

Chodzenie

Bartosz ZIELIŃSKI

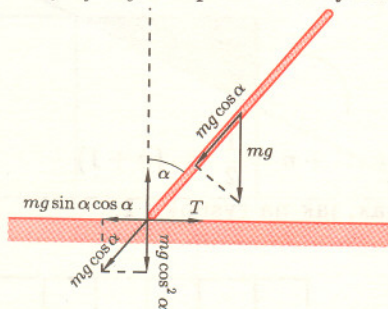
Proces chodzenia możemy potraktować jako ciągłe przewracanie się i podpieranie, w wyniku którego przesuwa się środek ciężkości.

– Unosimy lewą nogę, pochylamy się lekko, tak by rzut środka ciężkości na podłoże przesunął się poza prawą stopę. Zaczynamy się przewracać, podpieramy się lewą nogą, przenosimy na nią ciężar ciała, unosimy prawą itd.

Dla uproszczenia potraktujmy chodzącego człowieka na etapie przewracania się jako przewracający się prosty kij. Obliczmy, przy jakim kącie α między kijem a pionem zacznie się on ślizgać, jeśli współczynnik tarcia statycznego między kijem i podłożem wynosi f .

T – siła tarcia,
 R – reakcja podłoża,
 mg – ciężar.

Przenieśmy wektor składowej siły ciężkości równoległej do kija do punktu styczności kija z podłożem i rozłóżmy go na składową równoległą i prostopadłą do podłoża.



W chwili, gdy zacznie się poślizg, mamy $mg \sin \alpha \cos \alpha = T_{max}$, ale $T_{max} = fmg \cos^2 \alpha$. Wynika stąd, że

$$mg \sin \alpha \cos \alpha = fmg \cos^2 \alpha,$$

a więc

$$(*) \quad \operatorname{tg} \alpha = f.$$

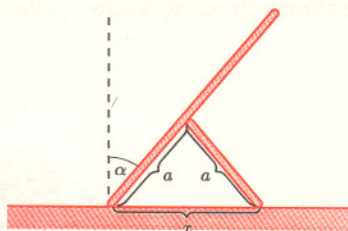
Oczywiście, człowiek nie jest kijem, ale w przybliżeniu, zwłaszcza dla niewielkich kroków, wzór można uznać za prawdziwy również dla człowieka.

Zakładając, że w momencie, gdy podpieramy się drugą nogą, aby zatrzymać przewracanie się, obie nogi są wyprostowane, możemy, korzystając ze wzoru (*) obliczyć maksymalną długość kroku, jaki można zrobić bez obawy poślizgnięcia się

x – długość kroku,

a – długość nogi,

$$x = 2a \sin \alpha = 2a \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha}}} = 2a \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{f^2}}},$$



czyli im mniejszy współczynnik tarcia, tym mniejsze kroki trzeba robić.

Wzór ten tłumaczy, na przykład, dlaczego podczas chodzenia po śliskim podłożu możemy robić jedynie małe kroki.

Przyroda jest pełna niespodzianek. Ziemia jest ciągle bombardowana przez cząstki nadlatujące z przestrzeni kosmicznej, tzw. promienie kosmiczne. Niektóre z nich niosą energię miliony razy większą niż energie rzędu 10^{11} eV, do których możemy rozpędzać cząstki elementarne w największych ziemskich akceleratorach. W listopadowym numerze *Physical Review Letters* z 1993 roku grupa doświadczalna z Uniwersytetu Utah pracująca z detektorem promieni kosmicznych *Fly's Eye* (oko muchy) powiadomiła o wynikach badań wskazujących, że jedno ze źródeł wysoko energetycznych ciężkich jąder o energii rzędu 10^{19} eV „wypaliło się” i stało się źródłem wysoko energetycznych protonów. Takie wnioski wyciągnięto z przypadku zarejestrowania cząstki o energii $3 \cdot 10^{20}$ eV. Jest to olbrzymia energia. Zauważmy, że $3 \cdot 10^{20}$ eV = $3 \cdot 10^{20} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$ J = 48 J. Widać, że energia tej cząstki jest porównywalna z energią kinetyczną cegły o masie około 5 kg, spadającej z wysokości 1 m!

Jeżeli tak, to przywraca nam to wiarę w naszą ważność dla całego Wszechświata i naszą w nim szczególną rolę, odebraną ludzkości przez Kopernika.

A może jest jednak inaczej – może kiedyś okaże się, że stałe fizyczne mają takie, a nie inne wartości, bo tak (z jakichś, dziś trudnych do wymyślenia, względów) musi być. Przecież jeszcze sto lat temu można było snuć dość dowolne rozważania na temat zmiany prędkości światła i siły oddziaływań elektrycznych i magnetycznych. Dziś wiemy jednak, że te wielkości są ze sobą powiązane. Być może przyszła teoria dokona takiego połączenia całej wiedzy przyrodniczej i okaże się, że nasz Wszechświat jest jedynym możliwym. Ale może też dowiemy się na pewno, że jest (przynajmniej teoretycznie) więcej możliwości. Wtedy naszkicowane rozważania zmuszą nas do refleksji.

Jest wielu specjalistów od kosmologii, którzy już teraz na poważnie traktują tego typu analizę. W 1986 roku ukazała się poważna monografia astronoma Johna Barrowa i fizyka Franka Tiplera pt. *Antropiczna Zasada Kosmologiczna*. Sformułowana jest w niej tak zwana silna i tak zwana słaba zasada antropiczna. W formie silnej twierdzi ona: *Wszechświat musi mieć takie właściwości, aby na pewnym stopniu rozwoju mogło powstać życie*. Oto do jakich wniosków może doprowadzić dziwienie się własnemu istnieniu.

Ale nie koniec na tym. Jeżeli powiązemy tę zasadę z wnioskami dotyczącymi pomiarów w mechanice kwantowej, to możemy dojść do następującej konkluzji: *Na początku było tylko prawdopodobieństwo zaobserwowania. Wszechświat mógł więc powstać tylko wtedy, gdy znalazł się ktoś, kto go obserwuje*. I to nieważne, że obserwator pojawił się szereg miliardów lat później. Wszechświat istnieje, ponieważ jesteśmy tego świadomi.

Ktoś może powie, że to, co tu napisałem, jest rzeczywistość wbrew zdrowemu rozsądkowi. Nie mogę temu całkowicie zaprzeczyć. Chciałem jednak w tym ostatnim przykładzie pokazać nieco spekulacji, jakie spotyka się w bardzo poważnych pracach naukowych. Może rozważania te prowadzą donikąd, może rzeczywistość są bezsensowne, ale chyba wnoszą jakiś ferment i niepokój do ustalonych poglądów. Rozwój nauki nie przebiega według planu badań naukowych: *w tym roku odkryjemy to i tamto*. Czasami największy postęp wynika z dziwienia się wszystkiemu, co nas otacza. A jest czemu się dziwić.