SPIS TREŚCI

NUMERU 4(76)

W następnym numerze:
Teoria kształtu

„Delta”
matematyczno-fizyczno-astronomiczny miesięcznik popularny Polskiego Towarzystwa Matematycznego, Polskiego Towarzystwa Fizycznego i Polskiego Towarzystwa Astronomicznego wydawany przy poparciu Ministerstwa Oświaty i Wychowania

Adres Redakcji
ul. Hoża 69 pok. 151,
00-681 Warszawa

Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo Wrocław, Oddział w Warszawie
Nakład 20 000 egz. Objętość 2 ark. wyd.; 2,50 ark. druk.; papier offsetowy III kl. 80 g. 61×86
Wydrukowano w Drukarni im. Rewolucji Październikowej Warszawa, ul. Mińska 65.
Nr zam. 57/12/80 O-132

Wydano z pomocą finansową Polskiej Akademii Nauk

WARUNKI PRENUMERATY Cena prenumeraty rocznej zł 60,— cena prenumeraty półrocznej zł 30,—

Prenumeratę na kraj przyjmują Oddziały RSW „Prasa—Książka—Ruch” oraz urzędy pocztowe i doręczyciele — w terminach:
— do 25 listopada na styczeń, I kwartał, I półrocze roku następnego i cały rok następny
— do dnia 10 miesiąca, poprzedzającego okres prenumeraty na pozostałe okresy roku bieżącego.
Jednostki gospodarki uspołecznionej instytucje i organizacje społeczno-polityczne składają zamówienia w miejscowych Oddziałach RSW „Prasa—Książka—Ruch”.
Zakłady pracy i instytucje w miejscowościach, w których nie ma Oddziałów RSW, oraz prenumeratorzy indywidualni zamawiają prenumeratę w urzędach pocztowych lub u doręczycieli.
Prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę, która jest o 50% droższa od prenumeraty krajowej, przyjmuje RSW „Prasa—Książka—Ruch”, Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw, ul. Towarowa 28, 00-958 Warszawa, konto PKO nr 1531-71 w terminach podanych dla prenumeraty krajowej

Sprzedaż numerów bieżących i uprzednich
Instytucje państwowe i społeczne, zakłady pracy, szkoły i czytelnicy indywidualni mogą nabywać „DELTĘ”:

w Księgarni Ośrodka Rozpowszechniania Wydawnictw Naukowych PAN.
Sprzedaż gotówkowa i wysyłkowa, numerów bieżących i archiwalnych; płatność gotówką, przelewem lub za zaliczeniem pocztowym.
Adres: ORPAN 00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki, Konto PKO I OM W-wa 1531-912

w Księgarni Ossolineum, Rynek 8, 50-106 Wrocław

w Głównej Księgarni Naukowej, Krakowskie Przedmieście 7, 00-068 Warszawa

w Księgarni Naukowej, ul. Podwale 6, 31-118 Kraków

Orders for this periodical from abroad can be placed with „Ars Polona” Krakowskie Przedmieście 00-068 Warszawa, Poland or with
— Kubon & Sagner, Inhaber Otto Sagner, D8 Muncnen 34, Postfach 68, Bundesrepublik Deutschland.
— Earlscourt Publications Ltd., 130 Shephard Bush Centre, London W 12, Great Britain,
— Licosa Commissionaria Sansoni, Via Lamarmora 45, 50 121 Firenze, Italia

Cena 1 egzemplarza zł 5,— nr indeksu 35723/35550

Wielkich ludzi pieśni, chwal
Małego imienia
Bo ich dzieło rośnie wciąż
I ich dzieło rośnie wciąż
wgłąb i wszerz się krzewi wciąż
Ponad ich marzenia
(*Rudyard Kipling*
Przekł. *Józefa Birkenmajera*)

Gdy „człowiek w średnim wieku" zapasjonowany swym zawodem, usiłuje sobie lub innym odpowiedzieć na pytanie — co czy kto spowodował, żeś poszedł tą a nie inną drogą? — napotyka trudności, z których najpoważniejszą jest konieczność przyznania się do własnej naiwności.
Bo niewielu jest szczęśliwców mogących odpowiedzieć — wykład tego to a tego, zresztą z miejsca nasuwa się następne pytanie: no dobrze, ale czemu słuchałem akurat tego wykładu tak uważnie? Szukając zaś „praprzyczyny" własnych zainteresowań dochodzimy często do wydarzeń wręcz śmiesznych, nieistotnych i krępujących. Jakieś jedno pytanie, rozdział książki, artykuł, czyjaś mało ważna opinia, zasłyszane zdanie, obrazek czy nazwa, coś, co gdyby wybrać i wyodrębnić z naszego chaotycznego dzieciństwa i gdyby chcieć to zademonstrować innym, zajęłoby najprawdopodobniej nie więcej wierszy druku, niż ich się może zmieścić na bibułce od papierosa. (Należałoby, oczywiście, w myśl zasady Kołmogorowa ograniczyć się do informacji istotnych, pomijając to wszystko, co wiedzieliśmy wcześniej, nie wiadomo skąd.) Gdyby zaś zawierzyć tej metodzie, pomyślcie sami, co za oszczędność papieru!
Może trochę kłopotów nasuwa fakt, że nie są to te same pozycje i że informację, która uczyniła wstrząsające wrażenie na jednym, inni przełknęli gładko i zgoła niezauważalnie, „bez żadnej szkody dla organizmu".
Dlaczego więc my, ludzie około 40-letni, jesteśmy wdzięczni tym, którzy dali nam, podówczas 11—13-letnim szczeniakom, opasłe roczniki „Problemów" i „Horyzontów Techniki" do wertowania, czytania, gubienia się w nich i oglądania obrazków. (Jak to dobrze, że podówczas zupełnie zwyczajni dziadkowie i rodzice mieli zwyczaj składania tych roczników!)
Być może współczesny dydaktyk zada pytanie — co z takiej lektury może zrozumieć jedenastolatek?
Właśnie! Nie wiadomo!

O nowej teorii Einsteina

Prof. dr Leopold INFELD

Problemy, 12(69)/1951

W roku 1905, gdy nasz dwudziesty wiek był jeszcze młody, Einstein miał lat 26 i był urzędnikiem w szwajcarskim urzędzie patentowym. W tym to roku ukazała się jego praca, która odegrała zasadniczą rolę w historii nauki; sformułowane w niej były podstawowe idee szczególnej teorii względności, które zrewolucjonizowały poznanie naszego świata materialnego. W tym samym roku Einstein znalazł zasadniczy związek pomiędzy masą i energią; ten związek, który w czterdzieści lat później doprowadził do odkrycia i wyzyskania energii atomowej; ten związek, który po zwycięstwie idei pokoju odegra ważną rolę w rozwoju techniki następnych lat pięćdziesięciu. Tak to czterdzieści pięć lat temu dokonała się pierwsza rewolucja Einsteina w nauce. Gdyby nawet Einstein nie dokonał niczego innego w życiu, jego nazwisko żyłoby przez długie wieki w historii nauki. Jednak w dziesięć lat później, około roku 1915, Einstein ukończył swą pracę nad ogólną teorią względności. W niej po raz pierwszy od czasów Newtona sformułowana została nowa teoria grawitacji. Jego teoria tłumaczy nam, jak Ziemia przyciąga Księżyc i jak planety krążą dookoła Słońca. Jako system logiczny teoria Einsteina ma wyższość nad dawną teorią newtonowską. Ale przede wszystkim ważne jest, że opisuje nam ona lepiej i w sposób bardziej zgodny z obserwacjami nasz świat materialny. Ilekroć wnioski teorii Newtona i Einsteina różnią się między sobą, tylekroć obserwacja — najwyższy sędzia wszystkich teorii fizycznych — przemawia za teorią Einsteina. A więc trzydzieści pięć lat temu Einstein dokonał drugiej rewolucji w nauce.
Od 1918 roku do roku 1950, czyli przeszło trzydzieści lat pracował on nad jednym z najgłębszych i najtrudniejszych problemów w fizyce. Postawił on sobie zadanie sformułowania teorii, która objęłaby zarówno zjawiska makrofizyczne (którymi właśnie zajmowała się jego dawna teoria grawitacji) jak i zjawiska mikrofizyczne, dotyczące elementarnych cząstek, z których atomy są zbudowane. Wielu uczonych utrzymuje, że tak ambitny plan jest trudny, a nawet niemożliwy do zrealizowania; że prawa rządzące ruchami słońc i mgławic są różne od tych, które rządzą elektronami w atomie; że jednolite prawa obejmujące zjawiska na wielką i małą skalę są niemożliwe.

A jednak to był problem, nad którym Einstein myślał nieustannie, znajdując rozwiązania i odrzucając je, bo były niezadowalające, bo nie widział w nich piękna i prostoty, bo nie uzyskiwał z nich nowych wniosków, które by doświadczenia mogły potwierdzić.
W roku 1949 Einstein miał lat siedemdziesiąt. Sądził on, że w tym to roku znalazł teorię, której szukał przez lat trzydzieści. Czy istotnie Einstein rozwiązał ten wielki problem znalezienia jednego prawa rządzącego zjawiskami makro- i mikrofizycznymi? Trudno wydać w tej chwili wyrok ostateczny. Dopiero dokładna analiza matematyczna, kontrola doświadczalna nowych wniosków wyda taki wyrok. Potrwać to może jeszcze długo. Pierwsze oznaki nie są niestety obiecujące. Teoria jest piękna matematycznie, ale można mieć duże wątpliwości, czy jest ona postępem w poznaniu naszej rzeczywistości i czy istotnie Einstein rozpoczął nową i trzecią rewolucję w nauce. Pomimo tych wątpliwości warto zaznajomić się z zasadniczymi ideami tej teorii. Teoria Einsteina oparta jest głównie na teorii pola. Obecny rozwój nauki, m. in. dyskusje naukowe nad zagadnieniem pola, które toczą się w Związku Radzieckim, wskazują, jak niezmiernie ważne jest to pojęcie, które w nauce istnieje niecałe sto lat.

Pole elektromagnetyczne

Aby zrozumieć bodaj w ogólnych zarysach problem, nad którym Einstein pracował, musimy się cofnąć do wieku XIX, do czasów Maxwella, który był pierwszym twórcą teorii pola.
Od anteny do mojego radioodbiornika fala radiowa, tzn. fala elektromagnetyczna, rozchodzi się z prędkością światła. Od atomów w rurce neonowej do mojego oka promienie optyczne, tzn. fale elektromagnetyczne, rozchodzą się z prędkością światła. Fale radiowe i fale optyczne rządzone są tymi samymi prawami, które wyrażone są przez równania Maxwella. Mówią nam one, jak fala elektromagnetyczna, albo jak to dzisiaj zwykliśmy mówić, jak p o l e elektromagnetyczne zmienia się w przestrzeni i w czasie i jakie są jego własności fizyczne. Teoria Maxwella jest teorią pola, ponieważ rozważa ona zmiany w naszej trójwymiarowej przestrzeni i w czasie. Jest ona bardzo różna od teorii mechanicznej, która zajmuje się takimi zagadnieniami jak ruch Księżyca naokoło Ziemi lub Ziemi naokoło Słońca. W teorii mechanicznej sprawa cząstek i ich ruchu jest ważna. W teorii pola ważne są zmiany pola w przestrzeni i w czasie.
Gdy analizujemy plotkę, jesteśmy często zainteresowani prędkością, z jaką się ta plotka rozchodzi i po jakim obszarze ona się rozchodzi. To byłby „polowy" aspekt „zjawiska plotki". Z drugiej strony możemy być zainteresowani ludźmi, którzy tę plotkę rozpowszechniają i mechanizmem ich akcji. To byłby „mechaniczny" aspekt „zjawiska plotki".
Jednak gdy opisywaliśmy zjawiska elektromagnetyczne w XIX i w początkach XX wieku, nie używaliśmy wyłącznie pojęć polowych; mówiliśmy również o elektronach, tzn. o cząstkach elementarnych naładowanych ujemnie, które, gdy poruszają się, są źródłem pola elektromagnetycznego. A więc w teorii Maxwella, a później w teorii Lorentza ciągle jeszcze znajdujemy mieszankę aspektu polowego i korpuskularnego (korpuskuła = cząstka). Cząstki (elektrony) poruszają się w polu elektromagnetycznym i wpływają na pole przez swój ruch.
A jednak ten aspekt polowy jest tym nowym, dominującym czynnikiem charakterystycznym dla teorii Maxwella.
Pole elektromagnetyczne opisujemy w każdym punkcie przestrzeni przez dwie strzałki, czyli przez dwa wektory; jedna z nich reprezentuje pole elektryczne, a druga pole magnetyczne. Ale strzałka może być opisana przez jej trzy rzuty na trzy wzajemnie prostopadłe osie. (Strzałka w płaszczyźnie scharakteryzowana jest przez dwa rzuty, w trójwymiarowej przestrzeni — przez trzy). Widzimy więc, że w każdym punkcie przestrzeni pole reprezentowane jest przez sześć liczb, trzy należące do elektrycznego i trzy należące do magnetycznego pola. Pamiętamy, że mieliśmy dwie strzałki, czyli sześć liczb. Owe liczby zmieniają się od punktu do punktu przestrzeni. Te dwie strzałki, a więc również tych sześć liczb zmienia się w tym samym punkcie przestrzeni od jednej chwili do drugiej. Równania Maxwella mówią nam, jakie prawa rządzą tymi zmianami. Albo innymi słowy: charakterystykę pola elektromagnetycznego podaje sześć funkcyj w przestrzeni i w czasie. Równania Maxwella mówią nam, jak te funkcje zmieniają się w przestrzeni i w czasie.

Pole grawitacyjne

Możemy teraz scharakteryzować w ogólnych zarysach co najmniej jeden aspekt drugiej rewolucji Einsteina: była ona tym dla zjawisk grawitacyjnych, czym teoria Maxwella dla zjawisk elektromagnetycznych.
Teoria grawitacji Newtona ma charakter mechaniczny. Cząstki (Księżyc, Ziemia) przyciągane są przez inne cząstki (Ziemia, Słońce). Nie ma miejsca w tej teorii dla pojęcia pola, którego scenerią jest cała przestrzeń. Nie ma miejsca w tej teorii dla pola grawitacyjnego, rozchodzącego się w przestrzeni i zmieniającego w czasie. Teoria grawitacji Einsteina nie jest poprawioną wersją teorii Newtona. Jest to zupełnie nowa teoria opisująca zjawiska grawitacji, oparta na nowych założeniach i logicznie bardziej zadowalająca aniżeli teoria Newtona. Jednakże rezultaty sprawdzone za pomocą obserwacji są bardzo podobne w obydwu teoriach. Pomiędzy tymi dwiema teoriami jest wielki obszar zgodności i mały obszar niezgodności. Najsłynniejszym nowym zjawiskiem przepowiedzianym przez teorię Einsteina jest zakrzywienie promieni świetlnych przechodzących blisko Słońca. Istotnie, zjawisko to odkryte w roku 1919 podczas zaćmienia Słońca, gdy ukazują się gwiazdy blisko zakrytej tarczy Słońca, zwróciło uwagę całego

Antymateria

Marian SKOP — Raciborz. — Prosi o wyjaśnienie pojęcia *antymateria.*

W końcu ub. roku udało się wytworzyć, a następnie zaobserwowano w promieniach kosmicznych dawniej przez teoretyków przewidzianą cząstkę elementarną, którą nazwano antyprotonem. Antyproton ma taką samą masę jak proton i taki sam co do wielkości nabój elektryczny, lecz u j e m n y (gdy proton ma nabój dodatni). Jak wiemy, atomy wchodzące w skład materii naszej galaktyki zbudowane są z jąder złożonych z protonów i neutronów oraz z krążących na zewnątrz jądra negatonów (ujemnych elektronów). Nie jest jednak wykluczone, że istnieją jakieś inne galaktyki, których jądra atomowe zbudowane są z antyprotonów i neutronów (ściślej mówiąc pewnej odmiany neutronów zwanych antyneutronami), na zewnątrz zaś jądra krążą pozytony (elektrony dodatnie). Tego rodzaju hipotetyczną materię nazywamy antymetrią. Jeżeli istnieje ona, to oczywiście — mimo „antymaterialistycznej" nazwy musi mieć charakter najzupełniej materialny, byłaby to po prostu jeszcze jedna z form materii.

Józef HURWIC

świata na teorię względności i okryło sławą jej twórcę. Inna różnica pomiędzy tymi dwiema teoriami dotyczy ruchu planet wokoło Słońca. Różnica pomiędzy rezultatami wydedukowanvmi z tych dwóch teorii jest mała. A jednak może być ona zaobserwowana w przypadku Merkurego — planety najbliższej Słońca. Gdziekolwiek i kiedykolwiek taka różnica pomiędzy dwiema teoriami istnieje i kiedykolwiek obserwacja może ogłosić wyrok, wyrok ten (mówiąc ostrożnie) wypada na korzyść teorii Einsteina. Ważność teorii Einsteina polega na tym, że opisuje ona lepiej, piękniej i w sposób zgodniejszy z doświadczeniem naszą rzeczywistość materialną aniżeli dawna teoria Newtona. Pole grawitacyjne w teorii Einsteina scharakteryzowane jest przez 10 funkcyj zmieniających się w przestrzeni i w czasie. Odgrywają one rolę podobną do roli sześciu funkcyj w teorii Maxwella, o których wspomnieliśmy poprzednio. Równania grawitacyjne Einsteina mówią nam, jak tych 10 funkcyj zmienia się w czasie i w przestrzeni.

Pamiętamy, że w teorii elektromagnetycznej mamy mieszankę pojęć polowych i korpuskularnych. Tam pole wytworzone jest przez elektrony w ruchu. Podobnie w teorii grawitacyjnej Einsteina pole grawitacyjne wytworzone jest przez ciała materialne (gwiazdy, mgławice) i ich ruchy. Tak więc porównując teorię Maxwella i teorię Einsteina mamy następującą analogię:

pole elektromagnetyczne ⟷ pole grawitacyjne
ładunki elektryczne ⟷ masy grawitacyjne
ruch naładowanych cząstek ⟷ ruch mas grawitacyjnych

Nasza analogia nie jest zupełna i w pewnym sensie nawet błędna. Musimy tutaj wspomnieć o jednym nowym rysie równań grawitacyjnych Einsteina. Występowanie energii w jakiejkolwiek formie związane jest zawsze z istnieniem pola grawitacyjnego, a pole grawitacyjne związane jest nie tylko z ruchem mas grawitacyjnych, ale także z polem elektromagnetycznym, ponieważ to pole reprezentuje energię. A więc źródłami pola grawitacyjnego są nie tylko poruszające się masy, lecz również poruszające się ładunki i pole elektromagnetyczne. Czyste pole grawitacyjne może istnieć bez pola elektromagnetycznego. Ale pole elektromagnetyczne nie może istnieć bez pola grawitacyjnego, gdyż posiadając energię wytworzyć ono musi pole grawitacyjne.

Fizyka i geometria

Stańmy teraz na stanowisku z roku 1920, gdy budowa zasadnicza teorii względności była skończona. Z tego punktu widzenia rzuca się w oczy — poza analogiami, o których wspomnieliśmy — jedna zasadnicza różnica pomiędzy polem grawitacyjnym a elektromagnetycznym. Pole grawitacyjne jest polem geometrycznym; pole elektromagnetyczne jest polem fizycznym. Zrozumienie, że pole grawitacyjne jest polem geometrycznym, to jedna z największych i najbardziej rewolucyjnych idei fizykalnych. Źródła tej rewolucji leżą w wielkich pracach Łobaczewskiego. Nie możemy zrozumieć ważności osiągnięć teorii Einsteina, gdy nie zdamy sobie sprawy z tego zasadniczego punktu. Znamy własności przestrzeni euklidesowej jeszcze z czasów szkoły średniej. Poprzez punkt leżący zewnątrz linii prostej możemy przeciągnąć jedną i tylko jedną prostą równoległą do niej. Ale od XIX wieku, tj. od prac Łobaczewskiego, Bolyai'a, Gaussa, Riemanna wiemy, że geometria euklidesowa jest tylko jedną z wielu możliwych geometrii. Najprostszym przykładem geometrii nieeuklidesowej byłaby geometria opisująca doświadczenia istot dwuwymiarowych żyjących na powierzchni kuli. Tego rodzaju istoty stwierdziłyby, że droga prosto naprzód (tzn. wzdłuż wielkiego koła) prowadzi do punktu, z którego wyszły; że stosunek obwodu koła do jego średnicy jest mniejszy niż π. Tłem dla naszych zjawisk fizycznych jest nasz świat czterowymiarowy. W tym nie ma nic tajemniczego. Każde zjawisko, np. śmierć Juliusza Cezara, scharakteryzowane jest przez miejsce i czas, w którym się to zjawisko odbyło. Miejsce zjawiska charakteryzują trzy liczby, a wraz z czasem cztery. Zespół wszystkich zjawisk w naszym świecie materialnym tworzy nasz świat czterowymiarowy. O tym, jak taki świat opisać matematycznie, wiedzieliśmy już od roku 1908, gdy wielki matematyk Minkowski dał piękną czterowymiarową formę matematyczną szczególnej teorii Einsteina.

Jednak ogólna teoria względności posuwa się o ważny krok dalej. Pytamy, czy nasz czterowymiarowy świat jest płaski tak jak płaszczyzna w dwóch wymiarach, czy też jest zakrzywiony jak zakrzywiona powierzchnia w dwóch wymiarach? Trudność takiego pytania polega na tym, że podczas gdy łatwo możemy sobie wyobrazić powierzchnię dwuwymiarową płaską lub zakrzywioną, to bardzo trudno wyobrazić sobie zakrzywioną przestrzeń czterowymiarową. Ale rozwój nauki wskazuje wyraźnie, że nasza rzeczywistość materialna nie jest prosta. Nie jest prosta w tym sensie, że nie da się opisać prostymi elementarnymi środkami matematycznymi. Ale tam, gdzie zatrzymuje się nasza intuicja, nie zatrzymuje się matematyka. Nawet przed czasami Einsteina matematyka opisująca wielowymiarowe zakrzywione przestrzenie była znana, chociaż rozwinęła się w pełni dopiero pod wpływem teorii względności. Powiemy tutaj tylko, że czterowymiarowa przestrzeń scharakteryzowana jest przez 10 funkcyj. Że skoro już znamy te funkcje, to znamy też geometrię takiej przestrzeni. Wiemy, czy taka przestrzeń jest, czy też nie jest zakrzywiona; wiemy, jak jej geometria zmienia się z punktu do punktu.

W moim pokoju mogę określić położenie końca mojego ołówka podając jego odległości od podłogi i dwóch prostopadłych ścian. Ogólnie mówiąc, położenie punktu wyznaczone jest w danym układzie współrzędnych przez trzy liczby.

„Myślące" maszyny

Bogdan z Krakowa.

Czy istnieje maszyna (homeostat), z którą człowiek nie byłby w stanie wygrać partii szachowej? Ponadto uprzejmie proszę o zamieszczenie w najbliższych numerach Problemów artykułu oświetlającego dokładnie obecny stan zagadnienia „myślących" maszyn.

Maszyna, z którą człowiek nie mógłby wygrać partii szachów, nie istnieje i istnieć nie może. Wynika to stąd, że wyrażając się poglądowo, można powiedzieć: każda maszyna posiada tylko umiejętności włożone w nią przez konstruktora — człowieka, od którego nie może być mądrzejsza. Próby zastosowania maszyn elektronowych do gry w szachy, o ile nam wiadomo, spotkały się z niepowodzeniem.

P.S. Problemy, 7(112)/1955

W mieście nazwy ulic i numery domów — to dwie współrzędne wyznaczające dostatecznie dokładnie położenie ich mieszkańców na części powierzchni naszej Ziemi (przynajmniej wtedy, gdy są w domu). Podobnie w naszym czterowymiarowym świecie zdarzeń musimy mieć układ odniesienia taki, aby móc podać te cztery współrzędne (trzy przestrzenne i jedna czasowa), które wyznaczają zjawiska. Ale poza tym musimy mieć 10 funkcyj, które powiedzą nam, czy świat przez nas opisywany w danym, ale dowolnym układzie współrzędnych, jest płaski czy nie płaski, albo — jak często mówimy — czy ma charakter euklidesowy czy go nie ma. Dopiero teraz sformułować możemy wielką ideę Einsteina. Owych 10 funkcyj, które charakteryzują geometrię naszego czterowymiarowego świata — to te same 10 funkcyj, które charakteryzują pole grawitacyjne. Świat bez mas, bez elektronów, bez pól elektromagnetycznych jest niemożliwy. Byłby on pusty i płaski. Ale wraz z masami, wraz z ładunkami, wraz z polem elektromagnetycznym zjawia się pole grawitacyjne. Gdy zjawia się pole grawitacyjne, nasz świat przestaje być płaski. Jego geometria jest geometrią Riemanna, a nie Euklidesa.

A więc tych samych 10 funkcyj charakteryzuje według Einsteina metrykę i pole grawitacyjne. Słowo „metryka" wskazuje na związek pomiędzy tymi 10 funkcjami i geometrią naszego świata. Słowo „pole grawitacyjne" wskazuje, że tych samych 10 funkcyj opisuje zjawiska grawitacyjne naszego świata. Fakt, że wolno nam użyć albo słowa pole „metryczne", albo pole „grawitacyjne", wskazuje, że fizyczne pole grawitacyjne ma swój odpowiednik geometryczny. Geometria naszego świata i pole grawitacyjne są uformowane przez poruszające się masy, ładunki, przez pole elektromagnetyczne. Stąd związek:

fizyka ⟷ geometria

Istnieje on tylko dla pól grawitacyjnych. Powtarzamy: pole grawitacyjne jest także polem geometrycznym; pole elektromagnetyczne jest tylko polem fizycznym. Około roku 1920 ogólna teoria względności przedstawiała dziwną mieszaninę geometrii i fizyki. Aby zrozumieć późniejsze wysiłki Einsteina, musimy też zrozumieć, dlaczego nie zadowalały go teorie polowe znane podówczas. A więc w równaniach Maxwella mamy:

dane — ładunki i ich ruchy

nieznane — pole elektromagnetyczne

W Einsteina teorii względności mamy:

dane — masy i ich ruchy

nieznane — pole grawitacyjne albo metryczne.

W teorii względności dane i nieznane tworzą dziwną mieszaninę. Masa i energia nie mają geometrycznego odpowiednika. Ale pole ma!

Dwa grzechy

Ogólna teoria względności zrodziła się, ponieważ klasyczna teoria grawitacji była niezadowalająca. Nowa teoria Einsteina zrodziła się, bo ogólna teoria względności była niezadowalająca. Jej słabym punktem była sztuczna mieszanina pojęć fizycznych i geometrycznych. Ale inny słaby punkt jest może jeszcze ważniejszy. Zarówno teoria elektromagnetyczna jak i grawitacyjna są teoriami dualistycznymi. W obydwu tych teoriach mamy źródła pola (ładunki, cząstki) i samo pole. A więc w obydwu tych teoriach spotykamy się z mieszaniną dwóch pojęć: cząstek materialnych i pól. Byłoby bardziej zadowalającym filozoficznie, gdybyśmy mogli opisać naszą rzeczywistość opierając się na jednym z tych dwóch pojęć. Sukcesy i triumfy teorii były zbyt wielkie, by wolno nam było odrzucić pojęcie pola. Einstein postawił sobie zadanie zbudowania czystej teorii pola. W takiej teorii mielibyśmy tylko pojęcia polowe i równania pola. Nasuwa się zarzut: czy możemy zadowolić się tylko równaniami pola? Wiemy, że materia jest tak rzeczywista, jak kamień, na który stąpamy. Zwolennik unitarnej teorii pola odpowiedziałby, że istnienie tego, co nazywamy materią, powinno wypływać z teorii pola. To, co my nazywamy materią — to są porcje pola o niezwykłej mocy. Ruch materii oznacza, że owe części pola o niezwykłej mocy zmieniają się w czasie. A więc elektron w spoczynku powinien być reprezentowany w unitarnej teorii elektromagnetycznej przez małą część przestrzeni, wewnątrz której pole jest bardzo silne i zewnątrz której zanika ono silnie. Taka część przestrzeni z silnym, ale skończonym polem zawiera skoncentrowaną energię, a więc materię.

Dobra teoria pola opisuje i interpretuje materię jako porcję silnego pola. Osiągnęlibyśmy duży postęp, gdyby zarówno teoria Maxwella jak i ogólna teoria wyględności zmieniły się w czystą teorię pola. Taka teoria posługiwałaby się tylko pojęciem pola elektromagnetycznego, scharakteryzowanego przez 6 funkcyj, i pola grawitacyjnego, scharakteryzowanego przez 10 funkcyj. Ale prawa rządzące tymi polami musiałyby ulec zmianie. Te nowe równania musiałyby być takie, aby dopuściły rozwiązania, które mogłyby reprezentować materię. Niestety dawne równania nie posiadały tej własności. A gdyby się nam nawet udało sformułować czystą teorię pola, teoria taka nie byłaby wolna od innego grzechu. Widzieliśmy w dawnych teoriach, że pole grawitacyjne jest polem geometrycznym, ale pole elektromagnetyczne było czystym polem fizycznym. Ten podział jest znowu sztuczny i według Einsteina następujące rysy powinny cechować zadowalającą teorię:

1. Powinna być czystą teorią pola.
2. Pola elektromagnetyczne i grawitacyjne powinny być w niej traktowane w ten sam sposób, tzn. obydwa pola powinny charakteryzować geometrię naszego wszechświata.

Ucieczka galaktyk

Mgr inż. Ignacy ZAJĄC — Kraków

W swym liście porusza Pan sprawę „ucieczki mgławic pozagalaktycznych" a w szczególności pyta Pan, czy nie można owych przesunięć linii widmowych mgławic w stronę fal długich wyjaśnić inaczej, nie zaś tylko za pomocą zasady Dopplera, np. przez powolne zmniejszanie się częstości drgań świetlnych w ciągu miliony lat trwającej wędrówki światła do Ziemi. Otóż hipotezy takie były istotnie wysuwane, nie udało się jednak tej zmiany długości fali (a więc i utraty energii fotonów) powiązać w sposób przekonywający ze znanymi dotychczas zjawiskami i prawami fizyki — poza zasadą Dopplera. Obecnie przyjmuje się najczęściej, że mgławice istotnie oddalają się od siebie, że dotyczy to wszakże tylko pewnej części nieskończonego wszechświata — części, w której właśnie żyjemy — nie polega zaś na jakimś „rozszerzaniu się przestrzeni", jak to przypuszczali niektórzy fizycy i astronomowie idealiści.

W. K. Problemy, 7(88)/1953

Oczywiście autor odpowiedzi arbitralnie odrzuca model rozszerzającego się Wszechświata, który to model w momencie ukazania się listu zdobywał sobie coraz większą liczbę zwolenników, jednak w niektórych krajach był on silnie atakowany [Red.].

W ten sposób Einstein starał się usunąć te dwa grzechy dwóch dualizmów w naszych teoriach: dualizm pole — materia i dualizm fizyka — geometria. Jednocześnie był przekonany, że poszukiwanie prostej geometrii naszego wszechświata, ale bardziej ogólnej od geometrii Riemanna, doprowadzić nas może do czystych równań pola, które opisują zjawiska elektromagnetyczne i grawitacyjne. Co więcej, Einstein wierzył, że taka teoria może rzucić nowe światło na własności cząstek elementarnych, z których atomy są zbudowane, a równocześnie opisać nam może ruch planet, gwiazd i mgławic.

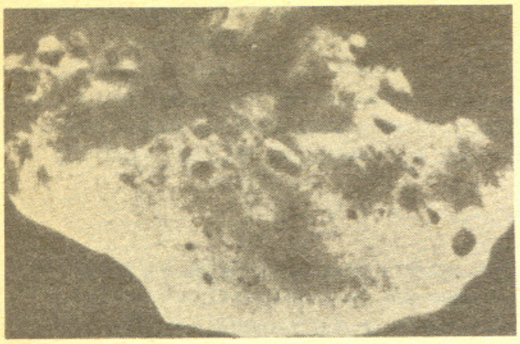
Koniec poszukiwań?

Einstein sądzi, że udało mu się rozwiązać ten wielki problem. Istotnie, jego teoria jest teorią unitarną. Występuje w niej tylko pole, a nie źródła tego pola. Istnienie materii może w niej być wytłumaczone w sposób polowy, poprzez znalezienie rozwiązań, które przedstawiają wielką koncentrację energii. Nowa teoria ma charakter czysto geometryczny. Podczas gdy w elektromagnetycznej teorii Maxwella pole elektromagnetyczne charakteryzuje 6 funkcyj, podczas gdy w dawnej teorii Einsteina pola grawitacyjne charakteryzuje 10 funkcyj, w nowej teorii pole metryczne charakteryzuje $10+6 = 16$ funkcyj. Sformułujmy to w sposób bardziej techniczny: pole elektromagnetyczne charakteryzuje antysymetryczny tensor z sześcioma składowymi; pole grawitacyjne — tensor symetryczny z 10 składowymi. A nową teorię Einsteina charakteryzuje tensor ogólny z 16 składowymi. Równania teorii względności ogólnej opisują riemannowską geometrię naszego świata rzeczywistego. Ale geometria naszego świata według nowej teorii Einsteina jest nieriemannowską geometrią i nowe równania Einsteina opisują tę nową nieriemannowską geometrię naszego świata. Każde pojęcie, które występuje w nowej teorii, ma swój odpowiednik w geometrii. Nie ma różnicy pomiędzy pojęciami fizycznymi bez interpretacji geometrycznej a pojęciami fizycznymi z interpretacją geometryczną. W teorii tej nie rozróżniamy materii korpuskularnej od pola; w tej teorii istnieje tylko pole, które opisuje równocześnie nasz świat fizyczny i jego geometrię. W tej teorii mamy tylko równania pola, które charakteryzują geometrię świata i prawa fizyki rządzące naszym światem materialnym.

Próba oceny nowej teorii

Dla słabych pól uzyskujemy z nowej teorii te same prawa, które rządziły dawnymi teoriami, tzn. nowe równania Einsteina przechodzą dla słabych pól w dawne równania grawitacyjne i w równania Maxwella. Tak musi być, ponieważ każda nowa teoria winna wyjaśnić te zjawiska, które wyjaśniła teoria odrzucona. Jak dawniej tak i tutaj odrzucone teorie stają się pierwszym przybliżeniem nowej teorii. Chociaż teoria Einsteina ma wiele atrakcyjnych rysów, nie wiemy dzisiaj, czy teoria ta opisuje nam lepiej nasz świat materialny niż teoria dawna. Nie wiemy, czy zawiera rozwiązania, które można by było interpretować jako opisujące cząstki elementarne. Wiemy tylko, że dawne teorie Maxwella i Einsteina nie dawały nam rozwiązania równań pola, które można byłoby interpretować jako cząstki, gdyż w dawnych teoriach musieliśmy założyć istnienie materii. Czy nowa teoria zatriumfuje tam, gdzie dawne teorie zawiodły? To jest pytanie zasadnicze, na które jeszcze nie znamy odpowiedzi. Poza tym nie wiemy w tej chwili, w jaki sposób można by połączyć teorię kwantów z nową teorią Einsteina. Można tej teorii postawić ten istotny zarzut, iż jak się zdaje, nie opisuje ona zgodnie z doświadczeniem pewnych znanych zjawisk opisywanych zadowalająco przez dawne teorie. Wątpliwym wydaje mi się, czy ta teoria będzie miała kiedyś to znaczenie, jakie miały dawne teorie Einsteina: szczególna i ogólna teoria względności. Ale jest ona dziełem jednego z największych fizyków wszystkich czasów i możliwe jest — chociaż wydaje mi się to nieprawdopodobne — że sceptycyzm mój może się okazać nieuzasadniony.

Kierunek rozwoju fizyki proponowany przez Einsteina nie znalazł poparcia wśród fizyków współczesnych. Po śmierci Einsteina jedynie nieliczni podejmują nieudane zresztą, próby. Własności czasu i przestrzeni nie są, według powszechnej opinii fizyków, podstawą, z której wynikałyby pozostałe własności materii. Na odwrót, uważa się, że struktura czasoprzestrzenna świata jest pochodną oddziaływań pomiędzy cząstkami elementarnymi, te zaś podlegają statystycznym prawom teorii kwantowej, w której nie chwila czasu i położenie, ale energia i pęd cząstki są pojęciami podstawowymi. Niemniej jednak ogólna teoria względności kłuje wciąż w oczy jako najbardziej elegancka teoria fizyczna wszystkich czasów [Red.].



Dziwy świata małych planet

Dr Jan GADOMSKI

Problemy, 7(52)1950

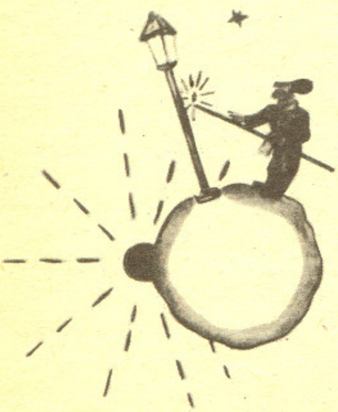
(...) A teraz puśćmy wodze fantazji i wyobraźmy sobie „świat" oglądany z powierzchni tak drobnej planetki, jaką jest np. Eros. Wszystko na to wskazuje, że jest to iglica skalna wielkości łańcucha Tatr Wysokich, wirująca dokoła swej osi w ciągu 5 godzin i 16 minut. Wyobraźmy sobie, że znaleźliśmy się na powierzchni tej planetki, oczywiście zupełnie pozbawionej atmosfery, w końcu tamtejszej krótkiej nocy. Wschodzi szybko zza skał bez brzasku tarcza Słońca, mniejsza niż na Ziemi i skąpiej świecąca. Otacza ją dookoła aureola korony słonecznej, widocznej gołym okiem. Pogrążone w cieniu skały wychłodzone w nocy niemal do absolutnego zera (–273°) szybko ogrzewają się pod palącymi promieniami Słońca, osiągając niebawem temperaturę piasków Sahary. Słońce żwawo (5 razy prędzej niż u nas) wznosi się nad dziwaczną linię horyzontu pełną zygzakowatych profilów ścian skalnych. Tło nieba mimo nastania dnia nie nabiera barwy błękitu, lecz pozostaje aksamitno czarne. Tuż obok Słońca widzimy za dnia wiele różnej jasności gwiazd nie przyćmionych wcale jego blaskiem. Gwiazd dostrzegamy w ogóle na tym dziwnym niebie wielokrotnie więcej niż na Ziemi, gdyż absolutny brak atmosfery na planecie zaostrza silnie nasz wzrok. Żywiej występują barwy gwiazd. Tzw. „mruganie gwiazd" tam nie istnieje. Droga Mleczna z nieznaną nam wyrazistością przecina nieboskłon. Linię ekliptyki pokrywa częściowo subtelna poświata światła zodiakalnego, dość trudno dostrzegalnego na Ziemi.

A gwiazdozbiory? Identyczne jak na Ziemi. Jedynie „oś świata", dokoła której pozornie wirują w ciągu 5 godzin 16 minut wszystkie gwiazdy, leży w zupełnie innej konstelacji. W pobliżu Słońca dostrzegamy gołym okiem Merkurego, Wenus i Ziemię, jako Jutrzenkę lub Gwiazdę Wieczorną. Ta ostatnia przyświeca blaskiem niebieskawym. Obok niej blady towarzysz Księżyc.

Krajobraz na powierzchni planetoidy pełny jest świetlnych kontrastów nieznanych na Ziemi. Jaskrawe kontury skał odcinają się silnie od głębokich, niemal czarnych cieni. Nim zdążyliśmy się oswoić z tamtejszym bezchmurnym i zawsze jednakowo w dzień i w nocy wyglądającym firmamentem, Słońce chyli się ku zachodowi. Zapada w ciągu paru chwil poza turnie. Nastaje nagle noc bez zjawiska zmierzchu. Teren stygnie gwałtownie.

Rozejrzyjmy się w warunkach fizycznych, jakie nas otaczają. Na wykalibrowanej na Ziemi wadze sprężynowej sprawdzamy najpierw ciężar naszego ciała. Jest ono prawie nieważkie. Wyciskamy zaledwie 20 Gramów. Zachowawszy pierwotną siłę swych mięśni, toczymy zdziwieni bez trudu wanty skalne o masie kilkuset ton.

Nieprzyzwyczajeni do tak nikłego pola grawitacyjnego wykonujemy ustawicznie zbyteczne i gwałtowne ruchy, które w wyniku unoszą nas na dziesiątki czy nawet setki metrów ponad teren. „Lądowanie" po takim mimowolnym podniebnym spacerze odbywa się niezwykle wolno i zupełnie bezboleśnie. W zapale przesadzamy jednym skokiem duże skały lub też bezkarnie zeskakujemy z wysokich ścian, „śmiertelnych" w języku taterników. Zeskok ze ściany Giewontu do jej stóp północnych, który na Ziemi trwałby 16 sekund i przyprawił nas o nieuchronną śmierć, tu zająłby prawie 16 minut i nie spowodowałby żadnych dla nas ujemnych skutków. Efekt byłby mniej więcej taki, jakbyśmy zeskoczyli na Ziemi ze stołu na podłogę. Prawdziwe zdziwienie spotyka nas, gdy nadaremnie wyczekujemy na powrót na planetę rzuconego przez nas ku gwiazdom kamienia. Nie powróci on już nigdy przeradzając się w ciało niebieskie, okrążające samodzielnie Słońce dokoła.



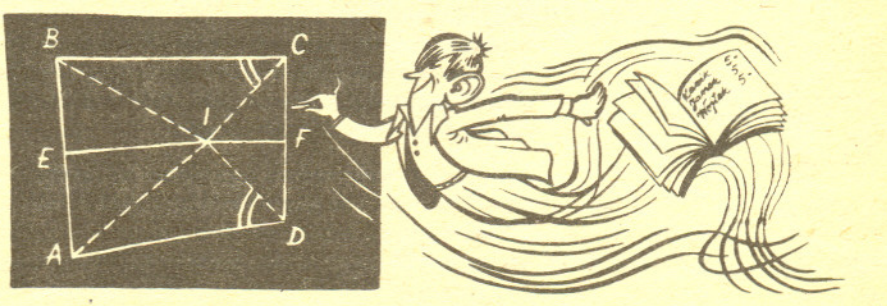
Takie w przybliżeniu wrażenia czekają pierwszych „astronautyków" którym udałoby się wylądować na którejś z małych planet w czasie mijania przez nie Ziemi.

Zadaniem uczestników naszego konkursu jest wyszukanie błędów logicznych jakie tkwią „w dowodach" fałszywych twierdzeń geometrycznych.

Horyzonty Techniki, 6 (70)/1954

Władek obudził się zlany zimnym potem. Sen, który go nawiedził, niczym pozornie nie różnił się od wielu innych, podobnych, o których zapomina się zaraz po przebudzeniu. A mimo to Władek jeszcze dłuższy czas czuł się nieswojo. No bo jakże, on najlepszy matematyk w klasie, asystował (we śnie) jak kilku kolegów zdecydowanych dwójkowiczów i „słabeuszów" odpowiadało przy tablicy i to odpowiadało doskonale, aż profesor gładził z zadowoleniem brodę, a on — Władek — nie rozumiał z tego ani słowa. Mało tego. Koledzy dowodzili dziwnych, absurdalnych twierdzeń geometrycznych, dowodzili zupełnie logicznie i przekonywująco, a Władek nie mógł wykryć, gdzie tkwi błąd ich rozumowania. Właśnie Kazik — zwany przez kolegów „zakutą pałą" — napisał na tablicy takie oto „twierdzenie": *przez punkt nie leżący na prostej można poprowadzić do niej dwie prostopadle.* Kazik narysował dwa okręgi ze środkami O i O', które przecinały się w B i C, po czym narysował prostą BO i BO' przedłużając je do przecięcia A i A' z okręgami kół. Następnie poprowadził prostą AA' i oznaczył przez C_1 i C_1' punkty przecięcia się jej z łukami BDC i $BD'C$. Ponieważ kąty BC_1A i $BC_1'A'$ opierają się na półkolach, przeto każdy z nich jest kątem prostym — co było do dowiedzenia — zakończył tryumfalnie Kazik i otrzymał ocenę celującą. Z kolei stanął przy tablicy Janek, który wyprzedzał w matematyce swego poprzednika tylko pod względem celowego wyboru sąsiedztwa podczas klasówek. Janek z niespodziewaną biegłością załatwił się z twierdzeniem o następującym brzmieniu: *w dowolnym trójkącie jeden z boków jest równy sumie dwu pozostałych.* Na tablicy pojawił się trójkąt ABC, którego boki zostały podzielone na połowy w punktach D, E i F. Janek wywodził zupełnie logicznie, że DF będzie równe $\frac{1}{2}BC$ czyli BE, a FE będzie $\frac{1}{2}AB$ czyli DB. Wobec tego długość linii łamanej ABC jest taka sama jak linii łamanej $ADFEC$.

Biorąc teraz środki G, H, oraz I i J, K oraz L jako środki boków dwu trójkątów ADF i FEC można wykazać podobnie, że linia łamana $AGHIFJKLC$ równa jest linii łamanej $ADFEC$, a więc i linii ABC, co równie gładko udowodnił Janek. Prowadząc ten podział coraz dalej można stwierdzić, iż kolejne linie łamane będą miały zawsze długość równą $AB+BC$. Tymczasem długość odcinków tworzących linię łamaną będzie się ciągle zmniejszać, a wierzchołki „ząbków" linii łamanej będą się coraz bardziej zbliżać do prostej AC i w granicy linia „ząbkowana" pokryje się z prostą AC. Mamy więc stąd, że $AB+BC = AC$ — rzekł Janek i napisał na tablicy wielkimi literami sakramentalne c.b.d.d. otrzymując piątkę. Pozostałoby więc jeszcze do dowiedzenia twierdzenie, że *kąt rozwarty jest równy kątowi prostemu* — rzekł z uśmiechem profesor patrząc na klasę w oczekiwaniu chętnych, którzy podjęliby się jego udowodnienia. Władka przeszły ciarki na myśl że postrada swą sławę dobrego matematyka, jeśli profesor jego poprosi do tablicy. Ale na szczęście wybawił go z kłopotu zrywający się na ochotnika Wojtek. Właśnie ten Wojtek, który przyszłość swojej promocji budował tylko na dobrym słuchu. Tym razem jednak kolega nie nadsłuchiwał żadnych podpowiadań, tylko szybko nakreślił czworobok $ABCD$, którego kąt C był prosty, a kąt D rozwarty i którego boki przeciwległe AB i CD były sobie równe. Następnie z punktów E i F będących środkami AB i CD poprowadził symetralne, które przecięły się w punkcie I. Łącząc punkt I z wierzchołkami czworoboku otrzymał —-zapoznany dotychczas matematyk — dwa równe sobie trójkąty AID i BIC, („wszystkie trzy boki mają przecież odpowiednio równe" — rzucił od niechcenia w stronę Władka i łobuzersko zmrużył oko). Ponieważ kąt ADI równy jest kątowi BCI, to dodając do każdego z nich po równym wzajemnie kącie FDI i FCI otrzymamy, że kąt (rozwarty) D równa się kątowi (prostemu) C. W tym miejscu Władek obudził się i szybko zapisał dla pamięci dziwaczną treść swego snu.



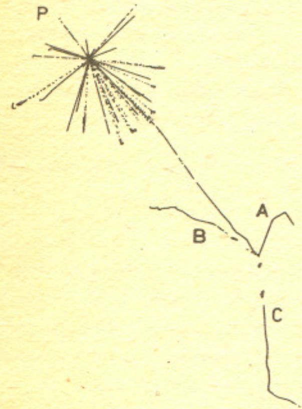
Pojęcie elementarności związane jest ze stanem naszej... niewiedzy. Mezony i hiperony klasyfikujemy obecnie tak, jakbyśmy ustawiali książki na półkach według... wielkości.

Czym są cząstki elementarne?

Prof. Marian DANYSZ i prof. Jerzy GIERULA

Problemy, 3 (108)/1955

Fizyk jest dziś nieco zakłopotany, gdy stawiamy mu to pytanie. W dziejach nauki pojęcie elementarności ulegało bowiem bogatej ewolucji. Ewolucji tej ulega i nadal, w miarę pogłębiania się naszych wiadomości o otaczającym nas świecie. (...) Wprowadzenie na miejsce czterech żywiołów starożytnych stu zasadniczo różnych pierwiastków chemicznych oraz promieniowania można by scharakteryzować jako przymusowy odwrót od prostoty pierwotnego ujęcia. Odwrót ten pobudził do prób nowej redukcji elementarnych składników materii. Fakty mówiły nieodparcie o istnieniu atomów, o ich różnorodności, w której gubiła się pierwotna prostota ujęcia. Nie można było negować istnienia różnych atomów — można było jednak doszukiwać się wewnętrznej prostoty, przyjmując, że atomy nie są bynajmniej ostatecznym kresem podzielności materii, przyjmując, że i one mają wewnętrzną strukturę i że przez zbadanie wewnętrznej struktury atomów będzie można w sposób prosty wyjaśnić obserwowane bogactwo różnorodności form atomów pierwiastków chemicznych. Pierwszą z takich prób była hipoteza francuskiego chemika Prousta (początek XIX w.). Zgodnie z tą hipotezą atomy różnych pierwiastków miały reprezentować różne stopnie kondensacji podstawowego składnika materii — wodoru. W tym ujęciu ciężary atomowe poszczególnych pierwiastków powinny byłyby być całkowitymi wielokrotnościami ciężaru atomowego wodoru, wskazując jednocześnie, z ilu atomów wodoru rozpatrywany atom jest zbudowany. Dokładne pomiary ciężaru atomowego różnych pierwiastków wykazały jednak, że hipoteza Prousta była niesłuszna. Została ona zarzucona, aby odżyć w zmienionej nieco formie dopiero prawie w sto lat później, dzięki odkryciu izotopów.



Rozpad mezonu τ^+. Proton pierwotnego promieniowania kosmicznego P w zderzeniu z jądrem wywołuje jego eksplozję. Jeden z odłamków po zatrzymaniu się rozpada się na trzy naładowane cząstki, dające ślady *A*, *B* i *C*. Cząstka *A* ginie „przez pożarcie". Czarny prosty tor wyrastający z końca toru *A* — to rezultat eksplozji jądra (inne odłamki były widocznie elektrycznie obojętne, gdyż nie pozostawiły śladów w emulsji). Cząstka *A* była widocznie naładowana ujemnie (π). Powstałe cząstki — *B* i *C* rozpadają się podobnie jak mezon π z rysunku na stronie obok. (Niestety, potomek cząstki *C* uciekł z kliszy i dlatego nie możemy zaobserwować jego rozpadu). To, co zaszło w miejscu *A*, możemy zapisać w skrócie:

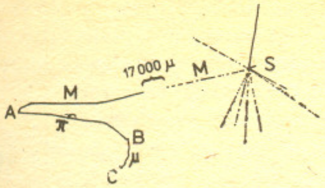
$$\tau^+ \rightarrow \pi^- + \pi^+ + \pi^+$$

Na przełomie XIX i XX wieku stało się jasne, że atomy muszą być rozważane jako układy złożone z części dodatnio i ujemnie naelektryzowanych i że siły elektrycznego przyciągania stanowią więź decydującą o trwałości całego układu. Odkrycie elektronu — cząstki naładowanej ujemnie i blisko 2000 razy lżejszej od najlżejszego atomu — atomu wodoru, skłoniło angielskiego fizyka Thomsona do wysunięcia hipotezy, w myśl której atomy pierwiastków miałyby się składać z dodatnio naelektryzowanej substancji, substancji ciężkiej i lekkich, ujemnie naładowanych elektronów. W wyniku kondensacji kilku atomów wodoru, tworzących atom ciężkiego pierwiastka, w dodatnio naładowanej, ciężkiej substancji atomowej znajdowałaby się odpowiednia liczba lekkich, ujemnie naładowanych elektronów, na kształt rodzynków w cieście babki wielkanocnej. Thomsonowski model atomu został jednak obalony przez doświadczenie. W 1911 r. Rutherford wykazał, że atomy mogą być istotnie rozpatrywane jako układy składające się z ciężkiej dodatnio naładowanej części i lekkich ujemnie naelektryzowanych elektronów. Obserwacje jego wykazały jednak ponadto, że ciężka dodatnio naelektryzowana substancja nie wypełnia całej objętości atomu, lecz jest skupiona w bardzo małym obszarze centralnym — w tzw. jądrze. (...)
Tu jednak zaczęły się piętrzyć trudności. Przyjmując, że pierwotnym budulcem materii są protony i elektrony o równych, ale przeciwnego znaku nabojach elektrycznych, należałoby np. przyjąć, że atom tlenu 16 razy większy od atomu wodoru, powinien składać się z 16 protonów i 16 elektronów. Z innych jednak danych wiadomo, że w atomie tlenu znajduje się jedynie osiem elektronów otaczających jądro. Pozostałe osiem elektronów powinny byłyby więc być zawarte w jądrze wraz z protonami. Istniały jednak zasadnicze trudności teoretyczne, przemawiające przeciwko przyjęciu takiej możliwości. Sytuacja uprościła się z chwilą wykrycia istnienia „neutralnych protonów" — cząstek o prawie tej samej masie co protony, ale pozbawionych naboju elektrycznego — elektrycznie neutralnych nazwanych neutronami. Był to czas (lata trzydzieste XX w.), gdy dążenie do prostoty w odniesieniu do podstawowych elementów i praw święciło znowu jeden z przejściowych okresów swego triumfu. Elementarnym budulcem materii, cząstkami elementarnymi miały więc być elektrony, protony i neutrony. Lekkie ujemnie naładowane elektrony stanowiłyby zewnętrzną powłokę atomów, powłokę otaczającą maleńkie, ciężkie, dodatnio naładowane jądro. Jądra zaś składałyby się z kolei z protonów i neutronów — cząstek zwanych łącznie nukleonami. (...)

Jądra atomowe odpychają dodatnio naładowane mezony.

Listę cząstek elementarnych tego okresu należałoby jeszcze uzupełnić: fotonami będącymi niejako ziarnami energii promienistej, dodatnimi elektronami zwanymi pozytonami, różniącymi się od elektronów ujemnych jedynie znakiem naboju elektrycznego, wreszcie jeszcze lżejszymi cząstkami bez naboju elektrycznego zwanymi neutrino. Lista cząstek elementarnych pozostała więc krótka, zgodnie z naszym ogólnym dążeniem do prostoty.

Stan ten nie trwał jednak długo. Wkrótce odkryto nowe cząstki — mezony lekkie, mezony ciężkie, hiperony. Lista cząstek elementarnych rośnie dziś szybko, i w tym jej wzroście gubi się pierwotna prostota związana z pojęciem elementarności. Toteż nasuwa się wniosek, że pojęcie elementarności jest pojęciem względnym, a treść jego zmienia się w miarę poznawania rzeczywistości. Stosujemy je chętnie tam, gdzie leżą chwilowe granice naszego poznania. Można by nawet powiedzieć, że jest ono w pewien sposób związane ze stanem naszej niewiedzy. Badania lat ostatnich dotyczące głównie zjawisk zachodzących przy zderzeniach mikrocząstek o bardzo wielkich energiach doprowadziły do wykrycia nowych, nietrwałych cząstek — nowych nietrwałych form materii. Koniec ich życia — to zazwyczaj samoistny rozpad, prowadzący ostatecznie do powstania znanych już dawniej form trwałych. Ponieważ nie znamy jeszcze praw pozwalających na ujęcie w całość wszystkich odkrytych w tej dziedzinie procesów, stać nas jedynie na wprowadzenie pewnego porządku przypominającego ustawienie książek na półce według ich wielkości. A więc nietrwałe cząstki elementarne klasyfikujemy dziś zależnie od wielkości ich masy. Cząstki o masach pośrednich pomiędzy masą elektronu i protonu nazywamy m e z o n a m i, cząstkom zaś o masach pośrednich pomiędzy masą neutronu i deuteronu, tj. jądra atomu ciężkiego wodoru, nadajemy miano h i p e r o n ó w. Mezony dzielimy na lekkie i ciężkie. Do mezonów lekkich zaliczamy mezony o masie równej 273 masom elektronowym (masie mezonu π) oraz wszystkie mezony lżejsze; do mezonów ciężkich zaś — wszystkie mezony cięższe od mezonów π. Hiperony oznaczamy w skrócie literą Y, mezony ciężkie — literą K, lekkie zaś — literą L. W przypadku gdy indywidualność jakiejś cząstki zaznacza się wyraźnie, gdy znamy np. jej masę, średni czas życia i produkty rozpadu — nie poprzestajemy tylko na zaliczeniu jej do określonej kategorii, ale nadajemy jej jeszcze „imię chrzestne". Stosujemy tu przy tym zasadę oznaczania określonych hiperonów dużymi literami greckimi, mezonów zaś — literami greckimi małymi. Ponieważ cząstki o takim samym „imieniu chrzestnym" różnić się jeszcze mogą znakiem naboju elektrycznego, więc litery greckie zaopatrujemy często wskaźnikiem +, − lub 0. Jeśli wreszcie nie wiemy jeszcze tyle o jakiejś cząstce, abyśmy mieli podstawę do nadania jej „imienia chrzestnego", to oznaczamy ją często symbolem kategorii do której należy, zaopatrzonym u dołu wskaźnikiem, który zawiera część informacji posiadanych o danej cząstce. Np. symbol $K_{\pi}^{\pm}$ oznacza cząstkę, która jest ciężkim mezonem, naładowanym dodatnio lub ujemnie, rozpadającym się z wyrzuceniem mezonu π. Te same własności ma co prawda mezon $\tau^{\pm}$, ale zdradził on nam dużo więcej ze swych własności i dlatego nadaliśmy mu już „imię chrzestne". Możliwe zresztą, że część przynajmniej cząstek typu $K_{\pi}^{\pm}$ jest w rzeczywistości także mezonami $\tau^{\pm}$, imienia tego nie możemy im jednak nadać, gdyż nie pokazały nam one jeszcze swego pełnego „dowodu osobistego". Dlatego też nazywamy je ostrożnie obywatelami K rodzącymi potomka π.

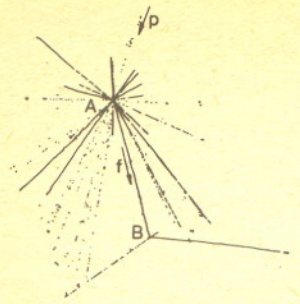


„Cztery pokolenia". Nienaładowana cząstka (nie pozostawiająca więc śladu w emulsji fotograficznej) zderza się w miejscu S z jądrem atomu w emulsji wywołując jego eksplozję. Jeden z odłamków, ciężki mezon (M), zatrzymuje się w miejscu A, gdzie rozpada się na naładowany mezon π i cząstki nie zostawiające śladu w emulsji. Mezon π zatrzymuje się w miejscu B i rozpada się tu na mezon μ i nienaładowane cząstki. Mezon μ zatrzymuje się w miejscu C, gdzie rozpada się na cząstki nie dające śladu i elektron dający charakterystyczny, rzadki ślad. Wszystkie te cząstki giną „śmiercią naturalną". Są więc dodatnie.

Typ cząstki	Symbol	Masa w masach elektronu	Energia rozpadu w MeV	Średni czas życia w sec	Schemat rozpadu
Hiperony (Y)	Λ^0	2181 ± 1	$36{,}9 \pm 0{,}2$	$3{,}6 \pm 5 \cdot 10^{-10}$	$\Lambda^0 \to P + \pi^-$ ($\Lambda^0 \to N^0 + \pi^0$)
	Ω^+	2330 ± 10	115 ± 5	10^{-10}	$\Omega^+ \to P + \pi^0$ $\Omega^+ \to N^0 + \pi^+$
	Y_{kask}^-	2581 ± 10	65 ± 5	10^{-10}	$Y_{\text{kask}}^- \to \Lambda^0 + \pi^-$
Mezony ciężkie K	Θ^0	966 ± 10	214 ± 5	$1{,}7 \pm 0{,}5 \cdot 10^{-10}$	$\Theta^0 \to \pi^+ + \pi^-$
	$\tau^{\pm}$	$965 \pm 0{,}7$	$74{,}7 \pm 0{,}3$	10^{-8}	$\tau^{\pm} \to \pi^{\pm} + \pi^+ + \pi^-$
	K_{π} $\chi^{\pm}$	970 ± 20	$E = 100$	10^{-10}	$\chi^{\pm} \to \pi^{\pm} + ?^0$
	K_{π} $K^{\pm}$	1000	$E = 50$	10^{-10}	$K^{\pm}(\equiv \tau^{\pm}) \to \pi^{\pm} + \pi^0 + \pi^0$
	K_{μ} $\varkappa^{\pm}$	$1200-1300$	—	10^{-10}	$\chi^{\pm} \to \mu^{\pm} + ?^0 + ?^0$
	K_{μ} K_{μ}^{+}	912 ± 20	—	$5 \cdot 10^{-9}$	$K_{\mu}^{+} \to \mu^+ + ?^0$
	$K_e^{\pm}$	$1000-1300$	—	10^{-10}	$K_e^{\pm} \to e^{\pm} + ?^0 + ?^0$
Mezony lekkie L	$\pi^{\pm}$	273	—	$2{,}5 \cdot 10^{-8}$	$\pi^{\pm} \to \mu^{\pm} + \nu$
	π^0	264	—	$5 \cdot 10^{-15}$	$\pi^0 \to 2\gamma$
	$\mu^{\pm}$	207	—	$2{,}2 \cdot 10^{-6}$	$\mu^{\pm} \to e^{\pm} + 2\nu$

Mezonom naładowanym ujemnie grozi „śmierć przez pożarcie", tzn. wchłonięcie ich przez dodatnio naładowane jądra atomowe otaczającej materii. „Śmierć przez pożarcie" zostaje jednak „pomszczona": wchłonięty mezon powoduje eksplozję jądra, rozrywając je na części.

Podane wiadomości stanowią klucz do odszyfrowania załączonej tablicy streszczającej to, co wiemy dziś o mezonach i hiperonach. Nie omawiając bliżej danych tablicy zwrócimy jeszcze uwagę na niektóre fakty — nie dające się z tablicy odczytać.



Rozpad jądra zawierającego hiperon Λ^0. Proton pierwotnego promieniowania kosmicznego *p* zderza się w miejscu *A* z jądrem emulsji i wywołuje jego eksplozję. Jeden z odłamków daje ślad *f*. Charakter śladu świadczy o tym, że cząstka ta jest jądrem złożonym z kilku nukleonów, zatrzymujących się w miejscu *B*. Tu nastąpił jej rozpad; widać ślady trzech odłamków. Energia wyzwolona w tym rozpadzie jest za duża na to, by rozpad mógł być wyjaśniony zwykłym uszkodzeniem jądra. Rozpad da się natomiast wyjaśnić ilościowo, jeżeli założymy, że jądro *f* zawierało poza zwykłymi nukleonami także cząstkę Λ^0.

Zacznijmy od kilku informacji dotyczących mezonów π i μ. W próżni mezony π są cząstkami nietrwałymi, żyjącymi średnio około kilku stumilionowych części sekundy i rozpadającymi się na mezon μ i neutrino. Mezony μ w tych warunkach żyją przeciętnie prawie sto razy dłużej i rozpadają się na elektron i dwa neutrino. W materii zarówno losy mezonów π, jak i μ zależą wybitnie od znaku ich naboju elektrycznego. Jeśli materia jest dostatecznie gęsta, poruszające się w niej mezony π i μ mogą być zahamowane tak szybko, że nie zdążą się rozpaść w locie. Mezony naładowane dodatnio po zahamowaniu giną „śmiercią naturalną" rozpadając się normalnie — natomiast mezonom naładowanym ujemnie grozi „śmierć przez pożarcie", przez wchłonięcie ich przez dodatnio naładowane jądra atomowe otaczającej materii. „Śmierć przez pożarcie" zostaje jednak „pomszczona": wchłonięty mezon powoduje eksplozję jądra, rozrywając je na części.

Inną nietrwałą cząstką, o której mamy dziś stosunkowo dużo informacji, jest hiperon Λ^0. Żyje on średnio sto razy krócej od mezonów π, a rozpada się na proton i mezon π^-. Hiperony Λ^0 mogą wchodzić w skład jąder atomowych, odgrywając w nich rolę podobną do zwykłych nukleonów. Anormalne jądra atomowe zawierające w miejscu jednego z nukleonów cząstkę Λ^0 są jednak układami bardzo nietrwałymi. Cząstka Λ^0 rozpadając się powoduje bowiem eksplozję rozrywającą jądro, eksplozję świadczącą zresztą o anormalnym stanie jądra. Niezmiernie duża, a jednocześnie dokładnie określona energia rozpadu zdradza przy tym, że za ładunek materiału wybuchowego zawartego w jądrze odpowiedzialna jest cząstka Λ^0. Rozszyfrowanie takiego właśnie przypadku eksplozji jądra zawierającego hiperon Λ^0, którego dokonano przeszło dwa lata temu w Zakładzie Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego, wykazało po raz pierwszy, że niektóre przynajmniej z hiperonów na równi z nukleonami mogą być składnikami jąder atomowych.

Fakty te, wraz z pewnymi ilościowymi danymi dotyczącymi wytwarzania hiperonów Λ^0 w zderzeniach bardzo wielkich energii, rzucają trochę światła na samo zagadnienie istoty hiperonów. Wydaje się, że hiperony nie są cząstkami zasadniczo różnymi od nukleonów, że są, jak to mówimy, nukleonami w stanie wzbudzonym. Przyjęcie tego poglądu pociąga jednak za sobą konieczność dalszego uogólnienia i pogłębienia podstawowych praw umożliwiających stworzenie konsekwentnej teorii cząstek elementarnych. Wydaje się, że zapora, na której oparł się nasz pochód w głąb materii, zapora, której na imię nukleony lub mówiąc ogólniej cząstki elementarne, poczyna trzeszczeć. Przez szpary błyskają nowe perspektywy — zarysowywać się zaczyna dalsza droga.

Omawiając hiperony warto zatrzymać się chwilę na najcięższej ze znanych dziś cząstek tego typu — hiperonie Y^-_{kask}. Nazwa cząstki związana jest z charakterystycznym dla niej procesem rozpadu, który prowadzi do emisji dwu nietrwałych cząstek: hiperonu Λ^0 i mezonu π^-, zapoczątkowując kaskadę wtórnych procesów. Przechodząc do środkowej części tablicy, do mezonów ciężkich, podkreślić należy, że choć faktów dotyczących cząstek tego typu znamy dużo — trudno jeszcze mówić o jakimś logicznym powiązaniu całości, o jakichś wyraźnie zaznaczających się regularnościach. Najlepiej znanym ciężkim mezonem jest mezon $\tau^\pm$. Wiemy, że rozpada się na trzy mezony π, znamy wcale dokładnie jego masę i średni czas życia.

Nasze informacje dotyczące innych ciężkich mezonów — z wyjątkiem może mezonu neutralnego θ^0, są już znacznie uboższe. Nie zatrzymując się dłużej nad dalszym analizowaniem własności poszczególnych cząstek wymienionych w tablicy, przejdziemy do pytania, które zapewne narzuca się Czytelnikowi, pytania: skąd wiemy o tym wszystkim?

Wspomnieliśmy już kilkakrotnie, że zarówno mezony, jak i hiperony wytwarzane są w zderzeniach bardzo wielkich energii, zderzeniach, gdzie pociskami są cząstki elementarne trwałe lub nietrwałe, albo zwarte ich układy — jądra atomowe, tarczą zaś — zwykła materia. Otóż najważniejszym laboratorium fizyka badającego tę głęboko ukrytą strukturę materii, laboratorium dostarczającym najpotężniejszych pocisków — jest naturalnie laboratorium promieni kosmicznych. Atmosfera ziemska bombardowana jest ustawicznie rojem mikropocisków docierających do nas z głębi wszechświata. Pociski te — to jądra atomowe pierwiastków, głównie pierwiastków najlżejszych, poruszające się z zawrotnymi prędkościami, zbliżonymi do prędkości światła. Cząstki pierwotnego promieniowania kosmicznego zderzając się z jądrami atomów atmosfery stają się źródłem procesów, w których rodzą się cząstki nietrwałe: mezony i hiperony. Zachodzące przy tym procesy głęboko odbiegają od świata naszych wyobrażeń. Procesy te wydadzą się nam może mniej dziwne, gdy uświadomimy sobie lepiej, jak niesłychanie daleki pod względem skali jest świat, w którym się odbywają. Skala zjawisk objętych ludzkim poznaniem jest dziś niezmiernie wielka. Sięga w górę czy też w dal — ku mgławicom wszechświata, w dół zaś czy też w głąb — do wnętrza jądra atomowego. Nasz świat, świat naszej skali znajduje się gdzieś pośrodku między tymi „krańcami". W chwili obecnej interesuje nas kraniec dolny. Obiektom, które tam właśnie spotykamy, dajemy chętnie miano elementarnych, przez poznanie praw rządzących nimi chcielibyśmy wydedukować prawa rządzące procesami zachodzącymi w naszym świecie.

Mezony θ i τ rozpadają się na dwa i trzy mezony π, będące układami różnej parzystości. Zaliczenie ich w 1956 r. do grupy (tzw. multipletu) mezonów K oznaczało odrzucenie zasady zachowania parzystości dla rozpadów (oddziaływań słabych) [Red.].

Obecnie miony μ zaliczamy do rodziny leptonów uczestniczących jedynie w oddziaływaniach elektromagnetycznych i słabych. Mezony natomiast, np. π lub K, wraz z nukleonami i hiperonami biorą również udział w oddziaływaniach silnych. W lawinie nowo odkrytych cząstek znaleziono wiele mezonów cięższych od protonu. Cechą wyróżniającą wszystkie mezony jest wartość ich spinu (wewnętrznego momentu pędu) — 0, 1, 2, ... [Red.].

Chociaż dzisiaj nie uważa się hiperonów za stany wzbudzone nukleonów, to jednak grupuje się je w pojedynczą rodzinę barionów — cząstek oddziałujących silnie o spinach 1/2, 3/2, ... [Red.].

Dziś Y^-_{kask} oznacza się Ξ^- [Red.].

W ciągu ostatnich dwudziestu lat odkryto kilkaset dalszych cząstek i proces ten wydaje się nie mieć końca. Zapostulowano istnienie nowej grupy cząstek nie podlegających bezpośredniej obserwacji — kwarków — z których powinny być zbudowane wszystkie mezony i bariony. Wymyślono też teorię oddziaływań „elektrosłabych" łączącą w całość oddziaływania elektromagnetyczne i słabe cząstek. Wkrótce zapewne powstanie jednolita teoria zawierająca również oddziaływania silne. Opierają się tej unifikacji jedynie oddziaływania grawitacyjne. Próbuje się więc zarzucić czasoprzestrzenny, teoriopolowy obraz świata proponowany przez Einsteina (patrz artykuł L. Infelda) wprowadzając obraz cząstkowo-kwantowy wraz z nową cząstką, grawitonem, odpowiedzialną za własności oddziaływań grawitacyjnych [Red.].

O małym wzorze wielkiego Eulera czyli osiem docieczeń matematyczno-technicznych

Dr Włodzimierz KRZYŻANIAK

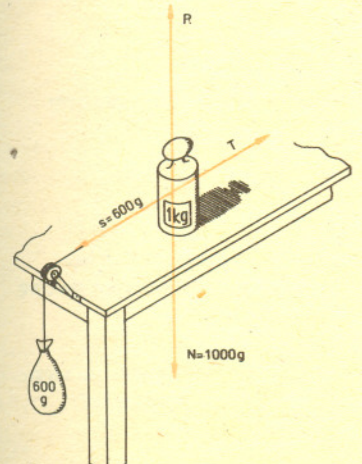
Horyzonty Techniki 12 (64)/1959

Redakcja Delty uważa, że ci z naszych Czytelników, którzy akurat uczą się rachunku różniczkowego, nie powinni iść spać dopóki nie zrozumieją każdej linijki zamieszczonego obok artykułu (a przynajmniej każdej linijki matematycznej treści). Autor tłumaczy bowiem w znakomity sposób jak posługiwać się rachunkiem ,,nieskończenie małych wielkości". To nie to co dzisiejsze podręczniki ...

Młodociany entuzjasta techniki Przemko był podczas przechadzki świadkiem następującej, na szczęście niegroźnej sceny i wprost niepojętego dla niego epilogu. Wypadek ten został przedstawiony przez rysownika ,,Horyzontów Techniki" w winiecie naszego artykułu. Przy wykopie fundamentów pracowała potężna koparka. Wykop sięgał już chyba kilkunastu metrów głębokości, koparka wyrywała z dna za jednym zamachem kilkaset kilogramów gruzu i ziemi, napełniała nimi w kilka chwil, za pomocą długiej wysięgnicy, podjeżdżający samochód ciężarowy — wywrotkę. Sznur dalszych samochodów czekał na swą kolej. W pewnej chwili jeden z samochodów ,,usiadł" ciężko od zwalonego na niego ładunku, kierowca włączył bieg, by odjeżdżać, gdy nagle, mimo rozpaczliwych wysiłków kierowcy, przy ogłuszającym ryku silnika, samochód — potężna masa metalu i ziemi z gruzem — poczęła zsuwać się po pochyłości. Najwidoczniej stanął on poprzednio zbytnio na stoku i silnik nie mógł już podołać sile ciężkości. Świadkowie wypadku wydali okrzyk przerażenia. Obsłudze groziło niebezpieczeństwo, samochodowi i koparce nieuchronne zderzenie i rozbicie. Na szczęście staczający się samochód zaczepił tylnym kołem o leżący wielki kamień i — stanął na połowie pochyłości. Widzowie odetchnęli z ulgą, ale tylko na chwilę, bo cóż dalej? Próbować podjechać pod stok z tej pozycji byłoby wielką lekkomyślnością, zostawić samochód w tym położeniu niepodobieństwem.
Wtem pewien robotnik, o skroniach już przyprószonych siwizną, ale o energicznym wyrazie twarzy, dobiega do maski samochodu, przywiązuje tam porwaną skądś na prędce konopną linę, a drugi jej koniec błyskawicznie owija kilka razy naokoło mocnego drewnianego pala, wbitego na skraju pochyłości. Pada jego śmiała komenda: — Odwalić kamień spod koła.
Widzowie zmartwieli Zdawało się, że szaleniec trzymający teraz na nieuwiązanej linie cały ciężar samochodu, zostanie niechybnie rozerwany na strzępy. Tymczasem, lekko tylko popuszczając linę trzymaną ciągle w jednej ręce, robotnik pozwolił samochodowi powolutku zjechać na dno wykopu...
,,Cóż za siłacz. Jedną ręką utrzymał samochód z ładunkiem!". Zachwyt widzów był nieopisany. Wydarzenie to stało się po powrocie ze spaceru przedmiotem dociekliwych pytań Przemka. Dorośli tłumaczyli ,,nadludzką siłę" robotnika po prostu działaniem tarcia (w czym mieli rację), ale tu chodziło o ścisłe matematyczno-fizyczne objaśnienie zjawiska. Ot choćby, czy można obliczyć, kiedy takie przeciwdziałanie siłą mięśni potężnemu naciągowi na drugi koniec nieuwiązanej, a tylko nawiniętej na pal liny byłoby ryzykowane, czy w ogóle takie ,,rzeczy" można obliczyć, a wreszcie, jaką rzeczywiście siłą zapobiegł katastrofie ów przytomny i doświadczony robotnik...
Otóż i tok myśli.

Myśl pierwsza

Naszemu ,,siłaczowi" pomagało na pewno tarcie konopnej liny o drewniany pal. Ba, ale cóż to właściwie jest tarcie? Spójrzmy na rysunek 1. Metalowy przedmiot o ciężarze 1 kg ma przesunąć po płaszczyźnie drewnianego stołu jakaś siła s. Uzyskujemy ją przez obciążenie sznurka przywiązanego do przedmiotu, odpowiednio dobranym ciężarkiem próbnym. Obciążany doświadczalnie koniec sznurka zwisa, przerzucony przez krążek. Zawieszamy ciężarek próbny 100 g, 200 g, 300 g, a przedmiot ,,ani drganie". Zniecierpliwieni zawieszamy więc kolejno 400 g, a potem 500 g — ciągle nic się nie dzieje...
Jak to nic się nie dzieje! Przecież najwidoczniej działa siła s próbnego ciężarka. Najwidoczniej nic się na razie nie dzieje, bo tej sile przeciwdziała jakaś inna zagadkowa siła, która musi być równa co do wielkości sile s, tylko zwrócona ,,w tył" (ściśle: skierowana przeciwnie). Tę przeciwsiłę występującą przy przesuwaniu naszego przedmiotu na płaszczyźnie nazywają fizycy właśnie tarciem (ściślej: siłą tarcia T). Tak więc święci tu triumf znakomita III zasada Newtona: ,,każdemu działaniu towarzyszy zawsze przeciwdziałanie, równe mu co do wielkości, ale przeciwnie skierowane".



Rys. 1

Nawiasem mówiąc, podobnie ma się rzecz z naciskiem N (rys. 1) wywieranym przez przedmiot na stół. Przeciwdziała mu reakcja R sprężystości stołu. Gdyby nie działała reakcja R, przedmiot pod działaniem N przebiłby stół, gdyby zaś nagle ustało działanie nacisku N, przedmiot zostałby podrzucony w górę reakcją sprężystości stołu...
Ale wróćmy do doświadczenia. Zniecierpliwieni już na dobre zawieszamy próbny ciężarek 600 g, który jest siłą s, mającą wbrew działaniu tarcia T wywołać poślizg przedmiotu. Nareszcie zaczyna się poślizg! Dopiero siła s = 600 g wywołuje poślizg. Stosunek: $\frac{s}{N} = \frac{600}{1000} = 0{,}6$
zapisujemy na kartce. Wymieniając teraz przedmiot poprzedni na inny, cięższy, np. 5 kg, a więc wywierający nacisk $N = 5000$ g, łatwo przekonalibyśmy się, że dopiero ciężarek próbny $s = 3000$ g rozpocząłby poślizg. Stosunek: $\frac{s}{N} = \frac{3000}{5000} = 0{,}6$
jest, jak się okazuje, ten sam, co nie jest przypadkiem, ale wielkim naszym odkryciem fizycznym, bo tyle wynosi on zawsze przy poślizgu metalu o drewno (na sucho).*
Liczbę tę otrzymaną z podzielenia niezbędnej dla poślizgu siły s przez działający nacisk N, nazywają fizycy współczynnikiem tarcia (w skrócie naszym μ).
Liczby μ powyliczano w tysiącach prób dla niezliczonych par powierzchni trących się **, co ukazuje w zarysie tabelka obok.

metal o drewno na sucho	$\mu = 0{,}6$
drewno o drewno na sucho	$\mu = 0{,}65$
drewno o drewno ze smarem	$\mu = 0{,}20$
stal o stal na sucho	$\mu = 0{,}15$
lina konopna o drewno	$\mu = 0{,}5$
stal o lód	$\mu = 0{,}03$

Z naszego doświadczalnego wzoru $\frac{s}{N} = \mu$ (wzór pierwszy)

wynika (przez pomnożenie obu stron poprzedniego wzoru przez N) wzór następny, jeszcze ważniejszy $s = \mu \cdot N$ (wzór drugi)

I tak osobnik o ciężarze 70 kg wywierający więc nacisk $N = 70$ kg, stojący na lodzie na stalowych łyżwach ($\mu = 0{,}03$ według tabelki) wykonałby już poślizg, pchnięty lub pociągnięty siłą s, którą jakże łatwo obliczyć: $s = 0{,}03 \cdot 70$ kg $= 2{,}1$ kg (dlatego tak łatwo się ślizgać).
Dla opisanej na początku katastrofy $\mu = 0{,}5$ (konopna lina tarła się o drewniany pal) liczymy podobnie: $s = 0{,}5 \cdot N$ (do tego miejsca potem powrócimy).
Przydałby się też osobny wzór na liczenie siły tarcia T. Ponieważ według Newtona siła tarcia T jako przeciwdziałająca sile s jest jej równa (choć przeciwnie skierowana), więc zamiast s we wzorze drugim możemy śmiało napisać T, tak że dostaniemy:

$T = \mu \cdot N$ (wzór już trzeci, ale łatwy, więc do niego powrócimy ...)

Myśl druga

Zbadajmy teraz bliżej, co się właściwie dzieje na drewnianym palu zbawczym dla obsługi samochodu i dla samego samochodu. Rysunek 2 pokazuje poprzeczny przekrój tego pala.
Rysunku nie trzeba się przestraszyć bo „nie święci garnki lepią"...
Musimy sobie wyobrazić łuk AB jako bardzo maleńki kawałek konopnej liny, ściśle przyciśnięty naciskiem N (aha, jest on i tutaj) do obwodu pala. Zręczny rysownik „Horyzontów Techniki" na naszą prośbę naumyślnie narysował tę cząstkę liny tak wyolbrzymioną dla lepszego „wglądu" (mówiąc językiem wojskowym). Łuki BB_1, B_1B_2 — to dalsze cząstki liny w lewą stronę a więc bliżej samochodu, ciągnącego siłą S (duże S), w odróżnieniu od siły robotnika s (małe s) ciągnącego w przeciwną stronę, aby zapobiec katastrofie.
W środku tej maleńkiej cząstki AB liny jest taki sobie punkt C. Można dla ułatwienia rozumowania powiedzieć, że właśnie tam działa
1. nacisk N przywierający linę do pala
2. reakcja R sprężystości pala,
3. tarcie T przeciwdziałające sile S, a pomagające sile s.
Mamy więc tu naszych trzech dobrych „znajomych"...
Jeżeli samochód (siła S) ma się staczać, to musi przezwyciężyć siłę robotnika (siła s) i zarazem tarcie T, tak że siła S powinna co najmniej równać się im obu

$S = s + T$ (wzór czwarty)

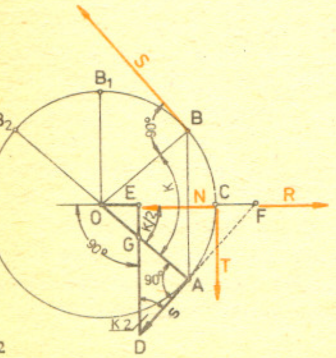
Ale według wzoru trzeciego $T = \mu \cdot N$, czyli $T = 0{,}5 \cdot N$, możemy we wzorze czwartym zamiast T napisać $0{,}5 \cdot N$. Wypadnie

$S = s + 0{,}5 \cdot N$ (wzór piąty wcale nie trudniejszy)

Myśl trzecia

Trzeba teraz koniecznie uwzględnić kąt opasania liną pala naprzeciw cząstki AB. Ten kąt nazwano na rysunku 2 literą K (kąt). Dla połówki cząstki AB ten kąt wynosi już tylko połowę czyli $K/2$, co jest zupełnie jasne.
Kąt przyzwyczailiśmy się mierzyć kątomierzem w stopniach.
Zwyczajem matematyków (a także bardzo często techników i inżynierów) zmierzymy go nieco inaczej. Po prostu zbadajmy, ile razy obwód pala ($2\pi r$) jest większy od jego promienia (r).

Dzielimy $\frac{2\pi r}{r} = 2\pi = 2 \cdot 3{,}14 = 6{,}28.$



Rys. 2

* Można się przekonać praktycznie (i udowodnić teoretycznie), że wielkość trących się w poślizgu powierzchni nie ma znaczenia.

** tak samo można się przekonać, że współczynnik tarcia μ jest znacznie mniejszy, gdy poślizg już trwa, niż gdy dopiero się zaczyna.

Jeżeli robotnik opasał pal liną 2 razy naokoło, to kąt liczony w tej mierze „łukowej" wyniesie

$$2 \cdot \frac{2\pi r}{r} = \frac{4\pi r}{r} = 4\pi = 4 \cdot 3{,}14 = 12{,}56$$

Połowę naszej cząstki AB opasuje lina zapewne bardzo małym kątem $K/2$ na przykład 1° w mierze stopniowej. W tej nowej mierze (zwanej łukową) będzie to oczywiście 360 razy mniej, niż wypadło dla jednego pełnego opasania obwodu pala liną. Dzielimy $6{,}28 : 360 = 0{,}017$.

Myśl czwarta

Dla bardzo małych kątów K można wprowadzić jeszcze „sprytniejszą" miarę, polegającą na tym, że dzieli się po prostu umówiony bok przez bok w trójkącie prostokątnym, oczywiście w takim, w którym jest też ów bardzo mały kąt jaki właśnie chcemy zmierzyć. Mówiąc inaczej zastępujemy cząstkę okręgu króciutkim odcinkiem otrzymując przybliżoną miarę łukową. Rysunek trzeci przedstawia taki trójkąt prostokątny DEF, wyrysowany ekierką i kątomierzem z dowolnych zupełnie boków, byle kąt przy wierzchołku D nazywany tam znowu $K/2$ wynosił bardzo mało stopni, ot, choćby jak mówiono poprzednio 1°. Proponujemy wykonać następującą próbę: podzielić bok EF przez bok DF, musi wypaść 0,017, a więc tak samo jak w mierze „łukowej" (ale nie stopniowej). Ten „trick" jest matematycznie dozwolony tylko dla kątów K mniejszych od 3°. Ponieważ połówka naszej cząstki AB na pewno nie jest opasana liną na większym kącie, więc rzetelności matematycznej stało się zadość.

Myśl piąta

Jak powiedziano, promień OC dzieli kąt K opasania cząstki AB na pół. Stąd słusznie przy środku przekroju pala w punkcie O pokazano też kąt $K/2$. Dlaczego napisano jednak na tymże rysunku 2 symbol $K/2$ również przy punkcie D? Jest to też słuszne, tylko trzeba teraz znów nieco otrzeć się o geometrię elementarną. Ponieważ nikt nie może nas wyśmiać, zróbmy to wspólnie: dwa trójkąty OEG oraz ADG (radzimy obiec je ołówkiem) mają po kącie prostym (mianowicie przy wierzchołkach E oraz A); dalej równe są w nich też oba kąty M, M' jako wierzchołkowe, tak że muszą być i równe kąty $K/2$, $K'/2$, jako reszta w każdym z nich do 180°. Mamy zatem prawo śledzić połowę kąta opasania cząstki AB również koło punktu D, o co nam bardzo chodziło...

Myśl szósta (w której, jakby swawolnie powiedział Dickens, powtórzą się myśli piąta i czwarta).

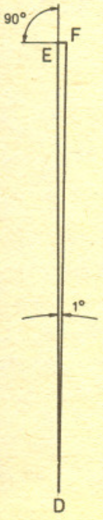
Śledzimy na rysunku 2 trójkąt DEF, który jest niejako „rozciągniętym" w górę trójkątem poprzednim ADG, więc też zawiera kąt $K/2$, z jakim dopiero co uporaliśmy się. Jeden bok tego trójkąta, mianowicie EF, wyobraża z grubsza nacisk N; wynosi więc N. Drugi bok, mianowicie DF, jest prawdę mówiąc — nieco „sztukowany" i to kawałkiem DA wyobrażającym siłę s robotnika oraz kawałkiem AF, który też, bez większego błędu, można przyjąć jako s. Słowem „sztukowany" bok DF liczymy jako $2s$. Teraz możemy zastosować naszą „bokową" miarę dla bardzo małego kąta $\frac{K}{2} : \frac{N}{2s} = \frac{K}{2}$

Z tego $$N = K \cdot s \qquad \text{(wzór szósty)}$$

Zamiast N we wzorze piątym ($S = s + 0{,}5 \cdot N$) piszemy nasze obliczone $N = K \cdot s$ otrzymując $S = s + 0{,}5 \cdot K \cdot s = s(1 + 0{,}5 \cdot K)$. Słowem w cząstce AB liny samochód ciągnie siłą

$$S_{AB} = s(1 + 0{,}5 \cdot K) \qquad \text{(wzór siódmy)}$$

Myśl siódma (i przedostatnia)



Rys. 3

Dla świętego spokoju z kątem K, który przecież powinien być niezmiernie mały, skoro opasuje maleńką cząstkę liny AB, podzielmy go jeszcze w myśli na bardzo wiele części, na przykład na n części, przy czym liczba n rozumie się jako ogromna. Tak nasz wzór siódmy zmienia się nieco

$$S_{AB} = s\left(1 + 0{,}5 \cdot \frac{K}{n}\right) \qquad \text{(wzór ósmy)}$$

Ten wzór jest bardzo wymowny. Widać z niego jak na dłoni, że naciąg S, wywołany samochodem w cząstce AB, jest $\left(1 + 0{,}5 \cdot \frac{K}{n}\right)$ razy większy od naciągu s wywołanego siłą robotnika.

Oczywiście w następnej w lewo cząstce BB_1 naciąg S wzmoże się znowu $\left(1 + 0{,}5 \cdot \frac{K}{n}\right)$ razy więcej i wyniesie już w tej dalszej, bliższej samochodowi cząstce

$$S_{BB_1} = s\left(1 + 0{,}5 \cdot \frac{K}{n}\right) \cdot \left(1 + 0{,}5 \cdot \frac{K}{n}\right)$$

czyli $$S_{BB_1} = s\left(1 + 0{,}5 \cdot \frac{K}{2}\right)^2 \qquad \text{(wzór dziewiąty)}$$

THEY ARE COMING TO TAKE ME AWAY
HA, HA, HI, HI..

Nie jest jasne czego je uczyć aby ich życie było pełne i celowe?

Język potoczny wprowadza pomieszanie pojęć. nawet moje Л,Л można rozumieć DWOJAKO

Owszem, znana jest nam forma zwracania się do rozmówcy odczynnościowo per: pacjencie, konsumencie, studencie itp.
Nie uważamy jej jednak za szczyt wytworności: "Oj, docencie, docencie, a tu żeście się wygłupili" - fi donc.

*

Do tego rodzaju kłopotów wstyd się przyznać lekarzowi, po co o tym pisać do gazety?

*

My też nie wiemy.

*

Oczywiście, że nasze zadania są nudne. A czego pan oczekiwał?

*

Co z tego, że wypisuje nam pan listę następnych 19 kwarków. Nie obchodzą nas takie spekulacje, szczególnie że nie dysponuje pan żadnymi dowodami.

*

Z soi oczywiście.

*

Czekoladowego tortu nie da się zrobić z margaryny. Pani argumenty dotyczące związków organicznych są całkowicie absurdalne - łańcuchy węglowe to nie robótki ręczne, żeby je spruć i przerobić.

*

Nie rozumiemy związku między pańskim systemem a wygranymi końcówkami banderoli. I po co panu samochód?

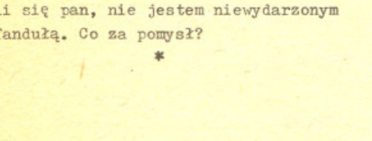
*

Oczywiście! Gdziekolwiek byśmy się nie znaleźli i jakkolwiek byłoby to niewygodne NALEŻY UŚCISNĄĆ DŁOŃ WSZYSTKIM ZNAJOMYM I NIEZNAJOMYM OSOBOM.

*

Myli się pan, nie jestem niewydarzonym safandułą. Co za pomysł?

*



MUSZĘ uwierzyć, że jestem taki sam jak wszyscy

Teraz jesteśmy w domu. W miarę przesuwania się po linie w stronę działania siły S naciągi wywołane nią wzrastają według potęg, a w miarę przesuwania się w stronę działania siły s robotnika maleją według potęg. Na ostatniej cząstce w lewo, w stronę działania siły S, na podstawie wzoru dziewiątego naciąg jej wyniesie już

$$S_n = s\left(1+0{,}5\cdot\frac{K}{n}\right)^n \qquad \text{(wzór dziesiąty, uogólnienie dziewiątego, więc nic strasznego)}$$

Myśl ósma (ostatnia, ponieważ wszystko ma swój koniec)

Nastąpi teraz błyskotliwy, prawdziwie matematyczny „trick", Oto zamiast ułamka z nawiasu $0{,}5\cdot\frac{K}{n}$ napiszemy sobie $\frac{1}{x}$. (Liczbę x matematycy specjalnie uwielbiają, bo właściwie nie wiadomo co... ona warta). Ale żarty na bok. Proponujemy takie zastępstwo:

$$0{,}5\cdot\frac{K}{n} = \frac{1}{x} \qquad \text{(wzór jedenasty)}$$

Z tego mamy dalszy wzorek

$$x\cdot 0{,}5\cdot K = n \qquad \text{(wzór dwunasty, jego bliski krewniak)}$$

Oczywiście o liczbie x jednak tyle wiadomo, że musi też być bardzo wielka. Wystarczy zauważyć, że we wzorze jedenastym n oraz x odpowiadają sobie w mianownikach. Teraz wzór dziesiąty prezentuje się w nowej postaci. Jak wiadomo, potęgować wykładnikami x, 0,5 i wreszcie K możem w dowolnej kolejności, a nawet „na raty"

$$S = s\left(1+\frac{1}{x}\right)^{x\cdot 0{,}5\cdot K} \qquad \text{(wzór trzynasty, mały ale śmiały)}$$

Bierzemy „pod lupę" wewnętrzny nawias z jego „przyboczną" potęgą $\left(1+\frac{1}{x}\right)^x$

Obieramy w myśli kolejno zamiast x liczby 1, 2, 3, 4 itd., pamiętając, że powinniśmy dojść do obioru jak największych x.
Oto próby:

$x = 1$, mamy $\left(1+\frac{1}{1}\right)^1 = (1+1) = 2$ $\qquad$ $x = 3$, mamy $\left(1+\frac{1}{3}\right)^3 = \left(\frac{4}{3}\right)^3 = \frac{64}{27} = 2{,}37$

$x = 2$, mamy $\left(1+\frac{1}{2}\right)^2 = \left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{9}{4} = 2{,}25$ $\qquad$ $x = 4$, mamy $\left(1+\frac{1}{4}\right)^4 = \left(\frac{5}{4}\right)^4 = \frac{625}{256} = 2{,}4$

Można by się samemu przekonać, że nawet dla największych obieranych x, a takie powinny tu one być, nasz nawias z uwzględnieniem jego potęgi x nie wyniesie „marnego" 2,7182... Tę liczbę 2,71... od czasów Eulera matematycy oznaczają literą e. Jest to z pewnych względów najważniejsza liczba w matematyce (wobec niej liczba π jest „ubogim krewnym"). Koniec końców nasz wzór trzynasty pozwala zamiast $\left(1+\frac{1}{x}\right)^x$ napisać krótko e. Będzie więc

$$S = s\cdot e^{0{,}5\cdot K} \qquad \text{(wzór czternasty, ten z nagłówka artykułu: mały wzór wielkiego Eulera)}$$

Ponieważ chcielibyśmy wyliczyć teraz z jaką wreszcie siłą ów robotnik wstrzymywał końcem nieuwiązanej liny staczający się samochód, przeróbmy jeszcze nasz wzór tak, aby mieć s po lewej stronie

$$s = \frac{S}{e^{0{,}5\cdot K}}$$

Pamiętamy przy tym, że s oznacza wysiłek skierowany przeciw potężnej sile S, e = 2,71...
0,5 jest współczynnikiem tarcia dla liny konopnej o drewno (można tu zawsze wymienić to μ na inne) wreszcie K jest „kątem opasania". Możemy więc przystąpić do obliczenia
S (duże, siłę staczającego się samochodu) przyjmijmy na 4000 kg.
K (kąt opasania liną pala) przyjmijmy

$$2\cdot\frac{2\pi r}{r} \text{ (robotnik owinął linę 2 razy)} = 4\pi = 4\cdot 3{,}14 = 12{,}56$$

$$s = \frac{4000\ \text{kg}}{2{,}71^{0{,}5\cdot 12{,}56}} = \frac{4000\ \text{kg}}{2{,}71^{6{,}28}}.$$

Podnosząc teraz 2,71 do potęgi okrągło szóstej (czyli mnożąc 2,71 przez siebie kolejno 6 razy) dostaniemy okrągło 400. Dzieląc wreszcie 4000 przez 400 mamy $s = \frac{4000\ \text{kg}}{400} = 10$ kg.

Z taką śmiesznie małą siłą s robotnik powstrzymywał samochód, staczający się z potężną siłą S. Okazuje się, że mogło go bez żadnego ryzyka zastąpić ... dziecko. Sprawca całej tej debaty matematycznej, małoletni Przemko jest olśniony, że i on mógłby się już przydać podczas awarii i zachwyca się metodą matematyczną przy badaniu zagadnień techniki.
Proponujemy Czytelnikom obliczyć małym wzorem wielkiego Eulera, jaką siłą s można by powstrzymać bieg traktora ciągnącego siłą S = 6000 kg jeśli stalową linę nawinęliśmy naokoło stalowego pala 4 razy?

Jak powstały Słońce, gwiazdy i planety

(fragmenty)

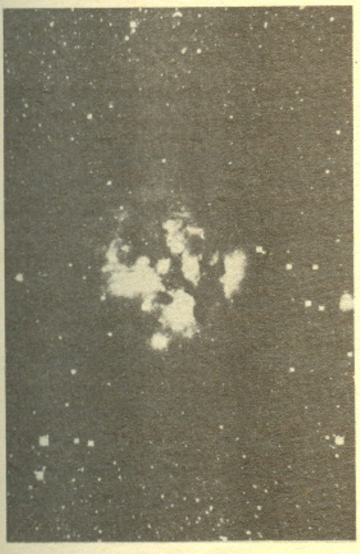
Prof. dr Eugeniusz RYBKA

Problemy, 4(122)/1956

(...) Najpoważniejszą hipotezę kosmogoniczną w XVIII wieku zawdzięczamy wybitnemu matematykowi i astronomowi francuskiemu Laplace'owi (1796 r.). Według tej hipotezy planety oddzieliły się od Słońca wskutek działania sił odśrodkowych przy jego ruchu obrotowym. Laplace wyraził przypuszczenie, że cała materia układu słonecznego była zawarta początkowo w olbrzymiej kulistej mgławicy, sięgającej poza odległość naszej planety i obdarzonej powolnym ruchem obrotowym. Siły przyciągania sprawiły, że mgławica ta stanowiąca pra-Słońce kurczyła się wskutek czego, według znanych praw mechaniki, prędkość kątowa jej ruchu obrotowego wzrastała. Laplace założył, że wtedy, gdy siła odśrodkowa w ruchu mgławicy stawała się większa od siły przyciągającej, w płaszczyźnie wirującego pra-Słońca zaczęły się oddzielać pierścienie, które ulegały rozerwaniu i kondensacji w kule gazowe stanowiące pra-planety. W podobny sposób z pra-planet mogły powstawać przy ich ruchu wirowym księżyce.

Teoria Laplace'a znajdowała zwolenników wśród astronomów przez przeszło sto lat, do początków XX wieku. Choć wyjaśniła wiele faktów obserwacyjnych, jak ruch planet w tym samym kierunku, małe kąty między płaszczyznami ich orbit itd., jednak nie mogła się ostać w świetle zdobyczy nowoczesnej mechaniki. Przede wszystkim matematyczne rozumowania prowadzą do wniosku, że z wirującej mgławicy nie mogą odrywać się pierścienie, lecz mgławica przybierać będzie kształt spłaszczony — soczewkowaty, z krawędzi zaś tej soczewki nie będą odrywały się pierścienie, lecz gazy wypływać będą na zewnątrz i rozpraszać się w przestrzeni. Gdyby nawet wskutek ruchu wirowego odrywały się od mgławicy gazowe pierścienie, to nie mogłyby kondensować się w kule planet. Najważniejszym jednak zarzutem stawianym teorii Laplace'a jest niemożność wyjaśnienia rozkładu tzw. momentu pędu. Niewątpliwie suma momentów pędu w naszym układzie musi być uważana za niezmienną, nie wyjaśnionym jednak przez teorię Laplace'a i niezrozumiałym pozostawał fakt, że Słońce, w którym zebrana jest prawie cała masa układu, przewyższająca około 750 razy masę wszystkich planet razem wziętych, ma tylko 2% całkowitego momentu pędu, a planety, których łączna masa stanowi znikomą cząstkę całej masy układu, mają aż 98% całkowitego momentu pędu. Hipotezę Laplace'a należało przeto zarzucić i szukać nowych teorii, które mogłyby wyjaśnić powstawanie planet. (...) Jeans wyraził przypuszczenie, że kilka miliardów lat temu przebiegła jakaś gwiazda w pobliżu Słońca, które już istniało wtedy jako gwiazda. Zbliżenie między obu gwiazdami było tak znaczne, że w zewnętrznych warstwach obu gwiazd wystąpiły wielkie przypływowe uwypuklenia, które następnie zostały oderwane od obu gwiazd w postaci strumieni materii. W szczególności taki strumień w postaci cygara został wyrwany z naszego Słońca. Z materii tej miały powstać planety, największe w środku cygara, najmniejsze na jego końcach. Odpowiadałoby to rozkładowi planet, największe bowiem planety (Jowisz, Saturn) znajdują się pośrodku orszaku planetarnego, najmniejsze zaś, (Merkury, Pluton) na jego brzegach.

Hipoteza Jeansa wyjaśniała na ogół dość dobrze, dlaczego planety biegną w tym samym kierunku, dlaczego ich drogi mało różnią się od okręgów kół, oraz niektóre inne właściwości układu planetarnego. Miała jednak wadę bardzo istotną, która ją dyskredytowała w oczach wielu badaczy. A mianowicie z hipotezy tej wynikało, że układ planetarny jest wyjątkiem w układzie gwiazdowym, zbliżenia bowiem między gwiazdami są niesłychanie mało prawdopodobne. Zbliżenie więc takie byłoby czymś zupełnie niezwykłym, czyli utworzenie się Ziemi i innych planet byłoby przypadkiem i to niezwykle rzadkim. Poza tym hipoteza Jeansa okazała się niezgodna z wnioskami, jakie wynikają z dobrze ugruntowanych praw fizycznych. Już w roku 1935 amerykański astronom Russell wykazał przez ścisłe rozumowanie matematyczne, że moment pędu gwiazdy, która miała zbliżyć się do Słońca i spowodować powstanie planet, jest około 10 razy mniejszy od łącznego momentu pędu wszystkich planet. Jest to oczywista sprzeczność, nie mogą bowiem planety, których pęd został zapożyczony z przebiegającej gwiazdy, mieć większego momentu pędu niż udzielająca im tego pędu gwiazda. Hipoteza Jeansa została więc obalona ostatecznie i już nie znajduje zwolenników. Próbowano tę hipotezę ratować przez różne modyfikacje, jak np. że Słońce było początkowo gwiazdą podwójną złożoną z dwóch gwiazd tak odległych od siebie, jak obecnie odległa jest planeta Uran od Słońca. Inna jakaś gwiazda przebiegła w takiej odległości od tego pierwotnego podwójnego Słońca, że zderzyła się z towarzyszem Słońca, wskutek czego został on wyrzucony poza obręb przyciągania słonecznego. Katastrofa ta sprawiła, że powstała między Słońcem i przebiegającą gwiazdą wstęga rozżarzonej materii, z której miały powstać planety. Jest to hipoteza jeszcze mniej prawdopodobna niż hipoteza Jeansa, argumenty zaś matematyczno-fizyczne przemawiające przeciwko niej są jeszcze silniejsze niż w stosunku do oryginalnej hipotezy Jeansa. (...)



Materia we Wszechświecie jest zgrupowana bądź w gwiazdach, bądź rozproszona w postaci pyłu i gazu w przestrzeni międzygwiezdnej. Jedynie drobna cząstka materii światowej grupuje się w wielkich bryłach stałych jakimi są planety. Świadczy o tym wspomniany już wyżej fakt, że Słońce, które jest jedną z gwiazd ma masę 750 razy większą niż wszystkie planety razem wzięte.

Gwiazdy są olbrzymimi kulami gazowymi o temperaturze tysięcy, a nawet dziesiątków tysięcy stopni w warstwach zewnętrznych i milionów stopni w warstwach wewnętrznych. Na przykład temperatura zewnętrznych warstw Słońca zwanych f o t o s f e r ą (nieściśle zwana niekiedy powierzchnią Słońca) wynosi około 6000°, a blisko środka Słońca panuje temperatura około 20 milionów stopni. Podobnie zbudowane są i inne gwiazdy. Gwiazdy pooddzielane są odległościami olbrzymimi w porównaniu z ich rozmiarami. Średnica np. Słońca, gwiazdy przeciętnej typu bardzo często spotykanego we Wszechświecie, wynosi 1 400 000 km. Taką odległość światło biegnące z prędkością 300 000 km/sec przebiega w czasie nieco krótszym od 5 sekund. Natomiast od najbliższej gwiazdy biegnie ono do Słońca przeszło 4 lata.

Przestrzeń międzygwiazdowa nie jest pusta, lecz jest wypełniona bardzo rozrzedzonym gazem międzygwiazdowym — głównie wodorem — i bardziej od niego rozrzedzonym pyłem kosmicznym złożonym ze stałych cząstek przeważnie o rozmiarach jednej dziesięciotysięcznej części milimetra. Gaz i pył międzygwiazdowy tworzą lokalne zagęszczenia w postaci chmur kosmicznych.

Mimo olbrzymiego rozrzedzenia, miliardy miliardów razy większego niż nasza atmosfera w normalnych warunkach, ogólna ilość materii w przestrzeni międzygwiazdowej jest bardzo znaczna, tego rzędu wielkości, co materia zgrupowana w gwiazdach.

Między gwiazdami i przestrzenią międzygwiazdową istnieje stała wymiana materii, gwiazdy bowiem mogą przyciągać cząstki materii z przestrzeni je otaczającej i same wyrzucać cząstki materii. Materia międzygwiazdowa może więc być tworzywem, z którego powstały planety, i na tym założeniu opiera się hipoteza kosmogoniczna wypowiedziana przez uczonego radzieckiego O. J. Szmidta. Szmidt zakłada, że Ziemia i inne planety powstały z mgławicy pyłowej otaczającej niegdyś Słońce. Stało się to kilka miliardów lat temu, Ziemia bowiem istnieje w obecnej postaci co najmniej 3 miliardy lat. Cząstki pyłu kosmicznego przy zderzeniach ulegały przemianom. a w szczególności mogły zlepiać się i dawać przez to początek większym bryłom. Proces tego zlepiania stałych cząstek przy udziale gazu, jaki był w roju pyłu otaczającego Słońce, doprowadził ostatecznie do powstania planet. (...)

Teoria Szmidta zdołała wyjaśnić wiele zasadniczych właściwości układu planetarnego, a w szczególności wykazała, że planety mogły powstawać nie jako bryły gorące, jak dawniej przypuszczano, lecz jako bryły zimne powstałe przez zlepianie się stałych cząstek chmury meteorytowej, otaczającej niegdyś Słońce. Pozostaje jednak do wyjaśnienia zagadka, dlaczego planety zawierają aż 98% momentu pędu, mimo że stanowią niespełna 1/700 całkowitej masy układu planetarnego. Zagadka ta stanowiła rafę, o którą rozbiły się dawniejsze hipotezy kosmogoniczne. Szmidt pragnąc tę zagadkę rozwiązać założył, że materia, z której powstały planety, miała już wielki moment pędu, zanim zaczęły tworzyć się planety, a moment ten względem Słońca mogła uzyskać, gdyby pochodzenie Słońca i roju meteorytowego było odmienne. Szmidt przeto przyjął w swej teorii, że Słońce w swej wędrówce w przestrzeni międzygwiazdowej napotkało niegdyś obłok pyłu międzygwiazdowego i przechodząc przez ten obłok porwało część pyłu wchodzącego w skład tego obłoku. Porwana przez Słońce materia stała się materiałem, z którego powstały planety. (...)

Hipoteza Jeansa nie została do dzisiaj zarzucona i po uwzględnieniu wielu nowych faktów (powstawanie gwiazd w gromadach, gdzie ich gęstość jest większa itd.) skutecznie broni się przed próbami dowodów jej niepoprawności. Natomiast teoria Szmidta uległa daleko posuniętej ewolucji i dzisiaj rozkład momentu pędu nikogo nie dziwi. Przyjmuje się, że chmura pyłowa jest genetycznie związana ze Słońcem, a trudności związane są z zupełnie innymi problemami [Red.].

JULIAN TUWIM

Abraham Stern, pradziad poety Antoniego Słonimskiego, urodził się w Hrubieszowie w r. 1768, zmarł w Warszawie w r. 1842. Portret Sterna, podług obrazu Blanka, wyrytował Jan Feliks Piwarski i włączył do swego bardzo rzadkiego dziś „*Kramu malowniczego warszawskiego*" (1859). Pod tym portretem znajdujemy m.in. informację następującą:

Sławę swą winien wynalezionej przez siebie machinie do rozwiązywania 4 działań arytmetycznych, przedstawionej po raz pierwszy Towarzystwu Przyjaciół Nauk w r. 1812. Połączywszy później tę machinę z inną, również przez siebie wynalezioną, a służącą do wyciągania pierwiastków, przedstawił powtórnie swój wynalazek Towarzystwu dnia 30 kwietnia r. 1817. Towarzystwo to, uznając wysoki talent mechaniczny Sterna, mianowało go w r. 1817 swym członkiem korespondentem, w r. 1821 członkiem przybranym, a w r. 1830 członkiem czynnym. Rząd ze swej strony wyznaczył mu pensyią.

Co człowiek może zrobić przez jedną minutę?

W pewnym starym romansie znajduje się taki ustęp:

Teodor podjechał do ogrodu, zeskoczył z konia, przelazł przez płot, pobiegł do altany, gdzie spoczywała Elwira, wszedł tam ostrożnie i rzucił się do stóp swej bogdanki. Ona z wykrzykiem radości podniosła go, Teodor usiadł przy jej boku, rzucił się na jej łono i zatonął w oceanie szczęścia. Wszystko to było dziełem jednej minuty.

(*Kurier Świąteczny*, 1873, nr 48.)

Do czego służy benzyna?

Odpowiedź znajdujemy w wydanej w Warszawie w r. 1891 „*Encyklopedii dla dzieci*":

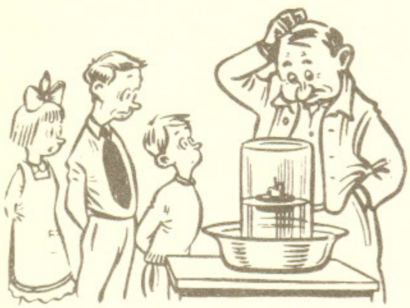
Benzyna — płyn otrzymywany w fabrykach ze smoły węgli kamiennych, służący głównie do wywabiania plam.

Odpowiedź czytelniczce

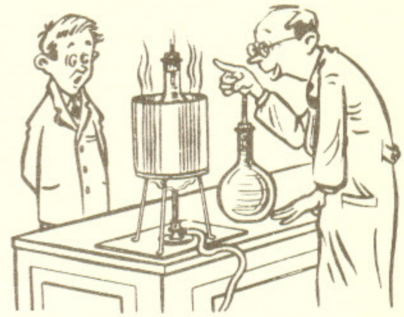
Przegrała Pani zakład. Pisarza greckiego (?) imieniem Sekstylion nigdy nie było. Był natomiast Kwintylian (Marcus Fabius Quintilianus), Rzymianin, słynny autor dzieła „*De institutione oratoria*) (żył w pierwszym wieku n.e.). Sekstylion to liczba, dokładnie tyle razy większa od owego Rzymianina, ile razy Septylion większy jest od niej. Gdyby panią interesowały inne olbrzymie liczby (np. nylon, bilard, kotylion, kwadryga, pentagon etc.), niech się pani zwróci do najbliższego konserwatorium gastronomicznego.

Nieudane doświadczenia

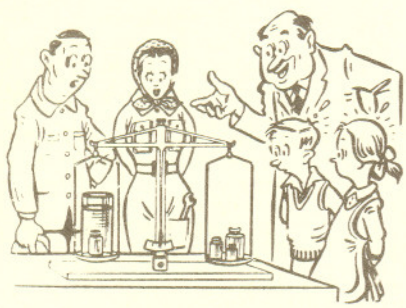
Doświadczenie odgrywa w fizyce ogromną rolę. Jest ono pytaniem postawionym naturze, a dzięki odpowiedzi, jaką otrzymuje wnikliwy badacz — nauka posuwa się naprzód. Historia fizyki, to historia tysięcy takich pytań, tysięcy otrzymanych odpowiedzi. Jednakże zadawanie pytań naturze nie jest rzeczą prostą, a jej odpowiedzi trzeba umiejętnie komentować. Konkurs nasz ma na celu pokazanie, jak łatwo jest popełnić omyłkę, którą spowodować może zarówno niedokładność samego doświadczenia, jak też wyciąganie fałszywych wniosków. Poniżej pokazano szereg doświadczeń, które mają na celu sprawdzenie nie ulegających wątpliwości praw, znanych z nauki szkolnej. Jednakże otrzymane wyniki przeczą tym prawom. Gdzie tkwi błąd?



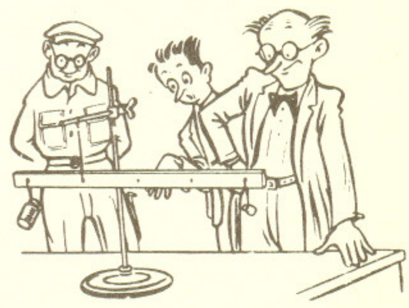
1. Jak wiadomo, tlen stanowi ok. $\frac{1}{5}$ część powietrza w stosunku objętościowym. Doświadczenie daje jednak inny wynik: palącą się świecę umieszczoną na korku pływającym po wodzie nakryto szklanym słojem. Po zgaśnięciu świecy stwierdzono, że woda, która zajęła miejsce tlenu, podniosła się w słoju nie na $\frac{1}{5}$, a niemal do połowy jego objętości.



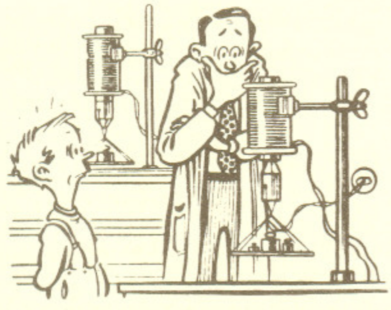
2. Ciecz ogrzewana powiększa swą objętość. Celem sprawdzenia nalano wody o temperaturze pokojowej do kolby szklanej zatkanej korkiem, w którym tkwiła rurka szklana. Kolbę z wodą wstawiono następnie do naczynia z gorącą wodą, przy czym poziom wody w rurce zamiast się podnieść — obniżył się.



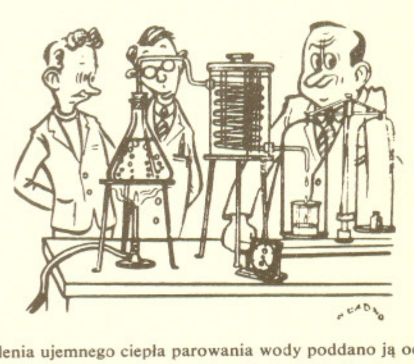
3. Ciała zanurzone w wodzie tracą na ciężarze. Aby wykazać to przy pomocy wagi, umieszczono na jednej szalce naczynie z wodą i obok ciężarek, na drugiej szalce równoważące odważniki. Następnie włożono ciężarek do wody. Waga pozostała jednak w dalszym ciągu w równowadze, co świadczyłoby o tym, że ciężarek nic nie stracił na ciężarze.



4. Długości ramion dźwigni są odwrotnie proporcjonalne do przyłożonych sił w wypadku równowagi. Przy sprawdzeniu okazało się jednak, że ciężarek kilogramowy zrównoważył się z ciężarkiem stugramowym, chociaż prawe ramię dźwigni było tylko cztery razy dłuższe od lewego.



5. Im większa jest powierzchnia przylegania kawałka żelaza do elektromagnesu, z tym większą siłą jest on przyciągany. Tymczasem cylindryczny kawałek żelaza, obtoczony z jednej strony w kształcie stożka ściętego, silniej przyciągany jest wówczas, gdy styka się z elektromagnesem mniejszą powierzchnią.



6. Dla określenia ujemnego ciepła parowania wody poddano ją odparowaniu przy równomiernym dopływie ciepła. Okazało się, że ilość odparowanej w jednostce czasu wody zwiększa się w miarę postępującego parowania. Stoi to w wyraźnej sprzeczności ze znanym faktem stałej wartości utajonego ciepła parowania wody.