

### 3. Měření momentu setrvačnosti

*pomůcky:*

drát, 4 místný čítač, váha, optická závora, torzní kyvadlo s kotoučem, závaží, přivažek, posuvné měřidlo

*úkol:*

1. určete moment setrvačnosti torzního kyvadla přímou metodou
2. určete moment setrvačnosti metodou torzních kmitů

*postup měření:*

ad 1.

- 1x určit hmotnost kotouče a válečku torzního kyvadla
- 10x změřit vnitřní průměr kotouče, vnější průměr válečku a rozdíl poloměrů kotouče torzního kyvadla

ad 2.

- 50x změřit periodu  $T_0$  samotného kyvadla
- 50x změřit periodu  $T$  kyvadla se závažím
- 50x změřit periodu  $T_p$  kyvadla se závažím a přivažkem v jednom ze 3 závitů

*vyhodnocení:*

ad 1.

- určit chybu měření u hmotností kotouče ( $\vartheta_M$ ) a válečku ( $\vartheta_m$ ) torzního kyvadla
- určit aritmetický průměr vnitřního průměru kotouče  $\bar{D}$  a rozdílu poloměrů  $\bar{l}$ , vnějšího průměru válečku  $\bar{d}$  a jejich pravděpodobné odchylky

$$\bar{D} \pm \vartheta_D; \bar{l} \pm \vartheta_l; \bar{d} \pm \vartheta_d$$

- vypočítat moment setrvačnosti kotouče  $J_K$  a jeho pravděpodobnou odchylku  $\vartheta_{J_K}$

$$J_K = \frac{1}{4} M(D^2 + 2lD + 2l^2)$$

$$\vartheta_{J_K} = \sqrt{\left(\frac{D^2 + 2lD + 2l^2}{4} \vartheta_M\right)^2 + \left(\frac{M(D+l)}{2} \vartheta_D\right)^2 + \left(\frac{M(D+2l)}{2} \vartheta_l\right)^2}$$

- vypočítat moment setrvačnosti válečku  $J_V$  a jeho pravděpodobnou odchylku  $\vartheta_{J_V}$

$$J_V = \frac{1}{8} md^2$$

$$\vartheta_{J_V} = \sqrt{\left(\frac{d^2}{8} \vartheta_m\right)^2 + \left(\frac{md}{4} \vartheta_d\right)^2}$$

- vypočítat celkový moment setrvačnosti kyvadla  $J_0$  a pravděpodobnou odchylku  $\vartheta_{J_0}$

$$J_0 = J_K + J_V$$

$$\vartheta_{J_0} = \sqrt{\vartheta_{J_k}^2 + \vartheta_{J_v}^2}$$

ad 2.

- určit průměrnou periodu a odchylku pro torzní kyvadlo

$$\bar{T}_0 \pm \vartheta_{T_0}$$

- určit průměrnou periodu a odchylku pro torzní kyvadlo se závažím

$$\bar{T} \pm \vartheta_T$$

- určit průměrnou periodu a odchylku pro torzní kyvadlo se závažím a přívazkem

$$\bar{T}_p \pm \vartheta_{T_p}$$

- vypočítat moment setrvačnosti závaží  $J$  s odchylkou  $\vartheta_J$  ( $J_0$  a  $\vartheta_{J_0}$  jsou známy z úlohy 1)

$$J = J_0 \frac{T^2 - T_0^2}{T_0^2}$$

$$\vartheta_J = \sqrt{\left(\frac{T^2 - T_0^2}{T_0^2} \vartheta_{J_0}\right)^2 + \left(2J_0 \frac{T}{T_0^2} \vartheta_T\right)^2 + \left(-2J_0 \frac{T^2}{T_0^3} \vartheta_{T_0}\right)^2}$$

- vypočítat moment setrvačnosti závaží s přívazkem  $J'_p$  s odchylkou  $\vartheta_{J'_p}$

$$J'_p = J_0 \frac{T_p^2 - T_0^2}{T_0^2}$$

$$\vartheta_{J'_p} = \sqrt{\left(\frac{T_p^2 - T_0^2}{T_0^2} \vartheta_{J_0}\right)^2 + \left(2J_0 \frac{T_p}{T_0^2} \vartheta_{T_p}\right)^2 + \left(-2J_0 \frac{T_p^2}{T_0^3} \vartheta_{T_0}\right)^2}$$

- vypočítat moment setrvačnosti samotného přívazku  $J_p$  s odchylkou  $\vartheta_{J_p}$

$$J_p = J'_p - J$$

$$\vartheta_{J_p} = \sqrt{\vartheta_{J'_p}^2 + \vartheta_J^2}$$

*poznámka:*

Všechny výsledky zaokrouhlete podle odchylky zaokrouhlené na jednu platnou číslici a uveďte ve tvaru  $(X \pm \vartheta_X)$  s příslušnými jednotkami.