



FELIETON

## Nocne rozmyślenia fizyka szkolnego – niechący pod Górę

*Ludwik Lehman*

*II LO im. M. Kopernika w Głogowie*

Gdy zaproponowałem usunięcie biegunów magnetycznych z nauczania fizyki („Niejasna gra w monopole”, *Foton* 125), nie przypuszczałem ani przez chwilę, że zostanie ona natychmiast zaakceptowana przez większość fizyków. Nowe koncepcje – także w nauczaniu – niemal nigdy nie zostają przyjęte, ot tak, od razu. Wystarczy zacytować z pamięci nieco złośliwe, aczkolwiek dość trafne spostrzeżenie Maksa Plancka: nowa teoria zostaje uznana dopiero po wymarciu zwolenników starej.

Zastrzeżenia wysunięte przez Pawła F. Górę (w tym samym numerze *Fotonu*) są zrozumiałe, jednakowoż trochę dziwne. Twierdzi On na przykład, że odstąpienie od wprowadzania biegunów „odrywa fizykę od innych nauk przyrodniczych, przede wszystkim od geografii, a także od pojęć, jakim posługują się media”. To przypomina stawianie sprawy na głowie. Geografowie, owszem, mówią o biegunach – bo tak mówią dotąd fizycy! Czy to ma znaczyć, że już nigdy nie można będzie zmienić nauczania fizyki? Czemuż to fizyka – w końcu najbardziej podstawowa nauka przyrodnicza – ma się dostosowywać do nawyków geografów czy dziennikarzy? Na przykład astronomowie z uporem godnym lepszej sprawy wciąż nazywają wszystkie pierwiastki cięższe od helu metalami. Czy to znaczy, że fizycy i chemicy muszą się dostosować do astronomów? Z kolei elektrycy uziemienie nazywają masą. Czy musimy dostosować terminologię fizyki do ich żargonu?

Ma być odwrotnie. To fizycy muszą samodzielnie ustalić, jak nauczać podstaw fizyki, a inne dyscypliny powinny stopniowo się do tego dostosować. Akurat w przypadku biegunów problemu nie ma. Przecież napisałem, żeby w okresie przejściowym (może on trwać kilkadziesiąt lat) mówić, że z przyczyn historycznych początek i koniec strzałki nazywamy biegunami magnetycznymi.

Właśnie obecnie mamy wspaniałą okazję do wyrzucenia biegunów do dydaktycznego kosza. Oto bowiem długie niebiesko-czerwone magnesy są wypierane przez małe często płaskie magnesy neodymowe. Wprowadzanie biegunów takich magnesików jest dość sztuczne i praktycznie bezcelowe. Trzeba uczniom uświadomić, i to jest chyba najważniejsze w tej całej sprawie, że każdy magnes to **jeden** obiekt, a nie dwa nierozłącznie ze sobą związane.

Tak się składa, że mam również uwagi do innego tekstu Pawła F. Góry „Czy można używać pojęcia masy relatywistycznej?” z numeru 124 *Fotonu*. Zacytujmy jeden z fragmentów. „Pojęcie masy jako miary bezwładności wprowadził Izaak Newton. Ten sam Newton, formułując swoje prawo grawitacji posługiwał

się też pojęciem masy ciężkiej – ta zaś mierzy ilość materii”. Uff, pierwszy raz spotykam pojęcie masy ciężkiej. Czyżby była też masa „lekka”? Myślę, że chodzi o masę grawitacyjną. Dlaczego jednak właśnie ona ma mierzyć ilość materii? Newton chyba by się lekko zdziwił na takie przedstawianie jego poglądów. Już pierwsza definicja w słynnych Matematycznych Zasadach Filozofii Przyrody określa, że „ilość materii jest jej miarą wynikającą z jej gęstości i objętości łącznie”. W wyjaśnieniu Autor dodaje: „ilość materii będę rozumiał pod pojęciem ciała lub masy” (strona 186 polskiego wydania). Prawo grawitacji Newton formułuje niejednolicie, lecz w wielu twierdzeniach. Jedno z nich – najbardziej istotne w tej sprawie – brzmi: „Grawitacja istnieje uniwersalnie w każdym ciele i jest dla każdego ciała proporcjonalna do ilości materii tego ciała”. Nie widać w dziele Newtona żadnego rozróżnienia między masą bezwładną a grawitacyjną!

Dalej Paweł F. Góra twierdzi, że jeśli zgadzamy się, iż masa mierzy „ilość materii”, wówczas „masa” to to samo, co „masa spoczynkowa”. Czyli masa spoczynkowa, a nie relatywistyczna mierzy ilość materii. Czyżby? Weźmy dwa fotony o tej samej energii. Jeśli poruszają się zgodnie (prędkość ma ten sam kierunek i zwrot), to masa spoczynkowa tego układu jest równa zeru, czyli fotony nie są materią w tej interpretacji. Jeśli jednak zwroty ich prędkości są przeciwne – masa spoczynkowa jest różna od zera, czyli te fotony są materią! Czyli ilość materii w przypadku dwóch – nieoddziałujących z sobą – fotonów zależy od kierunku i zwrotu ich prędkości. Dość dziwna ta ilość materii! Zauważmy, że dwa fotony niezależnie od zwrotu prędkości mają zawsze tę samą różną od zera masę relatywistyczną. Zatem to ona lepiej mierzy „ilość materii”, przynajmniej w tym wypadku. Podobnie jest w przypadku cząstek z masą spoczynkową. Jeśli tworzą gaz (pęd całkowity jest równy zeru), to energia kinetyczna cząstek zwiększa masę spoczynkową układu (a zatem ilość materii w tej interpretacji). Jeśli jednak cząstki tworzą wiązkę (ich pędy mają ten sam kierunek i zwrot), to taka sama energia kinetyczna nie zwiększa masy spoczynkowej układu. Zauważmy, że masa relatywistyczna jest w obu przypadkach równa, zatem nie mamy tego kłopotu z ilością materii zależną od kierunku i zwrotu prędkości.

Nie chcę jednak wracać do rozważań o wyższości jednej czy drugiej definicji masy. Raczej chciałbym podkreślić, jak niejasne jest pojęcie „ilości materii”, a także samej „materii”. Musimy czasem używać takich mętnych pojęć, by utrzymać kontakt z językiem potocznym oraz ze świadomością naszych uczniów. Sądzę jednak, że nie powinniśmy używać tych pojęć w poważnej merytorycznej dyskusji fizycznej. Fizyka powinna starać się wyjaśniać świat wyłącznie używając pojęć operacyjnych lub jeszcze lepiej – wielkości mierzalnych. Masa jest wielkością mierzalną (obojętnie jak ją określimy), bezwładność już nie. Zatem nie (nad)używajmy pojęcia bezwładności. Materia jest niemierzalna, można to pojęcie rozumieć rozmaicie, więc może lepiej po prostu go nie używać? Zamiast o ilości materii należy mówić o liczbie cząstek. Zatem rozważania o „ilości materii” nie powinny być argumentem w sporze o masę. Ani w żadnym innym, wyłączając rzecz jasna dyskusje filozoficzne.