

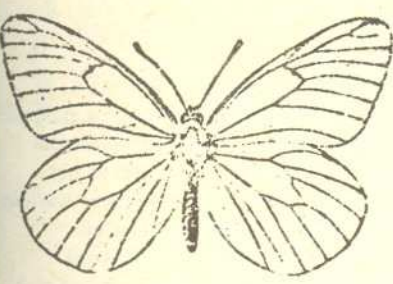
Dla fizyka, który bada zjawiska, mniej lub bardziej rygorystycznie opisując je w terminach przestrzeni i czasu, podstawowego znaczenia nabierają własności symetrii czasoprzestrzeni, o której powiedzieć możemy obrazowo, że staje się areną dla zachodzących zjawisk, ale też ma w nich swój udział. Dokonajmy obrotu układu odniesienia w przestrzeni. Wynikiem tej transformacji jest zmiana współrzędnych punktów przestrzeni. Uzasadniony wydaje się pogląd, że w wyniku tej operacji nie powinny ulec zmianie własności przestrzeni określone przez zjawiska fizyczne w niej zachodzące. Ponieważ z obrotem wiąże się zmiana wybranych kierunków w przestrzeni, poprzednie stwierdzenie jest równoważne z nadaniem przestrzeni izotropowości, tzn. równouprawnienia w niej wszystkich kierunków. Jest intuicyjnie oczywiste, że wobec tego żadne ciało nie może zmienić stanu ruchu bez ingerencji czynników zewnętrznych; nie mogą też w tych warunkach wystąpić zmiany momentu pędu ciała poruszającego się ruchem obrotowym. W ten sposób, intuicyjnie, zasada zachowania momentu pędu odniesiona zostaje do podstawowej własności przestrzeni, jej izotropowego charakteru. Zawartą w przedstawionym rozumowaniu myśl można sformułować bardziej elegancko. Powiedzieliśmy, że w wyniku operacji obrotu ulegają zmianie współrzędne punktów materialnych układu fizycznego. Czy zatem prawa fizyki wyrażone w tych przekształconych współrzędnych mają taką samą formę jak poprzednio? Czy są one *niezmiennicze* względem takiej transformacji? Jeżeli odpowiedź jest twierdząca, to poddając układ współrzędnych transformacji obrotu otrzymujemy taki sam opis zjawisk. Odpowiada to, zgodnie z przyjętą definicją, symetrii obrotowej przestrzeni. W ten sposób rozszerzamy ilość podstawowych pojęć do trzech, wiążąc je między sobą w następujący łańcuch

*niezmienniczość ze względu na obroty — symetria obrotowa —
— zasada zachowania momentu pędu.*

Łańcuch taki nie jest jedynym w fizyce. Inne symetrie i niezmienniczości prowadzą także do odpowiednich praw zachowania (pędu, energii, parzystości). Uogólniając ten wniosek wypowiemy twierdzenie należące do Emmy Noether, stanowiące jeden z najelegantszych środków badawczych współczesnego fizyka:

Jeżeli jakkolwiek izolowany układ fizyczny jest niezmienniczy ze względu na określone transformacje, to obowiązują w nim pewne prawa zachowania. Chcę podkreślić, że fizycy w ostatnich dziesiątkach lat w pełni zdali sobie sprawę z fundamentalnego znaczenia tego prawa. Dzięki swojej ogólności ma ono zastosowanie w mechanice klasycznej i kwantowej i stanowi piękny przykład postępującej unifikacji różnych gałęzi fizyki.

E. Noether udowodniła to twierdzenie w 1916 roku. Znaleźć je można także w pracach D. Hilberta i F. Kleina.



Zadania

Redaguje mgr Andrzej MAKOWSKI

M 124. Udowodnić, że jeżeli czworokąt wypukły ma oś symetrii, to albo można na nim opisać okrąg, albo można weń wpisać okrąg. Rozwiązanie na str. 16

M. 125. Niech X będzie dowolnym zbiorem niepustym. Udowodnić, że jeżeli funkcja $f: X \times X \times X \rightarrow R$ spełnia warunek

$$\bigwedge_a \bigwedge_b \bigwedge_c f(a, b, c) \leq f(b, a, c) \leq f(b, c, a),$$

to dla dowolnej permutacji σ zbioru $\{1, 2, 3\}$ zachodzi równość

$$f(x_1, x_2, x_3) = f(x_{\sigma(1)}, x_{\sigma(2)}, x_{\sigma(3)}).$$

Rozwiązanie na str. 17

M 126. Niech $\varphi(n)$ będzie liczbą liczb naturalnych względnie pierwszych z n i nie przekraczających n . Udowodnić, że jeżeli $n > 2$, to $\varphi(n)$ jest liczbą parzystą. Rozwiązanie na str. 17

Redaguje dr Waldemar GORZKOWSKI

F 42. Dwadzieścia jednakowych odcinków drutu oporowego połączono w „dwunastościan” pokazany na rysunku. Opór każdego odcinka drutu wynosi r . Do przeciwległych wierzchołków A i B podłączono źródła prądu. Wyznaczyć opór zastępczy R_{AB} dwunastościanu. Rozwiązanie na str. 15

