Michał Szczurowski

"Natura i Grecy" Erwina Schrödingera : prezentacja i fragment tłumaczenia

Scripta Classica 7, 99-111

2010

Michał Szczurowski
Uniwersytet Śląski, Katowice

Natura i Grecy Erwina Schrödingera — prezentacja i fragment tłumaczenia

Abstract: The introduction is a short presentation of the person and interdisciplinary position of Austrian physicist Erwin Shrödinger. What follows is a Polish translation of a chapter from his book *Nature and the Greeks* entitled *The Pythagoreans*. In it Schrödinger presents scientific accomplishments of the philosopher and his school as well as provides us with his professional opinion on the importance of these. The main part of this section of the book consists of a simple and elegant proof of the Phytagorean theorem.

Key words: philosophy, Ancient Greek science, Pythagoreans, Pythagorean theorem

Pozycja Erwina Schrödingera we współczesnej fizyce jest niepodważalna. Jako twórca równania falowego, znanego szerzej jako równanie Schrödingera, położył fundamenty pod fizykę kwantową, która w dalszym ciągu stanowi jedną z kluczowych gałęzi tej nauki[1]. Był jednak, jak większość genialnych fizyków tamtego okresu, człowiekiem o niezwykle szerokich horyzontach, które sięgały między innymi obszarów wiedzy ludzkiej zwykle dostrzeganych wyłącznie przez filologów klasycznych.

Oczywiście fakt, że wybitny fizyk zna łacinę lub grekę, sam w sobie nie stanowi problemu interesującego dla filologów. Sytuacja zmienia się jednak radykalnie, gdy ów fizyk postanawia swą wiedzę fizyczną połączyć z ową wiedzą filologiczną w poszukiwaniu starożytnych podstaw współczesnych nauk ścisłych. Wtedy rzecz staje się bezcenna, ponieważ stosunkowo niewiele miejsca we współczesnej filologii klasycznej poświęca się starożytnej nauce. W obowiązkowym programie

[1] Na temat doniosłości równania Schrödingera por. m.in.: R.P. Feynmann, R.B. Leighton, M. Sands: *Feynmanna wykłady z fizyki*. Tłum. A. Szymala. T. 3. Warszawa 1974, s. 299—300.

nauczania uniwersyteckiego studenci poznają zrąb filozofii klasycznej, znacznie dokładniej zajmują się literaturą piękną, jednak niemal zupełnie nie zajmują się fascynującymi problemami starożytnej matematyki, fizyki czy medycyny. Problem jest o tyle bardziej złożony, że zagadnienia te znajdują również niewielu zainteresowanych po drugiej stronie barykady, wśród matematyków, fizyków czy lekarzy. Wynika to, po części, ze sztucznego i zasadniczo błędnego podziału na nauki humanistyczne i ścisłe, w których historia nauki, zwłaszcza historia nauki starożytnej — leży niemal w samym centrum ziemi niczyjej. Barierą bywa również, co oczywiste, język oraz, co nie mniej ważne, trudna dostępność oryginalnych tekstów.

Z powyższych powodów napisana w sposób niezwykle przejrzysty, a przy tym nie idąca na kompromisy w kwestii treści, książka E. Schrödingera *Natura i Grecy* stanowi tak cenną pozycję owego pogranicza nauk. Zawiera ona, w swych siedmiu rozdziałach, obraz rzeczywistości antycznej zarysowany z perspektywy współczesnego fizyka, zastanawiającego się, jakie cechy naszego światopoglądu naukowego, których być może wcale nie dostrzegamy, wkradły się do niego bezpośrednio z filozofii greckiej. Lektura ta dla „wykształconego laika", zwłaszcza wykształconego filologicznie, stanowić może początek wielkiej intelektualnej przygody, do której doskonałym zaproszeniem jest rozdział 3., w którym austriacki laureat nagrody Nobla omawia poglądy jednego z najbardziej tajemniczych filozofów starożytnych — Pitagorasa.

Erwin Schrödinger

Pitagorejczycy[2]

Od myślicieli takich jak Parmenides czy Protagoras niewiele możemy dowiedzieć się o naukowej skuteczności ich radykalnych poglądów, ponieważ żaden z nich naukowcem nie był. Prototypem szkoły o silnie naukowej orientacji, a przy tym o wyraźnie zaznaczającym się, graniczącym wręcz z religijnym uprzedzeniem, skrzywieniu, by sprowadzić budowlę natury do czystego rozumu, byli pitagorejczycy. Ich główną siedzibę stanowiły południowe Włochy, miasta, takie jak Krotona, Sybaris, Tarent, leżące wokół zatoki między „piętą" a „palcami" półwyspu. Zwolennicy ruchu tworzyli coś na kształt religijnego zakonu charakteryzującego się osobliwymi rytuałami między innymi w kwestii jedzenia, trzymali

---

[2] Jest to nieco skrócony rozdział 3. książki tegoż autora pt. *Nature and the Greeks.* Cambridge 2002, s. 34—52.

też w tajemnicy przed ludźmi z zewnątrz co najmniej część swego nauczania[3]. Założyciel, Pitagoras, który działał w drugiej połowie szóstego wieku przed Chrystusem, był z pewnością jedną z najbardziej niezwykłych osób antyku. Legendy o ponadnaturalnych mocach niemal same rodziły się wokół niego: pamiętał jakoby wszystkie poprzednie wcielenia w ramach swej metempsychozy (podróży duszy); ktoś, ponoć przypadkowo szarpnąwszy jego okrycie, odkrył, że udo miał z czystego złota. Wydaje się, że nie pozostawił po sobie nawet linijki tekstu. Jego słowa były święte dla uczniów, czego dowodem jest znana fraza αὐτὸς ἔφα („Mistrz rzekł"), która rozstrzygała wszelkie ich spory i zyskiwała status niezachwianej prawdy. Mówi się także, że odczuwali respekt przed wypowiadaniem jego imienia i zamiast tego mówili o nim „ów mąż" (ἐκεῖνος ἀνήρ). Niejednokrotnie trudno jednak stwierdzić, czy jakaś konkretna doktryna pochodzi od niego, czy wręcz od kogo w ogóle bierze swój początek, z powodu opisanego powyżej charakteru i nastawienia tej społeczności.

Ich apriorystyczny światopogląd został wyraźnie przejęty przez Platona i Akademię, którzy byli pod wielkim wrażeniem i wpływem wschodniowłoskiej szkoły. W zasadzie, z punktu widzenia historii idei, można by Szkołę Ateńską nazywać odłamem pitagoreizmu. Fakt, że formalnie nie należeli do „Zakonu", nie ma wielkiego znaczenia, jeszcze mniejsze zaś to, że bardziej niż podkreślić starali się tę zależność ukryć, kładąc nacisk na własną oryginalność. Tymczasem nasze najlepsze dane o pitagorejczykach zawdzięczamy, podobnie jak wiele innych informacji, wiarygodnym sprawozdaniom Arystotelesa, mimo iż przeważnie nie zgadza się on z ich poglądami i oskarża o nieugruntowane skrzywienie apriorystyczne, do którego zresztą sam również miał skłonności.

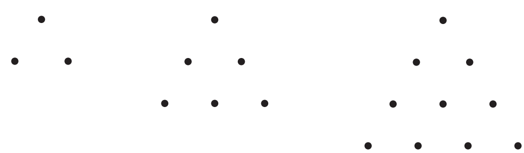
Uważa się, że podstawowa doktryna pitagorejczyków głosiła, że *rzeczy są liczbami*, choć niektóre przekazy usiłują osłabić paradoks twierdzeniem, że rzeczy „są jak liczby", do liczb analogiczne. Daleko nam do pełnego zrozumienia, jakie było prawdziwe znaczenie powyższego stwierdzenia. Jest wielce prawdopodobne, że pojawiło się ono jako prawdziwie wielkie i odważne, jednak nadmierne, uogólnienie słynnego odkrycia Pitagorasa, mianowicie całkowitych lub wymiernych podziałów struny (takich jak 1/2, 1/3, 3/4) tworzących interwały muzyczne, które wplecione w harmonię pieśni, mogą wzruszyć nas do łez, przemawiając niejako wprost do naszej duszy. (Z ich szkoły pochodzi także piękna alegoria relacji duszy i ciała, prawdopodobnie autorstwa Filolaosa: dusza nazywana jest harmonią ciała, pozostając z nim w takiej relacji, w jakiej do muzycznego instrumentu pozostają dźwięki, które on wydaje).

---

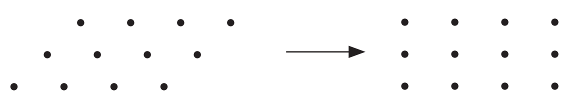
[3] Różni antyczni autorzy komentują wielki skandal, wywołany przez Hippasusa, który ujawnił istnienie pentagono-dodekahedronu lub, jak twierdzą inni, pewnej „niewyliczalności" (ἀλογία) i „asymetrii". Został wydalony z zakonu. Wspomniane są również inne kary: przygotowano mu grób, jak osobie zmarłej; zginął (zemsta bóstwa) utopiony na głębokim morzu.

Inny wielki antyczny skandal wiąże się z plotką, że Platon za ogromne pieniądze kupił od pitagorejczyka, który bardzo potrzebował pieniędzy, trzy manuskrypty, aby następnie skorzystać z nich, nie zdradzając źródeł (przyp. aut.).

Według Arystotelesa owe „rzeczy” (będące liczbami) miały przede wszystkim posiadać zmysłową naturę materialnych przedmiotów; przykładowo, po tym jak Empedokles rozwinął swoją teorię czerech żywiołów, one również „stały się” liczbami; dotyczyło to także „rzeczy”, takich jak Dusza, Sprawiedliwość, Możliwość, które „były” liczbami lub miały swe liczbowe odpowiedniki. W ramach takiego przyporządkowania znaczenie miały pewne proste własności z teorii liczb. I tak, kwadraty (4, 9, 16, 25, …) związane były ze Sprawiedliwością; zwłaszcza pierwszą z tych liczb — 4 — z nią utożsamiano. Ideą, która legła u podstaw takiego rozwiązania, była z pewnością możliwość podziału na dwa *równe* czynniki (por. ang. *equal* — „równy”, *equity* — „sprawiedliwość”, *equitable* — „sprawiedliwy”). Liczba będąca kwadratem może zostać ułożona jako kwadrat z punktów, jak choćby kręgle. Opierając sie na podobnym rozumowaniu, mówiono o liczbach trójkątnych, takich jak 3, 6, 10, …



Liczbę taką otrzymuje się, mnożąc liczbę kropek jednego boku (n) przez kolejną ($n + 1$) oraz dzieląc ten iloczyn, który zawsze jest parzysty, przez 2, stąd $n(n + 1)/2$. (Najłatwiej dostrzec to, jeśli zestawić dwa trójkąty o przeciwnie zwróconych wierzchołkach i później ustawić figurę tak, by tworzyła prostokąt.



We współczesnej teorii „kwadrat orbitalnego momentu pędu” wynosi $n(n + 1)h^2$, nie zaś n^2h^2, gdzie n jest liczbą całkowitą. Uwaga ta ma jedynie ilustrować fakt, że wyodrębnienie liczb trójkątnych nie było iluzją, relatywnie często występują one w matematyce).

Trójkątna liczba 10 cieszyła się szczególnym szacunkiem, być może z uwagi na fakt, że była czwarta z rzędu, tym samym wskazywała na sprawiedliwość.

Ilość wierutnych bzdur, które muszą rodzić się z podobnych założeń, znajduje ilustrację w wiernych — nie *szyderczych* — opisach Arystotelesa. Własnością podstawową liczby jest jej Parzystość bądź Nieparzystość. (Jak na razie nie jest źle. Pitagoras zaznajomiony jest także z fundamentalnym podziałem na parzyste i nieparzyste liczby *pierwsze*, chociaż pierwsza z tych klas zawiera wyłącznie liczbę 2). Jednak Nieparzystość ma jakoby określać ograniczony, skończony charakter przedmiotu, Parzystość zaś odpowiedzialna jest za nieograniczoną lub nieskończoną naturę pewnych rzeczy. Symbolizuje ona nieskończność (!), podzielność, ponieważ liczbę parzystą podzielić można na dwie równe części. Inny komentator odkrywa defekt lub niedoskonałość liczb parzystych (wskazujące na nieskończoność) w tym mianowicie, że kiedy podzieli się je na dwa:

• • • • | • • • •

w środku pozostaje puste pole, któremu brak władcy oraz określenia liczbowego (ἀδέσποτος καὶ ἀνάριθμος).

Wydaje się również, że uważano cztery żywioły (ogień, woda, ziemia, powietrze) za zbudowane z czterech spośród pięciu brył doskonałych, podczas gdy piąta, dwunastościan foremny, zarezerwowana była na pojemnik dla całego wszechświata, prawdopodobnie dlatego, że była najbardziej zbliżona do kuli oraz że jej ścianami były pięciokąty; również ta figura odgrywała mistyczną rolę zarówno sama, jak i rozwinięta o swych pięć przekątnych ($5 + 5 = 10$), które tworzą dobrze znany pentagram. Jeden z wczesnych pitagorejczyków, Petron, uznawał, że istnieją 183 światy, ułożone w trójkąt, choć przy okazji można dodać, że 183 nie jest liczbą trójkątną. Czy zostanie uznane za wielką zuchwałość wspomnienie przy tej okazji, że pewien wpływowy naukowiec ogłosił ostatnio, że całkowita liczba cząstek elementarnych we wszechświecie wynosi $16 \times 17 \times 2^{256}$, gdzie 256 jest kwadratem kwadratu kwadratu 2?

Późniejsi pitagorejczycy wierzyli w transmigrację duszy w bardzo dosłownym pojęciu. Uważa się, że wierzył w nią już sam Pitagoras. Ksenofanes w kilku dystychach opowiada następującą anegdotę o Mistrzu: kiedy przechodził obok małego psa, który był okrutnie bity, poczuł ogromne współczucie dla zwierzęcia i tak oto zwrócił się do dręczyciela: „Przestań go bić; bo ma on duszę przyjaciela, którego rozpoznałem, słysząc jego głos". Ksenofanes, ze swej strony, chciał najprawdopodobniej ośmieszyć wielkiego mędrca, uznając jego zachowanie za wynik głupich poglądów. Trudno nam dziś nie spojrzeć na tę sytuację inaczej. Zakładając, że historia jest prawdziwa, można by pokusić się o znacznie prostsze tłumaczenie tych słów, jak choćby: „Przestań, słyszę bowiem głos zadręczanego przyjaciela, błagającego mnie o pomoc". („Nasz przyjaciel pies" to stała fraza Charlesa Sherringtona).

Powróćmy teraz na moment do ogólnego poglądu, wspomnianego już na samym początku, tego mianowicie, że liczby są rewersem wszystkich rzeczy. Stwierdzono tu, że ewidentnie bierze on początek z akustycznych odkryć dotyczących długości wibrujących strun. By jednak oddać mu sprawiedliwość (pomimo wariackich wniosków nieraz z niego wyciąganych), nie należy zapominać, że był to czas i miejsce pierwszych wielkich odkryć matematyki i geometrii, które zwykle łączono z konkretnymi lub wyobrażeniowymi zastosowaniami do przedmiotów materialnych. Sednem myśli matematycznej jest jej zdolność do abstrahowania liczb (długości, kątów i innych wielkości) z materialnej scenerii oraz zajmowania się ich relacjami jako takimi. W naturze tego rodzaju procedury leży fakt, że związki, schematy, wzory, figury geometryczne… osiągnięte w ten sposób mają zupełnie niespodziewaną tendencję do znajdowania zastosowania w ramach materialnego tła wiele różniącego się od tego, z którego zostały pierwotnie wyabstrahowane. Matematyczny schemat bądź wzór wprowadzają nagle porządek w dziedzinę, na której potrzeby nie były planowane, o której wcale nie myślano, kiedy je tworzono. Takie robiące duże wrażenie doświadczenia zdolne są wywołać wiarę w mistyczną moc matematyki. „Matematyka" wydaje się podstawą wszystkiego, jako że niespodziewanie znajdujemy ją w miejscach, w których nie umieściliśmy jej sami. Fakt ten często musiał robić potężne wrażenie na młodych adeptach; wraca on zresztą jako znaczące wydarzenie również w rozwoju nauk fizycznych, jak w przypadku gdy — by podać jeden tylko sławny przykład — Hamilton odkrył, że ruch ogólnego systemu mechanicznego rządzony jest dokładnie takimi samymi prawami, jak promień światła poruszający się w niejednorodnym medium. Nauka stała się ostatnio wyrafinowana, nauczyła się ostrożności w podobnych przypadkach, wystrzega się pochopnych wniosków o istnieniu wewnętrznego pokrewieństwa, gdy chodzić może zaledwie o analogię formalną, wynikającą z natury myśli matematycznej. Jednak w jej okresie niemowlęcym pojawianie się pospiesznych konkluzji natury mistycznej, jak te wcześniej przedstawione, nie może nikogo dziwić.

Interesującym, choć nieco może odbiegającym od tematu, współczesnym przypadkiem wzoru stosowanego w zupełnie innych okolicznościach materialnych jest tak zwana krzywa przejścia w planowaniu dróg. Łuk łączący dwa proste elementy drogi nie powinien być zwykłym kołem. Oznaczałoby to bowiem, że kierowca byłby zmuszony gwałtownie skręcić kierownicę w punkcie wjazdu z prostej na koło. Warunki idealnej krzywej przejścia są następujące: wymaga stałej prędkości obrotu kierownicy w pierwszej połowie przejazdu oraz tej samej stałej prędkości obrotu w przeciwnym kierunku w drugiej. Matematyczne sformułowanie tego warunku prowadzi do stwierdzenia, że krzywizna musi być proporcjonalna do długości krzywej. Okazuje się, że warunek ten spełnia bardzo charakterystyczna krzywa, która znana była na długo przed pojawieniem się samochodów, konkretnie spirala Cornu. Jedynym jej zastosowaniem, o ile się orientuję, był konkretny, prosty problem z dziedziny optyki, dotyczący rozkładu natężenia światła ugiętego na pojedynczej prostej szczelinie; to on doprowadził do teoretycznego odkrycia tejże krzywej.

Bardzo prostym problemem, znanym każdemu uczniowi, jest wstawienie pomiędzy dwie dane długości (lub liczby) p oraz q trzeciej x, tak aby stosunek p do x był taki sam, jak x do q.

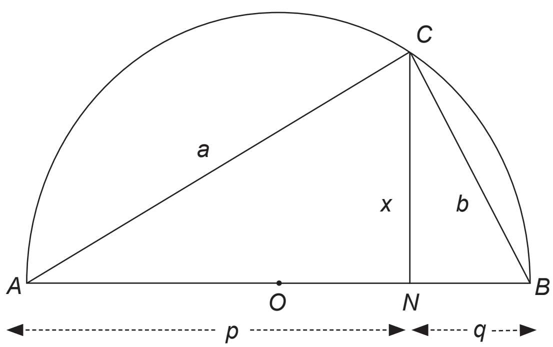
$$p : x = x : q. \tag{1}$$

Wielkość x nazywana jest wtedy „geometryczną średnią” p i q. Przykładowo, gdyby q było 9 razy p, x musiałoby być 3 razy p, więc także jedną trzecią q. Stąd już blisko do uogólnienia, w myśl którego, kwadrat x równy jest iloczynowi pq,

$$x^2 = pq. \tag{2}$$

(Można również wywieść powyższy wzór z ogólnej zasady proporcji, która mówi, że iloczyn czynników „wewnętrznych” równy jest iloczynowi czynników „zewnętrznych”). Grecy interpretowali ten wzór geometrycznie, jako „kwadraturę prostokąta”, gdzie x jest bokiem prostokąta, którego powierzchnia równa jest prostokątowi o bokach p i q. Znali oni algebraiczne wzory oraz równania wyłącznie w ich interpretacji geometrycznej, ponieważ z zasady nie było *liczby* pasującej do wzoru. Jeśli na przykład przyjąć, że q równe jest $2p$, $3p$, $5p$, ... (a p, dla prostoty, po prostu 1), to x będzie czymś, co my nazywamy $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$, …, a co dla nich nie było liczbą, ponieważ liczb takich jeszcze wtedy nie wynaleziono. Każda konstrukcja geometryczna będąca realizacją tego wzoru jest więc po prostu geometryczną ilustracją pierwiastka kwadratowego.

Najprostsza metoda polega na nakreśleniu odcinków p i q wzdłuż linii prostej, następnie wyprowadzeniu poprzecznej z punktu ich złączenia (N) oraz przecięciu jej za pomocą okręgu, mającego swój środek O (punkt środkowy $p + q$), przechodzącego przez punkty A i B, końcowe dla $p + q$ (por. rys. 1).



Rys. 1

Proporcja (1) wynika więc z faktu, że ABC jest trójkątem prostokątnym, C jest „kątem wpisanym w półokrąg”, co sprawia, że *trzy* trójkąty ABC, ACN, CNB są trójkątami geometrycznie podobnymi. Dwie pozostałe „średnie geometryczne” widoczne są w naszych trójkątach; konkretnie, uzupełniając: przeciwprostokątna $p + q = c$:

$$q : b = b : c, \quad \text{stąd} \quad b^2 = qc,$$
$$p : a = a : c, \quad \text{stąd} \quad a^2 = pc.$$

Z tego zaś wynika, że:

$$a^2 + b^2 = (p + q)c = c^2.$$

Jest to najprostszy dowód tak zwanego twierdzenia Pitagorasa.

Na proporcję (1) pitagorejczycy mogli też natrafić w całkiem innych okolicznościach. Jeśli p, q, x są długościami odmierzonymi na tej samej strunie za pomocą wsporników albo nacisku palców, jak w przypadku gry na skrzypcach, to x wydaje dźwięk „środkowy" między dźwiękami wydawanymi przez p i q; interwały od p do x oraz od x do q są takie same. Fakt ten prowadzić może łatwo do problemu dzielenia interwału muzycznego na więcej niż dwa równe stopnie. Na pierwszy rzut oka wydaje się, że harmonia zostanie w tym przypadku zaburzona, ponieważ nawet jeśli wyjściowy stosunek $p : q$ był liczbą wymierną, stopnie pośrednie liczbami wymiernymi już nie będą. A jednak dokładnie ten rodzaj podziału stosowany jest w dwunastotonowym, równomiernie temperowanym stroju fortepianu. Jest to kompromis, naganny z punktu widzenia czystości harmonii, trudny jednak do uniknięcia w przypadku instrumentów, jak fortepian, o tonach przygotowanych uprzednio, nie przez grającego.

Archytas (znany też ze swej przyjaźni z Platonem w Tarencie w połowie czwartego wieku) rozwiązał geometrycznie kolejną kwestię: znalezienia *dwóch* średnich geometrycznych (δύο μέσας ἀνὰ λόγον εὑρεῖν) względnie podzielenia interwału muzycznego na trzy równe stopnie. To zaś równe jest znalezieniu pierwiastka trzeciego stopnia danej proporcji $q : p$. W tej ostatniej formie — wskazania pierwiastka trzeciego stopnia — zagadnienie to znane było w antyku jako problem delijski; kapłan Apolla na wyspie Delos zażądał kiedyś od proszącego wyrocznię, by ów zwiększył dwukrotnie rozmiar ich kamienia ofiarnego. Kamień ten był sześcianem, a sześcian o podwójnej objętości musiałby mieć krawędź wielkości $\sqrt[3]{2}$ krawędzi pierwszego.

We współczesnym zapisie symbolicznym problem ten wygląda następująco:

$$p : x = x : y = y : q, \tag{3}$$

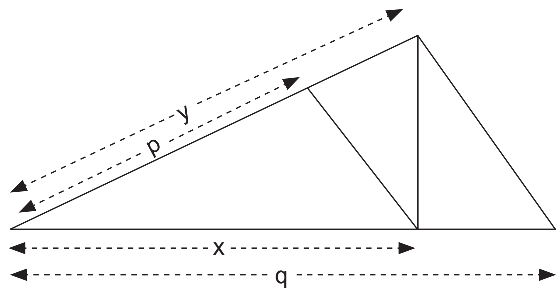
z czego można wnioskować w sposób podany powyżej:

$$x^2 = py, \qquad xy = pq. \tag{4}$$

Wymnożywszy czynniki oraz usunąwszy po obu stronach y, otrzymujemy:

$$\begin{gathered} x^3 = p^2q = p^3\frac{p}{q} \\ x = p\sqrt[3]{\frac{q}{p}}. \end{gathered} \tag{5}$$

Rozwiązanie Archytasa wymaga powtórzenia konstrukcji wskazanej już wcześniej,



Rys. 2

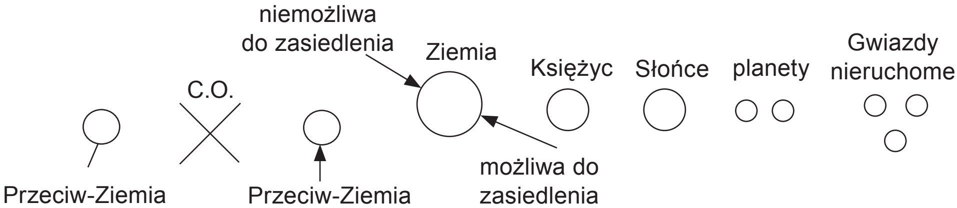
ale przy użyciu drugiego rodzaju proporcji wspomnianego wcześniej, która w tym przypadku przybierze postać:

$$p : x = x : y \quad \text{oraz} \quad x : y = y : q.$$

To jedynie wynik końcowy konstrukcji Archytasa, która jest niezwykle rozwinięta przestrzennie. Występują w niej przecięcia kuli, stożka i cylindra — poziom jej złożoności jest tak znaczny, że w moim (pierwszym) wydaniu *Presokratyków* Dielsa rysunek, który miał rzekomo ilustrować tekst, był całkowicie błędny. Co więcej, pozornie nietrudnego rysunku przedstawionego powyżej nie da się skonstruować za pomocą linijki i cyrkla, mając dane jedynie p oraz q. Dzieje się tak, ponieważ za pomocą linijki można jedynie rysować linie proste (krzywe pierwszego porządku), za pomocą cyrkla jedynie okrąg, czyli konkretny przypadek krzywej drugiego porządku; by jednak skonstruować pierwiastek *trzeciego* stopnia, dostępna być musi krzywa co najmniej *trzeciego* porządku. Archytas wielce pomysłowo dochodzi do niej za pomocą owych krzywych przecięć. Jego metoda rozwiązania problemu nie jest, jak można by sądzić, nadmiernie skomplikowana, przeciwnie — to wspaniałe osiągnięcie, którego dokonał około pół wieku *przed* Euklidesem.

Ostatnim punktem nauki pitagorejczyków, któremu się przyjrzymy, będzie kosmologia. Jest ona dla nas szczególnie interesująca, ponieważ ukazuje niespodziewaną skuteczność poglądu tak silnie obarczonego nieugruntowanymi, poprzedzającymi poznanie ideałami doskonałości, piękna i prostoty.

Pitagorejczycy wiedzieli, że Ziemia jest kulą, byli być może pierwszymi, którzy sobie to uświadomili. Wniosek ten najprawdopodobniej oparli na obserwacji okrągłych cieni na Księżycu podczas jego zaćmień, które interpretowali mniej lub bardziej poprawnie. Ich model systemu planetarnego i gwiazd jest schematycznie i skrótowo przedstawiony na rysunku 3.



Rys. 3

Kulista Ziemia w dwadzieścia cztery godziny okrąża stały środek (centralny ogień, nie Słońce!), do którego zawsze zwrócona jest tą samą półkulą — podobnie jak Księżyc w stosunku do niej — półkula ta niemożliwa jest do zamieszkania z uwagi na panującą tam zbyt wysoką temperaturę. Dziewięć sfer, wszystkie koncentryczne w stosunku do centralnego ognia, wyobrażone są jako niosące wokół owego środka odpowiednio: (1) Ziemię, (2) Księżyc, (3) Słońce, (4—8) planety, (9) gwiazdy umocowane sztywno. Każda ze sfer ma tylko sobie właściwą prędkość obrotu. (Stąd wniosek, że ustawienie wzdłuż linii prostej, takie jak na rysunku powyżej, jest wyłącznie schematyczne, nie mogłoby nigdy wystąpić). Oprócz tego istnieje sfera dziesiąta, a przynajmniej dziesiąte ciało: Antichthon — Przeciw-Ziemia, co do której nie jest całkowicie jasne, czy znajduje się w stałej koniunkcji z Ziemią, czy po przeciwległej stronie centralnego ognia (nasz rysunek przedstawia obie te możliwości). Tak czy owak te trzy: Ziemia, centralny ogień i Przeciw-Ziemia zajmować miały zawsze pozycję wzdłuż linii prostej — co jest naturalne, zważywszy, że Antichthon nie był nigdy obserwowany; był to nieuzasadniony wynalazek. Być może został wprowadzony z powodu świętej liczby dziesięć, uważano jednak również, że odpowiedzialny jest za zaćmienia Księżyca zachodzące czasem, gdy zarówno Księżyc, jak i Słońce widoczne były po przeciwnych stronach nisko na horyzoncie. Jest to możliwe, ponieważ dzięki refrakcji promieni w atmosferze gwiazda wydaje się jeszcze zachodzić, podczas gdy faktycznie od kilku minut jest już za horyzontem. Jako że fakt ten nie był jeszcze znany, zaćmienia tego rodzaju mogły stanowić kłopotliwy problem, zwiększający zapotrzebowanie na wynalazek Przeciw-Ziemi, a także wspierający tezy, że nie tylko Księżyc, lecz także Słońce, planety i nieruchomo umocowane na swej sferze gwiazdy podświetlane były przez centralny ogień oraz że zaćmienia Księżyca były wynikiem działania cienia Ziemi lub Antichthonu w świetle centralnego ognia.

Na pierwszy rzut oka model ten wydaje się tak błędny, że z trudem jedynie można by poświęcić mu odrobinę namysłu. Przyjrzyjmy mu się jednak bliżej, pamiętając, że nie wiedziano wówczas nic na temat wymiarów (a) Ziemi i (b) orbit. Znany podówczas fragment Ziemi, obszar Morza Śródziemnego, faktycznie w dwadzieścia cztery godziny zatacza krąg wokół niewidzialnego środka, ku któremu zawsze zwrócony jest tą samą stroną. I ten właśnie fakt odpowiedzialny jest za znaczny dzienny ruch wspólny wszystkim ciałom niebieskim. Rozpoznanie w nim ruchu *pozornego* było samo w sobie wielkim osiągnięciem. W kwestii ruchu Ziemi błędny pozostawał punkt, że oprócz obiegu przydzielono jej także obrót *o takim samym okresie* — błąd tkwił tylko w kwestii okresu i środka obrotu. Pomyłki te, choć nam dziś mogą wydawać się znaczne, mają niewielką wagę w kontekście spektakularnego na tym etapie rozstrzygnięcia, że Ziemi przydzielona została rola jednej z planet, podobnie jak Księżycowi i Słońcu, i piątce nazywanej przez nas planetami. Jest to godzien pochwały akt samooswobodzenia się z przesądu, w myśl którego człowiek i jego schronienie muszą się znajdować w centrum wszechświata — to pierwszy krok ku światopoglądowi współczesnemu, który sprowadza nasz glob do poziomu jednej z planet przy jednej z gwiazd w jednej z galaktyk wszechświata. Wiadomo także, że krok ów, gdy już został w pełni dokonany przez Arystarcha z Samos około 280 r. p.n.e., następnie cofnięto, przywracając przesąd po to, by trwał on — oficjalnie w niektórych miejscach — aż do początków wieku dziewiętnastego.

Można by postawić pytanie, dlaczego w ogóle wymyślono ów centralny ogień. Trudności w wyjaśnianiu bardzo rzadkich zaćmień Księżyca nie wydają się wystarczającym powodem[4]. Fakt, że Księżyc nie ma własnego światła, tylko podświetlany jest z innego źródła, to bardzo wczesna wiedza. Tymczasem dwa najistotniejsze zjawiska na niebie, Słońce i Księżyc, bardzo są do siebie podobne pod względem swych dziennych ruchów, kształtu oraz rozmiaru, który spowodowany jest zbiegiem okoliczności, że Księżyc jest mniej więcej tyle samo razy bliżej, ile razy jest mniejszy. Wszystko to sprawia, że pojawia się tendencja do traktowania ich tak samo, do przenoszenia wiedzy dotyczącej Księżyca również na Słońce, tym samym do uznawania obu za oświetlane z tego samego zewnętrznego źródła, którym jest właśnie ów hipotetyczny centralny ogień. Ponieważ jednak nie był on obserwowany, nie można było umieścić go nigdzie indziej jak „pod naszymi stopami", jako obiekt zakryty dla nas przez naszą planetę.

Ten model, być może błędnie, przypisywany jest Filolaosowi (druga połowa piątego wieku). Rzut oka na jego dalszy rozwój pokazuje, że nawet poważne błędy, popełnione w rezultacie skrzywienia, które miało swe źródło w poprzedzających poznanie koncepcjach doskonałości i prostoty, mogą być relatywnie niewinne; więcej nawet, im bardziej arbitralne i nieuzasadnione są tego rodzaju założenia, tym mniej wyrządzą szkód umysłowych, ponieważ tym szybciej wyeliminuje je doświadczenie. Jak to kiedyś powiedziano, zła teoria jest lepsza niż brak teorii.

W tym przypadku pierwsze podróże kartagińskich kupców, sięgające poza „słupy Herkulesa" i nieco późniejsza wyprawa Aleksandra do Indii nie przyniosły żadnych informacji na temat centralnego ognia ani Antichthonu, ani nawet rzekomego mniejszego zamieszkania Ziemi poza granicami kultury śródziem-

---

[4] Nie jest przy tym pewne, że zaćmienia tego rodzaju były w ogóle obserwowane (przyp. aut.).

nomorskiej. Wszystko to musiało więc zostać odrzucone. Gdy fikcyjne centrum (centralny ogień) zostało usunięte, pozbyto się także koncepcji dziennego ruchu okalającego Ziemię i postanowiono zastąpić go ruchem obrotowym, wokół własnej osi. Wśród historyków filozofii starożytnej zaznaczają się kontrowersje w kwestii, komu zawdzięczamy „nową doktrynę ruchu obrotowego Ziemi"; niektórzy twierdzą, że Ekfantosowi, jednemu z najmłodszych pitagorejczyków, inni skłonni są uznawać go jedynie za postać w dialogu Heraklidesa z Pontu (pochodzącego z Heraklei na Morzu Czarnym, jednego z adeptów szkół Platona i Arystotelesa) i przypisywać tę „nową koncepcję" (którą, warto przy okazji stwierdzić, Arystoteles przytacza, by następnie odrzucić) Heraklidesowi właśnie. Jest jednak może istotniejszym podkreślenie, że nie chodzi tu tak naprawdę o nową doktrynę: informacja o ruchu obrotowym Ziemi zawarta była już w systemie Filolaosa; ciało, które okrąża punkt centralny i pozostaje zwrócone do niego zawsze tą samą stroną — jak czyni to Księżyc w stosunku do Ziemi — nie może być uznawane za ciało nierotujące, jego okresy obrotu i obiegu są po prostu idealnie jednakowe. Nie jest to wyrafinowany opis naukowy, ani też równość okresów w przypadku Księżyca (i innych ciał do niego podobnych) nie jest przypadkowym zbiegiem okoliczności; jej przyczyną jest tarcie pływowe albo wewnątrz istniejącej niegdyś oceanicznej bądź atmosferycznej powłoki Księżyca, albo wewnątrz jego bryły[5].

Jak powiedziano wcześniej, system Filolaosa przypisywał Ziemi, w stosunku do centralnego ognia, ten własnie rodzaj ruchu, obrotowego i obiegowego o tym samym okresie. Odrzucenie drugiego z tych ruchów nie oznacza odkrycia pierwszego, ponieważ był on już odkryty. Bylibyśmy raczej skłonni nazywać sytuację tę krokiem w złym kierunku, ponieważ ruch obiegowy rzeczywiście istnieje, chociaż jego środek jest inny.

Jednak wspomnianemu Heraklidesowi, który pozostawał w bliskim kontakcie z późniejszymi pitagorejczykami, najprawdopodobniej należy się uznanie za postawienie najdonioślejszego kroku prowadzącego ku rozpoznaniu stanu faktycznego. Uderzające zmiany jasności planet wewnętrznych, Merkurego i Wenus, zostały już wtedy dostrzeżone. Heraklides poprawnie przypisał je ich zmiennej odległości od Ziemi. Nie mogły więc poruszać się po okręgach wokół niej. Dodatkowy fakt, że w swym głównym lub uśrednionym ruchu podążają w ślad za Słońcem, prawdopodobnie ułatwił sformułowanie poprawnego poglądu, że obie one poruszają się po okręgach wokół Słońca. W podobnych rozważaniach wkrótce uwzględniono także Marsa, który również wykazuje znaczne zmiany jasności. Ostatecznie, jak dobrze wiadomo, Arystarch z Samos ustanowił (około roku 280 przed Chrystusem), zaledwie półtora wieku po Filolaosie, system heliocentryczny. Jego solidność wielu przeoczyło i za następne 150 lat został odrzucony autoryte-

[5] Tarcie pływowe na *Ziemi* powoduje (*bardzo* wolne) opóźnienie jej rotacji. Reakcją Księżyca musi więc być (*bardzo* wolne) odsuwanie się od Ziemi wraz z odpowiadającym mu wydłużaniem się okresu okrążenia. Z tego należy wnioskować, że nawet obecnie musi istnieć jakiś słaby agent, którego działanie utrzymuje idealną równość obu okresów Księżyca (przyp. aut.).

tem wielkiego Hipparcha, „Rektora Uniwersytetu w Aleksandrii", jak zostałby nazwany dziś.

Jest faktem niezwykłym, ani odrobinę nie niepokojącym trzeźwych naukowców naszej doby, że to pitagorejczycy — z całym ich bagażem skrzywień i idei piękna i prostoty poprzedzających poznanie, dokonali więcej dla postępu w zrozumieniu struktury wszechświata co najmniej w tym jednym, istotnym obszarze od przedstawicieli trzeźwej szkoły jońskich „physiologoi", o której jeszcze będzie mowa, oraz od atomistów, którzy byli ich duchowymi następcami. Z przyczyn, które pokazane zostaną wkrótce, naukowcy współcześni skłonni są uznawać Jończyków (Talesa, Anaksymandra itd.) i przede wszystkim wielkiego atomistę Demokryta za swoich duchowych przodków. Nawet jednak ostatni z wymienionych trzymał się kurczowo koncepcji płaskiej, ukształtowanej jak tamburyn Ziemi, koncepcji która rozpowszechniona została wśród atomistów przez Epikura i trwała aż do poety Lukrecjusza w pierwszym wieku p.n.e. Nieufność wobec braku ugruntowania, dziwacznych fantazji i aroganckiego mistycyzmu pitagorejczyków mogła stać się przyczyną, że umysł tak czysty jak Demokryta, odrzucił całe ich nauczanie, które sprawiało wrażenie arbitralnej, sztucznej konstrukcji. Jednak ich zdolność do obserwacji, wyćwiczona na owych wczesnych, prostych eksperymentach akustycznych na drgających strunach, z pewnością umożliwiła im rozpoznanie przez mgłę własnych przesądów czegoś na tyle zbliżonego do prawdy, że posłużyło jako dobra podstawa, z której szybko rozwinął się system heliocentryczny. Ten, należy niestety dodać, został równie szybko odrzucony pod wpływem szkoły aleksandryjskiej — ludzi uważających się za trzeźwych naukowców, wolnych od uprzedzeń, posłusznych wyłącznie faktom.