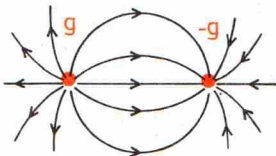


sprowadza się do tego, że protony, neutrony i wiele innych cząstek zwanych hadronami (jak powiedzieliśmy znamy już kilkaset hadronów) wydają się być zbudowane z trzech lub czterech podstawowych cząstek nazwanych kwarkami. W każdym razie taki obraz struktury wewnętrznej hadronów zdają się sugerować tysiące przeprowadzonych dotąd doświadczeń. Nie ma wśród nich jednak najważniejszego doświadczenia, jakim byłoby zaobserwowanie swobodnego kwarku. Nawet bombardowanie protonów cząstkami o gigantycznych energiach nie doprowadziło do rozbicia struktury wewnętrznej na oddzielne kwarki. Atomy składają się z jąder i elektronów, jądra atomowe z protonów i neutronów i tory tych cząstek (z wyjątkiem neutralnego elektrycznie neutronu) obserwujemy w naszych doświadczeniach. A kwarków wciąż nie ma. Czyżby istniały one wyłącznie wewnątrz hadronów? Jeśli tak, to jaka siła wiąże je w struktury, których nie można rozbić? Otóż okazuje się, że gdyby kwarki miały niezerowy ładunek monopolowy, mogłyby być to zwykła siła przyciągania elektromagnetycznego.



Jak widzieliśmy poprawność teorii wymaga, żeby ładunek monopolowy był ogromny, dziesięć razy większy niż odpowiednia stała oddziaływania między protonami i neutronami w jądrze atomowym. Tak więc na rozerwanie dipola magnetycznego (patrz rysunek) trzeba by wykonać pracę znacznie większą niż praca wykonywana przy rozbiciu jądra. Energia „jonizacji” takiego dipola byłaby ogromna. A co ze stosunkowo małą w tej skali energią oddziaływania protonów z neutronami. Otóż w opisywanej sytuacji hadrony byłyby właśnie dipolami, a czasem tripolami magnetycznymi z sumarycznym ładunkiem monopolowym równym zero. Już z praw fizyki klasycznej (niekwantowej) wynika, że na odległościach dużych w porównaniu z rozmiarami dipoli działałaby na nie znacznie mniejsza siła, podobnie jak to ma miejsce dla dwóch dipoli elektrycznych. W mniejszych odległościach, na których widać już oddzielne dyony siła znacznie szybko rośnie. W ten sposób moglibyśmy wytłumaczyć bardzo ważną własność sił jądrowych, a mianowicie wyjątkowo krótki zasięg ich działania. Mówiąc o oddziaływaniach dwóch dipoli magnetycznych posługiwaliśmy się elektrodynamiką klasyczną. Tymczasem przy tak silnych oddziaływaniach i małych odległościach świat przestaje być klasyczny i właściwym językiem do opisu powinna być elektrodynamika kwantowa. Jednak nawet wtedy jakościowe cechy opisanego obrazu oddziaływania nie zmieniają się. Dobrą analogią może być tu zagadnienie oddziaływań międzycząsteczkowych, którego nie da się rozwiązać bez pomocy równań fizyki kwantowej. Obojętne elektrycznie cząsteczki chemiczne przyciągają się stosunkowo słabymi i krótkozasięgowymi siłami, chociaż elektrony i jądra oddziałują między sobą siłami silniejszymi o zasięgu nieskończonym. Niestety konieczność stosowania metod fizyki kwantowej do opisu oddziaływania dużych ładunków bardzo utrudnia praktycznie wszystkie obliczenia. Sprowadzenie wszystkich oddziaływań silnych do znanych dobrze oddziaływań elektromagnetycznych byłoby bardzo miłym gestem ze strony przyrody. Nawet jednak na tak dobrze znanym terenie ładunków, monopoli i magnesów nie potrafimy sobie dobrze radzić, gdy oddziaływania między nimi są za silne. I dlatego wszystkie powyższe rozważania o kwarkach — dyonach należy ciągle jeszcze traktować jako zbiór ciekawych hipotez, a nie jako matematycznie niesprzeczną teorię fizyczną.

Na zakończenie spróbujemy odpowiedzieć na pytanie: Czy możliwa jest sytuacja, w której monopole w ogóle nie mogłyby opuścić hadronów? Nawet przy dostarczeniu im największych energii. Okazuje się, że tak. W dipolu magnetycznym linie sił pola magnetycznego rozchodzą się po całej przestrzeni (patrz rysunek). Mówimy, że taka sytuacja jest najdogodniejsza energetycznie, energia pola jest wtedy minimalna. Możemy jednak, włączając dodatkowe oddziaływania, np. z pewnymi hipotetycznymi nowymi cząstkami, zmienić warunki energetyczne. Przebieg linii sił zmieni się wtedy. Okazuje się, że można tak dobrać te dodatkowe oddziaływania, żeby najkorzystniejsza energetycznie była sytuacja, w której linie sił zajmują jak najmniejszą objętość. Tworzą one wtedy jakby wąską rurkę rozciągającą się między monopolami. W rurce tej gęstość linii jest ogromna, a pole magnetyczne jednorodne. Na dyony działa wtedy nie zależąca od odległości stała siła. Na rozerwanie ich (oddalenie na odległość nieskończoną) trzeba teraz wykonać nieskończoną pracę. Taka rurka z polem przypominająca strunę, na której końcach umieszczone są kwarki, ma szereg bardzo ciekawych własności. Przekracza to jednak ramy tego i tak długiego artykułu.



## WYNIKI KONKURSU WAKACYJNEGO

Teoria tęczy została przedstawiona w Delcie nr 10, 1975 i teraz dla wszystkich jest chyba oczywiste, jakie błędy popełnił Wacław Szymanowski. Prawie wszyscy uczestnicy konkursu trafnie zauważyli, że układ barw tęczy na reprodukowanym obrazie jest odwrócony w porównaniu z barwami obserwowanymi w rzeczywistości i że Słońce, środek okręgu tęczy i obserwator (bez względu na to, gdzie umieszciliby siebie w tej roli) nie leżą na obrazie w jednej płaszczyźnie. Znacznie mniej Czytelników zwróciło uwagę na to, że namalowany luk tęczy nie jest częścią okręgu. Dwie osoby oceniły wysokość Słońca na podstawie długości cienia kobiety. Wprawdzie ocena taka jest wątpliwa ze względu na skrót perspektywny oraz niejasną interpretację kształtu cienia, ale wydaje się, że rzeczywiście Słońce dające taki cień jak na obrazie ma wysokość znacznie większą niż  $42,5^\circ$ . Jeżeli tak jest, to nawet w lekko pofalowanym terenie tęczy w ogóle nie moglibyśmy zobaczyć. Chcielibyśmy jeszcze zwrócić uwagę, że tęcza nie musi, jak sądzą niektórzy Czytelnicy, dochodzić do samego horyzontu. Zależy to od rozmieszczenia chmur deszczowych czy też mgły.

Nagrody książkowe otrzymują: Anna Bęc — Sandomierz, Marek Szyjewski — Częstochowa, Wiesława Towińska — Grodzisk Maz., Robert Tridl — Puławy i Bronisław Zajac — Jastrzębie.  
Nagrody wysyłamy pocztą.