

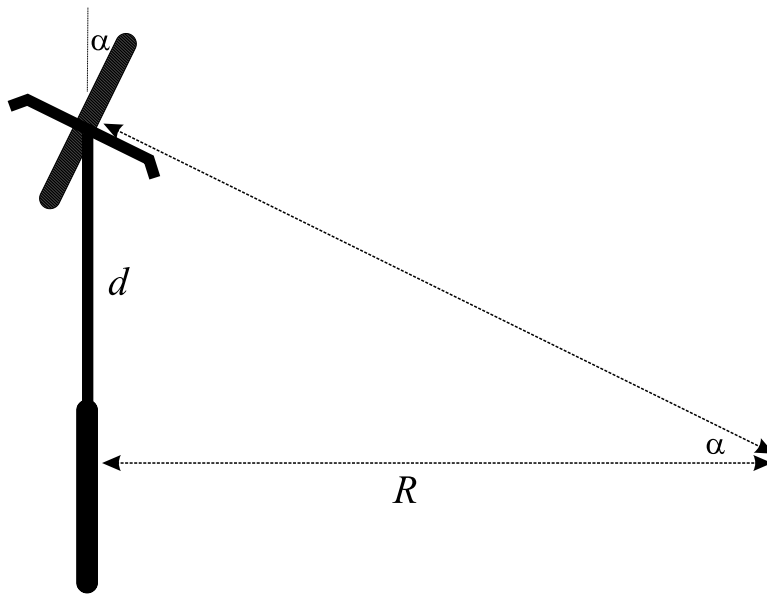
## LII Olimpiada Fizyczna Rozwiązania zadań teoretycznych

### Zadanie T1

Założenie sztywności układu rowerzysta+rower gwarantuje, że jeśli kierownica zostanie skrzyta, to rowerzysta i rower zaczną poruszać się po wspólnym okręgu. Możemy przyjąć (rys. 1), że promień tego okręgu jest równy promieniowi  $R$ , po którym porusza się tylne koło roweru:

$$R = d \operatorname{ctg} \alpha. \quad (1)$$

gdzie  $\alpha$  oznacza kąt skrzyenia kierownicy. Promień okręgu, po którym porusza się przednie koło jest nieznacznie większy. Rower odchylony od pionu o kąt  $\phi$  może zostać wypro-



rys. 1

stawiony przez moment siły odśrodkowej spowodowanej ruchem po okręgu po skrzyeniu kierownicy o kąt  $\alpha$  w tym samym kierunku, w którym się odchylił. Jest to możliwe, gdy moment siły odśrodkowej zrównoważy lub przewyższy moment siły grawitacyjnej, która dąży do jeszcze większego wychylenia roweru. Warunek ten sprowadza się do nierówności:

$$\frac{mv^2}{R} \cos \varphi \geq mg \sin \varphi, \quad (2)$$

gdzie  $m$  i  $v$  są masą i prędkością roweru z rowerzystą. Po uwzględnieniu wzoru (1) na promień okręgu dostajemy

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{gd}{v^2} \operatorname{tg} \varphi \approx 0.014, \quad (3)$$

czyli  $\alpha \approx 0.8^\circ$ . Widać, że przy dużych prędkościach wystarczy wykonać niewielki skręć kierownicą by powrócić do równowagi. Natomiast im mniejsza prędkość roweru tym mocniej należy skrzyć kierownicą. Przy prędkości  $v = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , skręć kierownicą niezbędne do stabilizowania pozycji roweru muszą być około 10 razy większe niż kąt wychylenia rowerzysty od pionu. Oznacza to, że przy tak małych prędkościach jazda na rowerze staje się trudna.

Stabilność może być osiągnięta tylko dzięki ciągłemu skręcaniu kierownicą. Na rowerze, którego kierownicę zablokowano w ogóle nie da się jeździć.

**Punktacja**

stwierdzenie, że po skręceniu kierownicy rower porusza się po okręgu — 1 pkt.

wzór 1 — 2 pkt.

warunek 2 — 3 pkt.

wzór 3 — 1 pkt.

wartość kąta  $\alpha$  — 1 pkt.

właściwy kierunek skrętu — 1 pkt.

dyskusja — 1 pkt.