

Fizyka I (mechanika), rok akad. 2011/2012  
Zadania na ćwiczenia, seria 2

Zadania wstępne (dla wszystkich)

**Zadanie 1.**

Pewne ciało znajduje się na równi, której kąt nachylenia względem poziomu można regulować. Stwierdzono, że gdy wartość kąta nachylenia przekroczy  $\alpha = 13^\circ$ , ciało zaczyna się zsuwać z równi. Znajdź wartość współczynnika tarcia statycznego pomiędzy ciałem a równią.

**Zadanie 2.**

Student w butach z kolcami pcha sanie z ładunkiem o łącznej masie  $m = 240$  kg po powierzchni zamrożonego stawu, po której ślizgają się one bez tarcia. Sanie początkowo spoczywały, a następnie student zaczął na nie działać skierowaną poziomo stałą siłą o wartości  $F = 130$  N. Oblicz prędkość sań po przebyciu przez nie drogi  $d = 2,3$  m.

**Zadanie 3.**

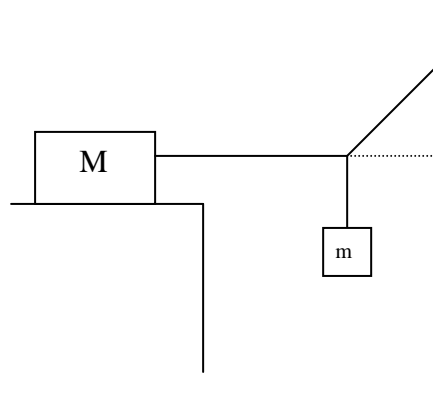
Na sznurku wisi swobodnie odważnik o masie  $m$ . W pewnej chwili wartość siły napięcia sznurka wzrosła trzykrotnie. Oblicz przyspieszenie odważnika.

## Fizyka I (mechanika), rok akad. 2011/2012

### Zadania na ćwiczenia, seria 2

#### Zadanie 1 (dla wszystkich)

Układ przedstawiony na rysunku obok jest w równowadze. Jeśli jakkolwiek masa zostanie dodana do ciężarka oznaczonego symbolem  $m$ , układ zaczyna się poruszać. Jaki jest współczynnik tarcia statycznego pomiędzy klockiem o masie  $M$  a płaszczyzną na której spoczywa ?



Wykonaj obliczenia rachunkowe przyjmując:

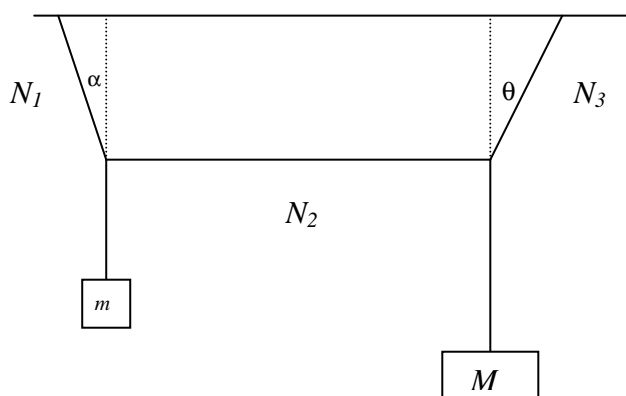
- masy klocków  $M = 20 \text{ kg}$ ,  $m = 10 \text{ kg}$  oraz kąt pomiędzy ścianą a nitką  $\alpha = 30^\circ$ .

Masa linki jest zaniedbywalna.

#### Zadanie 2 (dla wszystkich)

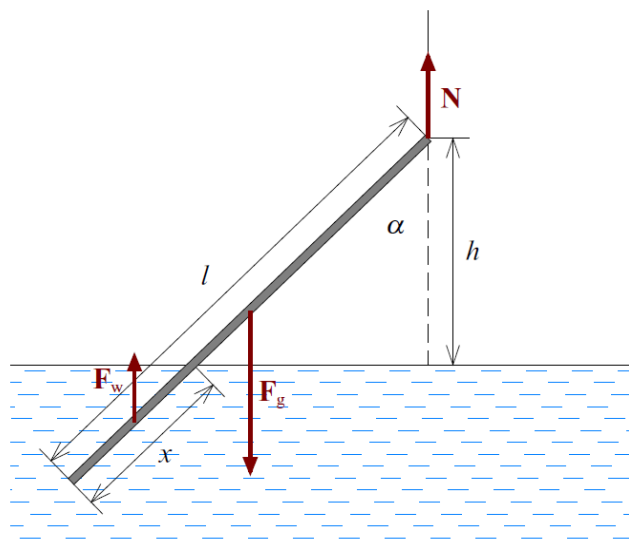
Dwie masy  $M$  oraz  $m$  zostały połączone giętą i nierozciągliwą linką w taki sposób jak zostało to przedstawione na poniższym rysunku. Kąt odchylenia linki „1” od pionu wynosi  $\alpha$ . Wiedząc, że układ jest w równowadze oraz linka położona w centralnej części „2” jest pozioma, znaleźć:

- siły naprężenia poszczególnych linek  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ,
- kąt  $\theta$  o jaki jest odchylna linka „3” od pionu (patrz rysunek)..



#### Zadanie 3 (fizyka i astronomia)

Nad powierzchnią wody zawieszono na nitce cienki, jednorodny patyczek o długości  $l$  wykonany z drewna o gęstości  $\rho_d = \frac{1}{2} \rho_w$ , gdzie  $\rho_w$  jest gęstością wody. Znajdź kąt odchylenia patyczka od pionu  $\alpha$  w funkcji wysokości  $h$  punktu zawieszenia nad lustrem wody.



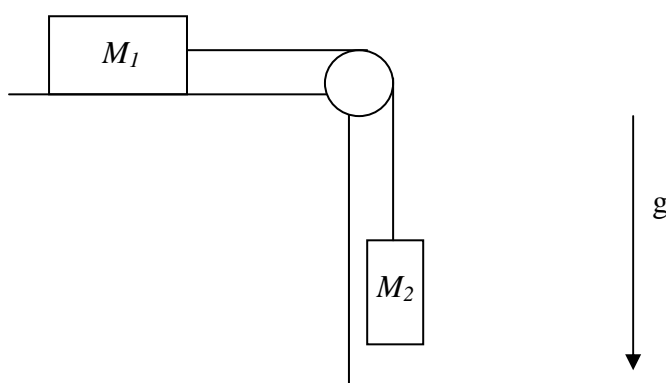
#### Zadanie 4 (dla wszystkich)

Śmigłowiec o masie  $m_s = 15000$  kg podnosi ciężarówkę o masie  $m_c = 4500$  kg, poruszając się pionowo w górę z przyspieszeniem o wartości  $a = 1,4$  m/s<sup>2</sup>. Wyznacz:

- skierowaną w górę siłę wypadkową, jaką działa powietrze na łopatę śmigłowca,
- naprężenie liny łączącej ciężarówkę ze śmigłowcem.

#### Zadanie 5 (dla wszystkich)

Dwie masy  $M_1$  i  $M_2$  zostały połączone giętką i nierozciągliwą liną o zaniedbywalnej masie w taki sposób jak zostało to przedstawione na poniższym rysunku. Masa  $M_1$  leży na poziomym stole. Współczynnik tarcia poślizgowego klocka o stół wynosi  $f$ . Masa  $M_2$  wisi natomiast na linie poza krawędzią stołu. Zakładając, że na linę nie działa siła tarcia ani od powierzchni stołu, ani od krawędzi, oblicz przyspieszenie w ruchu tych mas pod wpływem siły ciężkości. Zakładamy, że w czasie ruchu mas lina jest naprężona. Ile wynosi naprężenie liny? Przyspieszenie grawitacyjne wynosi  $g$ . Przedyskutuj możliwe rozwiązania w zależności od początkowej prędkości ruchu masy  $M_1$  (zakładamy, że kierunek tej prędkości początkowej może być tylko wzdłuż naprężonej liny). Zakładamy też, że obie części liny są prostopadłe do krawędzi stołu. Opory powietrza podczas ruchu obu mas zanedbujemy.



**Zadanie 6 (dla wszystkich)**

Oscylatorem harmonicznym nazywamy punkt materialny, który wykonuje drgania pod wpływem siły zwrotnej  $F(x) = -kx$ . Zapisz równanie ruchu oscylatora harmonicznego. Rozwiąż to równanie, czyli wyznacz  $x(t)$ . Korzystając z pochodnej oblicz prędkość oraz przyspieszenie oscylatora.

**Zadanie 7 (dla wszystkich)**

Trampolina, po wejściu na nią skoczka, ugięła się o  $\Delta x = 30$  cm. Zakładając, że trampolina ma idealne własności sprężyste i masę zanedbywalnie małą w porównaniu ze skoczkiem, obliczyć częstość oscylacji trampoliny ze skoczkiem.

**Zadanie 8 (fizyka i astronomia)**

Rozważmy skrajnie uproszczony model atomu wodoru. Przyjmijmy, że:

- składa się on z punktowego jądra o bardzo dużej masie, którym jest proton o ładunku  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C oraz
- chmury elektronowej, którą potraktujemy jako jednorodnie naładowaną ujemną chmurę ładunku o promieniu równym promieniowi Bohra  $a_B = 5,3 \cdot 10^{-11}$  m, całkowitym ładunku równym  $-e$  i masie  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg.

Warunek równowagi takiego układu odpowiada sytuacji, kiedy środek ujemnej chmury pokrywa się z położeniem dodatniego jądra. Z jaką częstością będzie drgać chmura, jeżeli wychyli się ją trochę z położenia równowagi? Wynik porównać z częstością drgań chmury elektronowej odpowiadającym przejściu elektronowemu  $2p \rightarrow 1s$  w atomie wodoru, która wynosi  $\nu = 2,47 \cdot 10^{15}$  Hz.

Dostaje się ten sam rząd wielkości, co dla drgania chmury elektronowej atomu wodoru, odpowiadającej przejściu  $2p \rightarrow 1s$  ( $\nu = 2,47 \cdot 10^{15}$  Hz). Lepszego wyniku po tak prymitywnym modelu nie należało oczekiwać!

**Zadanie 9 (dla wszystkich)**

Swobodnie spadający kamień o masie  $m$  wpada do studni z prędkością początkową  $V_0$ . Zakładamy, że w wodzie działa siła oporu  $\vec{F} = -k\vec{V}$ . Znaleźć równanie położenia, prędkości oraz przyspieszenia w zależności od czasu.

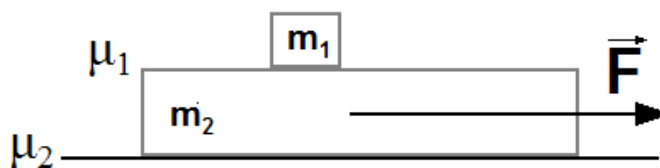
**Zadanie 10 (fizyka i astronomia)**

Po jednej stronie nieważkiej liny przerzuconej przez nieważki i poruszający się bez tarcia blok zaczepiony jest ciężar o masie  $M$ , zaś na drugim jej końcu znajduje się małpa o masie  $m < M$ . Znaleźć ruch układu w 2 przypadkach:

- małpa nie porusza się względem liny;
- małpa wspina się po linie ze stałym względem niej przyspieszeniem  $a_0$ .

**Zadanie 11 (fizyka i astronomia)**

Klocek o masie  $m_1$  znajduje się na desce o masie  $m_2$ , leżącej na stole. Współczynnik tarcia pomiędzy klockiem i deską jest równy  $\mu_1$ , a między deską i stołem  $\mu_2$ . Znajdź minimalną siłę  $F$ , działającą poziomo na deskę, pod której wpływem rozpoczyna się przemieszczanie klocka względem deski.



### Zadanie 12 (fizyka i astronomia)

Równia pochyła o kącie nachylenia  $\alpha$  oraz masie  $M$  może przesuwać się bez tarcia po stole. Na równię położono ciężarek o masie  $m$ . Obliczyć przyspieszenie równi oraz przyspieszenie ciężarka w inercjalnym układzie odniesienia związanym ze stołem, a także przyspieszenie ciężarka w układzie związanym z równią. Rozpatrzeć dwa przypadki:

- ciężarek zsuwa się po równi bez tarcia,
- ciężarek zsuwa się po równi z tarcieniem, a współczynnik tarcia dynamicznego wynosi  $\mu$ .

Czy ciężarek może oderwać się od powierzchni równi? Jednorodne pole grawitacyjne jest prostopadłe do powierzchni stołu.