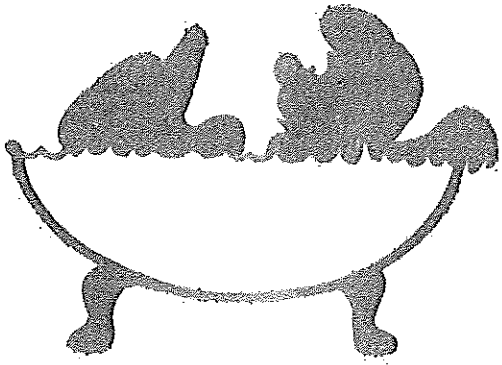
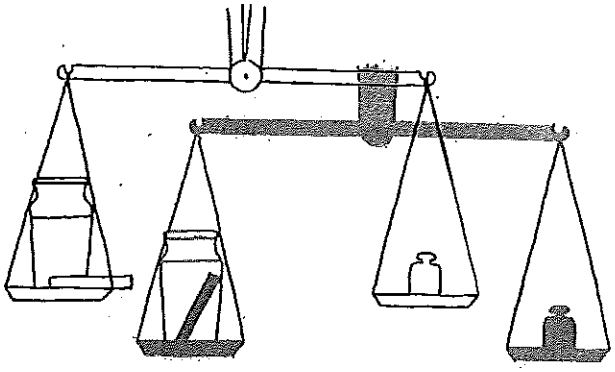
mała delta

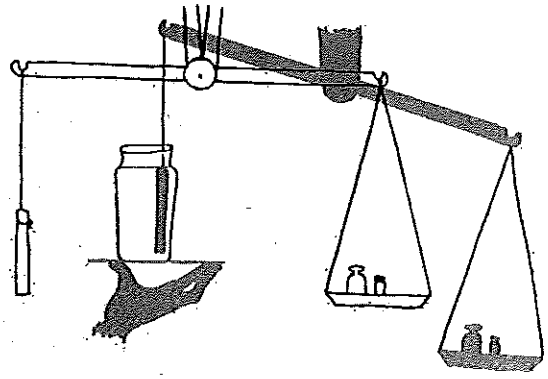


„Ciało zanurzone w cieczy traci na ciężarze tyle, ile waży wyparta przez nie ciecz". Tak podobno powiedział Archimedes, i tak uczą ludzi od niepamiętnych czasów podręczniki filozofii, historii naturalnej, ostatnio zaś fizyki. Skoro tylu ludzi tak twierdzi, to chyba tak jest. Spróbujmy jednak sprawdzić.
Do doświadczeń potrzebna będzie waga z zawieszanymi szalkami, komplet odważników, dwa słoje mieszczące się na szalce wagi, sztabka metalowa lub dodatkowy odważnik, drewniany klocek, cienki sznurek lub mocna nitka i dostęp do wody. Doświadczenia będą wykonalne w każdej szkolnej pracowni fizycznej.



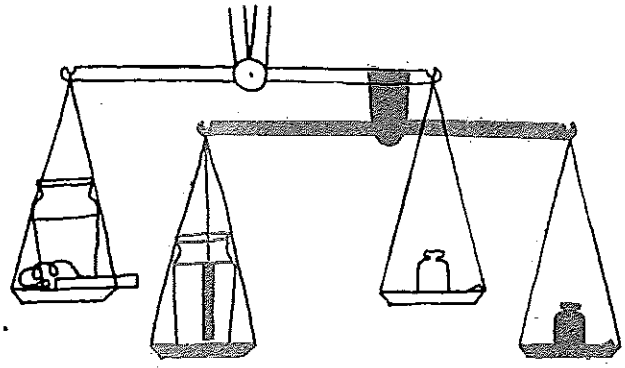
Doświadczenie 1

Nalejmy do słoja wody, postawmy go na szalce wagi, obok niego połóżmy na szalce metalową sztabkę. Zrównoważmy ich ciężar odważnikami. Następnie przełóżmy sztabkę do słoja z wodą.... Szalki pozostają nadal w równowadze. Sztabka metalowa nic nie straciła na ciężarze.
Hm. Powtórzmy eksperyment.



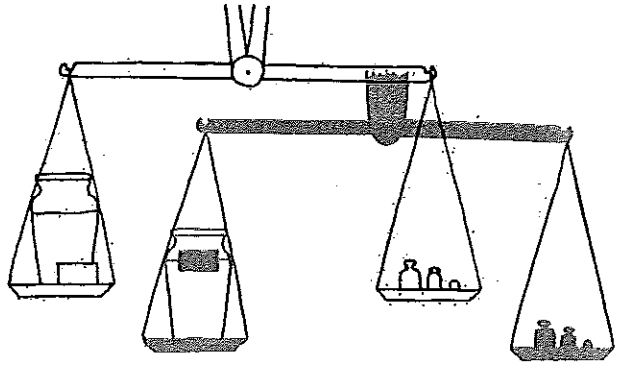
Doświadczenie 2

Zdejmijmy szalkę wagi, zamiast niej zawieśmy na sznurku sztabkę. Zrównoważmy ją odważnikami. Teraz podstawmy słój pod sztabkę i napełnijmy go wodą tak, aby sztabka zanurzyła się. Szalka z odważnikami leci w dół. Sztabka utraciła część swojego ciężaru. Cierpliwy eksperymentator może nawet zmierzyć, ujmując odważniki, ile wyniosła strata ciężaru, zmierzyć objętość sztabki i sprawdzić, że strata ciężaru sztabki jest równa ciężarowi wypartej wody. Jest więc w tym prawie Archimedesa coś z prawdy. Sztabka traci na ciężarze, ale nie zawsze. Może rzecz w tym, iż za pierwszym razem sztabka naciskała na dno słoja? Powtórzmy doświadczenie jeszcze raz.



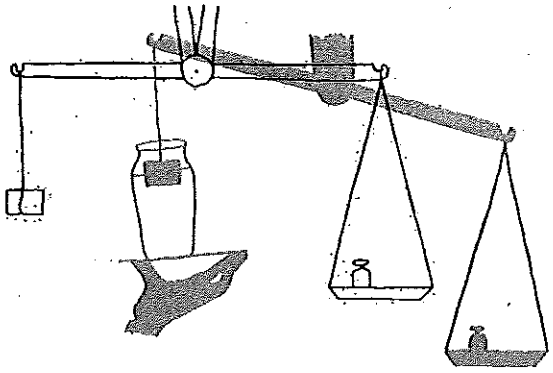
Doświadczenie 3

Na jednej szalce wagi postawmy słój z wodą, obok niego połóżmy sztabkę i kawałek sznurka, na drugiej — tyle odważników, aby szalki były w równowadze. Zawieśmy teraz sztabkę na sznurku, przyczepionym do haczyka od szalki tak, aby była zanurzona w wodzie. Szalki ani drgną. Sztabka nic nie straciła na ciężarze.
Aha, nie naciskała na dno, ale ciągnęła za sznurek. Zróbmy więc tak, aby ani nie naciskała, ani nie ciągnęła. Musiałaby sama pływać...
Zamieńmy więc sztabkę na klocek. Powtórzmy eksperyment.



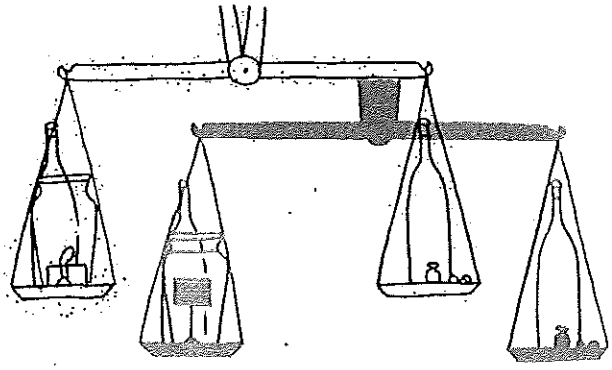
Doświadczenie 4

Kładziemy klocek na szalce, obok słoja z wodą i równoważymy wszystko odważnikami. Następnie wkładamy klocek do słoja. Pływa. Ale szalki ani drgną. Nie stracił na ciężarze. Zupełnie tak, jakby coś przekazało ciężar klocka w dół na szalkę.
To „coś" to chyba woda. No tak, woda potrafi, zgodnie z prawem Pascala, przekazywać ciśnienie „na odległość". Ale dlaczego w takim razie sztabka traciła część ciężaru, gdy słój nie stał na szalce? Aha, było chyba tak: sztabka działała na wodę pewną siłą w dół, więc woda, zgodnie z III prawem Newtona, zadziałała na sztabkę przeciwnie skierowaną i równą co do wartości siłą reakcji. Zaraz, zaraz, ale sztabka straciła tylko część swojego ciężaru. Dlaczego nie cały? Czy klocek traci też tylko część swojego ciężaru? Sprawdźmy...



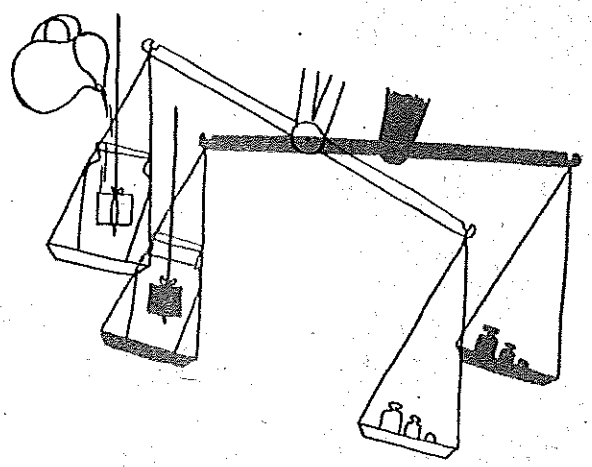
Doświadczenie 5

Powtarzamy doświadczenie 2 z klockiem zamiast sztabki. Klocek pływa po powierzchni, sznurek luźno zwisa. Klocek stracił cały ciężar.
Ooo, to już się nam nie podoba. Spróbujmy wepchnąć klocek pod powierzchnię wody. Niech nie będzie taki ważny. Stawia opór... Gdyby więc przywiązać go do dna słoja, ciągnąłby dno do góry. Może wtedy słój straci na ciężarze?
Sprawdźmy to.



Doświadczenie 6

Tu będzie nam potrzebna silna przyssawka gumowa (np. od strzałki dziecinnego pistoletu) i igła z nitką. Należy przyszyć koniec sznurka do przyssawki, a następnie przyssać ją lub przykleić (dobrym klejem wodoodpornym, np. „Hermolem") do dna słoja. Na drugim końcu sznurka uwiążemy klocek. Sznurek powinien być na tyle krótki, aby klocek nie mógł wypłynąć na powierzchnię wody. Odważamy w drugim słoju odpowiednią porcję wody, ważymy pusty słój z przyssawką i klockiem, następnie przelewamy wodę do niego i ważymy ponownie. Klocek ciągnie przyssawkę, a za jej pośrednictwem dno słoja, do góry z całej siły, lecz ciężar słoja z zawartością jest dokładnie równy sumie ciężaru wody i ciężaru pustego słoja z klockiem i przyssawką.
Tak. Waga nic sobie nie robi z zapasów między klockiem i wodą, jeśli tylko i klocek, i woda są na szalce. Zachowanie klocka względem wody jest osobistą sprawą tych dwojga. Jeśli jednak woda wypycha klocek do góry, to klocek powinien, zgodnie z III prawem Newtona, pchać wodę w dół. Sprawdźmy to.



Doświadczenie 7

Potrzebny będzie pręt metalowy, długości przynajmniej 30 cm. Przytwierdźmy klocek do końca pręta (np. przez mocne przywiązanie sznurkiem). Odważmy wodę w jednym słoju, zważmy drugi, pusty słój. Obciążmy jedną szalkę wagi taką ilością odważników, która odpowiada sumie ciężaru pustego słoja i ciężaru przygotowanej porcji wody. Na drugiej szalce postawmy pusty słój. Jedna osoba niech wsunie koniec pręta z klockiem do słoja na wadze, ale tak, aby klocek ani pręt nie dotykały go. Teraz niech chwyci pręt mocno, aby nie poruszył się przy nalewaniu wody. Druga osoba, niech napełni słój na szalce wodą. Słój opada w dół. Jesteśmy w domu. Woda chciała wypchnąć klocek do góry, lecz ten, trzymany krzepko na pręcie przez kolegę, nie dał się. Wobec tego woda powędrowała w dół. Prawo Archimedesa opisuje siłę, jakiej doznaje ciało zanurzone w cieczy, względem tej cieczy. Ciężar, czyli siła, z jaką Ziemia działa na ciało, nie ulega przy tym zmianie. I na koniec zagadka:
A co stałoby się z prawem Archimedesa w stanie nieważkości, np. w stacji orbitalnej?