Fizyka I (2012/2013)

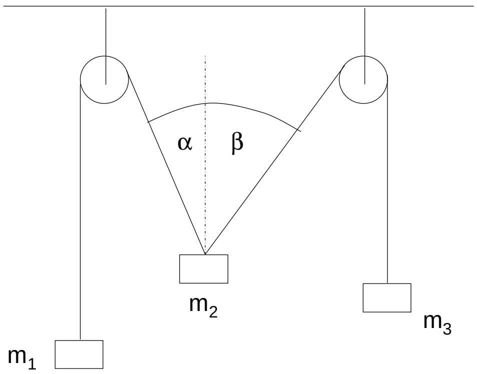
Kolokwium 19.11.2012

Zadania rachunkowe, grupa A

Uwaga: Każde zadanie rozwiązujemy na osobnej kartce. Prace powinny być czytelne, a kolejne kroki opatrzone takimi komentarzami, by tok rozumowania był jasny dla sprawdzającego. Rozwiązując zadania wyprowadź wzór końcowy, sprawdź jednostki i oblicz wartości liczbowe żądanych wielkości.

Zadanie 1

Masy m_1 , m_2 i m_3 , połączone linkami zawieszone są na 2 bloczkach jak na rysunku. Jakie muszą być spełnione warunki, aby możliwe było osiągnięcie stanu równowagi? Jakie będą kąty α i β pomiędzy linkami i pionem w sytuacji, kiedy układ będzie w równowadze?

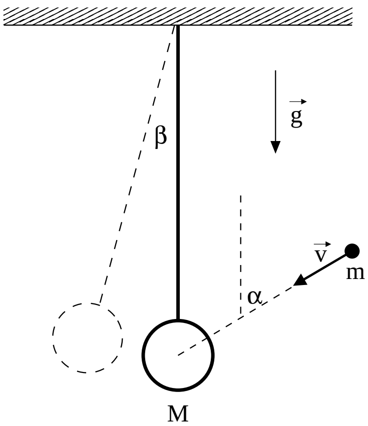


Zadanie 2

Kulka z plasteliny o masie M zawieszona jest na nici o długości L licząc od środka kulki. Pocisk o masie m wystrzelony z prędkością $\vec{V}$ pod kątem α do pionu, wbija się w kulkę i zatrzymuje dokladnie w jej środku. O jaki kąt β odchyli się tak powstałe wahadło? Wyznacz przybliżoną wartość liczbową tego kąta w stopniach, przyjmując następujące wartości: m=10 g, M=90 g, L=10 cm, V=2 m/s i α=30°. Przyjmij g=10 m/s^2.

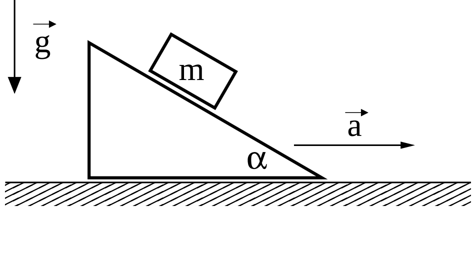
Wskazówka (1): zaniedbaj efekty związane z wydłużeniem nici.

Wskazówka (2): w przybliżeniu małych kątów: $\cos\beta = 1 - \frac{\beta^2}{2}$.



Zadanie 3

Na poziomym stole stoi równia o kącie nachylenia α, po której bez tarcia może się ślizgać klocek o masie m. W chwili początkowej klocek spoczywa na równi, zaś równia zaczyna poruszać się z przyspieszeniem $\vec{a}$ skierowanym poziomo, jak na rysunku. Wyznacz wartość oraz poziomą i pionową składową przyspieszenia klocka w układzie równi i w układzie stołu. Jakie są możliwe zachowania klocka i dla jakich wartości parametrów?

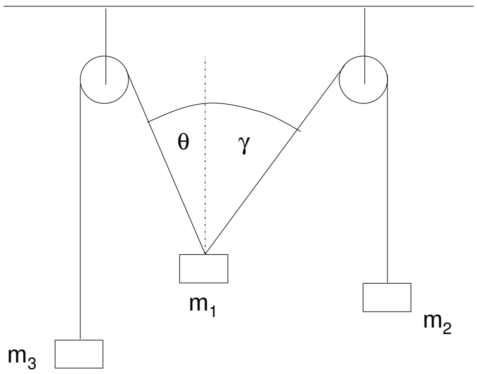


Fizyka I (2012/2013)
Kolokwium 19.11.2012
Zadania rachunkowe, grupa B

Uwaga: Każde zadanie rozwiązujemy na osobnej kartce. Prace powinny być czytelne, a kolejne kroki opatrzone takimi komentarzami, by tok rozumowania był jasny dla sprawdzającego. Rozwiązując zadania wyprowadź wzór końcowy, sprawdź jednostki i oblicz wartości liczbowe żądanych wielkości.

Zadanie 1

Masy m_1 , m_2 i m_3 , połączone linkami zawieszone są na 2 bloczkach jak na rysunku. Jakie muszą być spełnione warunki, aby możliwe było osiągnięcie stanu równowagi? Jakie będą kąty θ i γ pomiędzy linkami i pionem w sytuacji, kiedy układ będzie w równowadze?

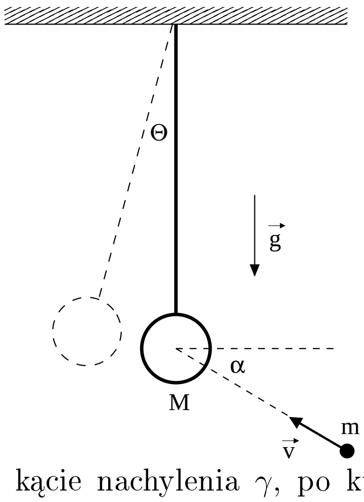


Zadanie 2

Kula z modeliny o masie M zawieszona jest na nieważkim pręcie o długości L licząc od środka kuli. Pocisk o masie m wystrzelony z prędkością $\vec{V}$ pod kątem α do poziomu, wbija się w kulkę i zatrzymuje dokladnie w jej środku. O jaki kąt θ odchyli się tak powstałe wahadło? Wyznacz przybliżoną wartość liczbową tego kąta w stopniach, przyjmując następujące wartości: m=10 g, M=190 g, L=20 cm, V=8 m/s i α=45°. Przyjmij g=10 m/s^2.

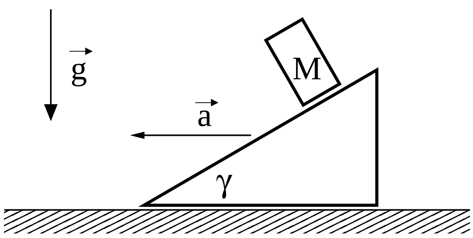
Wskazówka (1): zaniedbaj efekty związane z odkształceniem pręta

Wskazówka (2): w przybliżeniu małych kątów: $\cos\beta = 1 - \frac{\beta^2}{2}$.



Zadanie 3

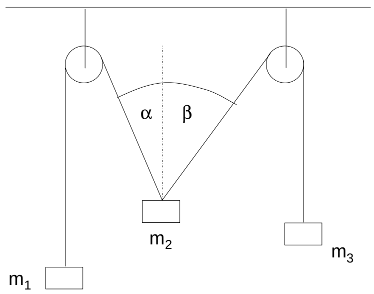
Na poziomym stole stoi równia o kącie nachylenia γ, po której bez tarcia może się ślizgać klocek o masie M. W chwili początkowej klocek spoczywa na równi, zaś równia zaczyna poruszać się z przyspieszeniem $\vec{a}$ skierowanym poziomo, jak na rysunku. Wyznacz wartość oraz poziomą i pionową składową przyspieszenia klocka w układzie równi i w układzie stołu. Jakie są możliwe zachowania klocka i dla jakich wartości parametrów?



Fizyka I (mechanika), rok akad. 2012/2013
Zadania kolokwialne 1

Zadanie 1

Masy m_1, m_2 i m_3, połączone linkami zawieszone są na 2 bloczkach jak na rysunku. Jakie muszą być spełnione warunki, aby możliwe było osiągnięcie stanu równowagi? Jakie będą kąty α i β pomiędzy linkami i pionem w sytuacji, kiedy układ będzie w równowadze?



Rozwiązanie:
W równowadze wypadkowe siły działające na każdą z 3 mas muszą znikać. Stąd wniosek, że siła naciągu lewej nici musi wynosić $N_1 = m_1 g$, zaś prawej $N_3 = m_3 g$. Równowaga masy środkowej wymaga znikania zarówno poziomej jak i pionowej składowej siły wypadkowej:

$$m_1 g \sin\alpha = m_3 g \sin\beta \qquad (1)$$

$$m_1 g \cos\alpha + m_3 g \cos\beta = m_2 g \qquad (2)$$

Upraszczając oba równania przez g i podnosząc (1) do kwadratu otrzymujemy:

$$m_1^2 \cos^2\alpha - m_3^2 \cos^2\beta = m_1^2 - m_3^2 \qquad (3)$$

$$m_1 \cos\alpha + m_3 \cos\beta = m_2 \qquad (4)$$

Lewa strona równania (3) jest różnicą kwadratów 2 wyrażeń, wobec tego równanie to można zapisać jako:

$$(m_1 \cos\alpha - m_3 \cos\beta)(m_1 \cos\alpha + m_3 \cos\beta) = (m_1 \cos\alpha - m_3 \cos\beta)\cdot m_2 = m_1^2 - m_3^2$$

Stąd łatwo już doprowadzić do rozwiązania:

$$\cos\alpha = \frac{m_2^2 + m_1^2 - m_3^2}{2 m_2 m_1} \qquad \cos\beta = \frac{m_2^2 - m_1^2 + m_3^2}{2 m_2 m_3} \qquad (5)$$

Pierwszy warunek umożliwiający wystąpienie równowagi wynika z równania (4). Ponieważ oba cosinusy muszą być nie większe od 1 (i nieujemne), to:

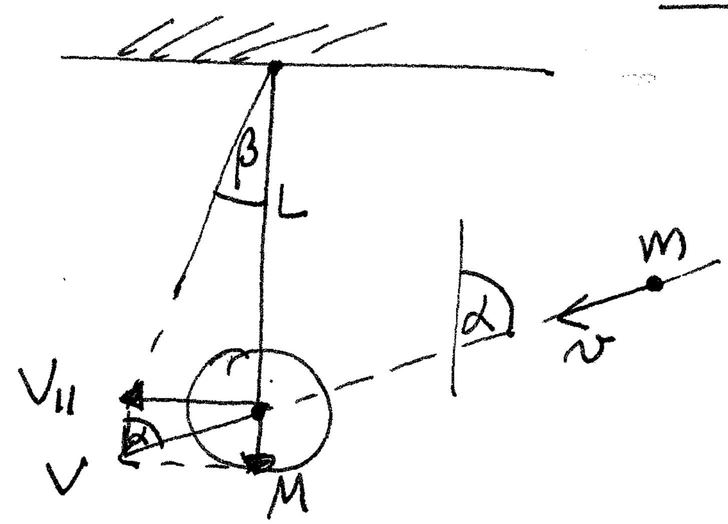
$$m_1 + m_3 \geq m_2 \qquad (6)$$

Poza tym, skoro oba cosinusy nie mogą być ujemne, to z (5) wynika, że żadna z mas m_1 i m_3 nie może być zbyt duża:

$$\begin{aligned} m_1^2 &\leq m_2^2 + m_3^2 \\ m_3^2 &\leq m_2^2 + m_1^2 \end{aligned} \qquad (7)$$

Maksymalna wartość masy m_2 może być równa $m_1 + m_3$. Łatwo pokazać, że wtedy $\cos\alpha = 1$ i $\cos\beta = 1$, a więc $\alpha = 0$ i $\beta = 0$. Z kolei nie ma ograniczenia od dołu na masę m_2. Wtedy jednak, dla $m_2 \to 0$ związki (7) prowadzą do $m_1 = m_3$.

Zadanie 2



Treść: Wahadło z plasteliny L, M. Pocisk m i pręd. v wbija się pod kątem α (do pionu) i grzęźnie w środku. O jaki kąt β odchyli się wahadło? Nić jest nierozciągliwa.

Rozw. Prawo zach. pędu wzdłuż kier. padania pocisku: $mv = (M+m)V \Rightarrow V = \frac{mv}{M+m}$

skład. pionowa pędu całości jest "podtrzymana" przez reakcję nici i tylko składowa pozioma kontrybuuje do wzbudzenia energii kinetycznej ($V_{||}$). Całość podniesie się na wys. h taką, że

$$\frac{(M+m)V_{||}^2}{2} = (M+m)gh \Rightarrow h = \frac{m^2 v^2 \sin^2\alpha}{2g(M+m)^2}.$$

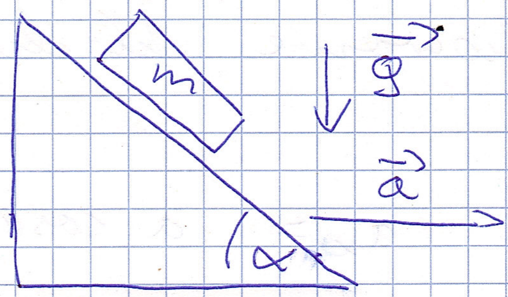
Związek z kątem β: $h = L(1-\cos\beta) \Rightarrow$

$$\cos\beta = 1 - \frac{m^2 v^2 \sin^2\alpha}{2gL(M+m)^2}$$

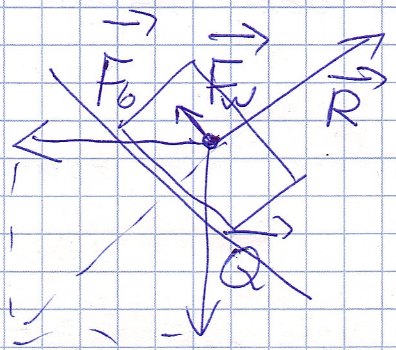
DODATKOWO: zakładając że kąt β jest mały i korzystając z rozwinięcia cosinusa $\cos\delta = 1 - \frac{\delta^2}{2}$ oblicz kąt β dla $v = 2\,m/s$, $\alpha = 30^\circ$, $g = 10\,m/s^2$, $L = \frac{1}{10}\,m$, $M/m = 9$.

z porównania mamy $\beta \approx \frac{1}{10} \Rightarrow \beta \approx 6^\circ$.

Zadanie 3



W układzie równi na klocek działają:



$$Q = mg$$

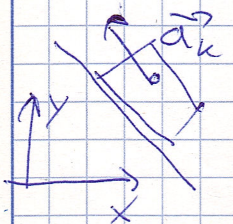
$$F_b = ma$$

$$\vec{Q} + \vec{F_b} + \vec{R} = \vec{F_w}$$

1p. $$|\vec{F_w}| = ma\cos\alpha - mg\sin\alpha$$

(znak dodatni: w górę równi, ujemny: w dół)

Przyspieszenie w układzie równi



$$\vec{a_k} = \frac{\vec{F_w}}{m}$$

$$a_k = a\cos\alpha - g\sin\alpha$$ (dodatnie do góry)

1p.
$$\begin{cases} a_x = -a\cos^2\alpha + g\sin\alpha\cos\alpha \\ a_y = a\cos\alpha\sin\alpha - g\sin^2\alpha \end{cases}$$

W układzie stołu

$$\vec{\tilde{a}_k} = \vec{a_k} + \vec{a}$$

1p.
$$\begin{cases} \tilde{a}_x = a\sin^2\alpha + g\sin\alpha\cos\alpha \\ \tilde{a}_y = a\cos\alpha\sin\alpha - g\sin^2\alpha \end{cases}$$

1p. $$\tilde{a} = \sin\alpha \cdot \left((a\sin\alpha + g\cos\alpha)^2 + (a\cos\alpha - g\sin\alpha)^2 \right)^{1/2}$$

$$= \sin\alpha\sqrt{a^2+g^2}$$

Zachowanie klocka zależy od znaku

$$a_k = a\cos\alpha - g\sin\alpha$$

Dla $a_k > 0$ klocek będzie poruszał się w górę równi

1p. $a_k < 0$ będzie się zsuwał

$a_k = 0$ będzie spoczywał względem równi.

$(a = g \cdot tg\alpha)$

Imię i Nazwisko: ....

Nr. albumu: .... Grupa ćwiczeniowa:...........

Fizyka I (2012/2013)
Kolokwium 19.11.2012
Pytania testowe (A)

Na każde pytanie jest dokładnie jedna prawidłowa odpowiedź. Należy ją zaznaczyć stawiając czytelny znak **X** w odpowiedniej kratce. Otoczenie zakreślonej kratki kółkiem anuluje odpowiedź. Ponownego wyboru anulowanej wcześniej odpowiedzi można dokonać czytelnie wypisując odpowiednią literę przy numerze pytania. Za dobrą odpowiedź uzyskuje się 1 punkt, za złą -0.5 punktu.

1. Jaką wielokrotność metra stanowi femtometr

   [A] 10^{-9} [B] 10^{-6} [X] 10^{-15} [D] 10^{-12}

2. Samochód startujący ze stałym przyspieszeniem osiąga 40 m/s w ciągu 8 sekund. Jaką drogę pokonuje w tym czasie?

   [X] 160 m [B] 100 m [C] 200 m [D] 320 m

3. II zasada dynamiki Newtona wiąże całkowitą siłę działającą na ciało z

   [A] energią kinetyczną [X] pochodną pędu [C] energią potencjalną [D] pędem

4. Wahadło matematyczne o długości 1m ma okres drgań około 2s. Jaka jest długość wahadła o okresie 4s

   [X] 4 m [B] 2 m [C] 70 cm [D] 140 cm

5. Pocisk o masie m uderza centralnie z prędkością $\vec{v}$ w nieruchomą tarczę o masie $M \gg m$. Zakładając, że zderzenie jest elastyczne, prędkość pocisku po zderzeniu wyniesie

   [A] $\vec{v}' \approx 0$ [B] $\vec{v}' \approx \vec{v}$ [C] $\vec{v}' \approx 2\,\vec{v}$ [X] $\vec{v}' \approx -\vec{v}$ 545075

Imię i Nazwisko: ....

Nr. albumu: .... Grupa ćwiczeniowa:...........

Fizyka I (2012/2013)
Kolokwium 19.11.2012
Pytania testowe (B)

Na każde pytanie jest dokładnie jedna prawidłowa odpowiedź. Należy ją zaznaczyć stawiając czytelny znak **X** w odpowiedniej kratce. Otoczenie zakreślonej kratki kółkiem anuluje odpowiedź. Ponownego wyboru anulowanej wcześniej odpowiedzi można dokonać czytelnie wypisując odpowiednią literę przy numerze pytania. Za dobrą odpowiedź uzyskuje się 1 punkt, za złą -0.5 punktu.

1. Jaką część metra stanowi 1 nm

   X 10^{-9} B 10^{-6} C 10^{-12} D 10^{-15}

2. Samochód startujący ze stałym przyspieszeniem osiąga 25 m/s w ciągu 8 sekund. Jaką drogę pokonuje w tym czasie?

   X 100 m B 160 m C 80 m D 200 m

3. I zasada dynamiki jest równoważna postulatowi istnienia

   A wyróżnionego układu odniesienia **X** układu inercjalnego C ciała doskonale izolowanego D absolutnego spoczynku

4. Wahadło matematyczne o długości 1m ma okres drgań około 2s. Jaka jest długość wahadła o okresie 1s

   A 50 cm B 140 cm **X** 25 cm D 70 cm

5. Pocisk o masie M uderza centralnie z prędkością $\vec{v}$ w nieruchomą tarczę o masie $m \ll M$. Zakładając, że zderzenie jest elastyczne, prędkość tarczy po zderzeniu wyniesie

   X $\vec{v}' \approx 2\vec{v}$ B $\vec{v}' \approx 0$ C $\vec{v}' \approx -\vec{v}$ D $\vec{v}' \approx \vec{v}$ 603695