

## Mój pierwszy krok

### Streszczenie:

Pokazano tu, ile działów fizyki (pomijam kilka innych nauk) jest zaangażowanych w najpowszechniejsze zjawisko na świecie - w chodzenie:

Aby poznać fizykę tylko pierwszego kroku, trzeba zrozumieć znaczenie pojęć, praw i zjawisk takich jak:

**grawitacja, przeciążenie, niedowaga, trzy zasady dynamiki Newtona, zasada zachowania pędu, ruch jednostajny, ruch przyspieszony, ruch obrotowy, toczenie, równowaga, środek masy, tarcie statyczne, procesy nieodwracalne, maszyny proste, rozkład sił – (działanie na wektorach), energia kinetyczna, energia potencjalna, energia cieplna – pewnie coś pominąłem.**

Zapowiedziałem dalszy ciąg „sztuki chodzenia” i trudno mi było wywiązać się z tej obietnicy. Pewnie dlatego, że chodzenie to zjawisko tak powszechne, że próba jego wyjaśnienia nikomu do głowy nie przychodzi. Albo dlatego, że chodzenie to proces tak skomplikowany, że nikomu nie chce się do tego zabierać.

A jak już się zabierze to „pożal się Boże”. Proszę zobaczyć obrazki we wspomnianym artykule i tekst im towarzyszący. Mądrzy, wykształceni autorzy zupełnie się gubią – nie tylko u nas. Napisałem o chodzeniu inaczej niż inni autorzy, którzy dotąd pisali w podręcznikach fizyki na ten temat. Stąd może też i cisza po moich kilku zaczepnych wystąpieniach publicznych i kilku artykułach w „Mojej Fizyce” oraz w podręczniku i przewodniku metodycznym z roku 2003.

Pozwalam sobie przypomnieć – na wszelki wypadek – co głosi obowiązująca nas III Zasada: Otóż to, że siły akcji i reakcji nie tylko są takie same, przeciwnie skierowane, ale też muszą działać na styku dwóch ciał wzdłuż tej samej prostej. To czujemy na każdym kroku i w każdym momencie z wyjątkiem sytuacji przedstawianej nam uparcie i nagminnie w podręcznikach szkolnych, gdzie pokazuje się je jako parę sił które mogą obiektem pokręcić. Tyle marudzenia.

Teraz zapraszam do wykonania doświadczenia, którego żaden ze znanych mi podręczników nie proponuje:

Stań na „baczość!” oparty o ścianę. Buty razem. Wykonaj pierwszy krok. Poproś kogoś by filmował całą twoją postać z profilu. Będziesz potem mógł zatrzymywać ten sekundy filmik i analizować położenie każdego fragmentu twego ciała w każdym momencie ruchu.

By ułatwić analizę filmiku, opiszę jak najlepiej umiem własne spostrzeżenia i odczucia. Rozpocząłem spacer prosto przed siebie. Zacząłem lewą nogą. Gdy tylko wysunąłem nogę do przodu poczułem odchylenie ciała od ściany w kierunku zamierzonego ruchu. Straciłem równowagę. Nisko nad podłogą ukosem w górę mięśnie przenosiły lewą stopę do przodu. Odzyskałem równowagę gdy lewa stopa, piętą (obcasem), dotknęła podłogi i została momentalnie zatrzymana. Odległość od ściany do tego miejsca (80 cm) to jeden krok. Pierwszy. Zatrzymały but mięśnie i tarcie zelówki o podłogę (którą obcas chciał popchnąć do przodu. Szczęśliwie to się nie udało, ale reakcja była wystarczająca by prędkość zelówki (śr. 0.8 m/s) stłumić do zera. Do tego momentu mój tułów odsunął się od ściany tylko o pół kroku. Przez cały ten czas (1 s) prawy but stał na podłodze, tyle że w momencie gdy lewa noga dotknęła podłogi prawa stopa uniosła obcas do góry, a noga prawa chwilę potem uwolniona została od dźwigania całego ciężaru (800 N). Od pierwszego momentu gdy ruch się rozpoczął, ciało moje zaczęło opadać. Nacisk na podłogę zelzał na ułamek sekundy, jak zawsze przy przyspieszonym opadaniu. Można było oszacować że od startu do dotknięcia lewą nogą podłogi tułów obniżył się o około 4 centymetry. Średnia prędkość w pionie wynosiła zatem ok. 4cm/s. Utrata ciężaru mogła osiągnąć ok. 3-4 niutonów, co przy ciężarze 800 N było nieodczuwalne. Większe na pewno było przeciążenie obcasa przy zderzeniu opadającego ciężaru z podłogą. Prędkość pionowa jak i pozioma została zredukowana do zera w bardzo krótkim czasie. Prędkość pozioma buta (śr. 0,8 m/s) była znacznie większa od pionowej więc aby być zredukowaną do zera powiedzmy w czasie 0,01 s wymagała znacznej siły. I tu tarcie weszło na scenę jako główny bohater. Tutaj na lądowisku musiała być zapewniona przylepność buta do podłoża. Na ulicy podkówki na obcasach są przydatne. Moja pięta atakowała względnie miękki dywan, na ulicy jest twarde kamień, na plaży piasek. Warto pooglądać ślady na piasku i zobaczyć gdzie najgłębiej wgnietliśmy grunt. Ten moment podczas chodzenia jest najbardziej niebezpieczny. Tu albo zaufania godne tarcie albo szpagat. *Tertium non datur* (trzeciej możliwości nie ma).

Obcasy w butach piechurów często są uzbrojone w stalowe podkówki o ostrych kantach (u koni dwa hacze na tylnej części podkówki!) po to, by zapewnić jak największą siłę hamującą. Moja lewa stopa po nagłym hamowaniu odczeka teraz w spoczynku dopóki tułów, tylko na niej wspierany, nie przesunie się nad nią o cały krok. Ale o tym w następnym artykule.

Ale wystarczył ten jeden pierwszy krok bym mógł powiedzieć z całą odpowiedzialnością że - przynajmniej świadomie - nie pchałem, podłogi do tyłu ani prawą ani lewą nogą. Wiem, że zelówka prawego buta podtrzymująca przez cały czas ciężar mojego ciała też musiała uniknąć poślizgu i udało się dzięki temu, że stałem na podłodze a nie na mokrym lodzie. Jednak lewemu obcasowi i potem zelówce tarcie bardziej się przydało do gwałtownego wytracenia nie małej prędkości do zera.

Można by popilozofować jakim sposobem zelówka mojego prawego buta mogłaby popchnąć człowieka sama będąc w spoczynku? To jest pytanie do Autorów siedmiu podręczników:

L B,G,B,T. H,S (dwaj ostatni z USA i GB) i Ich współautorów.

Zobaczmy jeszcze co się działo z tułowiem w tym krótkim czasie wykonywania jednego kroku. Zogniskujmy wzrok na czubku głowy. Ruszamy spod ściany na której mogliśmy zaznaczyć nasz wzrost. Stałem w pozycji „bacność”. Wzrost mój 180 cm. Zatrzymuję film w momencie największego rozkroku.

Takie obrazki można spotkać w wielu podręcznikach. Mierzę: głowa obniżyła się o 4 cm.

Spadłem 4 cm. Spadłem bo jestem ciężki. Spadłem bo grawitacji nie da się uniknąć.

Straciłem nieco energii potencjalnej. Potrafię policzyć ile z tej  $mgh$  straciłem (ważę 800N).

Co zyskałem? Prędkość. Zyskałem prędkość poziomą i pionową. Pionowa składowa została zatrzymana przez sprężystą (czyt. twardą) podłogę. Poziomą zatrzymało tarcie przedniego obcasa (podkówki!). Zatrzymało i będzie trzymać przez następną sekundę. dopóki nie wystartuje ta lewa noga ukosem w górę.... itd. Tak, i tak dalej choć to już nie będzie pierwszy krok. Teraz ciało posiada pęd i energię kinetyczną potrzebną do podźwignięcia korpusu – z pomocą mięśni - do pozycji wyjściowej oraz do utrzymania ruchu w poziomie.

Korpus posiada pęd, któremu nikt i nic nie przeszkadza. Gdzieś tam na dole zahamowano nogę a korpus bezwładny, rozpędzony opadaniem jedzie dalej.

*Dygresja:* środek masy kija postawionego pionowo na ziemi, w chwili gdy kij upadać zacznie bez poślizgu, porusza się po łuku ukosem w dół. To znaczy, że posiada dwie prędkości: poziomą i pionową. Analogicznie jak punkt na oponie roweru czy innego pojazdu. Różnica jest w tym, że ruch kija kończy się na podłodze, a punkt na oponie opada i się

podnosi. Podobieństwo między kijem a oponą jest takie, że dla obu miejscem nieruchomym jest punkt w którym kołek/opona dotyka ziemi. Chodzący *homo erectus* łączy obie cechy, kijka i opony (proponuję lekturę w MF „Jednokołowiec dwu- szprychowy”).

*koniec dygresji*

Mam nadzieję udało mi się przekonać Czytelnika, że tarcie nie ma nic wspólnego z popychaniem chodziarza. A już na pewno nie ruszymy z miejsca w rozkroku jeśli tej prędkości nie mamy. Sprawdźmy. Proszę. Obie podeszwy korzystają z istnienia takiego zjawiska jak adhezja czy kohezja (wzajemne przyleganie cząstek materiałów na granicy styku) stąd utrudnianie wzajemnego przesuwania się powierzchni stykających. Gwoździe też to potrafią. Imadła jeszcze bardziej. Ale nikt nie uwierzy (ostrzeżenie przed takimi opiniami), żeby klej cokolwiek, lub kogokolwiek wprawił w ruch. Grawitacja może, a jakże! Siły jądrowe? Lepiej nie mówić, ładunki elektryczne? Tego doświadczamy na co dzień. Ale nigdy, przenigdy, żadna deska, ani klocek, ani gwóźdź jeszcze niczego na świecie nie wprawiły w ruch. Zjawisko tarcia objawia się w tym Wszechświecie jako hamowanie ruchu, zapobieganie ruchowi, powstrzymywanie od ruchu, niedopuszczanie do ruchu (nie zawsze musi być skuteczne, często wymaga wsparcia) ale nigdy nie inicjuje ruchu. Tarcie zawsze kojarzyć się musi z utratą energii poruszającego się ciała kosztem zysku energii cieplnej przez oba (zawsze dwa) obiekty które trą o siebie. Hamowanie ruchu to proces nieodwracalny, to rozpraszanie energii. Na pewno to nie wszystko, ale może na teraz wystarczy.

Zwróćmy uwagę, że pierwszy krok przesunął tułów o pół kroku.

O dalszych krokach i ostatnim kroku – w następnym, bogato ilustrowanym, odcinku.

WD