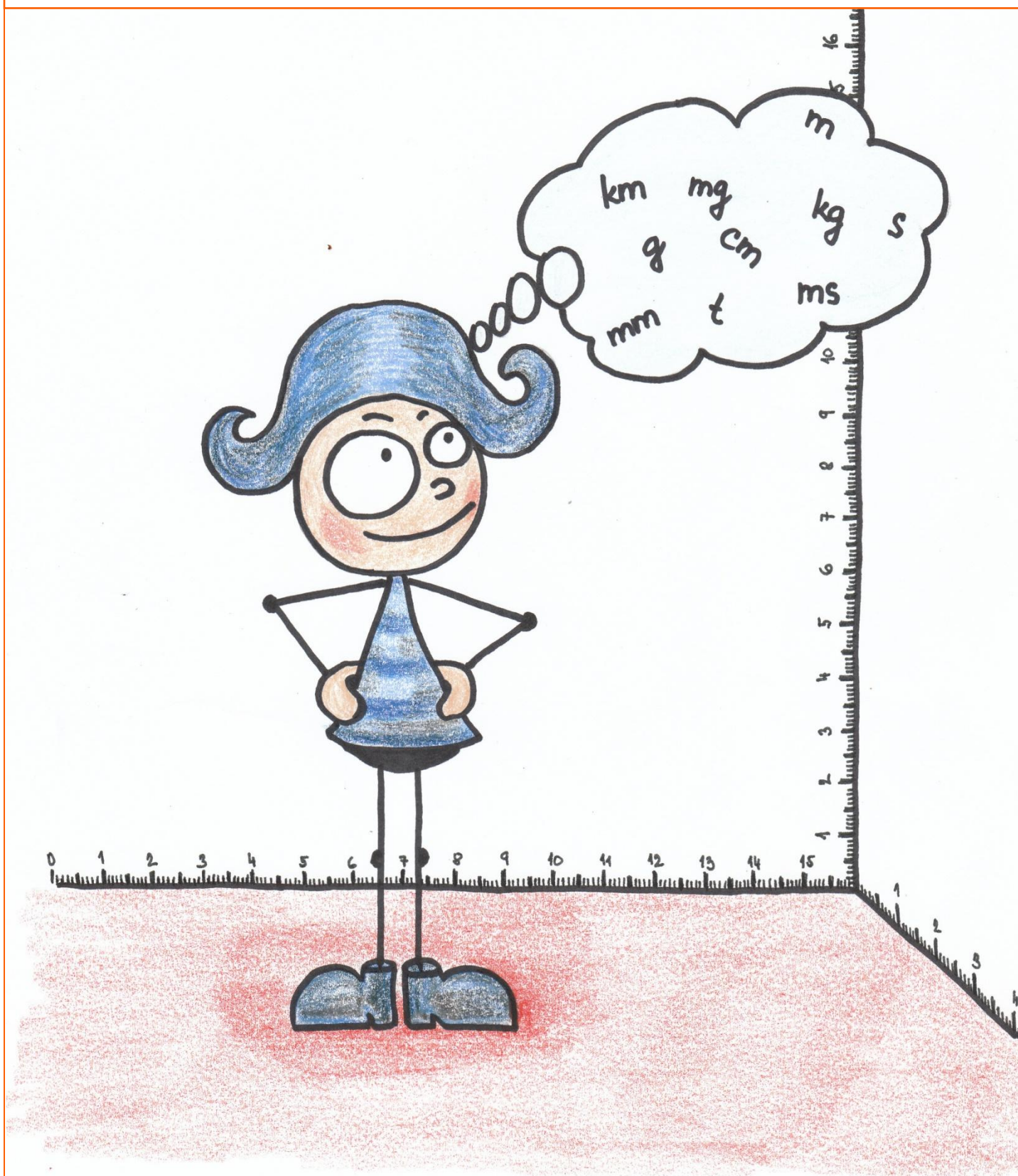
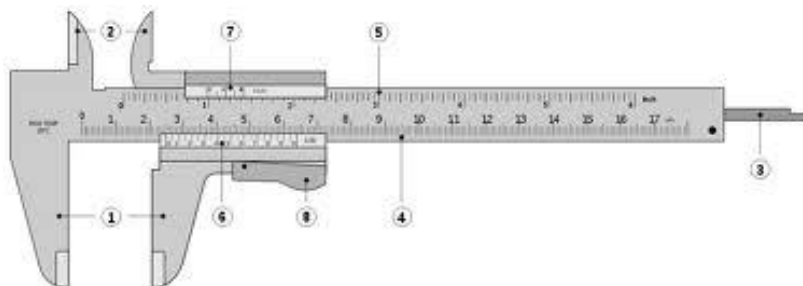


Laboratorní práce č. 1: Měření délky



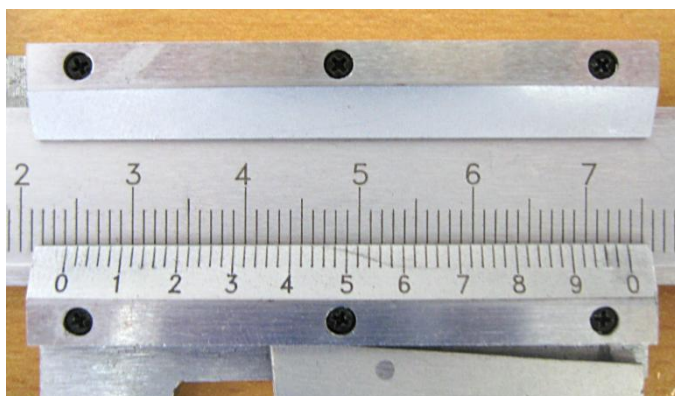
Laboratorní práce č. 1: Měření délky Měření posuvným měřidlem

Popis posuvného měřidla



Základní částí měřidla jsou dvě ramena (1), kolmá ke stupnici (4), mezi která vkládáme měřené těleso. Na posuvném ramenu je umístěna druhá stupnice, tzv. nonius (6). Nonius je na našem posuvném měřítku rozdělen na padesát dílků. To znamená, že nejmenší dílek stupnice je $\frac{1}{50}$ mm, tj. 0,02 mm. Nulová ryska nonia určuje celý počet milimetrů, zlomky milimetrů určujeme podle čísla rysky, která splývá s některou ryskou hlavní stupnice. Posuvným měřidlem můžeme měřit nejen vnější rozměry těles, ale také rozměry vnitřní: pomocí hrotů (2) měříme šířku dutin a pomocí tyčinky (3) měříme hloubku dutin. Horní stupnice (5) a nonius (7) slouží k měření délek v palcích.

Odečítání na stupnici posuvného měřidla



Před nulou nonia je na hlavní stupnici ryska označující 24 mm. Ryska nonia označená trojkou splývá s ryskou hlavní stupnice. Naměřená délka je tedy 24,30 mm.

Laboratorní práce č. 1: Měření délky Měření mikrometrickým měřidlem

Popis mikrometrického měřidla

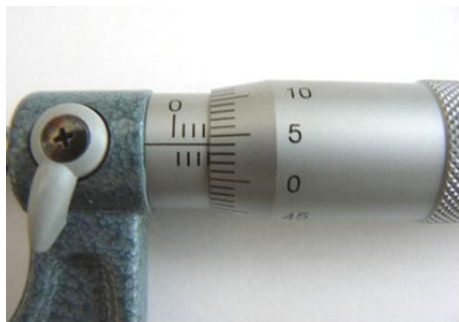


Mikrometrickým měřidlem můžeme měřit poměrně přesně tělesa malých rozměrů. V laboratorní práci použijeme mikrometr s rozsahem do 25 mm. Základní částí měřidla je mikrometrický šroub se stoupáním 0,5 mm. To znamená, že při jedné

otočce šroubu se čelisti rozestoupí o 0,5 mm. Na pevné čelisti měřidla je stupnice, na které odečítáme počet celých otoček šroubu. Nad ryskou jsou vyznačeny celé milimetry, pod ryskou poloviny milimetru. Se šroubem je pevně spojen bubínek se stupnicí rozdělenou na 50 dílků. To znamená, že jeden dílek na vodorovné stupnici (0,5mm) je rozdělen na padesátiny. Nejmenší dílek stupnice je tedy 0,01 mm.

Pro zajištění stejnoměrného přitlačení čelistí na měřené těleso je bubínek spojen se šroubem opatřeným momentovou spojkou („řehtačkou“), která se začne protáčet v okamžiku, kdy dosáhneme daný krouťivý moment. Je nutné v každém případě dotahovat mikrometr tímto šroubem.

Odečítání na stupnici mikrometrického měřidla



Hrana bubínku je za ryskou označující 3 mm, na stupnici bubínku s vodorovnou ryskou splývá čtvrtý dílek. Naměřená hodnota je 3,04 mm

Laboratorní práce č. 1: Měření délky

Chyby měření

Při každém měření fyzikálních veličin se dopouštíme chyb, příčinou jsou nepřesnost přístrojů, ovlivnění měření fyzikálními podmínkami (změny teploty, tlaku, vlhkosti vzduchu ...), nedokonalost našich smyslů.

Chybou měření rozumíme rozdíl mezi skutečnou hodnotou veličiny a hodnotou naměřenou. Skutečnou hodnotu ovšem neznáme.

Podle charakteru chyby dělíme na soustavné, náhodné a hrubé.

Soustavné (systematické) chyby se pravidelně vyskytují při daném způsobu měření. Jejich příčinou je použitá metoda (ne zcela vhodná), kvalita měřících přístrojů a kvalitou měření (osobní chyba). Soustavnou chybu nelze odstranit výpočtem. V rámci laboratorních měření by měly být použity vhodné metody i dostatečně kvalitní měřicí přístroje, aby k soustavným chybám nedošlo.

Náhodné chyby jsou dány nepravidelnými změnami podmínek vnějších (teplota, tlak, vlhkost vzduchu, elektromagnetické rušení, vibrace a otřesy) i vnitřních (kolísání měřené veličiny). Tyto vlivy jsou malé, ale četné a výsledek měření snižují a zvyšují s přibližně stejnou pravděpodobností. Náhodně vzniklé chyby korigujeme zpracováním výsledků opakovaného měření.

Hrubé chyby jsou údaje, které se od ostatních naměřených hodnot výrazně liší. Chyba zřejmě vznikla nepozorností pozorovatele nebo nějakým netypickým ovlivněním měření. Tyto hodnoty ze souboru naměřených hodnot vyřadíme.

Laboratorní práce č. 1: Měření délky

Zpracování výsledků měření

Fyzikální veličinu opakovaně n krát změříme, naměřené hodnoty označíme $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$.

Nejpravděpodobnější hodnota veličiny je **aritmetický průměr** \bar{a} z naměřených hodnot:

$$\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} \quad \left(\sum_{i=1}^n a_i \right)$$

Pro každou naměřenou hodnotu určíme její odchylku od aritmetického průměru Δa_i .

$$\Delta a_1 = \bar{a} - a_1, \Delta a_2 = \bar{a} - a_2, \dots, \Delta a_n = \bar{a} - a_n.$$

Hodnoty odchylek jsou kladné i záporné, součet všech odchylek je roven nule. To znamená, že součet všech kladných odchylek je stejně velký jako součet všech záporných odchylek.

Průměrná odchylka Δa je aritmetickým průměrem absolutních hodnot všech odchylek.

$$\Delta a = \frac{|\Delta a_1| + |\Delta a_2| + \dots + |\Delta a_n|}{n} \quad \left(\sum_{i=1}^n |\Delta a_i| \right)$$

Průměrnou odchylku zaokrouhlíme na jednu platnou číslici, průměrnou hodnotu veličiny zaokrouhlíme v řádu odchylky.

Výsledek měření zapíšeme ve tvaru $a = \bar{a} \pm \Delta a$

Pro posouzení přesnosti měření je významná relativní odchylka δa . Určíme ji jako podíl absolutní průměrné odchylky a aritmetického průměru veličiny:

$$\delta a = \frac{\Delta a}{\bar{a}} \cdot 100\%$$

Za přesné považujeme měření s relativní odchylkou menší než 1%.

Postup pro početní zpracování souboru naměřených hodnot:

1. Naměřené hodnoty a_1 zapíšeme do tabulky.
2. Vypočítáme aritmetický průměr \bar{a} naměřených hodnot. Aritmetický průměr uvádíme s přesností o jedno desetinné místo větší než naměřené hodnoty.
3. Určíme a zapíšeme odchylky jednotlivých měření od aritmetického průměru Δa_i .
4. Vypočítáme průměrnou odchylku Δa jako aritmetický průměr absolutních hodnot všech odchylek.
5. Průměrnou odchylku zaokrouhlíme na jednu platnou číslici.
6. Aritmetický průměr naměřených hodnot zaokrouhlíme na stejný počet desetinných míst jako má průměrná odchylka.
7. Určíme relativní odchylku měření a vyjádříme ji v procentech.
8. Výsledek měření zapíšeme ve tvaru: $a = \bar{a} \pm \Delta a$, $\delta a = \frac{\Delta a}{\bar{a}} \cdot 100\%$

Určení odchylky veličiny stanovené výpočtem z veličin naměřených

Je-li výsledná veličina součtem nebo rozdílem veličin naměřených, je její absolutní odchylkou součet absolutních odchylek naměřených veličin.

$$c = a + b \quad (\bar{c} = \bar{a} + \bar{b}) \quad \Delta c = \Delta a + \Delta b$$

$$c = a - b \quad (\bar{c} = \bar{a} - \bar{b}) \quad \Delta c = \Delta a + \Delta b$$

Je-li výsledná veličina součinem, podílem, mocninou nebo odmocninou veličin naměřených, potom určíme nejprve odchylku relativní z relativních odchylek naměřených veličin.

$$c = a \cdot b \quad (\bar{c} = \bar{a} \cdot \bar{b}) \quad \delta c = \delta a + \delta b$$

$$c = a : b \quad (\bar{c} = \bar{a} : \bar{b}) \quad \delta c = \delta a + \delta b$$

$$c = a^2 \quad (\bar{c} = \bar{a}^2) \quad \delta c = 2 \cdot \delta a$$

$$c = \sqrt{a} \quad (\bar{c} = \sqrt{\bar{a}}) \quad \delta c = \frac{\delta a}{2}$$

Pro absolutní odchylku výsledné veličiny platí:

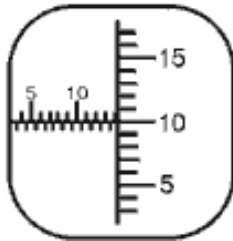
$$\Delta c = \delta c \cdot \bar{c}$$

Pro zápis a zaokrouhlování platí pravidla uvedená v předcházející kapitole.

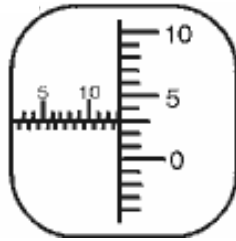
Test k laboratorní práci č. 1: Měření délky

Varianta A

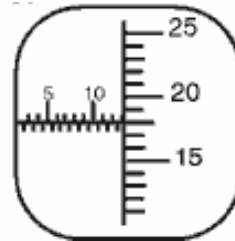
1. Na kterém z obrázků je mikrometrem naměřena délka 13,03 mm?



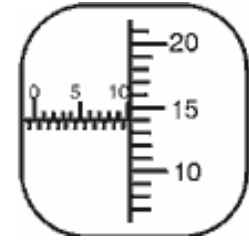
A) na prvním



B) na druhém

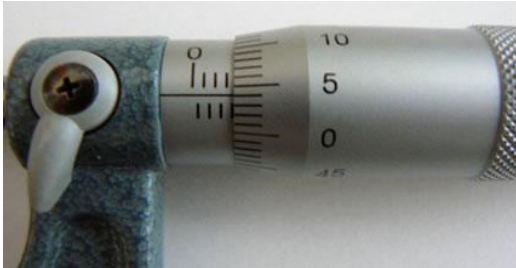


C) na třetím



D) na čtvrtém

2. S jakou přesností měří tento mikrometr?



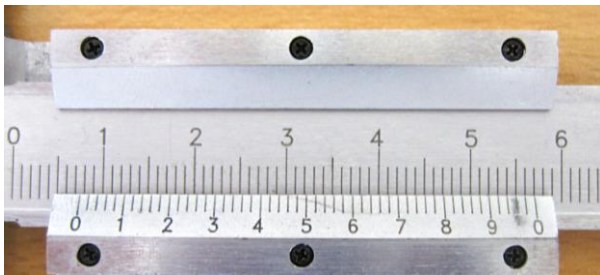
A) 0,05 mm

B) 0,01 mm

C) 0,005 mm

D) 0,001 mm

3. Jaká hodnota je naměřena na posuvném měřítku?



4. Urči relativní odchylku objemu válce:

$$V = (66,54 \pm 2,83) \text{ dm}^3$$

A) 23,5 %

B) 2,35 %

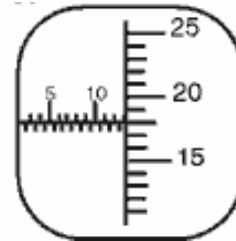
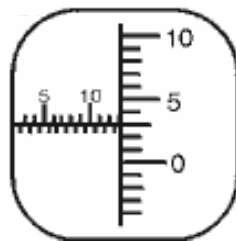
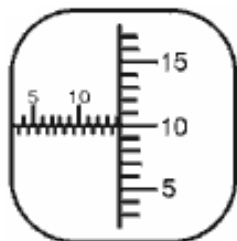
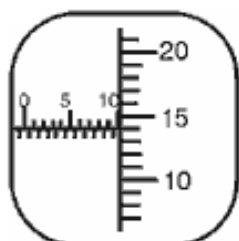
C) 4,25 %

D) 0,42 %

Test k laboratorní práci č. 1: Měření délky

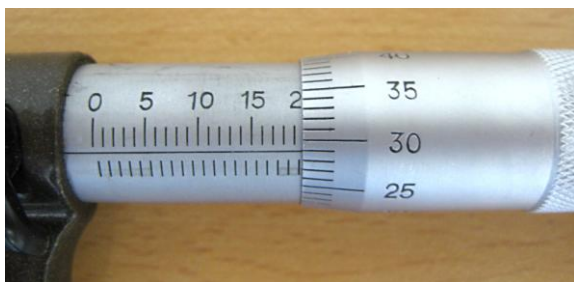
Varianta B

1. Na kterém z obrázků je mikrometrem naměřena délka 14,1 mm?



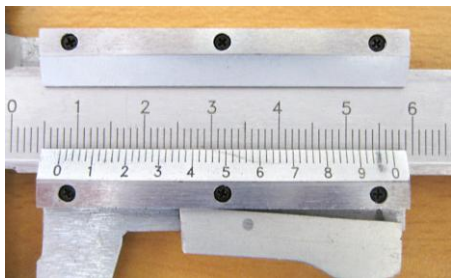
- A) na prvním B) na druhém C) na třetím D) na čtvrtém

2. Jaká hodnota je naměřena na mikrometrickém měřítku?



- A) 20,29 mm B) 20,59 mm C) 21,29 mm D) jiná hodnota

3. S jakou přesností měří toto posuvné měřidlo?



- A) 0,02 mm B) 0,05 mm C) 0,01 mm D) 0,005 mm

4. Urči relativní odchylku průměru válce:

$$d = (25,36 \pm 1,53) \text{ mm}$$

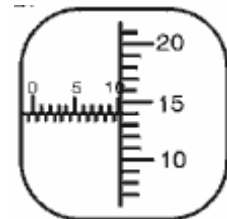
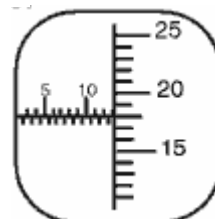
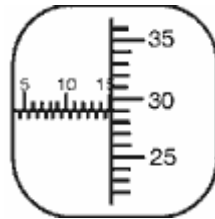
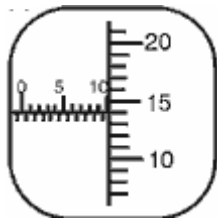
- A) 16 % B) 1,6 % C) 6 % D) 0,6 %

Test k laboratorní práci č. 1: Měření délky

Varianta C

1.

Na kterém z obrázků je mikrometrem naměřena délka 10,14 mm?



A) na prvním

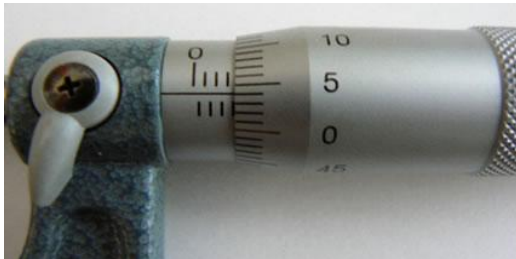
B) na druhém

C) na třetím

D) na čtvrtém

2.

S jakou přesností měří tento mikrometr?



A) 0,05 mm

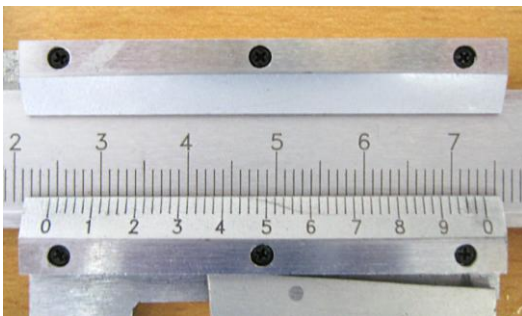
B) 0,01 mm

C) 0,005 mm

D) 0,001 mm

3.

Jaká hodnota je naměřena na posuvném měřítku?



4.

Urči relativní odchylku výšky válce:

$$v = (25,35 \pm 1,68) \text{ mm}$$

A) 0,6 %

B) 6,6 %

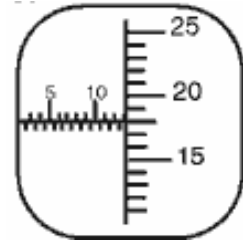
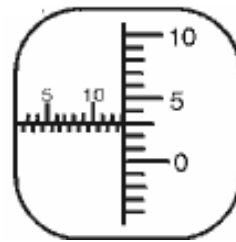
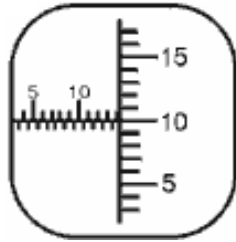
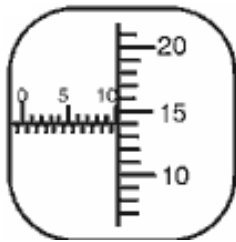
C) 15,1 %

D) 1,51 %

Test k laboratorní práci č. 1: Měření délky

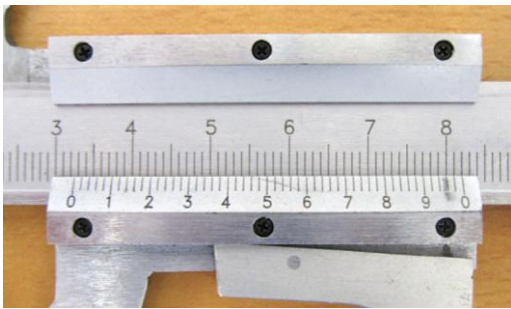
Varianta D

1. Na kterém z obrázků je mikrometrem naměřena délka 12,68 mm?



- A) na prvním B) na druhém C) na třetím D) na čtvrtém

2. Jaká hodnota je naměřena na posuvném měřítku?



3. S jakou přesností měří toto měřidlo?



- A) 0,02 mm B) 0,05 mm C) 0,01 mm D) 0,005 mm

4. Urči relativní šířku hranolu:

$$b = (12,42 \pm 0,74) \text{ mm}$$

- A) 16,78 % B) 1,7 % C) 6 % D) 0,6 %

Laboratorní práce č. 1: Měření délky

Provedení:

Úkol:

Změřte průměr válečku posuvným měřidlem a mikrometrickým měřidlem, určete aritmetický průměr a odchylku měření a porovnejte přesnost měření těmito měřidly.

Postup práce:

A) Měření posuvným měřidlem

1. Zkontrolujte nulovou polohu posuvného měřidla.
2. Na různých místech válečku změřte desetkrát jeho průměr, naměřené hodnoty запиšte do tabulky.
3. Vypočítejte aritmetický průměr.
4. Vypočítejte odchylky naměřených hodnot od hodnoty průměrné.
5. Vypočítejte průměrnou odchylku a zaokrouhlete ji na jednu platnou číslici.
Ke všem výpočtům můžete využít vzorce programu Excel.
6. Podle odchylky zaokrouhlete průměrnou hodnotu naměřené veličiny.
7. Vypočítejte relativní odchylku.
8. Zapište výsledek měření ve tvaru $d = (\bar{d} \pm \Delta\bar{d})mm$.

B) Měření mikrometrickým měřidlem

1. Při každém z deseti měření nejprve určíme nulovou polohu mikrometru d_0 a zapíšeme do tabulky, potom změříme průměr válečku d a zapíšeme do stejného řádku tabulky.
2. Body 3. až 7. opakujeme jak pro nulovou polohu mikrometru, tak pro průměr válečku.
3. Skutečný průměr válečku určíme jako rozdíl $\bar{d} - \bar{d}_0$.

4. Určíme absolutní odchylku průměru válečku.
5. Určíme relativní odchylku průměru válečku.
6. Porovnáme přesnost měření posuvným měřidlem a mikrometrickým měřidlem

Závěr: Shrňte vaše poznatky z této laboratorní práce.

Doplňující úloha:

Úkol:

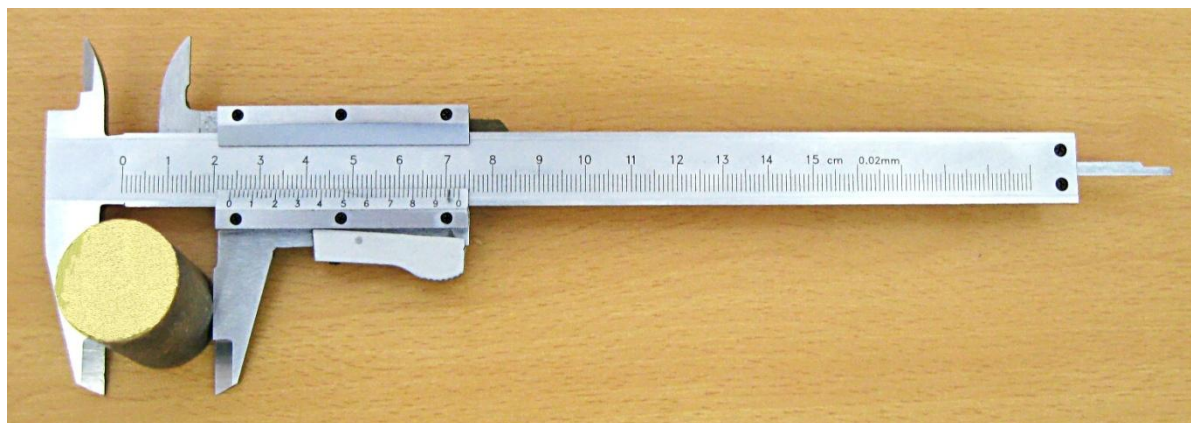
Změřte výšku válečku posuvným měřidlem a vypočítejte jeho objem.

Postup práce:

1. Zpracujte pro měření výšky válečku tabulku stejně jako při měření průměru.
2. Vypočítejte objem válce z jeho průměru naměřeného posuvným měřidlem v úvodu laboratorní práce a výšky.
3. Z relativních odchylek průměru a výšky určete relativní odchylku objemu.
4. Vypočítejte absolutní odchylku objemu, správně zaokrouhlete odchylku i objem a zapište výsledek měření.

Závěr: Shrňte vaše poznatky z této úlohy.

Posuvné měřidlo



Mikrometr



Protokol č. 1:

Pracoval:		Pracováno dne:	
Spolupracoval:		Vlhkost vzduchu:	
Třída:		Tlak vzduchu:	
Hodnocení:		Teplota vzduchu:	

Název úlohy: **Měření délky**

Pomůcky:

Vypracování:

Teoretická příprava:

K přesnějšímu měření kratších délek používáme kontaktní měřidla, u nichž měřené těleso vkládáme mezi čelisti měřidla. K nejrozšířenějším kontaktním měřidlům patří:

A) Měření posuvným měřidlem:

Zkontrolovali jsme nulovou polohu posuvného měřidla a desetkrát jsme na různých místech změřili průměr válce. Naměřené hodnoty jsme zapsali do tabulky, spočítali jsme aritmetický průměr, odchylky od průměrné hodnoty a průměrnou odchylku:

Číslo měření	d / mm	$\Delta d / mm$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
aritm. průměr		

Po zaokrouhlení jsme zapsali průměr válečku:

Vypočítali jsme relativní odchylku:

B) Měření mikrometrickým měřidlem:

Desetkrát jsme zjistili a zapsali nulovou polohu mikrometru a průměr válečku. Hodnoty jsme zapsali do tabulky a pro obě veličiny vypočítali aritmetický průměr, odchylky od průměrné hodnoty a průměrnou odchylku.

Číslo měření	d_0 / mm	$\Delta d_0 / mm$	d_1 / mm	$\Delta d_1 / mm$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
aritm. průměr				

Vypočítali jsme průměr válečku:

Určili jsme absolutní odchylku:

Po správném zaokrouhlení je hodnota průměru válečku:

Určili jsme relativní odchylku:

Porovnali jsme přesnost měření mikrometrickým měřidlem a posuvným měřidlem.

Závěr:

Doplňující úloha:

Posuvným měřidlem jsme desetkrát změřili výšku válce, výsledky měření jsme zapsali do tabulky a vypočítali jsme aritmetický průměr, odchylky od průměrné hodnoty a průměrnou odchylku.

Číslo měření	v / mm	$\Delta v / mm$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
aritm. průměr		

Po správném zaokrouhlení je hodnota výšky válečku:

Určili jsme relativní odchylku výšky válečku:

Vypočítali jsme objem válečku:

Vypočítali jsme relativní odchylku objemu:

Vypočítali jsme absolutní odchylku objemu:

Po zaokrouhlení je objem válečku:

Závěr doplňující úlohy: