

Bezwładność – wbijanie gwoździ do drewnianego klocka

Cel: Zademonstrowanie skutku działania sił bezwładności.

Przyrządy: Statywy, belka o dużej masie, młotek, gwoździ, sznurek.

Opis: Na statywie zawieszamy za pomocą sznurka drewnianą belkę. Dotykamy ostrzem gwoźdź do belki i naciskamy palcem. Obserwujemy stopniowe wychylenie belki z położenia równowagi, gwoździ nie wbija się do belki. Następnie energicznie uderzamy kilkakrotnie młotkiem w główkę gwoźdź. Obserwujemy stopniowe zagłębianie się gwoźdź w belkę.

Do wbijania gwoźdź w belkę potrzebna jest odpowiednio duża siła, oczywiście tym mniejsza im lepiej gwoździ jest zaostrozony (decyduje tutaj ciśnienie wywierane przez gwoździ na powierzchnię belki). Wyjaśnianie zjawiska możemy prowadzić z układu odniesienia związanego z zewnętrznym obserwatorem (inercjalny układ odniesienia), ale często łatwiej jest je wytłumaczyć z punktu widzenia obserwatora w nieinercjalnym układzie odniesienia, przy wykorzystaniu sił bezwładności, tutaj w układzie poruszającym się wraz z gwoździem.

Gwoździ naciskany palcem porusza się z niewielkim przyspieszeniem. Pojawiająca się w układzie odniesienia związanym z gwoździem, siła bezwładności działająca na belkę, proporcjonalna do przyspieszenia układu i masy belki ($F = -ma$), nie jest wystarczająca do nabicia belki na gwoździ. Przy uderzaniu młotkiem, przyspieszenie gwoźdź jest już wystarczające, żeby siła bezwładności nabijała belkę na gwoździ. Widać również (na podstawie wzoru), że im większa masa belki to tym mniejsze przyspieszenie wystarczy do uzyskania potrzebnej siły bezwładności.

W nieinercjalnym układzie odniesienia mogliśmy, znając już pojęcie siły bezwładności, przedstawić zjawisko łatwo wytłumaczyć. Układ inercjalny może być wygodny do zaobserwowania bezwładności, wprowadzenia pojęcia bezwładności. Widać w nim, że naciskając belkę ostrzem gwoźdź, czyli niewielką



siłą możemy powoli wprowadzić belkę w ruch, zwiększać jej prędkość. Jeżeli jednak chcemy to zrobić szybko, uderzamy młotkiem w główkę gwoździa, siła wywierana przez ostrze gwoździa okazuje się zbyt mała do nadania belce takiego przyspieszenia z jakim porusza się gwóźdź i w konsekwencji gwóźdź zagłębia się w belce.

Tak więc do wprowadzenia ciała w ruch (nadania mu pewnego przyspieszenia) potrzebna jest siła. Siła tym większa im większe chcemy mu nadać przyspieszenie i im większą ma ono masę ($F = ma$). Masa jest miarą bezwładności ciała.

Jeżeli chcemy zrozumieć, dlaczego w belkę o dużej masie łatwiej wbić gwóźdź (zadziałać dużą siłą) niż w belkę o małej masie to możemy potraktować uderzenie młotka (o masie m i prędkości v) jako zderzenie z belką (o masie M). Interesująca nas siła jest szybkością zmiany pędu młotka. Taka zmiana pędu wyraża się wzorem $\frac{M}{M+m}mv$ dla zderzenia niesprężystego i wzorem $\frac{2M}{M+m}mv$ dla zderzenia sprężystego. Widać, że dla małej, w stosunku do masy młotka, masy belki ($M \ll m$) zmiana pędu młotka jest niewielką częścią jego pędu. Dla masy belki zdecydowanie większej od masy młotka ($M \gg m$) zmiana pędu młotka jest dużo większa, jest rzędu całego pędu młotka. Wystarczy mniejszy pęd młotka do uzyskania odpowiedniej siły.

Tagi: Bezwładność, wbijanie gwoździ do klocka

Literatura: Zakładka: Bibliografia [1, 5, 15].