

## CHYBY A NEJISTOTY MĚŘENÍ-PŘÍKLADY

1. Zpracujte následující hodnoty, které byly získány odečtením z mechanických stopek po ukončení každého 4. kmitu torzního kyvadla:

$$t_i \text{ (s)} : 18,60 ; 18,55 ; 18,60 ; 18,70 ; 18,65$$

Stanovte dobu kyvu a její nejistotu. Výsledek přehledně zapište.

Řešení:

Průměrný naměřený čas  $\bar{t} = 18,62 \text{ s}$ , doba kyvu  $\tau = \frac{\bar{t}}{8} = 2,3275 \text{ s}$ .

$$u_{\tau B} = \frac{0,3}{8 \cdot \sqrt{3}} = 0,022 \text{ s}$$

$$u_{\tau A} = \frac{s_{\bar{t}}}{8} = \frac{1}{8} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{t} - t_i)^2}{n(n-1)}} = 0,0032 \text{ s}$$

$$u_{\tau} = \sqrt{u_{\tau A}^2 + u_{\tau B}^2}, \quad \tau = (2,328 \pm 0,023) \text{ s}.$$

2. Jednorázově bylo naměřeno 5 dob kmitu a odečten čas 32,5 s. Jakou absolutní a relativní nejistotou je zatížena doba kyvu? ( 0,018 s ; 0,53 % )

3. Mikrometrem byly opakovaně naměřeny následující hodnoty délky  $l$  předmětu v mm: 28,31; 28,31; 28,32; 28,31; 28,33; 28,32; 28,32; 28,33; 28,31; 28,32.

Zpracujte naměřené hodnoty, vypočítejte kombinovanou nejistotu délky  $l$  a výsledek přehledně zapište. (0,0063 mm)

4. Průměr drátu byl změřen mikrometrem a jeho velikost je  $d = 0,81 \text{ mm}$ . Stanovte velikost plochy  $S$  průřezu drátu, její absolutní a relativní nejistotu a výsledek přehledně zapište.

Řešení:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = 0,5153 \text{ mm}^2$$

Nejistota je v tomto případě dána pouze nejistotou typu B,

$$u_{rS} = u_{rSB} = 2u_{rdB} = 2 \cdot \frac{0,01}{\sqrt{3} \cdot 0,81} = 0,014 = 1,4 \%$$

$$u_{SB} = S u_{rSB} = 0,5153 \cdot 0,014 = 0,0074 \text{ mm}^2.$$

$$S = (0,5153 \pm 0,0074) \text{ mm}^2$$

5. Průměr drátu byl změřen posuvným měřítkem a jeho velikost je  $d = 0,9 \text{ mm}$ . Stanovte velikost plochy  $S$  průřezu drátu, její absolutní a relativní nejistotu a výsledek přehledně zapište. (0,82 mm<sup>2</sup>; 13,5 %)

6. Stanovte absolutní a relativní nejistotu plochy  $S$  průřezu drátu, jehož průměr byl změřen mikrometrem a jeho velikost je  $d = 0,855 \text{ mm}$ . (0,0078 mm<sup>2</sup>; 1,35 %)

7. Stanovte absolutní a relativní nejistotu plochy  $S$  průřezu drátu, jehož průměr byl měřen mikrometrem a jeho velikost je  $d = 1,16$  mm. (0,011 mm<sup>2</sup>; 1 %)
8. Rozměry válečku jsou: průměr  $d = 48,2$  mm a výška  $h = 63,7$  mm. Rozměry byly změřeny jednou posuvným měřítkem. Posuďte, zda je možné stanovit objem  $V$  válečku s relativní nejistotou menší než 5%. (ano - 0,26 %)
9. Rozměry válečku jsou: průměr  $d = 41,83$  mm a výška  $h = 57,92$  mm. Rozměry byly změřeny jednou, mikrometrem. Posuďte, zda je možné stanovit objem  $V$  válečku s relativní nejistotou menší než 1%. (ano - 0,029 %)
10. Stanovte objem  $V$  koule a jeho nejistotu, jestliže průměr koule je  $d = 20,5$  mm a byl měřen jednou posuvným měřítkem. Výsledek přehledně запиšte. (39 mm<sup>3</sup>)
11. Stanovte objem  $V$  koule a jeho nejistotu, jestliže průměr koule je  $d = 20,55$  mm a byl měřen jednou mikrometrem. Výsledek přehledně запиšte. (3,9 mm<sup>3</sup>)
12. Určujeme hustotu  $\rho$  z hmotnosti a rozměrů tělesa, kde  $m = (62,10 \pm 0,05)$  g, těleso je ve tvaru válce o průměru  $a = 15$  mm a výšce  $h = 50$  mm. Všechna měření byla prováděna jednou, rozměry byly měřeny posuvným měřítkem. Výsledek, hustotu s její nejistotou, přehledně запиšte. (0,055 g.cm<sup>-3</sup>)
13. Vzorek ve tvaru krychle o straně  $a = 50,0$  mm má hmotnost 375,10 g. Hodnota  $a$  byla zjištěna posuvným měřítkem jedním měřením. Vzorek byl zvážen na vahách, kde nejmenší dílek odpovídá 0,05 g. Stanovte hustotu  $\rho$  materiálu vzorku, její nejistotu a výsledek přehledně запиšte. (0,011 g.cm<sup>-3</sup>)
14. Voltmetrem byla naměřena hodnota  $U = (15,10 \pm 0,05)$  V, ampérmetrem byla naměřena hodnota  $I = (105,00 \pm 0,11)$  mA. Z uvedených hodnot vypočtete hodnotu odporu  $R$ , absolutní a relativní nejistotu odporu. Výsledek (hodnotu odporu s jeho nejistotou) přehledně запиšte. (0,50  $\Omega$ )
15. Elektrický odpor rezistoru je 42  $\Omega$  a byl měřen s relativní nejistotou 0,5 %. Rezistor je ve tvaru drátu, jehož délka je  $l = (19,00 \pm 0,05)$  m a průměr  $d = (0,45 \pm 0,01)$  mm. Stanovte rezistivitu  $\rho$  materiálu a její nejistotu. Výsledek přehledně запиšte. (0,16.10<sup>-7</sup>  $\Omega$ .m)
16. S jakou absolutní a relativní nejistotou měří ampérmetr hodnotu proudu  $I = 106,0$  mA na rozsahu (0 - 120) mA, má-li třídu přesnosti  $T_p = 0,2$  (tj. 0,2 % procenta zvoleného rozsahu).

Řešení:

$$u_I = u_{IB} = \frac{0,2}{100} \cdot 120 = 0,139 \text{ mA}$$

$$u_{rIB} = \frac{u_{IB}}{I} = \frac{0,139}{106} = 0,0013 = 0,13\%$$

17. Posuďte, jestli je možné voltmetrem třídy přesnosti  $T_p = 0,5$  měřit napětí  $U$  na rozsahu 0-3 V s nejistotou menší než 0,01 V. (ano - 0,087 V)

18. Při určování elektrického odporu z Ohmova zákona byla na ampérmetru odečtena hodnota proudu  $I = 100$  mA na rozsahu 0 - 150 mA, třída přesnosti ampérmetru je  $T_p = 0,5$ . Voltmetrem byla změřena hodnota napětí  $U = 2$  V na rozsahu 0 - 3 V, třída přesnosti voltmetru je  $T_p = 0,2$ . Stanovte hodnotu elektrického odporu  $R$  a jeho nejistotu. Výsledek přehledně zapište. (0,094  $\Omega$ )

19. Digitálním voltmetrem byly na rozsahu 0 - 2 V naměřena hodnota 1,8712 V. Voltmetr měří s chybou údaje 0,05 % naměřené hodnoty + 2 jedničky posledního místa zvoleného rozsahu. Určete absolutní a relativní nejistotu měřeného napětí.

Řešení:

$$u_{VB} = \frac{0,05}{100} \cdot 1,8712 + 0,0002 = 0,00066 \text{ V},$$

$$u_{rVB} = \frac{u_{rVB}}{U} = \frac{0,0007}{1,8712} = 0,00035 = 0,035 \%$$

20. Digitálním ampérmetrem byly na rozsahu 0 - 100 mA naměřena hodnota 70,00 mA. Ampérmetr měří s chybou údaje 0,3 % naměřené hodnoty + 3 jedničky posledního místa zvoleného rozsahu. Určete absolutní a relativní nejistotu měřeného proudu. (0,014 A; 0,2 %)

21. Stanovte hodnotu elektrického odporu rezistoru, jestliže byla naměřena hodnota proudu tekoucího rezistorem  $I = 85,5$  mA a hodnota napětí na rezistoru  $U = 20$  V. Proud byl měřen na rozsahu 0 – 100 mA ampérmetru, který má maximálně přípustnou chybu danou jako 0,3% z naměřené hodnoty proudu a 3 jedniček posledního místa zvoleného rozsahu. Napětí bylo měřeno na voltmetru, rozsah 0 - 30 V, s třídou přesnosti  $T_p = 0,5$ . Vypočtete nejistotu elektrického odporu. Výsledek, odpor  $R$  s nejistotou, přehledně zapište. (1,4  $\Omega$ )