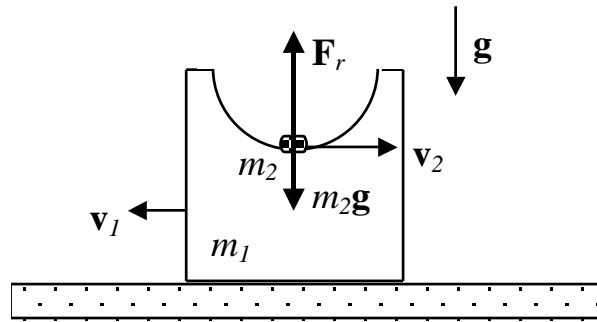


## WZORCOWE ROZWIĄZANIE ZADANIA 2.



Rozpatrujemy najpierw zjawisko w układzie odniesienia związanym z nieruchomym stołem. Pęd układu mechanicznego (podstawa  $1$  plus ciało  $2$ ) mogą zmienić tylko siły zewnętrzne, tj. siła ciężkości i siła reakcji stołu. Siły te nie mają składowych w kierunku poziomym, a więc składowa pędu układu w tym kierunku będzie zachowana. Ponieważ w chwili początkowej pęd w kierunku poziomym był równy zero, więc z zasady zachowania pędu otrzymujemy

$$m_2 v_2 - m_1 v_1 = 0, \quad (1)$$

gdzie uwzględniamy prędkości ciał w momencie, gdy ciało  $2$  osiąga najniższy punkt w rynnie. W sytuacji, gdy nie ma sił tarcia, zachowana jest energia mechaniczna układu. Ciała  $1$  i  $2$  uzyskują energię kinetyczną równą ubytkowi energii potencjalnej ciała  $2$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = m_2 g R. \quad (2)$$

Z równań (1) i (2) otrzymujemy prędkości obu ciał:

$$v_1 = \frac{m_2}{m_1} \sqrt{\frac{2m_1 g R}{m_1 + m_2}}, \quad (3)$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2m_1 g R}{m_1 + m_2}}. \quad (4)$$

Przechodzimy teraz do układu odniesienia związanego z ciałem  $1$ . Ciało to porusza się ruchem zmiennym, czyli układ odniesienia nie jest już układem inercyjnym i występują w nim dodatkowe siły bezwładności. Wybór tego układu jest jednak korzystny, gdyż ciało  $2$  porusza się względem niego po łuku okręgu. W chwili, gdy ciało  $2$  znajduje się w najniższym punkcie rynny, układ odniesienia (ciało  $1$ ) osiąga największą prędkość i jego przyspieszenie jest równe zero; oznacza to chwilowy brak sił bezwładności. Możemy więc skorzystać z II zasady dynamiki Newtona i napisać równanie ruchu ciała  $2$  w postaci

$$\frac{m_2 u_2^2}{R} = F_r - m_2 g, \quad (5)$$

gdzie  $u_2$  jest szybkością ciała, a  $F_r$  jest wartością siły reakcji rynny.

Zgodnie z III zasadą dynamiki Newtona siła reakcji rynny jest równa co do wartości sile nacisku  $F_n$  ciała  $2$  na dno rynny.

Szybkość ciała  $2$  względem ciała  $1$  jest równa

$$u_2 = v_1 + v_2. \quad (6)$$

Korzystając z równań (3), (4), (5), (6) otrzymujemy

$$F_n = m_2 g \left( 3 + 2 \frac{m_2}{m_1} \right). \quad (7)$$

Proponowana punktacja:

- a) prawidłowo sformułowana zasada zachowania pędu w kierunku poziomym - 1 pkt.
- b) relacja między działającymi siłami  $F_r$  i  $Q$  – 1 pkt.
- c) matematyczne zapisanie zasady zachowania pędu (wzór 1) – 1 pkt.
- d) prawidłowo sformułowana zasada zachowania energii – 1 pkt.
- e) matematyczne zapisanie zasady zachowania energii (wzór 2) – 1 pkt.
- f) wyznaczenie prędkości podstawki i ciała  $m_2$  – 2 pkt.
- g) analiza ruchu ciała 2 w układzie poruszającym się – 1 pkt.,
- h) wyznaczenie prędkości względnej ciał – 1pkt
- i) wyznaczenie siły nacisku ciała na dno rynny – 1 pkt.