

# Zasady Sir Izaaka

Gdyby komuś przyszedł do głowy pomysł, by lata nowej ery liczyć od powstania nowożytnej nauki, to za zerowy powinien przyjąć rok 1687, rok ukazania się drukiem „Philosophiae naturalis principia mathematica” Newtona.

KS. MICHAŁ HELLER

**C**hociaż bohaterem tego eseju jest Izaak Newton, zaczęć jednak od Einsteina. Bo historyczny czas nauki nie przemija, lecz narasta. Wielkie dokonania mają to do siebie, że pełnią się je ocenia z perspektywy późniejszych dokonań.

29 stycznia 1931 r. Albert Einstein w towarzystwie Edwina Hubble’a zwiedzał Obserwatorium Astronomiczne na Mount Wilson w Kalifornii. Jego ogromne zainteresowanie wzbudził największy wówczas na świecie, stalowy teleskop. Podczas gdy Einstein, ku konsternacji obecnych astronomów, wdrapwał się na stalową konstrukcję teleskopu, by wszystko lepiej zobaczyć, jego żona przyglądała się temu z boku. „Kiedy powiedziano jej, że ten gigantyczny instrument służy do wyznaczania kształtu Wszechświata, Elsa podobno odparła z dumą: »No cóż, mój mąż robi to na odwrócenie starej koperty«”.

## Na odwrócenie starej koperty

Potrafił sobie wyobrazić, jak zamyślonny Einstein – być może w momencie, gdy żona o coś go prosi – sięga po pierwszy lepszy, znajdujący się pod ręką, skrawek papieru, by zapisać jakąś długi poszukiwaną formułę lub tylko jej „szkic”. „Kształtu Wszechświata” nie odkrywa się w kilkunastu olśniewających sekundach. Olśnienia są z reguły wynikiem gigantycznej pracy i uporczywego myślenia, które zawsze jest w tle, nawet gdy robi się coś innego. A gdy wreszcie myśl przebija się na powierzchnię „innych zajęć”, trzeba ją natychmiast zapisać, żeby nie uleciała, choćby na odwrócenie starej koperty.

**W październiku ukaże się pierwszy od czasów publikacji w 1687 r. polski przekład dzieła Izaaka Newtona „Philosophiae naturalis principia mathematica” („Matematyczne zasady filozofii przyrody”).** Książkę wyda Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie w kooperacji z Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych w Krakowie. Autorem przekładu jest dr Jarosław Wawrzycki. Publikacji towarzyszyć będzie spotkanie, które odbędzie się 3 października o godz. 11.00 w Centralnej Bibliotece Rolniczej w Warszawie, przy ul. Krakowskie Przedmieście 66. Prezentacji przekładu dokonają ks. prof. Michał Heller oraz prof. Andrzej Kajetan Wróblewski, przewodniczący Rady Naukowej Instytutu Historii Nauki PAN.

To prawda, że w XX wieku Wszechświat Einsteina zastąpił Wszechświat Newtona, ale rewolucje w nauce nie przypominają rewolucji politycznych. Nie jest tak, że nowy reżim, obalwszy stary porządek, odsądza go od czci i wiary, chociaż nieraz z czasem przejmując wiele jego ponurych własności. Dla małych prędkości (w stosunku do prędkości światła) i słabych pól grawitacyjnych równania Einsteina przechodzą w równania Newtona. A ponieważ żyjemy w obszarze małych prędkości i słabego pola grawitacyjnego Ziemi, świat naszego codziennego doświadczenia jest światem Newtona.

Podobnie dzieje się w przypadku innych naukowych rewolucji: przeszłość nie jest przekreślana jako „wsteczna i fałszywa”, lecz zostaje wchłonięta do nowych osiągnięć jako ich szczególnie przypadkowy przypadek. Newton mówił o sobie, że mógł widzieć dalej niż inni, ponieważ stał na ramionach olbrzymów. Czy zdawał sobie sprawę z tego, że i na jego ramionach staną inni? Każdy wielki uczoney jest jak Atlas dźwigający na swoich ramionach przyszłe dokonania.

Gdyby komuś przyszedł do głowy pomysł, by lata nowej ery liczyć od powstania nowożytnej nauki, to za zerowy powinien przyjąć rok 1687, rok ukazania się drukiem dzieła Newtona „Philosophiae naturalis principia mathematica” („Matematyczne zasady filozofii przyrody”), gdyż właśnie tę datę przyjmuje się za symboliczny początek nowożytnej fizyki.

Trzy lata przed „nową erą”, w sierpniu 1684 r., Edmund Halley (znany go jako odkrywcy „komety Halleya”) postanowił odwiedzić Newtona w Cambridge. Podejrzewał mianowicie, że siła, jaka działa pomiędzy Słońcem i planetą, zmuszająca tę ostatnią do poruszania się po elipsie, musi być odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między planetą a Słońcem, ale nie potrafił tego udowodnić. Tak go to zagadnienie męczyło, że zdecydował się zapytać Newtona. Pytanie swoje sformułował „w przeciwną stronę”:

– Po jakiej krzywej będzie poruszać się planeta, jeżeli siła działająca między nią a Słońcem jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości?

Jakież było jego zaskoczenie, gdy Newton bez chwili wahania odpowiedział:

– Po elipsie.

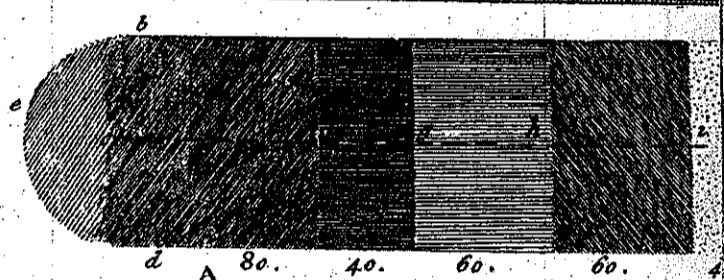
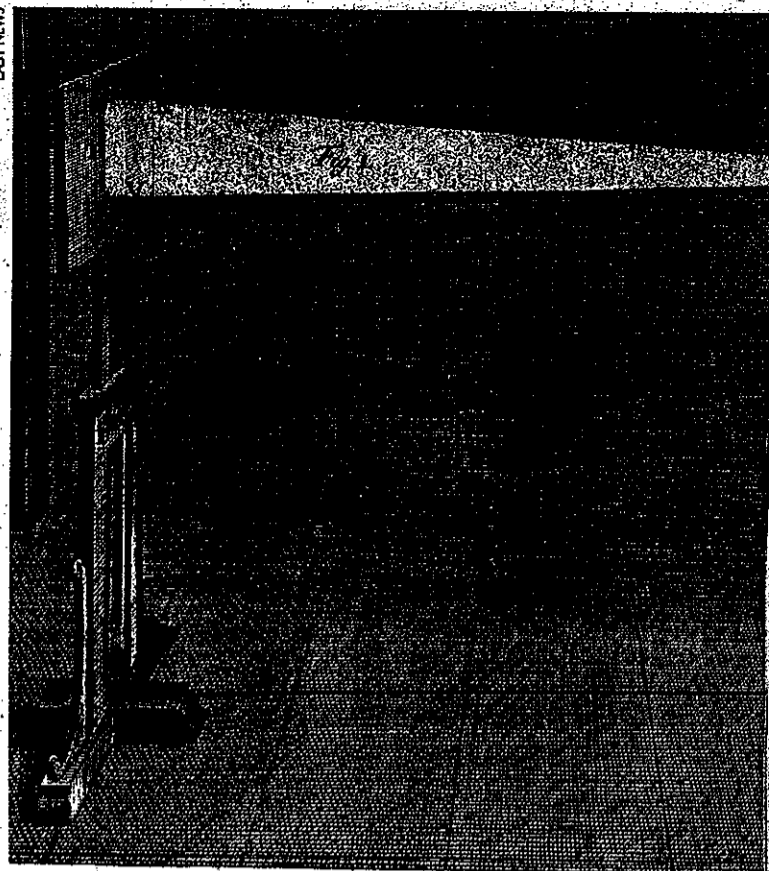
Skąd Newton to wie? Bo już dawno wyliczył Halley zaprzagnął zobaczyć dowód, ale Newton nie mógł znaleźć kartki, na której go spisał (to jednak nie była stara koperta!). Wziął więc inną kartkę i próbował dowód odtworzyć, ale... „nie wychodziło”. Dopiero po jakimś czasie okazało się, że szkopuł tkwił w niedokładnie zrobionym pomocniczym rysunku. Gdy rysunek został poprawiony, wynik pojawił się prawie natychmiast.

Newton pod wpływem Halleya uporządkował wszystkie swoje dotychczasowe wyniki i na ich podstawie w najbliższym roku akademickim wygłosił wykład „O ruchu ciał”. Szkice z tych wykładów stały się zalążkiem przyszłych „Principiów”.

## Jabłko i Wszechświat

Grawitacja zmusza planety do krążenia po eliptycznych orbitach, ale działa również na Ziemi. Jesteśmy przyzwyczajeni traktować symboliczne wydarzenia z życia wielkich ludzi za wymyślone potem anegdoty, ale ze spadającym jabłkiem Newtona coś musiało być na rzeczy. To prawda, że dopiero po wielu latach (bo w 1752 r.) William Stukeley opowiedział

Rozszczepienie światła w pryzmacle. Rycina z popularyzatorskiej wersji „Principiów” Izaaka Newtona, Londyn 1747 r.



tę historię i być może ją trochę ubarwił, ale powołał się na osobiste wspomnienia Newtona i trudno przypuścić, żeby ją całkowicie wymyślił.

Pisał: „W ciepłą, poobiednią porę (działo się to 15 kwietnia 1726 r.) poszliśmy do ogrodu i piliśmy herbatę w cieniu jabłoni, tylko on i ja. Prowadząc różne dyskursy, powiedział mi też, że właśnie w takiej samej sytuacji pojawiło się w jego umyśle pojęcie ciężkości. Sprawilo to spadnięcie jabłka w czasie, kiedy siedział zamysłony. Pomyślał sobie, dlaczego to jabłko zawsze spadnie prostopadle do Ziemi? Na pewno przyczyną jest to, że Ziemia je przyciąga. Musi być w materii siła przyciągająca: a suma siły przyciągającej musi znajdować się w środku Ziemi, nie w żadnym innym miejscu. Dlatego jabłko to spada prostopadle, czyli ku środkowi. Jeśli w ten sposób materia przyciąga materię, musi to pozostawać w proporcji do jej ilości. Dlatego zarówno jabłko przyciąga Ziemię, jak Ziemia przyciąga jabłko. Istnieje jakaś siła, podobna do nazwanej przez nas tu ciężkością, która przejawia się w całym Wszechświecie”.

Rewolucja Newtona była pierwszą wielką unifikacją fizyki: zjawiska nieba i zjawiska Ziemi, fizyka planety i fizyka jabłka rządzą się tymi samymi prawami. Nasze poszukiwanie zuniifikowanej grawitacji, elektromagnetyzmu oraz (słabych i silnych) oddziaływań jądrowych jest tylko prostą konsekwencją tamtej rewolucji.

## W świecie Newtona

Dziś już możemy wziąć do ręki polski przekład „Matematycznych zasad filozofii przyrody” Sir Izaaka Newtona i przynajmniej dokładnie przekartkować. Bardziej wnikliwa lektura wymaga pewnego przygotowania, ale warto mieć w ręku książkę, której w dużej mierze zawdzięczamy, kim jesteśmy. Bo konsekwencje dzieła Newtona ogarniają nas ze wszystkich stron, więcej – przenikają nas nawet. Nie chodzi tylko o to, że cały współczesny świat z jego techniką, przemyślem, gospodarką jest bezpośrednim lub pośrednim następstwem ewolucji, której Newton jest istotnym ogniwem, lecz także o to,

że my sami – nie zdając sobie z tego sprawy – myślimy kategoriami, których nauczył nas Sir Izaak. Rozpatrzmy najbardziej narzucający się przykład.

Czymże byłoby nasze codzienne życie bez zegarka i odmierzania przestrzeni? Nieubłagane następujące po sobie godziny, pokonywanie kolejnych kilometrów zmęczonymi krokami to tylko małe poletka na ogromnej scenie Wszechświata. I nieubłagane pytania: czy czas i przestrzeń totalnie rządzą wszystkim? Czy sięgają poza fizyczny Wszechświat, do nieskończoności? Idea absolutnego czasu i absolutnej przestrzeni pochodzi od Sir Izaaka. Przed nim myślnano w innych kategoriach.

Gdy będziemy przeglądać polski przekład „Principiów” Newtona, spróbujmy poczytać „pomiędzy wzorami”. Zresztą jest tam wiele stron, na których nie ma ani jednego wzoru. Dzieło zaczyna się od fragmentu zatytułowanego „Definicje”, po którym następuje „Scholium” (czyli „Uzupełnienie”). Mało jest tekstów w historii myśli ludzkiej, które jak to „Uzupełnienie” Newtona obfitowałyby w tyle następstw i sprowokowałyby tyle komentarzy. Do drugiego wydania „Principiów” Newton dodał „Scholium generale” („Uzupełnienie ogólne”, znajduje się ono na końcu dzieła), które miało wyjaśnić wiele kontrowersji, także teologicznych, jakie już wówczas zaczęły narastać wokół dzieła Sir Izaaka. Dokonania Newtona niewątpliwie należą do światowego dziedzictwa kultury.

## Epitafium

Mój pierwszy wyjazd „na Zachód”. Do Londynu przyjechałem wieczorem i poza migającymi światłami za szybami taksówki niewiele widziałem. Następnego ranka długo wpatrywałem się przez okno w lekko przymglone wieże City. A potem było obowiązkowe zwiedzanie. W Opactwie Westminsterskim, wśród królewskich grobów, ciągle jeszcze panuje gęsta atmosfera dawnego imperium. Grób Izaaka Newtona jest niemal skromny w porównaniu z innymi pomnikami, ale żaden z królów nie

# Szybciej niż światło?

## Neutrino to bardzo dziwne cząstki elementarne.

Od dziesięcioleci zaskakiwały fizyków. Czyżby miały zatrzęść posadami współczesnej nauki?

TOMASZ ROMAŃCZUKIEWICZ

W czwartek 22 września tego roku naukowcy ogłosili, że zmierzono prędkość 16 tysięcy, wytworzonych w CERN-ie neutronów na 730-kilometrowej drodze do Gran Sasso we Włoszech. Okazało się, że średnio ich prędkość przekraczała prędkość światła ( $c = 299\,792\,458\text{ km/s}$ ) 1,000025 raza. Wydawać by się mogło, że to niewiele, a jednak może się to okazać największym odkryciem ostatnich lat. Może, bo wynik ten nie jest jeszcze całkowicie pewny. Należy poczekać na potwierdzenie w innych eksperymentach. Dlaczego jednak prędkość światła jest taka ważna?

Ponad sto lat temu Albert Einstein ogłosił swoją Szczególną Teorię Względności. Jej podstawą był potwierdzony przez liczne doświadczenia fakt, że światło porusza się z tą samą prędkością w każdym układzie odniesienia. Zachwiało to całą ówczesną wiedzę. Jest to też fakt, który pozornie stoi w sprzeczności z doświadczeniami życia codziennego. Bo jeśli np. dwa samochody jadą naprzeciwko siebie z prędkościami 50 km/h, to jeden kierowca widzi, w swoim układzie odniesienia, że drugi samochód zbliża się z prędkością 50+50=100 km/h. W przypadku prędkości relatywistycznych (zblizonych do prędkości światła) tak nie jest. Gdyby obserwatorzy lecieli w swoim kierunku z prędkościami światła, to i tak zaobserwowaliby, że zbliżają się do siebie „jedynie” z prędkością światła ( $1c+1c=1c$ ). Einstein wysunął szereg wniosków i stworzył swoje Teorie Względności (najpierw Szczególną w 1905 r., potem Ogólną w 1915 r.). Zrewolucjonizowały one nasze rozumienie czasu, przestrzeni i grawitacji. Najslawniejszymi wnioskami były możliwość zamiany masy na energię, zgodnie ze słynnym wzorem  $E=mc^2$ , istnienie czarnych dziur czy nieprzekraczalność prędkości światła. Kiedy przyspieszamy jakąś cząstkę, to gdy jej prędkość zbliża się do prędkości światła, większość energii zużytkowana jest nie na zwiększenie prędkości, lecz na zwiększenie jej masy. Jedynie cząstki bezmasowe mogą się poruszać z prędkością światła.

Wiele też Teorii Względności zostało potwierdzonych w niezliczonych eksperymentach, jak również w wielu spektakularnych zastosowaniach. Można tutaj wspomnieć chociażby o bombach atomowych. Ale też gdyby nie poprawki relatywistyczne, nasze GPS-y nie byłyby w stanie podawać tak dokładnych pozycji.

Nic więc dziwnego, że gdy CERN ogłosił wyniki swojego eksperymentu, wzbudziło to niemal sensację w świecie fizyków. A wszystko za sprawą małych neutronów, które nie pierwszy raz sprawiły naukowcom wiele kłopotów. Już w 1930 r. ich istnienie zaproponował Wolfgang Pauli. Analizując rozpady beta (przemiany jądra atomowego, w których neutron zamienia się w proton i elektron opuszczający atom jako promieniowanie beta), doszedł do wniosku, że musi istnieć jeszcze jakaś cząstka unosząca pewną część energii. Cząstka, która bardzo słabo oddziałuje z materią, a więc jest prawie niewykrywalna. Neutrino odkryto dopiero w 1956 r. Okazało się, że są ich trzy rodzaje (neutrino elektronowe, mionowe i taonowe). Przez wiele lat toczył się spór o to, czy neutrino mają masę. Obserwacje tzw. oscylacji neutronów (zamiana jednego rodzaju neutronu w inny) dawały pewne wskazówki, lecz dopiero analiza soczewkowania grawitacyjnego gromad galaktyk pozwoliła oszacować masę neutronu na około 300 tys. razy mniejszą niż masa elektronu (choć istnieją też inne, lecz zblizone szacunki).

W naturze występują cztery podstawowe oddziaływania: elektromagnetyczne i grawitacyjne (znane z dnia codziennego) oraz oddziaływania silne (odpowiedzialne za siły jądrowe) i słabe (np. rozpady beta). Neutrino oddziałują jedynie poprzez oddziaływanie słabe i grawitacyjne. Z materią oddziałują tak nieznacznie, że większość z nich przelatuje przez kulę ziemską, jakby jej nie było. W omawianym eksperymencie przeleciały np. przez Alpy. Jest to też powód, dla którego tak ciężko je wykryć. Ale może to być również ich zaleta, bo dzięki nim możemy się dowiedzieć, co dzieje się np. we wnętrzu gwiazd lub za obłokami materii przesłaniającej odległe rejony Wszechświata. Neutrino są także jednym z kandydatów na ciemną materię, której we Wszechświecie jest prawdopodobnie kilka razy więcej niż materii zwykłej.

Większość naukowców, w tym również sami autorzy eksperymentu, podchodzi do wyników dość sceptycznie. Na razie przeprowadzono jedno doświadczenie i należy je teraz potwierdzić w kolejnych eksperymentach, prowadzonych przez innych naukowców przy użyciu innej aparatury. Wystarczy, że o ułamek procenta źle zmierzono odległość, a wynik może się okazać zupełnie inny. Możliwe też, że miał znaczenie jakiś bardzo trudny do zauważenia szczegół.

To właśnie eksperyment, a nie Teoria Względności, wzbudza najwięcej wątpliwości. W przeszłości zdarzały się już takie przypadki. Szczególnie że wynik ten stoi w sprzeczności np. z obserwacjami wybuchu supernowej z 1987 r. w Obłoku Magellana odległym o 168 tys. lat świetlnych. Strumień neutronów zaobserwowany po tym wybuchu przybył zaledwie o trzy godziny przed światłem. Należy jednak wziąć pod uwagę fakt, że neutrino są wysyłane już na początku wybuchu z samego wnętrza supernowej, gdyż prawie nie oddziałują z materią gwiazdy. Światło pojawia się dopiero, gdy fala uderzeniowa rozerwie całą gwiazdę. Obserwacja ta wskazywała, że prędkość neutronów jest mniejsza niż 1,000000002 prędkości światła, a z dużym prawdopodobieństwem jeszcze mniejsza. Gdyby ich prędkość była taka jak w eksperymencie, to neutrino dotarłyby ponad cztery lata wcześniej.

◆◆◆

Gdyby wyniki ostatniego eksperymentu okazały się prawdziwe, fizycy stanęliby przed sporym problemem, ale również i poważnym wyzwaniem. Nie oznaczałoby to jednak, że wszystkie wnioski płynące z Teorii Względności są błędne. Fizycy nadal by ją stosowali w wielu zagadnieniach. W końcu teoria ta dawała świetne przewidywania w tysiącach eksperymentów.

Nie oznaczałoby to także łatwiejszych podróży kosmicznych. Nadal większym problemem byłby problem energetyczny związany z rozpędzeniem ogromnego statku do choćby ułamka prędkości światła. Ponadto sama Teoria Względności gwarantuje całkiem sprawne poruszanie się z prędkościami podświetlnymi na ogromne odległości. Czas dla obserwatora podróżującego z dużą prędkością zwalnia i teoretycznie nic nie stoi na przeszkodzie, żeby człowiek mógł polecieć do galaktyki w Andromedzie, odległej o 2 mln lat świetlnych, w czasie krótszym od swojego życia. Jednak dla obserwatora znajdującego się na Ziemi podróż ta i tak trwałaby ponad dwa miliony lat.

Wciąż jeszcze za wcześnie, by stwierdzić, czy należałoby jedynie lekko zmodyfikować nasze poglądy (np. przesuwając o ułamek procenta maksymalną prędkość w przyrodzie), czy raczej zrewolucjonizować nasze postrzeganie czasu, przestrzeni i materii. Nawet drobna modyfikacja pociągałaby za sobą wiele konsekwencji. Wielką rewolucję jeszcze trudniej sobie wyobrazić.

Co prawda od jakiegoś czasu już wiadomo, że Ogólna Teoria Względności dość słabo pasuje do fizyki kwantowej (innej wielkiej teorii XX wieku). Powstało wiele prób połączenia ich, np. w teorii strun. Jednak na razie i te próby dają więcej pytań niż odpowiedzi. Fizycy od lat bezskutecznie próbują skonstruować teorie opisujące hipotetyczne cząstki nadświetlne zwane tachionami. Jednak próby te prowadzą do różnych sprzeczności lub innych patologii, takich jak urojona masa (czyli taka, której kwadrat jest liczbą ujemną) bądź poruszanie się jedynie wstecz w czasie.

Naukowcy z CERN-u to poważni ludzie. Dlatego doniesienie o ich odkryciu zostało przyjęte z wielką uwagą. Dotychczas Teoria Względności była wielokrotnie „obalana”, najczęściej jednak przez maniaków, którzy zupełnie nie rozumieli jej istoty. Przez ponad sto lat opierała się tym atakom. Czy właśnie nadszedł kres tej pięknej i jakże ważnej dla naszego myślenia o otaczającym nas świecie teorii? Prawdopodobnie nie. Ale poczekajmy na ostateczne wyniki.

→ Dr TOMASZ ROMAŃCZUKIEWICZ

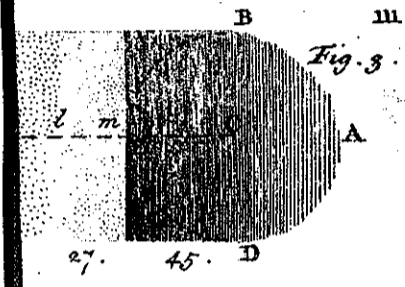
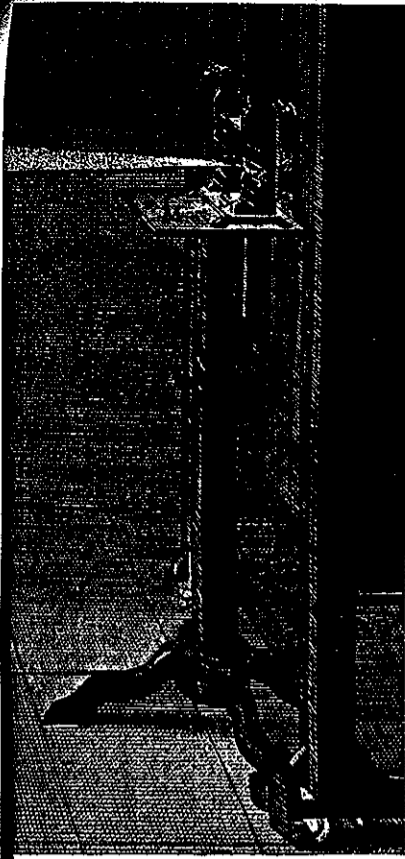
Jest fizykiem teoretykiem, pracuje na Uniwersytecie Jagiellońskim. Współpracuje z „Tygodnikiem Powszechnym”.

REKLAMA

Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej  
Kraków, ul. Skarbowa 4, II piętro  
tel. 012 632-00-68, 632-00-75

MEDYCYNĄ PRACY: opieka medyczna i nadzór nad zakładami pracy; badania wstępne i okresowe; badania kierowniców i kandydatów na kierowniców; zaświadczenia ZLA (L-4)

PORADNIE I GABINETY SPECJALISTYCZNE: alergolog; neurolog; laryngolog; gastrolog; endokrynolog; kardiolog; ginekolog-onkolog; ortopeda; chirurg uznowy; okulista; psychiatra; urolog.



ma takiego epitafium. Wyjąłem notes i przepisałem: „H.S.E. Izaak Newton, Eques Auratus (tytuł szlachecki) – który prawie boską siłą ducha, pochodnią swojej wspaniałej matematyki, pierwszy wyjaśnił ruch planet, kształty dróg komet, przyplwy oceanów, zbadał różnorodność świetlnych promieni i pochodzące z niej własności barw. Pilny, mądry i wierny interpretator Przyrody, Czasów Starożytnych i Pisma Św.; przy pomocy filozofii Majestat Wszechmogącego Boga oświecił; Ewangelię prostotą obyczajów w życiu wyraził. – Niech sobie śmiertelni gratulują, że coś tak wielkiego zaistniało. – OZDOBA RODZAJU LUDZKIEGO. Ur. 25 grudnia Roku Pańskiego 1642, zmarł 20 marca 1726” (oryginał jest oczywiście po łacinie).

Odwołanie do komentowania Pisma Św. wśród innych osiągnięć Newtona nie jest tylko pośmiertnym ozdobnikiem. W spuściźnie Newtona znajduje się więcej pism o treści teologicznej niż prac odnoszących się do matematyki i fizyki. Choć oczywiście ciężaru gatunkowego nie mierzy się ilością. W tym przypadku ciężar gatunkowy najlepiej wyraża myśl, która mi wtedy przysłała do głowy: tu spoczywa IZAAK NEWTON, wśród „beziemnych” królów.

Pojęcie kultury jest bardzo rozciągliwe. Do kultury zalicza się muzykę Chopina i Bacha, ale i pokrzykiwania lokalnego zespołu, dzieła Tycjana i Rembrandta, ale nierzadko i graffiti na murach. W czasach umasowienia wszystkiego, może tak musi być. Sytuację ratuje nieco rozróżnienie na kulturę wysoką i po prostu kulturę (bo przecież nie ma kultury niskiej). Czy nauka należy do kultury? Nazwy takie jak „Pałac Kultury i Nauki” sugerują, że nie. Spróbujmy np. przejrzeć programy kulturalne w mediach, nawet tych nielicznych, które specjalizują się w kulturze wysokiej.

My żyjemy efektami sezonowymi, a dzieła takie jak „Matematyczne zasady filozofii przyrody” tworzą epoki.