



# Zpracování úvodního měření

# ČAS

*doba kmitu (kyvu) a 10 kmitů (kyvů)*

*elektrický proud a napětí*

# ELEKTRICKÉ VELIČINY

# DÉLKA, HMOTNOST

*výška, průměr a hmotnost válce*

*vzdálenost zrcátka a poloha značky*

# (ZRCÁTKOVÁ METODA)

**ČAS**

**DÉLKA, HMOTNOST**

*doba kmitu (kyvu) a 10 kmitů (kyvů)*

**PŘÍMO MĚŘENÉ VELIČINY**

*výška, průměr a hmotnost válečků*

*vzdálenost zrcátka a poloha značky*

**ELEKTRICKÉ VELIČINY**

**(ZRCÁTKOVÁ METODA)**

Metoda měření	Měřená veličina	Nejistota typu A	Nejistota typu B
Jednorázové	$X = x$	$u_{XA} = 0$	
Opakované	$X = \bar{x}$ $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$	$u_{XA} = s_{\bar{x}}$ $s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$	$u_{XB} = \frac{m_x}{\chi}$
Následné	$y = ax$ $y = ax + b$ $X = a$ $a = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$	$u_{XA} = s_a$ $s_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n y_i)^2 - k \cdot [\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i]}{(n-2) \cdot [\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n x_i)^2]}}$	<p>Statistické rozdělení pravděpodobnosti chyb</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rovnoměrné <math>\chi = \sqrt{3}</math></li> <li>• trojúhelníkové <math>\chi = \sqrt{6}</math></li> <li>• normální <math>\chi = 3</math></li> </ul>

# ČAS

JEDNORÁZOVÉ MĚŘENÍ (reakční doba pozorovatele)

$$m_x = 0,5 \text{ s}$$

OPAKOVANÉ A NÁSLEDNÉ MĚŘENÍ (chyba stopek)

$$m_x = (0,02 \div 0,05) \text{ s}$$

# ELEKTRICKÉ VELIČINY

ANALOGOVOU PŘÍSTROJE (třída přesnosti  $T_p$ )

$$m_x = \frac{T_p}{100} \cdot x_{\max}$$

DIGITÁLNÍ PŘÍSTROJE ( $p$  % rdg +  $n$  dig)

$$m_x = \frac{p}{100} \cdot x + n \cdot x_{\min}$$

# DÉLKA, HMOTNOST

MIKROMETR

$$m_x = 0,01 \text{ mm}$$

DIGITÁLNÍ VÁHA

$$m_x = 0,1 \text{ g}$$

POSUVNÉ MĚŘÍTKO

$$m_x = 0,1 \text{ mm}$$

# (ZRCÁTKOVÁ METODA)

SVINOVACÍ METR, PÁSMO

$$m_x = (3 \div 10) \text{ mm}$$

STUPNICE STÍNÍTKA (šířka značky na stínítku)

$$m_x = 3 \text{ mm}$$

# ČAS

*doba kmitu (kyvu) a 10 kmitů (kyvů)*

*doba kmitu (kyvu)*

$$t = \frac{t_{10}}{10}$$

# DÉLKA, HMOTNOST

*výška, průměr a hmotnost válce*

*objem, povrch a hustota válce*

$$V = \frac{\pi d^2 h}{4} \quad S = \frac{\pi d^2}{2} + \pi d h \quad \rho = \frac{m}{V} = \frac{4m}{\pi d^2 h}$$

# ELEKTRICKÉ VELIČINY

*elektrický proud a napětí*

*elektrický odpor a výkon*

$$R = \frac{U}{I} \quad P = UI$$

# (ZRCÁTKOVÁ METODA)

*vzdálenost zrcátka a poloha značky*

*úhel pootočení zrcátka*

$$\alpha = \frac{|n_2 - n_1|}{2R} = \frac{|\Delta n|}{2R}$$

# ČAS

*doba kmitu (kyvu) a 10 kmitů (kyvů)*

*doba kmitu (kyvu)*

$$t = \frac{t_{10}}{10}$$

# DÉLKA, HMOTNOST

*výška, průměr a hmotnost válce*

*objem, povrch a hustota válce*

$$V = \frac{\pi d^2 h}{4} \quad S = \frac{\pi d^2}{2} + \pi d h \quad \rho = \frac{m}{V} = \frac{4m}{\pi d^2 h}$$

## NEPŘÍMO MĚŘENÉ VELIČINY (ZRCÁTKOVÁ METODA)

# ELEKTRICKÉ VELIČINY

*elektrický proud a napětí*

*elektrický odpor a výkon*

$$R = \frac{U}{I} \quad P = UI$$

*vzdálenost zrcátka a poloha značky*

*úhel pootočení zrcátka*

$$\alpha = \frac{|n_2 - n_1|}{2R} = \frac{|\Delta n|}{2R}$$

$$t = \frac{t_{10}}{10}$$

$$V = \frac{\pi d^2 h}{4}$$

$$S = \frac{\pi d^2}{2} + \pi dh$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4m}{\pi d^2 h}$$

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_m)$$

$$R = \frac{U}{I}$$

$$P = UI$$

$$\alpha = \frac{|n_2 - n_1|}{2R} = \frac{|\Delta n|}{2R}$$

$$u_Y = \sqrt{\sum_{i=1}^m A_i^2 u_{X_i}^2}$$

$$A_i = \frac{\partial Y}{\partial X_i}$$



$$t = \frac{t_{10}}{10}$$

$$V = \frac{\pi d^2 h}{4}$$

$$S = \frac{\pi d^2}{2} + \pi dh$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4m}{\pi d^2 h}$$

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_m)$$

$$R = \frac{U}{I}$$

$$P = UI$$

$$\alpha = \frac{|n_2 - n_1|}{2R} = \frac{|\Delta n|}{2R}$$

$$u_Y = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left( \frac{\partial Y}{\partial X_i} \right)^2 u_{X_i}^2}$$

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_m) = \sum_{i=1}^m a_i X_i =$$

$$= a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_m X_m$$

$$\Delta n = n_2 - n_1$$

$$u_Y = \sqrt{\sum_{i=1}^m a_i^2 u_{X_i}^2}$$

$$t = \frac{t_{10}}{10}$$

$$V = \frac{\pi d^2 h}{4}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4m}{\pi d^2 h}$$

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_m) = a \prod_{i=1}^m X_i^{p_i} =$$

$$= a X_1^{p_1} X_2^{p_2} \dots X_m^{p_m}$$

$$R = \frac{U}{I}$$

$$P = UI$$

$$\alpha = \frac{|\Delta n|}{2R}$$

$$u_{rY} = \sqrt{\sum_{i=1}^m p_i^2 u_{rX_i}^2}$$

$$u_{rY} = \frac{u_Y}{Y} \qquad u_{rX_i} = \frac{u_{X_i}}{X_i}$$

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_m)$$

$$u_{X_iA}, u_{X_iB} \text{ pro } \forall i = 1 \dots m$$

$$u_{YA} = \sqrt{\sum_{i=1}^m A_i^2 u_{X_iA}^2}$$
$$u_{YB} = \sqrt{\sum_{i=1}^m A_i^2 u_{X_iB}^2}$$

$$u_{X_i} = \sqrt{u_{X_iA}^2 + u_{X_iB}^2} \text{ pro } \forall i = 1 \dots m$$

$$u_Y = \sqrt{u_{YA}^2 + u_{YB}^2}$$

$$u_Y = \sqrt{\sum_{i=1}^m A_i^2 u_{X_i}^2}$$

# Pravidla pro zaokrouhlování a zápis výsledku

1. Postupné výpočty se nezaokrouhlují.
2. Absolutní nejistota a naměřená hodnota se vyjadřují ve stejných jednotkách.
3. Výsledná nejistota se zaokrouhluje vždy na dvě platné číslice nahoru.
4. Naměřená hodnota se zaokrouhluje na stejný počet desetinných míst jako nejistota.
5. Výsledek se zapisuje ve tvaru:  $X = (x \pm u_X)$  [jednotky]