

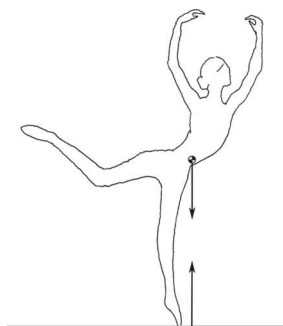


mała delta

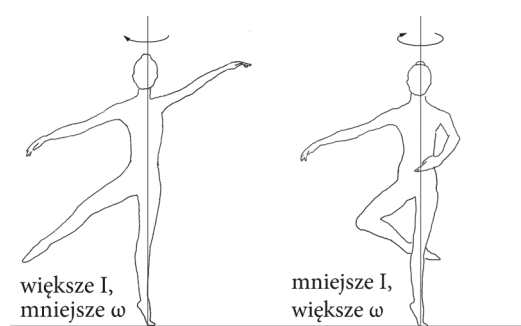
Fizyka tańca

Co fizycy robią „po godzinach”? Różnorodność odpowiedzi na to pytanie jest pewnie taka jak w innych grupach zawodowych. Naukowcy mogą jednak mówić o swoich pasjach, używając języka „pracowego”. Tak właśnie powstał wykład poświęcony fizyce tańca, którym włączyłam się w cykl imprez Festiwalu Nauki i którego kilka urywków chciałabym Czytelnikom *Delty* przedstawić.

Ciało tancerza to obiekt fizyczny jak każdy inny, ma więc masę, bezwładność, i tak samo jak na zsuwający się po równi pochyłej klocek działa na nie siła grawitacji przyłożona w środku ciężkości i skierowana pionowo do dołu oraz siła reakcji podłoża. Aby tancerz nie przewrócił się, wykonując jakąś przepiękną pozę, siły te muszą się zrównoważyć, a punkt podparcia powinien znajdować się bezpośrednio pod środkiem ciężkości (rys. 1). Tęgo samego wymaga równowaga pary tancerzy: w tym przypadku trzeba uwzględnić również siły nacisku i reakcji partnerów na siebie. W tańcu lubimy jednak nie tylko piękne pozy finałowe, ale przede wszystkim ruch: skoki i obroty. Tu znowu działa prosta fizyka: aby wprawić się w obrót, należy zmienić swój moment pędu, korzystając z siły tarcia podczas odepchnięcia się od podłogi. Z zasady zachowania momentu pędu wynika, że aby zwiększyć prędkość kątową i obracać się jeszcze szybciej, trzeba zmniejszyć swój moment bezwładności. Pomiedzy występami można się przyłożyć do odchudzania, ale jeśli jesteśmy właśnie w trakcie piruetu, pomaga przyciągnięcie rąk do ciała albo uniesienie nogi bliżej tułowia (rys. 2).



Rys. 1

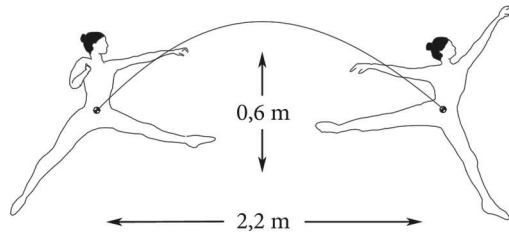


Rys. 2

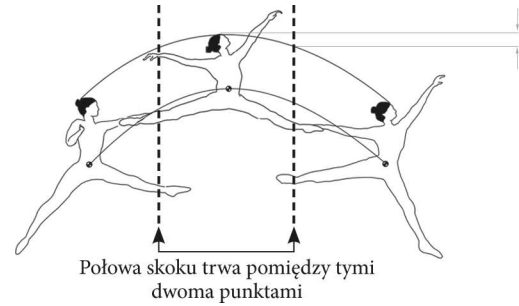
Wykonanie skoku wymaga pokonania siły grawitacji przez odepchnięcie się od podłogi. Podskoczyć będzie nam łatwiej, jeśli najpierw ugniemy kolana (pozycja *plié*), bo siła odpychająca będzie działała przez dłuższy czas. Sam czas trwania podskoku zależy tylko od jego wysokości. Okazuje się, że muzyka nie powinna grać zbyt wolno – aby utrzymać się w powietrzu o 10% dłużej, trzeba podskoczyć o około 20% wyżej, co nie każdy potrafi. Nie powinna jednak też grać zbyt szybko, bo nie zdążymy skoczyć na tyle wysoko, aby w powietrzu wyprostować stopy do pozycji *point* i nie będzie pięknie...

Oczywiście, skoki nie muszą być w miejscu. Taki Błękitny Ptak w „Śpiącej Królownie” Czajkowskiego potrafi przelecieć przez całą scenę, używając sprytnego triku. Podczas skoku w dal z rozłożonymi do szpagatu nogami ruch tancerza ma składową pionową i poziomą, a jego środek ciężkości porusza się po paraboli (rys. 3). Widz skupia jednak swój wzrok nie na tym nieszczęsnym środku, lecz na twarzy (głowie) tancerza. Jeśli ten w odpowiednim momencie odchyli głowę do tyłu i wyciągnie ramiona, to uzyska złudzenie,

jakby głowa płynęła poziomo w powietrzu, ponieważ jej wysokość przez połowę czasu trwania skoku zmieni się bardzo niewiele (rys. 4). Złudzenie to wykorzystuje podczas bardzo widowiskowej sekwencji skoków *grand jeté en tournant*, niesamowity Maksim Wojtiul, solista naszego Baletu Narodowego, który skacze, leci, płynie i wiruje po całej scenie niczym bajkowy Ptak.

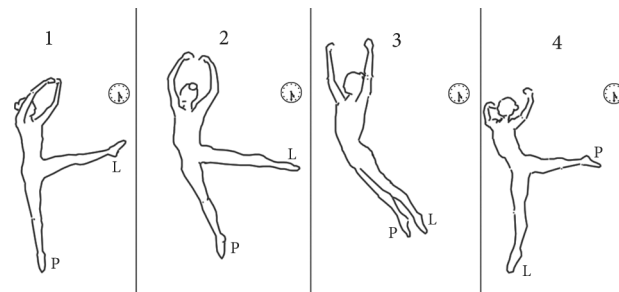


Rys. 3



Rys. 4

Sama zmiana sposobu obracania ciała jako całości wyłącznie w powietrzu nie jest możliwa – tancerz może zmienić kierunek ruchu jedynie podczas krótkich momentów kontaktu stóp z podłożem. W skoku *jeté* z obrotem o 180° lub 360° moment pędu przenoszony jest między częściami ciała tancerza dzięki temu, że w maksimum skoku ramiona zostają wyrzucone do góry, nogi zaś łączą się, przyspieszając obrót (rys. 5). Tancerz ląduje potem na drugiej nodze i szybko odpycha się od podłogi, aby wykonać kolejny obrót.



Rys. 5



Wszystkie te rozważania można uogólnić na ruch pary albo i większej grupy tancerzy. Trzeba pamiętać, że dochodzą wtedy oddziaływania wzajemne: partner może nam w tańcu ułatwić obrót, pomóc w utrzymaniu równowagi, podnieść – a więc ułatwić skok. Może też, niestety, przeszkadzać, jeśli nie dysponuje odpowiednią techniką albo po prostu nie zsynchronizuje swoich działań z naszymi. . . Tancerze na ogół nie rozrysowują swoich pozycji na papierze (ani w wyobraźni) za pomocą wektorów sił, pędów i przyspieszeń. Im wystarczy intuicja i talent – a jednak okazuje się, że doskonale wiedzą, co należy zrobić, aby w rządzonej przez fizykę świecie taniec udał się zgodnie z jej prawami.

Co jednak ma zrobić fizyk, jeśli chce tańczyć tak, by jego taniec był nie tylko sekwencją kroków i obrotów, ale miał „to coś”? Myślę, że warto po prostu uruchomić wyobraźnię i odwołać się do tego, co nas, nomen omen, kręci i pasjonuje, na przykład do zdobyczy fizyki XX wieku: teorii względności, kwantów, cząstek elementarnych. Kiedy (po godzinach!) tańczę tango argentyńskie, w którym bardzo charakterystyczne są zmiany tempa, spowolnienia i wstrzymania, a ta sama sekwencja kroków może trwać różną liczbę bitów w zależności od inwencji prowadzącego, to wydaje mi się, jakby czas płynął coraz wolniej. To zupełnie jak w silnym polu grawitacyjnym w pobliżu czarnej dziury, której fizykę badałam rano w pracy! Zajmuję się bowiem rentgenowskimi układami podwójnymi, w których czarne dziury tańczą sobie w parach ze zwykłymi gwiazdami. Obowiązuje tam przecież taka sama fizyka jak w tańcu: równowaga sił, zachowanie pędu, zachowanie momentu pędu (bo się kręcą, a jakże!) i ogólna teoria względności.