

Michał HELLER

PIĘKNO JAKO KRYTERIUM PRAWDY†

Tęsknota do piękna jest czymś w rodzaju namiętnego instynktu. W naszym dążeniu do natury, w zachwycie górskim krajobrazem, w chłonięciu zieleni pól, zapewne daje znać o sobie nasze drzewo genealogiczne swoimi korzeniami głęboko wrosnięte w przeszłość naszej planety. Instynkt seksualny, potężna siła napędowa ludzkich działań i tęsknot, także wyciska na poczuciu piękna swoje uwodzicielskie piętno. Zaiste, trudno byłoby oddzielić ludzkie przeżywanie piękna od kodów ukrytych w naszych genach. Ale piękno należy także do najbardziej abstrakcyjnych pojęć ludzkiego ducha.

Ta dwubiegunowość pojęcia piękna znalazła swój wyraz w dziejach łacińskiego terminu używanego na jego określenie. „Co my ‘pięknym’, to Grecy nazywali *kalon*, a Rzymianie *pulchrum*. Ten łaciński termin utrzymał się nie tylko przez starożytność, ale także przez średniowiecze; zanikł natomiast w łacinie doby odrodzenia, ustępując miejsca nowszemu, mianowicie *bellum*. Nowy termin był szczególnie pochodzenia: wytworzył się z *bonum* (dobro, przez zdrobnienie — *bonellum*, w skrócie *bellum*), początkowo był stosowany tylko do urody kobiet i dzieci, potem rozszerzony na wszelkie piękno, w końcu wyparł *pulchrum*”¹. Wiele języków europejskich utworzyło swoje odpowiedniki od *bellum* (*bello*, *beau*, *beautiful*), żaden nie sięgnął do *pulchrum*. Ta chyba dosyć przypadkowa ewolucja terminu dokonała się jednak wbrew językowym nawykom starożytnych Greków, którzy przez *kalon* określali nie tylko piękne kształty, barwy czy dźwięki, lecz również „piękne myśli i piękne obyczaje”, a więc pomiędzy greckim pięknem i greckim dobrem nie

*UWAGA: Tekst został zrekonstruowany przy pomocy środków automatycznych; możliwe są więc pewne błędy, których sygnalizacja jest mile widziana (obi@opoka.org). Tekst elektroniczny posiada odrębną numerację stron.

†Głos w panelowej dyskusji na temat „Piękno jako kryterium prawdy”, jaka miała miejsce podczas sympozjum „Jedność nauki — Jedność świata?”, które odbyło się w Krakowie w dniach 6–7 maja 1998 r. Organizatorami sympozjum był Instytut Informatyki UJ i Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych PAT.

¹W. Tatarkiewicz, *Dzieje sześciu pojęć*, PWN, Warszawa 1988, s. 136.

było zbyt ostro nakreślonej granicy. Choć na przykład sofisci piękno definiowali jako to, co „przyjemne dla wzroku i słuchu”.

Słowa zmieniają swoje znaczenia albo przez codzienne używanie, albo dzięki świadomej refleksji. Grecy nie byłiby sobą, gdyby nie snuli nad wszystkim systematycznych dociekań. W ten sposób powstała Wielka Teoria Piękna. Wywodzi się ona ze szkoły pitagorejskiej i głosi, że istotą piękna jest proporcja. Coś jest piękne, jeżeli jego części, lub jakieś inne dające się wyrazić w liczbach własności, pozostają do siebie w ściśle określonych stosunkach. Dla brył i własności geometrycznych proporcja sprowadza się do symetrii, w muzyce staje się harmonią. Z Wielkiej Teorii wynikała teza o swoistej racjonalności piękna: piękno poznajemy raczej rozumem niż zmysłami, i teza obiektywizmu: piękno jest obiektywną cechą rzeczy pięknych, tak jak obiektywne są proporcje pomiędzy liczbami; ani piękno, ani proporcje nie zależą od subiektywnego nastawienia kogoś, kto kontempluje piękno lub liczy proporcje.

Wielka Teoria była powszechnie uznawana aż do XVIII w. (aczkolwiek w rozmaitych modyfikacjach), a i dzisiaj jeszcze ma wielu zwolenników. Przez długi czas nawet odstępstwa od niej milcząco ją zakładały, dopatrując się piękna w łamaniu symetrii. Dopiero wiek XX dopuścił w sztuce całkowitą dowolność.

Wielka Teoria przetrwała renesans, ale musiała się poddać nowym prądom w estetyce i filozofii późnego baroku i romantyzmu. Już Kartezjusz i Spinoza głosili, że nie mają ochoty zajmować się subiektywnymi zjawiskami, takimi jak piękno. Dzisiejsze poglądy estetyczne — o ile targowisko współczesnych stanowisk można w ogóle sprowadzić do jakiegoś wspólnego mianownika — są tylko konsekwencją tamtego przewrotu. Władysław Tatariewicz w ten oto sposób charakteryzuje dzisiejszą estetyczną modę: „Jeśli w XVIII wieku zostały wysunięte wobec estetyki piękna negatywne przesłanki, to w XX wieku wyciągnięte zostały negatywne wnioski. Zarówno przez artystów, jak i przez teoretyków. Mianowicie: Piękno jest pojęciem na tyle wadliwym, że niepodobna budować jego teorii. I nie jest właściwością tak cenną jak przez wieki sądzono. Nie jest już też istotnym zadaniem sztuki. Jeżeli dzieło sztuki wstrząsa, silnie uderza odbiorcę, to jest ważniejsze, niż gdyby zachwycało swym pięknem. Wstrząs zaś osiąga się nie tylko przez piękno, lecz nawet przez brzydotę”².

Wielka Teoria przetrwała — a nawet, powiedziałbym, rozwinęła się — w jednej tylko gałęzi sztuki — w fizyce teoretycznej. Bo mam tu na myśli

²Tamże, s. 168–169.

nie tylko fizykę uprawianą rzemieślniczo przez tzw. pracowników nauki, lecz fizykę tworzoną przez uczonych-wirtuozów. Albert Einstein, wirtuoz najwyższej klasy, utrzymywał, że istnieją dwa kryteria prawdziwości naukowej teorii — jej empiryczne potwierdzenie i jej *wewnętrzne piękno* („*inner perfection*”). Zastanawiające jest to zestawienie: empiria i piękno, i mają być one symptomem prawdziwości. Czy nie znaczy to, że w fizyce teoretycznej piękno funkcjonuje podobnie jak doświadczenie?

Sądzę, że kategoria piękna funkcjonuje w fizyce teoretycznej niejako na dwu poziomach lub niejako w dwu kontekstach: w kontekście (by użyć tradycyjnego rozróżnienia) odkrycia i w kontekście uzasadnienia. Omówię te dwa „konteksty” po kolei.

Jest rzeczą niewątpliwą, że Albert Einstein w dochodzeniu do nowych teorii (a zatem „w kontekście odkrycia”) posługiwał się swoim kryterium „wewnętrznej doskonałości”. Gdy jesienią 1915 r. pisał swoje kolejne wersje równań pola nowej teorii grawitacji i przedstawiał je na kolejnych zebraniach Pruskiej Akademii Nauk, miał już prawie wszystko: równania funkcjonowały poprawnie, coraz lepiej spełniały rozmaite formalne kryteria, przeszły pierwsze testy empiryczne (poprawnie przewidywały ruch peryhelium Merkurego i ugięcie promieni świetlnych w polu grawitacyjnym Słońca), ale Einsteinowskie poczucie piękna jeszcze nie znajdowało zaspokojenia, jeszcze nie wszystkie elementy matematycznej struktury układały się „we właściwych proporcjach”. I dopiero gdy w komunikacie wygłoszonym na posiedzeniu Pruskiej Akademii 25 listopada 1915 r. Einstein był w stanie poinformować, że pewien warunek, jaki uprzednio nakładał na współrzędne, można odrzucić, a co za tym idzie dopuścić dowolne układy współrzędnych, jeżeli tylko równania pola napisać w nieco odmiennej postaci niż dotychczas, dopiero wówczas jego instynkt piękna został zaspokojony. Einstein natychmiast wiedział, że jego nowe równania dają to, co trzeba. Dziś są one jednym z kilku układów równań, w których mieści się cała współczesna fizyka.

A więc piękno jest kryterium trafności odkrycia naukowego. Ale o jakie piękno tu chodzi? Znany fizyk, laureat nagrody Nobla, Steven Weinberg pisze: „Gdy fizyk mówi, że jakaś teoria jest piękna, ma na myśli co innego, niż gdyby powiedział to samo o obrazie, wierszu, czy dziele muzycznym. W tym wypadku nie jest to tylko osobisty wyraz przyjemności estetycznej; stwierdzenie to ma podobne znaczenie, w jakim trener koni mówi o koniu wyścigowym, że jest piękny. Trener wyraża oczywiście swoją osobistą opinię, ale jest to opinia o pewnym fakcie obiektywnym: uważa on, oceniając

konia na podstawie różnych elementów, których nie potrafiliby zapewne ująć w słowa, iż jest to koń, który będzie wygrywać wyścigi”³.

W dalszym ciągu Weinberg ukazuje kilka elementów, będących — jego zdaniem — składnikami pojęcia piękna. Skupię uwagę na dwu spośród nich.

Pierwszym jest prostota, ale chodzi tu nie o prostotę mechaniczną (mierzoną np. liczbą równań), lecz o prostotę idei lub struktury. Pozwolę to sobie zilustrować przykładem z własnego doświadczenia. Pisząc książkę *Fizyka ruchu i czasoprzestrzeni*⁴, postawiłem sobie za cel przedstawić ewolucję teorii ruchu, przestrzeni i czasu od fizyki Arystotelesa aż do fizyki Einsteina. Co jest prostsze: nieskomplikowana dynamika Arystotelesa, którą można wyłożyć w ciągu kwadransu, czy ogólna teoria względności, której zrozumienie wymaga kilkuletnich, żmudnych studiów? Oczywiście „mechanicznie” (by użyć określenia Weinberga) prostsza jest dynamika Arystotelesa. Ale okazuje się, że jeżeli kolejne wielkie teorie dynamiki od Arystotelesa do Einsteina przetłumaczyć na język znanych dziś struktur matematycznych, to układają się one w ciąg o wyraźnie wzrastającej prostocie. W kolejnych teoriach ciągu czyni się coraz mniej sztucznych założeń (ich sztuczność zwykle widać dopiero z punktu widzenia następnej teorii), matematyczne struktury kolejnych teorii zawierają coraz mniej dodatkowych elementów, nie wynikających z ich formalnej natury. Ta wzrastająca prostota urzeka i czyni logikę rozwoju niezwykle przejrzystą. Oczywiście jest to pewna stylizacja historii. Wzrost prostoty i logikę piękną widać dopiero, gdy się dawne teorie przetłumaczy na dzisiejszy język matematycznych struktur. Ale jest to stylizacja usprawiedliwiona: ostatecznie kolejne osiągnięcia są właśnie po to, by w ich świetle lepiej rozumieć rzeczywistość.

Drugim elementem pojęcia piękna jest, według Weinberga, *poczucie nieuchronności*. Oddajmy głos Weinbergowi: „Newton mógł równie dobrze przyjąć, że siła przyciągania jest odwrotnie proporcjonalna do sześcianu odległości, a nie kwadratu, jeśli tylko wymagałyby tego dane astronomiczne. Natomiast Einstein nie mógłby włączyć takiego prawa do swojej teorii, nie niszcząc przy tym jej pojęciowej postawy. Właśnie dlatego czternaście równań Einsteina wykazuje nieuchronność, której brak trzem równaniom Newtona”⁵. Widzimy, że nieuchronność wiąże się ściśle ze strukturalną prostotą. To samo piękno działa i w „logice rozwoju” fizycznych teorii, i w „kontekstach odkryć” poszczególnych uczonych.

³S. Weinberg, *Sen o teorii ostatecznej*, Wyd. Alkazar, Warszawa 1994, s. 169.

⁴Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1993.

⁵S. Weinberg, *Sen o ostatecznej teorii*, s. 172.

A więc nie piękno mechaniczne, lecz piękno struktury. Czy jest ono podobne do piękna wyścigowego konia? Lub do posągu młodzieńca Doryforosa, wyrzeźbionego przez Polikteta, a uważanego przez Greków za wzorzec proporcji ludzkiego ciała? Powraca tu więc echem Wielka Teoria, a wraz z nią problem symetrii jako istotnego elementu piękna. Symetrie odgrywają ogromną rolę we współczesnej fizyce, ale stawiając zagadnienie symetrii, wkraczamy w „kontekst uzasadnienia”, czyli do tych treściowych elementów teorii fizycznych, które prowadzą do właściwych empirycznych przewidywań i ostatecznie do przyjęcia danej teorii przez społeczność uczonych.

W fizyce symetria staje się elementem matematycznej struktury danej fizycznej teorii i symetrię spotyka ten sam los, co tę strukturę. Podlega ona ewolucji i kolejnym uogólnieniom w kierunku wyznaczonym przez wzrost strukturalnego piękna. Od prostych symetrii przestrzennych do wyrafinowanych symetrii dynamiki oddziaływań fundamentalnych. Idea jest ciągle ta sama, tylko trzeba ją umiejętnie wyekstrahować z tego, co pierwotnie nazywano symetrią. Kwadrat jest symetryczny, bo po obrocie o 90° wokół osi przechodzącej przez jego środek pokrywa się sam ze sobą. Symetria jest więc w gruncie rzeczy operacją (obrót), która coś zachowuje (kształt kwadratu). A więc niekoniecznie musi się stosować tylko do figur przestrzennych. Na przykład pomiędzy dwoma nukleonami w jądrze atomowym działa siła, a więc jest pewna operacja (oddziaływanie), która coś zmienia, ale coś zachowuje i to coś, co jest zachowane, okazuje się istotne dla oddziaływań jądrowych tak jak kształt jest istotny dla kwadratu (zmiana kształtu spowodowałaby, że kwadrat przestałby być kwadratem). Tak rozumianą symetrię można opisać matematycznie. Odkrycie symetrii charakterystycznej dla danego oddziaływania jest praktycznie równoznaczne ze stworzeniem teorii tego oddziaływania.

I tu problem piękna łączy się z programem jedności fizyki. Oddziaływania elektromagnetyczne i jądrowe słabe (leptonowe) Weinberg i Salam połączyli w jedno oddziaływanie, zwane elektroslabym, ponieważ udało się im zidentyfikować symetrię zjednoczonego oddziaływania. Przewidywania empiryczne wynikające z teorii Weinberga–Salama zostały potwierdzone eksperymentalnie w akceleratorze, znajdującym się w CERN-ie pod Genewą. W energiach powyżej ok. 100 GeV (Gigaelektronowoltów) istnieje jedno elektroslabe oddziaływanie; poniżej tej granicy energetycznej symetria charakterystyczna dla oddziaływania elektroslabego ulega złamaniu na dwie „mniejsze” symetrie i pojawiają się związane z nimi dwa oddziaływania: elektromagnetyczne i słabe jądrowe.

Tzw. Wielka Unifikacja Fizyki, czyli zjednoczenie oddziaływań elektro-słabych z jądrowymi silnymi (hadronowymi) ciągle jeszcze znajduje się na warsztacie fizyków–teoretyków, ponieważ dotychczas nie udało im się wyróżnić (spośród kilku kandydatów) właściwej symetrii rządzącej zunifikowanymi oddziaływaniami. Wiadomo tylko, że Wielka Unifikacja występuje w energiach rzędu 10^{14} GeV. Są to energie o wiele rzędów wielkości przewyższające jakiegokolwiek możliwości uzyskania ich na ziemi, ale panowały one we Wszechświecie 10^{-39} sek. po Wielkim Wybuchu. Jeśli słuszne są nasze kosmologiczne teorie, Wszechświatem rządziła wówczas symetria Wielkiej Unifikacji.

Ale do zdobycia pełnego piękna fizykom potrzeba jeszcze jednego zjednoczenia — zjednoczenia grawitacji z wszystkimi pozostałymi oddziaływaniami. Jest rzeczą zrozumiałą, iż należy oczekiwać tu jeszcze większych trudności niż w przypadku Wielkiej Unifikacji. Teoria podpowiada, że Superunifikacja — gdyż tak fizycy nazywają zjednoczenie grawitacji z innymi oddziaływaniami — może się dokonać tylko w energiach rzędu 10^{19} GeV. Energie takie panowały we Wszechświecie 10^{-44} sek. po Wielkim Wybuchu, gdy gęstość materii wynosiła 10^{93} g/cm³, czyli w tzw. erze Plancka. Ale główne teoretyczne trudności w dokonaniu Superunifikacji powoduje fakt, że symetrie oddziaływania grawitacyjnego są zupełnie innej natury niż symetrie wszystkich innych oddziaływań. Symetria związana z grawitacją ma charakter czasoprzestrzenny (gdyż zgodnie z ogólną teorią względności grawitacja jest zakrzywieniem czasoprzestrzeni), natomiast symetrie pozostałych oddziaływań nie mają nic wspólnego z czasem i przestrzenią; są to symetrie czysto dynamiczne. Aby te dwa rodzaje symetrii połączyć, trzeba dokonać kolejnego uogólnienia samego pojęcia symetrii. Ten nowy rodzaj symetrii nazwano *supersymetrią*. O tym jak wielkie jest to uogólnienie niech świadczy fakt, że aby je dokonać, trzeba było wymyśleć nowy rodzaj liczb, tzw. *superliczby*, lub inaczej *liczby Grassmanna*. Mają one odmienne własności niż dobrze nam znane liczby rzeczywiste i zespolone i właśnie te nowe własności były niezbędne do tego, by matematycznie opisać supersymetrię. Czyżby piękno stało się superpięknem?

Istnieją dwie teorie fizyczne usiłujące dokonać superunifikacji, wykorzystując do tego celu supersymetrię — tzw. teoria supergravitacji i teoria superstrun. Nie będę omawiać tych teorii, tym bardziej, że obydwie borykają się z poważnymi trudnościami (choć z teorią superstrun wielu teoretyków nadal wiąże pewne nadzieje). Chodzi mi o ogólną ideę, jaka wyłania się

z badań fizyków–teoretyków w ciągu ostatnich kilkunastu lat. A idea ta jest następująca:

Wszystko wskazuje na to, że na początku była jakaś Pra–Symetria. Z interesującego nas tu punktu widzenia jest rzeczą dość obojętną, czy była to supersymetria, czy jakieś inne, jeszcze nam nieznane, uogólnienie pojęcia symetrii. Potem następowały kolejne łamania Pra–Symetrii, czemu towarzyszyło wyłanianie się kolejnych oddziaływań, które dziś uważamy za fundamentalne: grawitacji, sił jądrowych (silnych i słabych) i elektromagnetyzmu. Całe ogromne bogactwo otaczającego nas świata, łącznie z nami samymi, to nic innego, jak tylko produkt łamania Pierwotnej Symetrii. Jeżeli symetria to piękno, jesteśmy dziećmi piękna.

W XVIII wieku grecka Wielka Teoria przeżyła kryzys i dziś krytycy i teoretycy sztuki już w nią nie wierzą. Ale Wielka Teoria nie przestała istnieć, przeobraziła się tylko — bo takie jest prawo wpływającego czasu — i stała się... współczesną fizyką.

Tarnów, 6 maja 1998 r.