

**Fizyka 1 SKP – drugie kolokwium, cd.** [Rozwiązał: Maciek K.]

1. Winda osobowa rusza w dół z przyspieszeniem  $1\text{m/s}^2$ . Ile wynosi siła nacisku człowieka o masie  $90\text{ kg}$  na podłogę windy? Wynik podaj w  $\text{N}$  z dokładnością do  $1\text{N}$ . Odp.  $810.0$

Winda rusza w dół, więc siła bezwładności ( $F_b$ ) działająca na człowieka będzie skierowana do góry – nacisk na podłogę windy zmaleje:

$$F = Q - F_b = mg - ma = 900\text{N} - 90\text{N} = 810\text{N}$$

2. W czasie  $0.1\text{ s}$  ręka koszykarza trzymającego nieruchomo piłkę o masie  $0,4\text{ kg}$  nadała jej prędkość o wartości  $3\text{m/s}$ . Ile wynosiła średnia wartość siły, z jaką ręka zadziałała w tym czasie na tę piłkę? Wynik podaj w  $\text{N}$  z dokładnością do jednego miejsca po przecinku. Odp.  $12.0$

$$F = m \cdot (\Delta v / t) = 0.4 \cdot (3 / 0.1) = 0.4 \cdot 30 = 12\text{N}$$

3. Dwa ciała o masach  $1\text{ kg}$  i  $1,6\text{ kg}$  związane poziomą nicią leżą na doskonale gładkim poziomym stole tak, że nić tworzy linię prostą równoległą do stołu. Nić może wytrzymać natężenie nie przekraczające  $30\text{ N}$ . Jaką maksymalną siłę poziomą można przyłożyć do pierwszego z tych ciał, aby nić się nie zerwała. Wynik podaj w  $\text{N}$  z dokładnością do  $1\text{N}$ . Odp.  $49$

Zastanówmy się, jaka siła powoduje naprężenie sznurka, gdy ciągniemy za jedno z ciał: oczywiście siła bezwładności drugiego:

$$N = F_b = m_2 \cdot a$$

$$F = (m_1 + m_2) \cdot a$$

$$30 = 1.6 \cdot a$$

$$F = 2.6 \cdot 18.75$$

$$a = 18.75\text{m/s}^2$$

$$F = 49\text{N}$$

4. Klocek zsuwa się z równi o nachyleniu  $30$  stopni z przyspieszeniem  $3,5$  razy mniejszym od przyspieszenia jakie miałby, gdyby między klockiem, a równią nie było tarcia. Ile wynosi współczynnik tarcia kinetycznego między klockiem, a równią? Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku. Odp.  $0.41$

Policzmy, z jakim przyspieszeniem klocek zsuwałby bez tarcia:

$$a_1 = g \cdot \sin 30 = 5\text{m/s}^2$$

Z tarciem przyspieszenie jest  $3,5$  raza mniejsze, więc:

$$a_1 / 3.5 = g \cdot \sin 30 - g \cdot \cos 30 \cdot f$$

$$8.66 \cdot f = 5 - 1.429$$

$$1.429 = 5 - 8.66 \cdot f$$

$$f \sim 0.41$$

5. Rowerzysta o masie 80 kg jedzie ze stałą prędkością 15 m/s po torze kołowym. Kat nachylenia płaszczyzny roweru do poziomu wynosi 45 stopni. Ile wynosi promień toru? Wynik podaj w m z dokładnością do jednego miejsca po przecinku. Odp. 22.5

Jak zawsze – polecam rysunek ;) Z rysunku widać, że w takiej sytuacji (nachylenie roweru 45 stopni) siła odśrodkowa i siła ciężkości rowerzysty muszą być sobie równe:

$$F_r = Q \qquad 225/R = 10$$

$$v^2/R = g \qquad R = 22.5$$

6. Ciało leżące na równi pochyłej o kącie nachylenia 50 stopni zsuwa się wzdłuż niej ze stałą prędkością 2 m/s. Ile wynosi współczynnik tarcia kinetycznego między równią, a ciałem? Wynik podaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku. Odp. 1.2

Prędkość jest stała, więc przyspieszenie ciała  $a=0$ . Możemy ułożyć równanie sił działających na to ciało, powodujących jego ruch:

$$F_s = T \qquad f = \sin 50 / \cos 50 = \operatorname{tg} 50$$

$$mg \cdot \sin 50 = mg \cdot \cos 50 \cdot f \qquad f \sim 1.2$$

7. Piłka o masie 2kg uderza o doskonale gładką ścianę, ustawioną wzdłuż osi OY z prędkością  $V_1 = (-7i + 5j) \text{ m/s}$  i odbija się od niej doskonale sprężysto w czasie 0.28 s. Oblicz średnią wartość bezwzględną siły  $F$  z jaką ściana działa na piłkę? Wynik podaj w [N] z dokładnością do 1N. Odp. 100 N

W tym zadaniu korzystamy ze wzoru:

$$F = m \cdot (\Delta v / t)$$

Znamy masę ciała i czas, w którym nastąpiła zmiana prędkości. Musimy tylko znaleźć wartość wektora zmiany prędkości. Można to oczywiście zrobić na kilka sposobów ;) Ten wektor będzie równy  $v_2 - v_1$ , a kąt odbicia jest równy kątowi padania. Z rysunku łatwo zauważyć, że wartość tego wektora wyniesie 14.

$$F = 2 \cdot (14 / 0.28) = 100 \text{ N}$$

8. Kula o masie 16 g i prędkości 600 m/s trafia prostopadle w betonową ścianę i odbija się od niej z prędkością 50 m/s. Oblicz wartość średniej siły działającej na ścianę, jeśli uderzenie trwało  $10^{-3} \text{ s}$ . Wynik podaj w [N] z dokładnością do 100 N. Odp. 10400

$$F = m \cdot (\Delta v / t)$$

Wszystkie dane są podane w zadaniu wprost, obliczamy jedynie wartość zmiany prędkości:

$$\Delta v = v_2 - v_1 = 50 - (-600) = 650 \text{ m/s} \qquad F = 0.016 \cdot (650 / 0.001) = 10400 \text{ N}$$

9. Kulka o masie 0.09 kg przywiązana do nici o długości 50 cm obraca się w płaszczyźnie pionowej ze stałą prędkością liniową 5,5 m/s. Ile wynosi, w najniższym punkcie toru siła nateżenia nici. Wynik podaj w N z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku. Odp. 6.35

Kulka porusza się po okręgu w płaszczyźnie pionowej, więc napięcie nici będzie oczywiście równe:

$$N = Fr + Q = 0.09 \cdot (5.5^2 / 0.5) + 0.9 = 5.445 + 0.9 \sim 6.35 \text{ N}$$

10. Chcemy przesunąć skrzynię o masie 80 kg w dół równi pochyłej, nachylonej pod kątem 30 stopni do poziomu. Współczynnik tarcia między skrzynią a podłożem wynosi 0.15. Oblicz wartość siły z jaką należy działać na skrzynię wzdłuż toru, aby skrzynia poruszała się ruchem ze stałą prędkością 0.1 m/s. Wynik podaj w N z dokładnością do 1N. Odp. 296

Skrzynia ma się poruszać ze stałą prędkością, więc  $a = 0$ , czyli działające siły muszą się równoważyć:

$$F + F_s = T$$

$$F = T - F_s$$

$$F = mg \cdot \cos 30^\circ \cdot f - mg \cdot \sin 30^\circ = 800 \cdot 0.866 \cdot 0.15 - 400 = 103.92 - 400 \sim -296 \text{ N}$$

Ujemna wartość oznacza, że siła, którą działamy będzie miała zwrot przeciwny do siły zsuwającej. Czyli będziemy musieli tą skrzynię podpierać, żeby nam nie spadła :P

11. Dwa stykające się klocek o masach  $m_1 = 5 \text{ kg}$  i  $m_2 = 4,5 \text{ kg}$  leżą na idealnie gładkim stole. Do pierwszego z nich przyłożono siłę  $F$  o wartości 10 N. Jaką wartość ma siła działająca na drugi klocek. Wynik podaj w N z dokładnością do jednego miejsca po przecinku. Odp. 4.7

Trzeba to przemyśleć. Klocek pierwszy zadziała na drugi taką samą siłą, jaką drugi na niego – zgodnie z III zasadą dynamiki. A klocek drugi zadziała na pierwszy siłą równą swojej sile bezwładności:

$$F_b = m_2 \cdot a$$

Obliczamy przyspieszenie układu, nadawane przez siłę 10N:

$$a = F / (m_1 + m_2) = 10 / 9.5 = 1.05$$

Wyznaczamy siłę bezwładności drugiego klocuszka:

$$F_b = 4.5 \cdot 1.05 \sim 4.7 \text{ N}$$

12. Pojazd o masie 1400 kg porusza się po poziomej jezdni z prędkością 72 km/h. Jaka musi być wartość siły hamującej, która zatrzyma ten pojazd na drodze 10 m? Wynik podaj w kN z dokładnością do jednego miejsca po przecinku? Odp. 28.0

Najłatwiej skorzystać z zasady zachowania energii, tzn. uwzględniając pracę siły hamującej:

$$E_k = W \quad (1400 \cdot 400)/2 = F \cdot 10$$

$$(mv^2)/2 = F \cdot s \quad F = 28 \text{ kN}$$

13. Samochód o masie 1400 kg porusza się z prędkością 84 km/h po wypukłym moście, którego promień krzywizny wynosi 50 m. Jaka jest wartość siły nacisku, jaką samochód wywiera na środek mostu? Wynik podaj w [kN] z dokładnością do jednego miejsca po przecinku. Odp. -1.2

Samochód jadąc po moście będzie oczywiście poruszał się po okręgu w płaszczyźnie pionowej, więc:

$$N = Q - Fr \quad N \sim 14000 - 15240 = -1240 \text{ N}$$

$$N = 14000 - 1400 \cdot (23.33^2/50) \quad N \sim -1.2 \text{ kN}$$

Nad tym minusem tutaj trzeba się chwilę zastanowić. Jest on ważny – skoro siła odśrodkowa jest większa od siły ciężkości, to samochód oderwie się od ziemi przejeżdżając przez ten most. Ciężko wtedy mówić o wywieraniu jakiegoś nacisku... ;-)

14. Piłka o masie 0.24 kg uderza w ścianę, z prędkością 12 m/s pod kątem 45 stopni i odbija się od niej doskonale sprężyście. Wiedząc, że zderzenie ze ścianą trwało 0.02 s, podaj wartość siły, którą piłka działa na ścianę. Wynik podaj w [N] z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. Odp. 203.6

Kolejne zadanko z odbiciem, znowu trzeba będzie znaleźć wartość wektora zmiany prędkości, bo tylko tej danej brakuje, żeby obliczyć siłę:

$$F = m \cdot (\Delta v/t)$$

Robimy rysunek z wektorkami i od razu widzimy, że wektor zmiany prędkości ( $v_2 - v_1$ ) będzie równy  $12 \cdot \sqrt{2}$  ;-)) Jeśli ktoś nie widzi, podpowiadam: z przekątnej kwadratu. Pewnie są inne sposoby jak to obliczyć, ale na razie ich nie znam. Zatem:

$$|v_2 - v_1| = 16.97$$

$$F = 0.24 \cdot (16.97/0.02) \sim 203.6 \text{ N}$$

15. Ciało o masie 5,5 kg porusza się, wzdłuż osi OX, początkowo ze stałą prędkością  $v_0=10\text{m/s}$ . W chwili  $t=0$  zaczyna na nie działać, wzdłuż osi OX, zmienna siła hamująca  $F_x=-pt$ , gdzie  $p=100\text{N/s}$ . Z opóźnieniem o jakiej wartości bezwzględnej poruszało się ciało w chwili 4s? Wynik podaj w  $[\text{m/s}^2]$  z dokładnością do  $1\text{m/s}^2$ . Odp. 73

$$m = 5.5\text{kg}$$

$$v_0 = 10\text{m/s}$$

$$F_x = -p \cdot t, \text{ gdzie } p = 100\text{N/s}$$

$$t = 4\text{s}$$

$$|a| = ?$$

No to raczej wszystko już mamy :P Obliczamy wartość siły działającej na ciało w 4-tej sekundzie:

$$F_4 = -100 \cdot 4 = -400\text{N}$$

$$|a| = F_4/m = 400/5.5 = 72.72 \sim 73\text{m/s}^2$$

16. Balon o masie 300 kg opada pionowo w dół z prędkością 1,2 m/s. na balon oprócz siły ciężkości i siły wyporu powietrza działa również siła oporu  $R = bv$ , gdzie  $v$  – wartość prędkości, natomiast  $b=140\text{Ns/m}$ . Jaką masę balastu należy wyrzucić z balonu, aby zaczął poruszać się z prędkością 1.2 m/s do góry. Wynik podaj z dokładnością do 1 kg. Odp. 34 kg.

W obu przypadkach przyspieszenie balonu jest równe zero, czyli siły na niego działające muszą się równoważyć. Możemy więc zapisać równanie dla sytuacji, gdy balon opada:

$$Q - F_{\text{oporu}} = F_{\text{wyporu}}$$

I dla sytuacji, w której wznosi się (Q2 to siłą ciężkości balonu po wyrzuceniu balastu):

$$Q_2 + F_{\text{oporu}} = F_{\text{wyporu}}$$

Mamy wszystko, przyrównujemy i obliczamy:

$$Q - F_{\text{oporu}} = Q_2 + F_{\text{oporu}} \quad 2664\text{N} = m_2 \cdot 10$$

$$3000\text{N} - 168\text{N} = m_2 \cdot g + 168\text{N} \quad m_2 = 266.4\text{kg}$$

Wiemy już, ile ważył balon po wyrzuceniu balastu. Obliczamy, ile balastu wyrzucono:

$$300 - 266.4 = 33.6 \sim 34\text{kg}$$

17. Spadochroniarz o masie 75 kg wyskoczył z samolotu i otworzył spadochron. W czasie spadania na spadochron działa siła oporu o wartości  $F=bv^2$ , gdzie  $v$ -wartość prędkości, natomiast  $b=48\text{Ns}^2/\text{m}^2$ . W wyniku działania tej siły po pewnym czasie lotu prędkość spadania spadochroniarza ustaliła się. Z jaką prędkością wylądował spadochroniarz? Wyniki podaj w [m/s] z dokładnością do jednego miejsca po przecinku. Odp. 4.0.

Na spadochroniarza będą działały dwie siły. Siła ciężkości:

$$Q = mg = 750\text{N}$$

Oraz siła oporu, ze zwrotem przeciwnym do siły ciężkości:

$$F = b \cdot v^2$$

W zadaniu mamy informację, że po pewnym czasie prędkość była stała, czyli  $a = 0$ , więc siły działające na spadochroniarza muszą się równoważyć:

$$Q = F$$

$$750 = 48 \cdot v^2$$

$$15.625 = v^2$$

$$v \sim 4.0\text{m/s}$$

### **PARĘ SŁÓW NA KONIEC**

Nie jestem autorem treści zadań. Moje rozwiązania nie przeszły żadnej korekty błędów, poza sprawdzeniem poprawności z prawidłowymi odpowiedziami. Pytania, sugestie?

*maciejkujawa@student.pwr.wroc.pl*