

Czy fizyka ma metodę? — “Przeciw
metodzie” Feyerabenda w świetle filozofii
Duhema.

Krystian Zawistowski

1 października 2023

Spis treści

1	Wstęp	3
1.1	Za metodą i przeciw metodzie.	3
1.2	Metoda fizyki w historii nauki.	4
2	Fizyka sprawy Galileusza według Feyerabenda	6
2.1	Heliocentryzm w świetle filozofii Duhema.	9
3	Problemy tezy metodologicznej Feyerabenda.	12
3.1	Obraz rewolucji kopernikańskiej jako nagłego wydarzenia.	12
3.2	Silny realizm, a realizm Duhema.	16
4	Problem rachunku precesji Merkurego w Ogólnej Teorii Względności.	20

1 Wstęp

1.1 Za metodą i przeciw metodzie.

Feyerabend jest znany z tezy, że metoda naukowa nie istnieje (“wszystko ujdzie”), co brzmi co najmniej kontrowersyjnie i podobnie do opinii podważających realność postępu naukowego. Na tym podobieństwa do typowego psychologa się kończą. “Przeciw metodzie” jest tym dla pozytywizmu i popperyizmu, czym późny Wittgenstein dla programu pozytywistów w filozofii języka. Niegdyś zwolennik pozytywistów i Poppera, Feyerabend dobrze zna i punktuje błędy jednego i drugiego nurtu, opierając się przy tym na niezłym zrozumieniu akademickiej fizyki i bogatym zasobie faktów historycznych.

Wniosek, że “nie ma metody naukowej” rozumiany jako “nie istnieje jedna metoda, która jest stosowana w większości dziedzin nauki” wygląda na zasadny. Jest to skuteczne uderzenie w pozytywistów i scjentyistów którzy właśnie taki pogląd proponowali i proponują. Zwolennicy tych nurtów szczytą się “podejściem empirycznym”, “naukową obiektywnością”, “systematyczną metodologią” itd. - ale pytanie “co oni mają dokładnie na myśli i dlaczego to coś jest lepsze niż rozumowania zwykłego człowieka?” “zdradza brak uzasadnienia i nawet znaczeniową pustkę tych określeń. Sytuacji nie poprawia wpływ instytucji do spraw regulacji wiedzy eksperckiej, opowiadających się często za ścisłą prawdziwością tego, co już zostało “naukowo” ustalone, a wbrew nowinkom, które mogłyby to edytować. Feyerabend wysuwa mocne argumenty za tezą, że jednej racjonalnej metody nauka nie ma, a to co występuje pod nazwą “metoda” nie pomaga wcale w postępie naukowym (wybitni innowatorzy i tak na ogół ją ignorują). W efekcie bardziej zasadnym podejściem do badań naukowych jest pluralizm poglądów metodologicznych i deregulacja nauki.

Istotny problem, jaki widzę w książce Feyerabenda jest taki, że zajmuje się w większości fizyką, przedstawiając dość mylny jej obraz. Z tego obrazu dalej wynika, że w fizyce też nie ma metody. Ani z jednym, ani z drugim się nie zgadzam. Uważam, że w fizyce racjonalnie

uzasadniona metoda istnieje, jak twierdzi Duhem¹. Jest to jednak metoda fizyki, a nie metoda czegokolwiek i ma wiele wspólnego z proponowanym przez Feyerabenda pluralizmem metodologicznym. Za to Duhem przeciwnie do opinii Feyerabenda uważa, że metoda jest ściśle określona, racjonalna i nie wyklucza potrzebnego do rozwoju fizyki pluralizmu.

1.2 Metoda fizyki w historii nauki.

Uzasadnienie opinii Feyerabenda lub przeciwnej opinii Duhema musi odwołać się do historii nauki - odpowiedzi, jak naprawdę rozwinęła się fizyka. "Przeciw Metodzie" w dużej większości zajmuje się pracą naukową Galileusza i ówczesnymi sporami wokół niej. To co odkrywa Feyerabend pozwala mu udowodnić, że to, co pozytywiści, scjentyści i Popper rozumieją pod nazwą "metoda naukowa", na pracę Galileusza nie ma żadnego istotnego wpływu. Stąd także sugerowany początek tak rozumianej metody w XVI wieku jest mitem.

Duhem z pewnością by temu nie zaprzeczył (sam coś podobnego odkrył 70 lat wcześniej), ale interpretował to inaczej. Prace Duhema dowodzą, że postęp naukowy jest kolektywnym wysiłkiem wielu uczonych, z których opinia publiczna pamięta niewielką liczbę odkrywców. W szczególności, Galileusz rozbudowywał dynamikę, która była już budowana od 300 lat: prawo drogi w ruchu przyspieszonym, prawo spadku swobodnego, graficzny rachunek całkowity i pojęcie ilości ruchu² - to wszystko odkryto długo przed nim i używano długo po nim (np. Newton nadal pisze o "ilości ruchu" i używa demonstracji graficznych). W efekcie słabością pracy Feyerabenda jest pominięcie historii tego wszystkiego, co było potrzebne do zbudowania dynamiki, a podkreślanie tego, że Galileusz nie miał racji w tych sporach, w których nie miał racji (proponując silny realizm wobec "niepotwierdzonej, albo półobalanej hipotezy"). Owszem, ale cóż jednak z tego wynika dla całej fizyki?

¹Pierre Duhem 1954, s. 9-15, 28,32

²Pierre Duhem i Aversa 2018, s. xiv

Duhem twierdził, że istnieje spójna metoda fizyki przez 600 lat od późnych scholastyków, do mechaniki klasycznej, optyki zasady wariacyjnej, teorii elektromagnetycznej i teorii naukowych mu współczesnych. Pasuje do niej dobrze również mechanika kwantowa³. O jej szczegółach i historii pisałem już wcześniej⁴, tu przypomnę ją bardzo skrótowo.

Teza 1.1 *Teorie fizyczne opisują uporządkowanie między mierzonymi wielkościami, który rzeczywiście istnieje w naturze.*

Teza 1.2 *Wyjaśnienia przyczyn i obrazy nie są ustalone na gruncie teorii fizycznej i podlegają rewizjom.*

Teza 1.2 jest związana z krytyką wniesioną przez Feyerabenda. Silny realizm przyjmowany przez zwolenników Galileusza i Kopernika sprzeciwia się jej, domagając się bezwarunkowego uznania prawdziwości tez wymyślonych na gruncie modelu Kopernika. W świetle historii fizyki nie zgadzam się jednak, że taki pogląd jest równie dobry, jak jego zaprzeczenie. Przeciwnie, teza 1.2 była ważnym czynnikiem zerwania z fizyką Arystotelesa i narzuciła precyzyjną formę najważniejszych teorii fizycznych. Teorie takie, choć odkryte dawno temu, zachowały swoją poprawność jako szczególny przypadek nowych, bardziej dokładnych teorii.

³Dugas 1937

⁴Zawistowski 2023, s. 3

2 Fizyka sprawy Galileusza według Feyerabenda

Niżej zamieszczę krótkie podsumowanie argumentu Feyerabenda, o tym, że według powszechnego rozumienia metody naukowej Galileusz nie miał racji twierdząc, że teoria heliocentryczna Kopernika była dowiedzioną teorią. Nie widziałem, by ktoś tu udowodnił Feyerabendowi jakiś fałsz. Mogę raczej uzupełnić parę faktów, które są tym bardziej zgodne z jego tezą .

1. Obrazy planet, gwiazd i innych małych świecących punktów widzianych gołym okiem mają obserwowalną wielkość nie mniejszą niż około 1 minuta łuku (0.017 stopnia), niezależnie od ich rzeczywistej wielkości. Obraz ten jest pozorny i wynika z dyfrakcji światła w źrenicy - ludzkie oko ma rozdzielczość od 40 do 60 sekund kątowych. Więc np jasna gwiazda Rigel wydaje się nam tysiące razy większa, niż jest naprawdę. Co więcej, wszystkie małe obiekty wyglądają na pozornie okrągłe, niezależnie od rzeczywistego kształtu. Z tego powodu planety zwano dawniej gwiazdami wędrującymi, zmiany ich jasności były sprzeczne zarówno z systemem Ptolemeusza, jak i Kopernika, a fazy Wenus i Merkurego są niedostrzegalne gołym okiem.

1b. Podobnym problemem jest fakt, że w teorii Kopernika obraz planety Wenus powinien zmieniać swoją wielkość do 6 razy, gdyż planeta jest raz dalej a raz bliżej (będąc po przeciwnej, albo tej samej stronie Słońca co Ziemia). Nic podobnego nie da się zaobserwować gołym okiem⁵.

1c. Galileusz na rozwiązanie powyższego problemu zaoferował obserwacje teleskopowe. Niestety obserwacje te były "niewyraźne i sprzeczne z tym, co każdy może dostrzec gołym okiem"⁶, co wynika z problemu (1) i niskiej jakości przyrządu. Co więcej, inni astronomowie nie byli w stanie ich powtórzyć, nawet dostając do ręki przyrząd Galileusza⁷. Kepler (dostawszy od Maginiego i Horky'ego listy, że

⁵Ladyman 2002, s. 107

⁶Feyerabend [1975] 2020, s. 45

⁷Feyerabend [1975] 2020, s. 172

Galileusz nic nie wskórał swoją demonstracją) pisze⁸ “Zapytuję sam siebie, jak to możliwe, aby tak wielu zaprzeczało temu zjawisku” wliczając w to tych posługujących się teleskopem. Nie istniała też żadna optyczna teoria, która mogłaby uzasadnić poprawność tych obserwacji.

1d. Wybitny astronom Tycho Brahe próbował zaobserwować zjawisko paralaksy gwiazdnej, które powinno występować jeśli Ziemia się porusza (niezbyt odległe gwiazdy powinny być widoczne pod innym kątem w zimie, niż latem, ze względu na ruch Ziemi wokół Słońca). Brahe nie zobaczył żadnej dodatniej wartości paralaksy⁹, więc ziemia jego zdaniem, powinna być nieruchoma.

1e. W 1617 Galileusz powtórzył próbę obserwacji paralaksy przy użyciu teleskopu¹⁰. Nie zaobserwował jej, podobnie jak Brahe, jednak pomija ten fakt w “Dialogach” - utrzymując, że paralaksa gwiazd powinna istnieć.

1f. W “Wadze Probierczej”¹¹ Galileusz podważa istnienie komet jako “złudzenie optyczne”, prawdopodobnie aby uchronić system heliocentryczny przed obaleniem. Komety stają się później kluczowym argumentem za teorią Newtona (Newton używa ich przeciwko Kartezjuszowi¹², a Clairaut przewiduje przy użyciu obliczeń orbitę komety Halleya).

2. Podstawowym problemem koncepcji ruchu Ziemi w XVII w. był fakt, że “nie widać żadnych mechanicznych skutków tego ruchu”¹³.

2a. Ciała na Ziemi spadają w sposób prostoliniowy, więc nie sposób twierdzić bez dalszego wyjaśnienia, że Ziemia porusza się po epicyklu. Wyjaśnienie takie było trudne, gdyż rozbieżność między mechaniką ziemską (gdzie ciała poruszają się liniowo), a mechaniką niebios (gdzie obowiązują złożone toru ruchu) zaostcza się w teorii

⁸Feyerabend [1975] 2020, s. 173

⁹Ladyman 2002, s. 107

¹⁰C. Graney 2008

¹¹Feyerabend [1975] 2020, s. 156

¹²Newton 1846, s. 960-961

¹³Albert Einstein 1967, wstęp, Ladyman 2002, s. 108

Kopernika. Fizyka Arystotelesa proponuje oddzielną dynamikę dla ciał niebieskich i ciał ziemskich - to jednak jest bezużyteczne dla teorii niegeocentrycznej.

2b. Galileusz usiłuje to naprawić, proponując tezę o jednostajnym ruchu kołowym wokół masywnego środka¹⁴, zgodnie z pomysłem Nicole Oresme. To jest sprzeczne z teorią Kopernika, w której używane są epicykle¹⁵. Bez epicykli teoria Kopernika byłaby dużo mniej dokładna, niż system Ptolemeusza.

2c. Istnieje niewielki efekt odchylenia torów ruchu poruszających się ciał wynikający z ruchu Ziemi. Nazywa się efektem Coriolisa i odkryto go dopiero w XIX wieku. Jakościowo opisali ten efekt Riccioli i Dechaes w XVII wieku (twierdząc, że efektu tego nie widać, a więc Ziemia się nie porusza)¹⁶.

2d. Galileusz na potwierdzenie ruchu Ziemi tworzy teorię pływów morskich. Teoria ta jest błędna, przewidując zupełnie inne pływy niż widziane w rzeczywistości¹⁷. Bardziej poprawny pomysł starożytnych Greków, że pływy powoduje również Księżyc, Galileusz podważa jako "dziecinny" i ókultystyczny".

3. Galileusz w swoich "Dialogach o dwóch najważniejszych systemach świata" zajął się systemem Ptolemeusza i systemem Kopernika. Pomija przy tym dwa interesujące systemy astronomiczne, które były dostępne w 1633 roku, w momencie opublikowania książki.

3a. Część astronomów przyjęła system Tycho Brahe¹⁸, który łączy równania Kopernika wraz z założeniem o nieruchomej Ziemi. W 1632 roku system ten pozwala połączyć najsilniejsze strony teorii Kopernika i geocentryzmu, np jest zgodny z istnieniem faz Wenus, pomiarami paralaksy gwiazdnej i argumentami mechanicznymi za nieruchomą Ziemią. Galileusz pominął ten system w swojej dyskusji.

3b. Bardziej dokładny (i torujący drogę do teorii Newtona) sys-

¹⁴Feyerabend [1975] 2020, s. 156

¹⁵Fitzpatrick 2010, s. 11

¹⁶Christopher M. Graney 2017

¹⁷C. Graney 2008

¹⁸Np. właśnie Riccioli i Dechaes - Christopher M. Graney 2017.

tem zaproponował w 1609 Kepler, wprowadzając orbity eliptyczne. Rozwiązanie to Galileusz zignorował w “Dialogach”.

2.1 Heliocentryzm w świetle filozofii Duhema.

Zinterpretujmy powyższą sprawę w świetle Tezy 1.1 i 1.2: Co więc jesteśmy w stanie *zmierzyć*, w powyższym zagadnieniu? Przetestowanie stwierdzenia “Ziemia się kręci wokół Słońca” bezpośrednio jest możliwe najwyżej wtedy, gdy polecimy w kosmos. Na Ziemi musimy się skupić na pomiarach pośrednich (interpretowanych na gruncie jakiejś innej teorii, która jest testowalna i z której wynika taki wynik). Pytanie o ruch Ziemi można rozłożyć na następujące składniki, które (według teorii Newtona) powinny być mierzalne.

1. Czy Ziemia porusza się wokół Słońca?
2. Czy Ziemia porusza się ruchem obrotowym?

(2) możemy zmierzyć lokalnie, bo układ obracający się nie jest układem inercyjnym. Powinniśmy czuć jakieś przyspieszenia wynikające z obrotów Ziemi i przykładem ich jest właśnie siła Coriolisa. Siłę Coriolisa opisał jakościowo (s. 8) Riccioli, twierdząc, że ona nie istnieje. Efekt jest bardzo słaby i odkryto go dopiero w XIX w.

(1) również jest ruchem po okręgu, ale ponieważ ruch jest powolny, a orbita odpowiednio wielka, to pomiar powstałych przyspieszeń jest trudne. Pośrednim dowodem są pływy morskie, które dokładnie opisała teoria Newtona. Galileusz opisał jednak pływy gorzej, niż istniejące wcześniej hipotezy - s. 8. Jest możliwy pomiar prędkości i przemieszczenia względem odległych gwiazd, co pozwala zmierzyć właśnie paralaksę gwiazdną. Tycho Brahe zmierzył, że wielkość paralaksy gwiazdnej wynosi zero, w dostępnej dokładności pomiaru. To nie musi oznaczać, że paralaksy gwiazdnej nie ma (np. może być mniejsza, niż dokładność pomiaru), ale najbardziej oczywista interpretacja teoretyczna wskazywała, że kopernikanizm był błędny. Zwolennicy Kopernika twierdzili bowiem, że gwiazdy przypominają Słońce, tylko są bardzo odległe od Ziemi. Wynika stąd, że

wielkość gwiazd pozwala oszacować jak daleko są i obliczyć z tego spodziewaną wielkość paralaksy gwiazdnej. Wychodzi z tego wielka spodziewana wartość paralaksy, której istnienie Tycho z pewnością wykluczył. Takie rozumowanie ma problem: to, co widzimy jako wielkość obrazu gwiazdy, to wcale nie jest wielkość samej gwiazdy. Jest to wielkość obrazu dyfrakcyjnego, która zależy od wielkości apertury (np. źrenicy) i konstrukcji (jeśli mówimy o instrumencie optycznym). Tą sprawę opracowano również dopiero w XIX wieku, choć pewnie podstawy znane były wcześniej.

Zwolennicy geocentryzmu opisali zagadnienie poprawnie: uwzględniając efekty, które są sprzeczne z teorią Ptolemeusza, mimo nieznamomości teorii Newtona. Nie wygląda wcale, by byli to “arystotelicy”, jak ich nazywa Feyerabend. Raczej wykazali się sporą biegłością w dynamice, wiedząc dokładnie, co powinno wynikać, jeśli teoria heliocentryczna jest prawdziwa. Nic więc dziwnego, skoro koncepcyjne fundamenty mechaniki Newtona znane były od dawna¹⁹.

Zwolennik silnego realizmu, albo też Feyerabend mógłby odpowiedzieć, że to postępowanie Galileusza było bardziej korzystne bo doprowadziło do bardziej poprawnych wyników. Dziś bowiem wiadomo, że Ziemia porusza się wokół Słońca, a nie odwrotnie. Ten wniosek okazuje się powierzchowny, gdy oprócz stwierdzenia o ruchu Ziemi, rozważymy stan teorii, która do stwierdzenia prowadzi, jej niespójność i błędne wnioski, które Galileusz ignoruje. Dlatego też nie da się przypisać postępowaniu zwolenników Kopernika ogólnej reguły metodologicznej. Feyerabend twierdzi, notabene że żadna taka reguła nie istnieje, ale to problem jego własnych założeń, które zobaczymy w kolejnej sekcji.

Oczywiście nie należy też twierdzić, że z pomiaru paralaksy i paru innych pomiarów wynika geocentryzm, albo, że XVII-wieczny uczony myślał by tak było. Można tu wskazać rozumowanie, które Galileuszowi narzucili Urban VIII i Bellarmine, polecając mu uczyć kopernikanizmu jako hipotezy. Z punktu widzenia doświadczenia geocentryzm był wtedy bardziej wiarygodny niż heliocentryzm, ale

¹⁹Pierre Duhem i Aversa 2018, s. xiv

to nie znaczy, że geocentryzm był ustalony na gruncie samej fizyki i doświadczenia, i tym bardziej nie znaczy, że heliocentryzm był ustalony na gruncie doświadczenia. Umiarkowany realizm Duhema, który przyjmuje za prawdziwe relacje między wielkościami jest doskonalszą formą teorii fizycznej, a spekulacje na gruncie teorii mogą być przyjmowane dopiero z wielką ostrożnością. Dziś wiemy, że Ziemia porusza się wokół Słońca, a Słońce jest jedną z wielu podobnych gwiazd: ale wiemy to w oparciu o złożoną mozaikę mechaniki, astronomii, optyki, spektroskopii, fizyki atmosfery i innych dziedzin, które miały się dopiero narodzić.

3 Problemy tezy metodologicznej Feyerabenda.

Teza metodologicznej Feyerabenda rozumiana jako “metoda fizyki nie istnieje” jest nieprawdziwa, a jej uzasadnieniu można wytknąć kluczowe problemy. Można je pogrupować w dwa tematy. Po pierwsze: rewolucja kopernikańska jest błędnie przedstawiana jako nagłe i krótkotrwałe wydarzenie w XVI w., pomijając rozwój filozofii naturalnej scholastyków przez poprzednie 300 lat. Po drugie: Feyerabend atakuje istnienie metody na gruncie ścisłego realizmu i obalając go stwierdza, że należy odrzucić też pojęcie metody naukowej. Bardziej spójny i wiarygodny jest umiarkowany realizm: przynajmniej teorii prawdziwość opisu uporządkowania pomiarów, ale niekoniecznie inne jej roszczenia: co naturalnie łączy się z zaproponowaną przez mnie metodą fizyki (Teza 1.1 i 1.2).

3.1 Obraz rewolucji kopernikańskiej jako nagłego wydarzenia.

Wymieńmy najpierw parę ciekawszych punktów z indeksu analitycznego: Punkt 11²⁰:

Kopernikanizm i inne istotne elementy współczesnej nauki przetrwały tylko dlatego, że w ich dziejach często lekceważono wymogi rozumu.

Co znaczy “kopernikanizm”? Część opisowa modelu Kopernika została zaadoptowana przez astronomów: w taki sposób, że Tycho Brahe połączył ten model z eksperymentami mającymi stwierdzić ruch ziemi i, dalej, z geocentryzmem. Kopernikanizm jako ściśle realistyczna poglądów Kopernika zawsze był sprzeczny i fałszywy: na przykład orbity nie są kołowe i nie ma nich epicykli. Jedynie niewielka część wniosków Kopernika (np. Ziemia krąży wokół Słońca),

²⁰Feyerabend [1975] 2020, 46

jest zbliżona do podobnych wniosków teorii Newtona (np. że wyróżnionym punktem układu mechanicznego jest środek masy, środek masy Układu Słonecznego to na ogół Słońce, więc Ziemia krąży wokół Słońca). Tak chyba Feyerabend rozumie tutaj “kopernikanizm”. Czy więc uznanie całej teorii Kopernika za prawdziwą było potrzebne w takim sensie? By przyjąć багаż błędnych poglądów tylko po to, by przyjąć też część prawdziwych? Nie sądzę.

W punkcie 4. Feyerabend pisze następująco²¹

Nie ma takiej idei dowolnie starej i absurdalnej, która nie mogłaby ulepszyć naszej wiedzy. Cała historia myśli wchłonięta jest przez naukę i wykorzystywana do udoskonalenia każdej teorii.

Opinia ta jest po części prawdziwa, ale przedstawiona w zwodniczy sposób. Co to znaczy “absurdalna” w odniesieniu do hipotezy fizycznej? Co Feyerabend ma na myśli, mówiąc “udoskonalic teorię” skoro rzekomo nie ma obiektywnych standardów porównywania teorii? Filozofia Duhema może łatwo wyjaśnić ten problem. Stare pomysły mogą ulepszyć nasze teorie, ale słowo “ulepszyć” rozumiemy różnie. W zgodzie z Tezą 1.2, wszelkie obrazy i intuicje mogą “ulepszyć” naszą wiedzę w tym sensie, że mogą się przydać jako narzędzie do rozwijania nowej teorii. To jednak nie czyni ich prawdziwymi. Czasem też starsze pomysły opisu porządku świata wchodzą w skład nowego, doskonalszego opisu (Teza 1.1), ale to nie są “dowolnie absurdalne” pomysły: np. Ptolemeusz odkrył ekwant, wyprzedzając odkrycie drugiego prawa Keplera; równocześnie Kopernik zastąpił ekwant epicyklami. Kepler potem stwierdził, że system Ptolemeusza jest bardziej dokładny, niż system Kopernika, więc pomysł ten pewnie zainspirował Keplera. Ten pomysł nie był więc “dowolnie absurdalny”, był dokładnym odwzorowaniem rzeczywistego porządku natury (Teza 1.1).

W punkcie 14 Feyerabend pisze²²:

²¹Feyerabend [1975] 2020, s. 44

²²Feyerabend [1975] 2020, s. 46

Dociekania Galileusza stanowiły jedynie niewielką część tzw. rewolucji kopernikańskiej.

Z tym zgadzamy. Z kolejnym zdaniem jednak już nie:

Gdy doda się pozostałe elementy pogodzenie tego procesu ze znanymi zasadami oceniania teorii staje się jeszcze trudniejsze.

Bardzo to ciekawe, co właściwie staje się jeszcze trudniejsze. Rzućmy okiem na rozdział, który podsumowuje powyższy punkt. Czytamy tam²³:

Kopernik był prawowiernym chrześcijaninem oraz dobrym arystotelikiem; próbował przywrócić centralnemu ruchowi kołowemu dawne znaczenie, twierdził, że Ziemia się porusza, na nowo ustalił orbity planet, oraz podał wartości bezwzględne ich średnic.

Kopernik był może “dobrym arystotelikiem” w kwestii jednych wybranych poglądów, ale z pewnością nie w innych. Ptolemeusz używając epicykli i ekwantów sprzeciwia się zasadzie arystotelizmu, że ruch po okręgu jest możliwy tylko wokół materialnego środka. W tym sensie system astronomiczny w którym planety poruszają się po orbitach kołowych, ze stałą prędkością kątową byłby bliższy fizyce Arystotelesa. System Kopernika, mimo stałych prędkości kątowych, nie jest jednak tym systemem²⁴. Po pierwsze: Kopernik zakłada, że Ziemia jest ruchoma, co przeczy teorii ruchu naturalnego Arystotelesa i doktrynie żywiołów; o wiele bardziej niż system Ptolemeusza. Po drugie: system Kopernika nadal używa epicykli, przez co trajektorie planet nie są kołami. Po trzecie ruch po deferencie (wielkim kole orbity) nie jest u Kopernika centralnym ruchem kołowym, bo Słońce nie znajduje się w środku koła. A to ledwie sprawa samego modelu, pozostaje jeszcze jego interpretacja. Ptolemeusz uważał swój

²³Feyerabend [1975] 2020, s. 243

²⁴Fitzpatrick 2010, s. 11

model za narzędzie predykcji, biorąc stronę filozofii Arystotelesa w sprawach rzeczywistej natury zjawisk²⁵. Przyjęcie ściśle realistycznego kopernikanizmu i realnej ruchomości Ziemi każe odrzucić teorię miejsca i ruchu naturalnego Arystotelesa. Robiąc wyłom w sercu fizyki Arystotelesa, Kopernik staje się kontynuatorem doktryn różnych scholastyków²⁶. Feyerabend musi twierdzić, że Kopernik był “arystotelikiem” by zakładać, że to dokładnie w XVI wieku była krótkotrwała “rewolucja”. Jedno i drugie jest nieprawdziwe, bowiem ta rewolucja, to w rzeczywistości setki lat rozwoju nauki.

Ten błędny pogląd Feyerabenda jest bardzo istotny. Powtarza się też dalej, na temat fizyki Arystotelesa czytamy bowiem następująco²⁷:

Fizyka na przykład była ogólną teorią ruchu, która opisywała zmianę bez odwoływania się do okoliczności, w jakich ona zaszła. Obejmowała przemieszczanie się, wzrost roślin i zwierząt, jak również przechodzenie wiedzy z mądrego nauczyciela na nierozgarniętego ucznia.

Feyerabend nie wspominał o przemianie metodologicznej pod koniec XIII w.: odejściu od traktowania natury nieożywionej na sposób organiczny. Powody jej opisaliśmy w całym rozdziale²⁸, a prekursorem ich był jeszcze wcześniejszy Jan Filopon²⁹. To jest właśnie jeden z fundamentów Tezy Duhema o powstaniu metody fizyki. U Feyerabenda ma o tym ani słowa, jest za to sztuczny zamęt i parę przemilczeń: dzieło “Fizyka” Arystotelesa jest o filozofii fizyki, a nie o samej fizyce; a fizyka Arystotelesa w dzisiejszym znaczeniu tego słowa jest w “O niebie” i “O powstawaniu i niszczeniu”:

Kosmologia opisywała naturę wszechświata oraz dające się w nim wyróżnić ruchy. Podstawowe prawo *fizyki* w znaczeniu właśnie wyjaśnionym głosiło, że ruch

²⁵Jaki 1986, s. 35

²⁶P. Duhem i Ariew 1987, s. 506

²⁷Feyerabend [1975] 2020, s. 244

²⁸Zawistowski 2023, s. 46

²⁹Jaki 1986, s. 417

bez siły sprawczej prowadzi do spoczynku —”naturalnym“ położeniem ciała jest spoczynek (obejmuje to brak zmiany jakościowej). W *kosmologii* za ”naturalne” ruchy uważano te, które wystąpiły bez oddziaływania zewnętrznego; przykładem jest ruch ognia ku górze i ruch kamieni ku dołowi. ”O niebie” Arystotelesa oraz liczne średniowieczne komentarze na ten temat dają nam wyobrażenie o problemach omawianych w ramach tej dyscypliny.

Wystarczy zastąpić w powyższym cytacie ”fizyka“ na ”metafizyka“ i ”kosmologia“ na ”fizyka“ i rzekomy problem znika, a fizyka (”kosmologia“) Arystotelesa jest w pewnych elementach kontynuowana przez fizykę nowożytną, jak stwierdził Duhem i niedawno Rovelli³⁰. A ”liczne średniowieczne komentarze” wcale nie dają nam takiego wyobrażenia jak Feyerabend sugeruje (gdzie indziej nazywając przeciwników Galileusza w XVII wieku ”arystotelikami”). W Europie ”O niebie“ pojawiło się w 1175 roku w przekładzie z arabskiego i w 1230 w przekładzie z greki. 50 lat później, a już od końca XIII wieku powstają oryginalne doktryny, które opisaliśmy³¹. Trudno tu mówić o ”arystotelizmie” gdy podstawowe założenia metodologiczne dziedziny uległy głębokiej rewizji.

3.2 Silny realizm, a realizm Duhema.

W końcówce rozdziału³² Feyerabend podsumowuje argument i rozprawia się z różnymi przeciwnymi poglądami, ale nie nazywa z nazwiska ich autorów, ani nie cytuje.

Porównamy obecnie powyższe zdarzenia i sytuacje w jakich wystąpiły, z pewnymi dominującymi dzisiaj filozofiami nauki. Zauważymy od razu, że żadna z tych filozofii

³⁰Rovelli 2015, Zawistowski 2023, s. 34

³¹Zawistowski 2023, s.46-80

³²Feyerabend [1975] 2020, s. 259

nie bierze pod uwagę wszystkich dyscyplin uczestniczących w sporze. W centrum zainteresowania nadal pozostaje astronomia. Racjonalną rekonstrukcję osiągnięć na tym polu uważa się za racjonalną rekonstrukcję całej rewolucji kopernikańskiej. Rola fizyki (argument wieży), fakt, że teologia formułowała niekiedy nieprzekraczalne ograniczenia (zob. reakcję Tychona Brahe na jego nową gwiazdę i na ideę ruchu Ziemi), oraz rola różnych filozofii matematycznych pokazują, że takie ujęcie tej rewolucji nie może być prawdziwe.

Pytanie co to znaczy "racjonalna rekonstrukcja *całej* rewolucji kopernikańskiej"? Szczegóły tego wszystkiego co się stało w życiu i pracy naukowców są pewnie złożone. Niemniej składniki budulcowe nowej teorii fizycznej są na ogół inkrementalnie poprawiane przez wiele pokoleń, a różni uczeni w tych samych czasach (otrzymując od przeszłego pokolenia jedną spuściznę naukową) wpadają na powiązane pomysły, które prędzej czy później pozwalają zbudować optymalny opis badanych zjawisk³³:

...system powszechnego ciężenia kielkował w umysłach Hooke'a, Wrena, Halleya w tym samym czasie, gdy organizował się on w myśli Newtona. Tak samo w połowie XIX wieku zobaczymy jak zasada równoważności ciepła i pracy została sformułowana w niewielkim odstępie czasowym przez Roberta Mayera w Niemczech, przez Joule'a w Anglii i Coldiga w Danii.

"Żaden z nich nie znalazł rywali", ani również rozważań Carnota, który pierwszy wpadł na ten pomysł. Wszyscy czterej mieli różne profesje (lekarz, browarnik, inżynier), różne poglądy i inspirowali się w swoim odkryciu dość rozbieżnymi rzeczami. A łączyła ich fizyka jaką znali i kierunek w którym można ją rozwinąć, proponując prostszą, ogólniejszą i dokładniejszą teorię. To metoda

³³Pierre Duhem 1991, s. 123

jest istotna: odpowiada "co zostanie odkryte" i wskazuje cel. Antyracjonalista może znajdować różnorakie wpływy na fizykę: Mayer zwrócił uwagę na zmianę koloru krwi w gorącym klimacie, ale nie wiadomo dlaczego ten sam fakt nie miał znaczenia przez poprzednie 500 lat, tylko nagle zaczął je mieć w tym samym czasie, w którym działali Joule, Caldig i Carnot. Musi przed takim zarzutem uciekać w myślenie niemalże magiczne, które pokazaliśmy wcześniej u Kuhna: odkrycie jest dziełem jednego geniusza, który doznaje nagłego momentu "eureka".

Feyerabend podaje przykład pozanaukowego wpływu na Tycho Brahe, ale nie jest to zasadne. Wskazaliśmy³⁴, że Brahe rozsądził tą sprawę poprawnie, wymyślając rozsądny eksperyment, który może wykazać, czy Ziemia się porusza czy nie. Wynik eksperymentu zasugeruje, że Ziemia się nie porusza (bo efekt jest bardzo mały, a otrzymany wynik pomiaru może być prosto zinterpretowany). Brahe więc uzna tezę o spoczynku Ziemi, jednocześnie przyjmując równania modelu Kopernika; to zaś jest bardzo optymalną teorią opisową, która łączy silne strony geocentryzmu i modelu Kopernika.

Owa fatalna niekompletność stanowi pierwszy i najbardziej fundamentalny zarzut przeciw wszystkim proponowanym rekonstrukcjom. Nadal pozostają one pod wpływem (pozytywistycznego) przesądu, że same tylko obserwacje załatwiają sprawę, oraz, że mogą osądzić teorię bez pomocy (lub przeszkód ze strony) alternatyw, w tym alternatyw metafizycznych.

Znowu, należy rozróżnić część teorii opisową od reszty jej zawartości (wyjaśnień, obrazów intuicji itd). Część opisowa teorii (np. model ruchów planet Kopernika) może być osądzona przy użyciu doświadczenia, bo jej treścią jest optymalne uporządkowanie doświadczenia. Część wyjaśniająca (filozoficzny kopernikanizm) z doświadczenia nie wynika i wchodzi na grunt metafizyki, która jest dużo trudniejsza w rekonstrukcji.

³⁴s. 9

Co więcej, rekonstrukcje zawodzą nawet w tak wąskiej dziedzinie jak astronomia.

Notabene ”rekonstrukcje zawodzą nawet w tak wąskiej dziedzinie jak astronomia “, bo uczyony nie zajmował się ”nawet tak wąską dziedziną“ w XVII w, tylko rozważał fizykę i astronomię jednocześnie. Sprzeczności między fizyką Arystotelesa i astronomią Ptolemeusza były znane i wykorzystywane dużo wcześniej³⁵.

³⁵Zawistowski 2023, s. 46

4 Problem rachunku precesji Merkurego w Ogólnej Teorii Względności.

Przedstawimy jeszcze jeden bardzo dobry argument Feyerabenda ze metodologicznym relatywizmem (czy “anarchizmem”). Jest on problemem zarówno dla Poppera jak i naukowego realizmu, podważając zarówno twierdzenia o obaleniu teorii Newtona i zastąpieniu jej Ogólną Teorią Względności (OTW), jak też poglądy, że OTW jest w silnie realistycznym sensie prawdziwą teorią (np. grawitacja jest na pewno wynikiem istnienia zakrzywionej czasoprzestrzeni).

Einstein wraz z publikacją Ogólnej Teorii Względności podał kilka testów, wśród nich rachunek precesji apsydalnej Merkurego. Orbita Merkurego jest bowiem elipsą jedynie w przybliżeniu. Perihelium (i oś wielka elipsy) podlega bardzo powolnemu ruchowi, około 0.15 stopnia na wiek³⁶. I Ogólna Teoria Względności, według obiegowej opinii, pozwala tą wielkość dokładnie obliczyć.

Feyerabend odpowiada, że większość (92%) wielkości precesji można obliczyć w oparciu o wpływ na Merkurego grawitacji innych planet Układu Słonecznego. Wielkość ta została obliczona przez Le Verriera w XIX w., a niezgodność rachunku z doświadczeniem była argumentem do szukania jeszcze jednej, nieznannej planety (dano jej nazwę Wulkan). Krótco po tym, gdy poszukiwania Wulkana uznano za niepowodzenie, Einstein zaproponował swoją teorię grawitacji.

Feyerabend jednak twierdzi (mniej-więcej zgodnie z prawdą), że Einstein nie obliczył wcale wielkości precesji na gruncie Ogólnej Teorii Względności. Otóż uwzględnienie dynamiki wielu współoddziałujących ciał na gruncie tej teorii jest trudne i Einstein nic takiego nie zrobił. To co zaś zrobił, to wziął wielkość precesji obliczoną przez Le Verriera i *dodał* do niej niewielki przyczynek. Przyczynek ten został obliczony w oparciu o Ogólną Teorię Względności w przypadku, gdy rozpatrujemy tylko Słońce jako jedyną istotną masę.

Podsumować ten zarzut można następująco:

³⁶liczone w układzie Słońca, w układzie Ziemi będzie 1.55 stopnia na wiek

Pogląd 4.1 *Twierdzenie o obaleniu teorii Newtona i zastąpieniu jej OTW jest błędne, bo dowody na Ogólną Teorię Względności korzystają z teorii Newtona.*

Pogląd 4.2 *OTW nie jest prawdziwą teorią, skoro obliczenie wyników, które przewiduje wymaga starszej, rzekomo obalonej teorii i poprawek ad-hoc.*

Umiarkowany realizm Duhema jest spójny z tą sytuacją. Teoria jest prawdziwa o tyle, o ile opisuje uporządkowanie między wielkościami, więc zarówno teoria Newtona, jak i Ogólna Teoria Względności są w tym sensie prawdziwe. Silny realizm jest zaś przez Feyeraabenda skutecznie obalony. Można łatwo wzmocnić ten punkt widzenia dodając, że wielu inżynierów i fizyków, którzy nie zajmują się ekstremalnie silnymi efektami grawitacyjnymi przyjmuje za obowiązującą teorię grawitacji teorię Newtona (nie interesując się wcale ani OTW, ani tym, czy teoria Newtona wynika z OTW). Ponadto, istnieje w mechanice kwantowej długa lista zjawisk, które są sprzeczne z OTW, gdyż nie jest to teoria kwantowa.

Co do faktów historii należy też uściślić, że fizycy już od początku badań nad OTW próbowali tą sytuację naprawić. Najpierw należało wykazać, że dla słabej grawitacji OTW sprowadza się do teorii Newtona, co częściowo zrobiono już w 1917. Bardziej ściśle przybliżenie Einsteina-Infelda-Hoffmana zostało wprowadzone w 1938 roku³⁷.

Po drugie, na gruncie przybliżonych równań OTW należałoby obliczyć trajektorie planet Układu Słonecznego w Ogólnej Teorii Względności (analogicznie do obliczeń Le Verriera), by sprawdzić, czy zgadzają się z obserwacjami. To jednak nie zostało wykonane przez długi czas i nie budzi wyraźnie wielkiego zainteresowania społeczności. Można wykonać takie obliczenia przy użyciu komputera³⁸, prawdopodobnie nie były jednak dostępne w latach 70., gdy Feyera-

³⁷A. Einstein, Infeld i Hoffmann 1938

³⁸Edvardsson 2023 - autor na s. 38 twierdzi, że wykonał obliczenia w post-newtonowskim przybliżeniu OTW.

bend pisał swoją książkę³⁹. Oto więc dowód na OTW z precesji apsydalnej Merkurego był przez długi czas niekompletny. Nie był to oczywiście jedyny dowód: Einstein w 1915 przewidział także grawitacyjne ugięcie światła (co potwierdziły pomiary w 1919) i grawitacyjne przesunięcie ku czerwieni (potwierdzone w 1954 i częściowo w 1925). Inne, bardziej precyzyjne testy OTW były dostępne od lat 60 i 70⁴⁰, co rozwiało wątpliwości.

Pozostaje tu parę problemów, które może wyzyskać zwolennik relatywizmu. OTW przyjęto dość łatwo w oparciu o tylko jeden dobry dowód (czyli ugięcie światła gwiazd) i bez wyprowadzenia teorii Newtona z OTW. Sytuacja taka trwała przez wiele lat. Fizycy stosunkowo łatwo uwierzyli w lepszą teorię, choć lepsza teoria nie pozwalała wtedy obliczyć praktycznie niczego, ani wyprowadzić teorii rzekomo zastąpionej. W 1910 grawitacja była, według fizyków, opisana teorią Newtona, w 1930, była opisana teorią Einsteina, mimo bardzo niewielkiej liczby dowodów za tym drugim poglądem i jego niekompletności.

Okazuje się, że w przyjęciu Ogólnej Teorii Względności rolę odgrywała też elegancja. Wielu fizyków wychwalało OTW za jej piękno⁴¹, a Weinberg przyznał, że właśnie to piękno pomogło bardzo w akceptacji teorii⁴²:

Jednakże, pomimo słabości wczesnych dowodów na ogólną teorię względności, teoria Einsteina stała się podrechnikowym standardem teorii grawitacji w latach 20 i zachowała tą pozycję do tej pory, mimo, że różne ekspedycje do obserwacji zaćmień Słońca w latach 20. i 30. raportowały co najwyżej dwuznaczne dowody. Pamiętam, że nauczyłem się ogólnej teorii względności w latach 50., przed nowoczesną astronomią radiową i radarową, która

³⁹Nie znalazłem żadnych tego rodzaju publikacji przed 1975; Narlikar i Rana 1985 analizują problem precesji Merkurego, całkując numerycznie równania Newtona.

⁴⁰Brault 1962, Turyshev 2008

⁴¹Wikiquote 2023

⁴²Weinberg [1993], 2010, 5. "Tales of Theory and Experiment"

dostarczyła nowych imponujących dowodów. Założyłem, że ogólna teoria względności jest mniej więcej poprawna. Możliwe, że wszyscy byliśmy naiwni i mieliśmy szczęście, ale nie wierzę, że to prawdziwe wyjaśnienie. Wierzę, że w dużej części powodem masowej akceptacji ogólnej teorii względności był pociąg do samej teorii, w skrócie —do jej piękna.

Wynika ten sam wniosek, który wskazywałem przy okazji dyskusji problemu Duhema w fizyce eksperymentalnej⁴³. Fizycy rzeczywiście zakładają istnienie zrozumiałego, “pięknego” porządku świata i to założenie okazuje się (znowu) skuteczną heurystyką. OTW bowiem została zbadana z wielką dokładnością przez 100 lat i wyszła zwycięsko ze wszystkich testów. Paul Dirac zapytany o swój podstawowy pogląd na fizykę, napisał “prawo fizyczne musi być matematycznie piękne”⁴⁴. A dlaczego ma być piękne? Oto raz jeszcze widać teleologiczne wpływy od których fizyka zaczęła się u Arystotelesa i w teologii scholastycznej; mimo deklarowanego agnostycyzmu czy ateizmu Einsteina, Diraca, czy Weinberga.

⁴³Zawistowski 2023, s.11

⁴⁴Kragh 2016, rozdział 9.

Bibliografia

- Newton, Isaac (1846). *Mathematical Principles of Natural Philosophy, translated by A. Motte*. DANIEL ADEE, 45 LIBERTY STREET.
- Dugas, René (1937). “La méthode physique au sens de Duhem devant la mécanique des quanta - translated by A. Aversa as Physical method according to Duhem in view of quantum mechanics”. W: *Revue générale des sciences pures et appliquées* 49, s. 68–71. URL: <http://www.u.arizona.edu/~aversa/>.
- Einstein, A., L. Infeld i B. Hoffmann (1938). “The Gravitational Equations and the Problem of Motion”. W: *Annals of Mathematics* 39.1, s. 65–100. ISSN: 0003486X.
- Duhem, Pierre (1954). *The aim and structure of physical theory*. Princeton University Press.
- Brault, James William (sty. 1962). “The Gravitational Red Shift in the Solar Spectrum.” Prac. dokt. Princeton University, New Jersey.
- Einstein, Albert (1967). *Preface to Galileo’s “Dialogue Concerning Two Chief World Systems”*. University of California Press.
- Narlikar, J. V. i N. C. Rana (kw. 1985). “Newtonian N-body calculations of the advance of Mercury’s perihelion”. W: *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 213.3, s. 657–663. ISSN: 0035-8711. DOI: 10.1093/mnras/213.3.657. eprint: <https://academic.oup.com/mnras/article-pdf/213/3/657/18521899/mnras213-0657.pdf>. URL: <https://doi.org/10.1093/mnras/213.3.657>.
- Jaki, Stanley L. (1986). *Science and Creation*. Scottish Academic Press.
- Duhem, P. i R. Ariew (1987). *Medieval Cosmology: Theories of Infinity, Place, Time, Void, and the Plurality of Worlds*. History and philosophy of science. University of Chicago Press. ISBN: 9780226169231.

- Duhem, Pierre (1991). *Pierre Duhema filozofia nauki*. Red. M. Staniszevska. Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego.
- Ladyman, James. (2002). *Understanding Philosophy of Science*. Routledge. ISBN: 9780415221566.
- Graney, CM (2008). “But Still, It Moves: Tides, Stellar Parallax, and Galileo’s Commitment to the Copernican Theory”. W: *Phys. perspect.* 10, s. 258–268.
- Turyshev, Slava G. (2008). “Experimental Tests of General Relativity”. W: *Annual Review of Nuclear and Particle Science* 58.1, s. 207–248. DOI: 10.1146/annurev.nucl.58.020807.111839. eprint: <https://doi.org/10.1146/annurev.nucl.58.020807.111839>. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev.nucl.58.020807.111839>.
- Fitzpatrick, Richard (2010). *Modern Almaghest*. Lulu.
- Rovelli, Carlo (2015). “Aristotle’s Physics: A Physicist’s Look”. W: *Journal of the American Philosophical Association* 1.1, s. 23–40.
- Kragh, Helge (2016). *Simply Dirac*. Simply Charly. ISBN: 9781943657001.
- Graney, Christopher M. (lip. 2017). “Early descriptions of Coriolis effect”. W: *Physics Today* 70.7, s. 12–13. DOI: 10.1063/pt.3.3610. URL: <https://doi.org/10.1063%2Fpt.3.3610>.
- Duhem, Pierre i Alan Aversa (czer. 2018). *Galileo’s Precursors: Translation of Studies on Leonardo da Vinci (vol. 3) by Pierre Duhem*. DOI: 10.13140/RG.2.2.23235.71201/1.
- Edvardsson, Sverker (mar. 2023). “Relativistic Gravitational Force”. W: *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy [preprint]*. DOI: 10.13140/RG.2.2.31779.12321.
- Wikiquote (2023). *General Relativity*. URL: https://en.wikiquote.org/wiki/General_relativity.
- Zawistowski, Krystian (2023). *Porządek i Przygodność*. Red. A.E. Taylor.
- Feyerabend, Paul ([1975] 2020). *Przeciw Metodzie*. Aletheia - Warszawa.
- Weinberg, Steven ([1993], 2010). *Dreams Of A Final Theory: The Search for The Fundamental Laws of Nature*. Random House.