

Ostatecznie otrzymane widmo energii fragmentów litowych ma kształt bardzo podobny do znanego z termodynamiki klasycznej maxwellowskiego widma energii cząstek wyparowanych z cieczy. Jest tylko nieco przesunięte ku większym energiom, co łatwo można zrozumieć, jeśli zauważyć, że fragment wychodzący z naładowanego jądra musi pokonać barierę kulombowską. Nie było teraz powodu, żeby nie posunąć dalej analogii z parującą kroplą i nie przypisać parametrowi występującemu we wzorze opisującym kształt energii znaczenia temperatury. Znany z termodynamiki związek między temperaturą i energią swobodną układu pozwolił na wyznaczenie energii wzbudzenia jądra. I w tym momencie pojawiła się trudność. Nasz zadziwiająco prosty i intuicyjnie zrozumiały model zaczął się załamywać. Otrzymana energia wzbudzenia okazała się porównywalna z całkowitą energią wiązania jądra. Natychmiast pojawiła się wątpliwość, czy jest wtedy sens mówić o analogii z procesem powolnym, jakim jest parowanie. Może nie ustala się wtedy pełna równowaga termodynamiczna, a może przy tak dużych wzbudzeniach mamy do czynienia ze zjawiskami jakościowo nowymi, tworzeniem się czegoś w rodzaju nowej fazy materii jądrowej. Obecnie, kiedy jesteśmy na etapie poznawania kwarkowej struktury nukleonów, naturalne staje się rozważenie

możliwości zlewania się nukleonów w jedną kroplę materii kwarkowej. Przejście takie mogłoby wystąpić dopiero przy bardzo dużych energiach wzbudzenia, ponieważ jest to stan niewygodny energetycznie. Niezależnie jednak od tego, co nowego zdarzy się w opisywanej dziedzinie badań, wydaje się, że dobrze jest projektować eksperyment mając jakąś roboczą hipotezę, szkic modelu teoretycznego, który dostarczy aparatu matematycznego. Często model taki do pewnego momentu pracuje, czasem zbyt długo staramy się go ratować, aż w pewnym momencie konieczność postawienia nowej hipotezy staje się oczywista. I w tym właśnie momencie zaczyna się postęp. Od czasu, w którym wykonane zostało doświadczenie z „młotkami litowymi”, w technice doświadczalnej wiele się zmieniło. Zmierzone zostały widma energii wielu fragmentów wysyłanych z różnych jąder. Nie spowodowało to jednak jakościowej zmiany w naszym rozumieniu procesu emisji cząstek wysoko wzbudzonego jądra. A jakie są losy modeli teoretycznych opartych na rozumowaniach podobnych do tego, jakie przeprowadzili cytowani na początku studenci? Także te modele osiągnęły w chwili obecnej kres swych możliwości przewidywania i „zestarzały” się. Ale to już inna historia.

Jak napisać podręcznik fizyki

Autorka niniejszego skłonna by była podzielić znane jej (i zapewne nieznane, choć bujna różnorodność panująca we Wszechświecie pozwala dopuszczać możliwość innych rozwiązań) podręczniki na dwie zasadnicze kategorie:

1 — Podręczniki napisane przez kogoś, kto wyobraża sobie, że znana jest mu dana dyscyplina wiedzy lub dany jej poddział, kto dostrzega dojmujący brak podręcznika lub braki podręczników i kto decyduje się takową lukę uzupełnić.

Tego rodzaju podręczniki zasługują sobie rychło na pogardliwe miano dzieł powierzchniowych, a znawcy przedmiotu odradzają ich używania licznym rzeszom uczniów, którzy z przedziwnym uporem pozostają im wierni mimo niechęci nauczycieli, mimo iż nauka idąc naprzód dawno przekroczyła ich ramy, mimo ostrzeżeń.

2 — Podręczniki napisane przez kogoś, kto został zaszczytnym obowiązkiem napisania podręcznika obarczony z zewnątrz, czyli podręczniki napisane na zlecenie.

Te podręczniki zasługują sobie na miano nieudolnych, kiedy, rzecz jasna, minie ich wiośniana świeżość, w której to dobie budzą jeszcze niejasne nadzieje zarówno w autorze, jak w zleceniodawcy (okres świeżości takiego podręcznika przekracza z reguły nader nieznacznie okres oczekiwania na jego ukazanie się, kiedy to z reguły określany bywa jako świetny).

Autorka nie odważy się kwalifikować istniejących już podręczników, nie ma zamiaru wyrażać swojej opinii na temat zarysowanych tu kategorii (choć, rzecz jasna, swoje zdanie na ten temat posiada), podobnie zawiodą się ci wszyscy, którzy w niniejszym artykule spodziewają się znaleźć odpowiedź na pytanie kluczowe — jak zdobyć zlecenie?

Powiedzmy, że mamy koncepcję zdobycia takiego zlecenia, zapewnienie osób odpowiedzialnych, znajomości, stosunki czy wręcz podpisaną umowę.

Powiedzmy, że nie niepokoi nas pytanie, czy napisane przez nas dzieło wejdzie istotnie jako obowiązujący podręcznik do praktyki szkolnej, że, powiedzmy, odznaczamy się chorobliwą pewnością siebie, która nie dopuszcza stawiania takich pytań, lub ogólnym brakiem inteligencji, który nie pozwala przewidzieć konsekwencji ewentualnej przegranej lub wygranej w tej dyscyplinie.

Powiedzmy, że handlowa strona zagadnienia w ogóle nas nie dotyczy, na przykład dlatego, że jesteśmy wstępnie bardzo zamożnymi ludźmi.

JAK napisać podręcznik fizyki, oto pytanie!

W tym miejscu pozwólmy sobie na lekką zmianę stylizacji, aby dokonać spostrzeżeń, bez których nie da się przejść do następnej części artykułu, części merytorycznej.

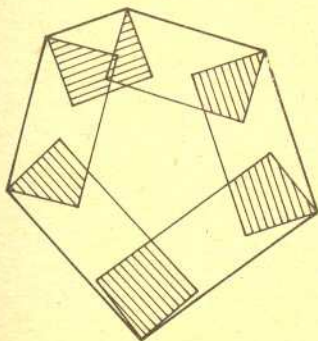
W związku z rozwojem przemysłu i techniki gospodarka państwowa potrzebuje coraz więcej nauki. Szczególnie fizyka zawiera w sobie nieograniczone możliwości coraz nowych zastosowań. Ileż nowych technologii byłoby niemożliwych do zastosowania, weźmy choćby produkcję telewizorów. Jedynie fizyka może dać właściwe podstawy technice i postępowi technicznemu w ogóle. Fizyka jest odporna na działanie słabych kwasów i zasad oraz słonej wody morskiej, natomiast rozpuszcza się w toluenie, dwusiarczku węgla i benzenie ... Stop!



Rozwiązanie zadania M 251. Przystawiając do każdego boku wielokąta prostokątny

pasek o szerokości $r = \frac{S}{p}$ tak, jak to

pokazuje rysunek, zauważymy, że sąsiednie paski przecinają się. Wynika stąd, że powierzchnia pokryta paskami jest mniejsza niż $r \cdot p = S$ i wobec tego w wielokącie znajdują się punkty nie należące do żadnego z tych pasków. Dowolny taki punkt może być żądanym środkiem koła.



Palindromiczne kwadraty

$$\text{Liczba } A = \left(\frac{10^{9n} - 1}{10^n - 1} \right)^2 \quad n = 1, 2, \dots$$

zawiera wszystkie cyfry poza zerem i jest palindromiczna, tj. pozostanie sobą, gdy przeczytamy ją wstecz. Dla $n = 1$ otrzymujemy

$$A = 12345678987654321.$$

Dla $n = 2$ mamy

$$A = 1122334455667788998877665544332211.$$

W układzie o podstawie numeracji b podobne własności ma

$$A = \left(\frac{b^{(b-1) \cdot n} - 1}{b^n - 1} \right)^2$$

i równie łatwo to sprawdzić.



Oscylator liczbowy

Weźmy dowolną liczbę naturalną, np. 24, i rozłóżmy ją na czynniki pierwsze:

$$24 = 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2.$$

Dodajmy wszystkie czynniki i zwiększmy tak otrzymaną sumę o 1; otrzymamy

$$1 + 3 + 2 + 2 + 2 = 10.$$

Z liczby 10 postąpmy tak, jak z początkowym 24:

$$10 = 2 \cdot 5, \quad 1 + 2 + 5 = 8,$$

i dalej tak samo

$$8 = 2 \cdot 2 \cdot 2, \quad 1 + 2 + 2 + 2 = 7.$$

7 jest liczbą pierwszą, a więc „już rozłożoną” na czynniki, i jeśli zastosujemy do niej opisaną wyżej procedurę, dostaniemy

$$1 + 7 = 8 \text{ i dalej będzie } 7, 8, 7, 8, \dots$$

Weźmy na początek inną liczbę, np. 782628 =

$$= 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 7 \cdot 11 \cdot 11 \cdot 11. \text{ Mamy kolejno:}$$

$$1 + 2 + 2 + 3 + 7 + 7 + 11 + 11 + 11 = 55,$$

$$55 = 5 \cdot 11, \quad 1 + 5 + 11 = 17,$$

$$1 + 17 = 18,$$

$$18 = 2 \cdot 3 \cdot 3, \quad 1 + 2 + 3 + 3 = 9,$$

$$9 = 3 \cdot 3, \quad 1 + 3 + 3 = 7,$$

a zatem dalej będzie już 8, 7, 8, 7, 8, 7, 8, 7, ...

Nie tak łatwo (choć można) wykazać, że niezależnie od wyjściowej liczby zawsze dojdziemy do 7 i wobec tego do ciągu 7, 8, 7, 8, ... Dla liczb mniejszych niż 200 ósemkę otrzymujemy nie dłużej niż za siódmym krokiem (i tylko 153, 163 i 166 wymagają aż 7 kroków).

Tu autorka nieco się zagalopowała i musi przyznać że wstydem, że nie będąc specjalnie mocną w tym rodzaju literatury, posłużyła się jako wzorem artykułem o gutaperce („Problemy”, nr 12(69)/1951). Nie ma to większego znaczenia. I tak wiadomo, o co chodzi:

a) — o uzasadnienie, że dana gałąź wiedzy zasługuje na kultywowanie, bo jest szczególnie ważna (tak jakby mniej ważne gałęzie wiedzy były systematycznie likwidowane),

b) — o zaznaczenie, że w danej gałęzi wiedzy zarysował się ostatnimi czasy niebywały postęp (i tu należy zauważyć, że istotnie w latach 1900—1940 fizyka uczyniła wielki krok naprzód). Wypada, abyśmy pisząc podręcznik mieli na względzie rezultat naszych dydaktycznych poczynań. Ważne jest bowiem, by uczeń nasz „sprawdził się” w świecie, by potrafił poradzić sobie z praktycznymi zagadnieniami, jakie zostaną przed nim postawione. Jakież to zagadnienia? Spróbujmy powołać je w naszej wyobraźni:

Zadanie F 1. Znaleźć ruch punktu materialnego o masie m , podlegającego działaniu siły harmoniczej oraz siły tłumienia proporcjonalnej do prędkości ruchu.

Aby sformułować to zadanie, potrzebne było parę setek lat pracy fizyków, a i to niektórzy z nich musieli się wykazać nie łądą rozumem. Odwrotnie niż nasz pieszczoszek, któremu zbiór zadań ma zastąpić świat, oni mieli świat, nie mieli zaś zadań i nie było dla nich bynajmniej jasne, jakie w ogóle zadania dadzą się, jakie zaś nie dadzą sformułować, powiedzmy, o sprężynie. Stawali wobec sprężyny i sami formułowali ilościowe zależności, posługując się warszatem matematycznym z różną sprawnością, a częstokroć w nieodpowiedzialny zgola sposób. (Nawet wybór owego warszatu zdaje się pochodzić z ich ręki, gdyby bowiem wybrali jakiś inny opis, fizykometria byłaby dyscypliną wprowadzoną w fizykę dopiero w drugiej połowie dwudziestego wieku. I jakże tu nie szanować starych mistrzów!)

Dziś polecenie rozwiązania odpowiedniego równania różniczkowego można wydać studentowi czy uczniowi, on rozwiąże lub nie, my mamy czyste sumienie — jest to bowiem najrzetelniejsze zagadnienie fizyczne. Gdybyśmy mu natomiast kazali zagrać na klarncie? Aboż to fizyka?

W dziwnym świecie Lewis Carrolla Alicja znajduje przedmioty opatrzone napisem „Zjedz mnie” lub „Wypij”, lecz że TO jest oscylator harmoniczny, trzeba zdecydować samemu.

Zadanie F 2. Znaleźć ruch kulki stalowej o masie 10 g zawieszony pionowo na sprężynie stalowej o długości 10 cm, gęstości liniowej 0,1 g/cm i współczynniku sprężystości...

Początkowe wychylenie z położenia równowagi wynosi 1—2 cm. Doświadczenie przeprowadzamy w warunkach pokojowych. Dokładność odczytu położenia wynosi 0,1 cm, zaś dokładność pomiaru czasu 0,1 s.

Problem polega na oszacowaniu (na zdrowy rozum), czy przy tych warunkach i dokładności pomiaru mają znaczenie: niejednorodność ziemskiego pola grawitacyjnego (nie), masa sprężyny (tak), odchylenie od prawa Hooke’a (pewnie nie — zależy od wykonania sprężyny), odchylenie od prawa Stokesa dla oporu powietrza (nie), nie licząc wielu czynników (np. wpływ Marsa), które wyeliminowali za nas nasi szanowni przodkowie.

Praca ta, wcale niełatwa, może nas przywieść do wniosku, że w pewnych warunkach (np. przy odpowiednim stosunku masy kulki do masy sprężyny) zagadnienie da się sprowadzić do zadania F 1 — do wiedzy czystej, sprzedawanej u nas przez większość podręczników zarówno szkolnych, jak akademickich.

Logiczna i konsekwentna analiza zjawiska, oddzielenie informacji ważnych od nieistotnych jest kwestią pozostawioną intuicji nauczającego.

W dziwnym świecie Lewis Carrolla są, być może, obiekty opatrzone objaśnieniem „jestem oscylator harmoniczny”, tam też należałoby studiować większość naszych podręczników (wraz z historią Dżambersmoka).

Lecz weźmy taki ciężar przenoszony na linie przez dźwign (wahadło o ruchomym punkcie zawieszania i zmiennej długości) — Aboż to fizyka?

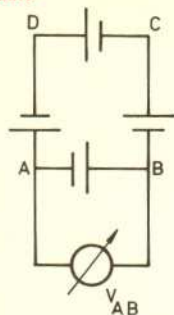
Jest to, jak myślę, zagadnienie czysto inżynierskie, podobnie jak balistyka, podobnie jak zjawiska świetlne znane wyłącznie tym panom, co to kręcą reflektory w teatrze.

A przecież ucząc fizyki kształcimy techników (również na własne potrzeby, dodajmy, choć i samej autorce ta ostatnia uwaga wydaje się ogromnie nieprzyzwoita).

Powiedzmy jednak, że pragniemy czegoś więcej niż wyrobienie sprawności technicznej w rozwiązywaniu zadań, że uczeń — komputer nie całkiem nas urządza, że przynajmniej parę prostych i bardziej zasadniczych zjawisk chcemy wyjaśnić.

Weźmy więc kulkę stalową (jeśli jesteśmy nastawieni bardziej dydaktycznie, będzie to piłeczka pingpongowa — model punktu materialnego, a zarazem jedyny kulisty przedmiot, jaki umiemy wymienić bez zastanowienia). Weźmy długą sprężystą nici, zbudujmy (lub raczej wyobraźmy sobie) monochord. Badajmy małe wychylenia wahadła. Stwórzmy rzeczywistość fizyczną, która do prawdziwej ma się jak pięść do nosa, niech zwyczajny telefon (drgająca membrana, drgający prąd elektryczny) będzie dla naszego milusińskiego zjawiskiem przerażającym w swej bezprzykładnej komplikacji, gdyż powinien on znać amperomierz, woltomierz, cewkę i kondensator, a nie dłużyć w instalacji elektrycznej. (Kto bowiem wie, że taki prąd telefoniczny nikogo nie może porazić? Operujący tak kolosalną wiedzą nauczyciel przeważnie nie korzysta z żadnego podręcznika, a często prowadzi go to do nauki składania i rozkładania telefonu jako takiego, co oczywiście nie jest fizyką, lecz techniką i to mało twórczą. Niebezpieczeństwo istniejące, ale nieczęste. „Złota rączka” z rzadka zostaje nauczycielem).

Jakie napięcie wykaże woltmierz podłączony do dowolnego ogniwa w układzie



zawierającym cztery identyczne ogniwa zgodnie skierowane? Oczywiście zero! Z symetrii bowiem wynika, że wskazania woltmierz podłączonego do punktów AC są dwukrotnie większe niż V_{AB} i dalej $V_{AD} = 3 V_{AB}$ oraz $V_{AA} = 4 V_{AB}$, a to z pewnością równa się zero. Mówiąc inaczej, siła elektromotoryczna każdego ogniwa jest całkowicie zużyta na spadek napięcia na oporze wewnętrznym tego ogniwa.

(J. P.)

Najlepiej więc, ażeby uczeń wiedział z góry, że fizyka to rzecz jedna, zaś rzeczywistość — druga. Modele wyczyszczone z oddziaływań ubocznych mogłyby go nauczyć, że opór powietrza, tarcie i ziemskie pole magnetyczne zaniedbuje się „prawie zawsze”. Lepiej więc, aby tej mądrości nie stosował w realnym świecie, gdzie własności tej natury występują nagle, nieoczekiwanie i mogą sprawić różne paskudne dowcipy, z niebezpiecznymi włączniami.

A znów czy takie radio, czy telefon to fizyka? Telefon jest prostszy niż oparte na tych samych zasadach układy elektroniczne stosowane powszechnie we wszystkich działach fizyki doświadczalnej. Taka, powiedzmy, komora iskrowa... Komora iskrowa przywołuje jednak autorkę do porządku. Sama elektryczność jest wszak niczym wobec własności elektronów znajdujących się wewnątrz kuli Fermiego w przewodnikach. Całej tradycyjnej fizyki warto bowiem uczyć tylko dlatego, iż może ona posłużyć jako model do przedstawiania zjawisk bardziej dla nowoczesnej fizyki fundamentalnych.

Przecież i tak własności sprężyny, reflektora czy telefonu wynikają z własności protonów, neutronów, elektronów i fotonów. Każdy może sobie sam zrekonstruować.

Zresztą okazuje się, że modelowanie cząstek elementarnych za pomocą kulek nie jest wcale właściwe. Poważni fizycy odzegnują się od tych praktyk i słusznie. Elektron nie jest żadną kulką. Naładowana elektrycznie, drgająca kulka wysła bowiem nieustannie promieniowanie elektromagnetyczne i wkrótce przestaje drgać. Świat złożony z naładowanych kulek przestałby istnieć w ciągu ułamka sekundy.

Lepiej więc weźmy równanie Schrödingera dla elektronu w atomie wodoru

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \psi(r, t) - \frac{e^2}{r} \psi(r, t) = i\hbar \frac{\partial \psi(r, t)}{\partial t}$$

i starajmy się nie pomylić. Ostatnie osiągnięcia dydaktyki fizyki pozwalają rozwiązać je na poziomie szkoły średniej. W rezultacie ktoś tam musi coś uczniowi i studentowi wyjaśnić, lecz może ... niech to już wykładowca na własną odpowiedzialność. I czy nie byłoby lepiej, gdyby nie wyjaśniał, nie mącąc własnymi prymitywnymi wyobrażeniami jasnych i klarownych struktur matematycznych.

I czy nie jawi się w Waszej wyobraźni, czcigodni potencjalni i aktualni autorzy, klasa przyszłości, klasa, sala wykładowa, po której nie miota się spocony, odrażający agitator, lecz gdzie melodyjny głos odczytuje piękne długie wzory i gdzie kwadrans ciszy między jedną taką projekcją a drugą uczniowie poświęcają głębokiej kontemplacji prowadzącej ku głębszemu zrozumieniu doskonałości struktur, które opisują.

Weźmy więc równanie...

M-me Pipsztycka

Trzeba czy nie trzeba?, czyli rozrywki umysłowe pradžiadków

Chiński mur.
Największy mur na świecie.
Widzimy mur na granicach Chin.
Zbudowany on z granitu i innych kamieni.
Co każde trzysta kroków wznoszą się przepyszne wieże.
U dołu grubości dwadzieścia pięć stóp,
u góry pół piętej stopy. Wysoki na dwadzieścia. Wspaniały ten mur ciągnie się wzdłuż dolin, gór i po przez strumienie.
Od prowincji Edmsi aż do Żółtego morza 1/15 i 1/15 ma długości.
Otacza on wielkie miasto, zaludnione wielce, a mianowicie miasto Pekin; objętość jego wcale nie wielka, może najwyżej obejmować 24 niemieckie mile.
Jeżeli masz chęć, pieniądze i mocne trzewiki i jeżeli pragniesz dowiedzieć się wiele to kroków obejmuje mila niemiecka, a nadto jeśli życzysz sobie obejść cały mur, trzeba zatem z tego korzystać aby przekonać się, jakiej też długości jest ów mur, nazwany dziwem świata?

(Zagadki, Rebusy, Szarady, Lamigłówek, Zagadnienia Arytmetyczne i Zartobliwe Zapytania, Warszawa 1882)

Zamieszczona w tym zbiorku odpowiedź brzmi: Nie trzeba. Mur ten jest długi na 300 mil. Mielśmy (my, redakcja Delt) kłopoty ze zrozumieniem rozwiązania.



Zadania

Redaguje mgr Krzysztof S. NOWIŃSKI

M 250. Wykazać, że liczba 0,1248163264128256... (wypisane kolejno potęgi dwójki) jest niewymierna.

Rozwiązanie na str. 10

M 251. Wykazać, że w wielokącie wypukłym o powierzchni S i obwodzie p można zmieścić koło o promieniu $\frac{S}{p}$. Rozwiązanie na str. 15

M 252. Wykazać, że jeżeli wielomian $P(x) = a_n x^n + \dots + a_1 x + a_0$ o współczynnikach całkowitych przyjmuje wartości nieparzyste przy $x = 0$ i $x = 1$, to równanie $P(x) = 0$ nie ma pierwiastków całkowitych.

Rozwiązanie na str. 11

Redaguje mgr Tomasz TRATKIEWICZ

F 88. Aby przyspieszyć schnięcie wypranej i rozwieszanej w pokoju bielizny, gospodyni uchyliła lufcik. Czy ma to sens, skoro na dworze od dłuższego czasu pada deszcz ze śniegiem? Rozwiązanie na str. 10

F 89. Ocenić zmianę energii wewnętrznej powietrza zawartego w mieszkaniu spowodowaną włączeniem piecyka elektrycznego. Rozwiązanie na str. 11