

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, plné 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.

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/cm ³)
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



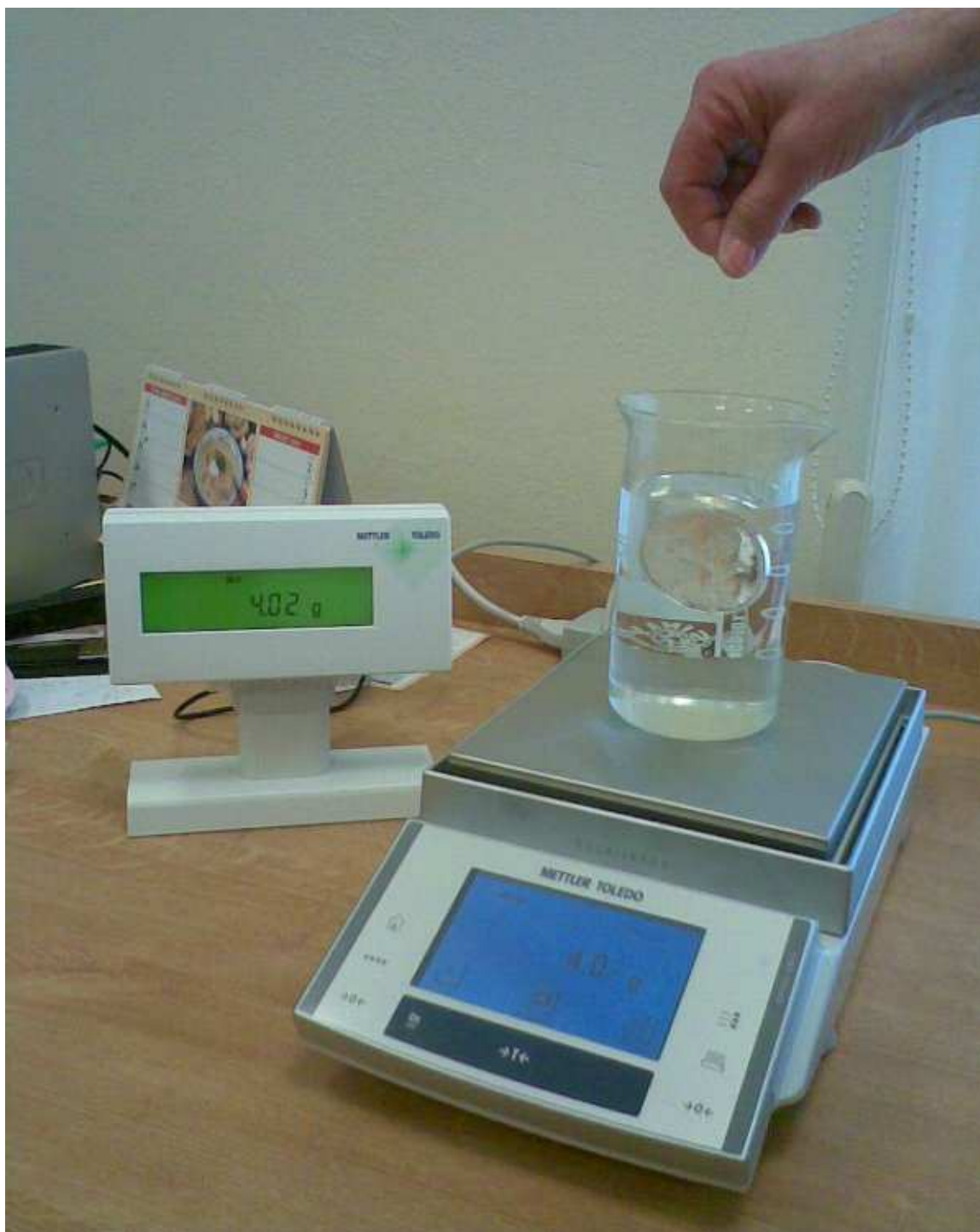
Pak si na váhy postavíme kádinku s vodou z vodovodu (ani to nemusí být voda destilovaná) a váhu vynulujeme.

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.