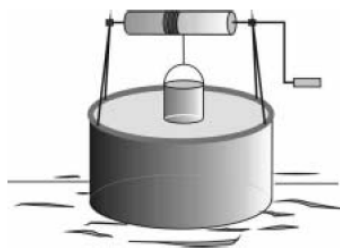


### 3.R. Ruch obrotowy bryły sztywnej

#### 3.1

##### Zadanie 28. Kolowrót (11 pkt)

Kolowrót w kształcie walca, którego masa wynosi 10 kg, zamocowany jest nad studnią (rys.).

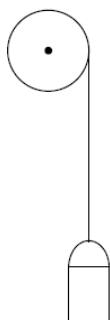


Na kolowrocie nawinięta jest nieważka i nierozciągliwa linka, której górny koniec przymocowany jest do kolowrotu. Do dolnego końca linki przymocowano wiadro o masie 5 kg, służące do wyciągania wody ze studni.

##### 28.1 (6 pkt)

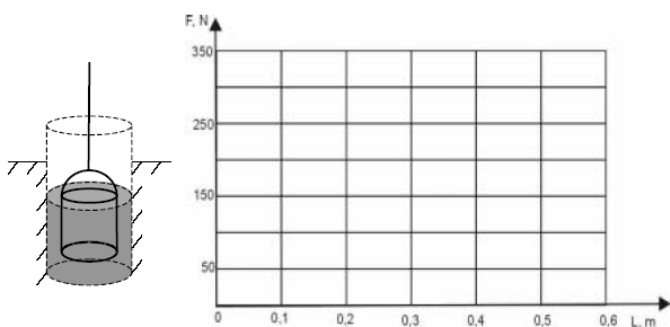
Pod wpływem ciężaru pustego wiadra linka rozwija się, powodując ruch obrotowy kolowrotu. Narysuj siły działające w tym układzie oraz oblicz przyspieszenie wiadra. Moment bezwładności walca względem osi obrotu wyraża się wzorem:  $I = \frac{1}{2}mr^2$ . Pomiń wpływ sił

oporu ruchu oraz korby z rączką na wartość przyspieszenia.



##### 28.2 (3 pkt)

Po nabraniu wody, wiadro ze stanu pełnego zanurzenia (rys.), jest wyciągane ze studni ruchem jednostajnym. Narysuj wykres zależności wartości  $F$  siły naciągu linki od drogi  $L$  przebytej przez górny brzeg wiadra ponad lustrem wody w studni. Masa wiadra wypełnionego wodą jest równa 25 kg. Wiadro ma kształt walca o wysokości 0,4 m. Pomijamy objętość blachy, z której zrobione jest wiadro. Poziom wody w studni nie ulega zmianom. Przyjmij przyspieszenie ziemskie  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ .



##### 28.3 (2 pkt)

Wyjaśnij, dlaczego parcie wody na dno podczas wyciągania wiadra wypełnionego wodą ze studni ruchem przyspieszonym jest większe niż podczas wyciągania wiadra ruchem jednostajnym.

#### 3.2

##### Zadanie 28. (10 pkt) MALPKA I PULSAR

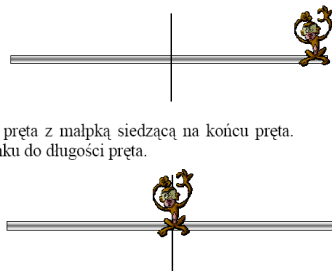
Na jednym z końców obracającej się wokół pionowej osi cienkościennej rurki siedzi małpka. Rurka ma długość 2 m, jej masa wynosi 0,5 kg, małpka ma masę 2 kg. Oś obrotu przechodzi przez środek rurki.

a) (2 pkt) Oblicz wartość momentu bezwładności pręta z małpką siedzącą na końcu pręta. Przyjmij, że rozmiary małpki są niewielkie w stosunku do długości pręta.

b) (2 pkt) W pewnej chwili pręt z małpką siedzącą na końcu został wprawiony w powolny ruch obrotowy tak, że wykonywał jeden obrót na 10 sekund. Małpka nie była z tego zbyt zadowolona i przeszła na środek pręta. Pręt z siedzącą na środku małpką zaczął wirować szybciej, mimo że nikt do niego nie podchodził.

Dlaczego pręt zaczął wirować szybciej, gdy małpka przeszła na jego środek?

c) (3 pkt) Oblicz okres obrotu pręta, jeżeli małpka siedzi na jego środku.



d) (3 pkt) Pulsary są gwiazdami neutronowymi o średnicy rzędu 20 - 100 km powstałymi w toku ewolucji gwiazd o masach większych od masy Słońca. Jądro gwiazdy gwałtownie zmniejsza swój promień, a materia poza jądrem zostaje wyrzucona w przestrzeń. Powstały obiekt składa się głównie z neutronów i bardzo szybko wiruje. Okres jednego obrotu jest rzędu nawet jednej setnej sekundy. Sprawdź (wykonując obliczenia), czy zmniejszenie promienia jądra gwiazdy ze 100 000 km do 10 km (przy zachowaniu stałej masy jądra) prowadzi do zmniejszenia okresu obrotu z 30 dni do setnych części sekundy.

#### 3.3

##### Zadanie 25. Gwiazda neutronowa (5 pkt)

Z gwiazdy o masie  $4 \cdot 10^{30}$  kg, promieniu  $10^6$  km i okresie wirowania  $10^5$  s w czasie wybuchu supernowej zostaje odrzuconych w przestrzeń kosmiczną 90% masy. Z pozostałej masy powstaje gwiazda neutronowa o promieniu 100 km. Odrzucona masa nie unosi momentu pędu. Moment bezwładności kuli  $I = 0,4mr^2$ .

Oblicz okres wirowania gwiazdy neutronowej oraz gęstość gwiazdy przed i po wybuchu.