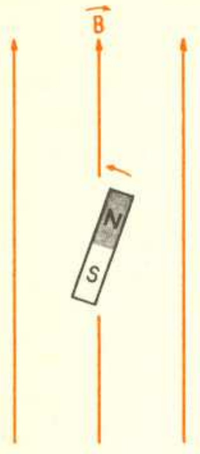
Kwarki i monopole magnetyczne odkryte!

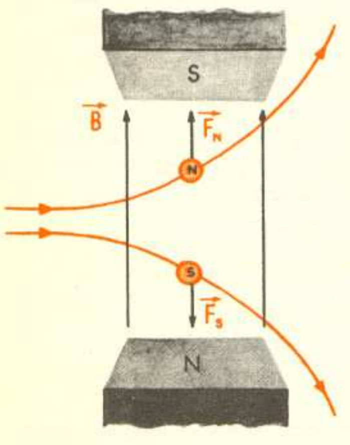
Dwa zające za jednym strzałem

Wszystkie ze znanych dotychczas cząstek elementarnych albo są magnetycznie obojętne, albo są obdarzone momentem magnetycznym, czyli — symbolicznie rzecz ujmując — stanowią układ dwóch biegunów magnetycznych, albo jeszcze inaczej: są dipolami magnetycznymi. Fizyka nie zna jednak zasad, które wykluczałyby możliwość istnienia cząstek obdarzonych pojedynczymi „ładunkami magnetycznymi" (symbolicznie: pojedynczymi biegunami magnetycznymi). Nazwano je monopolami magnetycznymi. Wszelkie ich poszukiwania nie dawały żadnych rezultatów. Aż oto...



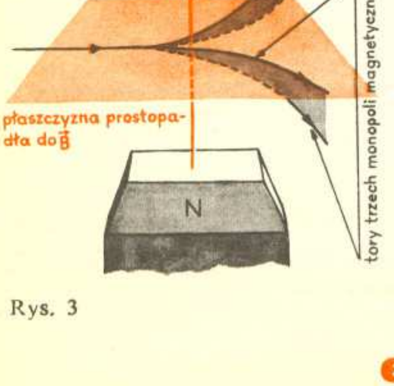
Rys. 1

Fakt nieznalezienia w przyrodzie pojedynczych monopoli magnetycznych skłaniał niektórych fizyków do wniosku, że cząstek takich w ogóle nie ma. Tych, którzy usiłowali je odkryć, uważali więc za maniaków. Nic dziwnego, że w takiej atmosferze maniacy zaczęli działać w konspiracji. W ścisłej tajemnicy zbudowali potężny akcelerator cząstek naładowanych, który przyśpieszał neutrony do energii tysiące razy przewyższającej energię uzyskiwaną w najpotężniejszych akceleratorach dotychczas stosowanych (zasady fizyczne i szczegóły konstrukcyjne tego nowego typu akceleratorów trzymane są w tajemnicy). Zbudowano dwa takie akceleratory. W każdym z nich rozpędzono wiązkę neutronów, po czym dwie takie wiązki skierowano jedną na drugą. Potwornie silne zderzenia czołowe działały w tym przypadku jak nóż, który niejako kroił neutrony na... nie, nie na połowy, lecz na... trzy części. Rzeczywistość okazała się bardziej skomplikowana, niż przypuszczano. Bo oto obok monopoli magnetycznych odkryto cząstki magnetycznie obojętne, to znaczy nie obdarzone żadnym „ładunkiem magnetycznym" (symbolicznie: biegunem magnetycznym). Zidentyfikować te cząstki było bardzo łatwo. O ile dipol magnetyczny ustawia się podobnie jak magnes w jednorodnym polu magnetycznym wzdłuż linii sił tego pola (rysunek 1), o tyle monopol magnetyczny jest przyciągany ku odpowiedniemu biegunowi elektromagnesu wytwarzającego pole magnetyczne (rysunek 2), podobnie jak ciało naładowane elektrycznie porusza się ku jednej z elektrod wytwarzających pole elektryczne. Cząstka obdarzona południowym biegunem magnetycznym będzie więc dążyć do północnego bieguna elektromagnesu, cząstka obdarzona północnym biegunem magnetycznym — do południowego bieguna elektromagnesu, a cząstka magnetycznie obojętna nie będzie przyciągana (ani odpychana) przez żaden z biegunów elektromagnesu.



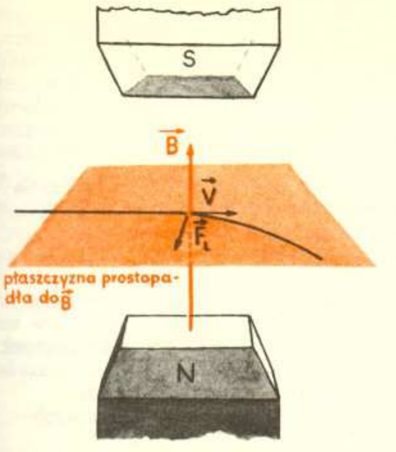
Rys. 2

Nie od razu jednak cząstki te zidentyfikowano, gdyż zachowywały się w sposób bardziej złożony. Wszystkie, nawet te magnetycznie obojętne, poruszały się w polu magnetycznym po zakrzywionym torze. I to jak zakrzywionym! Ani do biegunów elektromagnesu, ani w płaszczyźnie prostopadłej do linii sił pola magnetycznego (rysunek 3). Postawiono więc hipotezę: monopole oraz cząstki magnetycznie obojętne muszą być obdarzone też ładunkami elektrycznymi. Cząstka, która ma tylko ładunek elektryczny, zakrzywia swój bieg w polu magnetycznym pod działaniem siły Lorentza, prostopadłej i do jej prędkości, i do kierunku linii sił pola magnetycznego (rysunek 4). Skoro monopol porusza się w tak skomplikowany sposób, wobec tego musi nań działać siła Lorentza, zakrzywiająca jego ruch w kierunku leżącym w płaszczyźnie prostopadłej do linii sił pola magnetycznego, oraz siła przyciągania (i odpychania) magnetycznego, zakrzywiająca jego ruch w kierunku jednego z biegunów elektromagnesu.



Rys. 3

Dokładne pomiary w dodatkowych eksperymentach pozwoliły wyznaczyć wartości i „ładunków magnetycznych" monopoli, i ich ładunki elektryczne. Wartości „ładunków magnetycznych" na razie nie podano. Zaskakujące są jednak wyniki pomiarów ładunku elektrycznego monopoli. Bo oto okazało się, że cząstka magnetycznie obojętna ma ładunek elektryczny wynoszący... $-1/3e$, cząstka



Rys. 4

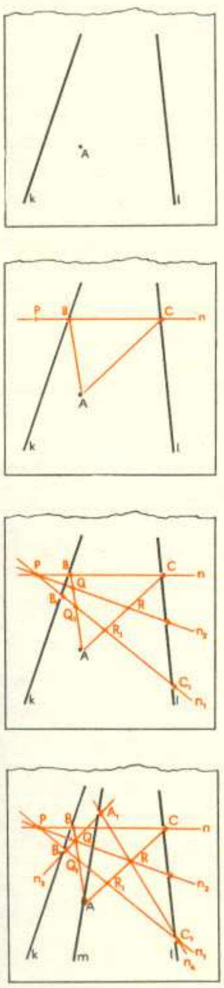
obdarzona biegunem północnym także $-1/3e$, obdarzona zaś biegunem południowym $+2/3e$, gdzie e, to ładunek elementarny, uważany dotychczas za najmniejszą możliwą porcję ładunku elektrycznego.

Cóż to za cząstki? Są to istniejące dotychczas jedynie w wyobraźni fizyków kwarki, czyli cząstki subelementarne, z których — zgodnie z hipotezą Gell-Manna i Zweiga — powinny składać się silnie oddziaływające cząstki elementarne. Ich masa, jak wynika z dalszych pomiarów, kilkadziesiąt razy przewyższa masę neutronu. Czy są trwałe — jeszcze nie wiadomo.

Tak więc w jednym eksperymencie (a właściwie ich serii) dokonano za jednym zamachem podwójnego odkrycia: monopoli magnetycznych i kwarków, przy czym okazało się, że są to te same cząstki! Trudno przecenić znaczenie tego sensacyjnego odkrycia. Dalsze eksperymenty są w toku. W każdym razie od dziś można już uważać, że neutron to trójka trzech kwarków, z których dwa są jednocześnie monopolami obdarzonymi przeciwnymi „ładunkami magnetycznymi" (potocznie: biegunami magnetycznymi), a trzeci jest magnetycznie obojętny.

Z. P.

Tylko linijką



Rozważmy następującą sytuację: na kartce papieru narysowane są dwie proste nierównoległe k i l. Proste te nie przecinają się. Jak to może być? Ano tak, ża kartka jest zbyt mała, aby punkt przecięcia k i l znalazł się na niej. Weźmy jeszcze pod uwagę punkt A, leżący „między" k i l. Zadanie polega na tym, by przez punkt A poprowadzić prostą m, współpękową z k i l, to znaczy przechodzącą przez punkt przecięcia tych prostych. Ale przecież tego punktu nie mamy! A do dyspozycji dano nam tylko linijkę.

Oczywiście można by powiększyć kartkę (np. doklejając do niej następną). Rzecz w tym jednak, że zadanie jest wykonalne i bez takich ułatwień. Jak? Spróbujmy rysować; może zdarzy się, że narysujemy akurat to, co trzeba.
Poprowadźmy na początek prostą n, nie przechodzącą przez A i przecinającą (na kartce!) proste k i l odpowiednio w punktach B i C. Obierzmy (również na kartce!) punkt P leżący na n, a nie należący do odcinka $\overline{BC}$. Przez ten punkt poprowadźmy prostą n_1 (różną od n), która przecina (też na kartce!) proste k i l (w punktach B_1 i C_1) oraz odcinki $\overline{AB}$ i $\overline{AC}$ (w punktach Q_1 i R_1). Aby powiększyć bałagan, poprowadźmy jeszcze jedną prostą — n_2 (różną od n_1) — również przez punkt P tak, by przecinała odcinki $\overline{Q_1B}$ i $\overline{R_1C}$ (w punktach Q i R). Jakby tego było mało, narysujmy jeszcze prostą n_3 przechodzącą przez B_1 i Q oraz prostą n_4 przez C_1 i R. Czy proste n_3 i n_4 przecinają się na kartce? Jeśli nie, to trzeba prostą n_2 zastąpić inną, leżącą „bliżej" prostej n_1, i zgodnie z tym zmienić punkty Q i R, a więc i proste n_3 i n_4.
Teraz już proste n_3 i n_4 przecinają się (na kartce) w punkcie A_1. Poprowadźmy jeszcze prostą przez punkty A i A_1. Oznaczmy ją m. Jak to? To jest właśnie szukana prosta? A dlaczego?

Właśnie, dlaczego? Odpowiedź na to pytanie znaleźć można w każdej książce traktującej o geometrii rzutowej (hasło *Desargues*). Tym, którzy odpowiedź znajdą, polecamy jako zadanie wykonanie analogicznej konstrukcji dla punktu A, nie leżącego „między" k i l.

M.

Rozwiązanie — Gry

Zad. 2. Jeśli D stosuje strategię $(x, 1-x)$ a N — strategię $(y, 1-y)$, to wygraną D jest $z = y \cdot z_1(x) + (1-y) \cdot z_2(x)$. Jeśli więc $x = 2/3$, to $z = y \cdot z_1(2/3) + (1-y) z_2(2/3) = y \cdot 1 + (1-y) \cdot 1 = 1$, co dowodzi tezy. Dla gracza N — analogicznie.