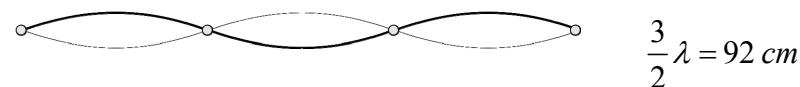


### Odpowiedzi i rozwiązania:

1. C

2. D (po włączeniu baterii w uzwojeniu pierwotnym płynie prąd stały, nie zmienia się strumień pola magnetycznego, nie płynie prąd indukcyjny)

3. A (w pozostałych przypadkach na strunie powstają odpowiednio 2, 3 i 4 węzły)



4. C.

Z bilansu cieplnego wynika, że ciepło pobrane musi być równe oddanemu

$$mc_{w1}\Delta T_1 = mc_{w2}\Delta T_2$$

Ponieważ przyrost temperatury pierwszej cieczy  $\Delta T_1$  jest większy niż spadek temperatury drugiej  $\Delta T_2$ , zatem ciepło właściwe drugiej  $c_{w2}$  musi być większe.

5. D

6. C (zmiana energii wewnętrznej jest proporcjonalna do zmiany temperatury)

7. B

8. C

9. D

Na klocek działają siły sprężystości dwóch sprężyn (mają ten sam zwrot)

$$F_s = 2kx = 2 \cdot 4 \frac{kN}{m} \cdot 2cm = 16 \cdot \frac{10^3 N}{m} \cdot 10^{-2} m = 160 N$$

Ponieważ klocek pozostaje nieruchomy, siła tarcia musi mieć taką samą wartość i przeciwny zwrot.

10. C

### Zadanie 11 (6p)

Odp.:  $36 \frac{km}{h}$

Rozwiązanie:

$$S = 0.5m \quad V_0 = ?$$

$$a = 10g$$

Podanie równania ruchu i wzoru na przyspieszenie

$$\left\{ \begin{array}{l} S = V_0 t - \frac{at^2}{2} \\ a = \frac{V_0}{t} \end{array} \right.$$

Wyznaczenie czasu

$$t = \frac{V_0}{a}$$

$$S = V_0 \frac{V_0}{a} - \frac{1}{2} \frac{V_0^2}{a^2}$$

Podstawienie wzoru

$$S = \frac{V_0^2}{2a}$$

Uzyskanie wzoru na prędkość

$$V_0 = \sqrt{2aS} = \sqrt{2 \cdot 10gS}$$

Obliczenie prędkości

$$V_0 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 0.5m} = 10 \frac{m}{s} = 10 \frac{10^{-3} km}{\frac{1}{3.6} \cdot 10^{-3} h} = 36 \frac{km}{h}$$

### Zadanie 12 ( 10p)

**Odp: 11 tarcz**

**Rozwiązanie:**

1) Zapisanie pracy przebijania pojedynczej tarczy jako różnicy energii kinetycznych przed przebicciem tarczy i po jej przebicciu:

$$W = E_{k0} - E_{k1} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = \frac{m}{2}(V_0^2 - V_1^2) \quad (1)$$

2) Znalezienie wzoru na prędkość początkową

a) Napisanie równań ruchu

$$\begin{cases} x = V_0 t \\ y = \frac{gt^2}{2} \end{cases} \quad (2)$$

b) Rozwiązanie układu równań poprzez wyeliminowanie t i znalezienie wzoru na prędkość

$$t = \frac{x}{V_0} \quad (3)$$

$$y = \frac{g}{2} \frac{x^2}{V_0^2} \quad (4)$$

$$V_0^2 = \frac{x^2 g}{2y} \quad (5)$$

Jeżeli łuk znajduje się na wysokości  $y = h$ , wówczas zasięg strzały będzie równy  $l$  czyli  $l = x$  i:

$$V_0^2 = \frac{l^2 g}{2h} \quad (6)$$

c) Analogiczny wzór będzie opisywał prędkość strzały po przebicciu jednej tarczy

$$V_1^2 = \frac{l_1^2 g}{2h} \quad (7)$$

3) Prędkość (7) podstawmy do wzoru na pracę (1)

$$W = \frac{m}{4} \frac{g}{h} (l^2 - l_1^2) \quad (8)$$

4) Do przebiccia każdej tarczy potrzebna jest taka sama praca. Dlatego do przebiccia  $k$  tarcz, potrzebna będzie praca

$$W_k = k \cdot W \quad (9)$$

5) Strzała będzie zatrzymana, jeżeli praca ta będzie większa lub równa początkowej energii kinetycznej

$$W_k = \frac{m}{4} \frac{gl^2}{h} \quad (10)$$

6) Podstawienie wzoru (9) do wzoru (10)

$$k \cdot \frac{m}{4} \frac{g}{h} (l^2 - l_1^2) = \frac{m}{4} \frac{gl^2}{h} \quad (11)$$

$$k = \frac{l^2}{l^2 - l_1^2} \quad (12)$$

7) Obliczenie liczby tarcz

$$k = \frac{(20m)^2}{(20m)^2 - (19m)^2} = \frac{400}{39} = 10.2 \quad (13)$$

Ponieważ  $k$  musi być liczbą naturalną a 10 tarcz nie wystarczy, potrzebne będzie 11 tarcz.

**Zadanie 13 (5p)**

**Odp.:**  $R_2 = \frac{R_1}{\frac{f_2}{f_1} - 1}$

**Rozwiązanie:**

Dla układu soczewek (promienie biegnące bliżej osi przechodzą przez obie soczewki) mamy

$$\frac{1}{f_1} = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

a dla większej soczewki (dla płaskowypukłej soczewki jeden promień krzywizny jest nieskończenie duży, czyli jego odwrotność jest równa 0)

$$\frac{1}{f_2} = (n-1) \frac{1}{R_1}$$

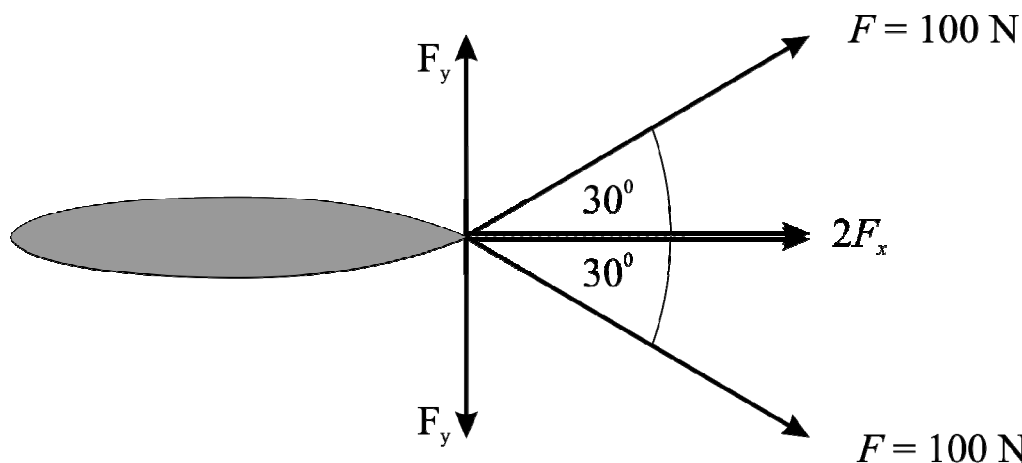
Dzieląc te równania stronami

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_1}}$$

Skąd po przekształceniach otrzymujemy promień drugiej soczewki.

**Zadanie 14.1**

Odp:  $100\sqrt{3} \text{ N}$



**Rozwiązanie:**

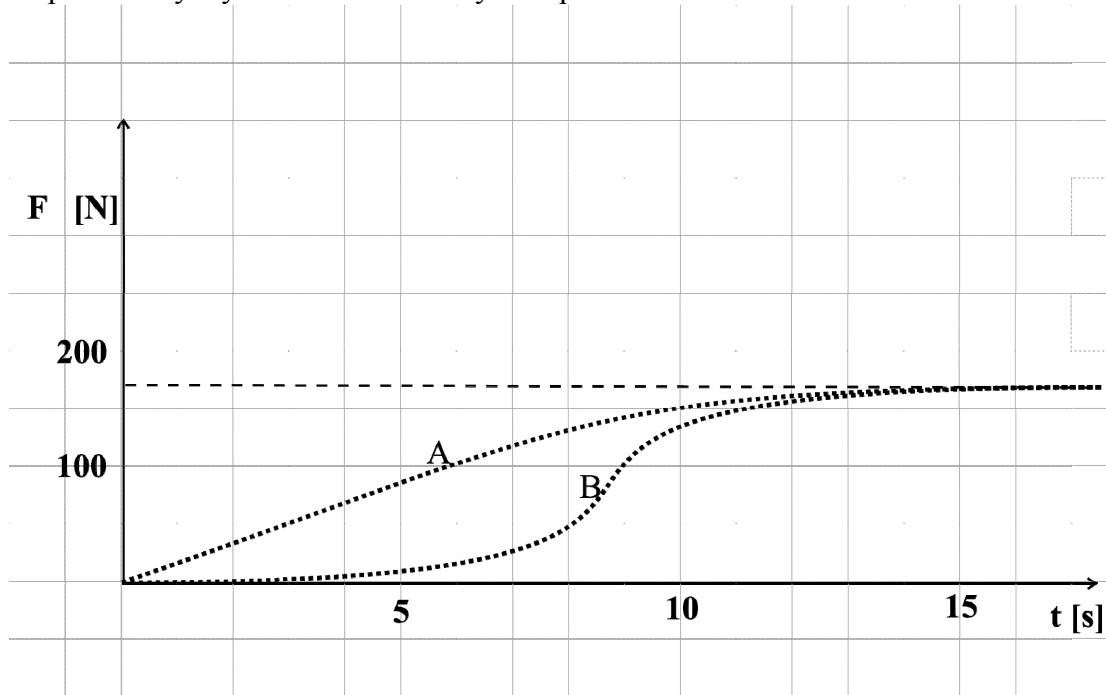
W piętnastej sekundzie ruchu prędkość była stała, zatem zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki, suma sił działających na łódkę była równa 0. Wynika stąd, że siła oporu wody musiała być równa wypadkowej sile jaką działali na łódkę żeglarze

$$F_w = 2F_x = 2F \cos \alpha$$

Składowe  $F_y$  wzajemnie się redukują i można je pominąć.

### Zadanie 14.2

Dopuszczalny wykres A lub B i wszystkie pośrednie



### Zadanie 14.3

Z wykresu  $V(t)$  można odczytać:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = 1 \frac{m}{s} : 5s = 0.2 \frac{m}{s^2}$$

### Zadanie 14.4

Z drugiej zasady dynamiki

$$F = am$$

$$m = \frac{F}{a} = \frac{100\sqrt{3}N}{0,2 \frac{m}{s^2}} = 866kg$$

### Zadanie 14.5

Dzielimy całą trasę na dwa odcinki. Na pierwszym łódka porusza się ze stałym przyspieszeniem, na drugim ze stałą prędkością. Pokonanie pierwszego odcinka zabiera czas  $t_1 = 10s$ .

Dla drugiego odcinka wzór na drogę przybierze postać

$$S_2 = Vt_2 \tag{1}$$

Gdzie  $V$  jest końcową prędkością  $2 \frac{m}{s}$ . Moglibyśmy policzyć  $t_2$ , gdyby znana była droga  $S_2$ .

Drogę tę możemy policzyć

$$S_2 = S - S_1$$

gdzie  $S$  jest długością kanału a  $S_1$  długością pierwszego odcinka

$$S_1 = \frac{at_1^2}{2}$$

$$S_2 = S - \frac{at_1^2}{2}$$

Podstawiając do wzoru (1) można obliczyć  $t_2$

$$Vt_2 = S - \frac{at_1^2}{2}$$

$$t_2 = \frac{S - \frac{at_1^2}{2}}{V} = \frac{200m - \frac{0.2 \frac{m}{s^2} (10s)^2}{2}}{2 \frac{m}{s}} = 95s = 1 \text{ min } 35s$$

### Zadanie 15

a) dla B) i b) dla A)

Jeżeli rozmiary anody są bardzo małe, wówczas przy zerowym napięciu, niewiele elektronów trafi w anodę. Zatem prąd przy napięciu równym 0 będzie również mały (wykres a).

### Zadanie 16.1

$$\frac{M_z G}{r^2} = \frac{V^2}{r} \quad r = R_z + h \quad \frac{M_z G}{R_z^2} = g$$

$$V = \sqrt{\frac{gR_z^2}{R_z + h}}$$

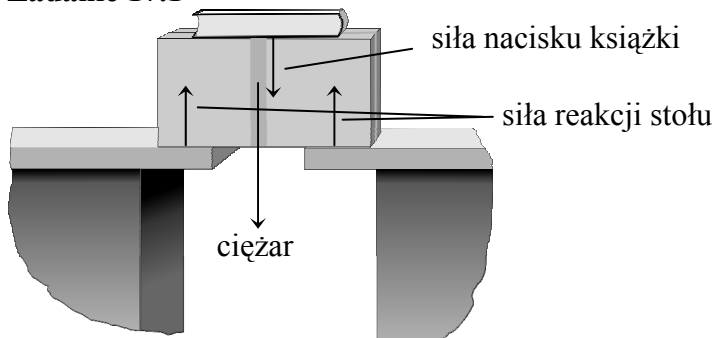
### Zadanie 16.2

Silniki muszą być skierowane na zewnątrz orbity, tak aby siła ciągu dodawała się do siły ciężarzenia.

$$\frac{mM_z G}{r^2} + F = \frac{m(1,1 \cdot V)^2}{r} \quad r = R_z + h \quad \frac{M_z G}{R_z^2} = g$$

$$F = \frac{0,21 \cdot gR_z^2 m}{(R + h)^2}$$

### Zadanie 17.1



### Zadanie 17.2

5 kg