

Fizyka powieściowa

Paul Dirac, jeden z największych fizyków XX wieku, miał po przeczytaniu Zbrodni i kary Fiodora Dostojewskiego powiedzieć: Dobra książka, ale jest w niej błąd - pewnego dnia słońce zachodzi dwukrotnie.

Poniżej pozwalam sobie na podobne uwagi w odniesieniu do dwóch innych znanych powieści: *Władcy much* Williama Goldinga i *Wahadła Foucaulta* Umberto Eco. Rozważam również zdumiewające doświadczenie opisane przez Tomasza Manna.

ŻYWA KROPLA

Wielki niemiecki pisarz deliberuje w *Doktorze Faustusie* nad różnicą między żywą i nieożywioną przyrodą. Przy tej okazji pisze: *Kropla, z czegokolwiek by się składała, (...) nie jest zwierzęciem, choćby najbardziej prymitywnym, nie jest nawet amebą, zakładamy więc, że nie może odczuwać apetytu na pożywienie ani zatrzymać tego, co jej służy, a tego, co nie służy, wydalac. To wszystko jednak robiła właśnie nasza kropla. Wiśnięta odosobniona w szklance wody, gdzie Jonathan zapewne przy pomocy cieniutkiej strzykawki był ją umieścić. Potem zaś robił, co następuje. Brał pincetą cieniutką szklaną sztabkę, właściwie tylko nitkę ze szkła, którą posmarował uprzednio szlakiem, i podsuwał w pobliże kropli. Robił jedynie to, reszty zaś dokonywała kropla. Wyrzucała na swą powierzchnię mały bąbelek, coś jakby wzgórek chłonny, przez który wchłaniała w siebie całą sztabkę, w całej jej długości. Sama rozciągała się przy tym wzdłuż, przybierała kształt gruszki, chcąc całkowicie pochłonąć swój łup, tak aby końce jego nie wystawały, i, dając na to słowo, zaczynała, znów się stopniowo zaokrąglając, przyjmować kształt jajowaty, zjadając ów szlak ze szklanej sztabki i zasilając nim swoje ciało. Dokonawszy tego, wyrzucała, powracając do kulistego kształtu, czysto wylizany sprzęt, w poprzek poza swoje brzegi, w otaczającą wodę.* (tłum. M. Kurecka i W. Wirpsza. Czytelnik, Warszawa 1962)

Tomasz Mann znany był ze skrupulatności, z jaką odtwarzał realia w swoich powieściach. Przypuszczam więc, że

opisane doświadczenie nie jest tworem jego fantazji. Spróbuję je zatem wyjaśnić. Początkowo kropla wchłania szklaną sztabkę posmarowaną szlakiem. Dzieje się tak dlatego, że ciecz tworząca kroplę zwilża powierzchnię sztabki. Odpowiada to sytuacji, kiedy w naczyniu z cieczą powstaje menisk wklęsły. Zwilżanie danego materiału następuje wtedy, gdy energia oddziaływania pomiędzy cząsteczkami cieczy i tego materiału jest mniejsza niż energia oddziaływania pomiędzy cząsteczkami cieczy. Wówczas układ dąży do powiększenia powierzchni kontaktu cieczy z materiałem, by w ten sposób zmniejszyć swoją całkowitą energię. Zwilżanie zaś nie zachodzi, gdy relacja pomiędzy wspomnianymi energiami oddziaływania jest odwrotna. Wtedy minimalizowana jest powierzchnia kontaktu. Menisk wypukły pojawia się właśnie wtedy, gdy ciecz nie zwilża naczynia.

Wróćmy do opowieści Manna. Gdy sztabka znalazła się już w kropli, szlak, którym sztabka była nasmarowana, zaczyna mieszać się z cieczą; być może następują reakcje chemiczne. Ważne jest, że zostaje on usunięty z powierzchni szkła. Wtedy ciecz nie zwilża już tej powierzchni, więc kropla wyrzuca z siebie sztabkę, by sprowadzić do zera wielkość powierzchni kontaktu cieczy ze szkłem. Ciekawe, czy Tomasz Mann znał fizyczne podstawy doświadczenia, które tak sugestywnie przedstawił.

KRÓTKOWIDZ NA BEZLUDNEJ WYSPIE

W swej najśłynniejszej powieści William Golding opisuje w pewnym miejscu, jak chłopcy porzuceni na bezludnej wyspie usiłują rozpalić ogień. – *Okulary... będzie z nich szkło powiększające! (...) Ralf przesunął szkła to w przód, to w tył, to w jedną, to w drugą stronę, aż lśniący biały obraz zachodzącego słońca legł na kwałku spróchniałego drewna.*

Niemal w tej samej chwili podniosła się wąziutka strużka dymu (...) Ukazał się mały płomyk. (...) – Moje szkła! – wył Prosiaczek. – Oddajcie moje szkła! (...) – Rozmazane plamy i nic więcej. Ledwie widzę własną rękę. (tłum. W. Niepokólczycki. Czytelnik, Warszawa 1967)

Szkło powiększające skupia promienie światła w jednym punkcie. Jeśli w tym miejscu znajdzie się łatwopalny materiał, a światło będzie dostatecznie intensywne, to materiał oczywiście zapłonie. Jednak ostatnie zacytowane zdanie z powieści Goldinga wskazuje, że Prosiaczek był krótkowidzem – widział zaledwie swoją rękę. Jego okulary były więc szklami zmniejszającymi, soczewkami, które promienie światła rozpraszają, nie zaś skupiają. A zatem o zapaleniu ognia nie mogło być mowy. Podróżnikom można zaproponować, aby na bezludną wyspę brali nie krótko, lecz dalekowidzów.

MAJESTATYCZNY IZOCHRONIZM I INNE TRELE MORELE

I wtedy zobaczyłem Wahadło.

Ruchoma kula na końcu długiego sznura umocowanego do sklepienia chóru z izochronicznym majestatem i rozmachem przemierzała swój szlak.

Wiedziałem – ale każdy wyczułby to z magii tego spokojnego oddechu – że okres zależy od ilorazu pierwiastka kwadratowego z długości sznura i owej liczby π , irracjonalnej dla przyziemnych umysłów, lecz z boskiego nakazu wiążącej nieuchronnie we wszystkich możliwych kołach obwód ze średnicą. (tłum. A. Szymanowski. PIW, Warszawa 1993)

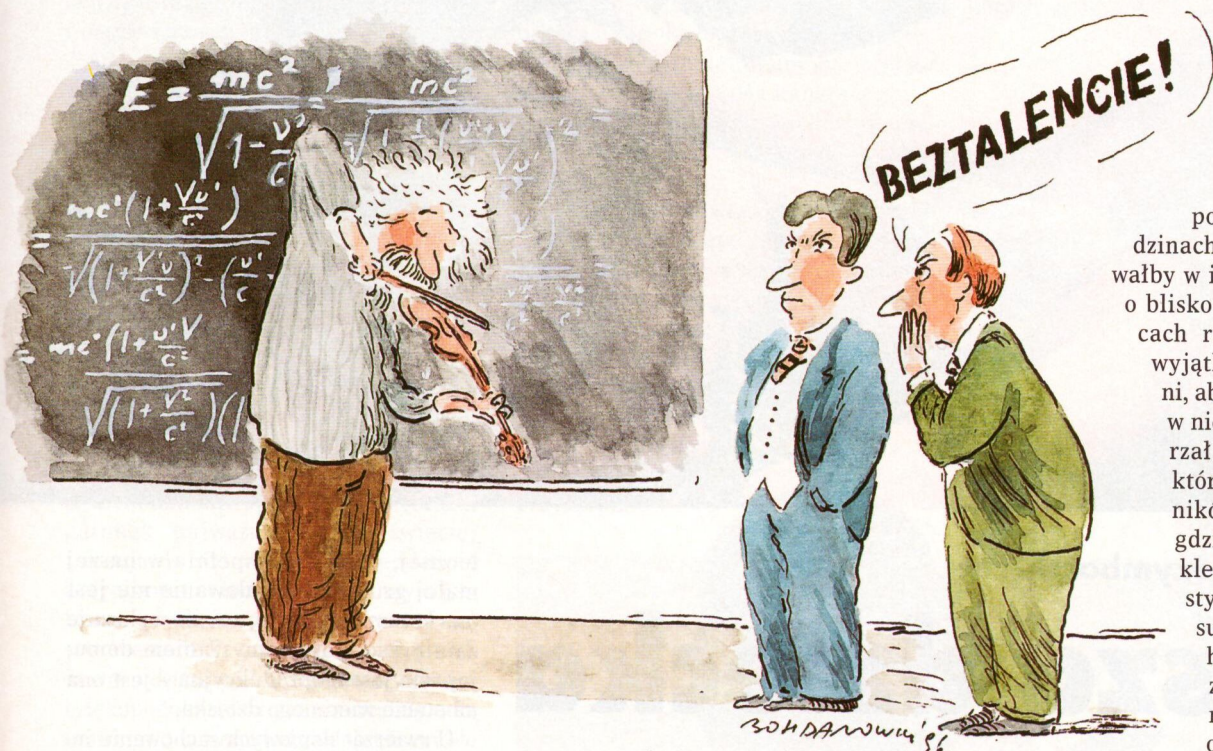
Tak Umberto Eco rozpoczyna swoje *Wahadło Foucaulta*. Prześledźmy ten krótki fragment. Galileusz miał kiedyś obserwować w katedrze w Pizie kiwające się świeczniki zawieszane u stropu świątyni. Wielki Włoch zauważył, że liczba wahaniec w ciągu jakiegoś odcinka czasu nie zależy od tego, jak daleko świecznik się wychyla, czyli okres wahań nie zależy od ich amplitudy. Właśnie owa niezależność to izochronizm wahadła, który, jak twierdzi Eco, nadaje majestat jego ruchom. Jednak Christiaan Huygens, wykazał w kilkadziesiąt

lat po śmierci Galileusza, że wahadło będące ciężarkiem na sznurku jest izochroniczne tylko dla dostatecznie małych wahań. Pisanie więc o majestatycznym izochronizmie wahadła Foucaulta, to trochę jak zachwycanie się kulistością kurzego jaja. Wszak kulą jest ono jedynie w grubym przybliżeniu. W oryginale – w wersji włoskiej – nieścisłość jeszcze bardziej rzuca się w oczy, gdyż Eco pisze o „szerokich oscylacjach”, kiedy to wahadło jest zdecydowanie nieizochroniczne. W polskim przekładzie „szerokie oscylacje” na szczęście wypadły.

wyobrazimy sobie, że obserwator przenosi się na biegun np. północny. Wahadło zawieszona w punkcie leżącym na przedłużeniu osi obrotu Ziemi i wprowadza je w ruch. Ponieważ bezwładność materii zapewni niezmiennie położenie płaszczyzny wahań, nasz obserwator będzie mógł stwierdzić ruch obrotowy Ziemi względem nieruchomej płaszczyzny. Obracanie to podobne będzie do pozornego ruchu sklepienia niebieskiego i w ciągu 24 godzin nastąpi pełny obrót. Gdy obserwator z wahadłem oddala się od bieguna na południe, zjawisko się komplikuje, gdyż

nych przenikających przez szyby. Gdyby jak kiedyś muskała swym ostrzem warstewkę wilgotnego piasku na posadzce chóru, przy każdym wahnięciu kreśliłaby na ziemi delikatną bruzdę, owa zaś bruzda, zmieniając nieustannie kierunek o nieskończenie mały kąt, coraz bardziej poszerzałaby się w kształt szczeliny, parowu, pozwalając odgadnąć promienistą symetrię – niby zarys mandali, niewidoczna struktura pentaculum, gwiazda, mistyczna róża.

Ponieważ okres wahadła zawieszonego w Panteonie wynosił 17 sekund, a pełny obrót płaszczyzny wahań nastę-



Trzecie, przytoczone powyżej zdanie powieści, które przetłumaczone zostało dosłownie, zawiera oczywisty błąd. Okres wahadła nie zależy od ilorazu pierwiastka kwadratowego z długości sznura i liczby π , lecz iloczynu tych wielkości. Przypomnę, że iloraz to wynik dzielenia, a iloczyn mnożenia. W tłumaczeniu angielskim błąd świadomie czy nieświadomie został poprawiony. Owe trzecie zdanie powieści jest tak przełożone, że nie zawiera ani ilorazu, ani iloczynu. Brzmi zaś: *okres zależy od pierwiastka kwadratowego z długości sznura i liczby π* . Co jest bezwątpiawą prawdą.

W lutym 1851 roku ukazała się praca francuskiego fizyka Leona Foucaulta zatytułowana *Dowód fizyczny ruchu Ziemi przy pomocy wahadła obrotowego*. Ideę dowodu najłatwiej zrozumieć, gdy

punkt zaczepienia wahadła kręci się wraz z Ziemią. Obrót płaszczyzny wahań względem Ziemi staje się wolniejszy, a na równiku całkiem zanika.

Foucault przeprowadził drobniagowe pomiary, które świetnie zgadzały się z obliczeniami teoretycznymi. Dowiódł tym samym zupełnie bezpośrednio istnienie ruchu obrotowego Ziemi. Później wykonano jeszcze dla celów demonstracyjnych doświadczenie z wielkim, blisko siedemdziesięciometrowym wahadłem, które kiwało się pod kopułą paryskiego Panteonu. Potężna kula ważąca aż 28 kg zaopatrzona była w rylec, który znaczył ruch wahadła na piasku rozsypanym pod wahającym się ciężarem.

Eco tak pisze o owym doświadczeniu. *Miedziana kula stała blade, migotliwe refleksy ostatnich promieni słonecz-*

pował po 32 godzinach, rylec narysowałby w istocie gwiazdę o blisko siedmiu tysiącach ramion. Trzeba wyjątkowej wyobraźni, aby dopatrzeć się w niej róży. Eco zajrzał zapewne do któregoś z podręczników mechaniki, gdzie dla uwypuklenia charakterystycznych cech rysunku, okres wahadła czyni się zaledwie kilka razy mniejszym od okresu obrotu Ziemi. Wtedy

faktycznie uzyskuje się coś podobnego do kwiatu o kilku płatkach, lecz bliższego stokrotki niż róży.

Odpowiedź na „metafizyczne” pytanie Eco, jak obracałaby się płaszczyzna ruchu wahadła, gdyby jego koniec przytwierdzony został u szczytu kopuły Świątyni Salomona, jest zaś banalnie prosta. Uwzględniwszy, że Jerozolima znajduje się na 32° szerokości geograficznej łatwo obliczyć, że wahadło musiałoby się kiwać aż 45 godzin, aby nastąpił pełny obrót płaszczyzny wahań. Fizyka rzeczywiście dostarcza wielu metafizycznych pytań, tylko czy wahadło Foucaulta jest ich przedmiotem?

STANISŁAW MRÓWCZYŃSKI

Dr hab. STANISŁAW MRÓWCZYŃSKI pracuje w Instytucie Problemów Jądrowych w Warszawie.