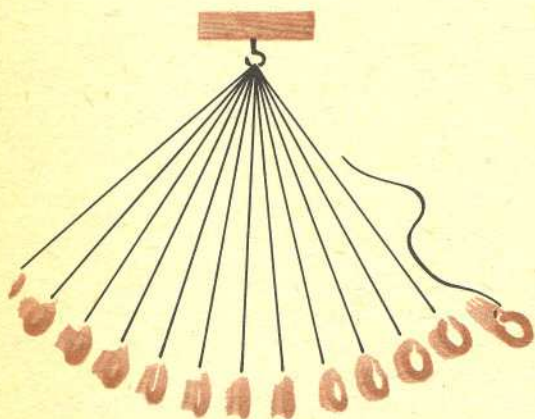


delta mała delta

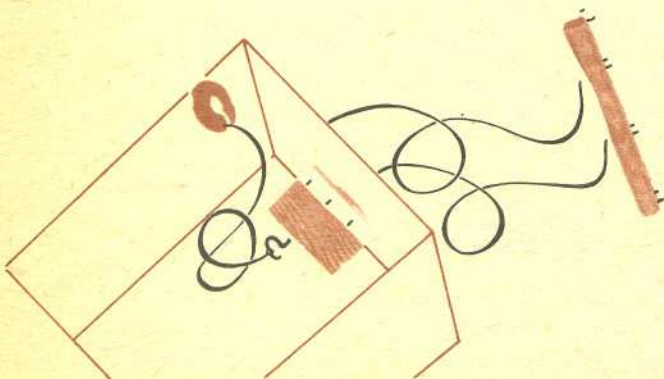


Pozbawieni ciężaru

Upuszczone na ziemię rozhuśtane wahadło przestaje się wahać w czasie spadania. Aby się o tym przekonać, przywiązujemy mały, ciężki przedmiot, np. nakrętkę do śruby, na końcu nitki o długości około 10 cm, chwytamy za drugi koniec nitki, drugą ręką popychamy przedmiot i, po zaobserwowaniu kilku równomiernych wahnień, wypuszczamy nitkę z palców z wysokości co najmniej 2 m. Zobaczymy wyraźnie, że w trakcie spadania ruch wahadłowy ustaje. Nic w tym dziwnego, powiecie. Przecież ruch wahadłowy może odbywać się tylko wtedy, gdy wahadło na czymś wisi. Po upuszczeniu przestało wisieć, to i wahań nie ma.

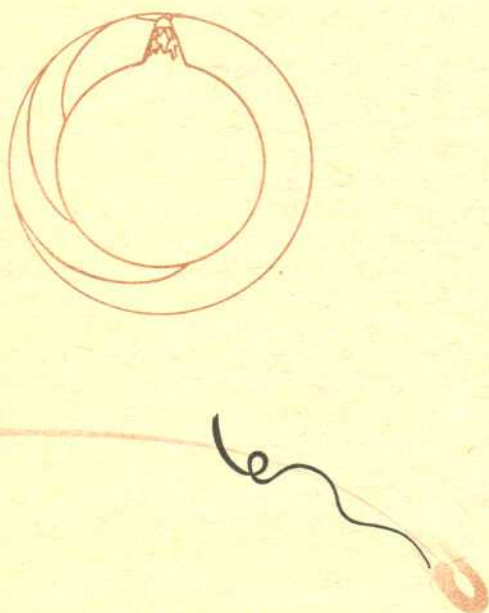
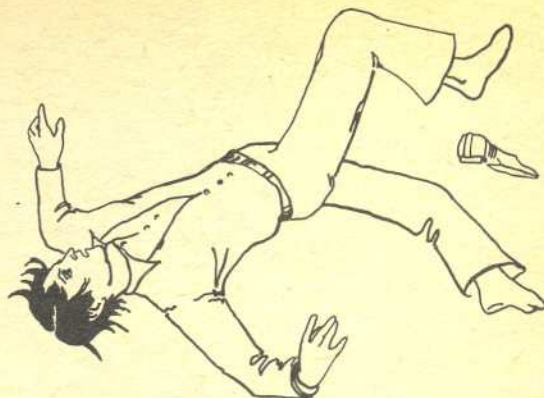
Przymocujmy więc swobodny koniec nitki do dużego klocka. Teraz wahadło wisi na klocku, który trzymamy w ręce. Pozostaje tylko rozhuścić i puścić (bez rzucania!). Wahanie i tym razem ustaje, chociaż teraz zadaliśmy o to, by zawieszenie (klocek) spadało razem z wahadłem.

Najbardziej uparci powiedzą, że wahadło wprawdzie wisi na klocku, ale klocek przestał wisieć. Dla tych mamy jeszcze jedno doświadczenie. Mocujemy nitkę wewnątrz dużego kartonowego pudełka tak, żeby było w nim wystarczająco dużo miejsca na swobodny ruch wahadła. Znow po upuszczeniu nie waha się, prawda? Wreszcie możemy poprosić starszego brata, żeby zeskoczył (bez odbijania się) wraz z wahadłem z wysokości około 1,5 m (niżej nic nie zdążymy zobaczyć).



Po wykonaniu tych wszystkich doświadczeń łatwo uwierzemy, że nie ma zupełnie żadnego znaczenia, na czym wisi wahadło: na klocku, ręce, wewnątrz pudełka czy rakiety kosmicznej. Jeżeli tylko miejsce zawieszenia spada bez przeszkód na ziemię razem z wahadłem, to nie ma ruchu wahadłowego. I to żadnego rodzaju. Jaki stąd wniosek? Ano, że podczas spadania nic na niczym nie wisi. Ani wahadło na klocku, ani klocek na wahadle. Zastanówmy się, co to znaczy, że wahadło na czymś wisi. Oczywiście nic innego jak to, że napina nitkę i usiłuje urwać się z miejsca zawieszenia. A to z kolei znaczy, że ciężarek przywiązany do nitki waży. Nic takiego nie obserwujemy jednak podczas spadania. Nitka nie jest w najmniejszym nawet stopniu napięta i ciężarek po prostu nic nie waży.

A ponieważ stwierdziliśmy, że np. w spadającej rakiecie kosmicznej nic nie wisi na niczym, więc wewnątrz tej rakiety nic nie ma wagi. Znajdujący się w niej ludzie również nie odczuwają swej wagi. Łatwo to zrozumieć, jeżeli uprzytomnimy sobie, że na Ziemi odczuwamy swój ciężar tylko dlatego, że wszystkie części ciała wiszą jedne na drugich. Ręka wisi na tułowiu i opuszczona swobodnie ciągnie do Ziemi, a rozhuśtana także przypomina wahadło. Tułów z kolei oparty jest poprzez nogi na podłodze. Gdyby ją usunąć, czego nikomu nie życzę, znikłyby wszystkie punkty zawieszenia, nic by niczego nie ciągnęło i przestalibyśmy ważyć. Odpowiednie doświadczenie można wykonać również przy pomocy przygotowanego poprzednio pudełka kartonowego z zawieszonym wewnątrz wahadłem. Odwracamy pudełko „do góry nogami”, prostujemy wahadło pionowo w górę i całość upuszczamy (bez kolegi nie dajmy sobie chyba rady). Ciężarek nie spada na podłogę pudełka. Podobnie kosmonauta może swobodnie unosić się wewnątrz spadającej bez przeszkód rakiety.

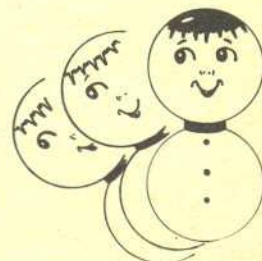
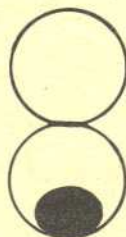


A dlaczego odkryty przez nas stan nieważkości występuje również wewnątrz satelity krążącego dokoła Ziemi? Przecież satelita ten nie spada.

Wykonajmy jeszcze jedno doświadczenie. Powtórzmy lub wyobraźmy sobie, że powtarzamy którekolwiek z opisanych poprzednio doświadczeń (nie radzę jednak skakać z wysokości 1,5 m), upuszczając wahadło z okna rozpędzonego pociągu. Wprawdzie silny wiatr zakłóci wtedy obserwację, ale łatwo uwierzyć, że istota zjawiska nie zmieni się. Wahadło przestanie się wahać, tyle tylko, że nie spadnie pionowo, ale po pewnej krzywej. Spadnie tym dalej, im szybciej jechał pociąg. Wiemy jednak, że Ziemia jest kulą. Jeżeli więc rozpędzimy w jakiś sposób wahadło do większej prędkości, to spadnie ono dalej: w odległości 20 m, 1 km, w Paryżu, Ameryce, Azji i wreszcie okrąży kulę ziemską. Opór powietrza (ten wiatr w pociągu) bardzo to wszystko skomplikuje. Jednak pozostaje faktem, że każdy rzut wahadła z dowolną prędkością daje taki sam rezultat, jaki obserwowaliśmy podczas zwykłego upuszczenia na ziemię. W każdym przypadku nic nie ma wagi. Po przekroczeniu zaś pewnej wartości prędkości rzutu (około 8 km/s) przedmiot nie powróci na Ziemię i będzie krążył wokół niej jako satelita. Stan nieważkości wcale wtedy nie ustanie.

Na zakończenie dwa pytania:

- (i) Znacie zabawkę zwaną Wańka-Wstańka? Jeżeli nie, to możecie ją zrobić: wystarczą dwie piłeczki pingpongowe — jedną przecinamy i do uzyskanej półkuli przymocowujemy kawałek ołowiu. Piłeczkę „nadzianą” ołowiem skleamy dokładnie za pomocą taśmy papierowej posmarowanej dowolnym klejem acetonowym. Po sklejeniu obu piłeczek Wańka gotowa, położona na podłodze zawsze wstaje. Rzucajcie ją w górę na różne sposoby nad czymś miękkim (bo się stłucze). Jak wyjaśnicie jej zachowanie podczas ruchu?
- (ii) W wodzie ważymy znacznie mniej, właściwie prawie wcale. Dlaczego stan ten nie ma nic wspólnego ze stanem nieważkości? Czy wszystko jest wtedy nieważkie?



Małą Deltę opracował: Michał Świącki