Zadanie 1.1. ***(1 pkt)***

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Analizowanie stanu ruchu ciał pod wpływem sił sprężystości (P I.1.3.1).

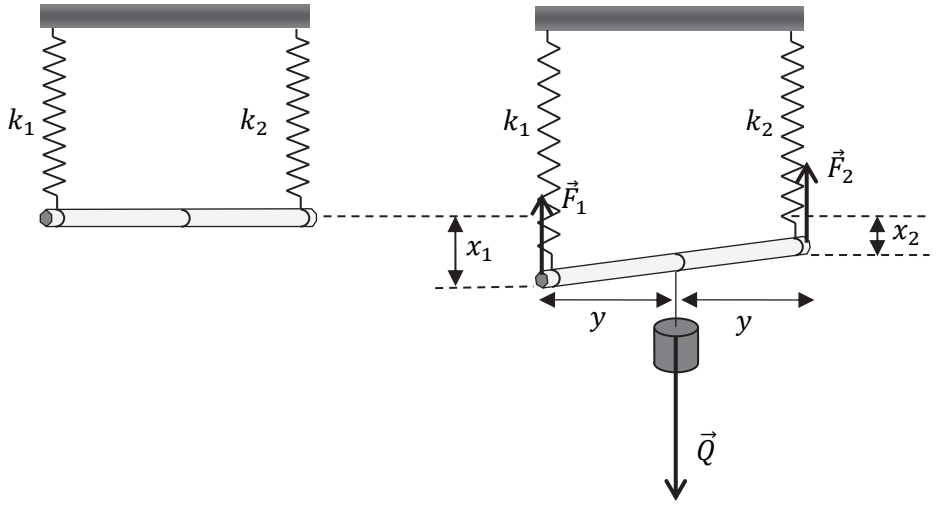
Schemat punktowania

1 p. – zapisanie, że $k_1 < k_2$ oraz wyjaśnienia (mogą być słowne), np.: powołanie się na równość sił oraz na większe wydłużenie sprężyny 1.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Przykładowe rozwiązanie

Wykonujemy rysunek pomocniczy do zadania 1.1 (posłuży on także do zadania 1.2).



Z równości wartości momentów sił sprężystości względem środka ołówka wnioskujemy o równości sił sprężystości:

$$F_1 y = F_2 y \quad \rightarrow \quad F_1 = F_2$$

Zapisujemy równość sił sprężystości z wykorzystaniem wzoru na siłę sprężystości:

$$k_1 x_1 = k_2 x_2$$

Wnioskujemy: jeśli $k_1 x_1 = k_2 x_2$ oraz $x_1 > x_2$ to $k_1 < k_2$.

Zadanie 1.2. ***(3 pkt)***

Obszar standardów	Opis wymagań
Korzystanie z informacji.	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

Schemat punktowania
3 p. – prawidłowa metoda i prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.
2 p. – prawidłowa metoda i błąd rachunkowy w obliczeniach lub brak wyniku końcowego.
1 p. – zauważenie, że każda sprężynka rozciągana jest siłą o takiej samej wartości, różnej od ciężaru ciężarka.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie
Z przyrównania wartości momentów sił sprężystości względem środka ołówka wynika równość sił sprężystości:

$$F_1 y = F_2 y \quad \rightarrow \quad F_1 = F_2$$

Na podstawie I zasady dynamiki zastosowanej dla nieruchomego ołówka stwierdzamy, że wartości sił sprężystości są równe połowie ciężaru ciężarka:

$$F_1 + F_2 = Q \quad \text{oraz} \quad F_1 = F_2 \quad \rightarrow \quad F_1 = F_2 = \frac{Q}{2} \xrightarrow{(opcjonalnie)} F_1 = F_2 = 0{,}491\ \text{N}$$

Obliczamy wydłużenia sprężyn oraz obliczamy różnicę tych wydłużeń, równą różnicy długości sprężyn:

$$k_1 x_1 = \frac{mg}{2} \quad \text{oraz} \quad k_2 x_2 = \frac{mg}{2} \rightarrow$$

$$x_1 - x_2 = \frac{mg}{2k_1} - \frac{mg}{2k_2} = 4{,}91\ \text{cm} - 1{,}96\ \text{cm} = 2{,}95\ \text{cm}$$

Do obliczeń uczeń może przyjąć $g = 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ lub $g = 9{,}81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Należy uznać wynik 2,9 cm oraz 3 cm.

Zadanie 1.3. ***(4 pkt)***

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie pojęcia momentu siły (I.1.1.7). Zastosowanie I zasady dynamiki dla ruchu obrotowego (I.1.1.8).
Korzystanie z informacji.	Uzupełnianie brakujących elementów na rysunku łącząc posiadane i podane informacje (P II.2).

Schemat punktowania
- *Za narysowanie sił*

1 p. – prawidłowe narysowanie trzech sił: dwie siły z jakimi sprężynki działają na ołówek F_1, F_2 i siła z jaką na ołówek działa nić na której wisi ciężarek (o wartości równej sile ciężkości ciężarka Q). Z rysunku musi wynikać, że: $Q > F_2 > F_1$.

- *Za obliczenie przesunięcia ciężarka*

3 p. – prawidłowa metoda i prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.
2 p. – prawidłowa metoda prowadząca do obliczenia przesunięcia i błąd w obliczeniach lub wynik bez jednostki
lub
– prawidłowa metoda i prawidłowe obliczenie długości odcinków od krańca ołówka do punktu mocowania ciężarka.

1 p. – wyznaczenie stosunku długości odcinków $\frac{y_1}{y_2} = \frac{25}{10}$ lub wyznaczenie stosunku wartości sił $\frac{F_2}{F_1} = \frac{25}{10}$

lub

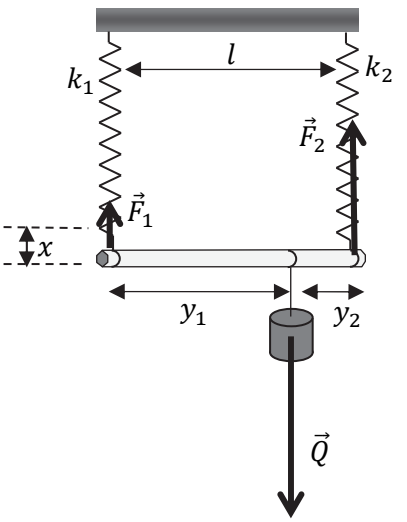
– zapisanie równości momentów sił dla tego przypadku.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów, dotyczących także narysowania sił.

Przykładowe rozwiązanie

Na rysunku oznaczamy siły $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ i $\vec{Q}$ zachowując relacje pomiędzy długościami wektorów opisujących siły. Relacje te wynikają z równowagi momentów sił (stosunki wartości sił są jak odwrotne stosunki długości ich ramion) oraz z równowagi sił.

Zapisujemy warunek równowagi momentów sił i stosujemy wzory na siły sprężystości. Z tego obliczamy stosunek $\frac{y_1}{y_2}$. Uwaga: w tym rozwiązaniu przyrównujemy momenty sił względem punktu mocowania ciężarka do ołówka.



$$F_1 y_1 = F_2 y_2 \;\rightarrow\; k_1 x y_1 = k_2 x y_2 \;\rightarrow$$

$$k_1 y_1 = k_2 y_2 \;\rightarrow\; \frac{y_1}{y_2} = \frac{k_2}{k_1} = \frac{25}{10}$$

Zapisujemy związek $y_1 + y_2 = l$, który podstawiamy do powyższego równania. Rozwiązujemy równanie wynikające z tego podstawienia:

$$2{,}5 \cdot y_2 + y_2 = 20\ \text{cm} \quad \rightarrow \quad y_2 = 5{,}7\ \text{cm} \quad \text{oraz} \quad y_1 = 14{,}3\ \text{cm}$$

Obliczamy odległość punktu mocowania od środka ołówka

$$\Delta l = \frac{1}{2} l - y_2 = 4{,}3\ \text{cm} \quad \text{lub} \quad \Delta l = \frac{1}{2}(y_2 - y_1) = 4{,}3\ \text{cm}$$

Zadanie 1.4. ***(2 pkt)***

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie okresu drgań wahadła sprężynowego (P I.1.3.3).
Korzystanie z informacji.	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowa metoda oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką (okres drgań w przedziale od 0,33 s do 0,34 s).

1 p. – zastosowanie wzoru na okres drgań z uwzględnieniem wzoru $k_z = k_1 + k_2$.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Niech x_0 oznacza wydłużenie sprężyny w warunkach równowagi sił sprężystości i siły grawitacji: $mg = k_1 x_0 + k_2 x_0$. Jeżeli przez x oznaczymy dodatkowe wydłużenie lub skrócenie sprężyny podczas ruchu drgającego, to siła wypadkowa działająca na ciężarek dana jest wzorem:

$$F_w = mg - k_1(x_0 + x) - k_2(x_0 + x) \quad \rightarrow \quad F_w = -(k_1 + k_2)x$$

Wzór na siłę wypadkową: $F_w = -(k_1 + k_2)x$, ma postać wzoru na siłę harmoniczną o współczynniku:

$$k_z = k_1 + k_2$$

Obliczamy okres drgań:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_z}} = 6{,}28 \cdot \sqrt{\frac{0{,}1\ \text{kg}}{35\ \frac{\text{N}}{\text{m}}}} = 0{,}335\ \text{s}$$

Zadanie 1.5. ***(2 pkt)***

Obszar standardów	Opis wymagań
Korzystanie z informacji.	Szacowanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.e).

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowe obliczenie okresu i niepewności pomiarowej oraz prawidłowy zapis.
1 p. – obliczenie okresu drgań $T = 0{,}337$ s
lub
– obliczenie niepewności okresu drgań $\Delta T = 0{,}006$ s.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Obliczamy niepewność pomiarową oraz okres drgań:

$$\Delta T = \frac{\Delta t}{50} = \frac{0{,}3\ \text{s}}{50} = 0{,}006\ \text{s} \approx 0{,}01\ \text{s},$$

$$T = \frac{16{,}84\ \text{s}}{50} = 0{,}3368\ \text{s} \approx 0{,}337\ \text{s} \approx 0{,}34\ \text{s}$$

Okres powinien być zapisany z taką liczbą miejsc po przecinku jak niepewność ΔT
$T = 0{,}337\ \text{s} \pm 0{,}006\ \text{s}$ lub po zaokrągleniu $T = 0{,}34\ \text{s} \pm 0{,}01\ \text{s}$.