

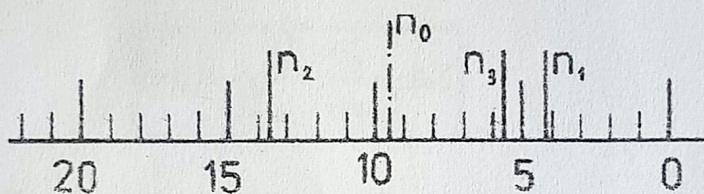
## Měření hmotnosti metodou tří kyvů

Vzhledem k tomu, že praktikantské váhy jsou netlumené, kývá vahadlo po odaretování velmi dlouho kolem rovnovážné polohy. Pro zrychlení vážení proto určujeme rovnovážnou polohu pomocí bodů obratu jazýčku na stupnici vah.

Stupnice vah má zpravidla 15 až 20 dílků, za nulový bod lze volit kterýkoliv dílek stupnice. Zvolíme-li za nulový bod některý z vnitřních dílků stupnice, je nutno odečítané polohy jazýčku ležící vlevo nebo vpravo od nulového bodu odlišit pro potřebu výpočtu znaménkem.

Prvním krokem při vážení je určení nulové polohy nezatížených vah. Po odaretování začne vahadlo konat tlumený kmitavý pohyb. Jeho po sobě jdoucí zmenšující se maximální výchylky odečítáme na stupnici jako body obratu jazýčku  $n_1, n_2, n_3, \dots$ . Jsou-li  $n_1, n_2, n_3$  tři po sobě jdoucí body obratu jazýčku nezatížených vah (obr.1), určíme nulovou polohu  $n'_0$  nezatížených vah před vážením podle vztahu

$$n'_0 = \frac{1}{2} \left( \frac{n_1 + n_3}{2} + n_2 \right). \quad (1)$$



Obrázek 1: Příklad tří po sobě jdoucích bodů obratu jazýčku vahadla,  $n'_0 = 9,48$ .

Po určení nulové polohy nezatížených vah položíme vážené těleso na levou misku zaaretovaných vah a vyvážíme jej závažím o hmotnosti  $Z_1$ , která je menší než měřená hmotnost. Stav rovnováhy nastane, jestliže vahadlo při svém pohybu nedosedá na některou z aretačních zárážek a pohyb jazýčku se děje v rozsahu stupnice. Podmínka  $Z_1 < m$  je splněna, jestliže odhalovaná nulová poloha je na stupnici blíže misce se závažím. Za této situace opět odečteme a zapíšeme libovolné tři po sobě jdoucí obraty jazýčku a z nich podle vztahu (1) vypočteme nulovou polohu  $n_{10}$  při vyvážení hmotnosti  $m$  závažím  $Z_1$ , jehož velikost zapíšeme.

Vzhledem k tomu, že obvykle předem neznáme citlivost používaných vah, postupujeme dále tak, že na pravou misku (k závaží  $Z_1$ ) přidáme malý přivažek  $\Delta Z$  (1 – 20 cg podle váživosti daných vah) a opět zapíšeme tři po sobě jdoucí body obratu jazýčku pro výpočet nulové polohy vah  $n_{20}$  při vyvážení hmotnosti  $m$  závažím  $Z_1 + \Delta Z$ .

Posledním úkonem je opětovné určení nulové polohy nezatížených vah  $n''_0$  po vážení – opět podle (1) ze tří po sobě jdoucích bodů obratu jazýčku.

K určení hmotnosti  $m$  máme tedy po výše popsaném postupu k dispozici následující údaje:

- čtyři trojice čísel, udávajících po sobě následující body obratu jazýčku ( $n_1, n_2, n_3$ ) k výpočtu nulových poloh  $n'_0, n_{10}, n_{20}$  a  $n''_0$  podle vztahu (1);
- hmotnost závaží  $Z_1$  a přivažku  $\Delta Z$ .



Neznámou hmotnost  $m$  určíme výpočtem podle interpolačního vztahu

$$m' = Z_1 + \frac{n_0' + n_0'' - 2n_{10}}{2(n_{20} - n_{10})} \Delta Z \quad (2)$$

Pro větší přehlednost zapisujeme při každém vážení potřebné údaje do tabulky (Tabulka 1).

Tabulka 1: Zpracování dat při měření hmotnosti metodou tří kyvů.

	$n_1$	$n_2$	$n_3$	
				$n_0' =$
$Z_1 =$				$n_{10} =$
$\Delta Z =$				$n_{20} =$
				$n_0'' =$

Metoda tří kyvů umožňuje jednoduše určit střední chybu vážení. Ta je dána vztahem

$$\overline{\Delta m} = \frac{n_0'' - n_0'}{3(n_{20} - n_{10})} \Delta Z \quad (3)$$

Závěrem zopakujeme pravidla vážení na praktikantských vahách:

1. Váhy musí být umístěny na podložce odolné vůči otřesům (váhový stolek) v dostatečné vzdálenosti od topných těles.
2. Jakoukoliv manipulaci s miskami a vahadlem provádíme jen při aretovaných vahách.
3. Před vážením zkontrolujeme správné uložení vahadla a závěsů misek. Pomocí olovnice zkontrolujeme svislou polohu nosného sloupku. Je-li to nutné, opravíme polohu stavěcími šrouby.
4. Aretování i odaretování vah provádíme pomalu, nejlépe v okamžiku, kdy je jazýček uprostřed stupnice.
5. Na misky nedáváme předměty, jejichž teplota je výrazně odlišná od teploty okolí vah a předměty vlhké. Malá tělíska a práškové látky vážíme na váženkách nebo na hodinovém skle.
6. Při odečítání bodů obratu jazýčku se díváme na stupnici kolmo.
7. Při vážení nesmíme překročit maximální dovolené zatížení. Závaží přemisťujeme pínzetau.