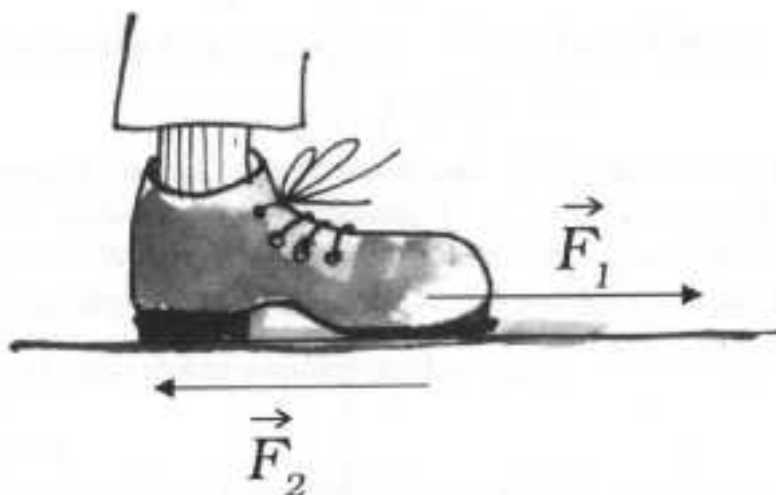


Jednokołowiec dwu-szprychowy *)

W niejednym z podręczników szkolnych z fizyki przy okazji omawiania trzeciej zasady dynamiki znajdujemy rysunek buta z dwoma strzałkami.

Jedna strzałka oznaczać ma (akcję) siłę F z jaką pchamy Ziemię do tyłu, a druga (reakcję) siłę T jaką Ziemia się nam odwdzięcza. Jeśli autor X nie nazywa tej drugiej siłą tarcia, to robi tak za niego autor Y . Nic to, że w innym miejscu podręcznika autor X mówi, że siła tarcia nie może spowodować ruchu, a wolno jej tylko ruch wyhamowywać. Nic to, że autor Y mówi, że siła tarcia może tylko ujemną pracę wykonywać a tu za nic ten ujemny znak nie pasuje, bo przecież i siła T i kierunek ruchu są jak na złość zgodne.



Chodzimy na trzy sposoby

(proszę zwrócić uwagę, że w większości wywodów „naukowych” zawsze coś „dzielimy na”)

- po poziomej drodze;
- pod górkę;
- w dół.

Wszystkie inne warianty to kombinacja tych trzech. Omawiamy tu tylko chodzenie po prostej. Każdy sobie - po zrozumieniu, powiedzmy, podstaw - może dopisać rozprawkę np. o zakręcaniu podczas chodzenia. Można też argumentować coś, co w pierwszej chwili wygląda na herezję, że $a = b + c$, czyli że chodzenie po prostej to suma przemieszczeń w górę i w dół.

Każdy z trzech sposobów to zupełnie inne chodzenie. Ta inność powoduje m in. że inne mięśnie nas bolą gdy nie mamy wprawy, przy każdym sposobie obowiązuje inna technika.

W skrajnych przypadkach (b) przechodzimy do wspinaczki lub (c) ...do wypadków w górach.

Ta rozprawka dotyczyć ma tylko chodzenia lub biegania po linii prostej po poziomej drodze, ruchem jednostajnym, a więc wariantu (a). Niech nam ktoś pokaże podręcznik fizyki gdzie w sąsiedztwie buta ze strzałkami jest powiedziane, jakiego chodzenia rysunek dotyczy. Całkiem inną rozprawkę można napisać dla kota i inną dla węża i jeszcze inną dla stonogi. Proponujemy więc tematy tzw. „projektów” czyli małych a własnych prac badawczych pt. „fizyka chodzenia” w miejsce kropek wstawić można nazwę zwierzęcia, którego obserwacja śladów, postawy, zachowań, jest w naszych warunkach możliwa. Może to być kaczka, mrówka, krowa czy miś nakręcany lub z napędem elektrycznym.

Wróćmy do człowieka. Podczas biegu maratońskiego chyba w Wiedniu, ustawiona na samochodzie kamera telewizyjna pokazywała Etiopczyka na ostatnich kilometrach.

On nie biegł, on się toczył.

Jego głowa przemieszczała się na tle kamienic niemal po prostej. Trzeba było dłuższej obserwacji by zauważyć nieznaczne falowanie w pionie. Jego sportowe buty biegówki miały półokrągłe zelówki. Dotykały asfaltu piętą by przechylić się na czubek, który za moment tracił kontakt z drogą ale druga

„szprycha” natychmiast podpierала ciało sportowca i w ten sam sposób – z pięty na czubek buta przetaczała się po drodze.

Można zapytać czy tocząca się kula na kręgielni odpycha parkiet do tyłu by toczyć się do przodu? Nie odpycha i to można doświadczalnie stwierdzić. (ale ślizgająca się po parkiecie ciągnie ten parkiet do przodu!) Czy koło tocząc się nie pada nieustannie do przodu przekazując swój ciężar kolejno na kolejne „szprychy”? Przekazuje. Czy po to aby poruszać się ruchem jednostajnym po prostej potrzebny jest napęd? Nie. Czy można iść a nawet biec bez napędu? Można – i tak chodzimy. Jak jednokołowiec dwu-szprychowy. Pomyśleć proszę o modnych dziś na jarmarkach szczudłowcach. Jaka oni mają szansę popychania Ziemi do tyłu? Proszę przypomnieć sobie choćby z filmów czy z TV jak chodzą afrykańskie kobiety smukłe, wysokie, po nierównym terenie niosąc towar na głowie. One bardziej płyną lub raczej się toczą niż popychają Ziemię do tyłu po to żeby iść. A tancerki w baletkach przemieszczające się płynnie po scenie? A cyrkowcy na jednokołowych czasem kilkumetrowej wysokości – rowerach?

Cudowna jest Natura, która wyposażyła nas w szprychy na zawiasach. Wystarczą nam dwie.

Podstawiamy tę wolną gdy ta dotykająca Ziemi kończy swoje zadanie. Toczmy się na dwóch szprychach i im lepiej to toczenie opanujemy, tym mniej energii nas takie chodzenie/toczenie kosztuje. Chyba maratończycy o tym wiedzą. (Dawno temu kilkuletnie dziecko zapytało nas po co jest górna część koła samochodowego? Widocznie po wielu pytaniach dotyczących przydatności innych części samochodu już wszystko inne w samochodzie wydawało mu się potrzebne. Odpowiedź: po to by być dolną jak przyjdzie pora).

Czy mamy dodawać, że inną technikę należy stosować, gdy się startuje, czyli rozpoczyna ruch? Cudów nie ma. Musi nas ktoś lub coś popchnąć. Ale czy to tarcie nas popycha? Nie. Tarcie jest potrzebne by but się nie poruszał, by but zahamować. By szprycha się nie ślizgała. By opona trzymała się jezdni. Po to instaluje się bloki startowe dla sprinterów. Pochylić się trzeba by popchnąć ciało (a nie but) do przodu. (Warto tu sobie przypomnieć jak startuje i jak hamuje w kreskówkach np. pies Pluto).

Na zakończenie proponujemy doświadczenia, które można wykonać bez wstawania od biurka.

Obserwujemy jak pada linijka odchylona nieco od pionu. Można ciekawą pracę na ten temat napisać. Gdzie spada jej środek masy? Czy to, w którym miejscu spadnie środek masy, zależy od jakości powierzchni, na której wykonujemy doświadczenie? A co by było gdyby nie było tarcia między linijką a powierzchnią? Co by było gdyby linijka padając mogła podeprzeć się „drugą nogą”? Im szybciej się podeprze tym mniej trzeba by linijkę przed następnym krokiem podnosić. Szprycha więc podnosi opadające – choć jeszcze oparte na poprzedniej – ciało. By podnieść „toczące się” ciało potrzebna jest siła skierowana w górę. Ślad biegacza na piasku pokazuje to wyraźnie. Jest znacznie głębszy niż w przypadku, gdy ten sam człowiek jest w bezruchu. Nacisk w tył natomiast trudno na śladzie zauważyć.

Proponujemy zainteresowanym uczniom ciekawy „projekt” na wakacje: studiowanie śladów na piasku.

Najlepiej na plaży. Wiele informacji można ze śladu odczytać o człowieku, który ten ślad zostawił. Zatrzymał się? Biegł? Podskakiwał? Można się wiele ze śladów nauczyć o niezwykłym mechanizmie chodzenia.

Do czego więc potrzebne jest tarcie? Czy do tego by umożliwić poziomy ruch linijki, czy po to by ją pchnąć? Dlaczego maratończyk wznosił się i opadał prawie niezauważalnie? Jak zapewniał on sobie „napęd”? Jaka rolę w bieganiu czy chodzeniu odgrywa zmiana energii potencjalnej (grawitacji) w kinetyczną?

Koło to ogromna ilość szprych, tak duża, że środek koła może poruszać się po prostej bez wznoszenia i opadania.

Na zakończenie jeszcze jedno doświadczenie - nie tylko do wykonania, ale przede wszystkim do przemyślenia.

Na gładkim stole, na kartce papieru połóż słoik. Popchnij go lekko niech się toczy. Podczas toczenia się słoika po kartce, przesuwaj kartkę po stole w kierunku ruchu słoika z taką szybkością z jaką słoik się toczył. Ruch słoika względem kartki ustanie. Gdy przestaniesz ciągnąć kartkę słoik zacznie kontynuować ruch. Warto i nad tym doświadczeniem się zastanowić.

Propozycja zadań/doświadczeń

1. Wykorzystując przedmioty, które znajdziesz w domu wykonaj przekonywujące doświadczenie, z którego wnioski będą następujące:

A. siła tarcia jest nieco mniejsza podczas ruchu niż w chwili rozpoczynania ruchu;

B. musi istnieć pojęcie tarcia statycznego i tarcia dynamicznego

C. siła tarcia podczas przesuwania jest większa niż podczas toczenia się

Propozycje "rozwiązań"

- A. Na stolnicze umieszczamy cokolwiek i nachylamy stolniczkę ostrożnie chcąc uzyskać równomierne (jednostajne) ześlizgiwanie się przedmiotu. Zauważymy, że tuż po starcie musimy nachylenie nieco zmniejszyć. Najtrudniej wystartować – potem już jakoś idzie. To wie dobrze każdy kto np. w magazynie przesuwać musi ciężkie pudła. (Przykład z tańcem nie zaliczylibyśmy do najlepszych).
- B. Z powyższego doświadczenia wynika, że jedna wartość współczynnika tarcia dla dwóch powierzchni problemu nie rozwiązuje. Ten mniejszy współczynnik tarcia nazywa się dynamicznym i definiuje się jako stosunek siły (działającej wzdłuż powierzchni) potrzebnej do utrzymania ruchu jednostajnego do siły przyciskającej (normalnej).
- C. Tu doświadczenie jest potrzebne (lub odwołanie się do wcześniejszych obserwacji). Doświadczenie z tą samą stolniczką i tym samym obiektem ale umieszczonym na rolkach (np. okrągłych kredkach). Teraz kąt potrzebny do uzyskania ruchu jednostajnego jest znacznie mniejszy niż poprzednio. Okazja do zastanowienia się nad mechanizmem toczenia się ... i CHODZENIA.

*)

Artykuł w całości wzięty jest ze str. 78 Przewodnika Metodycznego autorów W.Dindorfa i E. Krawczyk wydanego przez WSzPWN, W-wa 2002.

Jak zawsze wypowiedzi Czytelników w poruszanej tu sprawie są bardzo mile widziane (czyt. czytane).