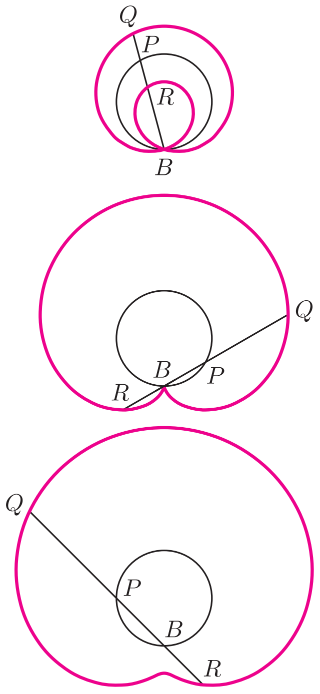
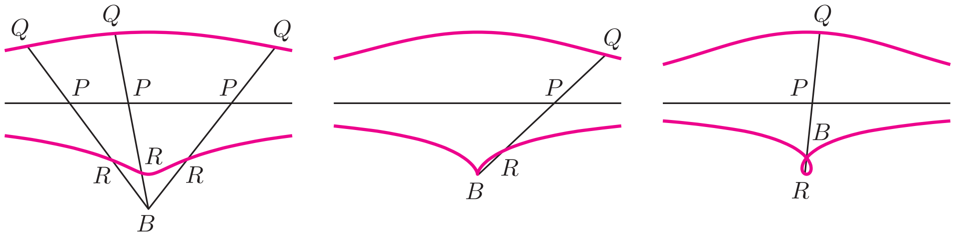
Ślimak Pascala



Jeśli, mając na płaszczyźnie jakąś krzywą, ustalimy sobie dodatkowo jeszcze jakiś punkt B (dalej będzie się nazywał biegunem ślimaka) i jakąś liczbę dodatnią ρ (promień ślimaka), to możemy narysować ślimaka danej krzywej (inna nazwa to *konchoida*; gr. *konche*, łac. *concha* – muszla). Polega to na tym, aby każdy punkt P krzywej zastąpić dwoma innymi, Q i R: na prostej łączącej B z P, po obu stronach P odkładamy odcinek o długości ρ. W ten sposób powstają dwie nowe krzywe, które łącznie nazywa się właśnie ślimakiem lub konchoidą.

Ślimak Pascala to taki ślimak okręgu, którego biegun leży na tym okręgu. W zależności od promienia ślimaka może on przybierać różne kształty, pokazane na marginesie.

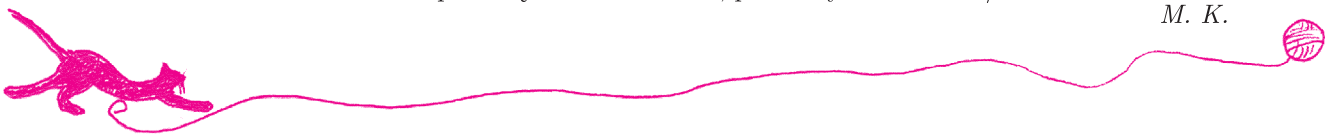
Co ciekawe, ślimak Pascala nie ma dwóch części, tylko jedną, choć np. ślimak prostej (zwany konchoidą Nikomedesa) jest zawsze w dwóch kawałkach.



Środkowy ślimak Pascala, czyli ten, dla którego ρ jest równe średnicy okręgu, to *kardioida*, którą można uzyskać też jako tor punktu okręgu toczącego się po okręgu o tym samym promieniu.

Dysponując możliwością rysowania ślimaków (sądzę, że bardzo prosty przyrząd do ich rysowania Czytelnik sam obmyśli), można wykonać szereg konstrukcji niewykonalnych cyrklem i linijką, np. trysekcję dowolnego kąta. Jak to zrobić za pomocą ślimaka Pascala, pisaliśmy w *Delcie* 11/1996.

M. K.



Kot Schrödingera

Związek między światem mikroskopowym a makroskopowym jest fundamentalnym zagadnieniem teorii pomiaru kwantowego. W idealnym modelu pomiaru oddziaływanie między pomiarowym urządzeniem makroskopowym („miernik") a systemem mikroskopwym („atom") powoduje ich *splątanie* i powstanie stanu kwantowej superpozycji układu „miernik + atom". Taka superpozycja nie jest jednak nigdy obserwowana. Schrödinger zilustrował ten problem, biorąc kota zamiast „miernika" i rozważając superpozycję dwóch stanów kota: martwy lub żywy (taki obrazek jest wprawdzie tylko pewnego rodzaju metaforą, ale kwantowe superpozycje obejmujące stany pomiarowe są często nazywane po prostu **kotami Schrödingera**).

Wyobraźmy sobie duże zamknięte pudło o nieprzenikliwych ścianach. W środku znajduje się kot i licznik Geigera z pewną ilością promieniotwórczej substancji. Substancja ta może z prawdopodobieństwem 1/2 ulec rozpadowi lub nie. Jeśli nastąpi rozpad, to wyładowanie w liczniku Geigera uruchomi młotek rozstrzaskujący fiolkę z cyjankiem potasu. Z zewnątrz wiemy tylko tyle, że kot jest martwy lub nie, a więc że znajduje się w superpozycji stanów $|\text{żywy}\rangle$ i $|\text{martwy}\rangle$. Dopiero dokonując pomiaru – czyli otwierając pudło, możemy dokonać redukcji tego stanu i znaleźć kota żywego bądź martwego. Jednak czy naprawdę można stosować procedury kwantowe do tak wielkiego i złożonego układu jak kot? Przecież od pewnego poziomu złożoności muszą przestać obowiązywać prawa mikroskopowe, ustępując makroskopowym – w których nie ma miejsca na stwierdzenia typu „kot znajduje się w liniowej superpozycji stanów $|\text{żywy}\rangle$ i $|\text{martwy}\rangle$" – bo jak z punktu widzenia codziennego doświadczenia można mówić o współistnieniu życia i śmierci? Czy istnieje więc jakaś granica stosowalności mechaniki kwantowej? To zagadnienie stanowi istotę tzw. *paradoksu kota Schrödingera*.

Paradoks ten wyjaśnia się w ten sposób, że złożone stany kwantowe nie mogą być opisywane za pomocą *stanów kwantowych*, a raczej tak zwanej *macierzy gęstości*, która uwzględnia klasyczne prawdopodobieństwa i kwantowe amplitudy. I cały problem kota zostaje zredukowany do zagadnienia ze zwykłej, niekwantowej fizyki statystycznej.

E. Cz.