

LXVII OLIMPIADA FIZYCZNA

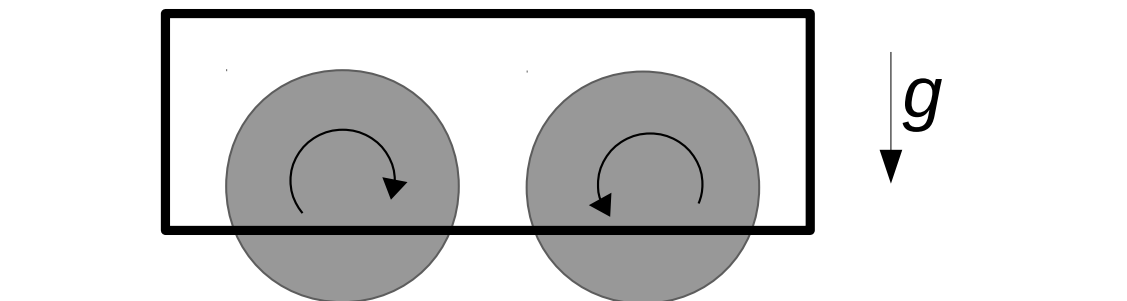
ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

CZĘŚĆ TEORETYCZNA

Nazwa zadania Wyznaczanie siły potrzebnej do przesuwania froterki
Rok 2017/2018
Źródło Komitet Główny Olimpiady Fizycznej;
Andrzej Wysmołek, sekretarz naukowy ds. zad. dośw. KGOF, IFD UW;
W. Ungier, A. Wysmołek: Fizyka w Szkole nr 5, 1998;
T.M. Molenda, IF US, www.OF.szc.pl.

Zadanie T - LXVII OF, I stopień.

Froterka o masie m zawiera dwie identyczne walcowe szczotki o promieniu R umieszczone symetrycznie względem środka masy froterki. Szczotki obracają się w przeciwne strony z prędkością kątową ω , a ich osie są równoległe i poziome. Współczynnik tarcia szczotek o podłoże wynosi μ .



Układ znajduje się w prostym polu grawitacyjnym g .
Jaką poziomą siłą należy działać na froterkę, aby przesuwać ją ze stałą prędkością v względem podłoża:

- prostopadle do osi obrotu szczotek?
- równoległe do osi obrotu szczotek?

Rozwiązanie zadania T - LXVII OF, I stopień.**Część teoretyczna**

Szczotki są jednakowo obciążone, a zatem w przypadku poślizgu każda z sił tarcia wywieranych na nie przez podłoże jest równa $mg\mu/2$. Siła F , jaką musimy działać na froterkę, jest równa co do wartości ich wypadkowej.

a) Gdy prędkość froterki v jest większa od ωR , siły tarcia są skierowane zgodnie, tzn. $F = mg\mu$. Gdy $v < \omega R$, siły tarcia się równoważą, czyli $F = 0$.

W przypadku $v = \omega R$ siła, z jaką musimy działać na froterkę, jest nieokreślona (dowolna w zakresie od 0 do $mg\mu$), podobnie jak nieokreślona jest siła popychająca stojący na chropowatym podłożu klocek, o którym wiemy tylko, że pozostaje w spoczynku.

b) Prędkość powierzchni szczotki względem podłoża w miejscu ich styku ma wartość

$$v_1 = \sqrt{v^2 + (\omega R)^2} \quad (1)$$

i tworzy z kierunkiem ruchu kąt, którego cosinus wynosi

$$v/v_1 = v/\sqrt{v^2 + (\omega R)^2}. \quad (2)$$

Zatem musimy działać na froterkę siłą

$$mg\mu \cdot \frac{v}{\sqrt{v^2 + (\omega R)^2}}. \quad (3)$$

Siła ta zmienia się od wartości zbliżonej do 0 dla $v \ll \omega R$ do wartości $mg\mu$ dla $v \gg \omega R$.

Uwaga

Powyższe rozwiązanie zakłada, że siła tarcia i siła podtrzymująca ruch froterki są współliniowe. Jeśli tak nie jest, siła reakcji podłoża na działającą każdą ze szczotek nie musi być równa $mg/2$. Zauważmy jednak, że w przypadku, gdy siła podtrzymująca ruch froterki wynosi 0 (przypadek a) gdy $v < \omega R$), nie ma to znaczenia. Nie ma to również znaczenia w przypadku a) gdy $v > \omega R$ oraz w przypadku b), gdyż wtedy rozkład sił reakcji i (nacisku) pomiędzy szczotkami jest nieistotny.

Punktacja

Przypadek a)

Uzasadnienie, że gdy $v < \omega R$, szukana siła jest równa zero	2pkt.
Uzasadnienie, że gdy $v > \omega R$, szukana siła jest równa $mg\mu$	2pkt.
Zauważenie, że gdy $v = \omega R$ siła jest nieokreślona w granicach od 0 do $mg\mu$	1pkt.

Przypadek b)

Prędkość powierzchni szczotki względem podłogi (wzór (1))	2pkt.
Cosinus kąta, jaki tworzy wektor prędkość powierzchni szczotki względem podłogi z kierunkiem przesuwania się froterki (wzór (2) lub równoważny)	1pkt.
Wynik końcowy (wzór (3))	1pkt.
Dyskusja wyniku końcowego w zależności od v	1pkt.