

Určování hustoty materiálů

V řadě případů se nám dostanou ke zkoušení předměty, které nelze zkoušet na kameni bez poškození. Na XRF analyzátoru zase nejsme schopni zjistit složení základního materiálu, protože záření proniká pouze několik mikronů pod povrch. Někdy si z prostorových důvodů lze črtnout na kameni pouze rohem předmětu, který je v pořádku, a zbytek je z jiného materiálu (viz např. destičky se zlatými rohy). Nebo je základní materiál plátován či silně pokoven jiným kovem. V těchto případech nám může trochu pomoci zjištění celkové hustoty materiálu, ze kterého je předmět vyroben. Jedná se hlavně o medaile, mince, plechy, dráty, plně výrobky apod. Metodu nelze použít u dutých předmětů nebo u předmětů, kde jsou zasazeny kameny či jiné materiály. Někdy si ale můžeme touto metodou ověřit (známe-li kov, ze kterého je předmět vyroben), jestli je předmět dutý nebo ne (např. pro volbu způsobu označování).

V podmínkách Puncovního úřadu lze k orientačnímu zjištění hustoty neznámých předmětů použít běžné váhy s přesností na 2 desetinná místa, kterými jsou všechna pracoviště vybavena.

Princip metody vychází z Archimédova zákona. Předmět zvážíme a na vahách rovněž zjistíme objem předmětu jeho ponořením do vody či vážením ve vodě.

U varianty 1 předmět ponořený do vody vytlačí objem vody, který je rovný objemu předmětu. Při hustotě vody 1 g/cm^3 se objem v cm^3 rovná hmotnosti vytlačené vody v gramech, kterou odečteme na displeji vah.

U varianty 2 provedeme vážení předmětu na vzduchu a ve vodě, ve které je předmět nadlehčován silou, která se rovná hmotnosti vody tělesem vytlačené. Rozdíl hmotnosti předmětu na vzduchu a ve vodě při hustotě vody 1 g/cm^3 udává objem předmětu.

Podělením hmotnosti předmětu jeho objemem vypočteme hustotu předmětu a srovnáním s tabulkami můžeme usuzovat na kov či slitinu, ze které je předmět vyroben. [V2](#)

Stručný popis postupu určení hustoty:

Varianta 1 (jednoduchá)

1. na vahách zvážíme předmět
2. na váhy postavíme kádinku či jinou nádobu s dostatečným množstvím vody (stačí z vodovodu), aby se v ní celý předmět ponořil
3. váhy vynulujeme
4. na tenkou nit vhodně upevníme zkoumaný předmět a ponoříme ho do vody tak, aby se nedotýkal stěn ani dna kádinky
5. na displeji vah přečteme hodnotu, která udává objem předmětu
6. podělením hmotnosti předmětu objemem dostaneme hustotu předmětu

Varianta 2 (složitější, přesnější)

1. stojan v podobě šibenice postavíme na váhu a váhu vynulujeme
2. na stojan zavěsíme na tenké niti upevněný předmět a na váze zjistíme hmotnost předmětu na vzduchu
3. kádinku s dostatečným množstvím vody umístíme pod zavěšený předmět tak, aby byl předmět zcela ponořen a nedotýkal se dna ani stěn kádinky a na váze zjistíme hmotnost předmětu ve vodě
4. od hmotnosti předmětu na vzduchu odečteme hmotnost předmětu ve vodě a tím dostaneme objem předmětu
5. hmotnost předmětu na vzduchu podělíme objemem předmětu a dostaneme hustotu předmětu

Pro rychlou orientaci si stačí pamatovat, že většina běžných obecných kovů nebo jejich slitin má hustotu pod 9 g/cm^3 (s výjimkou olova a wolframu), běžné klenotnické slitiny stříbra mají hustotu $10 - 10,5 \text{ g/cm}^3$, 14karátové zlato cca $13,5 \text{ g/cm}^3$, 18karátové zlato cca $15,5 \text{ g/cm}^3$ a ryzí zlato $19,30 \text{ g/cm}^3$. Přesnější údaje jsou v následující tabulce nebo v odborných publikacích (Hála, Michel, Chemické tabulky).

Hustoty některých běžných prvků a slitin

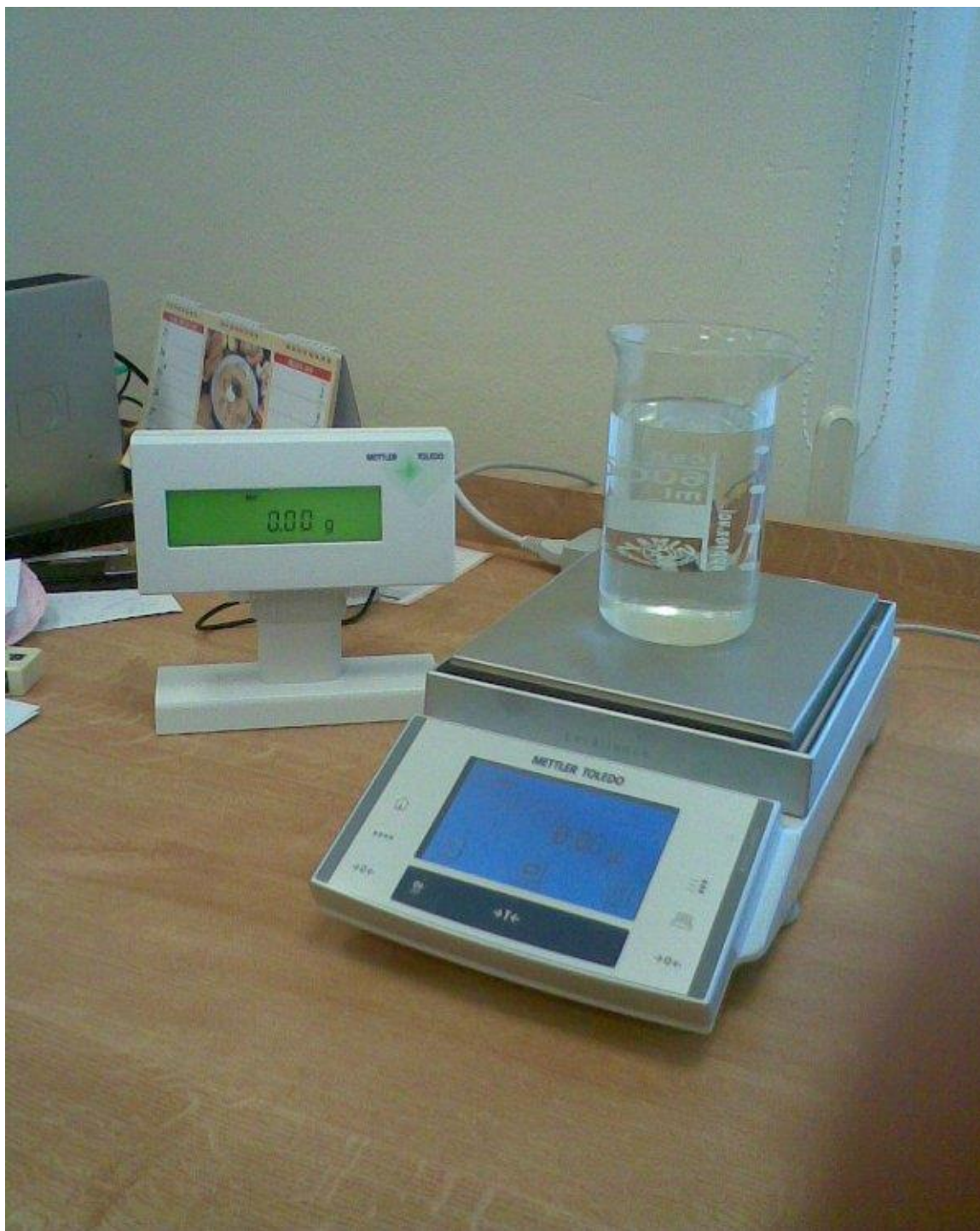
Prvek (slitina)	Hustota(g/cm ³)	Prvek (slitina)	Hustota(g/cm ³)	Prvek (slitina)	Hustota(g/cm ³)
Obecné kovy					
hliník	2,70	cín	7,30	nikl	8,90
titan	4,50	mangan	7,44	měď	8,96
vanad	5,96	železo	7,87	olovo	11,34
zinek	7,13	kadmium	8,66	rtuť	13,55
chrom	7,19	kobalt	8,84	wolfram	19,35
Slitiny obecných kovů					
litina Fe	7,25	mosaz	8,10-8,60	bronz	8,50-8,90
kompozice Sn	7,30-7,70	tombak	8,40-8,60	alpaka	8,70
ocel, nerez	7,70-8,00	argentan	8,50	kompozice Pb	9,00-10,00
Drahé kovy					
stříbro	10,49	rhodium	12,44	iridium	22,42
paládium	12,02	zlato	19,30	osmium	22,50
ruthenium	12,40	platina	21,45		
Slitiny stříbra s mědí					
Ag 500	9,514	Ag 800	10,058	Ag 900 raženo	10,316
Ag 650	9,873	Ag 850	10,171	Ag 920	10,303
Ag 750	10,061	Ag 900 lito	10,243	Ag 950	10,396
Trojsložkové slitiny zlato stříbro měď					
Obsah zlata	Obsah stříbra	Obsah mědi		Hustota (g/cm³)	
250	500	250		11,188	
250	400	350		10,942	
250	250	500		10,690	
333	450	217		11,782	
333	350	317		11,542	
333	200	467		11,203	
375	500	125		12,300	
375	300	325		11,753	
375	150	475		11,436	
400	400	200		12,242	
400	200	400		11,707	
500	350	150		13,104	
500	250	250		12,843	
500	150	350		12,531	
585	300	115		13,784	
585	200	215		13,570	
585	100	315		13,226	
650	250	100		14,407	
650	200	150		14,262	
650	100	250		13,852	
750	200	50		15,719	
750	150	100		15,525	
750	100	150		15,273	
750	50	200		15,021	
800	150	50		16,382	
800	100	100		16,112	
800	50	150		15,815	
900	0	100		17,391	
986	0	14		18,965	
Bílozlaté slitiny s niklem					
585				12,825	
750				14,891	
800				15,210	
Bílozlaté slitiny s paládiem					
585				15,105	
750				16,720	
800				17,443	

Varianta 1



V první řadě si musíme zapnout váhy.

Varianta 1



Pak si na váhy postavíme kádinku s vodou z vodovodu (ani to nemusí být voda destilovaná) a váhu vynulujeme.

Varianta 1



Pak si zvážíme předmět, jehož hustotu chceme určit. Hmotnost si poznamenáme.

Varianta 1



Předmět vhodně zavěsíme na tenkou nit a ponoříme do vody v kádince tak, aby se nedotýkal dna ani stěn kádinky. Na displeji vah přečteme hodnotu, která udává objem předmětu. Podělením hmotnosti předmětu jeho objemem dostaneme hodnotu hustoty materiálu, ze kterého je předmět vyroben. Srovnáním s tabulkami zjistíme z čeho je předmět vyroben.

Varianta 2



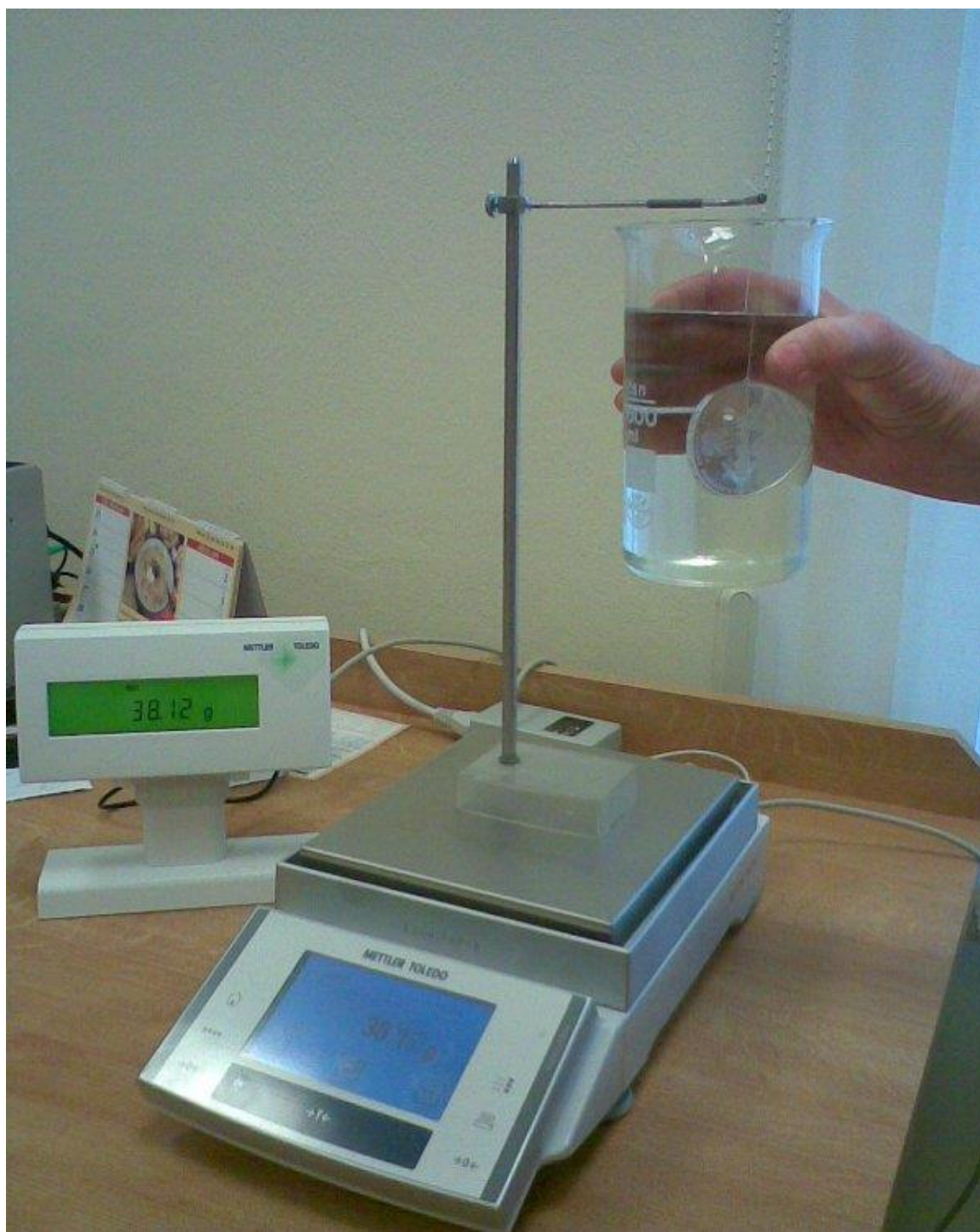
Na váhu postavíme držák ve tvaru šibenice a váhu vynulujeme.

Varianta 2



Na tenké niti uchycený předmět zavěsíme na držák a zapíšeme si hmotnost předmětu.

Varianta 2



Pak předmět ponoříme do vody v kádince tak, aby se nedotýkal dna ani stěn kádinky. Na displeji vah odečteme hodnotu, která udává hmotnost předmětu ve vodě. Odečteme od hmotnosti předmětu na vzduchu hmotnost předmětu ve vodě a dostaneme objem předmětu. Hmotnost předmětu na vzduchu podělíme objemem a dostaneme hustotu předmětu. Srovnáním s tabulkami zjistíme z čeho je předmět vyroben.