

Meno a priezvisko:

Škola:

Školský rok/blok:

Skupina:

Trieda:

Dátum:

Bilingválne gymnázium C. S. Lewisa, Beňadická 38, Bratislava

2008-2009 / B

Laboratórne cvičenie č. 1

Meranie dĺžky telesa

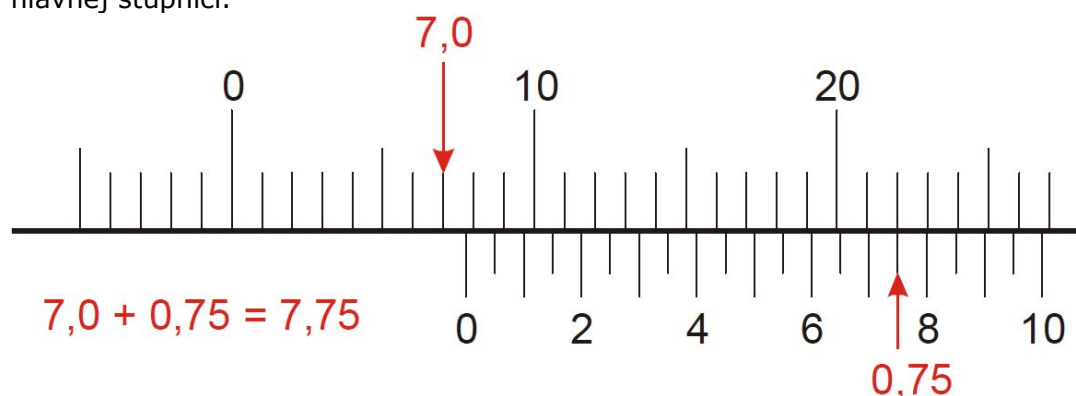
- Úloha: Odmerajte rozmery predložených telies milimetrovým meradlom, posuvným meradlom s nóniom a mikrometrovým meradlom.
- Pomôcky: Merané teleso (valček), milimetrové meradlo, posuvné meradlo s nóniom, mikrometrové meradlo.
- Postup:
1. Odmerajte výšku h_A a priemer d_A valčeka milimetrovým meradlom. Urobte 5 meraní ($m = 5$).
 2. Odmerajte výšku h_B a priemer d_B valčeka posuvným meradlom s nóniom. Urobte 5 meraní ($n = 5$).
 3. Odmerajte rozmery telesa mikrometrovým meradlom.
 4. Namerané hodnoty zapíšte do tabuľky.
 5. Z nameraných hodnôt vypočítajte aritmetické priemery jednotlivých rozmerov $\bar{h}_A$, $\bar{d}_A$, $\bar{h}_B$, $\bar{d}_B$, priemerné odchýlky $\Delta\bar{h}_A$, $\Delta\bar{d}_A$, $\Delta\bar{h}_B$, $\Delta\bar{d}_B$ a relatívne (pomerné) odchýlky δ_{h_A} , δ_{d_A} , δ_{h_B} , δ_{d_B} .
- Otázky:
1. Porovnajme presnosť merania jednotlivými meradlami porovnávaním relatívnych odchýlok merania. Vysvetlite ich význam.
 2. Vyhodnoťte meranie a laboratórne cvičenie a zapíšte záver.
- Teoretický úvod: Na meranie malých dĺžok sa používa milimetrové meradlo, posuvné meradlo s nóniom alebo mikrometrové meradlo.

Posuvné meradlo s nóniom sa skladá z pravítka s milimetrovou stupnicou a pevným ramenom. Na pravítku je navlečená posuvná objímka s ramenom. Na objímke je pomocná stupnica nazvaná nónius. Dĺžka 9 mm je na ňom rozdelená na 10 dielikov. Každý dielik nónia meria teda 0,9 mm. Pri meraní ukazuje nula nónia na pravítku celý počet milimetrov. Desatiny milimetrov sa rovnajú číslu rysky nónia, ktorá splýva s niektorou ryskou meradla. Takýmto meradlom možno zisťovať dĺžky s presnosťou na 0,1 mm. Pri dvadsatinnom nóniu možno merať s presnosťou na 0,05 mm. Posuvné meradlo s nóniom býva upravené tak, že ním môžeme merať vnútorné priemery a hĺbku dutín.

Mikrometrické meradlo má dve dotykové plochy, ktoré sa pri meraní dotýkajú predmetu, ktorého dĺžku zisťujeme. Jedna dotyková plocha je na

strmeni, druhá je spojená so skrutkou, ktorá má stúpanie 0,5 mm. Celé milimetre (horná stupnica) a polovice milimetrov (dolná stupnica) sú vyznačené na valcovitej matici skrutky. So skrutkou je spojený bubienok, ktorý je kuželovite skosený a na obvode je na ňom vyznačených 50 dielikov. Otočením o celý uhol sa dotyková ploška posunie o 0,5 mm. Otočením bubienka o jeden dielik sa teda ploška posunie o 0,01 mm. Aby sme pri meraní dosiahli vždy rovnaký tlak a nepoškodili skrutku meradla, otáčame pri doťahovaní spojku. Pri správnom utiahnutí začnú zuby spojky preskakovať.

Poznámka: Odčítanie hodnoty z dvadsatinového nónia – príklad
Nónius je rozdelený na 20 dielikov (10 veľkých, ktoré sú rozdelené na polovicu), to znamená, že je schopný rozlíšiť $\frac{1}{20}$ najmenšieho dieliku na hlavnej stupnici.



Najskôr odčítame dĺžku na celý dielik: Oproti nule nónia je najbližší nižší celý dielik, ktorý má hodnotu 7,0 mm. Ďalej vyhľadáme miesto, kde sa kryje jedna z rýsiel na hlavnej stupnici s jednou na nóniu. Zistíme, ktorá ryska na nóniu to je. V našom prípade sa kryje ryska nónia, ktorá má hodnotu 7,5, čo znamená, že k hodnote dĺžky indikovaného nulou na nóniu (7,0 mm) je nutné pripočítať $\frac{7,5}{10}$ najmenšieho dieliku hlavnej stupnice, teda 0,75 mm.

Tabuľka č. 1 – Meranie s milimetrovým meradlom

Číslo merania	h_A [mm] výška valčeka	Δh_A [mm] odchýlka od priemernej nameranej výšky valčeka	d_A priemer valčeka	Δd_A [mm] odchýlka od priemerného nameraného priemeru valčeka
	(nameraná hodnota meradlom)	$\Delta h_{Ai} = \bar{h}_A - h_{Ai}$	(nameraná hodnota meradlom)	$\Delta d_{Ai} = \bar{d}_A - d_{Ai}$
1				
2				
3				
4				
5				
Súčet	$\sum_{i=1}^m h_{Ai} =$	$\sum_{i=1}^m \Delta h_{Ai} =$	$\sum_{i=1}^m d_{Ai} =$	$\sum_{i=1}^m \Delta d_{Ai} =$
Priemerná nameraná hodnota	$\bar{h}_A = \frac{\sum_{i=1}^m h_{Ai}}{m} =$	$\Delta \bar{h}_A = \frac{\sum_{i=1}^m \Delta h_{Ai} }{m} =$	$\bar{d}_A = \frac{\sum_{i=1}^m d_{Ai}}{m} =$	$\Delta \bar{d}_A = \frac{\sum_{i=1}^m \Delta d_{Ai} }{m} =$

Výpočet relatívnej (pomernej) odchýlky pre výšku a priemer valčeka

$$\delta_{h_A} = \frac{\Delta \bar{h}_A}{\bar{h}_A} \cdot 100\% =$$

$$\delta_{d_A} = \frac{\Delta \bar{d}_A}{\bar{d}_A} \cdot 100\% =$$

Skutočná hodnota

$$h_A = \bar{h}_A \pm \Delta \bar{h}_A =$$

$$d_A = \bar{d}_A \pm \Delta \bar{d}_A =$$

Určenie hornej a dolnej hranice (intervalu) skutočnej výšky a priemeru

$$\bar{h}_A - \Delta \bar{h}_A \leq h_A \leq \bar{h}_A + \Delta \bar{h}_A$$

$$\bar{d}_A - \Delta \bar{d}_A \leq d_A \leq \bar{d}_A + \Delta \bar{d}_A$$

Tabuľka č. 2 – Meranie s posuvným meradlom s nóniom

Číslo merania	h_B [mm] výška valčeka	Δh_B [mm] odchýlka od priemernej nameranej výšky valčeka	d_B priemer valčeka	Δd_B [mm] odchýlka od priemerného nameraného priemeru valčeka
	(nameraná hodnota meradlom)	$\Delta h_{Bi} = \bar{h}_B - h_{Bi}$	(nameraná hodnota meradlom)	$\Delta d_{Bi} = \bar{d}_B - d_{Bi}$
1				
2				
3				
4				
5				
Súčet	$\sum_{i=1}^n h_{Bi} =$	$\sum_{i=1}^n \Delta h_{Bi} =$	$\sum_{i=1}^n d_{Bi} =$	$\sum_{i=1}^n \Delta d_{Bi} =$
Priemerná nameraná hodnota	$\bar{h}_B = \frac{\sum_{i=1}^n h_{Bi}}{n} =$	$\Delta \bar{h}_B = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta h_{Bi} }{n} =$	$\bar{d}_B = \frac{\sum_{i=1}^n d_{Bi}}{n} =$	$\Delta \bar{d}_B = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta d_{Bi} }{n} =$

Výpočet relatívnej (pomernej) odchýlky pre výšku a priemer valčeka

$$\delta_{h_B} = \frac{\Delta \bar{h}_B}{\bar{h}_B} \cdot 100\% =$$

$$\delta_{d_B} = \frac{\Delta \bar{d}_B}{\bar{d}_B} \cdot 100\% =$$

Skutočná hodnota

$$h_B = \bar{h}_B \pm \Delta \bar{h}_B =$$

$$d_B = \bar{d}_B \pm \Delta \bar{d}_B =$$

Určenie hornej a dolnej hranice (intervalu) skutočnej výšky a priemeru

$$\bar{h}_B - \Delta \bar{h}_B \leq h_B \leq \bar{h}_B + \Delta \bar{h}_B$$

$$\bar{d}_B - \Delta \bar{d}_B \leq d_B \leq \bar{d}_B + \Delta \bar{d}_B$$

Záver (vyhodnotenie merania)

Na tomto cvičení sme merali milimetrovým meradlom a posuvným meradlom s nóniom. Určovali sme aritmetické priemery dĺžky a výšky telesa. Počítali sme odchýlky meraní a priemerné relatívne odchýlky meraní v percentách. Zistili sme, že presnejšie meradlo je posuvné meradlo s nóniom, pretože má menšiu priemernú relatívnu odchýlku (priemerná relatívna odchýlka slúži na porovnanie presnosti merania).

Výška valčeka

Priemerná nameraná hodnota (aritmetický priemer) výšky valčeka (počet meraní $m = 5$)

$$\bar{h}_A = \frac{\sum_{i=1}^m h_{Ai}}{m} \text{ [mm]} \text{ (súčet nameraných hodnôt / počet meraní)} \quad (1)$$

Odchýlka merania od priemernej nameranej hodnoty

$$\Delta h_{Ai} = \bar{h}_A - h_{Ai} \text{ [mm]} \text{ (rozdiel priemernej nameranej hodnoty a nameranej hodnoty)} \quad (2)$$

Priemerná odchýlka merania

$$\Delta \bar{h}_A = \frac{\sum_{i=1}^m |\Delta h_{Ai}|}{m} \text{ [mm]} \text{ (súčet odchýlok meraní / počet meraní)} \quad (3)$$

Relatívna (pomerná) odchýlka

$$\delta_{h_A} = \frac{\Delta \bar{h}_A}{\bar{h}_A} \cdot 100\% \text{ [%]} \text{ (priemerná odchýlka merania / priemerná nameraná hodnota)} \quad (4)$$

Priemer valčeka

Priemerná nameraná hodnota (aritmetický priemer) priemeru valčeka (počet meraní $m = 5$)

$$\bar{d}_A = \frac{\sum_{i=1}^m d_{Ai}}{m} \text{ [mm]} \text{ (súčet nameraných hodnôt / počet meraní)} \quad (5)$$

Odchýlka merania od priemernej nameranej hodnoty

$$\Delta d_{Ai} = \bar{d}_A - d_{Ai} \text{ [mm]} \text{ (rozdiel priemernej nameranej hodnoty a nameranej hodnoty)} \quad (6)$$

Priemerná odchýlka merania

$$\Delta \bar{d}_A = \frac{\sum_{i=1}^m |\Delta d_{Ai}|}{m} \text{ [mm]} \text{ (súčet odchýlok meraní / počet meraní)} \quad (7)$$

Relatívna (pomerná) odchýlka

$$\delta_{d_A} = \frac{\Delta \bar{d}_A}{\bar{d}_A} \cdot 100\% \text{ [%]} \text{ (priemerná odchýlka merania / priemerná nameraná hodnota)} \quad (8)$$

Meranie s posuvným meradlom s nóniom

Výška valčeka

Priemerná nameraná hodnota (aritmetický priemer) výšky valčeka (počet meraní $n = 5$)

$$\bar{h}_B = \frac{\sum_{i=1}^n h_{Bi}}{n} \text{ [mm]} \text{ (súčet nameraných hodnôt / počet meraní)} \quad (9)$$

Odchýlka merania od priemernej nameranej hodnoty

$$\Delta h_{Bi} = \bar{h}_B - h_{Bi} \text{ [mm]} \text{ (rozdiel priemernej nameranej hodnoty a nameranej hodnoty)} \quad (10)$$

Priemerná odchýlka merania

$$\Delta \bar{h}_B = \frac{\sum_{i=1}^n |\Delta h_{Bi}|}{n} \text{ [mm]} \text{ (súčet odchýlok meraní / počet meraní)} \quad (11)$$

Relatívna (pomerná) odchýlka

$$\delta_{h_B} = \frac{\Delta \bar{h}_B}{\bar{h}_B} \cdot 100\% \text{ [%]} \text{ (priemerná odchýlka merania / priemerná nameraná hodnota)} \quad (12)$$

Priemer valčeka

Priemerná nameraná hodnota (aritmetický priemer) priemeru valčeka (počet meraní $n = 5$)

$$\bar{d}_B = \frac{\sum_{i=1}^n d_{Bi}}{n} \text{ [mm]} \text{ (súčet nameraných hodnôt / počet meraní)} \quad (13)$$

Odchýlka merania od priemernej nameranej hodnoty

$$\Delta d_{Bi} = \bar{d}_B - d_{Bi} \text{ [mm]} \text{ (rozdiel priemernej nameranej hodnoty a nameranej hodnoty)} \quad (14)$$

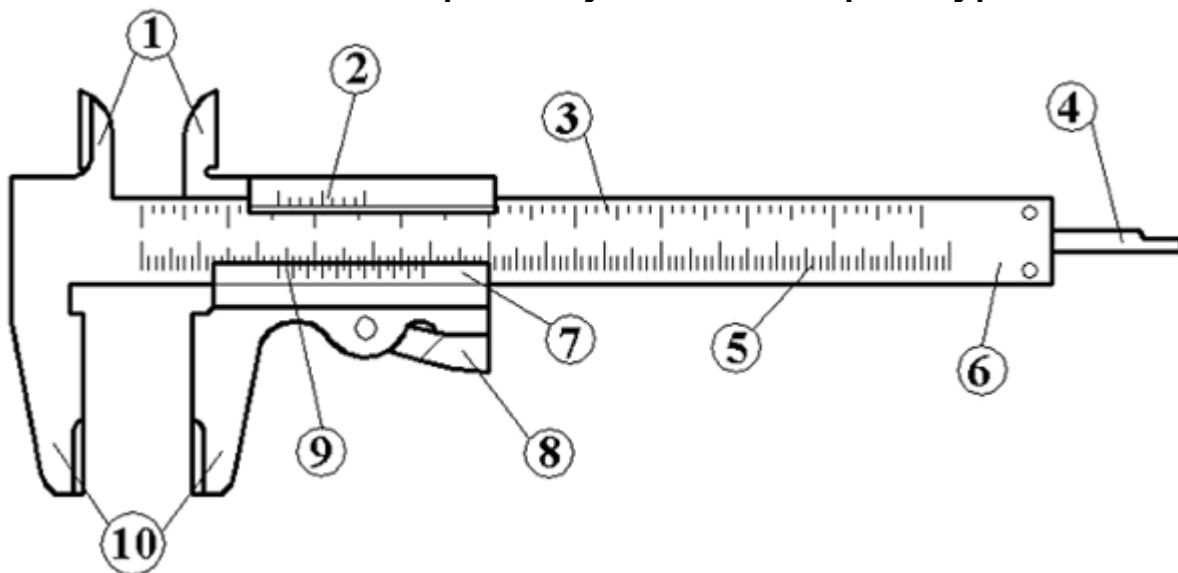
Priemerná odchýlka merania

$$\Delta \bar{d}_B = \frac{\sum_{i=1}^n |\Delta d_{Bi}|}{n} \text{ [mm]} \text{ (súčet odchýlok meraní / počet meraní)} \quad (15)$$

Relatívna (pomerná) odchýlka

$$\delta_{d_B} = \frac{\Delta \bar{d}_B}{\bar{d}_B} \cdot 100\% \text{ [%]} \text{ (priemerná odchýlka merania / priemerná nameraná hodnota)} \quad (16)$$

Posuvné meradlo s nóniom – podrobnejšie informácie o použitej pomôcke



Posuvné meradlo

1 - pomocné rameno na vnútorné meranie (krížové), 2 - vedľajšia nónická stupnica (palcová), 3 - vedľajšia nónická stupnica (palcová), 4 - hĺbkomer, 5 - hlavná stupnica metrická, 6 - hlavné meradlo, 7 - pomocné meradlo, 8 - nastavovacie zariadenie pomocného meradla, 9 - hlavná nónická stupnica (metrická), 10 - hlavné ramená na vonkajšie meranie

Použitie

Posuvné meradlo sa používa zväčša na lineárne meranie, na určenie vonkajšieho a vnútorného priemeru. Výsuvnou tyčou môžeme merať hĺbky.

Delenie nónia a presnosť merania

Nónius je pomocná stupnica, ktorá umožňuje presne odčítať zlomky dielcov na hlavnej stupnici

lineára. Od stupnice nónia závisí aj presnosť merania. Podľa nóniovej diferencie používame posuvné meradlá s nasledovným delením nónia:

1. desatinový nónius - s nóniovou diferenciou 0,10 mm
2. dvadsatinový nónius - s nóniovou diferenciou 0,05 mm
3. päťdesiatinový nónius - s nóniovou diferenciou 0,02 mm
4. nónius s palcovou stupnicou - s nóniovou diferenciou 0,2 mm

Desatinový nónius je deväť milimetrov dlhý, ale je však rozdelený na desať rovnakých dielikov. Každý dielik nónia je teda kratší o 0,1 mm ako dielik lineára.

- súčet dĺžok dielikov nónia je $0,9 \times 10 = 9 \text{ mm}$

- súčet odchýlok dielikov nónia je $0,1 \times 10 = 1 \text{ mm}$

Preto presnosť merania desatinného nónia je $1 : 10 = 0,1 \text{ mm}$.

Dvadsatinový nónius má dvadsať rovnakých dielikov s celkovou dĺžkou devätnásť milimetrov základného lineára.

- jeden dielik nónia je dlhý $19 : 20 = 0,95 \text{ mm}$

- každý dielik nónia je o $1 : 20 = 0,05 \text{ mm}$ kratší ako 1 mm na stupnici lineára

Presnosť merania dvadsatinového nónia je 0,05 mm.

Kontrola posuvných meradiel

Presnosť konštrukcie môžeme kontrolovať koncovou mierkou, ktorú vložíme medzi merné plochy čelustí. Podľa citu dotiahneme objímku, pričom koncová mierka sa musí po celej dĺžke merných plôch rovnomerne posúvať. Čiarka lineára a nónia ukazuje rozmer koncovkej mierky.

Chyby pri meraní

Chyby pri meraní posuvným meradlom môžu vzniknúť nepresnou výrobou a úpravou meradla, nedokonalým dotykom meracích a meraných plôch, nesprávnou polohou meradla pri zisťovaní rozmerov. Aj následkom zrakovej chyby môžeme odčítať údaje nepresne. Paralaxnú chybu zapríčiní hrúbka skosenej hrany nónia a vôľa medzi lineárom a objímkou.

Udržovanie posuvných meradiel

Posuvné meradlo je vyrobené z akostnej ocele, avšak pádom a nárazom meradla na tvrdý predmet sa môže lineár deformovať a stratí presnosť. Deformované posuvné meradlo s prehnutým lineárom má meracie plochy čelustí šikmé a mimobežné. Takýto lineár sa ani po narovnaní nedá spresniť a meradlo neukazuje správne hodnoty.

Hrany ostrých čelustí, meracie plochy a hroty sa musia obzvlášť chrániť. Nesmú sa použiť na meranie rozmerov rotujúcich predmetov.

Po skončení merania sa posuvné meradlo oddelí od ostatných nástrojov a po očistení sa meradlo uloží do ochranného púzdra. Meradlo sa nesmie čistiť šmirglom ani pilníkom!