daleko chcemy, bez obawy zagubienia odsłaniającej się prawidłowości. Przypuszczamy więc, że, jeśli rzuty kostką w zbadanej części serii były od siebie niezależne, ta niezależność będzie utrzymywać się w dalszych dowolnie rozległych odcinkach szeregu; zakładamy zatem także, że względne częstości, znalezione w pewnym dostatecznie długim szeregu np. rzutów, nie będą gubić się i rozpraszać, ale będą wyraźnie „zdążać“ do określonej wartości granicznej, gdy szereg ten będziemy dowolnie przedłużali. To założenie jest w całej swej rozciągłości, podobnie jak zasada przyczynowości, empirycznie niesprawdzalne, a jednak uznać je musimy. Nazywamy je zasadą indukcji.

Zasada ta dotyczy ustroju rzeczywistości, a nie naszej wiedzy o niej, i głosi ogólnie, że, jeśli wyjdziemy poza dostatecznie rozległy wycinek doświadczenia, który właśnie zbadaliśmy i w którym wykryliśmy pewne charakterystyczne dlań jednorodne i powtarzalne składniki, i jeśli tylko dostatecznie daleko posuniemy się w analizie niebadanego dotychczas obszaru faktów, znajdziemy zawsze charakterystyczne składniki doświadczenia teżsame. Nie mówi ta zasada, oczywiście, jakie są te składniki jednorodne i charakterystyczne dla pewnej dziedziny empirycznej; będą one w ogóle różne dla różnych obszarów i ustalenie ich pozostanie zawsze sprawą badania empirycznego. Słowem, zasada ta nie jest wystarczającym warunkiem, stanowi jednakże warunek konieczny, ażeby można było mówić o zasadzie przyczynowości, ażeby można było operować pojęciem prawdopodobieństwa. Ktoby więc np. posługiwał się prawdopodobieństwem i opierał się na nim, a jednocześnie odrzucał tę zasadę, popełniłby sprzeczność.

Skoro zaś musimy tę zasadę uznać i naprawdę ją przyjmujemy ze względu na pojęcie prawdopodobieństwa, jak również ze względu na zasadę przyczynowości, mamy tym samym w ręku sposób usprawiedliwienia zdań ogólnych w ogóle, wywiedzionych za pomocą indukcji niezupełnej. „Przeskok" od zdań obserwacyjnych do prawa ogólnego nie jest naprawdę już groźny; „lukę" wypełnia właśnie założenie, że wypadki niezbadane są i okażą się, pod pewnymi w zbadanym obszarze ustalonymi i charakterystycznymi względami, podobne do zbadanych. Bez tego założenia nawet tyle powiedzieć nie mielibyśmy prawa, ile Hume przyznał: że pewnemu A stale towarzyszyło B, bo cała przeszłość tak samo nie jest nam dostępna, jak przyszłość; pojęcie prawdopodobieństwa empirycznego byłoby fikcją niemożliwą, a więc i teza, że są w ogóle jakieś zdania prawdopodobne nie miałaby określonego sensu. Mamy więc do wyboru: albo wyrzec się indukcji niezupełnej i zignorować zasadę indukcji, zatem odrzucić zasadę przyczynowości, pojęcie prawdopodobieństwa jako względnej częstości i stosowanie rachunku do doświadczenia, a więc przekreślić przyrodoznawstwo; albo też zasadę indukcji uznać. Usprawiedliwienie indukcji niezupełnej nie wymaga więcej, nie domaga się czegoś innego, niż ugruntowanie pojęcia prawdopodobieństwa: w obu razach jednako nieodzowna jest zasada indukcji.

Jakkolwiekbyśmy interpretowali tę zasadę, to pewna, że nie może ona sama być znów uogólnieniem powstałym na drodze indukcji niezupełnej, bo wtedy potrzebna byłaby dla jej usprawiedliwienia inna jakaś zasada indukcji, i tak in infinitum. I to także jest zrozumiałe, że nie jest to teza logiczna, bo nie mówiłaby nam ona wtedy nic o strukturze doświadczenia, a zasada indukcji o charakterze doświadczenia przecież orzeka i jest warunkiem, że wypowiedzenia o faktach w ogóle mają sens. Nie możemy wreszcie przypisać tej zasadzie charakteru konwencjonalnej umowy, dogodnej, w pewnej mierze dowolnej, bo, jak się przekonamy, umowy na terenie faktów są jednak ostatecznie pochodzenia doświadczalnego. Zadowolnijmy się tu stwierdzeniem, że: 1° zasadę tę przyjąć musimy, skoro tylko uprawiamy nauki empiryczne; 2° przyjmując ją, nie jesteśmy w niezgodzie ani z logiką, ani z doświadczeniem; przeciwnie, próbując ją odrzucić, a więc np. przypuścić, że względna częstość, już znaleziona w szeregu rzutów dostatecznie długim, nie utrzyma się, gdy serię rzutów przedłużać będziemy, musielibyśmy dla sprawdzenia tego przypuszczenia odwołać się do doświadczeń nowych, a więc do indukcji, a przeto wreszcie i do samej zasady indukcji.

§ 26. **Prawa ścisłe i przybliżone.**

Każde prawo ogólne empiryczne opisuje, jak widzieliśmy, pewien rzeczowy związek między „danymi" z obserwacji, najczęściej między otrzymanymi drogą analizy elementami całości, zwanej zwykle zjawiskiem. Zarazem każde prawo podlega zawsze sprawdzaniu. Musimy ciągle na nowo poddawać je próbie, konfrontować ze spostrzeganymi faktami, czyli — jak mawiamy — z doświadczeniem, ażeby przekonać się (a), czy jest ono słuszne w całym zakresie doświadczenia, o którym mówi, a nadto (b), ażeby upewnić się, czy w tym zakresie, w jakim rości ono pretensję ważności, jest ważne dokładnie, czy tylko w przybliżeniu, i w jakim stopniu przybliżenia.

Weźmy pod uwagę znów prawo spadania swobodnego, a raczej jego formułę $s = \frac{1}{2}gt^2$. Szata matematyczna tego prawa przesłania nam tę okoliczność ważną, że prawo to nie musi być bynajmniej ważne dla dowolnych rzeczywistych wartości symboli, które w równaniu figurują; równanie samo zaś tych granic ważności nie wskazuje. Ani droga, ani czas, nie mogą być naprawdę wielkościami dowolnie dużymi, jakby z samego równania mogło wynikać; a wiele przemawia za tym, że nie mogą one też być dowolnie małe. Czy możemy być pewni, że przyspieszenie g, zawarte we formule i uważane za stałe (dla uważanego miejsca), jest naprawdę stałe w dowolnie małych ułamkach czasu, skoro nasze pomiary odnoszą się zawsze i wyłącznie do odcinków czasowych stosunkowo znacznych? W równaniu gazowym $pv = RT$, jak wiadomo, nie może T być ujemne (temperatura nie może być niższa od —273, tj. od zera absolutnego). O tym, jakie wartości przybrać mogą wielkości, występujące w równaniu jako językowej szacie pewnego prawa ogólnego, rozstrzyga wyłącznie doświadczenie; ono więc jedynie decyduje o zakresie, w jakim wolno nam to prawo uważać za obowiązujące. Język, w którym prawo formułujemy, nie jest — jeszcze raz to wskazujemy — tożsamy z samym prawem; jest on zawsze za obszerną szatą. Jeśli prawo głosi więcej, niż ustalone fakty, które służyły dlań za podstawę logiczną, język matematyczny wypowiada jeszcze więcej, niż się w treści prawa zawiera. Kontrola doświadczalna raz ustanowionego prawa jest więc zawsze nieodzowna.

Ponadto wiemy, że prawo spadania wyrażone w powyższym wzorze dotyczy fikcji, spadania w próżni. Czy może ono być jeszcze zupełnie ścisłe, tj. bezwzględnie dokładne, gdy je zastosujemy do spadania w warunkach normalnych, w powietrzu stawiającym opór? Dalej, prawo to wyraża związek rzeczowy między wielkościami s, t; wielkości te trzeba mierzyć. Żaden pomiar nie jest jednak wolny od błędów, od niedokładności, płynących bądź z ograniczonej zdolności naszych zmysłów, bądź z nieprecyzji najlepszych nawet przyrządów. Uniknąć tych tzw. błędów niesposób. Chodzi o to, by je wykryć i by każdy z nich uczynić jak najmniejszym ułamkiem odpowiedniej wielkości mierzonej. Trzeba poznać w tym celu jak najlepiej czynniki, które mają wpływ na narzędzia i dlatego mogłyby sfałszować wynik pomiaru; należy zaznajomić się i z innymi okolicznościami, które w wykonywaniu pomiaru odgrywają rolę. Oglądając przez mikroskop komórkę, zakładam, że światło, że fotony rzucane od dołu na preparat nie zniekształcają samego przedmiotu badanego. Założenie takie czyniliśmy zawsze i czynimy i teraz, z słusznym prawem, dopóki chodzi o przedmioty, których rozmiary są znaczne w porównaniu z fotonami. Ale czy wolno nam trwać przy tym założeniu jeszcze i wtedy, gdy miejsce oglądanej komórki zajmie np. elektron, a więc cząstka tego samego rzędu wielkości co i fotony, które ją oświetlają? Chcemy wreszcie nie tylko osiągnąć jak największą dokładność w pomiarze, pragnęlibyśmy nadto znać i ocenić stopień uzyskanej dokładności.

Przypuśćmy, że chcemy zmierzyć czas wahania wahadła o określonej długości l. Załóżmy, że w szeregu kolejnych licznych pomiarów czas ten okazuje się coraz dłuższy. Wypadnie nam wtedy powziąć podejrzenie, że podczas operacji mierniczych nitka wahadła niespostrzeżenie, ale nieustannie, się wydłużała. Błąd, który tutaj (we fikcyjnym przykładzie) popełniliśmy, należy do tzw. systematycznych, tj. uwarunkowanych jakąś trwałą lub powtarzającą się okolicznością. Z reguły, mamy jednak do czynienia z tzw. błędami przypadkowymi, mającymi różne zmienne źródła, najczęściej zupełnie nieznane, a takie, że wartości pomiarów wykazują symetryczne rozmieszczenie dookoła pewnej średniej; możemy wręcz uznać za sprawdzian błędów przypadkowych, odróżniający je od systematycznych, to, czy ta symetria wartości dodatnich i ujemnych jest spełniona. Tę średnią wartość obliczoną uważamy za najprawdopodobniejszą, przy czym zakładamy, że dodatnie i ujemne od niej odchylenia, równie wielkie, są jednako częste.

Wróćmy do naszego wahadła i odrzućmy poprzednie przypuszczenie, że ono się w toku pomiarów wydłuża. Zmierzmy, zamiast okresu jednego wahania, łączny czas 1000 wahnień. Jeśli przypuścimy, że czasy poszczególnych wahnień są „mniej więcej“ równe, tzn. są zawsze troszkę dłuższe lub troszkę krótsze od średniego czasu t, ale, że jednako dłuższe i jednako krótsze są równie częste, tedy podzieliwszy sumę okresów wszystkich wahnień T przez 1000, otrzymamy szukany najprawdopodobniejszy czas jednego wahania. Nie zawsze ta średnia wartość wystarcza, ale w to już tu wchodzić nie będziemy. Dość stwierdzić, że (1°)pomiary i w ogóle wyniki obserwacji nie są nigdy zupełnie dokładne, (2°) możemy tę dokładność w dużym — choć nie zawsze w dowolnym — stopniu zwiększać, a mianowicie przez (α) usuwanie błędów systematycznych, (β) doskonalenie metod (przyrządów) mierniczych, (γ) mnożenie liczby wykonywanych pomiarów tej samej wielkości, a wreszcie (δ) przez zastosowanie różnych sposobów mierzenia wielkości tej samej. W każdym razie z powyższych rozważań widoczną jest rzeczą, że żadne prawo empiryczne, nawet fizyki, zupełnie ścisłe być nie może, i to nawet wtedy, gdy stan rzeczy, o którym ono mówi, nie jest fikcją. Każde prawo empiryczne jest tylko przybliżone w tym znaczeniu, że zawsze tylko w przybliżeniu dokładne są pomiary wielkości w nim figurujących.

§ 27. **Prawa ścisłe i przybliżone** (c.d.) **Prawa statystyczne.**

A jednak nie wahamy się mówić często o prawach ścisłych i przeciwstawiać ich prawom przybliżonym. Uważamy za zupełnie ścisłe prawo niezmiernie ogólne, noszące nazwę zasady zachowania energii, lub I. zasady termodynamicznej, a jednocześnie poczytujemy za jedynie przybliżone inne, niemniej ogólne i podstawowe prawo, zwane zasadą Clausiusa, niekiedy zasadą wzrostu entropii lub II. zasadą termodynamiczną. Przypisujemy tak odmienny charakter każdej z dwóch zasad, choć nie mamy wątpliwości, że obie są zasadami empirycznymi, tj. sprawdzonymi wielokrotnie doświadczeniem i z doświadczenia wysnutymi, że obie wyrażają stosunki ilościowe, a więc zawierają wielkości, do których pomiaru odnosi się wszystko, co wyłuszczyliśmy w paragrafie poprzednim. W jakimże więc sensie mamy rozumieć ścisłość pierwszej zasady, i na jakiej podstawie odmawiać tej cechy zasadzie drugiej?

Wyobraźmy sobie deszczułkę prostokątną, w którą powbijane są gwoździe w odstępach równych, tak wielkich, jak średnica zwykłych ziarn śrutu; takich gwoździ niech będzie kilka równoległych rzędów, przy czym niechaj w sąsiednich rzędach gwoździe stoją naprzemianlegle tak, że gwóźdź jednego rzędu przypada na lukę sąsiedniego. Ustawmy ten parat pochyło i spuszczajmy z góry, przez rodzaj lejka, kilkakrotnie po sporej garści śrutu. Kulki ołowiane, trafiając na gwoździe, będą odbijały się to na lewo to znów w prawo, spozoru zupełnie bezładnie, bez sensu. A jednak, gdy użyjemy ziarn śrutu dużo, zauważymy, że ułożą się one u dołu na listwie, prostopadle do deszczułki przybitej, w charakterystyczną figurę przypominającą dzwon: wśrodku będzie ich najwięcej, ku obu dłuższym brzegom — mniej więcej symetrycznie — coraz mniej; krzywa będzie w obu tych kierunkach łagodnie opadała.

A teraz weźmy pod uwagę przedmiot zupełnie odmienny. Spróbujmy mierzyć długości nasion jednej jakiejś odmiany fasoli. Znajdziemy np. nasiona długości 17 mm, 20 mm, to znów 27, 28, 30 mm, a potem 19 mm itd. Na pierwszy rzut oka zatem stwierdzimy wahania długości najbardziej nieprawidłowe i nieprzewidzialne, jakby kaprysem podyktowane. Ale zadajmy sobie trudu i zmierzmy długości 1000, 2000 sztuk. Zauważymy wtedy rzecz zgoła inną: nasiona dadzą się ułożyć w klasy różnej liczebności;

najliczniejsza będzie klasa nasion o długości średniej (23 mm), najmniej liczna klasa „olbrzymów“ (30 mm) przerastających „przeciętny ogół“, oraz klasa „karłów“ pozostających poniżej normy przeciętnej (17 mm). Gdy narysujemy prostym sposobem liczebności tych klas, uporządkowanych wedle długości nasion (kreśląc np. na osi x-ów różne długości, na osi y-ów liczebności klas), figura otrzymana przedstawi się znów jako „krzywa dzwonowa“ podobnie, jak w wypadku ziarn śrutu.

Wreszcie jeszcze jeden przykład. Zmierzmy u znacznej liczby dzieci, ściśle określoną metodą na dużym materiale wypróbowaną, tzw. iloraz inteligencji, dobrze zdefiniowany miernik w pewien sposób pojętej inteligencji. Wykreślmy znów na osi x-ów rosnące ilorazy inteligencji, zaś na osi y-ów liczebności klas odpowiadających tym ilorazom. Okazuje się i tym razem, że otrzymana krzywa ma kształt „dzwonu“; zgodnie zresztą z potocznym doświadczeniem, najwięcej dzieci wykazuje iloraz inteligencji przeciętny (od 95—105), najmniej jest dzieci wybitnych (iloraz 120 i więcej), wyjątkowo też spotykają się wypadki skrajnego niedorozwoju, kretynizmu itp. (iloraz 70).

Mimo kompletnej odmienności, wręcz niewspółmierności branych pod rozwagę przedmiotów, położenia ziarn śrutu, długości nasion, ilorazu inteligencji, ujawnia się prawidłowość wszędzie zadziwiająco podobna. Spróbujmy ustalić jej charakterystyczne rysy. Widzimy naprzód, że wchodzące w grę przedmioty indywidualne są w pewnym sensie od siebie n i e z a l e ż n e, na siebie wzajemnie nie wywierają wpływu: długość żadnego nasienia nie pozostaje w związku np. przyczynowym z żadną długością innego nasienia, każde ma „swoją“ długość, jak gdyby innych nie było. To samo dotyczy ilorazów inteligencji i położeń ziarn śrutu. To też, choćbyśmy znali już dokładnie długości kilku tysięcy nasion, a nawet ogólne prawa, którym te długości podlegają, nic nam to nie powie o długości nasienia nowego, którą dopiero mamy zmierzyć. Następny element (długość poszczególna, indywidualny iloraz inteligencji itp.) jest n i e w y z n a c z a l n y przez którykolwiek poprzedni, ani przez wszystkie razem, ani przez prawa, którym posłuszny jest każdy z nich. Nic tu nie pomoże mnożenie liczby podobnych faktów, które tak wielką gra rolę, jak wiemy, gdy chodzi o prawo spadania ciał, lub wspomniane prawo gazowe. Gdy mówimy o niezależności elementów, w naszych przykładach, mamy na myśli tę ich wzajemną niewyznaczalność. Gdyby więc ktoś grając w kostkę postawił np. na „6“, i gdyby na podstawie rzutów poprzednich, wśród których np. pod rząd nie było „6“ 12 razy, próbował odgadnąć, że następny rzut musi być „6“, mógłby srodze się zawieść. Rzuty są również od siebie, w sensie powyższym, niezależne i dlatego nie może być żadnego „systemu wygrywania“, jak tego stale — za późno — doświadczają na sobie zgrywający się w grach hazardowych.

Po wtóre, prawidłowość w naszych przykładach tym jest szczególna, że nie stosuje się ani do indywidualnych przedmiotów, ani nawet do ich zbiorowisk, jeśli nie są dostatecznie liczne. W istocie, gdy rzucimy ziarn śrutu kilka, lub nawet kilkadziesiąt, nie zauważymy niczego prawidłowego, położenia ziarn będą „przypadkowe“, chaotycznie rozsiane; nie domyślimy się nawet ani, że jakaś prawidłowość tutaj może być wykryta, ani — tym mniej — jaka to prawidłowość. A to samo dotyczy długości nasion i ilorazów inteligencji. Dopiero „duża liczba“ przedmiotów tego samego rodzaju odsłania ukryte tu prawo. „Duża liczba“ to oczywiście pojęcie względne; możemy mu jednak nadać sens ścisły i uchwytny, gdy powiemy, że im większej użyjemy liczby takich przedmiotów, tym prawo ważne wystąpi na jaw ostrzej i wyraźniej. (Por. § 24.)

Prawo, o którym teraz mówimy, ma więc charakter odmienny niż w paragrafach poprzednich. Jest ono zawsze jeszcze pewną zależnością, wyraża ono jak przedtem pewien rzeczowy związek; jednakże związek ten nie łączy indywidualnych przedmiotów, lub indywidualnych elementów, wyodrębnionych drogą analizy (jak s i t w równaniu $s = \frac{1}{2} g t^2$) — takie przedmioty lub elementy są przecie w uważanych przykładach koniecznie od siebie niezależne. Tym, co prawo — w sensie obecnym — wiąże, są zbiorowiska dostatecznie duże elementów indywidualnych, od siebie niezawisłych. Możemy takie zbiorowiska również nazwać „faktami“, lub „przedmiotami“, ale będą to „fakty“ swoiste. Nazwijmy je faktami statystycznymi; w takim razie prawa, o które teraz chodzi, będą też statystyczne. Zrozumiałą jest rzeczą, że prawa takie pozwalają nam również przewidywać, i to równie poprawnie, jak prawa w sensie dawniejszym; jednakże tym, co nam przewidywać pozwalają, są zawsze tylko statystyczne fakty.

Przypomnijmy sobie zjawisko ruchów Browna (§ 16). Niewidzialny, nigdy nieustający ruch drobin cieczy, której równowagi nic nie zakłóca, znajduje swe odbicie w dostrzegalnym ruchu cząstek np. gumigutty, zawieszonych w tej cieczy. Małe cząsteczki gumigutty wykonywują np. w wodzie owe nerwowe charakterystyczne tańce i harce, dużo większe są w spoczynku. Dlaczego? Nie chodzi tu bynajmniej o masę tak, jak nie chodzi o chemiczną naturę substancji. Cząstki duże mają jednak powierzchnię stosunkowo dużą, są przeto bombardowane przez gęste roje drobin cieczy ze wszystkich stron. Jeśli zważymy, że w 1 cm^3 np. gazu jest tych drobin $3 \cdot 10^{19}$, zrozumiałą wydać się musi rzeczą, że uderzenia ze wszech stron trafiające w kroplę zawieszonej substancji będą się kompensowały tym pewniej, im większa będzie powierzchnia cząstki, a więc im więcej będzie strzelających w nią drobin. Przeciwnie, im cząstka mniejsza, tym mniej pocisków będzie w nią bić, tym pewniej zrównoważenie uderzeń z różnych stron nie nastąpi: cząstka będzie tedy miotać się i rzucać bezładnie w zygzakach i łamańcach, jak to właśnie cechuje zjawisko Browna. Można wówczas nieraz zobaczyć cząstkę — dostatecznie małą — gumigutty, która na przekór ciążeniu podnosi się ku górze! Nie sam zresztą kierunek wzbijania się jest tu zastanawiający.

Dziwniejszą rzeczą wydać się musi co innego: oto ów ruch drobinowy, który uważamy za istotę ciepłą, i za miarę którego poczytujemy temperaturę cieczy, wykonywa pracę: jesteśmy świadkami prawdziwego tzw. p e r p e t u m m o b i l e II. rodzaju, wytwarzania się pracy wprost z ciepła wewnętrznego cieczy, która na zewnątrz znajduje się w równowadze cieplnej. A tymczasem druga zasada termodynamiki orzeka, że ciepło tylko wtedy na pracę może się zamienić, gdy przepływa z temperatury wyższej do niższej, jak w maszynie parowej z kotła do oziębialnika; właśnie w myśl tej zasady nie możemy pędzić np. okrętu kosztem ciepła czerpanego z ogromnych zasobów cieplnych wód oceanu. A tu pod mikroskopem taki cud zdaje się być urzeczywistniony. Czyżby wiec druga zasada termodynamiczna dopuszczała „wyjątki“?

§ 28. **Możliwość a stopień prawdopodobieństwa. Struktura przedmiotu a ścisłość prawa.**

Taka interpretacja byłaby zbyt powierzchowna. Równowaga mechaniczna (stan spoczynku) cieczy, jak okazuje się na podstawie zjawiska Browna, to pozór przedstawiający się nieuzbrojonemu oku; naprawdę to „fakt statystyczny", w którym uczestniczą niezliczone, bezładnie poruszające się drobiny. A to samo dotyczy cieplnej równowagi cieczy: grubym naszym termometrem żadnych różnic temperatur nie chwytamy. Gdybyśmy jednak umieli sporządzić i spożytkować termometr rzędu owej małej, nieustannie potrącanej cząstki gumigutty, odczytywalibyśmy na nim, w jej otoczeniu, raz nieznaczne ogrzanie się, to znów oziębienie. Druga zasada stosuje się zawsze do faktów statystycznych, jest więc zasadą statystyczną. Jest ona empirycznie sprawdzalna i słuszna, ilekroć dotyczy ciał „zwykłych", a więc rojów drobin „niezmiernie licznych". Ten warunek jest stale spełniony praktycznie, gdy obracamy się, pracujemy, eksperymentujemy w świecie makroskopowym. Perpetuum mobile II. rodzaju nie jest w tym świecie nigdzie urzeczywistnione. Nie znaczy to jednak, że jest ono w ogóle niemożliwe — widzimy je przecie ciągle czynnym, właśnie w świecie mikroskopowym, gdzie odbywają się ruchy Browna. Otóż w warunkach makroskopowych jest ono tylko niesłychanie mało prawdopodobne, a więc niezmiernie rzadkie. Perrin obliczył, że na to, by cegła ważąca 1 kg została na skutek ruchów Browna (podobnie jak mała cząstka gumigutty) dźwignięta na wysokość drugiego piętra, trzebaby czekać więcej niż $10^{10^{10}}$ lat.

Praktycznie, tak niezmiernie znikome prawdopodobieńswo można oczywiście uważać za „niemożliwość", teoretycznie jednak zasada Clausiusa jest tak samo „bezwyjątkowa", ważna, jak I. zasada termodynamiczna dotycząca zachowania energii. Chcemy przez to powiedzieć, że nie ma takiego zakresu faktów, w którym by urzeczywistnienie II. zasady było niemożliwe, i, gdybyśmy tylko mogli czekać dostatecznie długo, przez okres czasu idący w krocie milionów lat, doczekalibyśmy się jej spełnienia i tam, gdzie pospolicie spotykamy od niej odchylenia.

Termin „możliwy" jest właśnie wieloznaczny. Mówimy, że coś jest możliwe, często wtedy, gdy chcemy powiedzieć, że daje się ono wyobrazić, przedstawić. To sprawa psychologiczna, zasięgu i ruchliwości wyobraźni. Kiedy indziej, częściej nawet, uważamy za możliwe to wszystko, co można pomyśleć bez popełnienia sprzeczności. W tym znaczeniu jest możliwe, że jutro nie wzejdzie więcej słońce, że złoto byłoby zielone, że prawo grawitacji miałoby zupełnie inną postać itp. W trzecim wreszcie sensie, w mowie potocznej najbardziej nadużywanym, możliwość miesza się z różnego stopnia prawdopodobieństwem.

Powiadamy więc, że jest rzeczą możliwą, iż wyczerpią się kiedyś złoża węglowe, wierzymy, że możliwe jest wyzdrowienie drogiego nam chorego, choć lekarz sceptycznie się na to zapatruje, że technika przyniesie poprawę ludzkiej doli itd., a nie zdajemy sobie sprawy, że za każdym razem możliwość oznacza inny stopień prawdopodobieństwa. Nie wszystko więc, co jest możliwe w sensie pierwszym i drugim, jest w jednakiej mierze prawdopodobne.

Zasada zachowania energii — mamy to przeświadczenie — jest spełniona nawet dla indywidualnych drobin cieczy, choć sprawdzić tego nie możemy; ilekroć unosi się ku górze zawieszona cząstka gumigutty, lub w ogóle wzrasta jej szybkośc, jesteśmy przekonani, że dzieje się to przy jednoczesnym oziębieniu się jej bezpośredniego otoczenia. Ale i ta zasada ważna jest w zupełnie określonych warunkach, a mianowicie, w układach odosobnionych; ważna jest tym dokładniej, im układ rzeczywisty (fizykalny), zbliża się bardziej do idealnie izolowanego systemu, który zresztą nigdzie nie jest doskonale urzeczywistniony. Zasada Clausiusa, podobnie jak prawo krzywej dzwonowej, jest statystyczna, tzn. jest stosowalna stale, czyli z ogromnym prawdopodobieństwem praktycznie nieróżnym od „pewności", do faktów statystycznych, a jest stosowalna z prawdopodobieństwem malejącym — aż do granicy wyobrażalnie znikomego, choć zawsze skończonego prawdopodobieństwa, w miarę, jak zbiorowisko cząstek, drobin (ziarn śrutu, nasion fasoli) uważanych spada. Słowem, jest ona słuszna, „możliwa" zawsze, tylko właśnie w bardzo różnym stopniu prawdopodobieństwa.

Gdy więc przeciwstawiamy zasadę zachowania energii i wszystkie prawa tego typu (prawo spadania ciał), jako ścisłe, zasadzie Clausiusa i wszystkim prawom drugiego typu, jako przybliżonym, to nie na tej podstawie, że pierwsze zawierają wielkości mierzalne z bezwzględną dokładnością, a drugie nie — przekonaliśmy się w paragrafie poprzednim, że takie przeciwstawienie byłoby nieuzasadnione. Nie na tym również opiera się to rozróżnienie, że pierwsze prawa są we wszystkich warunkach spełnione, a drugie tylko w pewnych ograniczonych — przekonaliśmy się w toku niniejszego paragrafu, że i zasada zachowania energii od tego ograniczenia nie jest wolna.

Natomiast musimy rozróżniać tzw. prawa ścisłe od przybliżonych w tym sensie, że ceteris paribus pierwsze ważne są z tym samym prawdopodobieństwem, które może być niekiedy równe 1, niezależnie od struktury przedmiotu, do którego się odnoszą, a więc bez względu na to, czy przedmiot ten jest indywidualny, czy też jest zbiorowiskiem, i jak licznym jest skupieniem elementarnych przedmiotów (drobin, cząstek); drugie zaś słuszne są w bardzo różnym stopniu prawdopodobieństwa, właśnie w zależności od struktury przedmiotu, do którego się stosują, a więc zależnie od tego, czy są to indywidua, czy zbiorowiska „bardzo liczne". Nowe bowiem jest na terenie faktów i doświadczeń statystycznych to, że zachodzi tu prawidłowość wyraźna i zdecydowana dla zbiorowisk dostatecznie dużych, a zarazem nie zachodzi prawidłowość dla małych zbiorowisk lub faktów indywidualnych; taka przeciwstawność jest na gruncie przyczynowym niedopuszczalna. Ta rozpiętość skali prawdopodobieństwa jest istotna dla praw statystycznych, jako praw przybliżonych, podobnie jak dla praw pierwszego rodzaju, które nazwijmy krótko przyczynowymi, jako dla praw ścisłych, charakterystyczny jest brak tej rozpiętości, a nie sam stopień ich prawdopodobieństwa (1 czy < 1).

§ 29. **Czy prawo empiryczne jest umową?**

Wedle wyobrażeń niejednego studenta, geometria uczy nas o własnościach „rzeczywistej przestrzeni", opisuje „prawdziwe" stosunki tej przestrzeni. Nie dostrzega on przy tym żadnej trudności w tym, że twierdzenia tej nauki ścisłej stosują się tak dobrze do ciał fizykalnych, choć ona brył zmysłowo dostrzegalnych nie bada, i że gdyby je badała, byłaby właśnie nauką przybliżoną, a nie ścisłą. Skąd więc bierze się, że zdania podstawowe geometrii Euklidesa dotyczące np. prostej, jednowymiarowego idealnego utworu, mogą być prawdziwe w zastosowaniu do przedmiotów naszego otoczenia, np. do prostolinijnego rozchodzenia się światła?

Helmholtz, a później zwłaszcza Poincaré, wyjaśniają: jest tak po prostu dlatego, że tylko takie utwory nazywamy prostymi, do których właśnie twierdzenia tej geometrii się odnoszą. W takim razie jednak twierdzenia te przestają być opisami pewnych rzeczowych stosunków przestrzennych, a stają się określeniami, umowami dekretującymi, którym przedmiotom fizykalnym chcemy przypisać własności prostych w sensie geometrii Euklidesa. Gdyby więc okazało się, że promień świetlny nie spełnia postulatu Euklidesa o linii prostej, moglibyśmy albo powiedzieć, że światło rozchodzi się po liniach, które nie są wprawdzie posłuszne postulatowi Euklidesa, ale które określamy jako proste na tej zasadzie, że są drogami światła; albo też, że prostą będziemy nadal określać geometrycznie, o ile czyni ona zadość temu postulatowi, ale, że promień nie jest dokładnie prostolinijny. W pierwszym wypadku zrzeklibyśmy się geometrii Euklidesa, w drugim zmienilibyśmy prawa optyki. Od nas w dużej mierze zależy, za którą możliwością się opowiemy.

Umowy takie są zatem ważne na mocy naszej decyzji; wybór ich jest swobodny, byleśmy tylko unikali sprzeczności. Nie będzie jednak podyktowany kaprysem. Doświadczenie je nam nasuwa, albowiem — rzecz jasna — gdyby nie było ciał stałych, nie byłoby geometrii w ogóle; ono nam wskazuje, które z umów są szczególnie dogodne. Jeśli jednak zechcemy zrezygnować z dogodności, nie będzie ono mogło nigdy umów naszych obalić. Zawdzięczają one swe pochodzenie doświadczeniu niewątpliwie, ale mocą dekretu myśmy je od doświadczenia uniezależnili. Oto istota konwencjonalizmu.

Poincaré rozciągnął ten punkt widzenia na podstawowe prawa przyrodoznawstwa, na tzw. zasady mechaniki Newtona; a więc zasada bezwładności, dalej zasada równości działania i przeciwdziałania, zasada zachowania energii — wszystko to również „zamaskowane określenia": drogą umowy wynieśliśmy je ponad doświadczenie, które im dało początek. Czy tak jest w istocie?

Niewątpliwie w każdej nauce, nawet empirycznej, zawierają się pierwiastki umowne. Za jednostkę długości przyjmujemy 1 cm, tj. ściśle określoną część południka ziemskiego, ale moglibyśmy równie dobrze, a może nawet lepiej jeszcze, wybrać długość fali świetlnej, wysyłanej np. przez płomień sodu. Zgodziwszy się na jednostkę długości, możemy dalej drogą umowy przyjąć za jednostkę pola np. 1 cm^2, choć znów wolnoby nam było bez popełnienia sprzeczności wybrać np. pole koła, zbudowanego na 1 cm jako na średnicy itp. Wybór zarówno jednostek podstawowych (długości, czasu), jak i pochodnych (pola, szybkości itp.) jest dowolny, choć jednostki pochodne związane są z pierwotnymi zawsze wedle określonych prawideł. Zdania, w których wypowiadamy takie nasze decyzje, ani nie opisują faktów, ani nie są prawami empirycznymi lub hipotezami; najwidoczniej są to zdania, które budujemy za wskazówką doświadczenia i ustanawiamy pod kątem naszej dogodności („ekonomii“), ale które sprawdzeniu nie podlegają — doświadczenie mogłoby nam podszepnąć, że dobrze będzie zastąpić je dogodniejszymi jeszcze, ale zmusić do ich porzucenia nas nie może.

Od wyboru współczynników zależy postać prawa empirycznego („wzoru“). Mamy powody przyjąć, że przyspieszenie g nadane ciału jest wprost proporcjonalne do działającej na nie siły F, a odwrotnie do jego masy m. Ażeby związek między tymi wielkościami wypisać, oznaczmy współczynnik proporcjonalności przez k. Mamy więc $g = k \cdot \frac{F}{m}$. Otóż wielkości F i m dopiero na zasadzie tego równania mają otrzymać swe wymiary; można tedy tak dobrać ich jednostki, żeby było $k = 1$. Uzyskujemy teraz zależność $g = \frac{F}{m}$. W dalszym ciągu określamy dopiero F i m, na podstawie pewnych założeń nasuniętych przez doświadczenie. Czego więc dotyczą wszystkie te umowy? Decydują one o języku, w jakim wyrażamy prawa odpowiednie; o języku, tzn. o pewnym doborze takich a takich symboli, o porządku określonych terminów, związanych pewnymi przepisami („gramatyką“). Natomiast nie mogą rozstrzygać o treści samych praw, które uzyskujemy drogą indukcji niezupełnej, a nie dekretów. Ten język będzie się zmieniał zależnie od przyjętych określeń i umów; możemy go uczynić dogodniejszym, ale nie możemy wpłynąć na sens i ważność praw. Określenia takie, ustanawiające język, są oczywiście nieodzowne w każdej nauce empirycznej. Na dnie konwencjonalizmu spoczywa przede wszystkim nieodróżnianie języka od treści w nim wyrażonej, nieodróżnianie, usprawiedliwione w naukach logiczno-matematycznych, ale niedopuszczalne na gruncie nauk empirycznych.

W zdaniach logiki i matematyki, jak zobaczymy (§ 34), w istocie nieliczne terminy elementarne czerpią najczęściej swe znaczenie jedynie z podstawowych związków (aksjomatów), w jakich figurują, — poza tym, a więc niejako same w sobie, żadnego znaczenia nie posiadają i mieć nie mogą; wszystkie inne wyrazy uzyskują sens wyłącznie z określeń wyraźnie ustanowionych wedle pewnych przepisów. Tymczasem terminy np. fizyki mają zawsze własne znaczenie, tzn. takie, od którego abstrahować nam nie wolno, chyba tak długo, jak długo odpowiednie zdania zawierające te terminy poddajemy przekształceniom, według reguł matematycznych lub logicznych, a o ich sensie nie myślimy. Terminy te odzyskują jednak natychmiast swoje znaczenie, gdy tylko odnośne zdanie zechcemy poddać kontroli doświadczalnej. Jest to rzeczą zrozumiałą, albowiem otrzymały one swoją treść nie dopiero od równań, w których występują, ale od doświadczeń, do nazwania których zostały powołane.

Wróćmy jeszcze raz do języka matematycznego, w którym wysławiane bywają empiryczne prawa niektórych nauk przyrodniczych. Weźmy znów pod uwagę najprostszy chyba „wzór" $s = \frac{1}{2} gt^2$. Gdy traktujemy go tylko jako równanie, zaciera się bez reszty różnica między prawem empirycznym a definicją. Pozornie jest to określenie, mogę bowiem zawsze „stronę lewą" zastąpić przez „prawą stronę" tego równania i nawzajem, tak właśnie, jak to czynimy w definicjach równościowych. Dopóki więc równanie jako takie mam na oku, dopóki dokonywam na nim przekształceń zgodnych z określonymi przepisami, wolno mi tak postępować, jak gdyby obie jego strony były tylko zamiennymi członami definicji. Jednakże w definicjach nominalnych o żadnej ze „stron" nic więcej powiedzieć nie można, prócz tego, na co zezwala wyraźna umowa. Inaczej natomiast rzeczy się mają w prawie empirycznym. W przytoczonym wzorze, s jest samodzielnie zmierzyć się dającą wielkością, a nie tylko nazwą iloczynu $\frac{1}{2} gt^2$. Nic więc dziwnego, że na podstawie samej szaty matematycznej nie podobna odróżnić np. określenia siły w równaniu $F = mg$, od prawa $s = \frac{1}{2} gt^2$, które nie jest umową.

Ale rzecznik konwencjonalizmu odpowie nam: prawo jakieś wyraża stosunek dwóch wyrazów rzeczywistych A i B i jest prawdziwe tylko w przybliżeniu; jeśli jednak wprowadzimy dowolnie wyraz fikcyjny pośredni C, wówczas na skutek jego określenia sformułujemy zasadę zupełnie ścisłą, wyrażającą stosunek C do A, obok której ważne będzie jeszcze empiryczne podlegające rewizji prawo, opisujące stosunek B do C. Oczywiście, taki pogląd stanowi znaczne ustępstwo na rzecz stanowiska, wedle którego prawa umowami nie są; po każdym bowiem rozkładzie prawa pierwotnego (A—B), zostają zawsze jeszcze pewne prawa B—C, wymagające sprawdzenia empirycznego.

Zachodzi przecież pytanie: czy owe zasady ścisłe, uchylone spod konfrontacji z faktami, mogą się na co przydać? Są ścisłe, ale stały się niesprawdzalne. Czy jednak samo to zestawienie ma sens na terenie nauk empirycznych? Jeśli ścisłość nie oznacza po prostu bezsprzeczności, jak w definicjach nominalnych, możemy o niej dyskutować dopiero w ramach możliwej kontroli doświadczalnej. Cóż np. mówi nam podstawowa zasada zachowania energii przy takiej interpretacji? Mówi nam jedynie, że „istnieje coś, co pozostaje stałe" (Poincaré). Ale istnienie czegoś, co pozostaje stałe, nie może być przedmiotem umowy; chodzi tu przecież o rzeczowy związek między różnymi przedmiotami. Umowa dotyczyć może tylko nazwania tego czegoś np. energią, czy inaczej. Oczywiście, w każdym razie będzie to twierdzenie niezmiernie giętkie. Zarazem wszakże niesłychanie ubogie w treść. Jeśli więc może ono odegrać jakąkolwiek rolę w przyrodoznawstwie, to nie przez swój skąpy bezpośredni sens, lecz chyba dlatego jedynie, że pozwala wysnuć pewne konsekwencje. Otóż zdanie, które pociąga za sobą następstwo, może być zawsze obalone. Wynika to z niesymetrii stosunku implikacji. Chyba, że zarówno racja jak i następstwo będą tautologiami. Wracamy tedy do wpierw osiągniętego punktu: znaleźliśmy się na gruncie nie nauk empirycznych, lecz formalnych. Jeśli wyżej dostrzegliśmy niebezpieczeństwo pomieszania języka praw z ich treścią, na skutek nieodróżniania języka nauk formalnych od języka nauk empirycznych, to teraz stwierdzamy niebezpieczeństwo uczynienia z nauk empirycznych systemu tautologij.

Zobaczmy wreszcie na przykładach, jak empiryczne prawo różni się jednak dostatecznie wyraźnie od definicji. Przypuśćmy, że ustalono, iż fosfor topnieje zawsze przy 44°, za czym przyjęto definicję fosforu jako ciała o takim właśnie punkcie topliwości. Wyobraźmy sobie, że uczyniono następnie odkrycie, iż temperatura topnienia fosforu wynosi 43·8°. Jakże teraz postąpimy? czy zmienimy definicję fosforu, czy też postanowimy definicję za wszelką cenę utrzymać i właśnie dlatego powiemy po prostu, że to nowe ciało nie jest naprawdę fosforem? Nie ma wątpliwości, że zrzekniemy się raczej przyjętego określenia. A uczynimy tak nie tylko dlatego, żeby nie zmieniać nazwy rzeczy za każdym ulepszeniem pomiaru jakiejś jej własności; postąpimy tak głównie dlatego, że nasza rzeczywista wiedza o fosforze nie była streszczona w definicji, że była oparta na znajomości nie samego punktu topliwości, ale trwałego współistnienia tej cechy z mnóstwem (choć skończonym) własności innych. Współistnienie to zostało wykryte i ustalone na podstawie wielu doświadczeń, nadto jego zachodzenie jest czymś bez porównania trwalszym niż występowanie jakiejś jednej oderwanej cechy. U podstawy definicji leżało tedy bardziej od niej trwałe prawo, opisujące fakt tego współistnienia wielu różnych cech. Powiedzieć „ciało nowe nie jest fosforem" — znaczyłoby przekreślić to właśnie prawo. Nic dziwnego, że rezygnujemy łatwiej z owej definicji.

A twierdzenie „woda wrze pod ciśnieniem normalnym w temperaturze 100°" czy jest tylko definicją lub konsekwencją określenia terminu „temperatura 100°"? Zobaczymy, że tylko pozornie. Naprawdę sens tego twierdzenia jest najzupełniej inny. Jest w nim przede wszystkim streszczone prawo, że, ilekroć woda (czysta) jest dostatecznie ogrzewana pod normalnym ciśnieniem, wrze przy tej samej zawsze temperaturze, która utrzymuje się niezmiennie, dopóki cała ilość wody nie zamieni się na parę o tej samej temperaturze. A to prawo podlega konfrontacji z doświadczeniem. Dopiero ustaliwszy takie prawo, możemy nazwać ową szczególną temperaturę „100°", lub jak bądź inaczej. W twierdzeniu przytoczonym zawiera się tedy prawo empiryczne „woda wrze pod normalnym ciśnieniem w temperaturze stałej utrzymującej się itp...." oraz definicja, która tę temperaturę nazywa „100°".

Zasady, w sensie konwencjonalizmu, od doświadczenia pochodzące, ale usunięte raz na zawsze spod wszelkiej krytyki kontrolnej, byłyby niebezpieczne dla nauki i sprzeczne z jej duchem; byłyby dogmatami, które są zawsze dla nauki groźne, skądkolwiek pochodzą. Naprawdę, nie ma takich zasad w żadnej nauce. Choćby doświadczenie wprost nie mogło nas skłonić do ich porzucenia, mogą nas do tego pośrednio zmusić względy teoretyczne.

§ 30. **Nauki humanistyczne: podstawy psychologii.**

Charakteryzując przedmioty nauk, natknęliśmy się wśród przedmiotów realnych na zupełnie swoisty ich typ o naturze dwoistej, czy dwuczłonowej, typ przedmiotów psychologicznych. Że zaś, jak wiemy, typ przedmiotów w każdym razie współokreśla metodę nauki, metodę w sensie § 9, psychologia nie może także co do metody być nauką, w ścisłym znaczeniu tego słowa, przyrodniczą, choć jest bezspornie nauką empiryczną. Niewątpliwie, ustala ona fakty drogą obserwacji i eksperymentu, ustanawia prawa ogólne i tworzy hipotezy, wyjaśnia i opisuje, przewiduje i sprawdza; słowem, postępuje w przybliżeniu i zgrubsza, jak każda z nauk przyrodniczych. Jednakże dwuczłonowość jej przedmiotów sprawia, że musi ona odwoływać się koniecznie zarazem do dwojakiego rodzaju obserwacji. Nie chodzi tu o to, że jedna z nich — jak się to mówi w podręcznikach psychologii — jest „zewnętrzna", a druga „wewnętrzna".

Istotna jest inna rzecz, a mianowicie, że jedna z nich, obserwacja („moich") przeżyć, wykonalna jest oczywiście tylko przeze mnie, a druga, dotycząca „zachowania się", dostępna jest w zasadzie każdemu. A stąd osobliwość druga metody psychologii: jakkolwiek wyobrażalibyśmy sobie ów szczególny splot przedmiotów introspekcyjnych i faktów „zachowania się", te właśnie fakty musimy nie tylko opisywać i analizować, nie tylko wiązać z określonymi sytuacjami, w jakich u badanego występują; wszystko to nie wystarcza, choć wystarczałoby zupełnie, gdybyśmy badali osobę obserwowaną, jak badamy automat, lub tak jak fizjolog bada organizm. Wtedy jej gesty, mimika, a także i mowa, byłyby reakcjami uwarunkowanymi przyczynowo (jednoznacznie) przez sytuacje, w jakich osoba ta w różnych momentach się znajduje, oraz przez stan jej ustroju nerwowego i hormonalnego. Sporządziwszy opisy typowych reakcji, znalazłszy prawa łączące te reakcje z typowymi „sytuacjami", i drugie prawa wiążące reakcje ze zmianami w ustroju, moglibyśmy, jak przyrodnik, wyjaśniać i przewidywać „zachowanie się" badanego.

Dla ilustracji, jak bardzo jednak niedostateczny jest taki pogląd, jak bardzo zapoznaje on istotny sens i zadanie psychologii i zubaża obraz rzeczywistego naszego sposobu obcowania z ludźmi, przytoczę opis pocałunku, włożony przez Jamesa Joyce'a w usta jego bohatera Stefana Dedala w książce Portret artysty. „Co to znaczy całować? Podnosi się twarz, jakby się miało powiedzieć dobranoc, a potem matka nachyla twarz. Matka przykłada usta do jego policzka; usta jej są miękkie i wilgotne, a przy tym wydają taki cichutki odgłos: cał. Dlaczego ludzie wyrabiają takie rzeczy twarzami?" Czy w istocie dużo więcej można powiedzieć o całowaniu, ze stanowiska owej psychologii, która się zadawalnia badaniem przyczynowym „reakcyj" ustroju? A jakże to nieskończenie mało!

Otóż, wiadomo, mowa to nie bylejaki system znaków zmysłowych, akustycznych i mimicznych; znaki te posiadają znaczenie, które musimy rozumieć. A skoro mowa to przejaw „zachowania się“, nie inny w zasadzie niż rumieniec, przyspieszony oddech, zmarszczone brwi itp. (które mają swoją „wymowę“), tedy rozumieć trzeba i każdy z tych sposobów wypowiadania się osób drugich. Psychologia „zachowania się“, biorąc jego przejawy za samowystarczalną rzeczywistość, podlegającą własnym prawom, przeocza, że te przejawy coś także „mówią“, że są to symbole, a więc są czymś innym niż to, co wskazują: będąc same przedmiotami zmysłowymi, przez swe znaczenie zwracają nas zarazem ku czemuś zgoła odmiennemu. Krytyk literacki nie bierze wszak liter druku czy pisma za jedyną rzeczywistość, uważając, że tylko one są przedmiotowo (wszystkim) dostępne; przedmiotem krytyki tej są zjawiska literackie, zawiłe układy symboli i ich sens, a nie zachowanie się (choćby w najszerszym znaczeniu, z włączeniem np. tekstu jako przedmiotu zmysłowego) autorów.

Niepojęta również byłaby, ze stanowiska takiej psychologii, np. istniejąca naprawdę różnica między aktorem scenicznym a radiowym, między warunkami powodzenia jednego i drugiego. Poco zresztą w ogóle aktor? Na co ten proces „kołowy“, który aktor odbywa od chwili, kiedy czyta „oczami“ tekst, aż do momentu, kiedy wywołuje burzę entuzjazmu w widzach? Ten proces obejmuje dwie drogi: (a) od „czytania“, zmysłowego spostrzegania znaków, do rozumienia ich, tj. uchwycenia ich znaczenia, (b) od użycia całego arsenału środków dla ekspresji tego, co zostało zrozumiane, — a więc od gestykulacji, modulacji głosu, szczegółów charakterystyki, kostiumu, wyrazu oczu itp., wspartych o talent i doświadczenie — do zrozumienia tych środków symbolicznych przez widza. Autor i czytelnik, widz i słuchacz odbywa tylko jedną z tych dróg. Co więcej, nie mielibyśmy — ściśle biorąc — prawa mówić, na gruncie tej psychologii, o obserwacji czyjegoś „zachowania się“. Cóż bowiem znaczy obserwować, jeśli nie widzieć, słyszeć, dotykać, a więc doznawać wrażeń zmysłowych? A te właśnie niewątpliwie „moje“ wrażenia, stanowiące podstawę i materiał rzekomo jedynie ważnych zdań o „reakcjach“ drugich, miałyby nie grać żadnej roli w obrazie owej szczególnej psychologii. Alboż widzenie, słyszenie itp. to też przejawy „zachowania się“? ale w takim razie czyjego poznania stanowią przedmiot? Jeśli to sprawy czysto fizjologiczne, winny być jeszcze innym dostępne; wiemy oczywiście, że tak nie jest.

Gdyby zatem nawet wolno było obejść się bez niesprawdzalnego wprost założenia, że osoby drugie „mają" właśnie takie a takie przeżycia swoje, z pewnością nie wolno odrzucić oczywistego faktu, że ich „zachowanie się" ma znaczenie, które jest czymś od niego samego różnym, niezmysłowym, oraz że ustanowienie praw tego „zachowania się", choćby najściślejszych, jakkolwiek pozwoliłoby nam wyjaśnić (inferencyjnie wyprowadzić) każdą reakcję obecną i przewidzieć każdą przyszłą, samo nie posunie nas ani o krok w rozumieniu tych przejawów tzn. w odczytaniu ich niewątpliwego znaczenia.

Droga do jego uchwycenia jest inna, leży poza zasięgiem metody przyrodniczej. Nie jest to żadne rozumowanie, ani indukcyjne, ani dedukcyjne, ani w szczególności wnioskowanie przez analogię. Wiem najczęściej wprost, co znaczy to a to spojrzenie oczu pewnej osoby, taki a taki gest jej opuszczonych rąk, pochylenie głowy itp. Chwytam sens tych przejawów bezpośrednio, choć przeżyć samych nie stwierdzam. Nie uciekam się do myślenia analitycznego i dyskursywnego, ale globalnie obejmuję, co i jak jest; co więcej, nie mogę oprzeć się przeświadczeniu, że tak właśnie jest, jak bezpośrednio ujmuję. Nie znaczy to, bym „z niczego" sądził o przeżyciach osób drugich; stwierdzam przecież sposoby ich „zachowania się". Ale to stwierdzenie samo jeszcze nie jest owym rozumiejącym ujmowaniem. Rozumienie, nie będąc myśleniem, obejmuje jednak — jak myślenie — przedmiot, który jest od samego procesu rozumienia różny i „przekracza" go; jak myśleniu, towarzyszy mu owo przekonanie o trafności ujęcia przedmiotu, o zgodności ujęcia z przedmiotem.

Wszakże ani bezpośredniość samego ujęcia, ani przeświadczenie, które się do niego dołącza, nie są rękojmią, że rozumienie nasze jest nieomylne, że nie podlega korekturze i kontroli doświadczenia. Błądzimy i tu nieustannie; niejeden gorzki zawód, bolesne rozczarowanie przypomina nam aż nazbyt często, że nie ma bezwzględnie niezawodnego klucza do tajemnicy sensu tego, co nasi bliźni „czynią". Rozumienie to wykazuje skalę olbrzymią, od wielkiej sztuki wielkich pisarzy i aktorów — do elementarnych prób odcyfrowywania prostych, najbardziej zautomatyzowanych przejawów ludzi przeciętnych. Jeśli „reakcje" osób drugich są symbolami, to są nimi dla k o g o ś, ale są także symbolami c z e g o ś. Przemawiają w zasadzie do wszystkich, ale c z e g o są symbolem?

M o j e p r z e ż y c i a s ą z p e w n o ś c i ą k l u c z e m d o o d c z y t a n i a s e n s u c u d z e g o ś w i a t a. A l e n i e s ą s a m e t y m s e n s e m. A więc psychologia ani do badania moich przeżyć, ani do opisu „zachowania“ się osób drugich, ani do tych obu zadań razem o g r a n i c z y ć s i ę nie może. Zrozumienie znaczenia i wymowy tego, jak drudzy „reagują“, jest s a m o d z i e l n y m zadaniem psychologii, jej przedmiotem więc jest także s e n s i są z w i ą z k i s e n s o w n e, ku którym te „reakcje“ nas skierowują. Rozwiązanie tego zadania musi być oczywiście p r z y g o t o w a n e (a) przez studium moich przeżyć, (b) przez rozległe badania ludzkich sposobów „reagowania“, ale w tych badaniach się nie wyczerpie; należy ustalić jeszcze sens „zachowania się“, a to znaczy coś o d r ę b n e g o od moich przeżyć i odrębnego od cudzych reakcji, pewną c a ł o ś ć k o n k r e t n ą i j e d n o ś ć s w o i s t ą, z której poszczególne elementy „zachowania się“ mogą być zrozumiałe; coś, co możemy nazwać „światem duchowym“ osób drugich.

Rozumiejąc „zachowanie się“ osób drugich, oczywiście w jakiś sposób czerpiemy i odwołujemy się do doświadczenia, ale niekoniecznie korzystamy z i n d u k c j i przyrodniczej. U t o ż s a m i e n i e w ogóle d o ś w i a d c z e n i a z gromadzeniem faktów i ich i n d u k c y j n y m u o g ó l n i a n i e m było usprawiedliwione na gruncie faktów zmysłowych, jakie bada fizyka, chemia itp. Tutaj o rozumieniu, w znaczeniu wnikania bezpośredniego, ujmowania swoistego sensu faktów, nie ma mowy. Okoliczność, że w stosunku do przedmiotów psychologicznych taka penetracja jest możliwa, że pewna część zadania tej nauki tą drogą rozwiązana być może i musi, że nie jesteśmy na samą indukcję skazani, choć niewątpliwie tak wiele jej zawdzięczamy i niemniej od niej oczekiwać mamy prawo, świadczy jeszcze raz o odrębności i w y j ą t k o w o ś c i psychologii jako nauki.

§ 31. **Nauki humanistyczne** (c. d.): **historiografia.**

Przypatrzmy się teraz d z i e j o p i s a r s t w u jako nauce, mającej dzieje ludzkie za przedmiot. Rozumie się, że i historia jako nauka bada fakty indywidualne, jak przyrodoznawstwo, bo innych faktów nie ma. Rzeczą niewątpliwą jest także, że i historyk, podobnie jak przyrodnik, fakty nie tylko ustala; jak systematyk zoolog, i on uporządkować usiłuje swe przedmioty w klasy, typy, klasyfikuje więc zabytki sztuki, ruchy umysłowe, zmiany społeczne; a wreszcie, jak embriolog, i on układa fakty (prądy filozoficzne, wydarzenia polityczne) w szeregi rozwojowe, wedle kolejności ich w czasie i zależności genetycznej. Jednakże różnice między historiografią a pewną nauką przyrodniczą zachodzą zgoła inne i głębsze, niż między np. fizyką a chemią, lub między morfologią a fizjologią.

Historiografia zajmuje się wydarzeniami przebrzmiałymi, a przeto rozciągłymi zawsze w czasie minionym. Stąd zaś pochodzi, że fakty historyczne nie są nigdy w całej swej rozciągłości, w swym bogactwie i pełnej konkretności, „dane". Tym, co jest dane zmysłowo i badaniu dostępne, są zabytki malarstwa, piśmiennictwa, napisy, akty itp., wszystko to mniej lub bardziej fragmentaryczne. Z tych to „dokumentów" należy dopiero zrekonstruować bezpowrotnie miniony fakt: życie szkoły filozoficznej, ruch literacki pewnej epoki, oblicze duchowe reformatora społecznego itp. Zawsze więc chodzi o to, by z fragmentów danych odbudować całość, która dana nie jest.

Każdy fakt historyczny jest minionym wydarzeniem, ale nie wszystko, co minęło, przeszło i należy do dziejów. Co do nich należy, o tym ostatecznie rozstrzyga badacz, jego ocena, a więc miara, jaką do rzeczy i osób przykłada; sposób, w jaki wartość ich odważa. Tym się tłumaczy, że bywa, iż wydarzenie lub postać, którą utonęła w mrokach obojętnej niepamięci, zostaje z czasem przywrócona do dziejowego znaczenia, gdy zmieniły się miary i wartości. Bez selekcji historyka, bez tego wartościowania, nie może naprawdę rozpocząć się rekonstrukcja historyczna.

Co więcej, droga od owych okruchów danych, od dokumentów do poszukiwanej całości nie jest zupełnie jednoznaczna. Nie wszystkie „ślady", z pewnym wydarzeniem związane, są równie cenne i doniosłe dla zadania, które rozwiązać należy. I tutaj badacz dokonać musi wyboru. Mało tego, z wybranych już fragmentów „całość" można zrekonstruować najczęściej w wiele sposobów. Doświadczenie historyka, żywość jego wyobraźni, zdolność widzenia całości, jego upodobania osobiste i zainteresowania epoki, wszystko to będą czynniki decydujące o tym, jak wypadnie rekonstrukcja nieistniejącego wzoru. Stąd zrozumiała różnorodność nie tylko portretów biograficznych tej samej postaci — biografia, nie będąc historiografią, najbardziej jednak do niej się zbliża —, ale „czysto“ historycznych ujęć pewnej indywidualności („odbrązowywanie“ i „brązowanie“), obrazów pewnej epoki, wizerunków zmagań politycznych pewnego stronnictwa itp.

Pewien s u b i e k t y w i z m, pewna — większa lub mniejsza — doza dowolności zdaje się nieuchronnie ciążyć na dziejopisarstwie. Jest to następstwo po części wartościowania, po części wymienionych właśnie czynników, które kierują badaczem w ustalaniu rysów nieuchwytnego bezpośrednio oryginału; po części wreszcie jest to konsekwencja faktu, że bohaterem dziejów jest bądź co bądź człowiek, którego losami i twórczością jesteśmy szczególnie przejęci. Jednym z przykładów subiektywizmu w rekonstrukcji dziejów jest m o d e r n i z a c j a a n t y k u, zjawisko, które powtarza się tak w historii filozofii, jak i w historii prądów literackich, czy walk politycznych. Polega ona na prostackim przenoszeniu żywcem dzisiejszych sposobów myślenia, odczuwania i reagowania, na epoki o wieki całe odległe, na grubej symplifikacji, której skutkiem nieuniknionym jest nieposzanowanie dla indywidualnej fizjognomii przebrzmiałego życia i zatarcie swoistego jego uroku.

Selekcja jest nieodzowna, jeśli historiografia nie ma być annalistyką. W rekonstrukcji historycznej dopiero dobór przerywa tok, często bezduszny, gromadzenia szczegółów, drobnych sytuacji, niepokaźnych wydarzeń; wprowadza h i e r a r c h i ę rzeczy ważnych i drugoplanowych, skupia światło na pewnej chwili dziejowej, na fakcie doniosłym, osobliwej postaci; dopiero wtedy z prądu obojętnych, na siebie zachodzących przemian i czynów, wynurza się całość. W ten sposób jednak granica między pracą artysty a twórczością historyka staje się mniej ostra. Artyście wolno być subiektywnym, byle nie gwałcił p r a w d y p s y c h o l o g i c z n e j, wewnętrznej konsekwencji, rzec można, prawa psychologicznej bezsprzeczności. Historyk szukać musi prawdy jeszcze innej. Ale jakiej? Nie możemy porównywać rekonstrukcji z samą r z e c z y w i s t o ś c i ą m i n i o n ą, bo ta jest zasadniczo niedostępna; możemy tylko z w y o b r a ż o n ą tymczasowo i hypotetycznie pomyślaną rzeczywistością zestawiać rekonstrukcję. Oryginału więc nie ma, z którymby jego poznanie mogło „się zgadzać“; autentyczny fakt, „wzór“ trzeba właśnie odbudować. Na czym tu polega p r a w d a? na czym p o z n a n i e? Oto odrębna problematyka, której na gruncie przyrodoznawstwa nie spotykamy.

Podstawą selekcji jest odważanie wartości faktów. Czy nie możnaby więc uniknąć subiektywizmu w dziejopisarstwie przez ustalenie *systemu wartości* powszechnie obowiązujących? a więc przez *uprzedmiotowienie* tych miar, wedle których osądzamy, co bardziej, a co mniej cenne? Ale takiego systemu wartości, raz na zawsze wzniesionego, daremniebyśmy poszukiwali na całej przestrzeni ludzkiej myśli. Czy więc wrócimy do annalistyki? Niewątpliwie, nie.

Posłuszni postulatowi jak najdalej idącej przedmiotowości, obowiązującemu w każdej nauce, będziemy dążyli do ograniczenia czynnika subiektywnego, mimo osobistego zainteresowania tym, co ludzkie i co cenne. Zdaje się, że następujące ku temu zadaniu prowadzą drogi, choć żadna z nich sama nie jest niezawodna. Naprzód, dążenie do podniesienia stopnia wiarygodności i prawdopodobieństwa rekonstrukcji przez porównywanie *różnych* źródeł tam, gdzie naprawdę nimi rozporządzamy. Po wtóre, odwołanie się do owego *rozumienia* sensu, które taką rolę — jak widzieliśmy — w psychologii odgrywa. Jest to zrozumiałe. Dotycząc w każdym razie ludzi, ich myśli, namiętności i czynów, historiografia z konieczności dzieli z psychologią pewne wyjątkowe właściwości. Przy odbudowie faktów, przy scalaniu danych, fragmentarycznych zawsze, dokumentów w „autentyk" musimy odwołać się do *introspekcji*, aby zrozumieć *znaczenie* takiego a takiego listu, pamiętnika, utrwalonej w akcie decyzji, przedsięwzięcia itp. Bez pomocy własnych przeżyć oczywiście niesposób pojąć, co ludzie minionej epoki czuli, czego pragnęli, jak myśleli, z jakich motywów i warunków wyrastały ich czyny. Ale, używając własnych przeżyć jako klucza do interpretowania dokumentów, musimy pamiętać, że rozumienie to także podlega kontroli; musimy wystrzegać się upatrywania już w samych tych przeżyciach *sensu* działań osób czasów odległych, a zarazem unikać musimy łatwego „analogizowania" i ponętnego modernizowania zdarzeń i rzeczy, które przeszły do dziejów. W tym celu zaś, po trzecie, musimy tak dokonywać rekonstrukcji faktu historycznego, by nie spuszczać z oka *związku jego z szerszą całością*, na tle której zdawał się rozgrywać; przez włączenie go do całości, z której wyrósł, przez ukazanie go *jako członu pewnej struktury*, stać się on może żywy, prawdziwy.

Czy to jednak nie pozorne wyjście z trudności? Jak bowiem tę całość obszerniejszą rekonstruujemy, czy nie sposobami dopiero co opisanymi?

Zwrócono uwagę przed laty z górą 40, że historyk *inaczej* interesuje się faktami, aniżeli przyrodnik. Badacza przyrody zjawisko obchodzi tylko jako przykład pewnego prawa, jako egzemplarz pewnej klasy, a nie samo przez się. Inaczej postępuje historyk. Fakty indywidualne, oczywiście niektóre, są *same* dla niego cenne, a nie jako materiał do indukcji; a przeto przywrócić im pragnie pełnię ich konkretnego bogactwa, utrwalić je chce w całej ich indywidualności. Jeśli więc historyk powie: „Jan bez Ziemi przeszedł tędy — oto rzeczywistość, za którą oddałbym wszystkie teorie świata", fizyk odrzeknie niezawodnie: „mało mnie to obchodzi, skoro nigdy więcej tędy nie przejdzie". Słowem, pierwszego interesuje to, co *raz* się zdarzyło, co jest *niepowtarzalne*; przyrodnik przeciwnie szuka we faktach tego, co je do siebie upodabnia, wykrycie prawa ogólnego, lub klasy, poczytując za jedno z głównych swych zadań. Stąd nazwano nauki pierwszego rodzaju, jak historia, *idiograficznymi*, drugie — *nomotetycznymi*.

Ten podział nauk zbyt jest ostry i jednostronny. Geologia np. może być uprawiana idiograficznie, gdy pyta o jednorazowy ciąg przeobrażeń skorupy z biegiem wieków, ale może badać nomotetycznie, jak w pewnej epoce powtarzają się, tj. rozmieszczone są na całej ziemi określone skamieliny. I historiografia nie tylko ustala fakty, ale — jak wiemy — i klasyfikuje je i wyjaśnia. W gruncie rzeczy, *dokładnie* powtarzalne nie są żadne fakty, ani historyczne, ani przyrodnicze.

Natomiast warto, obok ustalonych poprzednio, podkreślić *dwie* jeszcze, *istotne różnice*. Naprzód tę, że choć w obu typach nauk znachodzimy zawsze zdania stwierdzające fakty, a w naukach historycznych również nie brak uogólnień, *inny* zupełnie jest *stosunek zdań indywidualnych do zdań ogólnych* w naukach historycznych, aniżeli w przyrodoznawstwie. Zdania o faktach wchodzą *zawsze*, same lub obok wypowiedzeń ogólnych, *nawet w skład definitywnego obrazu*, jaki historyk tworzy o pewnej epoce, ruchu umysłowym, lub pewnej postaci; podczas gdy w obrazie, jaki buduje ostatecznie np. fizyk, grają rolę *wyłącznie* najogólniejsze prawa, a nigdy zdania opisujące indywidualne fakty: w kilku równaniach streszczona jest cała elektrodynamika, cała mechanika.

A z tym wiąże się różnica druga. W naukach przyrodniczych chodzi w rosnącej mierze o uogólnianie; tylko tą drogą obejmujemy coraz szerszy obszar przyrody. W historiografii inaczej: syntetyzowanie jest tu znamienne, scalanie przez osadzanie drobiazgu w coraz rozleglejszej całości, jednak niemniej niż ten szczegół swoistej i konkretnej, i tylko tym sposobem ogarniamy obszerniejszą dziedzinę minionego świata. Stosunek, jaki zachodzi między obrazem fizykalnym świata, a poszczególnymi faktami fizykalnymi, to stosunek między ogólną teorią a konkretnymi przykładami jej praw; natomiast wizerunek pewnej epoki, jaki tworzy historyk, nie jest bardziej ogólny i abstrakcyjny od faktów, które się na tę epokę złożyły; jest on pełniejszy, bogatszy w szczegóły, i do faktów tych w takim raczej pozostaje stosunku, jak malowidło historyczne do swych elementów, fragmentów. Odbudowując fakt częściowy, jednocześnie, korelatywnie rekonstruujemy szersze tło, strukturę, której on jest elementem; uzyskujemy niejaką zarazem kontrolę, czy i w jakim stopniu on do tej całości przystaje.

Wcześniej czy później historyk przejdzie do konstruowania dynamiki dziejów jako całości. Jest to tak samo niezbędne, jak dopełnianie faktów w naukach przyrodniczych hipotezami, założeniami o ustroju przyrody. Poszukując jednak sensu dziejów jako całości, historiografia opuszcza teren nauki, a staje się w pełnym słowa znaczeniu jasnowidzeniem nie tylko przeszłości, ale i przyszłych losów ludzkości.

Psychologię i historię obraliśmy jako przykłady nauk humanistycznych. Możemy spróbować obecnie charakterystyki tych nauk. Przedmiotem ich jest człowiek, jako istota myśląca, czująca, pragnąca i działająca; rozpatrywany bądź jako jednostka, bądź jako zbiorowość (szczep, wieś, klasa, naród); rozpatrywany w swej twórczości i ze względu na swe wytwory (język, sztuka, nauka, prawo, obyczaje, środki produkcji, organizacje); widziany jako wytwór dziejów, ale i jako ich współtwórca. Charakter tego przedmiotu sprawia, że w tych naukach, i tylko w nich, rolę gra, obok innych środków badania, rozumienie sensu (czynności i wytworów). Nie kto inny też, tylko humanista, mógłby na gmachu swej nauki położyć napis: homo sum, nil humanum a me alienum puto.

§ 32. **Nauki aprioryczne czyli dedukcyjne.**

Cechuje je naprzód to, że badają przedmioty nie realne, lecz wyłącznie idealne. Jakkolwiek zaś różnorodne byłyby i te przedmioty same i sposoby ich badania, pewną jest rzeczą, że badacz nie odwołuje się tu nigdy do spostrzeżeń, bądź zmysłowych, bądź introspekcyjnych, aby dokonać kontroli słuszności swych wypowiedzeń. W skład tych nauk nie wchodzą tedy wcale zdania obserwacyjne, ani też wyprowadzone z nich drogą indukcji niezupełnej wypowiedzenia ogólne. Słowem, choć doświadczenie może niekiedy nasunąć treść wypowiedzeń w naukach tych głoszonych, a więc być pomocne w ich wykryciu, nie rozstrzyga ono nigdy o ich prawomocności. W tym znaczeniu rzec można, że są to nauki od doświadczenia niezależne, apriori. Prawa ogólne ustanawiane przez te nauki mają więc zgoła inny charakter, aniżeli prawa nauk empirycznych. Twierdzenia czerpią tu swe uprawnienie wyłącznie albo z dowodu, albo, jeśli są to zdania podstawowe, na których dowód sam się wspiera, legitymacja ich przynależności do nauki polega na tym, że zespół ich czyni zadość określonym warunkom, nie przez doświadczenie podyktowanym. Natura badanych przedmiotów oraz charakter czynników, którym zdania tych nauk zawdzięczają swą moc obowiązującą (dowód, spełnienie określonych warunków niezależnych od doświadczenia), wyznaczają właściwą tym naukom metodę dedukcyjną. Do jej opisu przystępujemy obecnie. Nauki, dla których ta metoda jest charakterystyczna, możemy nazwać też dedukcyjnymi.

§ 33. **O języku nauk dedukcyjnych.**

Każda nauka dąży do stworzenia języka własnego, ale nie każdą stać na zbudowanie języka w tej mierze samoistnego, od mowy potocznej tak ostro i wyraźnie odgraniczonego, jak język nauk dedukcyjnych. Zupełną odrębność języka i niezależność bezwzględną możnaby niewątpliwie osiągnąć, gdyby określić każdy wyraz do konstruowania nauki uważanej użyty. Pascal ubolewał, że ten ideał z powodu „naszej niedoskonałości“ nie da się urzeczywistnić. Dziś wiemy, że nie chodzi o ułomność ludzkiego umysłu, że granice są tu wytknięte przez sam proceder określania. Określić bowiem wyraz znaczy wprowadzić go do oznaczonego słownika jako równoważnik wyrażenia, zbudowanego z wyrazów znanych, tj. w skład tego słownika już wchodzących; znaczy to zastąpić wyraz nowy, definiendum, przez wyrażenie znane, definiens, i nawzajem, ilekroć zajdzie tego potrzeba. Ażeby ziścić ideał Pascala, należałoby z kolei tak samo postąpić z wyrazami użytymi do zdefiniowania co dopiero wprowadzonego terminu; każdy z nich byłby z kolei określony przez stosowny definiens, i tak in infinitum. Ale cofać się w nieskończoność znaczyłoby wyrzec się określania w ogóle. Nie mogąc zrezygnować z definiowania terminów, musimy tedy zdecydować się na ustanowienie kresu, na którym w procederze określania postanawiamy się zatrzymać.

Wybieramy w tym celu spośród wszystkich terminów nauki, której chcemy nadać postać ściśle dedukcyjną, pewne wyrazy, których określać dalej nie będziemy. Będą to terminy pierwotne uważanej nauki. Wybór ich zależy oczywiście od nas; nie znaczy to jednak, żeby był dowolny. Wybrane bowiem wyrazy, przeznaczone do roli pierwotnych, muszą czynić zadość pewnym warunkom. Żądamy z reguły, w imię postulatu ekonomii, żeby ich było jak najmniej. Domagamy się również, żeby wyrazy te były od siebie niezależne, tj. by żaden z nich nie dał się określić przy pomocy pozostałych wyrazów pierwotnych. Domagamy się, co ważniejsza, ażeby wszystkie inne terminy budowanej nauki można było określić za pomocą owych wyrazów pierwotnych.

Ten postulat musimy sformułować jeszcze dokładniej. Wiemy, że w skład wszelkich zdań jakiejkolwiek nauki wchodzą, prócz jej wyrazów specjalnych (arytmetycznych, geometrycznych), stałe logiczne. Nadto, jeśli nauka, którą budujemy, której słownik właśnie tworzymy, nie jest logiką; jeśli na logice „się opiera", czyli — jak się wyrażamy — jest od logiki „późniejsza", jak arytmetyka, do jej słownika należeć muszą także pewne terminy logiki, które w ramach budowanej nauki specjalnej traktujemy jako pierwotne. Żądanie nasze sprecyzuje się zatem w tym kierunku, że wszystkie specjalne terminy uważanej nauki, nie będące wyrazami pierwotnymi, winny dać się określić przy użyciu jej terminów pierwotnych, stałych logicznych oraz, jeśli to nauka od logiki „późniejsza", za pomocą uważanych za pierwotne w tej nauce wyrazów logiki. Przez spełnienie tych trzech wymagań, cała terminologia specjalna uważanej nauki dałaby się sprowadzić do terminów pierwotnych, a więc do minimalnej liczby wyrazów stałych.

Ale język nauki to nie tylko słownik, zasób wyrazów; to także przepisy wskazujące, jak ten słownik wzbogacać, nie spaczając mowy, nie odbierając jej charakteru swoistego. Bez tych przepisów mowa byłaby albo zamknięta, albo stale narażona na niebezpieczeństwo, że nowe wyrazy, które do słownika istniejącego wcielimy, nie będą spełniać warunków, którym czyniły zadość wyrazy języka dotychczasowego. Ażeby więc zapewnić sobie precyzję wyrazów nowowprowadzonych, niedość jest je definiować w ogóle, trzeba i sposób określania ustalić precyzyjnie. Żądać musimy zatem, ażeby sam sposób określania terminów rozpatrywanej nauki był ściśle oznaczony, tj. podlegał oznaczonym regułom czyli dyrektywom określania.

Tak więc spełniona będzie, zdawałoby się, zasada zarówno precyzyjności, jak i jawności wszystkich figurujących w uważanej nauce terminów. Nie mogąc wszystkich wyrazów określić, wymieniamy przynajmniej jasno i wyraźnie te, których określać nie zamierzamy, a następnie wyszczególniamy inne rodzaje wyrazów, które na słownik tej nauki się składają, oraz wskazujemy niedwuznacznie warunki, którym one muszą być posłuszne. Nie będzie tedy można, w myśl tej zasady, wprowadzić do budowanej nauki specjalnej żadnego terminu, któryby nie należał (a) albo do garnituru wybranych terminów pierwotnych tej nauki, czyniących zadość określonym warunkom, (b) albo do terminów pochodnych, zdefiniowanych pośrednio lub bezpośrednio za pomocą wyrazów pierwotnych tej nauki, i to zdefiniowanych zgodnie z oznaczonymi przepisami określania, (c) albo do stałych logicznych, (d) albo wreszcie, jeśli to nauka od logiki „późniejsza", do terminów bardziej podstawowej logiki. W szczególności, nie będzie w tak budowanym języku nauki dedukcyjnej miejsca na wyrazy o treści samej przez się „oczywistej", oglądowej, zaczerpniętej z mowy potocznej, intuicyjnej. Wraz z tymi bowiem wyrazami, o znaczeniu często chwiejnym i mglistym, mogłyby wtargnąć do języka tej nauki, do sformułowania jej twierdzeń, do całego jej systemu — pierwiastki niedające się skontrolować, wieloznaczne. Uniknięcie takich następstw jest jedną z najpilniejszych trosk każdej nauki dedukcyjnej. Ale, czy nie będą zawierały treści intuicyjnej same terminy pierwotne? Tego żadne z wymienionych wymagań nie zakazuje.

Na czele swych *Elementów Geometrii* położył Euklides *określenia* punktu, linii, linii prostej. Punkt, wedle tej definicji, „to coś, co nie ma części". Terminu „punkt" Euklides nie uważał zapewne za pierwotny, skoro próbował go określić. Wyrazy natomiast „część", „mieć części", pozostawił bez określenia, nie wymieniając ich jednak jawnie jako pierwotnych. Najwidoczniej zakładał, że są to wyrazy same przez się jasne i zrozumiałe; najpewniej odwoływał się do naszego bezpośredniego ujmowania ich sensu, który nie wymaga dalszych objaśnień. Czy ich znaczenie intuicyjne jest jednoznaczne? Z pewnością, nie. Jakże więc stało się, że ta niejasność wyrazów, przyjętych bez określenia i uważanych za zrozumiałe, nie odbiła się na całym systemie geometrii? Po prostu dzięki temu, że Euklides *nigdzie* z swojej definicji punktu nie korzysta. Zobaczymy niebawem, jak odmiennie poczyna sobie geometria dzisiejsza.

Spójrzmy tymczasem, dla przykładu, jak wygląda język arytmetyki zbudowanej przez G. Peano (1889). Jako wyrazy pierwotne przyjmuje się tu i wymienia wyraźnie trzy terminy: „0 (zero)", „następnik", „liczba całkowita". Przy ich użyciu oraz przy pomocy stałej logicznej „=", która znaczy tyle co „to to samo co", „jest równoznaczne", możemy określić 1 = *nast.* 0, albo — jak niektórzy piszą — 1 $\overset{df}{=}$ *nast.* 0, tzn. „1 to tyle, według definicji, co następnik zera". Po lewej stronie mamy termin nowy 1, po prawej same terminy pierwotne. Analogicznie określilibyśmy 2 $\overset{df}{=}$ *nast.* 1; strona prawa zawiera teraz termin pierwotny, „następnik" oraz wyraz 1, co dopiero określony za pomocą wyrazów pierwotnych i przy użyciu stałej logicznej „=". Wszystkie inne terminy pochodne tej nauki specjalnej określone są w zasadzie tak samo, zgodnie z postulatem precyzyjności i jawności, i stosownie do oznaczonych reguł definiowania.

Niemniej przecie sam Peano uważa widocznie wyrazy pierwotne za zrozumiałe przez się, skoro zdania podstawowe w tych terminach wypowiedziane poczytuje za *prawdziwe*, poczytuje za *zdania*, a nie za funkcje zdaniowe. Takich zdań formułuje Peano *pięć* i na nich buduje całą arytmetykę. Np. (I) 0 należy do (zbioru) liczb; (II) jeżeli X należy do (zbioru) liczb, to następnik X^a należy do (zbioru) liczb; (IV) jeżeli X należy do (zbioru) liczb, to następnik X^a jest różny od zera itd. (Odpowiednie kwantyfikatory pominęliśmy tu.) Taka interpretacja terminów pierwotnych *nie była konieczna*, ale *nie* była zakazana. Otóż w sposób istotny wyszlibyśmy poza system Peany i Euklidesa dopiero wtedy, gdybyśmy zdecydowali się do wyrazów pierwotnych nie przywiązywać żadnego zwykłego czy domyślnego znaczenia, a więc traktować je jako zmienne, a tym samym zdania podstawowe uważać za funkcje zdaniowe, a nie za zdania prawdziwe. Taki punkt widzenia okazał się z czasem niezbędny; wprowadził on do języka i budowy nauk dedukcyjnych pierwiastek nowy.

Jakie jest jednak wtedy znaczenie terminów uznanych za pierwotne? Nie należy z nimi łączyć żadnego potocznego, intuicyjnego sensu, ażeby nie wprowadzać do systemu nieokreśloności; z drugiej strony w samym systemie przyjmujemy je bez określenia. Skoro zaś wszystkie inne terminy uważanej nauki mają być określone w języku wyrazów pierwotnych, a zatem wszystkie zdania tej nauki mają być w nich ostatecznie wysłowione, czy możemy się obejść bez przypisania im znaczenia? Zobaczymy w § 35, że, choć oczywiście nie określamy ich w tym sensie, co wyrazy pochodne, nadajemy im jednak w ramach systemu znaczenie zupełnie określone za pomocą swoistych „pseudodefinicji".

Trzeba przy tym podkreślić, że wybierając pewne wyrazy jako pierwotne, nie przypisujemy im jakiejś „godności" absolutnej raz na zawsze; jesteśmy przecie skłonni liczbę ich redukować, jesteśmy zawsze gotowi, skoro tylko okażą się do swej dotychczasowej roli nieprzydatnymi, zastąpić je innymi terminami, które wtedy uznamy za podstawowe. Słowem, wyrazy jakieś są pierwotne, a raczej pełnią funkcję i grają rolę pierwotnych, tylko w ramach pewnego systemu dedukcyjnego, a nie w oderwaniu od wszelkiego systemu.

§ 34. **Budowanie systemu nauki dedukcyjnej.**

Mamy już język; możemy w nim wysławiać zdania nauki, którą zamierzamy budować. Zdania te winny być logicznie powiązane — to jest ideał każdej nauki, choć różne nauki są w różnej mierze od niego dalekie. Zdania te winny być w szczególności wszystkie udowodnione — to byłby ideał, przyświecający specjalnie każdej nauce dedukcyjnej. Ideał ten jest jednak równie nieziszczalny, jak marzenie o określeniu wszystkich wyrazów.

Wynika to z natury dowodzenia. Rozpowszechniony jest pogląd, że udowodnić twierdzenie znaczy znaleźć przesłanki, z których by ono wynikało; dowodzenie ma być procesem czysto redukcyjnym. Pogląd ten jest niedokładny, niezupełny. Zapewne, mając twierdzenie wymagające dowodu, tzn. na razie indywidualnie ważne lub takie, którego ważność powszechna nie jest jeszcze okazana na podstawie innych zdań powszechnie uznanych, szukać musimy dla niego właśnie takich zdań za prawdziwe już przyjętych, jako przesłanek. Ale to szukanie, a nawet znalezienie tego rodzaju racyj, dowodzenia nie wyczerpuje; stanowi dopiero przygotowanie dalszej operacji, jest więc zawsze nieodzowne, ale nigdy niewystarczające. Zważmy, że zdanie, które ma być dowiedzione, może być bardzo różnego pochodzenia; mogło zostać nasunięte w drodze czysto empirycznej, może być owocem szczęśliwej intuicji itp. Chodzi więc o to, żeby wykazać, że teza, która dowodu wymagała, jest identyczna co do kształtu i treści z tą, którą właśnie z układu racji, celowo dobranych, w określony sposób wyprowadziliśmy. Dopiero wtedy dowód jest przeprowadzony.

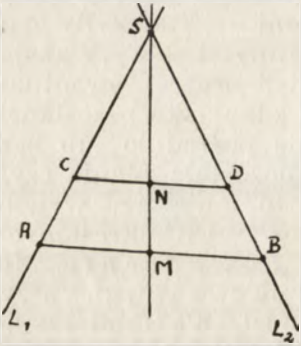
Niedość więc będzie sposobem redukcyjnym racje powynajdywać — to praca twórcza, określonych przepisów drogę tę wyznaczających nie ma; dopiero do znalezionych przesłanek możemy zastosować oznaczone dyrektywy, przepisy, które nas od racji przeprowadzić mają sposobem niezawodnym do zdania, które dowodu się domagało. Tym się tłumaczy, że, przeprowadziwszy dowód, piszemy stale pod nim „Q. e. d.", lub „co było do dowiedzenia"; stwierdzamy właśnie, że wywiedziona z racji teza jest zgodna z tą, którą wzięliśmy za punkt wyjścia redukcyjnego „szukania", że teza udowodniona jest tezą, którą udowodnić należało.

W każdym razie redukcja jest składnikiem dowodzenia bezspornie. Kto więc pragnie dowód twierdzenia przeprowadzić, winien znaleźć i przytoczyć racje, z których by ono dało się wyprowadzić. Wobec każdej z tych racji obowiązuje jednak to samo; rozpocząwszy tedy dowodzenie, nie umielibyśmy go skończyć. A to znaczyłoby wyrzec się go w ogóle. Dlatego i tu decydujemy się na ustanowienie kresu: postanawiamy zatrzymać się na pewnych zdaniach, które uznajemy za podstawowe. Nazywamy je aksjomatami. Wybór tych zdań pierwotnych zależy znów od nas; nie znaczy to jednak, żeby był dowolny. Wybrane bowiem i do roli aksjomatów, w uważanym budującym się systemie, przeznaczone zdania muszą czynić zadość szeregowi warunków.

Żądamy z reguły (1), aby aksjomatów było jak najmniej, w imię prostoty systemu i unikania w nim wszystkiego, co zbędne. Domagamy się nadto (2), ażeby przyjęte aksjomaty — obok wprowadzanych, w miarę rozbudowy systemu, definicji i, jeśli budowana nauka jest od logiki „późniejsza", obok praw logiki, które we wznoszonej właśnie nauce specjalnej uznajemy za pierwotne na równi z jej własnymi aksjomatami, — stanowiły zupełny zespół zdań podstawowych. Innymi słowy, z aksjomatów nauki specjalnej, z jej definicji oraz — ewentualnie — z praw logiki, i tylko z tych zdań jako przesłanek naczelnych, mają być wyprowadzone pośrednio lub bezpośrednio wszystkie bez reszty pozostałe zdania czyli twierdzenia tej nauki specjalnej, i to mają być wywiedzione w sposób ściśle oznaczony, w myśl określonych logicznych reguł czyli dyrektyw dowodzenia. Nie mogąc wszystkich twierdzeń udowodnić, wskazujemy przynajmniej wyraźnie te, których dowodzić nie zamierzamy w tym właśnie systemie; wymieniamy jawnie podstawowe tego systemu przesłanki, z których wyprowadzamy jego twierdzenia, oraz powołujemy się jawnie na oznaczone dyrektywy, przy pomocy których dokonywamy dedukcji.

Nie wolno więc wprowadzać do systemu dedukcyjnego, według takiej zasady jawności (przesłanek i dyrektyw) budowanego, żadnych zdań „domyślnych", rzekomo oczywistych, przez się zrozumiałych, i dlatego często w ogóle nie wymienianych lub nie poddawanych analizie i krytyce. Wraz z takimi zdaniami bowiem mogłyby znów przeniknąć do systemu elementy niedostępne kontroli logicznej, a przez to zacierające przejrzyste wiązania logiczne między zdaniami; wiązania, których ujawnienie jest jednym z najważniejszych zadań systemu dedukcyjnego w ogóle. Ale, czy same aksjomaty nie mogłyby być takimi właśnie zdaniami, prawdziwymi na mocy oczywistości? Takiego zakazu wymienione warunki nie zawierają.

Tak np. Euklides w swej geometrii nie tylko, jak widzieliśmy, przyjmuje jako zupełnie jasne i zrozumiałe terminy jak punkt, linia, odległość itp., ale wśród „aksjomatów"*) wymienia IV. jako oczywiste zdanie, że „całość jest większa od jakiejkolwiek ze swych części"; jednocześnie zaś zgoła przemilcza pewne założenia, na których jednak niewątpliwie się opiera, jak założenie, że najkrótszą jest odległość między dwoma punktami, którą mierzymy na łączącej je prostej. Obydwa te zdania wydają się w istocie same przez się zrozumiałymi i pewnymi laikowi i długo wydawały się takimi i geometrom, dopóki nie okazało się, że każde z nich przy pewnym znaczeniu użytych w nim terminów przestaje być słuszne.



Dla przykładu rozpatrzmy dwa odcinki takie, że CD jest częścią AB i że CD zostało przesunięte równolegle do AB, a nie jest jego przedłużeniem. Przez ich punkty końcowe przeprowadźmy proste, L_1 i L_2. Proste te przetną się koniecznie w pewnym punkcie S. Punkty, w których prosta przechodząca przez S przecina każdy z uważanych odcinków, nazwijmy odpowiednimi; takimi punktami są np. parami A i C, B i D. Wybierzmy na którymś z danych odcinków, np. na AB, inny dowolny zresztą punkt M. Znajdziemy bez trudu punkt N drugiego odcinka, odpowiedni względem M. Zauważamy łatwo, że dla każdego punktu odcinka AB istnieje, na odcinku CD, punkt odpowiedni, i nawzajem. Powiadamy, że między zbiorem wszystkich punktów odcinka AB, a zbiorem wszystkich punktów odcinka CD, zachodzi odpowiedniość doskonała, albo że zbiory te są równoliczne. Choć więc nie możemy naprawdę przeliczyć elementów (punktów) każdego z tych zbiorów, zbiory możemy mimo to „porównać" — możemy orzec w naszym przykładzie, że zbiór punktów, którym jest odcinek CD, według założenia stanowiący część względem AB, można wprowadzić w odpowiedniość doskonałą ze zbiorem punktów AB, tj. z całością. O takich zbiorach mówimy, że są nieskończone. Słowem, wolno tylko dopóty utrzymywać, że odcinek CD jest częścią AB i że „całość jest większa od każdej swojej części", dopóki całość i część

*) Euklides rozróżnia „aksjomaty", które opisują ogólne stosunki między przedmiotami w ogóle, oraz „postulaty", które są zdaniami podstawowymi, a więc aksjomatami raczej w dzisiejszym sensie, geometrii.

nie są rozpatrywane jako zbiory nieskończone elementów (punktów); w przeciwnym razie „aksjomat" IV. Euklidesa przestaje być prawdziwy.

Otóż zrozumiała choćby stąd niechęć dzisiejszych metodologów nauk dedukcyjnych do przyznawania roli aksjomatów zdaniom na podstawie ich oczywistości, a tym samym do uznawania w ogóle, że jakieś zdania same w sobie, przez swą treść intuicyjną, a zwłaszcza przez swą pewność nam się narzucają i raz na zawsze do stanowiska aksjomatów są predestynowane. Wiemy zresztą, że już w geometrii analitycznej np. dwuwymiarowej (płaskiej), której nas uczono w szkole średniej, postępuje się zgoła inaczej. Punktowi jest tu przyporządkowana zawsze para liczb x, y, tzw. współrzędnych (zwykle) prostokątnych Kartezjusza; prostą określamy jako zbiór wszystkich par x, y, spełniających równanie liniowe $ax + by + c = 0$; odległość dwóch punktów $x_1 y_1$ i $x_2 y_2$ dana jest przez liczbę $\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$; można stąd określić dalej równoległość, przystawanie itp., wyprowadzić z tych określeń twierdzenia, nie uciekając się w samych wywodach wcale do intuicji przestrzennej. Tutaj po raz pierwszy dokonano wysiłku, żeby kościec logiczny pewnej nauki — związki logiczne między definicjami punktu, prostej, itd. a twierdzeniami — wypreparować i oddzielić od ciała konkretnych wyobrażeń przestrzennych.

§ 35. **System aksjomatyczny a system sformalizowany.**

Gdy, w przeciwieństwie do geometrii analitycznej, wyrzekniemy się definiowania wyrazów „punkt", „prosta", „płaszczyzna", ale i nie będziemy z tymi wyrazami wiązali żadnego znaczenia intuicyjnego; gdy przyjmiemy te terminy za pierwotne i będziemy jedynie wymagali, aby pewne między nimi stosunki spełniały układ wybranych aksjomatów, tzn. zamieniały aksjomaty na zdania prawdziwe, otrzymamy najbardziej radykalną postać geometrii jako nauki dedukcyjnej.

Taką geometrię zawdzięczamy D. Hilbertowi. Niech będą trzy zbiory jakichś przedmiotów P_1 P_2 P_3. Jeżeli między tymi przedmiotami zachodzą stosunki, które czynią zadość określonym wymaganiom wysłowionym w aksjomatach, możemy nazwać odpowiednio elementy zbioru P_1 — „punktami", P_2 — „prostymi", P_3 — „płaszczyznami". Żadnego innego znaczenia terminy te nie posiadają, a raczej żadnego innego znaczenia świadomie im nie przypisujemy w budowanym systemie geometrii; jedyny ich sens to ten właśnie, który im nadają ustanowione w aksjomatach stosunki. Aksjomaty geometrii stają się tym samym swoistymi określeniami jej terminów pierwotnych, stają się ich definicjami uwikłanymi (implicite).

Tak bowiem nazywamy definicje niewłaściwe, które odbiegają od typu wskazanego w paragrafie 6, a polegają na tym, że, nie wchodząc w to, co znaczą pewne wyrazy t_1 t_2 t_3 same w sobie, charakteryzujemy je podając jedynie stosunki, jakie między nimi zachodzą: t_1 R_1 t_2, t_1 R_2 t_3, t_2 R_3 t_3 itd., gdzie R_1 R_2 R_3 oznaczają różne relacje łączące te wyrazy. Otóż te relacje formułujemy w aksjomatach, które stanowią wtedy określenia uwikłane wyrazów t_1 t_2 t_3. Same zaś te terminy stają się zmiennymi, za które możemy w ogóle wstawiać różne wartości, różne przedmioty, byle tylko spełniony był układ aksjomatów.

Tak np. okazuje się (B. Russel), że pięć aksjomatów arytmetyki Peany zostaje spełnionych nie tylko przez jej terminy pierwotne „0", „następnik", „liczba", ale przez bardzo wiele innych trójek terminów; innymi słowy, wyrazy pierwotne, jako zmienne, dopuszczają bardzo wiele innych interpretacyj, z których każda czyni zadość ustanowionym pięciu aksjomatom, tj. czyni z tych aksjomatów zdania prawdziwe. W istocie, niech np. „0" oznacza 100, „następnik" zostawmy bez zmiany, „liczba" niech ma znaczenie liczby od 100 w górę. Widać od razu, że z przytoczonych w § 33. aksjomatów Peany spełniony jest (I), bo 100 jest liczbą; (II) jest również słuszny, bo jeżeli x jest liczbą w przyjętym tu sensie (np. 101), następnik x^{n} jest też liczbą; (IV) pozostaje także w mocy, bo 100 jest wprawdzie następnikiem 99, ale 99 nie jest liczbą w przyjętym tu znaczeniu itd.

Z ustanowionych aksjomatów tak pojętej geometrii (względnie arytmetyki) tworzymy drogą przekształceń — w myśl określonych dyrektyw — wszystkie twierdzenia tej nauki. Jeśli można wskazać jakąś konkretną interpretację terminów pierwotnych, tzn. przedmioty, które spełniają aksjomaty, w każdym razie będą one spełniać i twierdzenia tej nauki. Ale w skład zdań każdej nauki wchodzą również, jak wiemy, stałe logiczne i — ewentualnie — inne wyrazy logiki. Jakie jest teraz ich znaczenie, na gruncie nauki tak budowanej? Spotyka je ostatecznie ten sam los, co wyrazy specjalne: stają się one znakami, z którymi nie wiążemy żadnej treści; żądamy jedynie, by czyniły zadość aksjomatom logiki, które stawiamy obok tamtych aksjomatów. Tezy tej nauki nie są już teraz nawet funkcjami zdaniowymi; są napisami, które w myśl pewnych przepisów budujemy ze znaków, a zgodnie z innymi znów przepisami przekształcamy.

Nauka dedukcyjna w ogóle staje się wtedy pewnego rodzaju „rachunkiem", grą wyrazami — na wzór gry w szachy. Wystarczy mieć (1°) pewne znaki podstawowe — w geometrii wyrazy: „punkt", „prosta", „płaszczyzna"; (2°) reguły przepisujące, jak z tych znaków budować napisy, zdania tej nauki — jedna z takich reguł w geometrii orzeka, że wszędzie, gdzie przed wyrażeniem „leży na" występuje znak „punkt", po tym wyrażeniu następować ma znak „prosta" lub „płaszczyzna"; (3°) reguły przepisujące, jak z takich napisów tworzyć nowe — są to najwidoczniej dyrektywy dowodzenia; (4°) zespoły znaków, napisy naczelne, aksjomaty tej teorii — w geometrii Hilberta są to właśnie definicje uwikłane znaków „punkt", „prosta" itd. — aby rozporządzać wszystkim, czego trzeba do zbudowania systemu nauki dedukcyjnej. Jeżeli naukę tak zbudowaną możemy nazwać „rachunkiem", teoria tej nauki będzie metanauką, a więc metageometrią czy metalogiką.

Geometria Euklidesa była systemem dedukcyjnym, aksjomatycznym — tak bowiem nazywamy każdy układ zdań tak uporządkowany, że z pewnych zdań, aksjomatów, definicji, czyniących zadość określonym warunkom, wyprowadzić można ściśle oznaczonymi sposobami wszystkie pozostałe zdania tego systemu. Ale w tej geometrii aksjomaty posiadały same w sobie pewną intuicyjną treść, były oczywistymi pewnikami, wysłowionymi w terminach, które uchodziły również za zrozumiałe same przez się. Aksjomaty geometrii Hilberta wyzute są z wszelkiej treści oglądowej, podobnie jak terminy pierwotne tej nauki; co więcej, są układami pewnych znaków, podobnie jak twierdzenia. System dedukcyjny, zbudowany tak jak geometria Hilberta, nazywamy sformalizowanym. Widoczna, że każdy system sformalizowany jest aksjomatyczny, ale nie każdy system aksjomatyczny jest sformalizowany. Nie trzeba chyba podkreślać, że wszystko, co w ostatnich trzech paragrafach mówiliśmy o języku i budowie nauki dedukcyjnej, dotyczyło właśnie bądź systemów aksjomatycznych, bądź sformalizowanych.

Ale dlaczego, w imię czego przechodzimy do tak skrajnej formalizacji systemu dedukcyjnego? Wymieniliśmy dwa motywy: a) nieufność, historycznie poniekąd uzasadnioną, do zdań, które odwołują się do intuicji i stąd jedynie mają czerpać uprawnienie do spełniania roli zdań podstawowych; b) donioślejszy motyw: potrzebę wyprowadzania na jaw związków logicznych między aksjomatami a twierdzeniami — a to właśnie już zadanie metanauki. Dalszym motywem c), może najważniejszym, było pragnienie zabezpieczenia nauk dedukcyjnych raz na zawsze od kryzysów, tj. od wstrząsów, wywołanych przez wykrycie sprzeczności w systemie. Niektóre z tych wysiłków, należących również do metanauki, poznamy teraz.

§ 36. **Niezależność, niesprzeczność i zupełność układu aksjomatów.**

Od układu aksjomatów żądamy zwykle, by czynił zadość wymienionemu (§ 34) warunkowi (1); żądamy zawsze, by spełniał warunek (2); nadto domagamy się, by spełnione były następujące trzy warunki, z których zwłaszcza (4) i (5) uważamy za nieodzowne: ażeby układ

(3) był niezależny tzn. by żaden aksjomat nie był wyprowadzalny z któregokolwiek innego, ani z iloczynu innych, bo wówczas nie byłby aksjomatem, a więc byłby w ich zespole zbędny — jak widać stąd, mówimy o układzie aksjomatów w przeciwnym niż zazwyczaj sensie, kiedy przez układ rozumiemy zespół zdań logicznie związanych; tu chodzi właśnie o zbiór zdań logicznie od siebie niezależnych;

4) był niesprzeczny tzn. by w układzie tym, a w konsekwencji i w zbudowanym na nim systemie dedukcyjnym, nie było pary zdań sprzecznych; w przeciwnym razie bowiem, jedno ze zdań takiej pary byłoby w myśl zasady sprzeczności z pewnością fałszywe, mimo iż wchodziłoby w skład systemu, mimo iż wywiedzione zostało z tego samego, co inne (prawdziwe) twierdzenia, układu aksjomatów i za pomocą takich samych dyrektyw — to zaś czyniłoby wszelką naukę dedukcyjną niemożliwą;

5) był zupełny tzn. by każde zagadnienie, sformułowane w języku tego systemu dedukcyjnego, znalazło w tym systemie rozwiązanie jednoznaczne, twierdzące lub przeczące; albo inaczej, by każde zdanie w tym systemie

wysłowione, a nie będące tego systemu aksjomatem ani definicją, dało się na gruncie systemu udowodnić (tj. wywieść z podstawowych jego zdań), lub obalić (wejść w sprzeczność z jakimś zdaniem systemu) — nie mogłoby wtedy zdarzyć się, by jakieś twierdzenie (np. Fermata), wyrażone w języku arytmetyki, w systemie tej nauki nie dało się ani dowieść, ani wywrócić.

Zbadanie, czy pewien układ aksjomatów tym warunkom odpowiada, jest rzeczą na ogół trudną, stanowi jedno z głównych zadań metateorii i usprawiedliwia w największej mierze dążenie do sformalizowania systemów dedukcyjnych.

Przekonywamy się, że układ aksjomatów jest niezależny, albo dokładniej, że każdy aksjomat jest niezależny od wszystkich innych, jeśli udało się znaleźć taką interpretację terminów pierwotnych, czyli taki zespół przedmiotów, które wstawione za wyrazy pierwotne spełniają wszystkie aksjomaty z wyjątkiem tego, którego niezależność od pozostałych aksjomatów należało właśnie wykazać.

Przypuśćmy, że mamy zbiór G i stosunek $<$; a, b, c, niech będą elementami tego zbioru. Symbol $<$ uważamy za pierwotny; podamy jego definicję uwikłaną za pomocą trzech następujących zdań, żadnych natomiast innych znaczeń (np. zwykłego: „mniejszy od“) przypisywać mu nie będziemy.

Z_1 Jeśli $a \neq b$, to albo $a < b$, albo $b < a$.

Z_2 Jeśli $a < b$, to $a \neq b$.

Z_2 Jeśli $a < b$, i $b < c$, to $a < c$.

Znaczenie $a = b$ jest przy tym takie, że za a można zawsze podstawić b, i nawzajem, zaś $a \neq b$ znaczy, że przeciwnie nigdy za a nie wolno podstawić b, ani nawzajem.

Chcąc zbadać, czy ten układ zdań jest niezależny, należy wykazać kolejno niezależność każdego ze zdań od pozostałych. W tym celu przyjmijmy interpretację symbolu $<$ taką, że oznacza on „na północ od“; zbiór G jest teraz np. zbiorem wszystkich „miejsc“ na powierzchni ziemi. Przekonywamy się łatwo, że przy takiej interpretacji spełnione, a więc prawdziwe jest zdanie Z_2, bo jeśli a leży na północ od b, a i b nie mogą być zamienione ze sobą; tak samo, że spełnione jest zdanie Z_3, bo jeśli a leży na północ od b, zaś b leży na północ od c, to a leży na północ od c. Natomiast nie jest spełnione zdanie Z_1, bo jeśli a i b są dwiema różnymi miejscowościami, niekoniecznie jedna z nich leży na północ od drugiej, obie mogą leżeć w tej samej szerokości geograficznej. Przy tej zatem interpretacji uważanego symbolu i zbioru G okazuje się, że Z_2 i Z_3 są prawdziwe, zaś Z_1 jest fałszywe; w myśl określenia implikacji, Z_1 nie może być następstwem Z_2 i Z_3, a więc jest od nich logicznie niezależne. Znalezienie innych interpretacji, niezbędnych dla okazania niezależności każdego z dwóch pozostałych zdań, pozostawiamy Czytelnikowi.

Zagadnienie niezależności układu aksjomatów wypłynęło na porządek dzienny naukowych rozważań właściwie już w starożytności, ale w specjalnej postaci. Chodziło mianowicie o to, czy istotnie ma charakter aksjomatu tzw. piąty „postulat" Euklidesa, znany pod nazwą „postulatu" równoległości, a głoszący, że jeśli dwie proste na płaszczyźnie przecięte są trzecią tak, iż suma kątów wewnętrznych po jednej stronie prostej przecinającej jest mniejsza od 180°, owe dwie proste przecinają się po tej samej stronie. „Postulat" ten nie cieszył się widać nigdy zbytnim zaufaniem, skoro wieki całe trwały próby, ażeby go bądź udowodnić, bądź zastąpić przez odpowiedniejszy. Dopiero przed stu prawie laty Węgier Bolyai i Rosjanin Łobaczewskij, niezależnie od siebie, wykazali, że piątego „postulatu" Euklidesa wyprowadzić z innych nie podobna. Przyjęli oni mianowicie cztery pierwsze postulaty Euklidesa bez zmiany, zamiast piątego natomiast podstawili jego zaprzeczenie. Gdyby postulat równoległości naprawdę z pozostałych wynikał, a więc gdyby nie był niezależny, to przyjęcie tamtych (racji), a zaprzeczenie „postulatu" równoległości (następstwa) musiałoby, w myśl definicji implikacji, doprowadzić do sprzeczności, do wewnętrznie sprzecznego systemu geometrii. Okazało się jednak, że na takim nowym układzie aksjomatów zbudowany system geometrii jest równie bezsprzeczny, jak geometria Euklidesa. Uzyskano geometrię nową, nieeuklidesową (później zbudowano takich geometrii więcej), potężny argument przemawiający za potrzebą uniezależnienia się, przy budowie systemów dedukcyjnych, od założeń wyłącznie z intuicji czerpiących swoje uprawnienie. Uzyskano zarazem ostateczny dowód, że piąty „postulat" jest od pozostałych czterech niezależny.

Uzyskano wreszcie, co prawda prawie 40 lat później, wynik niemniej doniosły i dla matematyki, i dla metanauki. Układ aksjomatów nieeuklidesowy, powiadamy, okazał się niesprzecznym i dlatego niesprzeczną okazała się nowa geometria. Ale jak zbadać w ogóle, czy pewien system dedukcyjny jest wolny od sprzeczności? Uważamy dziś, że wykazaliśmy, iż układ aksjomatów jest niesprzeczny, jeśli udało się znaleźć choć jedną interpretację terminów pierwotnych czyli zespół przedmiotów, który spełnia w s z y s t k i e aksjomaty. Niech np. G będzie to zbiór punktów na prostej, zaś symbol $<$ niechaj znaczy „leży na lewo od“. Łatwo sprawdzić, że przy tej interpretacji zdania Z_1 Z_2 Z_3 są wszystkie prawdziwe, a więc ich układ jest niesprzeczny. Niełatwo natomiast ustalić bezsprzeczność c a ł e g o jakiegoś systemu dedukcyjnego. Cóż z tego, że zespół twierdzeń naprawdę j u ż w y s n u t y c h przez Bolyai'a z układu aksjomatów nieeuklidesowego okazał się wolny od sprzeczności; czy jesteśmy zupełnie pewni, a raczej czy możemy d o w i e ś ć, że w przyszłości nigdy żadnej sprzeczności w tej nowej geometrii nie napotkamy? Po raz pierwszy wyłoniło się tu z a g a d n i e n i e niesprzeczności pewnej teorii dedukcyjnej i dowodu tej niesprzeczności.

Nazwijmy dwa zbiory przedmiotów S_1 i S_2 i z o m o r f i c z n y m i, jeżeli każdemu elementowi zbioru S_1 można jednoznacznie przyporządkować, wedle określonego prawa, element zbioru S_2, i to tak, że jeśli między pewnymi elementami zbioru S_1 zachodzą pewne stosunki r_1 r_2..., odpowiadające im stosunki zachodzą i między odpowiednimi elementami zbioru S_2. Nie ma więc zdania, któreby było ważne dla przedmiotów S_1, a nie miało odpowiednika prawdziwego ze względu na przedmioty S_2, i nawzajem. Łatwo się przekonać, że np. ciągi liczb naturalnych (1, 2, 3...) oraz liczb dodatnich (+1, +2, +3...) są izomorficzne; że między ich elementami zachodzi odpowiedniość doskonała, a nadto, że wynikom każdego z 4 działań podstawowych, dokonanych na pewnych elementach pierwszego zbioru, odpowiadają wyniki uzyskane przez analogiczne działania na odpowiednich elementach drugiego zbioru.

Otóż dowód niesprzeczności geometrii nieeuklidesowej, dokonany przez F. Kleina ((1870), polegał na okazaniu, że system geometrii nieeuklidesowej jest „odwzorowany“ w systemie Euklidesa, albo, że istnieje „model“ w geometrii Euklidesa dla nieeuklidesowej geometrii, lub też, że pierwszy jest izomorficzny z drugim. Każdemu tedy terminowi pierwszej Klein przyporządkował, wedle określonych przepisów, pewien wyraz drugiej; każdemu zdaniu pierwszej — odpowiednie zdanie drugiej. Stworzył rodzaj słownika dla przekładania jednej teorii na drugą: zastępując terminy pierwotne nieeuklidesowej geometrii odpowiednimi terminami euklidesowej, przetłumaczył po prostu aksjomaty pierwszej na język euklidesowy i otrzymał same zdania euklidesowej geometrii. W tym przekładzie, jak w każdym tłumaczeniu z języka jednego na drugi, coś zachowuje się niezmiennie: w tym razie niezmiennymi okazują się wszystkie logiczne związki między twierdzeniami któregokolwiek z tych systemów a jego aksjomatami. Najwidoczniej związki te są niezależne od szczególnej interpretacji nadawanej terminom pierwotnym, od „modelu“ wybranego, tj. od przedmiotów wchodzących w miejsce wyrazów pierwotnych. Oto więc jeszcze jeden walny powód, żeby nadawać teoriom dedukcyjnym postać systemów sformalizowanych: każde twierdzenie udowodnione w jednym systemie S_1, można wtedy bez dowodu „przenieść“ do systemu S_2, który jest względem S_1 izomorficzny, tzn. można je uznać za prawdziwe dla przedmiotów S_2.

Dowód Kleina jest oczywiście warunkowy: wykazano, że niesprzeczna jest geometria nieeuklidesowa, o ile geometria Euklidesa wolna jest od sprzeczności. Niesprzeczność jednego systemu sprowadzono do niesprzeczności innego. Sprawa dowodu niesprzeczności, że tak powiemy, absolutnej — pozostała nadal otwarta.

Dodajmy od razu, jest otwarta także w chwili obecnej. W rezultacie badań Hilberta wydawało się, że można wykazać niesprzeczność systemu arytmetyki włącznie z logiką za pomocą rozważań metamatematycznych, opierających się tylko na niektórych założeniach arytmetyki i logiki. Wszakże w ostatnich latach (1931) pojawiła się próba okazania, że nie podobna zasadniczo (a nie tylko w tej chwili) udowodnić niesprzeczności jakiegokolwiek systemu logiczno-matematycznego w ogóle za pomocą środków z tego właśnie systemu zaczerpniętych; trzeba na to środków nowych, których sam ten system nie dostarcza. W związku z tym usiłowano przeprowadzić dowód tezy, że każda arytmetyka jest systemem niezupełnym, i to znów zasadniczo; innymi słowy, że w każdym formalnym systemie, zawierającym arytmetykę i logikę, istnieją pewne zdania arytmetyczne nierozstrzygalne i pewne terminy arytmetyczne nie dające się określić. Trzeba dodać od razu, że tę nierozstrzygalność i niezdefiniowalność wolno interpretować tylko w sensie względnym: w odniesieniu do uważanego systemu. Nie znaczy to zatem, że istnieją zdania same w sobie i raz na zawsze nierozstrzygalne;

znaczyłoby jednak, że takiego systemu, w którym by wszystkie zdania arytmetyczne były rozstrzygalne, a wszystkie pojęcia dawały się określić, nie ma.

Sprawa jest w tej chwili niezakończona, płynna; ta próba, jak ją nazwaliśmy, wykazania ostatnich dwóch tez nie jest definitywnie nawet skontrolowana; kontrola jest w toku. W każdym razie należy stwierdzić, że nie ma może w tej chwili tezy, dotyczącej podstaw matematyki, tezy metamatematycznej, której by nie przeciwstawiano diametralnie odmiennej antytezy. Ograniczymy się do kilku przykładów:

1) teza powyższa Hilberta, dotycząca dowodu niesprzeczności (arytmetyki i logiki);	1′) tezy Gödela (dwie ostatnie);
2) arytmetyka, a więc i cała matematyka o ile na arytmetyce się opiera, jest sprowadzalna do logiki: można terminy podstawowe arytmetyki zdefiniować za pomocą czysto logicznych terminów, a zdania podstawowe arytmetyki można wywieść ze zdań logicznych;	2′) arytmetyki nie można sprowadzić do logiki, jest ona autonomiczną nauką, opartą na swobodnie wybranych umowach;
3) matematyka jak logika składa się ze zdań tautologicznych;	3′) matematyka nie składa się z tautologij, lecz wysnuwa wnioski z swobodnie wybranych założeń;
4) matematyka jest systemem zwartym, którego twierdzenia są prawdziwe.	4′) matematyka a) nie jest jednym systemem, lecz hierarchią systemów nigdy niezamkniętą, b) jej zdania nie są prawdziwe ani fałszywe, lecz zgodne lub niezgodne z pewnymi umowami (por. 2).

Inne rozbieżności wskażemy w innym miejscu.

§ 37. **Metoda aksjomatyczna.**

Metoda, którą przedstawiliśmy w §§ 33—36, została zastosowana po raz pierwszy w geometrii, później rozciągnięto ją na arytmetykę, częściowo i na niektóre nauki empiryczne, jak pewne działy fizyki. Nosi ona nazwę m e t o d y a k s j o m a t y c z n e j. Obejmuje dwie sprawy r ó ż n e, choć od siebie zależne:

(a) uporządkowanie terminów i zdań pewnej nauki, jak widzieliśmy, w myśl zasady jawności i precyzyjności terminów, nadto wedle zasady jawności aksjomatów i reguł dowodzenia, i systematyczne stosowanie tych reguł kolejno do aksjomatów oraz do zdań z nich już wywiedzionych (dedukcja);

(b) wykrycie i oddzielenie logicznej struktury tej nauki od jej intuicyjnej empirycznej treści.

Składają się tedy na tę metodę naprzód te wszystkie przepisy, wedle których każdy system dedukcyjny aksjomatyczny w szeregu oznaczonych operacji budujemy; jak sobie przypominamy, chodzi tu o wybór wyrazów pierwotnych czyniących zadość określonym warunkom, o określanie terminów pochodnych wedle oznaczonych reguł, o wybór aksjomatów spełniających określone warunki, o ustalanie dyrektyw dowodzenia itp. Ale metoda ta zawiera też zasady, wedle których badamy, c z y wybrany układ aksjomatów s p e ł n i a pewne warunki, np. warunek niezależności, zupełności, a zwłaszcza niesprzeczności. Słowem, metoda aksjomatyczna jest zarówno metodą, za pomocą której wznosimy pewien system dedukcyjny, jak i metodą, za pomocą której zbudowany system poddajemy rozważaniom m e t a t e o r e t y c z n y m. Co innego udowodnić twierdzenie Pytagorasa, a co innego badać, które aksjomaty geometrii Euklidesa są do uzasadnienia tego twierdzenia nieodzowne. Pierwsze jest rzeczą geometrii, drugie metageometrii; ale jedno i drugie polega na zastosowaniu metody aksjomatycznej.

Dzięki tej metodzie umiemy, jak się okazało w poprzednich paragrafach, (1°) przeprowadzić dokładną kontrolę logicznej poprawności wywodów w systemie, (2°) wykryć — i w miarę potrzeby wyeliminować — zawarte w nim czynniki intuicyjne, (3°) wydobyć na jaw logiczne związki między zdaniami tego systemu, a tym samym dokonać analizy jego struktury, (4°) wykryć jedność badanej dziedziny, a więc i jedność teorii, (5°) ujawnić mnogość możliwych interpretacji pewnego układu aksjomatów i wyzyskać tę własność dla budowania bez dalszego dowodu twierdzeń jednej teorii, gdy dowiedzione są twierdzenia teorii względem niej izomorficznej.

§ 38. **Rola elementów intuicyjnych w systemach dedukcyjnych.**

Dla pewnych zupełnie określonych i ważnych celów, które wskazane zostały w poprzednich paragrafach, okazało się rzeczą nieodzowną nie odwoływać się do wyobrażeń np. przestrzennych lub innych, gdy się system dedukcyjny rozbudowuje; uchodzi za rzecz celową takie pierwiastki intuicyjne rugować, ażeby tym przejrzyściej na jaw wystąpiły formalne związki stanowiące strukturę teorii.

Byłoby jednak błędem sądzić stąd, że „intuicja“ nie odegrała żadnej roli w genezie takich systemów, lub że możemy wyrzec się jej zupełnie w badaniu ich własności.

Przez „intuicję“ rozumiemy tu nie tzw. natchnienie, twórczą inspirację badacza, jego inwencję, racjonalnie nieuchwytny proces nagłego i pozornie nieprzygotowanego powstania pewnej myśli; ani też nie obchodzą nas tu nastroje, które takim aktom towarzyszą. „Intuicja“ znaczy tu po prostu tyle, co niepojęciowe ujmowanie, nie na analizie pojęciowej polegające, ani na dyskursywnych operacjach (rozumowania) „widzenie“ bezpośrednie konkretów. Intuicyjne elementy zatem to takie, które czerpiemy z konkretnego oglądu, to wyobrażenia, które wskazać możemy i opisać jako coś wprost danego, a nie określić. Nie każdy jest obdarzony intuicją w sensie pierwszym, ale każdy posiada nieogarnione mnóstwo wiadomości zdobytych „intuicją“ w drugim znaczeniu: pewne proste stosunki przestrzenne, czasowe (jednoczesność), stosunki pokrewieństwa itp., ale i to wszystko, co wiemy na podstawie tzw. „oczywistości“ zmysłowej o faktach elementarnych.

Takiemu „widzeniu“ bezpośredniemu każda, nawet formalna, nauka zawdzięcza co najmniej swe powstanie. Samo ustanowienie wyrazów pierwotnych i aksjomatów dokonało się w geometrii Euklidesa w drodze intuicji przestrzennej, która najwidoczniej przenikła od razu całą dziedzinę stosunków 3-wymiarowej przestrzeni, skoro przyjęty układ aksjomatów wystarczał z grubsza na wzniesienie monumentalnego gmachu geometrii. Nie zapominajmy nadto, że matematyka to nie tylko „wyprowadzanie, za pomocą pewnych wyraźnie wymienianych sposobów, zdań z pewnych wyraźnie wymienionych innych zdań"; to także stawianie zagadnień i poszukiwanie dla nich rozwiązań. Otóż nieodzowną pomocą w wyszukiwaniu pytań i drogowskazem koniecznym w znajdywaniu ich rozwiązań bywa, niezależnie od inspiracji, bezpośredni ogląd.

Tak samo zdaje się nie ulegać wątpliwości heurystyczne znaczenie intuicji dla powstania nie tylko geometrii, ale i arytmetyki i logiki tradycyjnej. Tylko taką genezą tych nauk tłumaczy się chyba, że w każdej z nich zastajemy naprawdę pierwiastki intuicyjne, które dopiero rozwój metody aksjomatycznej stopniowo usuwa.

Czy w istocie pierwiastki intuicyjne znikają? Zrozumiejmy bliżej, o co tu chodzi. Metoda aksjomatyczna nie jest jednoznacznie związana z jednym jakimś obszarem i rodzajem przedmiotów, skoro w jednakiej mierze pozwala nam budować geometrię co i arytmetykę, logikę i kinematykę. A jednak nie może ona, z drugiej strony, być od natury przedmiotów w pewnej nauce badanych całkowicie niezależna, jeśli niesposób dedukować np. praw statyki z aksjomatów arytmetyki. Tej „natury" przedmiotów niepodobna, innymi słowy, scharakteryzować za pomocą samej metody aksjomatycznej. Czym różnią się przedmioty, które kolejno podstawiać możemy za terminy pierwotne sformalizowanego systemu aksjomatycznego, w czym są od siebie odmienne poszczególne możliwe interpretacje tego samego systemu, to w samym systemie nie jest wyszczególnione. Jest on na to zbyt obszerny i zbyt schematyczny. To uchwycić możemy tylko intuicją; odmienność ta musi być intuicyjnie dana.

Nie jest to już kwestia udziału elementów intuicyjnych w genezie systemu dedukcyjnego; składniki te uczestniczą też koniecznie w charakterystyce każdej z możliwych interpretacji pewnego systemu aksjomatycznego. Jeśli więc istnieje możliwość uniezależniania się takich systemów od składników intuicyjnych, to w pewnym szczególnym znaczeniu, które wskażemy nieco dalej. Tutaj warto chwilę refleksji poświęcić wynikom badań szkoły w Würzburgu (Külpe) nad myśleniem: można pomyśleć treści, nie przedstawiając ich sobie. Znaczy to niewątpliwie: związek między myślami a pierwiastkami intuicyjnymi jest niejednoznaczny, treść pomyślana nie jest jednoznacznie wyznaczona przez treść przedstawioną. Ale zarazem równie pewną jest rzeczą, że jakieś pierwiastki intuicyjne zawsze są niezbędne. Słowem, dowolnie mały zasób treści wyobrażeniowych wystarcza do „związania" dowolnie dużego zasobu myśli — w tej formule, nieco chemicznie brzmiącej, streszcza się zarówno fakt zależności, jak i rodzaj niezależności swoistej myślenia od składników oglądowych, wedle świadectwa niektórych faktów z psychologii myślenia. Poprzednie rozważania nad systemem aksjomatycznym mówią poniekąd coś pokrewnego: mimo iż w pewnym sensie zachodzi niezależność od elementów intuicyjnych, w innym znów określonym znaczeniu zawsze pierwiastki wyobrażeniowe ważki swój wpływ wywierają.

To też w systemie dedukcyjnym w mniejszym lub większym stopniu już sformalizowanym zrywamy z „intuicją" tylko pozornie. Ilekroć bowiem chodzi o zagadnienia metateoretyczne, o zbadanie niezależności układu aksjomatów, a tak samo jego niesprzeczności, trzeba, jak widzieliśmy, szukać interpretacji dla terminów pierwotnych; należy wskazać takie przedmioty, które podstawione za te terminy spełniają wszystkie aksjomaty, gdy niesprzeczność mamy wykazać, lub spełniają wszystkie aksjomaty prócz jednego, gdy zależy na okazaniu, że ten właśnie aksjomat jest od innych niezależny. Takich przedmiotów nawet znaleźć niepodobna bez odwołania się do elementarnych doświadczeń, do konkretnych wyobrażeń, słowem, do „intuicji"; samo zaś „sprawdzenie", czy znalezione przedmioty spełniają aksjomaty, wymaga znów pomocy „intuicji".

Cóż więc znaczy wymaganie, by uwolnić się od pierwiastków intuicyjnych? Nie dość bynajmniej uniezależnić się od intuicji w tym sensie, żeby inspiracja i towarzyszące jej nastroje nie znajdywały miejsca i wyrazu w systemie dedukcyjnym. Nie o to chodzi, to nie stanowi żadnego zagadnienia. Postulat eliminacji elementów intuicyjnych ma sens taki, że żadna konkretna interpretacja systemu aksjomatycznego nie powinna być wyszczególniona; tylko wtedy bowiem system ten będzie schematem, dopuszczającym różne interpretacje na równych prawach. Choć jednak w skład zbudowanego systemu dedukcyjnego elementy intuicyjne w tym sensie mogą nie wchodzić i ostatecznie nie wchodzą, choć uniezależniamy się od ich wpływu w przeprowadzaniu dowodów, niepodobna w specjalnych badaniach pewnych właściwości takiego systemu nie uciec się do szczególnej konfrontacji systemu z czymś, co jest intuicyjnie dane.

Wygnane ze systemu sformalizowanego, pierwiastki intuicyjne wracają w metateorii, która strukturę tego systemu ma za przedmiot. Jeśli w matematyce okazało się rzeczą celową i płodną, z terminami pierwotnymi nie wiązać żadnych znaczeń prócz tych, które określone są implicite przez aksjomaty, a tak samo nie przypisywać wreszcie nawet terminom logicznym żadnych treści poza tymi, jakie logiczne aksjomaty konstytuują, jeśli więc o aksjomatach nie można orzec, że są prawdziwe, to w metamatematyce — mającej wszak „znaki" i „napisy" za przedmiot — niepodobna obejść się bez twierdzeń wyraźnie treściowych, wyraźnie prawdziwych, po prostu mówiąc, bez opisu pewnych elementarnych oglądowych stanów rzeczy. To też nie kto inny tylko właśnie ten sam Hilbert oświadcza o metamatematyce: „Aksjomaty i twierdzenia są odbiciem myśli, które stanowią zwykłe sposoby postępowania dotychczasowej matematyki, ale one same nie są prawdami w sensie absolutnym. Za absolutne prawdy należy raczej uważać przekonania (Einsichten), których dostarcza moja teoria dowodu co do dowodliwości i niesprzeczności owych systemów formuł" (scil., którymi są systemy sformalizowane).

§ 39. **Logika dwu- i więcejwartościowa.**

Zarówno w logice starożytnej, jak i we względnie najdoskonalszym współczesnym systemie logiki zakłada się milcząco, że każde zdanie może być tylko prawdziwe lub fałszywe. W takim systemie ważne jest w każdym razie prawo wyłączonego środka orzekające, że z dwóch zdań sprzecznych (p i nie-p) jedno jest prawdziwe, oraz prawo sprzeczności głoszące, że jedno ze zdań sprzecznych jest fałszywe. Możemy każdą taką logikę nazwać dwuwartościową, przez co chcemy ściśle biorąc powiedzieć, że każda zmienna zdaniowa może tu przybrać tylko jedną z dwóch „wartości", które oznaczamy zwykle symbolami „1" dla prawdy, „0" dla fałszu. Znaki te są tu użyte czysto konwencjonalnie, a więc tak jak „numery" domów lub nazwy stopni na termometrze, nie zaś jako pewne miary stopnia np. w rachunku prawdopodobieństwa.

Czy takie systemy logiki są jedynie możliwe? Czy nie możnaby zbudować niesprzecznego systemu logiki, zakładając obok „wartości" 1 i 0 jeszcze ponadto np. trzecią wartość, oznaczoną symbolem innym? Pewne pomysły w tym kierunku mógł nasunąć podział zdań Arystotelesa, który rozróżniał zdania o tym, co faktycznie jest, zdania o tym, co być musi, i zdania o tym, co być może; później nadano nazwy pierwszym zdaniom — zdań asertorycznych, drugim — apodyktycznych, trzecim — problematycznych. Zdania o tym, co „możliwe" w tym znaczeniu, że urzeczywistni się warunkowo dopiero w przyszłości, można rozpatrywać jako w pewnej mierze „nieoznaczone", tj. ani prawdziwe ani fałszywe, tylko właśnie jako mające dopiero przejść w zdania prawdziwe lub fałszywe, gdy spełnią się (lub nie spełnią) pewne warunki. Stąd otwiera się szersza perspektywa na pewne ważne pytania dotyczące przyszłego stanu pewnego wycinka rzeczywistości, możliwości wyznaczenia takiego stanu.

Ale i pominąwszy tak ponętne widoki natury filozoficznej, gdyby udało się okazać, że można system logiki inny niż dwuwartościowy, równie wolny od sprzeczności, skonstruować, zaksjomatyzować, byłby to ogromny z punktu widzenia nauki postęp, nawet jeśliby na razie nie było pewne, czy i jakie dla tak zbudowanego sformalizowanego systemu dadzą się znaleźć interpretacje; bo postęp niewątpliwy upatrywać musimy zawsze w rozszerzeniu skali dotychczasowych pojęć i w okazaniu, że założenia, uważane dotąd za oczywiste, są takimi tylko pozornie.

Łukasiewiczowi zawdzięczamy zbudowanie pierwszego systemu logiki trójwartościowej. W systemie tym wprowadza się „wartość" nową, oznaczoną znakiem $\frac{1}{2}$, oprócz „wartości" 1 i 0. Negacja zdania o „wartości" $\frac{1}{2}$ ma również „wartość" $\frac{1}{2}$. Regułę, którą odczytujemy ze stosunku implikacji do jej członów (poprzednika i następnika) na gruncie logiki dwuwartościowej, przenosimy i na nowe „wartości" — regułę, że implikacja jest prawdziwa zawsze i tylko wtedy, ilekroć poprzednik ma „wartość" równą lub mniejszą od „wartości" następnika. Za pomocą implikacji określa się sumę logiczną, a pośrednio przy pomocy sumy i negacji definiuje się logiczny iloczyn. W ten sposób rozciągamy tabelę „wartości" wszystkich funkcji prawdziwościowych na „wartości" nowe. (Por. pyt. 6., rozdz. I.).

Okazuje się przy tym, że jeśli sumę określi się w jeden z dwóch możliwych sposobów, w ten mianowicie, który przyjmuje Łukasiewicz, prawa wyłączonego środka i sprzeczności przestają być w tym systemie słuszne. Prawa te pozostają natomiast nadal ważne, jeśli zastosujemy drugą, równouprawnioną, definicję sumy logicznej. Słowem, okazuje się, że niesłuszną byłoby rzeczą utożsamiać każdą logikę, inną od dwuwartościowej, z logiką zbudowaną przez odrzucenie praw wyłączonego środka i sprzeczności.

Ale nie tylko udało się skonstruować systemy naprzód logiki trójwartościowej, a później w zarysie i n — wartościowej, czyniące zadość warunkowi niesprzeczności, dające się zaksjomatyzować. Znalazły się próby szczęśliwe interpretacji systemów. Choć znaki „1“ i „0“ miały zrazu tylko konwencjonalne znaczenie w logice, nasunęło się przeświadczenie, że można i należy logikę związać w jakiś sposób z rachunkiem prawdopodobieństwa, gdzie znaki te oznaczają miary stopnia prawdopodobieństwa. Przeświadczenie takie zrodziło się wcześniej niż logika wielowartościowa, a mianowicie w chwili, gdy Grelling, a później Łukasiewicz, wprowadził pojęcie wypowiedzenia „nieoznaczonego“, tj. zawierającego zmienną wyrażenia, które nie jest ani prawdziwe ani fałszywe (funkcja zdaniowa!), ale dla pewnych wartości zmiennej przechodzi w zdania prawdziwe, dla innych w zdania fałszywe. Wypowiedzenie „liczba naturalna x jest podzielna przez 2“ jest nieoznaczone w tym sensie i przechodzi, w zakresie określonym zmiennej $x \leqq 8$, w zdania prawdziwe dla $x = 2, 4, 6, 8$. Jeśli przez wartość prawdziwościową takiego wypowiedzenia rozumieć będziemy stosunek liczby wartości zmiennej, dla których wypowiedzenie staje się zdaniem prawdziwym, do ogółu wszystkich wartości w określonym zakresie zmienności, w naszym przykładzie otrzymamy jako wartość wypowiedzenia ułamek $\frac{1}{2}$, który będzie już nie nazwą, ale miarą, taką właśnie, jaką stosuje się w rachunku prawdopodobieństwa.

Otóż jedna z interpretacji logiki wielowartościowej polega na tym, że zdaniu, o którym można powiedzieć, iż prawdopodobieństwo jego prawdziwości wynosi 0, przypisujemy wartość 0; analogicznie, jeśli prawdopodobieństwo, że zdanie jest prawdziwe, wynosi 1, mówimy, że zdanie ma wartość 1. Wartości ułamkowe, w przedziale od 0 do 1, przypisujemy zdaniom, dla których miary prawdopodobieństwa stanowią odpowiednie ułamki między 0 a 1. Między wartościami 0 i 1 rozciąga się ciągła, nieskończona skala wartości prawdopodobieństwa pośrednich. (Por. § 24). Badania nad tymi związkami, łączącymi logikę wielowartościową z rachunkiem prawdopodobieństwa, dalekie są od jakiegoś wyczerpującego stanu rzeczy; są one w toku i, jak zwykle w takich razach bywa, pełno i tu rozbieżności, spraw spornych wymagających dalszej analizy. Dlatego ograniczamy się do krótkich uwag wyżej nakreślonych.

§ 40. **Stosunek logiki do innych nauk.**

Logika formalna może słusznie uchodzić za podstawę wszystkich innych nauk. W zdaniach jakiejkolwiek innej nauki, obok jej wyrazów specjalnych (jak w geometrii — odcinek, w chemii — pierwiastek itd.), figurują zawsze, jak wiemy, tzw. stałe logiczne, terminy wspólne naukom wszystkim, a przez żadną z nich co do swego znaczenia i roli niebadane. O wyrazach takich była mowa w § 3 i n. Tego rodzaju wyrazy bada właśnie logika formalna. Możnaby ją tedy określić wręcz jako naukę, która zajmuje się stałymi logicznymi, a zajmuje się nimi tak, że wyznacza ich sens, klasyfikuje je, a przede wszystkim ustala prawa, którym one podlegają, i wznosi teorie, których zdania (funkcje) są skonstruowane wyłącznie z takich stałych oraz ze zmiennych, bądź nazwowych, bądź zdaniowych. Jako nauka o stałych logicznych, logika formalna, na kształt systemu nerwowego wysyłającego najdelikatniejsze swe rozgałęzienia do wszystkich zakątków ustroju, wrasta we wszystkie nauki, przenikając je i wiążąc ze sobą. Dostarcza im ona rzec można wspólnego języka.

Ten fakt wszakże pozwala odsłonić dalszy rys logiki jako nauki podstawowej względem nauk pozostałych. Niepodobna przejąć od logiki wyrazów stałych, a nie przejąć praw, którym one są posłuszne. W istocie widzieliśmy, że budując sposobem aksjomatycznym pewną naukę dedukcyjną np. arytmetykę, jako naukę samoistną, tj. niesprowadzoną do logiki, musimy prócz aksjomatów i definicji tej nauki specjalnej przyjąć pewne prawa logiki, które w ramach tej nauki uznajemy za pierwotne; nadto do wszystkich tych zdań podstawowych, zarówno specjalnych jak logicznych, musimy stosować dyrektywy logiczne, tj. reguły, które nas od tych zdań przeprowadzają do nowych. Niepodobna, słowem, wznieść żadnej nauki dedukcyjnej bez zaczerpnięcia z języka logiki i bez odwołania się zarazem do pewnych jej praw, wziętych bądź jako przynajmniej niektóre przesłanki naczelne, bądź jako sposoby dowodzenia. Stosuje się to, rzecz prosta, również do logiki samej z tymi uproszczeniami, że jako terminy pierwotne figurować będą w jej systemie tylko wyrazy logiczne, a jej własne aksjomaty i definicje będą jedynymi zdaniami ostatecznymi. W tym tedy znaczeniu logika sama na żadnej innej nauce się nie „zasadza", podczas gdy inne nauki dedukcyjne „wspierają się" na niej bezpośrednio, lub pośrednio.

Logice współczesnej powiodło się, co więcej, zbudować arytmetykę nie tylko jako dyscyplinę w znaczeniu wyżej określonym „opartą" na logice, ale wręcz jako „część" tej logiki, jako jeden z jej rozdziałów. Metody, za pomocą których tego dokonać się udało, tutaj nie możemy podać; ograniczymy się do wskazania jej wyniku: przy takiej metodzie budowania, wszystkie wyrażenia arytmetyki (liczba, $>$, $<$ dodawanie itp.) dają się określić przy pomocy terminów czysto logicznych, a wszystkie jej prawa mogą być wywiedzione z aksjomatów i definicji logiki, tak właśnie jak prawa logiki samej. Logika nie tylko znajduje zastosowanie w arytmetyce, tak pojętej, ale ją sobą obejmuje.

W naukach empirycznych rola logiki jest o tyle podobna, że i w nich korzystamy z jej praw i sposobów przechodzenia od jednych zdań do drugich, choć daleko nam tutaj do zupełnego ujawnienia logicznych podstaw. W tej wszakże mierze, w jakiej w naukach znaleźć może zastosowanie metoda aksjomatyczna, jak w niektórych działach fizyki, udział logiki jako nauki podstawowej w określonym sensie staje się widoczny i bezsporny. Że zaś fizyka zawiera pojęcia i zasady podstawowe dla innych nauk przyrodniczych, można zrozumieć przekonanie, wyrzeczone przez jednego z pionierów metody aksjomatycznej w geometrii i we fizyce, że wszystko, co w ogóle może być przedmiotem myślenia naukowego, jeśli tylko dojrzałe jest do ujęcia w teorię, podlega metodzie aksjomatycznej, a więc pośrednio matematyce.

Nie można się dziwić, że właśnie fizyka pierwsza tej metodzie stała się dostępna, jeśli się zważy, że fizyka to wszystko i tylko to bada, co jest mierzalne, w myśl wskazania twórcy nowożytnej mechaniki Galileusza, by „mierzyć wszystko, co jest mierzalne, a próbować poddać mierzeniu to, co jeszcze mierzalne nie jest". A zmierzyć coś znaczy, jak wiemy, zastosować pojęcie równości, dodawania, skali liczbowej; słowem, wprowadzić element matematyczny. Program Galileusza stał się hasłem epoki: zrealizował je współczesny Galileuszowi, Wiliam Harvey, odkrywając krążenie krwi. I on, jak Galileusz, nie zadowalniał się jakościowym opisem faktów, i on miał odwagę pytania o ilość. Co więcej, postulat ten stał się hasłem całego przyrodoznawstwa nowożytnego. Kartezjusz marzył o nauce uniwersalnej, któraby pozwoliła z zasad najogólniejszych rozwinąć całe poznanie rzeczywistości; metoda tej nauki miała być matematyczna. Wiara we wszechmoc matematyki, także w zakresie przyrodoznawstwa, była powszechna. Gdy przeto Newton, objąwszy wszystkie ruchy na niebie i na ziemi, wznosi gmach mechaniki, czyni to w szacie dedukcyjnej, ziszczając częściowo ideał Kartezjusza.

Odtąd żaden z wielkich fizyków nie omieszkał nadać dyscyplinie swej postaci aksjomatycznej. Od końca XVIII w. próby uporządkowania pojęć i praw fizykalnych, w sposób metodzie aksjomatycznej właściwy, znachodzimy kolejno w mechanice, teorii ciepła, optyce, w nauce o elektryczności i magnetyźmie. Mniej więcej w połowie XIX w. prawa każdej z tych dziedzin wyprowadza się z kilku zaledwie najogólniejszych praw podstawowych. W drugiej połowie tegoż stulecia poczyniono doniosłe postępy w kierunku dalszej syntezy gałęzi fizyki, dotychczas od siebie niezależnych. Przyjmując np., że ciepło polega na niewidzialnym bezładnym ruchu drobin, wcielono prawa nauki o cieple w systemat praw mechaniki: tzw. pierwsza zasada termodynamiczna, orzekająca, że każdej ilości ciepła jest równoważna zawsze określona ilość pracy mechanicznej, jest wyrazem tego związania dwóch odrębnych i samoistnych przedtem działów fizyki w nową całość. Analogicznie, z ośmiu naczelnych praw elektrodynamiki udało się wywieść podstawowe prawa optyki. Wysiłki do tego zmierzające celu nie ustały w naszym stuleciu; są one coraz trudniejsze, ale i coraz śmielsze: teoria względności, mechanika kwantowa, posunęły sprawę aksjomatyzacji fizyki naprzód w stopniu nieoczekiwanym. Wydaje się, że zbliżamy się w niezachwianym pochodzie do ideału Kartezjusza; a choć nie wierzymy, że materia to po prostu rozciągłość, i że prawa fizyki to bez reszty prawa mechaniki, to jednak sam ideał aksjomatyzacji jest wciąż żywy.

W miarę jak dokonywa się ten proces stopniowej syntezy coraz rozleglejszych dziedzin rzeczywistości fizykalnej, można śledzić rozwój metody aksjomatycznej, na tym obszarze stosowanej, w kierunku jej rosnącej radykalizacji. Podobnie zresztą, jak w naukach typowo dedukcyjnych. Z początku chodzi raczej tylko o szatę dedukcyjną. Terminy pierwotne w nauce młodszej, o ile w ogóle są wyraźnie wyodrębnione, mają jeszcze swój sens intuicyjny, a aksjomaty są pewnikami, narzucającymi się mocą swej oczywistości. Tak przedstawia się geometria Euklidesa w postaci tradycyjnej. Z czasem jednak zrzekamy się przypisywania znaczenia terminom pierwotnym (a tym samym wszystkim pozostałym) nauki specjalnej, traktujemy je jak zmienne, a zwykły sens zachowujemy tylko jeszcze dla wyrazów logicznych. Systemat nauki składa się wtedy z samych funkcji zdaniowych, aksjomaty nie mogą mieć określonego sensu, a więc nie mogą być oczywiste. W dalszej wreszcie fazie wymagamy, ażeby z żadnym symbolem nie było wiązane żadne inne znaczenie prócz tego, które jest określone implicite, czyli — jak mówimy — jest ukonstytuowane przez przyjęty układ aksjomatów. Formalizacja w najskrajniejszej postaci jest ostatnim etapem ewolucji metody aksjomatycznej. Tak sformalizowana jest, jak widzieliśmy w § 35, geometria w ujęciu Hilberta.

Otóż radykalizacja metody aksjomatycznej we fizyce, zwłaszcza pod wpływem teorii względności dokonana, polega na sprowadzeniu niemal bez reszty stosunków zachodzących w świecie fizykalnym do stosunków geometrycznych. Nie tylko aksjomaty nie posiadają tu więcej charakteru intuicyjnego i oczywistego, przeciwnie są sformułowane w najbardziej abstrakcyjnej szacie matematycznej; cała symbolika jak gdyby utraciła kontakt z rzeczywistością fizykalną. Wydaje się, jak gdyby, wprowadziwszy pierwiastek matematyczny do opisu zjawisk, ująwszy symbole w matematyczne związki i poddawszy związki te logicznym przekształceniom, uwierzono, że można symbole matematyczne oderwać od ich fizykalnych odpowiedników. Przeoczono, jak się zdaje, że symbole w aksjomatycznej fizyce tym się różnią od czysto matematycznych, iż właśnie takie odpowiedniki mają; przeoczono innymi słowy, że związanie symboli i rzeczy nimi oznaczonych w aksjomatach samych wyrażone nie jest, ale niemniej istnieje, że więc tutaj aksjomaty, jako definicje implicite występujących w nich symboli, nigdy nie wystarczają i potrzebne są zawsze jeszcze szczególne zdania, pozwalające tę symbolikę przełożyć na język faktów.

Dla ilustracji może następujący przykład. Próbując określić stosunki czasowe „wcześniej" — „później", Leibnitz wpadł na pomysł, ażeby użyć w tym celu pojęć „przyczyny" i „skutku". Z dwóch zdarzeń, powiada, niejednoczesnych a przyczynowo związanych, to jest wcześniejsze, które jest przyczyną, a to późniejsze, które jest skutkiem. Zdawałoby się, że wszystkie warunki poprawnej definicji są tu spełnione. Sprzeczności nie ma; możemy z języka wyrugować bez reszty wyrazy „wcześniej“ i „później“, zastępując je terminami „przyczyna“ i „skutek“. Otrzymujemy w ten sposób język zupełnie konwencjonalny — tak właśnie „podobało nam się“ dokonać przyporządkowania. Nie wystarcza to jednak bynajmniej, ażeby budować realną naukę, tj. poznanie rzeczywistości. Potrzebne są jeszcze warunki stosowalności tej definicji, które w definicji samej zawarte nie są. Warunki te mieszczą się poza nią, a mianowicie (w Leibnitza teorii) jednym z nich jest intuicja niejednoczesności: niedość jest definiować, muszę umieć odróżnić, bezpośrednio i niezależnie od wszelkich definicji, jednoczesność od niejednoczesności zdarzeń. Dla scharakteryzowania logiki i matematyki wystarcza więc, z pewnym zresztą dużym zastrzeżeniem, stwierdzenie, że w matematyce chodzi tylko o to, by „wyprowadzać zdania za pomocą pewnych metod, które można wymienić (i w różny sposób wybrać) z pewnych zdań, które można wskazać (i w różny sposób wybrać)“. Zadanie fizyki zaksjomatyzowanej w takim określeniu zgoła się nie wyczerpuje.

Źródło wspomnianych przeoczeń tkwi w pomieszaniu języka w sensie „syntaktycznym“ z językiem treściowym, lingwistycznym, oraz języka w tym drugim sensie z konkretnym stanem rzeczy wyrażonym w tym języku. W naukach formalnych sformalizowanych, aksjomaty i definicje możemy uważać za reguły, dotyczące stosunków między symbolami, dyrektywy zaś za reguły przepisujące, jak z danych zdań budować nowe. Ogół tych reguł można właśnie uważać za język w sensie „syntaktycznym“. W naukach tych, jak wiemy, związek między układem aksjomatów a wywiedzionymi z nich twierdzeniami jest niezależny od treści symboli i znaczenia zdań, a więc niezależny od zmiennego „modelu“ czyli garnituru przedmiotów figurujących w miejscu terminów pierwotnych. Ta tożsamość związku jest niczym innym jak tożsamością języka „syntaktycznego“ uważanego systemu sformalizowanego; sam język jest tu od treści symboli i zdań niezawisły.

Otóż w fizyce aksjomatycznej jest inaczej. Język w sensie „syntaktycznym“ zachowuje i tu tożsamość, w pewnej zresztą tylko fazie rozwoju fizyki, ale nie stanowi on jeszcze kompletnej fizyki, która mówi nadto językiem p r z e k ł a d a l n y m na mowę faktów. Spierać się więc można o to, czy język równań jest dla celów fizyki d o g o d n y, ale nie, czy wyrażone w nim związki mogą być sprawdzone i muszą być uznane. Tutaj „treść“, opisywany stan rzeczy jest od języka (w sensie drugim) niezależny. Innymi słowy, gdy sformułujemy aksjomaty pewnej dyscypliny fizykalnej, ich układ nie znajdzie d o w o l n i e wielu „interpretacyj“, jak układ aksjomatów w języku systemu sformalizowanego pewnej nauki formalnej.

§ 41. **Stosunek logiki do filozofii.**

Stosunek logiki (matematyki) do fizyki wykazuje duże podobieństwo do tego stosunku, jaki wiąże logikę z matematyką: metoda aksjomatyczna znajduje zastosowanie tu i tam. Ale podobieństwo przesłoniło istotną różnicę. Tę różnicę oświetlimy jeszcze z innej strony.

Przypuśćmy, że z każdym zjawiskiem, rzeczą, lub elementem zjawiska, wiążemy pewną nazwę, a jeśli to element mierzalny, łączymy z nim pewien symbol matematyczny. Nazywamy taki proceder przyporządkowaniem tej rzeczy (zjawisku, elementowi) pewnego symbolu. Przypuśćmy jeszcze, że to przyporządkowanie uskuteczniamy ze zrozumiałych powodów w sposób jednoznaczny: z tą samą rzeczą wiążemy tę samą nazwę. W tym postępowaniu dostrzeżono najważniejszy i wyczerpujący rys p o z n a n i a w zakresie przyrodoznawstwa, w szczególności we fizyce.

Takie pojmowanie poznania może, zdawałoby się, ułatwić zrozumienie faktu, że symbole matematyczne, przyporządkowane raz pewnym empirycznym elementom, wszedłszy w związek z innymi symbolami (w aksjomatach, definicjach), choćby te związki poddano następnie określonym przekształceniom, mogą „o d z y s k a ć“ w każdej chwili swoje znaczenie, tj. znów wskazać konkretne elementy przyporządkowane. Jednakże uważnego Czytelnika zastanowić tu musi przede wszystkim pytanie: czy to przyporządkowanie jest w o g ó l e poznaniem? Czy poznanie nie jest tu ujęte tak bardzo ogólnie, że wreszcie sprowadza się po prostu do samego procesu n a z y w a n i a czegoś?

Bo wszak nazwać pewną rzecz, zjawisko, cechę, stosunek, znaczy właśnie przyporządkować tej rzeczy itd. pewien znak, symbol. Tak czyni zoolog systematyk, tak samo w zasadzie historyk literatury — gdy zaklasyfikowawszy przedmiot badany, ustaliwszy zjawisko p o z n ane, nadaje mu nazwę. Nazwa przypieczętowuje dokonany akt poznania, ale go nie streszcza, ani nie zastępuje. Co prawda, choć nadanie nazwy pewnej rzeczy polega na przyporządkowaniu, nie można powiedzieć, żeby i o d w r o t n i e przyporządkowanie zawsze było nadawaniem nazwy. Tak np., gdy między dwoma przedmiotami („zmiennymi“) X i Y zachodzi zależność funkcjonalna jednowartościowa, a więc stosunek jednoznaczny, każdej wartości (jednej „zmiennej“) argumentu np. X odpowiada jedna i tylko jedna wartość funkcji Y; ta odpowiedniość to właśnie przyporządkowanie. Tym więcej przeto, skoro nie każde przyporządkowanie polega na udzielaniu nazwy pewnej rzeczy, należałoby podkreślić, w czym zasadniczo tkwi i s t o t a p r z y p o r z ą d k o w a n i a j a k o p o z n a n i a t e j r z e c z y, a nie samego nazywania jej. Jednoznaczność symbolów n i e wyprowadza nas poza sprawę nadawania nazw, a więc poza czysto u m o w n e postępowanie.

Tymczasem, gdy chodzi o przyrodoznawstwo, w szczególności o fizykę, stwierdzamy, że nie tylko zachodzi jednoznaczne przyporządkowanie między elementami dostatecznie zanalizowanego zjawiska, a symbolami matematycznymi. Symbole te wiążemy w związki, i nie tylko w te, które figurują w aksjomatach, gdzie symbole określa się implicite. Stwierdzamy wtedy dopiero rzecz istotną, a mianowicie, że między tymi kompleksami symboli a pewnymi stosunkami w świecie faktów również u t r z y m u j e s i ę jakaś odpowiedniość. Ta okoliczność nie może być tylko konsekwencją jednoznaczności symboli, musi ona być uwarunkowana również s t a ł o ś c i ą r z e c z o w y c h s t o s u n k ó w, w świecie zjawisk panujących. Żadna interpretacja przyporządkowania, nawet jednoznacznego, nie wyjaśni, d l a c z e g o ustalona między elementem zjawiska a jego symbolem odpowiedniość trwa niejako nadal, gdy symbole wpleciemy w mniej lub bardziej zawiłe zależności. To nie sprawa nazwania, ani w ogóle języka: niezmienność rzeczowych zależności jest tu decydująca. Jeszcze raz tedy: język trzeba oddzielić od tego, co w nim wysławiamy, co od nas nie zależy, co za tym w różnych (w gruncie rzeczy) językach sformułować możemy.

Ten stosunek logiki do fizyki jest ważny, bo pewne nieporozumienia tu zaszłe powtórzyły się w stosunku logiki do filozofii i mogą powtórzyć się, gdy — co jest rzeczą prawdopodobną — podjęte będą próby aksjomatyzacji swoistych tez filozoficznych, tradycją względnie ustalonych. Rola logiki w ogóle, a matematyki w szczególności, urosła tak niezmiernie w naszym stuleciu, że nie ma potrzeby jej jeszcze wyolbrzymiać. Tymczasem tak się złożyło, że wyjątkowy *rozwój logiki* w pewnych krajach *zbiegł się z rozrostem pewnych tendencji* filozoficznych i wydawało się, przede wszystkim samym logikom, że zachodzi tu łączność nieodzowna, że logika po prostu te a nie inne tendencje *narzucać ma prawo i dyktuje*, wszelkie inne jako „nienaukowe" odrzucając. Logikę, jak gdyby mocą dekretu, utożsamiono wręcz z filozofią: filozofia, powiadają niektórzy spośród najwybitniejszych logików, *ma* się zajmować nauką tylko *z logicznego* punktu widzenia; *filozofia jest logiką nauki*, tj. logiczną analizą pojęć, zdań, dowodów, teorii nauki, jest „logiczną składnią języka".

Historyków rzeczą będzie ustalić warunki, które stworzyły, jak się zdaje, *wspólne* podłoże dla rozkwitu logiki i dla wybujania pewnych teorii filozoficznych, w niektórych kołach. W każdym razie, jak we fizyce nie dostrzeżono, że aksjomatyzacja jako logiczne uporządkowanie pojęć i praw *nie przesądza* nic o *znaczeniu symboli w odniesieniu do rzeczywistości*, a więc o ich odpowiednikach empirycznych, i nic w nich ani w ich stosunkach zmienić nie może; tak w stosunku znów logiki do filozofii przeoczono, że logika jest nauką specjalną, której zawdzięczamy sprawne, wielostronne, zdolne do rozwoju *narzędzie*, nieodzowne do kontroli wywodów, do przenikania struktury wewnętrznej pewnej dziedziny stosunków, do aksjomatyzacji, ale że nie jest ona *niczym innym*, ani niczym więcej; w szczególności, ani sama nie jest żadną teorią filozoficzną, ani o żadnym kierunku filozoficznym nie przesądza, ponieważ *nie dotyka* w gruncie rzeczy prawdziwości założeń, empirycznego czy innego jeszcze sensu wyrazów w tych założeniach występujących, tylko z tych założeń snuć pozwala zdania nowe. Rozwiązania tedy tych zagadnień, które filozofia za najbardziej własne uważała, które każdy człowiek myślący za najbardziej osobiste i palące poczytuje, logika ani dać, ani nawet podjąć nie może. Doceniając w pełni jej ogromne znaczenie dla wszystkich nauk i dla filozofii, znaczenie, które znów opozycja ze strony filozoficznej, wyrosła na gruncie zrozumiałej reakcji przeciw przesadnym uroszczeniom logików, usiłowała pomniejszyć, trzeba jednak zarazem zdać sobie sprawę, czego po logice spodziewać się *nie należy*: służy ona każdej nauce i może służyć *każdej* tendencji filozoficznej, równym prawem, i dodajmy, zarówno jak każdej tendencji nawet *nie-filozoficznej*.

§. 42. **Logika nowa czyli matematyczna a logika tradycyjna.**

Logika nowa początkami sięgająca połowy XIX w. zwykle nazywana bywa logistyką, lub logiką matematyczną. Używając nazwy ostatniej, mamy na myśli naprzód ten fakt podstawowy, że logika ta powołana została do życia ze względu na potrzeby matematyki: chodziło o logikę przydatną dla rozwijającej się matematyki. Tak np. ażeby móc choćby formułować prawa matematyczne, nie wyrzekając się bezcennego narzędzia, jakim są zmienne, należy posługiwać się kwantyfikatorami. Teorii podającej dokładne przepisy traktowania zdań, w których takie kwantyfikatory występują, dostarczyła właśnie logika matematyczna.

Dopiero ona nauczyła nas też pojmować, doceniać i przeprowadzać dowody zupełne, tj. takie, w których nie tylko nieodzowne przesłanki nauki specjalnej (arytmetyczne definicje i aksjomaty w arytmetyce, geometryczne w geometrii itp.) należy wskazać wyraźnie, ale nadto prawa logiki w uważanym dowodzie jako przesłanki potrzebne, a wreszcie wymienić dyrektywy, które stosujemy kolejno do tych racji lub do twierdzeń już z nich wywiedzionych.

Wykrycie metody aksjomatycznej dokonało się, jak wiemy, głównie w toku badań nad podstawami geometrii. Nadto, jak widzieliśmy, dopiero skonstruowawszy dzięki metodzie aksjomatycznej pewną dyscyplinę matematyczną w sposób logiczny, tj. jako system dedukcyjny sformalizowany, rozporządzamy kontrolą dowodów dostatecznie sprawną, umiemy zarazem uchwycić związki logiczne między zdaniami tej dyscypliny. Logika matematyczna musiała podjąć się ujęcia nowych form rozumowania, które rozwój matematyki z sobą przyniósł, a których uzasadnienie nie mieściło się w granicach logiki tradycyjnej. Takie pochodzenie logiki nowej tłumaczy jasno fakt, że jej twórcami byli bez reszty matematycy, choć w jej dalszym rozwoju walny biorą udział obok matematyków i logicy.

Można też logikę nową uważać za matematyczną w tym sensie, że ona sama zbudowana jest wedle tej samej metody dedukcyjnej, która uchodzi za charakterystyczną dla nauk matematycznych. Natomiast nowa logika nie jest matematyczną nauką w tym znaczeniu, żeby wysławiając swe prawa używała jakichkolwiek wyrazów stałych właściwych jakiejś gałęzi matematyki, żeby w szczególności miała do czynienia z wielkościami (liczbami, odcinkami) i ich stosunkami.

Logika nowa pod wieloma tedy względami wyrosła ponad logikę utworzoną przez Arystotelesa, a uzupełnioną w średniowieczu. Wskażemy tu jeszcze niektóre ważniejsze zdobycze logiki matematycznej. (Por. § 40.)

1. Logika tradycyjna była głównie teorią sylogizmu oraz wnioskowania bezpośredniego, ogólnie mówiąc, teorią stosunku podmiotu do orzeczenia, wziętych jako klasy; „rachunek" zdań rozpoczęli wprawdzie Stoicy, ale późniejsza logika pod urokiem sylogistyki Arystotelesa jej nie doceniała. Otóż logika nowa rozszerzyła niezmiernie zakres tradycyjnej, powołując do życia nowe działy lub rozbudowując w sposób nieoczekiwany i świetny już istniejące:

a) stworzyła teorię stosunków między przedmiotami, badającą różne postacie i cechy stosunków spotykanych w różnych naukach, zwłaszcza matematycznych, ustanawiającą i uzasadniającą prawa operacji, które z jednych stosunków pozwalają otrzymać inne;

b) skromną teorię nazw (klas) tradycyjną przeobraziła w potężną systematyczną teorię zbiorów, w której rozpatruje się różnorakie stosunki między dowolnie wieloma klasami (a nie jak u Arystotelesa jeden typ stosunków między dwiema lub trzema klasami), bada się działania na zbiorach i ustala ich prawa — teorię tę nadto zaksjomatyzowano;

c) stoicka logika zdań została nie tylko rozwinięta w podstawową gałąź logiki nowej, ale również uległa aksjomatyzacji; stąd jasną jest rzeczą, że obok zmiennych nazwowych, które wyłącznie figurowały w logice Arystotelesa, w matematycznej logice rolę pierwszorzędną grają zmienne zdaniowe.

2. Jeżeli w tradycyjne logice zakładano milcząco, że klasy S i P, których stosunki Arystoteles ujmował w znane cztery rodzaje zdań, są niepuste, tj. że każda z tych klas zawiera przynajmniej po jednym elemencie, logika nowa — znowu w interesie matematyki — od tego założenia się uniezależnia (P i S mogą być puste).

3. W następstwie tego, spośród zasadniczych stosunków między zdaniami (A, E, I, O) wyróżnionych przez Arystotelesa odpadają wszystkie prócz stosunku sprzeczności (między A-O, E-I), zarazem tracą ważność niektóre tryby sylogistyki.

4. Tzw. trzy „prawa myślenia", tj. zasada tożsamości, wyłączonego środka i sprzeczności, jako zasady „najwyż-

sze", były przyjmowane w logice Arystotelesa bez uzasadniania, a ich sformułowanie zawierało nieraz pierwiastki pozalogiczne (np. „żadnej rzeczy ta sama cecha nie może przysługiwać i zarazem nie przysługiwać"). W logice nowej prawa te nie są w ogóle niczym wśród innych praw teorii zdań wyszczególnione — nie są one ani konieczne ani wystarczające do ugruntowania tej teorii, toteż logika współczesna prawa te dedukuje z układu aksjomatów i wyraża w formie wolnej od elementów pozalogicznych.

5. Logika tradycyjna pozwalała sprawdzać rozumowania w sposób niezawodny, ale tylko o ile zawierały się w ramach sylogistyki; nowa logika jest doskonałym narzędziem sprawdzania rozumowań i poza tymi granicami, nadto ona to pozwoliła sobie uświadomić, że budując aksjomatycznie sylogistykę musimy posługiwać się już tezami logiki zdań jako przesłankami.

6. Logika tradycyjna była oparta na założeniu dwuwartościowości, logika współczesna, jak wiemy, od tego założenia stopniowo się uniezależnia.

7. Jakkolwiek pewnym logikom tradycyjnym (Ockham) pojęcie implikacji materialnej było dokładnie znane, to jednak pełne znaczenie tej doniosłej funkcji prawdziwościowej mogło zostać docenione dopiero w logice nowej i na jej gruncie dopiero dały się uchylić kwestie sporne spiętrzone zdawna dookoła tego stosunku.

8. Logika matematyczna rozszerzyła wreszcie niezmiernie horyzont nauki przez to, że (a) ujawniła pewne paradoksy kryjące się w nieograniczonym operowaniu pojęciem klasy, (b) pokusiła się o metody ich usuwania.

Paradoksy te wzięły się stąd, że budując teorię zbiorów (klas) nie brano pod uwagę dostatecznie ostrożnie różnego rzędu zbiorów. Jeżeli np. punkty uważamy za indywidualne przedmioty, koło jest zbiorem („miejscem geometrycznym") punktów spełniających określone warunki, a zbiór kół jest klasą klas, a więc już zbiorem innego rzędu, bo jego elementami nie są już punkty. Chodzi zatem o to, że nie przestrzegano zakazu, ażeby elementy pewnej klasy nie należały do różnych „typów", tj. do zbiorów różnego rzędu. O pewnej klasie nie można powiedzieć ani, że należy do siebie samej, ani też, że nie należy, choć można zupełnie dobrze powiedzieć, że jest elementem klasy rzędu wyższego (koło, jako klasa punktów, należy samo do klasy kół w względnym charakterze indywiduum).

Istotę takich antynomii zrozumiemy na następującym przykładzie prostym, choć tylko częściowo trafnym. Napiszmy trzy zdania: (α) suma kątów w trójkącie płaskim wynosi 175°, (β) żadne dwa kąty wierzchołkowe nie są sobie równe, (γ) wszystkie zdania wypisane tu są fałszywe. Załóżmy teraz, że (γ) jest zdaniem prawdziwym, tzn. prawdą jest, że fałszywe są wszystkie zdania tu napisane, a więc i (γ) jest fałszywe. Załóżmy przeciwnie, że (γ) jest zdaniem fałszywym, w takim razie razie ponieważ (α) i (β) są widocznie fałszywe, przeto wszystkie zdania tu wypisane są fałszywe, więc zdanie (γ) mówi prawdę. Cokolwiek zatem przyjmiemy o zdaniu (γ) (i o każdym zdaniu tego typu), że jest prawdziwe, czy też, że jest fałszywe, dochodzimy do zaprzeczenia założenia tak, że zmuszeni jesteśmy uznać, iż zdanie (γ) nie jest ani prawdziwe ani fałszywe; w takim zaś razie popadamy w konflikt z zasadą wyłączonego środka, ważną w każdym razie na gruncie logiki dwuwartościowej.

Ażeby wybrnąć z antynomii, z niebezpieczeństwa wewnętrznej sprzeczności grożącej załamaniem się wzniesionego z takim trudem gmachu logiki formalnej, próbowano różnych dróg. Jedna z nich polegała na stosowaniu wyżej wspomnianego zakazu. Innym znów środkiem było dążenie do sformalizowania każdej teorii matematycznej czy logicznej, do odróżnienia teorii od metateorii.

Na gruncie właśnie metalogiki, względnie metamatematyki, obiecywano sobie, jak wiadomo, do niedawna, że uda się wykazać niesprzeczność logiki (wzgl. matematyki) i zapobiec raz na zawsze wyłanianiu się jakichkolwiek antynomii.

§ 43. **Kilka uwag ogólnych o nauce.**

Usiłowaliśmy zbliżyć Czytelnika do nauki od dwóch stron: po części ukazać mu pewne jej charakterystyczne wiązania, a więc zarys jej struktury, po części zaś zwrócić uwagę na ważniejsze jej czynności oraz przepisy dokonywania zasadniczych operacji. Z tych punktów widzenia, rzecby można, z morfologicznego i fizjologicznego stanowiska organizm nauki przedstawił się nam naprzód jako układ spójny zdań wysłowionych w pewnym szczególnym języku, zawsze mniej lub bardziej samodzielnym w stosunku do mowy potocznej, czyniącym zadość określonym warunkom. Zarazem wszakże próbowaliśmy spojrzeć na ustrój nauki jako na arsenał środków i system reguł zmierzających do znalezienia takich zdań oraz do zbudowania, a raczej do systematycznego rozbudowywania z nich spoistego układu. Zespół takich przepisów i reguł nazwaliśmy właśnie metodą.

Struktura i funkcja to jedna niejako kondygnacja, w której rozpatrywaliśmy naukę. Wielokrotnie jednak poświęcaliśmy uwagę rozważaniom innym, wskazywaliśmy przejawy twórczości w nauce. Twórczość ta, jak widzieliśmy, nie polega bynajmniej ani wyłącznie, ani głównie na rozumowaniu redukcyjnym. Przychodzi ona do głosu w niemniejszej mierze w selekcji przez badacza dokonywanej. Ten dobór dotyczy zarówno przedmiotu badania, jak i języka; zarówno metody w sensie tu przyjętym, jak i zagadnień i sposobów ich rozwiązywania. Co więc badamy i jak, za pomocą jakich narzędzi i w jakich granicach; jak porządkujemy rezultaty i jak je wysławiamy; w którym punkcie od faktów przechodzimy do ich uogólnienia, i gdzie zatrzymujemy się w określaniu i dowodzeniu — wszystko to sprawy, na które badacz niewątpliwie ma wpływ, często wpływ decydujący.

Usiłowaliśmy więc, choćby w najskromniejszym zakresie, ukazać naukę z jednej strony jakby gotową, zakrzepłą, statyczną, z drugiej natomiast — zobaczyć ją w ruchu. Oba te spojrzenia są równie konieczne i równie owocne. Pierwsze daje widok pewnego stałego ładu, który jest zawsze filozoficznie niezmiernie instruktywny i doniosły, bez względu na to, czy chodzi o logiczny porządek myśli, czy też o realny porządek rzeczy, których myśli dotyczą. Drugie — odsłania nam dynamizm nauki. Że zaś naukę tworzy człowiek, przeto dynamizm nauki jest odbiciem dynamizmu i aktywności ducha ludzkiego. Musi więc być rzeczą niesłychanie ważną stwierdzić, że nauka — jak duch ludzki — zna tylko jeden horror, jeden lęk — przed obumarłymi dogmatami; że zresztą nigdzie świadomie nie znosi nic raz na zawsze niewzruszonego w metodach i środkach, ani w zadaniach i celach, prócz jednego celu, który jest ponadnaukowy, bo w języku nauki niewyrażalny, tj. prócz umiłowania prawdy.

Pozostają jednak pewne punkty widzenia i pytania, których stosowanie i rozbiór celowo odkładamy do rozdziałów następnych. Naukę charakteryzuje nie tylko język, nie tylko natura przedmiotów i metoda. Cechują ją również pewne rysy pozastrukturalne, po części psychologicznej, po części socjologicznej natury. Mamy tu na myśli takie fakty, jak bezinteresowność — w określonym sensie — badacza, jak to, że nauka jest funkcją środowiska w pewnej mierze, jest dziełem zbiorowym, posiada wyraźny charakter kumulacyjny itp. Głównie wszakże chodzi tu o szczególną postawę uczonego względem badanych przedmiotów, którą nazwiemy postawą krytyczną. Możemy oczywiście, wedle upodobania, postawę tę włączyć do metody w naszym sensie: tak, czy inaczej, musimy ją dopiero opisać. Po wtóre, zapytać wreszcie trzeba: jakie są właściwie najogólniejsze zadania nauki, albo inaczej, do czego nauka ostatecznie zmierza, w imię czego ją budujemy? Te pytania wyprowadzają nas poza roztrząsania nad strukturą, funkcją i twórczością w nauce.

Rozpatrzmy tę sprawę nieco bliżej. Mógłby ktoś np. próbować wytknąć granice naszej wiedzy naukowej. Mając na uwadze z jednej strony aksjomaty jako zdania ostateczne (oczywiście: ostateczne w określonym systemie naukowym i w określonej fazie ewolucji nauki), mógłby je wskazać jako granicę górną naukowego poznania; z drugiej, wskazałby jako dolną granicę — fakty (zdania o faktach) jako elementy struktury nauki również niesprowadzalne, a więc znów „ostateczne" w pewnym sensie (zawsze i tylko: w określonej nauce i w oznaczonym okresie jej rozwoju). W tych granicach ma być zawarta nauka, poza nimi — możemy, wolno nam umiejscowić wszystko inne — przekonania, wierzenia religijne itp. Ale, pytamy, gdzież miejsce na wszystko to, co nazywamy, dobrem, prawdą, słowem, na cały świat zw. wartości? On się nie mieści w tych granicach, a to dlatego, że świat ten to inny wymiar naszej twórczości, naszego bytowania. A przecie w nim, w tym właśnie wymiarze tkwi prawdziwość sama, którą tak niezmiernie w nauce cenimy, i tkwią te ideały w ogóle, których realizację — jedną z wielu — stanowi nauka. Nauka, w owych granicach zamknięta, to twór nieludzki, sztucznie odczłowieczony, jak maszyna, którą możemy pojąć we wszystkich szczegółach i zazębieniach części składowych, we wszystkich tych części obrotach i przesunięciach, nie pojmując zgoła jej sensu jako całości, nie rozumiejąc człowieka, który ją stworzył.

Rozważmy to samo jeszcze z innej strony. Przypuśćmy, że ktoś twierdzi, iż nauka jest tylko narzędziem, niezbędnym np. dla przewidywania, działania, w szerokim sensie tego wyrazu. Narzuca się wtedy pytanie, dlaczego ten właśnie cel przedstawia się nam jako wartościowy w tej mierze, żeby dla jego ziszczenia poświęcać tyle czasu, kosztów, a przede wszystkim energii najlepszych ludzi. Skąd ten ideał, który za pomocą nauki, instrumentu praktycznego, usiłujemy urzeczywistnić? Gdy zaś kto odrzeknie, że nauka przeciwnie nie jest narzędziem, ale sama w sobie ma sens o tyle, że zaspakaja potrzeby intelektualne, znów staje przed nami to samo pytanie: dlaczego właśnie to zadanie uznajemy za cenne i godne trudu?

W każdym razie pełne rozumienie nauki nie może być oderwane od wskazania ideału, któremu ona służy; w każdym bowiem wypadku uprawiamy naukę dlatego, że coś cenimy, że uznajemy pewne wartości i ideały. Rozważań nad nauką, nad nauką jako całością, niepodobna oddzielić od pytania, jaki jest sens naszego działania w ogóle. Zależnie od tego, jak nam się przedstawi stosunek poznania do rzeczywistości, a zwłaszcza stosunek nauki do celów pozanaukowych, odsłonią się interpretacje sensu nauki dość różnorodne.

Pytania.

1. Wskazać w przytoczonych (§ 12) przykładach eksperymentów, jakie było w każdym wypadku (a) zadanie poznawcze badacza, (b) na czym polegała zmiana warunków przez niego wprowadzona. — 2. Przytoczyć przykłady różnych znaczeń terminu „prawo". — 3. Jakim warunkom czynić musi zadość pewne zdanie, ażeby mogło być uważane za tzw. prawo przyrody? — 4. Na jakie czynniki ma wpływ badacz ustalający empiryczne prawa, a co jest od niego niezależne? Co więc może znaczyć, że prawo jest „subiektywne", a co, że jest „obiektywne"? — 5. Jeżeli prawem przyrody jest zdanie „jakiekolwiek dwa ciała ulegają sile ciążenia powszechnego wprost proporcjonalnej do iloczynu ich mas, a odwrotnie — do kwadratu ich odległości", czy będzie też prawem przyrody zdanie „dwa talerze przyciągają się z siłą wprost proporcjonalną itd."? Dlaczego? Czy dlatego, że fakty te są „błahe"? Jak więc należy sformułować żądanie ogólności praw? Podać przykłady. — 6. Co sądzić o wyrażeniu „prawa rejestrujące": czy to takie prawa, które streszczają wyniki jedynie dotychczasowych obserwacji? Wymienić choć jedno takie prawo! Jeśli zaś to nie takie prawa, czy są jakie prawa nie-rejestrujące? A więc...? — 7. Dlaczego nauka mało ceni prawa tego np. rodzaju „jeśli odległość Merkurego od słońca oznaczymy przez 4, odległości innych planet dadzą się wyrazić wzorem $4 + 2^n.3$"? Czy dlatego, że są one tylko „przybli-

żone"? — 7a. Fakty, powiada Poincaré, można uogólniać różnymi sposobami. Czy jednak uogólnienia te wypowiadają to samo? Jeśli tak, możliwy jest wybór, ale też wtedy uogólnienia różnią się tylko wysłowieniem, nie treścią; jeśli nie, wybór jest niemożliwy. Co sądzi o tym Czytelnik? — 8. Teoria jest narzędziem skonstruowanym dla określonych celów i pod kątem widzenia dogodności. Jak to się odbija na trwałości teorii? Jaki jest los wchodzących w jej skład praw empirycznych? — 9. Która z dwóch teorji współzawodniczących w uporządkowaniu pewnej dziedziny faktów będzie uchodzić za bardziej cenną, a więc będzie miała większe szanse utrzymania się w nauce? Wymienić warunki. — 10. Dlaczego uważamy za niedopuszczalne „wyjaśnienie", jakie Molier wyśmiewa w Chorym z urojenia, a mianowicie „opium usypia dlatego, że taka jest w nim siła usypiająca"? — 11. Porównać przewidywanie i wyjaśnianie, w myśl §§ 13, 14, 16, 18, 22. W obu razach chodzi ostatecznie o co? Czy z czysto formalnego punktu widzenia (związku między przesłankami a wnioskiem) zachodzi tu jaka różnica? A więc, czy można podział rozumowań, metodologicznie cenny, oprzeć na czysto formalnej podstawie? — 11a. Czy i o ile słuszna jest teza współczesnego psychologa, że system nerwowy nie jest przyczyną duszy, ale ją objaśnia, „jak mapa objaśnia widziany krajobraz"? — 12. Wskazać podobieństwa i różnice między stosunkiem przyczynowym a stosunkiem wynikania. — 13. Zbadać, czy stosunek czasowy dwóch zdarzeń jest (a) przechodni, (b) asymetryczny, (c) stały i jednoznaczny. Poszukać innych jeszcze różnic między stosunkiem przyczynowym a czysto czasowym. Jakie znane są prawa opisujące stosunki czysto czasowe? — 13a. Gesty dyrygenta mają niewątpliwie dla członków orkiestry pod jego kierunkiem grającej znaczenie jednoznaczne. Czy można powiedzieć, że między tymi gestami a ruchami grających (ich „grą") zachodzi stosunek przyczynowy? Dlaczego? — 14. Jaką rolę gra w naukach empirycznych znajomość przyszłości? Cóż sądzić więc o twierdzeniu, że „uczony jest prorokiem", któremu wystarczy znajomość przyszłości, a zbędna jest wiedza o przyczynach; że wiedzieć dokładnie nie znaczy tłumaczyć, ale przewidywać? — 15. Czy prawo empiryczne może być uważane jedynie za regułę (wskazówkę) przewidywania? Czy będąc przesłanką nieodzowną przewidywania, może ono być zarazem przepisem tego przewidywania? Wysnuwamy wnioski z przesłanek, czy z reguł? i według jakich reguł je wyprowadzamy? A więc...? — 16. Darwin zauważył, że zachodzi zależność między mnogością sów w pewnej okolicy a urodzajem koniczyny. Pamiętając, że sowy żywią się myszami polnymi, te zaś lubią niszczyć gniazda trzmieli, i że koniczynę właśnie trzmiele zapylają, odpowiedzieć, (a) jakiego typu prawa wchodzą tu w grę, (b) na jakiej cesze zależności oparł się Darwin? — 17. Fakty historyczne są zrekonstruowane. Czy jednak nie rekonstrujemy podobnie obrazu kraju, którego nigdy nie widzieliśmy, a który znany nam jest fragmentarycznie z fotografii, opisów? Czy i o ile więc słuszną jest rzeczą mówić o szczególnym typie faktów historycznych? — 18. Jak rozumieć tezę B. Croce'go, że historiografia bada właściwie teraźniejszość? — 19. O ile słuszna jest uwaga, że historia „rozszerza nasze doświadczenia życiowe", że celem jej jest „dawanie ludzkości tak wielkiego i zróżniczkowanego otoczenia, żeby wywołało ono i pobudzało do czynu wszystkie jej instynkty i zdolności"? — 20. Historia usiłuje poznać, co i jak się rzeczywiście stało w określonym czasie i miejscu; socjologia, interesując się również człowiekiem w grupie, pragnie ustalić ogólne prawa życia społecznego i społecznej „natury" człowieka. Wiedząc to, rozstrzygnąć, które z przytoczonych zdań są historyczne, a które socjologiczne: (a) Dzieło Darwina P o c h o d z e n i e g a t u n k ó w wyszło w r. 1859, (b) Sokrates wypił truciznę z wyroku Ateńczyków, (c) „Człowiek nie rodzi się ludzkim; dopiero powoli i pracowicie.. przez współdziałanie i spory ze swymi bliźnimi nabiera on wybitnych znamion natury ludzkiej". — 21. Jak możnaby s p r a w d z i ć jedne z tych zdań, a jak drugie? — 22. O ile trafna jest uwaga Poincaré'go, że możemy uprawiać statystykę tylko dzięki swej ignorancji? — 23. Zestawić przepisy stanowiące metodę nauki, w sensie § 9, osobno dla nauk empirycznych a osobno dla nauk dedukcyjnych, wedle tego, czy wskazują, (a) co czynić należy, (b) co czynić wolno, (c) czego czynić nie wolno. — 24. Przeprowadzić analogię dowodzenia i wyjaśniania (§§ 14, 18, 34). — 25. W iloraki sposób można w ogóle rozumieć system aksjomatyczny? — 26. Znaleźć analogię między formalnym charakterem dowolnego prawa logiki, a formalnym charakterem pewnego matematycznego systemu dedukcyjnego. — 27. Jaki związek zachodzi między f o r m a l i z a c j ą pewnego systemu aksjomatycznego, a jego f o r m a l n y m charakterem? — 28. Wykazać, że zagadnienie niezależności układu aksjomatów wiąże się jak najściślej z kwestią jego niesprzeczności (dowieść, że q jest od p niezależne, znaczy tyle co okazać, że p i nie-q stanowią...?). — 29. Przekonać się, czy terminy pierwotne arytmetyki Peany (W. Wilkosz WB. II/62) dopuszczają następującą interpretację: (a) „O“ ma zwykłe znaczenie, (b) „liczba“ znaczy tyle co „liczba parzysta“, c) „następnik liczby“ znaczy tyle co liczba z niej powstała przez dodanie 2. — 30. Znaleźć interpretację symbolu $<$, przy której zdanie Z_2 byłoby niezależne od Z_1 i Z_3 oraz taką, przy której Z_3 byłoby niezależne od Z_1 i Z_2 (§ 36). — 31. Zbadać, czy przy interpretacji symbolu $<$ „jest przyczyną“, gdy G jest zbiorem ogółu zjawisk rozgrywających się w określonym czasie, np. w moim pokoju, spełnione są zdania Z_1 Z_2 Z_3. — 32. Przeprowadzić analogię między teorią sformalizowaną („rachunkiem“) a grą w szachy. Jeśli znakom odpowiadają figury szachowe, a napis („zdanie“) to pewna konstelacja w ogóle figur na szachownicy, co odpowiada a) aksjomatom b) dyrektywom przekształcania c) dowodowi? — 33. Jak należy rozumieć żartobliwą uwagę B. Russela o matematyce, że nigdy w niej niewiadomo, o czym mowa, ani, czy to, co mówimy, jest prawdą? — 34. O ile wolno powiedzieć, że system aksjomatyczny (sformalizowany) jest logiczną formą możliwych nauk?

Wskazówki bibliograficzne.

1. Ajdukiewicz K.: Z metodologii nauk dedukcyjnych. Lwów 1921. — 2. — Założenia logiki tradycyjnej. PF. XXIX. — 3. — WB. I/1. — 4. Auerbach W.: Zagadnienie poznania przeszłości. PF. XXXIX. — 5. Biegański Wł.: Teoria poznania. KM. W-wa 1915. — 6. Blaustein L.: O przedmiocie nauk humanist. RF. XIII. — 7. Bornstein B.: Sylogizm a przyczynowość. PF. XXXIII. — 8. Borowski M.: O pojęciu konieczności. W-wa 1910. — 9. — Humanistyczne i empiryczne pierwiastki w nauce. Lw. 1913. — 10. Chwistek L.: Antynomie logiki formalnej. PF. XXIV. — 11. — Granice nauki. W-wa 1935. — 12. Czeżowski T.: Pozytywizm i idealizm w pojmowaniu nauki. KM. 1936. — 13. — Postulaty metodologiczne Descartesa. PF. XL. — 14. Dembowski J.: Szkice biologiczne. Lw. 1927. — 15. Erisman Th.: Die Eigenart d. Geistigen. Tüb. 1924. — 16. Fleck L.: O obserwacji naukowej. PF. XXXVIII. — 17. Handelsman M.: Historyka, cz. I. Zamość 1921. — 18. — Pewność poznania historycznego. PF. XXXI. — 19. Heinrich Wł.: O rozwoju metod badań naukowych. PS. I. — 20. — Psychologia uczuć. PAU. Kraków 1907. — 21. Heitzman M.: Geneza i rozwój filozofii Bacona. KF. VI—VII. — 22. Helmholtz H.:

Liczenie i mierzenie z punktu widzenia teorii poznania. W-wa 1901. — 23. Hume D.: Badania dotyczące rozumu ludzkiego. Tł. J. Łukasiewicza i K. Twardowskiego. — 24. Kartezjusz R.: Rozprawa o metodzie. Tł. Boya 1918. — 25. Kieszkowski B.: Nauka a filozofia. NP. XXIII. — 26. Kodisowa J.: Zmienność historyczna i jej prawa. PF. XV. — 27. Kotarbiński T.: Myśl przewodnia metodologii F. Bacona. PF. XXIX. — 28. — WB. I/8. — 29. — Z dziejów pojęcia teorii adekwatnej. PF. XL. — 29 a. Łubnicki N. N.: WB. I/9. — 30. Łukasiewicz J.: O logice trójwartościowej. RF. 1920, 170 a — 171 a. — 31. — WB. I/10. — 32. — O nauce. BF. 5. 1934. — 33. — Obrona logistyki. MK. — 34. Metallmann J.: Pojęcie struktury. KF. XI. — 35. — Determinizm nauk przyrodniczych. T. I. PAU. Kraków 1934. — 36. — O budowie i właściwościach nauki. WŻ. 1938. — 37. Meyerson E.: Teorie naukowe a rzeczywistość. PF. XVII. — 38. Natanson Wł.: Porządek natury. 1928. — 39. — Widnokrąg nauki. 1934. — 40. Ossowski St.: Prawa „historyczne" w socjologii. PF. XXXVIII. — 41. X. Pastuszka J. i i.: Dyskusja nad wartością logistyki. MK. — 42. Poincaré H.: Nauka i hipoteza. W-wa 1908. — 43. — Nauka i metoda. W-wa 1911. Tł. M. Horwitza. — 43 a. Popper K.: Die Logik d. Forschung. Wiedeń 1935. — 44. Russell B.: Zagadnienia filozofii. BW. 1913. — 45. — Introduction to mathem. philos. Londyn 1924. — 46. X. Salamucha J.: O „mechanizacji" myślenia. MK. — 47. Sękowski Fr.: Wyjaśnienie i opis. PF. XIII. — 48. Smoluchowski M.: Dzisiejszy stan teorii atomist. Kosmos XXXVIII. 1913. — 49. Sośnicki K.: Wyjaśnianie i opis. PF. XIII. — 49 a. Stamm E.: O rzeczywistości. PF. XVII. — 50. Stawarski A.: Z zagadnień filozofii humanistyki. PW. 1932. — 51. Suchodolski B.: O przebudowie nauk humanistycznych. Przegl. Histor. T. VI. W-wa 1928. — 52. Szteinbarg D.: Zagadnienie wyjaśniania zjawisk i praw. KF. VII. — 53. Śleszyński J.: O logice tradycyjnej. Kraków 1921. — 54. Taine H.: O metodzie. Wyd. im. T. T. Jeża 1890. — 55. Tarski A.: WB. I/19. — 56. Tatarkiewicz Wł.: Historia i klasyfikacja. Ks. Pam. ku czci L. Pinińskiego. Lw. 1936. — 57. Twardowski K.: O naukach apriorycznych i aposteriorycznych. GKF. Str. 180-190. — 58. Urbain G.: Podstawy naukowe chemii. W-wa 1936 (Wstęp). — 59. Wallis-Walfisz M.: Obrona humanistyki w metodologii współcz. PF. XXIV. — 60. Whitehead A. N.: Wstęp do matematyki. BW. — 61. Wiegner A.: O istocie zjawisk psychicznych. PTPN. 1933. —

62. W i l k o s z W.: Arytmetyka liczb całkowitych. Bibl. Koła Mat. U. J. 1932. — 63. — Co dała logika matematyczna matematyce itd. PF. XXXIX. — 64. Y o u n g J. W.: 12 wykładów o zasadniczych pojęciach algebry i geometrii. BW. — 65. Z a w i r s k i Z.: Przyczynowość a stosunek funkcjonalny. PF XV. — 66. — Metoda aksjomatyczna a przyrodoznawstwo. KF. 1923. — 67. — Stosunek logiki wielowartościowej do rachunku prawdopodobieństwa. PTPN. 1934. — 68. Z i e l e ń c z y k A.: Wyjaśnienie i opis. PF. XIII.

K o n i e c c z ę ś c i I - s z e j.