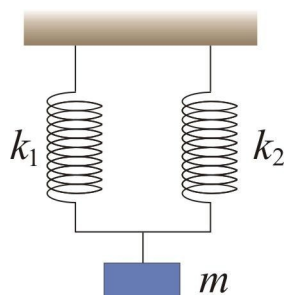


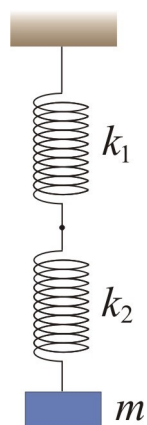
**Řešení praktické úlohy celostátního kola 48. ročníku fyzikální olympiády:
Teoretické úlohy:**

a) Paralelní zapojení: $k = k_1 + k_2$, doba kmitu je tedy $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}}$ **1,5 bodu**



Při tomto zapojení se obě pružiny prodlouží o stejnou délku, na každou působí jiná síla. Platí: $F = F_1 + F_2$, potom: $k \cdot y = k_1 \cdot y + k_2 \cdot y$, odtud $k = k_1 + k_2$. ($F = mg$)

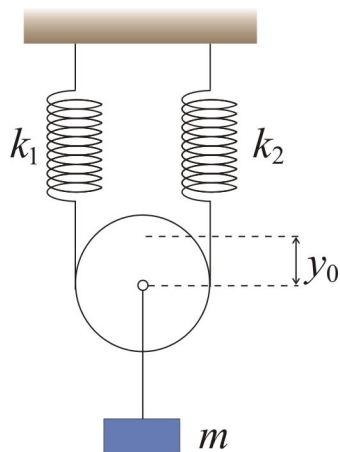
b) Sériové zapojení: $k = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$, doba kmitu tedy je $T = 2\pi \sqrt{\frac{m(k_1 + k_2)}{k_1 k_2}}$ **1,5 bodu**



Při tomto zapojení působí na obě pružiny stejná síla, výsledné prodloužení je rovno součtu prodloužení jednotlivých pružin: $y = y_1 + y_2$, po dosazení: $F/k = F/k_1 + F/k_2$, odtud $k = k_1 \cdot k_2 / (k_1 + k_2)$. ($F = mg$)

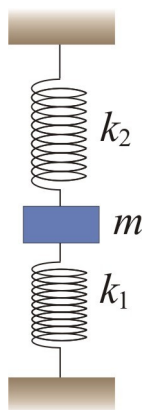
c) Paralelní zapojení s kladkou: $k = 4 \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$, doba kmitu tedy je: $T = \pi \sqrt{\frac{m(k_1 + k_2)}{k_1 k_2}}$ **3 body**

Při tomto zapojení působí na obě pružiny stejná síla $F/2$, protažení pružin bude různé y_1 a y_2 , hmotný střed kladky se posune o $y_0 = (y_1 + y_2)/2$. Po dosazení: $F/k = (F/2k_1 + F/2k_2)/2$, po úpravě: $k = 4k_1 \cdot k_2 / (k_1 + k_2)$



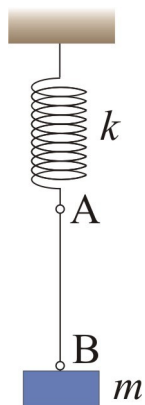
d) Nelineární zapojení: $k = k_1 + k_2$, doba kmitu je tedy $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}}$

2 body



Obě pružiny změň délku o stejnou hodnotu (jedna se zkrátí, druhá prodlouží), ale síly, které působí na těleso, mají stejný směr. Celková síla je $F = F_1 + F_2$, potom: $k \cdot y = k_1 \cdot y + k_2 \cdot y$, odtud $k = k_1 + k_2$

e) Určete maximální amplitudu při zapojení podle obrázku e) tak, aby kmity byly harmonické. (mezi body A a B je vlákno)



Aby kmity byly harmonické, musí platit: $a_m \leq g$, potom tedy $y_m \leq \frac{m g}{k}$

2 body

Praktické úlohy:

1. pružina:

Výrobce udává tuhost $k_1 = 5 \text{ N.m}^{-1}$ s přesností 5%. Naměřili jsme hodnotu $4,9 \text{ N.m}^{-1}$.
Při odchylce $\leq 10\%$ 1 bod, při odchylce $\leq 20\%$ 0,5 bodu, v ostatních případech 0 b.

2. pružina:

Výrobce udává tuhost $k_2 = 10 \text{ N.m}^{-1}$ s přesností 5%. Naměřili jsme hodnotu $9,5 \text{ N.m}^{-1}$.
Při odchylce $\leq 10\%$ 1 bod, při odchylce $\leq 20\%$ 0,5 bodu, v ostatních případech 0 b.

Doby kmitu:

Zapojení dle obr. a)

Teoreticky vypočtená hodnota závisí na určení tuhostí pružin. Při námi určených hodnotách tuhostí pružin je teoretická perioda $T = 0,64 \text{ s}$, z měření vyšlo $0,67 \text{ s}$. **Prakticky naměřená hodnota doby kmitu je o něco větší než teoreticky vypočtená – při výpočtu neuvažujeme hmotnosti pružin.**
Správný komentář a rozdíl mezi oběma časy $\leq 10\%$ 1,5 bodu, rozdíl mezi časy $\leq 20\%$ 0,5 bodu, v ostatních případech 0 b.

Zapojení dle obr. b)

Při námi určených hodnotách tuhostí pružin je teoretická perioda $T = 0,78 \text{ s}$, z měření vyšlo $0,82 \text{ s}$. **Prakticky naměřená hodnota doby kmitu je o něco větší než teoreticky vypočtená – při výpočtu neuvažujeme hmotnosti pružin.**
Správný komentář a rozdíl mezi oběma časy $\leq 10\%$ 1,5 bodu, rozdíl mezi časy $\leq 20\%$ 0,5 bodu, v ostatních případech 0 b.

Zapojení dle obr. c)

Při námi určených hodnotách tuhostí pružin a hmotnosti kladky $0,016 \text{ kg}$ je teoretická perioda $T = 0,71 \text{ s}$, z měření vyšlo $0,70 \text{ s}$. **Naměřená hodnota doby kmitu je prakticky stejná jako vypočtená, v tomto případě je hmotnost pružin vzhledem k hmotnostem obou těles a kladky zanedbatelná.**
Správný komentář a rozdíl mezi oběma časy $\leq 10\%$ 1,5 bodu, rozdíl mezi časy $\leq 20\%$ 0,5 bodu, v ostatních případech 0 b.

Zapojení dle obr. d)

Při námi určených hodnotách tuhostí pružin je teoretická perioda $T = 0,52 \text{ s}$, z měření vyšlo $0,54 \text{ s}$. **Prakticky naměřená hodnota doby kmitu je o něco větší než teoreticky vypočtená – při výpočtu neuvažujeme hmotnosti pružin.**
Správný komentář a rozdíl mezi oběma časy $\leq 10\%$ 1,5 bodu, rozdíl mezi časy $\leq 20\%$ 0,5 bodu, v ostatních případech 0 b.

Zapojení dle obrázku e):

Určení maximální amplitudy, aby kmity závaží na niti byly harmonické:

Teoreticky vypočtená hodnota maximální amplitudy závisí na stanovené hodnotě k_2 . Pro tuhost $9,4 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ je $y_m = 0,052 \text{ m}$. Při praktickém měření vyšla hodnota $0,050 \text{ m}$.) Při rozdílu mezi teoretickou a experimentálně určenou hodnotou $\leq 10\%$ 1,5 bodu, rozdíl mezi hodnotami $\leq 20\%$ 1 bod, v ostatních případech 0 b.

*) Hodnota je nižší z důvodu „přepřuženosti“ pružiny. Amplituda musí být menší než prodloužení Δl pružiny po zavěšení závaží a jeho ustálení v rovnovážné poloze. V případě „přepřužené“

pružiny je $\Delta l < \frac{m g}{k}$.

0,5 bodu

Celkem: teoretické úlohy 10 bodů, praktické úlohy a zpracování 10 bodů.

Autoři úlohy: R. Horáková, J. Fojtů, konzultanti: M. Kušnerová, P. Šedivý, obrázky: A. Balnar