

# WSTĘP DO FIZYKI

## (konwersatorium)

2023/2024

**dr Marek Brancewicz**

[m.brancewicz@uwb.edu.pl](mailto:m.brancewicz@uwb.edu.pl)



### Literatura zalecana:

- *Fizyka dla szkół wyższych, tom 1-3*, darmowy podręcznik on-line (<https://openstax.pl/>)
- *Podstawy fizyki, tomy 1–5 + zbiór zadań*, D. Haliday, R. Resnick, J. Walker, Wydawnictwo naukowe PWN

### Organizacja zajęć (2023/2024):

1. 04.10.2023 Zajęcia organizacyjne. Test sprawdzający.
2. 11.10.2023
3. 18.10.2023
4. 25.10.2023 Mechanika: Wektory, kinematyka, ruch jednostajny, jednostajnie zmienny, względność ruchu, rzut ukośny, dynamika, siły, prawa Newtona, praca, moc, energia, zasada zachowania pędu, zasada zachowania energii.
5. 08.11.2023
6. 15.11.2023
7. 22.11.2023 Kolokwium nr 1
8. 29.11.2023
9. 06.12.2023 Mechanika: Ruch drgający, drgania harmoniczne, energia w ruchu drgającym.
10. 13.12.2023
11. 20.12.2023 Elektrostatyka: Ładunki, prawo Coulomba, natężenie i potencjał pola elektrostatycznego, ruch ładunku w jednorodnym polu elektrycznym.
12. 10.01.2024
13. 17.01.2024 Fale elektromagnetyczne.
14. 24.01.2024 Model Bohra atomu wodoru.
15. 31.04.2024 Kolokwium nr 2

**ZAJĘCIA 01 (04.10.2023, test sprawdzający)****Zadanie 1.1**

Jaki kąt zakreśla na niebie Słońce w ciągu godziny?

**Zadanie 1.2**

Z jaką prędkością wirują wraz z Ziemią w ruchu obrotowym obiekty znajdujące się na równiku? Oblicz tę prędkość dla Białegostoku leżącego na  $53^\circ$  szerokości geograficznej północnej. Średni promień Ziemi wynosi około  $6371 \text{ km}$ , promień równikowy –  $6378 \text{ km}$ .

**Zadanie 1.3**

Z jaką prędkością porusza się Ziemia w ruchu orbitalnym wokół Słońca? Średni promień orbity Ziemi (tzw. jednostka astronomiczna) wynosi  $149\,597\,870,7 \text{ km}$  (w przybliżeniu  $150 \text{ mln km}$ ).

**Zadanie 1.4**

Zważono sześcian o boku  $10 \text{ cm}$  wykonany z pewnego materiału. Okazało się, że sześcian waży  $11,3 \text{ kg}$  (ma taką masę). Jaka jest gęstość materiału, z którego wykonany jest sześcian? Ile ważyłby sześcian gdyby wykonany był z lodu, a ile gdyby wykonany był ze złota?

**Zadanie 1.5**

Która z niżej podanych szybkości jest najmniejsza:  $1 \text{ km/s}$ ,  $20 \text{ m/s}$ ,  $20 \text{ km/h}$ ,  $100 \text{ m/min}$ ,  $500 \text{ cm/s}$ ,  $72 \text{ km/h}$ ,  $600 \text{ m/min}$ ,  $25 \text{ m/s}$ ,  $40 \text{ m/s}$ ,  $400 \text{ cm/s}$ ,  $0,4 \text{ km/h}$ ?

**Zadanie 1.6**

Przelicz: a)  $72 \text{ km/h} = \square \text{ m/s}$ , b)  $2 \text{ cm}^3 = \square \text{ m}^3$ , c)  $0,05 \text{ km}^2 = \square \text{ m}^2$ , d)  $0,1 \text{ mm}^3 = \square \text{ m}^3$ , e)  $7,9 \text{ g/cm}^3 = \square \text{ kg/m}^3$ , f)  $2600 \text{ kg/m}^3 = \square \text{ g/cm}^3$ .

**Zadanie 1.7**

Zapisz z użyciem przedrostków: a)  $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ , b)  $30 \cdot 10^9 \text{ W}$ , c)  $2 \cdot 10^{-12} \text{ km}$ , d)  $0,1 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^3$  e)  $7,9 \cdot 10^{-6} \text{ g}$ , f)  $2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ , h)  $3 \cdot 10^{-9} \text{ s}$ .

**Zadanie 1.8**

W jakim czasie światło obiegło by Ziemię w obszarze równika?

**Zadanie 1.9**

W jakim czasie światło przeleci z Białegostoku do Warszawy i z powrotem?

**Zadanie 1.10**

Do wanny o pojemności  $50 \text{ l}$  zaczęto wlewać wodę. Po  $5 \text{ min}$  wanna napełniła się. Ile wody przybywało w ciągu  $1 \text{ sekundy}$ ?

**Zadanie 1.11**

Jaką prędkość uzyska ciało startujące z przyspieszeniem  $1 \text{ m/s}^2$  po czasie  $0,5 \text{ s}$ ?

**Zadanie 1.12**

Ile czasu spada ciało upuszczone z wysokości  $1 \text{ metra}$ ?

**Zadanie 1.13**

Ciało poruszające się po linii prostej przebyło w kolejnych sekundach drogi:  $1 \text{ m}$ ,  $2 \text{ m}$ ,  $3 \text{ m}$ ,  $4 \text{ m}$ . Jaka była jego prędkość średnia? A jaka w dwóch ostatnich sekundach jego ruchu?

**Zadanie 1.14**

Obliczyć iloczyn skalarny i wektorowy wektorów:  $\vec{A}=(1, -2, 3)$  i  $\vec{B}=(2, 3, -1)$ .

**ZAJĘCIA 02 (11.10.2023)****Zadanie 2.1**

Dane są dwa wektory:  $\vec{A}=(4,1,-2)$  i  $\vec{B}=(1,2,a)$ . Wyznacz takie  $a$ , dla którego wektory są do siebie prostopadłe. Czy można dobrać  $a$  tak, aby wektory były do siebie równoległe?

**Zadanie 2.2**

Oblicz drogę jaką przebędzie ciało poruszające się ze stałą prędkością  $\vec{v}=(3,4)\frac{m}{s}$  pomiędzy momentami  $t=2$  s czasu i  $t=4$  s. Jakie będzie położenie ciała w chwili  $t=5$  s, skoro wiadomo, że w chwili  $t=0$  ciało posiadało współrzędne  $(0,1)$  m?

**Zadanie 2.3**

Punkt materialny porusza się względem pewnego prostokątnego układu współrzędnych w taki sposób, że wektor prędkości można zapisać jako  $\vec{v}=(2t+1,6t+1,4t+1)\frac{m}{s}$ . Wiadomo, że w chwili  $t=0$  wektor położenia ciała był równy  $\vec{r}_0=(1,2,3)$  m. Wyznaczyć wektor położenia  $\vec{r}(5)$  po 5-ciu sekundach ruchu.

**Zadanie 2.4**

Dwa samochody startują z tego samego miejsca i w tym samym kierunku. Pierwszy samochód porusza się ze stałym przyspieszeniem  $a_1$ . Drugi startuje o  $t_{sp}$  później i porusza się ze stałym przyspieszeniem  $a_2$ . W którym miejscu i ile sekund po swoim starcie drugi samochód dogoni pierwszy?

**Zadanie 2.5**

Wektor położenia ciała opisany jest funkcją czasu:  $\vec{r}(t)=[1+3t-2t^2; 2-5t; 3+0,5t^2]$ . Oblicz wektory prędkości i przyspieszenia w tym ruchu. Określ rodzaj ruchu wzdłuż każdej współrzędnej.

**Zadanie 2.6**

Cząstka porusza się ze stałym przyspieszeniem. W chwili  $t=0$  cząstka ma prędkość  $(10\hat{i}+20\hat{j})\frac{m}{s}$ . W chwili  $t=4$  s cząstka ma już prędkość  $10\hat{j}\frac{m}{s}$ . Z jakim przyspieszeniem porusza się cząstka? Jak zmieniają się w czasie położenie i prędkość? Załóż, że początkowo cząstka znajdowała się w początku układu współrzędnych.

**Zadania domowe****Zadanie 2.7**

Oblicz wektor przemieszczenia  $\Delta\vec{r}$  oraz drogę  $s$  jaką przebędzie ciało w układzie XY poruszające się ze stałym wektorem prędkości  $v=[2;1]$  m/s, w czasie 2 s.

**Zadanie 2.8**

Ciało porusza się wzdłuż osi X ze stałym przyspieszeniem  $a_x=2$  m/s<sup>2</sup>. Jaka była prędkość i położenie tego ciała w chwili  $t=0$ , jeżeli wiadomo że ciało zatrzymało się w chwili  $t=4$  s przy współrzędnej 4 m.

**Zadanie 2.9**

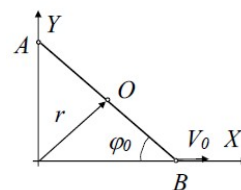
Ciało porusza się zgodnie z równaniem  $\vec{r}(t)=\frac{1}{2}\vec{a}t^2+\vec{v}_0t+\vec{r}_0$ , gdzie  $\vec{a}=[0,2,4]\frac{m}{s^2}$ ,  $\vec{v}_0=[2,0,1]\frac{m}{s}$ ,  $\vec{r}_0=[1,0,2]$  m. Wyznaczyć położenie i prędkość ciała w chwili  $t=4$  s.

**Zadanie 2.10**

Ciało porusza się wzdłuż osi X ze stałym przyspieszeniem  $a_x=-2$  m/s<sup>2</sup>. W chwili  $t=0$  ciało posiadało współrzędną  $x_0=0$  i poruszało się z prędkością  $v_0=10$  m/s. W którym punkcie ciało się zatrzyma i po jakim czasie to nastąpi?

**ZAJĘCIA 03 (18.10.2023)****Zadanie 3.1**

Końce sztywnego pręta o długości  $l$  ślizgają się bez tarcia po dwóch prostopadłych prowadnicach. Wiedząc, że koniec  $B$  pręta porusza się ruchem jednostajnym z prędkością  $v_0$ , a w chwili  $t=0$  pręt tworzy kąt  $\varphi_0$  z prowadnicą poziomą, znaleźć: a) ruch punktu  $O$  będącego środkiem pręta, b) prędkość punktu  $O$ .

**Zadanie 3.2**

Równania ruchu dwóch punktów względem pewnego układu odniesienia są następujące:

$$\vec{r}_1(t) = (0, 2, 1) + (1, 0, 0)t + (1, 0, 0)t^2 [m], \quad \vec{r}_2(t) = (1, 0, 1) + (0, 1, 0)t [m].$$

- zależność od czasu wektora prędkości drugiego punktu względem pierwszego,
- zależność od czasu wektora przyspieszenia punktu pierwszego względem drugiego,
- odległość między punktami w chwili  $t=1$  s.

**Zadanie 3.3**

W pewnym układzie odniesienia ruch ciała opisany jest równaniem:

$$\vec{r}(t) = \left[ 3 \frac{m}{s} t; 3 \frac{m}{s^2} t^2 - 2 \frac{m}{s} t; \frac{2\sqrt{2}}{3} m \right]$$

- Wyznaczyć chwilę czasu  $t_1$  w której wektor prędkości ciała będzie prostopadły do wektora przyspieszenia.
- W jakiej odległości od początku układu współrzędnych będzie się znajdować ciało w chwili  $t_1$ ?
- Wyznaczyć hipotetyczny wektor  $\vec{c} = \vec{v} \times \vec{a}$  w 2 sekundzie ruchu.

**Zadanie 3.4**

Przez przebywa połowę drogi ze stałą prędkością  $v_1$ , a drugą połowę ze stałą prędkością  $v_2$ . Oblicz jego prędkość średnią na całej drodze. Jaka będzie jego prędkość średnia, jeżeli pojazd przez połowę czasu będzie poruszał się ze stałą prędkością  $v_1$  a przez drugą połowę ze stałą prędkością  $v_2$ .

**Zadanie 3.5**

Ciało rzucone z wysokiej wieży poziomo, upadło na Ziemię w odległości  $l=100$  m od punktu wyrzucenia. W momencie upadku ciała wektor jego prędkości tworzył z poziomem kąt  $\alpha=60^\circ$ . Oblicz wysokość wieży i prędkość początkową ciała.

**Zadania domowe****Zadanie 3.6**

Dwa pociągi, jeden o prędkości  $90$  km/h a drugi o prędkości  $120$  km/h jadą naprzeciw siebie po tym samym prostoliniowym torze. Maszyniści zauważają się nawzajem w chwili gdy jeden pociąg znajduje się w odległości  $3$  km od drugiego i obaj jednocześnie włączają hamulce. Czy dojdzie do zderzenia pociągów, jeżeli hamulce opóźniają ruch każdego pociągu o  $0,9$  m/s<sup>2</sup>?

**Zadanie 3.7**

Ciało poruszało się wzdłuż linii prostej. Pierwszą połowę drogi ciało przebyło ruchem jednostajnym z prędkością  $v_1=10$  m/s, a drugą z prędkością  $v_2=30$  m/s. Jaka prędkość średnią miało to ciało w czasie całego ruchu?

**Zadanie 3.8**

Ciało poruszało się wzdłuż linii prostej. Najpierw przejechało  $200$  m w kierunku dodatnim z prędkością  $10$  m/s, a następnie przejechało  $300$  m w kierunku ujemnym z prędkością  $30$  m/s. Jaka prędkość średnią miało to ciało w czasie całego ruchu?

**Zadanie 3.9**

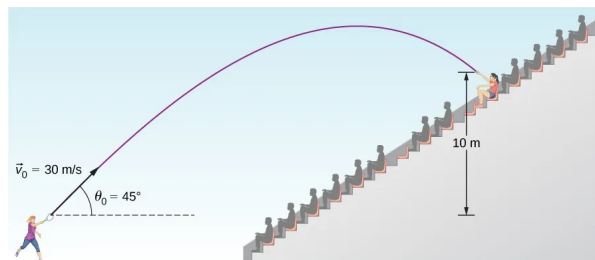
Z jaką prędkością należy wyrzucić ciało pod kątem  $45^\circ$  do poziomu aby uderzyło ono prostopadle w pionową ścianę ustawioną w odległości  $5$  m od punktu wyrzutu? Przyjmując, że przyspieszenie ziemskie wynosi  $10$  m/s<sup>2</sup>.

**ZAJĘCIA 04 (25.10.2023)****Zadanie 4.1**

Pocisk wystrzelono z prędkością  $v_0$  pod kątem  $\alpha$  do poziomu. Oblicz zasięg oraz maksymalną wysokość na jaką wzniesie się pocisk.

**Zadanie 4.2 (OpenStax)**

Tenisistka po zwycięstwie w rozgrywanym na Arthur Ashe Stadium finale US Open uderza piłkę rakietą skierowaną  $45^\circ$  do poziomu, posyłając ją w trybuny z szybkością  $30\text{ m/s}$  (Ilustracja 4.14). Gdy piłka opadała złapał ją widz siedzący  $10\text{ m}$  ponad poziomem, z którego piłka została wyrzucona. Oblicz czas, po jakim piłka dociera do widza. Jaka jest wartość i kierunek prędkości piłki w chwili upadku?

**Zadanie 4.3**

Wiadomo, że w układzie odniesienia XY ciało porusza się ze stałym przyspieszeniem  $\vec{a} = (-1,3)\text{ m/s}^2$ . Wiadomo również, że układ XY porusza się względem układu X'Y' z prędkością  $\vec{v}_U = (2,0)\text{ m/s}$ . Z jakim przyspieszeniem  $\vec{a}'$  ciało porusza się względem układu X'Y'?

**Zadanie 4.4**

Ruch punktu w przestrzeni dany jest układem równań:  $x(t) = bt$ ,  $y(t) = ct$ ,  $z(t) = dt^2$ , gdzie  $b, c, d$  – dane stałe dodatnie. a) Znaleźć i narysować tor punktu. b) Znaleźć wartość prędkości z jaką punkt się porusza. c) Wyznaczyć wektor przyspieszenia punktu.

**Zadanie 4.5**

Energia potencjalna oddziaływania ciała z pewnym ciężkim (nieruchomym) centrum oddziaływania znajdującym się w początku układu odniesienia określona jest zależnością:  $E_p(\vec{r}) = \vec{A} \cdot \vec{r}$ , gdzie  $\vec{A}$  jest stałą wielkością wektorową. Wyznaczyć zależność siły działającej na to ciało od jego położenia

**Zadania domowe****Zadanie 4.6**

Lufa działa ustawiona jest pod stałym kątem  $\alpha$  do poziomu. Z jaką prędkością  $v_0$  należy wystrzelić pocisk, żeby trafił on w bunkier stojący na pionowej skarpie o wysokości  $h$  w odległości  $l$  od punktu wystrzału. Czy zawsze można dobrać odpowiednią prędkość?

**Zadanie 4.7\***

Pies siedzący w głębi pokoju widzi przedmiot przelatujący za oknem do góry, a następnie spadający w dół. Okno ma wysokość  $1,5\text{ m}$  a całkowity czas, w jakim przedmiot znajduje się w polu widzenia, wynosi  $1\text{ s}$ . Obliczyć na jaką wysokość ponad oknem wznosił się przedmiot.

**Zadanie 4.8**

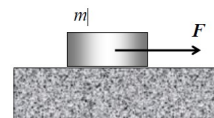
Wiadomo, że w układzie odniesienia XY ciało porusza się ze stałą prędkością  $\vec{v} = (-2,4)\text{ m/s}$ . Wiadomo również, że układ XY porusza się względem układu X'Y' z prędkością  $\vec{v}_U = (2,0)\text{ m/s}$ . Z jaką prędkością  $\vec{v}'$  ciało porusza się względem układu X'Y'?

**Zadanie 4.9**

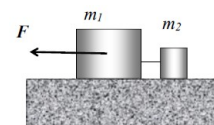
Energia potencjalna oddziaływania ciała z pewnym ciężkim (nieruchomym) centrum oddziaływania znajdującym się w początku układu odniesienia określona jest zależnością:  $E_p(\vec{r}) = -Ar^2$ , gdzie  $A$  jest stałą wielkością skalarną. Wyznaczyć zależność siły działającej na to ciało od jego położenia.

**ZAJĘCIA 05 (08.11.2023)****Zadanie 5.1**

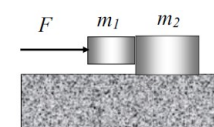
Na płaskiej i gładkiej powierzchni leżało ciało o masie  $m=0,5\text{ kg}$ . W pewnej chwili na ciało zaczęła działać siła  $F=1\text{ N}$ . Jak zmieni się położenie ciała po 5 s? Z jaką prędkością będzie poruszać się ciało po tym czasie?

**Zadanie 5.2**

Dwa ciała o masach  $m_1=2\text{ kg}$  i  $m_2=0,5\text{ kg}$  połączone nieważką i nierozciągliwą nicią spoczywały na gładkiej powierzchni (rysunek). W pewnym momencie na ciało 1 zaczęła działać siła  $F=10\text{ N}$  tak jak na rysunku. Obliczyć z jaką siłą nic działa na drugie ciało. Jakie będzie przyspieszenie pierwszego ciała?

**Zadanie 5.3**

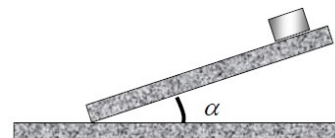
Na gładkim stole leży gładkie ciało o masie  $m_2$ . Do ciała przyciskane jest ciało o masie  $m_1$ . Z jaką siłą  $F$  należy działać na ciało  $m_1$  aby nie opadło ono na podłoże skoro wiadomo, że współczynnik tarcia pomiędzy ciałami wynosi  $\mu$ ?

**Zadanie 5.4**

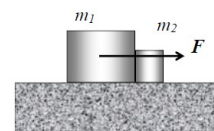
Platforma kolejowa jest załadowana skrzyniami. Współczynnik tarcia statycznego między skrzyniami a podłogą platformy wynosi 0,25. Pociąg, w którego składzie znajduje się platforma, jedzie ze stałą prędkością 50 km/h. Na jakim najkrótszym odcinku można zatrzymać pociąg, żeby nie spowodowało to ślizgania się skrzyń?

**Zadanie 5.5**

Aby określić współczynnik tarcia statycznego i kinetycznego pomiędzy pudełkiem i deską student stawia pudełko na desce i powoli podnosi jeden jej koniec do góry. Gdy kąt nachylenia deski osiąga  $30^\circ$  pudełko zaczyna się zsuwać na dół, przebywając odległość 4 m w ciągu 4 s. W jaki sposób na podstawie tych obserwacji można określić współczynniki tarcia?

**Zadania domowe****Zadanie 5.6**

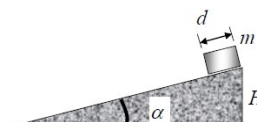
W chwili początkowej dwa ciała o masach  $m_1=2\text{ kg}$  i  $m_2=0,5\text{ kg}$  spoczywały na gładkiej i płaskiej powierzchni (rysunek). Również w chwili początkowej zaczęła działać na ciało  $m_1$  siła  $F=2\text{ N}$ . Obliczyć przyspieszenie z jakim będzie poruszać się ciało  $m_2$  oraz wartość siły wzajemnego oddziaływania.

**Zadanie 5.7**

Po uderzeniu kijem krążek hokejowy posiadał prędkość  $v_0=1\text{ m/s}$ . Obliczyć na jaką odległość przesunie się krążek skoro wiadomo, że współczynnik tarcia kinetycznego  $\mu_k$  krążka o lód wynosi 0,05?

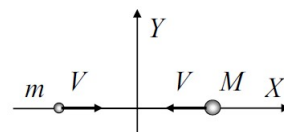
**Zadanie 5.8**

W chwili początkowej walcowe ciało o średnicy podstawy  $d$  i masie  $m$  spoczywa na wierzchołku równi pochyłej o kącie nachylenia  $\alpha$  i wysokości  $H$ . Równia jak i ciało są doskonale gładkie (brak tarcia). Po jakim czasie ciało dotrze do końca równi?



**ZAJĘCIA 06 (15.11.2023)****Zadanie 6.1**

Dwie stalowe kulki o masach  $m$  i  $M$  poruszają się z tą samą wartością prędkości  $V$  wzdłuż osi  $X$  układu współrzędnych, tak jak na rysunku. Kulki zderzają się sprężysto w początku układu współrzędnych i odlatują. Z jaką prędkością będą poruszały się kulki po zderzeniu?

**Zadanie 6.2**

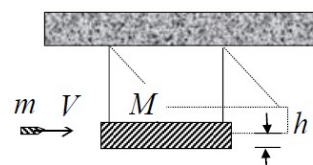
W spoczywającą kulę o masie  $M$  uderza z prędkością  $v_1$  kula o masie  $m$  i przykleja się do niej. Z jaką prędkością będą poruszać się zlepione kule? Jaka część energii została zużyta w procesie przyklejania?

**Zadanie 6.3**

Naczynie będące w spoczynku nagle wybucha rozpadając się na trzy części. Dwie części o równych masach zostały wyrzucone w kierunkach prostopadłych względem siebie z prędkościami po  $30\text{ m/s}$  każda. Trzecia część ma masę trzykrotnie większą od masy każdej z pozostałych części. Jaki jest kierunek i wartość prędkości trzeciej części bezpośrednio po wybuchu?

**Zadanie 6.4**

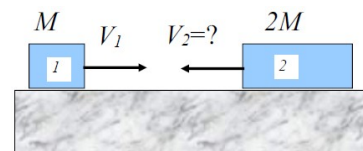
Pocisk o masie  $m$  uderza z pewną prędkością  $V$  w drewnianą belkę o masie  $M$  zawieszoną tak jak na rysunku i grzęźnie w niej. Na skutek uderzenia belka wychyliła się z położenia równowagi przy czym maksymalna wysokość na jaką uniesie się wynosi  $h$ . Wyznaczyć prędkość pocisku przed uderzeniem w belkę.

**Zadanie 6.5**

Rakieta o masie  $3\text{ t}$  zbliżająca się do stacji orbitalnej z prędkością  $10\text{ cm/s}$  musi wyhamować. Na jak długo należałoby włączyć wszystkie cztery silniki hamujące, skoro wiadomo że są one rozstawione symetrycznie, zaś kierunek wylotu gazów z każdego z silników tworzy kąt  $30^\circ$  w stosunku do kierunku ruchu rakiety. Każdy z silników wyrzuca w ciągu sekundy  $10\text{ g}$  gazu z prędkością  $800\text{ m/s}$ . Zmiany masy rakiety podczas hamowania można zaniedbać.

**Zadania domowe****Zadanie 6.6**

Dwa klocki, pierwszy o masie  $M$ , drugi o masie  $2M$ , poruszające się bez tarcia po płaskim podłożu naprzeciwko siebie zderzają się niesprężysto (sklejają się). Okazuje się, że po zderzeniu oba klocki pozostają w spoczynku względem podłoża. Z jaką prędkością poruszał się klocek o masie  $2M$  skoro wiadomo, że prędkość pierwszego klocka przed zderzeniem wynosiła  $v_1$ .

**Zadanie 6.7**

Dwie kule zawieszono na cienkich równoległych niciach tak, że stykały się ze sobą. Mniejszą kulę odchyłono do poziomu zawieszenia i puszczono swobodnie. Po zderzeniu kule wzniosły się na jednakową wysokość. Znaleźć masę mniejszej kuli, jeżeli masa większej kuli była równa  $0,6\text{ kg}$ , a zderzenie było doskonale sprężyste.

**Zadanie 6.8**

Pocisk został wystrzelony z działa pod kątem  $45^\circ$  do poziomu, z prędkością przy wylocie równą  $500\text{ m/s}$ . Po osiągnięciu najwyższego punktu swego lotu pocisk rozrywa się na dwie części o równych masach. Okazało się, że jedna część po wybuchu posiadała zerową prędkość i spadła pionowo w dół. Jak daleko od działa spadła druga część pocisku przy założeniu, że teren jest płaski?

**Zadanie 6.9**

Ciało o masie  $2\text{ kg}$  zderza się sprężysto z innym ciałem będącym w spoczynku, i po zderzeniu ciało to porusza się dalej w tym samym kierunku, lecz z prędkością wynoszącą  $\frac{1}{4}$  prędkości początkowej. Jaka jest masa ciała pozostającego początkowo w spoczynku?



## ZAJĘCIA 07 (22.11.2023) – I KOŁOKWIUM

### Zadanie 7.1

ŚCIŚLE TAJNE  
(kinematyka, wektory)

### Zadanie 7.2

ŚCIŚLE TAJNE  
(kinematyka, rzut ukośny)

### Zadanie 7.3

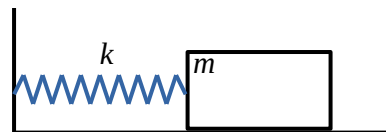
ŚCIŚLE TAJNE  
(dynamika, ruch pod wpływem sił)

### Zadanie 7.4

ŚCIŚLE TAJNE  
(zasady zachowania energii i pędu)

**ZAJĘCIA 08 (29.11.2023)****Zadanie 8.1**

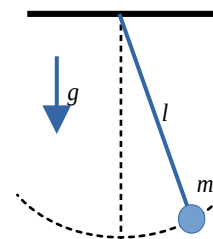
Na gładkiej powierzchni drga ciało o masie  $m$  zaczepione do sprężyny o współczynniku sprężystości  $k$  (tak jak na rysunku). Ciało ślizga się po powierzchni bez tarcia. Oblicz okres drgań  $T$  takiej masy. Jaki będzie okres drgań  $T_2$ , jeżeli masę ciała zwiększymy dwukrotnie?

**Zadanie 8.2**

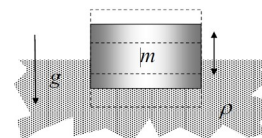
Ciało o masie  $m$  zawieszono pionowo na sprężynie o współczynniku sprężystości  $k$ . Jaki będzie okres drgań  $T$  tego ciała, jeżeli wprawimy je w pionowy ruch drgający?

**Zadanie 8.3**

Na cienkiej (nieważkiej) nierozciągliwej nici o długości  $l$  zawieszono ciężkie ale małe ciało o masie  $m$ . Ciało wprowadzono w poziome drgania o niewielkiej amplitudzie (wahadło matematyczne). Wykazać, że drgania te są drganiami harmonicznymi. Wyprowadzić wzór na okres drgań  $T$  takiego wahadła. Rozważ sytuacje, gdy wahadło umieścimy: a) na innej planecie, b) w windzie poruszającej się z pewnym przyspieszeniem  $a$  o kierunku pionowym.

**Zadanie 8.4**

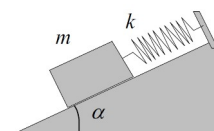
W naczyniu o dużym przekroju, wypełnionym cieczą o gęstości  $\rho$  pływało ciało w kształcie walca o masie  $m$  i polu powierzchni podstawy  $S$ . Z jakim okresem będzie drgać ciało wybite z położenia równowagi?

**Zadanie 8.5**

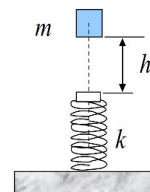
Do sprężyny zawieszanej pionowo doczepione było ciało o masie 4 kg. Stwierdzono, że zwiększenie masy obciążającej sprężynę o 5 kg wydłuża okres drgań o  $2\pi$  sekund. Jaki współczynnik sprężystości posiada ta sprężyna?

**Zadania domowe****Zadanie 8.6**

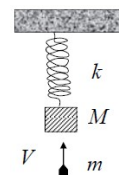
Obliczyć okres drgań masy  $m$  zaczepionej do sprężyny o współczynniku sprężystości  $k$ , zamocowanej na równi pochyłej o kącie nachylenia równym  $\alpha$ , po której ciało może poruszać się bez tarcia.

**Zadanie 8.7**

O ile odkształci się sprężyna o współczynniku sprężystości  $k$  ustawiona pionowo na którą spada z wysokości  $h$  ciało o masie  $m$ ?

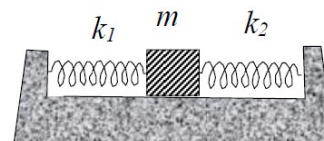
**Zadanie 8.8**

Klocek o masie  $M$  zawieszono na sprężynie o współczynniku sprężystości  $k$ . Pocisk o masie  $m$  wystrzelono w kierunku klocka z dołu z prędkością  $v$ . Pocisk ten zatrzymał się w klocku. a) Znaleźć amplitudę powstałego ruchu harmonicznego prostego. b) Jaka część początkowej energii kinetycznej pocisku została zmagazynowana w oscylatorze harmonicznym?

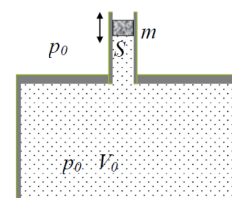


**ZAJĘCIA 09 (06.12.2023)****Zadanie 9.1**

Do ciała o masie  $m$  leżącego na doskonale gładkiej powierzchni, które może przesuwac się po niej bez tarcia doczepiono dwie sprężyny o współczynnikach sprężystości  $k_1$  i  $k_2$  tak jak na rysunku, przy czym obie sprężyny są nienaprężone gdy ciało znajduje się w położeniu równowagi. Wyznaczyć okres drgań takiego układu.

**Zadanie 9.2**

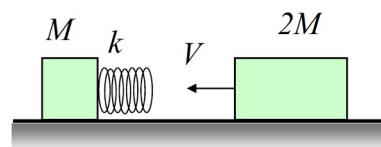
W zbiorniku znajduje się gaz doskonały pod normalnym ciśnieniem  $p_0$ . Do zbiornika dołączona jest pionowa rurka o powierzchni przekroju  $S$ . W rurce znajduje się ciężarek o niewielkiej masie  $m$  który może swobodnie przemieszczać się w rurce ale nie wypuszcza gazu ze zbiornika. Objętość gazu pod ciężarkiem wynosi  $V_0$ . Ciężarek wybito z położenia równowagi i wykonuje on małe drgania. Wykazać, że w przybliżeniu są to drgania harmoniczne i wyznaczyć ich częstość.

**Zadanie 9.3**

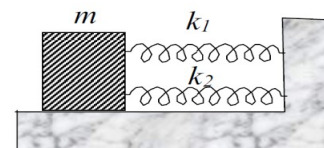
Ciało znajduje się na tłoku, który porusza się prostym ruchem harmonicznym w kierunku pionowym z okresem 1 s. a) Przy jakiej amplitudzie ciało oddzieli się od tłoka? b) Jeżeli drgania tłoka mają amplitudę 5 cm, to jaka jest maksymalna częstość przy której tłok i ciało jeszcze się stykają.

**Zadanie 9.4**

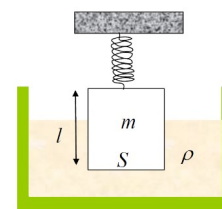
Klocek o masie  $2M$  poruszający się z prędkością  $v$ , zderza się z leżącym klokiem o masie  $M$ , do którego przymocowano nieważką sprężynę o współczynniku sprężystości  $k$ . Klocki poruszają się bez tarcia. O ile maksymalnie zostanie ściśnięta sprężyna w czasie zderzenia. (Wskazówka: zadanie najłatwiej rozwiązać korzystając z zasad zachowania)

**Zadania domowe****Zadanie 9.5**

Do ciała o masie  $m$  leżącego na doskonale gładkiej powierzchni, które może przesuwac się po niej bez tarcia, doczepiono dwie sprężyny o współczynnikach sprężystości  $k_1$  i  $k_2$  tak jak na rysunku, przy czym obie sprężyny gdy są swobodne mają tę samą długość. Wyznaczyć okres drgań tego ciała.

**Zadanie 9.6**

Jednorodny pręt o masie  $m$ , przekroju poprzecznym  $S$  i długości  $l$  jest zawieszony na sprężynie i do połowy zanurzony w cieczy o gęstości  $\rho$ . Zaniedbując lepkość cieczy, obliczyć okres drgań pręta, jeżeli wiadomo, że po usunięciu cieczy sprężyna (w równowadze z prętem) wydłuża się o  $d$  w stosunku do tej długości jaką miała gdy pręt był zanurzony w cieczy. Masę sprężyny oraz ruch lustra cieczy związany z drganiami ciała należy zaniedbać.

**Zadanie 9.7**

Obliczyć pracę jaką wykonuje siła sprężyny o współczynniku sprężystości  $k$  ściągając do położenia równowagi ciało o masie  $m$  odchylone od tego położenia o  $A$ .

