

Le spiral**Détermination expérimentale de C****Méthode dynamique**

Caractérisation de l'inertiomètre (balancier muni d'un long pivot)

Disque étalon en acier $D := 6 \cdot \text{mm}$ $d := 0.2 \cdot \text{mm}$ $e := 0.3 \cdot \text{mm}$ $M := 74 \cdot \text{mg}$

$$J_d := \frac{1}{8} \cdot M \cdot (D^2 + d^2) \quad J_d = 3.334 \text{ mg} \cdot \text{cm}^2$$

Période de l'oscillateur étalon $T_0 := 0.4 \cdot \text{s}$

Marche instantanée et période mesurées avec l'axe du balancier étalon muni du disque étalon

$$\mu_d := -45 \cdot \text{s} \cdot \text{jour}^{-1} \quad T_d := T_0 \cdot (1 - \mu_d) \quad T_d = 0.400208 \text{ s}$$

Moment d'inertie du balancier de l'inertiomètre $J_0 := \frac{T_0^2}{T_d^2 - T_0^2} \cdot J_d \quad J_0 = 3.2 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{cm}^2$

Couple du spiral de l'inertiomètre $C_0 := \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot J_0}{T_0^2} \quad C_0 = 7.894 \times 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{m}$

Détermination de la constante C du spiral mesuré

Marche et période mesurées avec l'axe du balancier étalon muni du spiral de constante inconnue

$$\mu_x := 343 \cdot \text{s} \cdot \text{jour}^{-1} \quad T_x := T_0 \cdot (1 - \mu_x) \quad T_x = 0.398412 \text{ s}$$

$$C_x := 4 \cdot \pi^2 \cdot J_0 \cdot \left(\frac{1}{T_x^2} - \frac{1}{T_0^2} \right) \quad C_x := 4 \cdot \pi^2 \cdot J_0 \cdot \left(\frac{T_0^2 - T_x^2}{T_0^2 \cdot T_x^2} \right) \quad C_x = 6.306 \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m}$$

Sensibilité aux erreurs de mesures

Précision de la mesure de marche $\text{jour} = 8.64 \times 10^4 \text{ s}$ $\Delta\mu := 2 \cdot \text{s} \cdot \text{jour}^{-1}$

$$\Delta T_0 := \Delta\mu \cdot T_0 \quad \Delta T_0 = 9.259 \times 10^{-6} \text{ s}$$

$$\Delta D := 0.02 \cdot \text{mm} \quad \Delta d := 0.01 \cdot \text{mm} \quad \Delta M := 0.1 \cdot \text{mg} \quad \Delta T_d := \Delta\mu \cdot T_d \quad \Delta T_d = 9.264 \times 10^{-6} \text{ s}$$

$$\Delta J_d := \frac{1}{8} \cdot [\Delta M \cdot (D^2 + d^2) + M \cdot (2 \cdot D \cdot \Delta D + 2 \cdot d \cdot \Delta d)] \quad \frac{\Delta J_d}{J_d} = 0.812 \%$$

$$\Delta J_0 := \left(\frac{\Delta J_d}{J_d} + 2 \cdot \frac{\Delta T_0}{T_0} + \frac{2 \cdot T_0 \cdot \Delta T_0 + 2 \cdot T_d \cdot \Delta T_d}{T_d^2 - T_0^2} \right) \cdot J_0 \quad \frac{\Delta J_0}{J_0} = 9.708 \%$$

$$\Delta T_x := \Delta\mu \cdot T_x \quad \Delta T_x = 9.223 \times 10^{-6} \text{ s}$$

Incertitude sur la constante de couple mesurée

$$\Delta C_x := \left(\frac{\Delta J_0}{J_0} + \frac{2 \cdot T_0 \cdot \Delta T_0 + 2 \cdot T_x \cdot \Delta T_x}{T_0^2 - T_x^2} + 2 \cdot \frac{\Delta T_0}{T_0} + 2 \cdot \frac{\Delta T_x}{T_x} \right) \cdot C_x \quad \frac{\Delta C_x}{C_x} = 10.881 \%$$

Mesure statique**Capteur de couple**

Prenons pour constante élastique angulaire du capteur de couple celle du spiral de l'inertiomètre de la méthode dynamique

$$\gamma := C_0$$

Détermination de la constante C du spiral mesuré

Angle de rotation du capteur

$$\alpha := 360 \cdot \text{deg}$$

$$\Delta\alpha := 1 \cdot \text{deg}$$

Couple mesuré

$$C_m := 3.9 \cdot 10^{-6} \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

Angle relatif de rotation de l'axe du capteur

$$\beta := \frac{C_m}{\gamma}$$

$$\beta = 2.83 \text{ deg}$$

Constante élastique du spiral mesuré

$$C_x := \frac{C_m}{\alpha - \beta}$$

$$C_x = 6.256 \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m}$$

Sensibilité aux erreurs de mesures

Précision de la mesure de couple

$$\Delta C_m := 3 \cdot \% \cdot C_m$$

$$\Delta\gamma := 2 \cdot \% \cdot C_0$$

Incertitude correspondante sur la mesure de β

$$\Delta\beta := \left(\frac{\Delta C_m}{C_m} + \frac{\Delta\gamma}{\gamma} \right) \cdot \beta$$

$$\Delta\beta = 0.142 \text{ deg}$$

Incertitude sur la constante de couple mesurée

$$\Delta C_x := \left(\frac{\Delta C_m}{C_m} + \frac{\Delta\alpha + \Delta\beta}{\alpha - \beta} \right) \cdot C_x$$

$$\frac{\Delta C_x}{C_x} = 3.32 \%$$