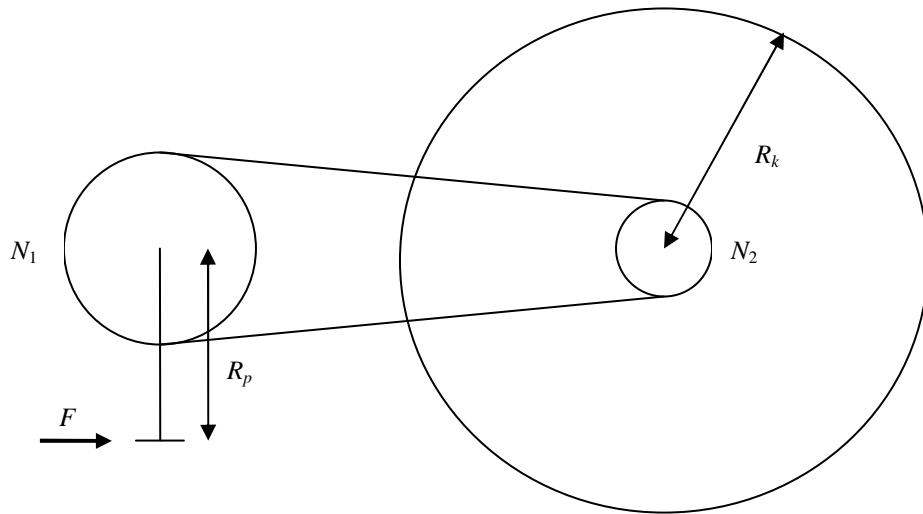


*Politechnika Warszawska - Wydział Fizyki*  
*Kuratorium Oświaty w Warszawie*

**XIX KONKURS FIZYCZNY dla szkół średnich**  
**Finał - 2 marca 2013 r.**

**Zadanie 1.**



W trybie przednim roweru mamy  $N_1$  zębów, a w tylnym  $N_2$  ( $N_2 < N_1$ ). Promień koła roweru  $R_k$ , długość ramienia pedału  $R_p$  ( $R_p < R_k$ ). Rower podtrzymywany w pozycji pionowej może poruszać się do przodu lub do tyłu; jego pedały znajdują się w najwyższym i najniższym położeniu. Dziewczynka stojąca obok roweru przyłożyła do dolnego pedału poziomą siłę  $F$  skierowaną w stronę tylnego koła.

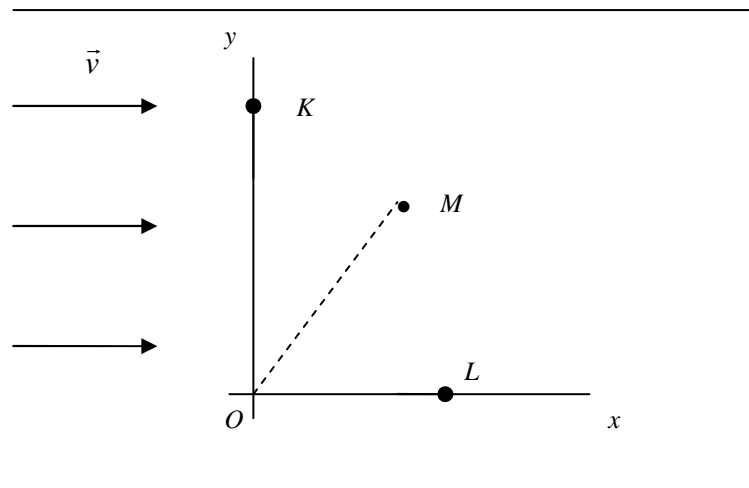
(a) W którą stronę ruszy rower? (b) Jaka jest wartość wypadkowej siły działającej na rower? (c) Czy możliwe jest (choćby teoretycznie) takie dobranie przełożenia  $N_1/N_2$ , by rower ruszył w kierunku przeciwnym? Odp.: (c)  $\frac{N_2}{N_1} > \frac{R_k}{R_p}$

**Zadanie 2.**

Duża asteroida o niejednorodnej budowie jest kulą o (nieznanym) promieniu  $R$ . W jej wnętrzu obszar kulisty o promieniu  $R/2$  rozciągający się od powierzchni do środka asteroidy wypełniony jest zwartym materiałem skalnym. Pozostałą objętość asteroidy zajmują porowate skały o trzykrotnie mniejszej gęstości  $\rho$ . Ekspedycja naukowa w zwartym materiale skalnym wydrążyła szyb sięgający środka

asteroidy. Do szybu upuszczono odłamek skalny. Jak długo będzie spadał? Odp.:  $t = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{\pi}{G\rho}}$

### Zadanie 3.



Prędkość prądu wody w rzece ma wartość  $v$ . Motorówka startująca z punktu  $O$  i powracająca do tego punktu porusza się z prędkością  $c$  względem wody ( $c > v$ ). (i) Wyznaczyć czas płynięcia motorówki  $T$  na trasie  $O-K-O$  ( $OK = d$ ). (ii) Przyjmując  $OL = \frac{d}{\gamma}$  wyznaczyć wartość współczynnika  $\gamma$  tak, by czas na trasie  $O-L-O$  wynosił  $T$ , tzn. by był taki sam jak na trasie  $O-K-O$ . (iii) Punkt  $M$  ma współrzędne  $M\left(\frac{a}{\gamma}, b\right)$ , gdzie  $a^2 + b^2 = d^2$ , a  $\gamma$  jest współczynnikiem wyznaczonym w poleceniu (ii). Jaki jest czas płynięcia motorówki na trasie  $O-M-O$ ? Dane są  $v$ ,  $c$  i  $d$ .

Odp.: (i)  $T = \frac{2d}{\sqrt{c^2 - v^2}}$ ; (ii)  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ ; (iii)  $T$ .

### Zadanie 4.

Pionowy cylinder o objętości  $V_0$  i polu przekroju poprzecznego  $A$  zawiera masę  $m$  gazu o temperaturze  $T_0$  pod ciśnieniem atmosferycznym  $p_0$ . Do cylindra upuszczono tłok o masie  $M$ . Wyznaczyć maksymalną prędkość tłoka przyjmując, że porusza się on bez tarcia. Ciepła właściwe gazu wynoszą  $c_p$  i  $c_v$ . Przyjąć oznaczenia  $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ ;  $\alpha = 1 + \frac{Mg}{p_0 A}$ . Nie ma wymiany ciepła pomiędzy gazem a

cylindrem i tłokiem. Odp.:  $v_{\max} = \left[ 2V_0 \left( 1 - \alpha^{\frac{1}{\gamma}} \right) \left( \frac{g}{A} + \frac{p_0}{M} \right) - 2c_v \frac{m}{M} T_0 \left( \alpha^{\frac{1}{\gamma} - 1} - 1 \right) \right]^{\frac{1}{2}}$

### Zadanie 5.

Metalowy walec obraca się z prędkością kątową  $\omega$  wokół osi symetrii. Walec znajduje się w jednorodnym polu magnetycznym o wektorze indukcji  $\vec{B}$  równoległym do jego osi.

(a) Wyznaczyć natężenie pola elektrycznego wewnątrz walca w odległości  $r$  od osi.

(b) Wyznaczyć gęstość ładunku wewnątrz walca.

Odp.: (b)  $\rho_+ = 2\varepsilon_0 \omega \left( \frac{m\omega}{e} \pm B \right)$ ;  $\rho_- = 2\varepsilon_0 \omega \left( B - \frac{m\omega}{e} \right)$ .

**Uwaga:** W rozwiązaniach zadań należy przyjąć powszechnie znane stałe fizyczne (np.:  $g$ ,  $R$ ,  $\varepsilon_0$  itp.) za dane.