



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost**

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1

Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Název: Kontrola a měření strojních zařízení

Téma: **Zkoušky technických kapalin – měření hustoty**

Autor: Ing. Smolek Jan

Číslo: VY_32_INOVACE_24-01

Anotace: Prezentace slouží jako podpora k výkladu o podstatě a způsobech zjišťování hustoty kapalin v technické praxi. DUM je určen především pro čtvrté ročníky všech oborů středních průmyslových škol strojnických.

Materiál byl vytvořen v září 2012

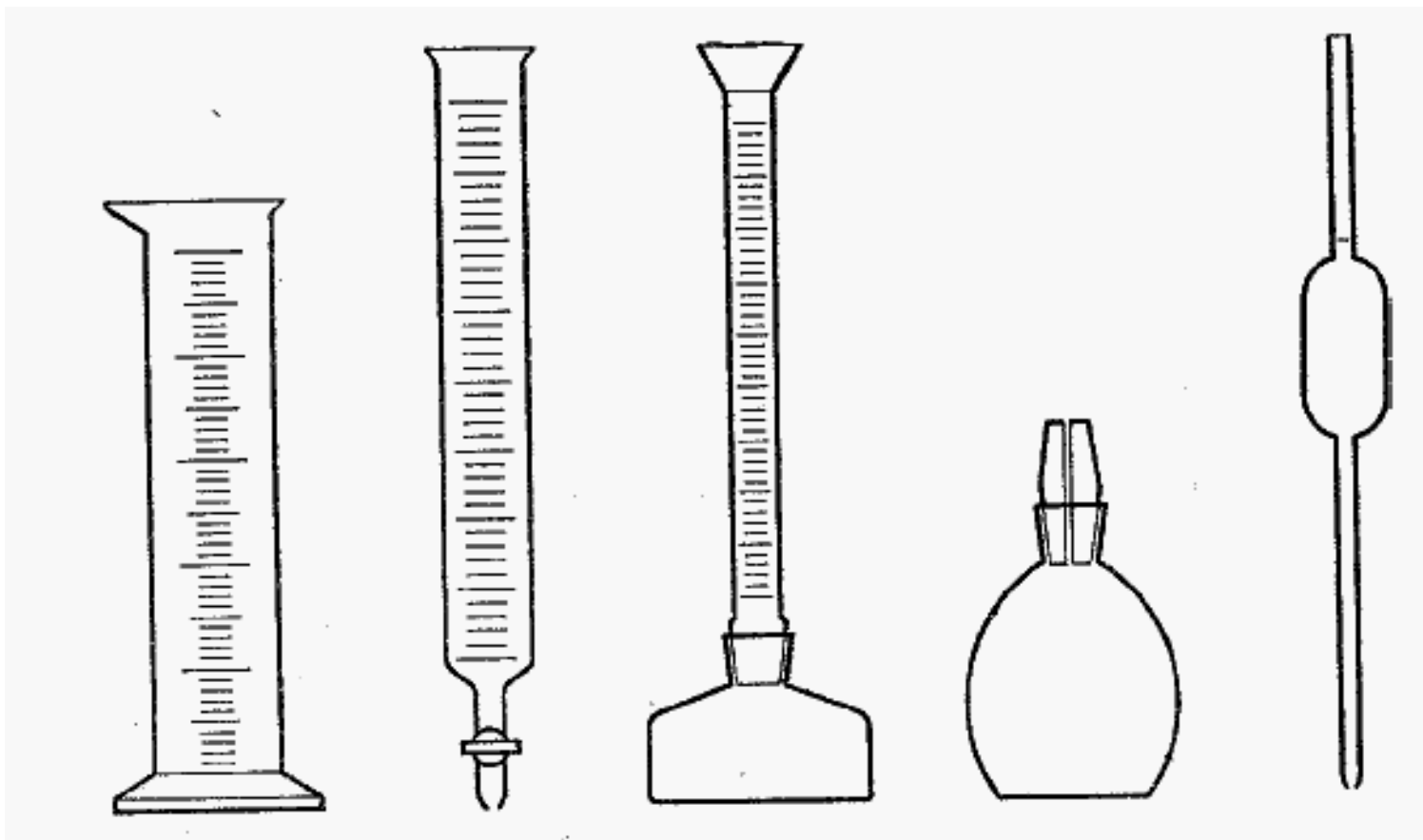
Hustota, měrná hmotnost:

$$\rho = m/V \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

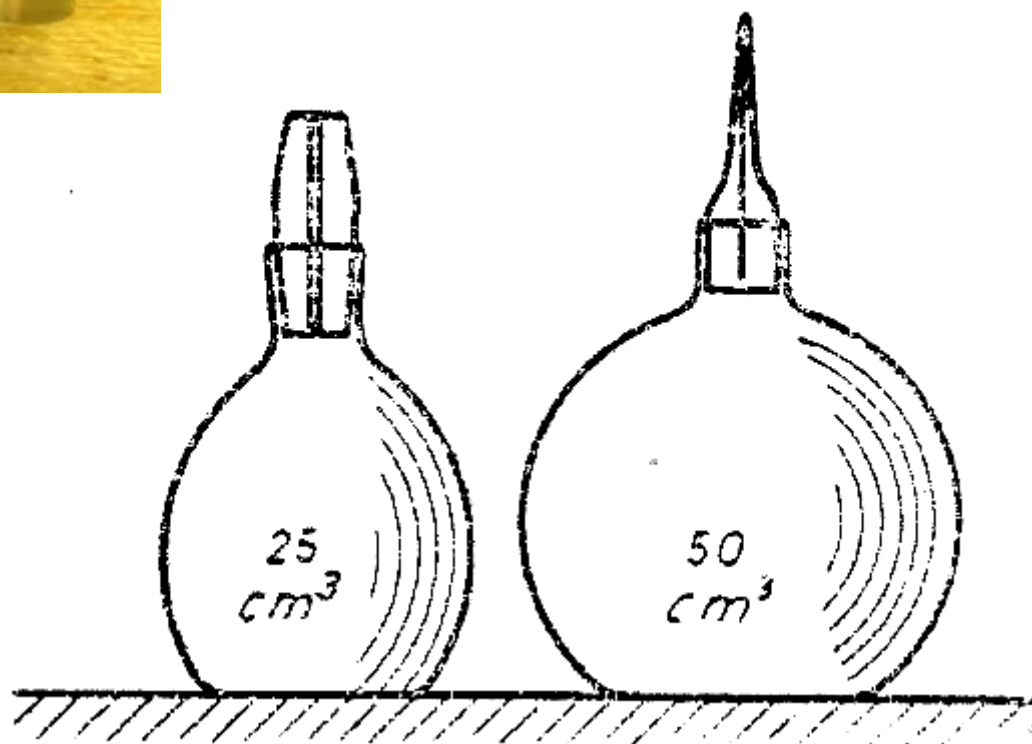
- **Vážením známého objemu (pyknometru);**
- **Hustoměrem (areometrem);**
- **Mohr-Westphalovými váhami;**

Měrné nádoby:

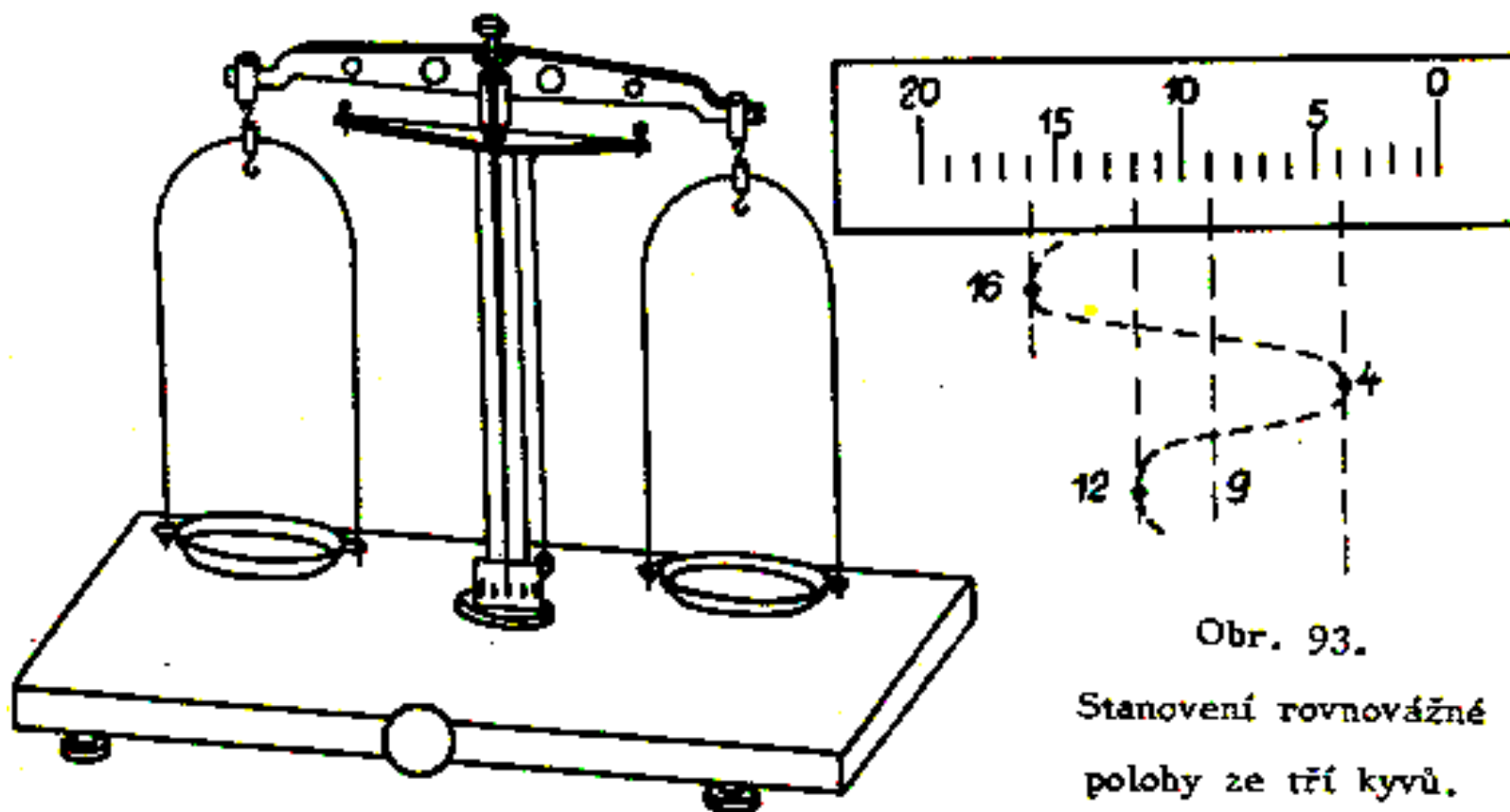
(odměrný válec, byreta, volumometr, pyknometr, pipeta)



Pyknometry: (pyknos- řecky hustý)



Metoda tří kyvů:



Určení hustoty pyknometrem:

$$\rho = \rho_v \frac{m_o - m_p}{m_v - m_p} \quad (\text{g cm}^{-3}) \quad (\text{kg m}^{-3}),$$

m_o – je hmotnost pyknometru s měřeným olejem (g),

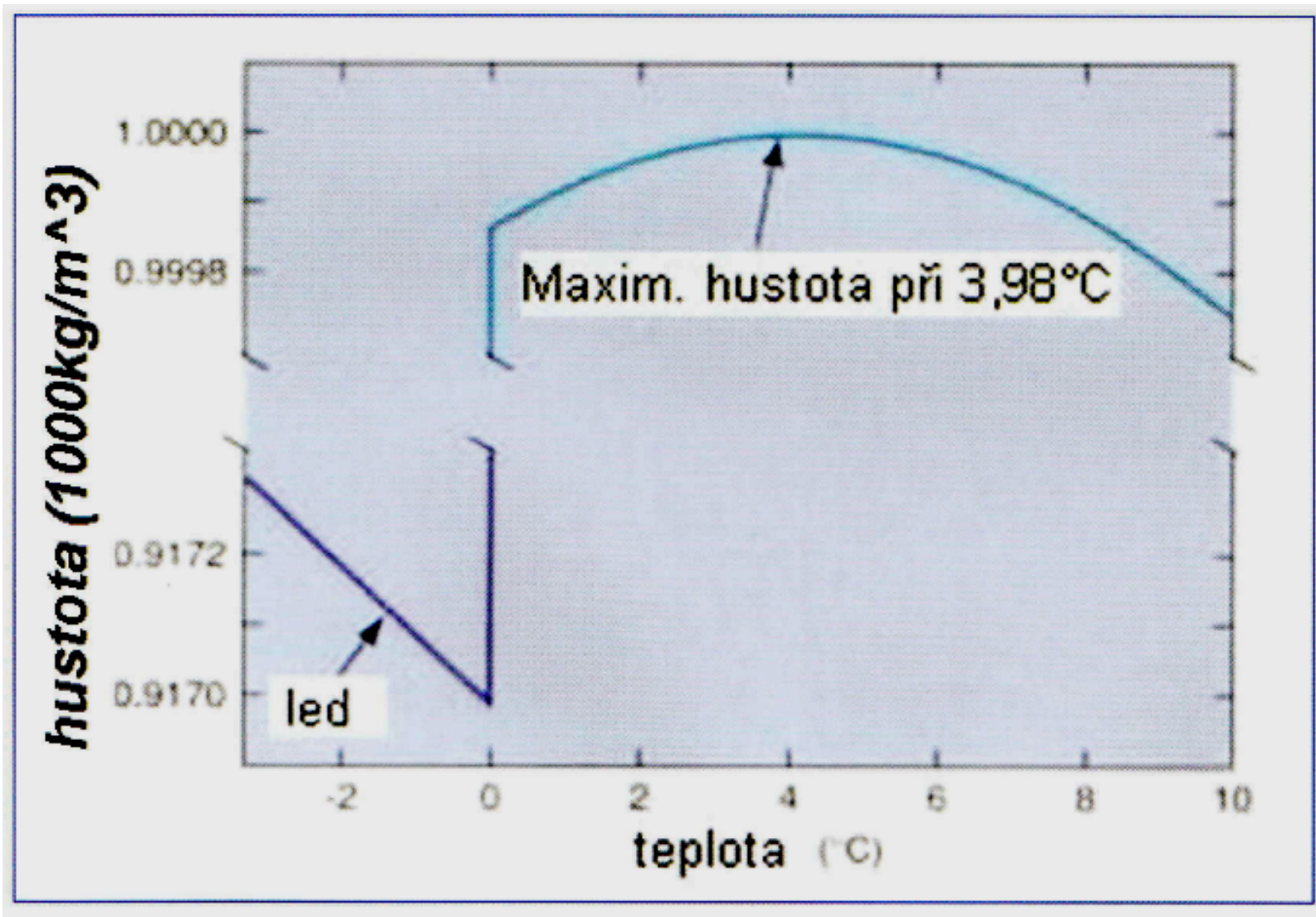
m_v – hmotnost pyknometru s destilovanou vodou (g),

m_p – hmotnost prázdného pyknometru (g),

ρ_v – 0,998 23 g cm⁻³ – hustota destilované vody při teplotě 20 °C.

Anomálie vody:

Závislost měrné hmotnosti (hustoty) vody na teplotě:



Měření hustoty hustoměrem (areometrem):

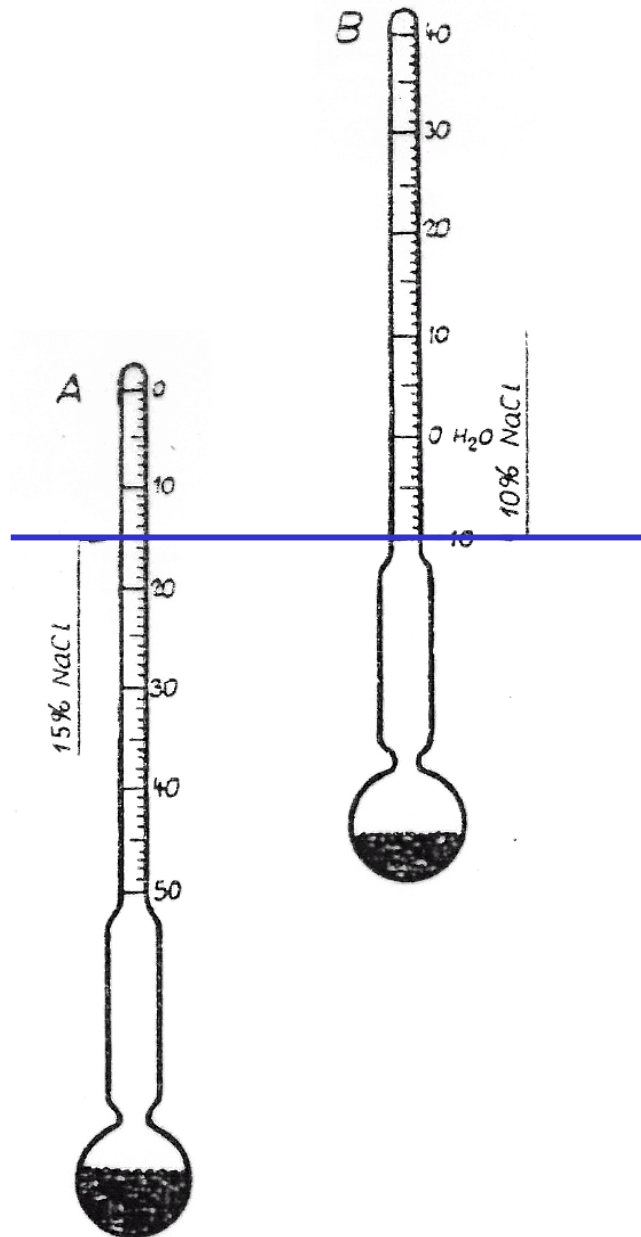
- **Baumého hustoměr;**
- **cukroměr;**
- **moštoměr;**
- **lihoměr;**
- **hustoměr pro kontrolu stavu nabití akumulátoru;**
- **hustoměr pro kontrolu chladicí kapaliny;**
- **...**



Baumého hustoměr:

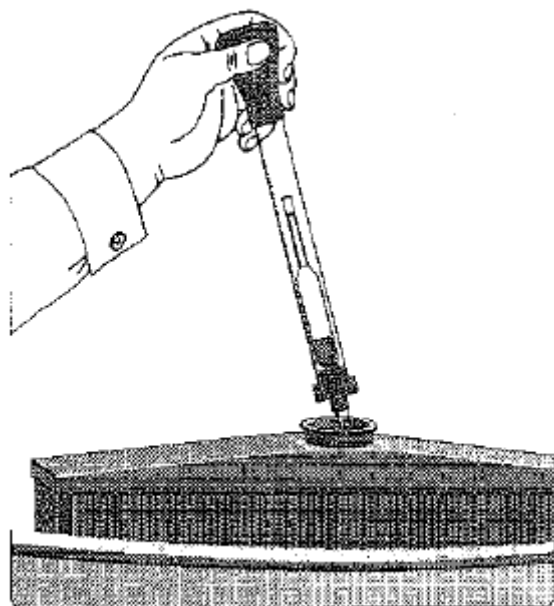
A- pro kapaliny hustější jak voda

B- pro kapaliny méně husté jak voda



Hustota g . cm ⁻³	Údaj Baumého areometra	
	Pre kvapaliny redšie ako voda	Pre kvapaliny hustejšie ako voda
0,80	36,1	—
0,85	25,5	—
0,90	16,0	—
0,95	7,6	—
1,0	0,0	0,0
1,1	—	13,1
1,2	—	24,1
1,3	—	33,3
1,4	—	41,2
1,5	—	48,1
1,6	—	54,1
1,7	—	59,4
1,8	—	64,1

Hustoměr pro zjišťování hustoty chladicích směsí na bázi etylenglykolu:



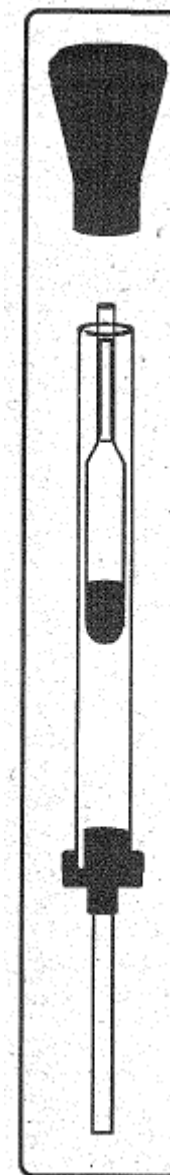
Postup měření

Do násosky nasajeme takový objem měřené kapaliny, aby hustoměr v násosce volně plaval. V místě, kde se povrch měřené kapaliny dotýká stonku, odečteme údaj na stupnici. Údaje na stupnici odpovídají hustotě při 20°C.

Oprava údaje hustoměru měřeného při jiné teplotě než je 20°C

Pokud se teplota nemrznoucí chladicí směsi liší o 10°C, liší se teplota tuhnutí nemrznoucí směsi o 3°C. Změřený údaj o teplotě tuhnutí směsi je nutno opravit přičtením nebo odečtením násobku 3. Viz tab.

teplota směsi (°C)	0	10	20	30	40
oprava údaje	-6	-3	0	+3	+6



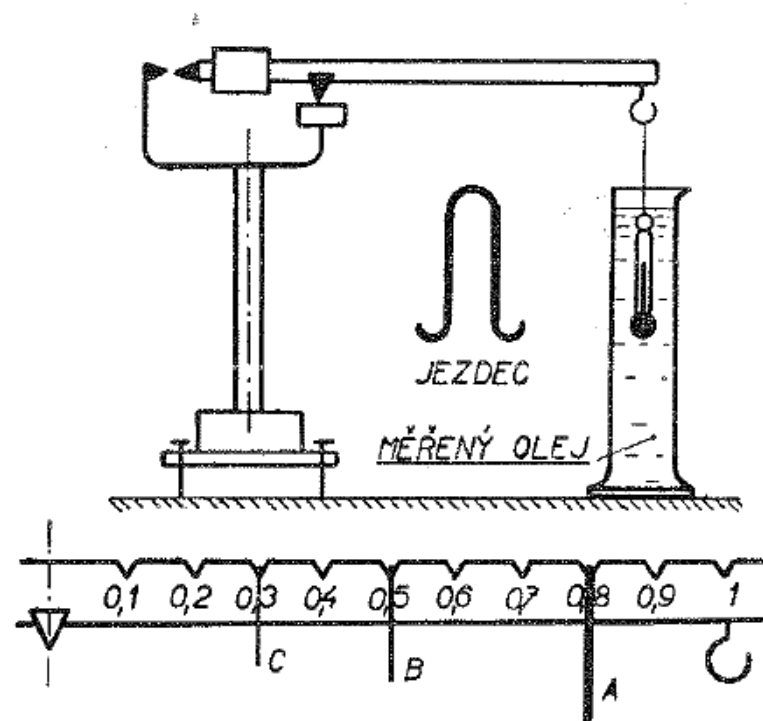
Mohr-Westphalovy vážky:

- Vyvážíme ramena vážek s měřícím tělískem na vzduchu
- Ponoříme tělísko do měřeného oleje
- Vyvážíme váhy pomocí jezdců, začneme největším.
- Vypočítáme hustotu oleje ρ

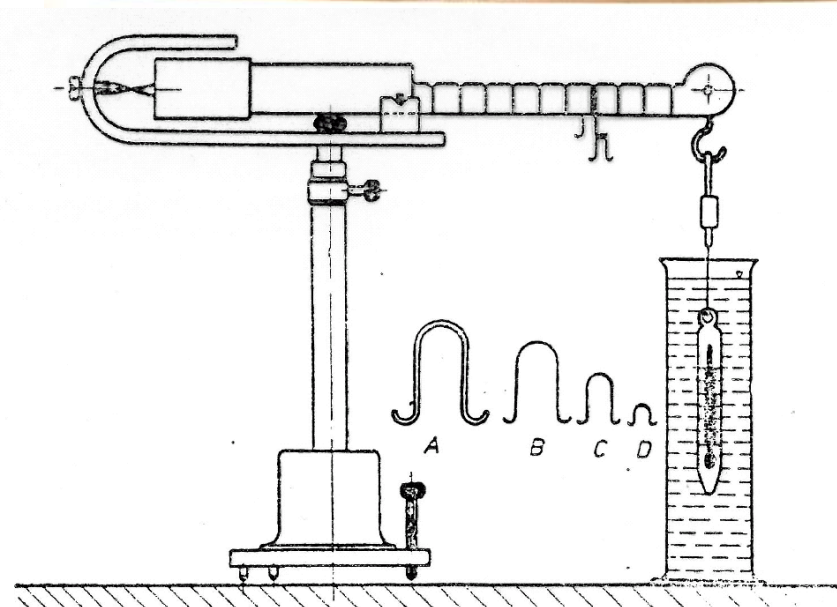
$$m_{\text{vk}} \cdot l = m_1 \cdot l_1 + m_2 \cdot l_2 + \dots + m_n \cdot l_n$$

$$m_{\text{vk}} = \frac{m_1 \cdot l_1 + m_2 \cdot l_2 + \dots + m_n \cdot l_n}{l} \quad [\text{g}]$$

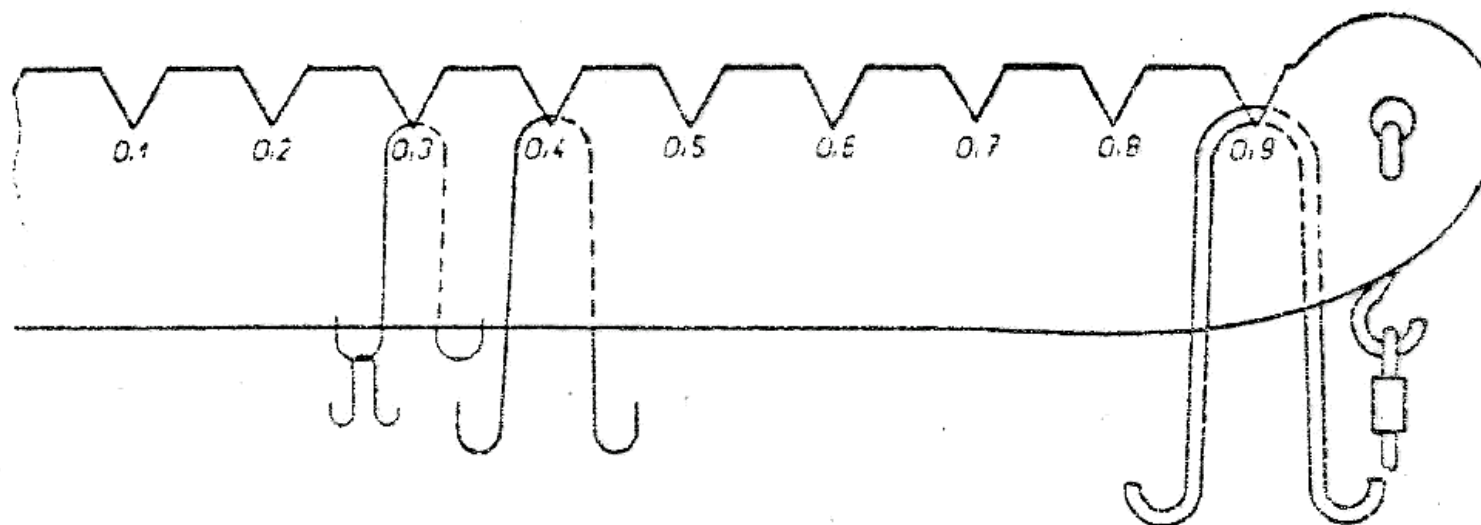
$$\rho = \frac{m_{\text{vk}}}{V} \quad [\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}]$$



Mohr-Westphalovy vážky:



Příklad rozmístění „jezdců“:



jazdec A0,9 . 1	— 0,9
jazdec B0,4 . 0,1	— 0,04
jazdec C0,3 . 0,01	— 0,003
jazdec D0,3 . 0,001	— 0,0003

Súčet 0,9433

Hustota meraného oleja je teda 0,9433 g/cm³.

Pneumatický hustoměr:

Manometrický hustoměr:

„Interaktivní prvky“:

- **Překreslete si vyučujícím určená schémata atp.;**
- **V průběhu výkladu si poznamenávejte klíčové informace;**
- **Popište vlastními slovy jednotlivé snímky (vysvětlete funkci, atp.);**
- **Pokuste se nalézt v právě probrané prezentaci nepřesnosti, pro svůj názor formulujte argumenty;**

Použitá literatura:

- **ANONYMUS. *Plakáty pro výuku předmětu Kontrola a měření.* SPŠS Sokolská 1. Brno nedatováno.**
- **CHOCHOLA K., SLACH J., ŠULC J. *Laboratorní cvičení.* Praha: STNL 1961.**
- **JAHNS. J. *Fyzika.* Svaz potápěčů české republiky. Praha 2008.**
- **MARTINÁK, M. *Kontrola a měření.* Praha: STNL 1989.**
- **MIKULČÁK J. et al. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky.* Praha: SPN, 1970.**
- **ŠULC, J. *Technologická a strojnická měření.* Praha: STNL 1982.**
- **ŠULC, J., VYSLOUŽIL, Z. *Laboratorní cvičení technologická a strojní.* Praha: STNL 1970.**
- **VÁCLAVOVIČ A., *Měření a kontrola ve strojírenství.* Praha: SNTL, 1967.**
- **VYSLOUŽIL Z., ZELKO J. *Meranie v strojárstve.* Bratislava: SVTL 1962.**
- **VYSLOUŽIL Z., KOVAL J. *Technologické a strojnické merania.* Bratislava: Alfa, 1978.**
- **NÁVODY K MĚŘICÍM PŘÍSTROJŮM.**