

Práca 1 HMOTNOSŤ

ÚVOD

Kým začnete čítať návod k **Úlohe 1 MERANIE HMOTNOSTI**, pozorne si preštudujte nasledujúce, k práci potrebné poznatky a experimentálne postupy.

Meranie hmotnosti patrí k základným laboratórnym metódam.

Stanovenie hmotnosti je najrozšírenejším a tiež najstarším meraním vo fyzikálnom laboratóriu. Určovanie hmotnosti patrí k základným fyzikálnym metódam.

Hmotnosť je fyzikálna veličina, ktorá vyjadruje dve vlastnosti telies:

- vzájomnú príťažlivosť - vyjadrenú **gravitačnou silou**
- odpor proti zmene ich pohybového stavu - vyjadrenú **zotrvačnou silou**

Hmotnosť telies sa zisťuje **vážením** na zariadeniach, ktoré nazývame **váhy**.

DRUHY VÁH

podľa konštrukcie a použitých fyzikálnych metód, váhy rozdeľujeme na:

- **Váhy pákové** porovnávajú hmotnosť váženého predmetu so závažím so známou hmotnosťou a delia sa na: váhy rovníoramenné
váhy nerovníoramenné
váhy kyvadlové
váhy sklonné
- **Váhy pružinové**
- **Váhy tenzometrické (elektronické)**

Váhy pákové

Rovníoramenné pákové váhy

Rovníoramenné váhy pracujú na princípe dvojramennej **páky**, nazývanej **vahadlo**, s rovnako dlhými ramenami (obrázok 1.1a). Na konci ramien bývajú zavesené **misky**, jedna na vážený predmet a druhá na závažie. Uprostred páky býva **jazyček**, ktorý umožňuje presne sledovať, kedy sú obe strany v rovnováhe.

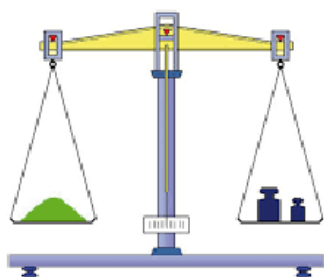
Podľa ich použitia rozlišujeme váhy analytické, lekárnické, kuchynské atď.

Nerovníoramenné pákové váhy

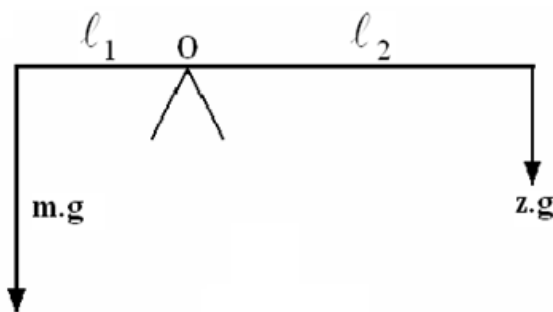
pracujú na princípe dvojramennej páky, ale dĺžky oboch ramien sú rôzne (obrázok 1.1b).

Princíp pákových váh

Ak vážime teleso s hmotnosťou (m), pôsobí tiažou ($F_1 = m g$) na jedno rameno vahadla vo vzdialenosti (ℓ_1) a závažie s hmotnosťou (z), pôsobí tiažou ($F_2 = z g$) na druhé rameno vahadla vo vzdialenosti (ℓ_2). Hmotnosť telesa na pákových váhach sa zisťuje tak, že otáčavý moment jeho tiaže ($M_1 = m g \ell_1$) sa vyrovnáva (kompenzuje) s momentom tiaže závažia ($M_2 = z g \ell_2$) na dvojramennej páke (vahadlo). Veľkosť momentu sily sa rovná súčinu sily a kolmej vzdialenosti od bodu, v ktorom je páka podopretá (obrázok 1.1b). Po vyvážení (vodorovná poloha vahadla) moment tiaže telesa (M_1) je vyrovnaný (vykompenzovaný) s momentom tiaže závaží (M_2) podľa vzťahu:



a



b

Obrázok 1.1 a Rovnoramenné pákové váhy
b Princíp pákových váh

$$M_1 = M_2 \quad (1)$$

Po dosadení a vykrátení tiažového zrýchlenia (g) dostaneme pre rovnováhu vzťah:

$$m g \ell_1 = z g \ell_2 \rightarrow m \ell_1 = z \ell_2 \quad (2)$$

- V prípade rovníoramenných váh (obrázok 1.1 a) sa dĺžky ramien rovnajú ($\ell_1 = \ell_2$), potom vzťah (2) sa dá upraviť na tvar:

$$m = z \quad [\text{g alebo kg}] \quad (3)$$

Rovníoramenné váhy sú teda v rovnováhe práve vtedy, keď závažie aj vážené teleso majú rovnaké hmotnosti.

- V prípade nerovníoramenných váh (obrázok 1.1 b) sú dĺžky ramien vahadla rôzne. Neznámu hmotnosť váženého predmetu vypočítame úpravou vzťahu (2):

$$m = z \frac{\ell_2}{\ell_1} \quad [\text{g alebo kg}] \quad (4)$$

Váhy kyvadlové

Kyvadlové váhy sú tiež pákové váhy, ktoré využívajú princíp vychýlenia ramena s pevným závažím zo zvislej polohy (obrázok 1.2a).

Sklonné váhy

Sklonná váha alebo tiež pultová bola v minulosti najrozšírenejšou váhou v obchodoch. Po uložení tovaru na miskú, váhy ukážu hmotnosť tovaru na stupnici (obrázok 1.2b).

Pružinové váhy

Pružinové váhy nepotrebujú závažie. Využívajú *Hookov zákon* podľa ktorého je veľkosť deformácie, napr. predĺženie pružného materiálu, priamo úmerné pôsobiacej gravitačnej sile (obrázok 1.2c).

Tenzometrické (elektronické) váhy

Váhy tenzometrické alebo tiež elektronické sú najmodernejším druhom váh. Sú založené podobne ako váhy pružinové na deformácii spôsobenej tiažou váženého objektu. V tomto prípade sa deformácia prevádza na elektrickú veličinu. Zvyčajne potom meriame elektrický

odpor tenziometrického článku pri zaťažení alebo napätie pri tzv. piezo-elektrickom jave. Tieto váhy sú veľmi presné (obrázok 1.3).



a



b



c

Obrázok 1.2 a - kyvadlové váhy

[https://www.wikiwand.com/sk/V%C3%A1hy_\(pr%C3%ADstroj\)](https://www.wikiwand.com/sk/V%C3%A1hy_(pr%C3%ADstroj))

b - sklonné váhy https://cs.wikipedia.org/wiki/Sklonn%C3%A1_v%C3%A1ha,

c - pružinové váhy

https://www.info-o-produktu.cz/kategorie/pruzinove-vahy_ordering=price_min

Laboratórne váhy

Na určenie hmotnosti látky v laboratóriách sa používajú rôzne druhy váh, ktoré sa delia na:

- **Technické váhy** (ich dieliky sú od 0,1 do 1 g) - sú najmenej presné, umožňujú váženie do 15 kg (obrázok 1.3a).
- **Presné laboratórne váhy** označované tiež **predvažovacie váhy** alebo **predvážky** (dieliky sú od 0,1 do 0,001 g) - používajú sa v laboratóriách na prípravu vzoriek (obrázok 1.3b).
- **Analytické váhy** (ich dieliky sú od 0,0001 g do 0,00001 g) - majú zabezpečiť presné, opakovateľné údaje o hmotnosti látok, napríklad na analýzy vzoriek (obrázok 1.3c).
- **Mikroanalytické a ultra mikroanalytické váhy** (ich dielik je od 0,000001 g do 0,0000001 g) - sú najpresnejšie a ich maximálne zaťaženie je len niekoľko gramov (obrázok 1.3d).



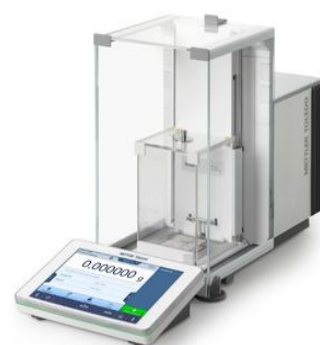
a



b



c

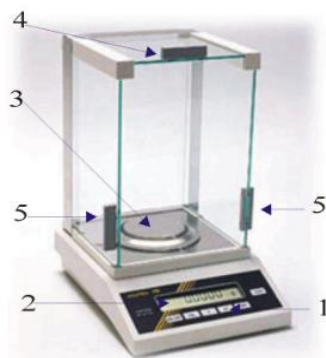


d

Obrázok 1.3 Druhy laboratórných váh

https://www.mt.com/sk/sk/home/products/Laboratory_Weighing_Solutions/analytical-balances/MR104-M

Základné súčasti analytických váh sú na (obrázku 1.4).



- 1 tlačidlá
- 2 displej
- 3 miska váh,
- 4 horné posuvné dvierka
- 5 bočné posuvné dvierka

Obrázok 1.4 Základné súčasti analytických váh

https://vahy-obchod.sk/analyticka-vaha-asr-2-plus?language=sk-¤cy=EUR&gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMI6tKui7bdhwMVia9oCR3v-TJ5EAQYBiABEgI07fD_BwE

Význam pojmov používaných pri charakteristike a rozdelení váh

Presnosť váh je najmenší rozdiel hmotnosti, ktorý možno danými váhami stanoviť.

Citlivosť váh je pomer medzi výchylkou váh z rovnovážnej polohy pri ich zaťažení malým závažím (napr. 0,1 g alebo 0,001 g) a hmotnosťou tohto závažia.

Citlivosť váh klesá úmerne s ich zaťažením.

Rovnovážna poloha je pokojová poloha, v ktorej sa ustália zaťažené váhy.

Váživosť váh udáva maximálnu hmotnosť, ktorú možno na váhach odvážiť s deklarovanou presnosťou. Závisí od konštrukcie váh. Za žiadnych okolností sa váživosť váh nesmie prekročiť, lebo váhy sa môžu poškodiť.

Základné princípy váženia

1. Váhy musia byť vo vodorovnej polohe a chránené pred nárazmi.
2. Pred vážením treba skontrolovať nulovú polohu.
3. **VÁŽENÉ CHEMIKÁLIE NESMÚ PRÍSŤ DO PRIAMEHO KONTAKTU S MISKOU VÁH.**
4. Na váženie chemikálií sa používajú nádoby na váženie (môžu to byť navažovačky bez alebo s viečkom, lodičky, téglíky, hodinové sklá, malé kadičky, odmerné banky..). Prchavé a veľmi hygroskopické látky, aj kvapaliny, sa vážia v zatvorených navažovákoch.
5. Vážený predmet sa kladie vždy do stredu misky. Pri veľmi presnom vážení kladieme vážené predmety na váhy pomocou pinzety.
6. Vážené predmety musia byť čisté, suché a spravidla vytemperované na laboratórnu teplotu.
7. Po skončení váženia nesmú na miske zostať žiadne predmety.
TRVALÁ ZÁŤAŽ MÔŽE POŠKODIŤ MERACÍ SYSTÉM.
8. Ak sa na váhach neváži, musia byť vypnuté (iba analytické váhy musia byť zapnuté v sieti stále), skrinka váh je zatvorená, prípadne sú váhy zakryté.

Úloha 1.1 Váženie predmetov

1.2 Príprava roztokov priamym spôsobom váženia

1.3 Príprava roztokov diferenčným spôsobom váženia

Hmota je základným pojmom vo fyzike. Všeobecne pod pojmom hmota rozumieme všetko okolo nás, počnúc našim najbližším okolím, až po vesmírne telesá, ale aj chemické prvky, častice, žiarenie, príroda, človek, všetky hmotné (*materiálne objekty*), ktoré jestvujú mimo nášho vedomia, alebo nezávisle od neho.

Vo fyzike rozoznávame dve kvalitatívne odlišné formy hmoty: *látka* a *pole*.

Látka je druh hmoty, ktorá je súhrnom diskretných útvarov majúcich určitú energiu a nenulovú pokojovú hmotnosť. Pre látky je typická časticová (korpuskulárna) štruktúra.

Medzi látky zaraďujeme:

- subatomárne častice (elektrón, protón, neutrón...)
- zložitejšie mikročastice (atóm, ión, molekula)
- makroskopické telesá a systémy v rôznych skupenstvách
- biologické útvary (vírusy, baktérie, rastliny, živočíchy)
- kozmické útvary (planéty, hviezdy, galaxie, metagalaxie)

Fyzikálne pole, alebo silové pole, je forma existencie a pohybu hmoty, spájajúca navzájom častice látky do jednej sústavy a uskutočňujúca ich vzájomné pôsobenie (interakciu).

Vlastnosti hmoty

Medzi dôležité vlastnosti hmotných objektov patrí:

- hmotnosť
- objem
- látkové množstvo
- vnútorná tepelná energia

O týchto vlastnostiach sa bude pojednávať v ďalších podkapitolách.

Hmotnosť - (*m*) zastarane *hmota* alebo *masa*, *matéria*, hovorovo, ale fyzikálne nesprávne *váha*, je základná fyzikálna veličina.

Základnou jednotkou hmotnosti v SI je **kilogram (kg)**.

Definícia:

Kilogram, symbol kg, je v SI jednotkou hmotnosti. Definovaný je tak, že numerická hodnota Planckovej konštanty h je presne $6,626\,070\,15 \cdot 10^{-34}$, keď je vyjadrená jednotkou J s, ktorá sa rovná $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$, kde meter a sekunda sú definované pomocou c a $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.

$\Delta\nu_{\text{Cs}}$ je frekvencia hyperjemného prechodu atómu Cézia $^{133}\text{Cs} = 9\,192\,631\,770 \text{ Hz}$
 c je rýchlosť svetla vo vákuu, $c = 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1}$

Hmotnosť ako fyzikálna veličina je definovaná iba na základe dvoch vlastností hmotných telies, ktorých prostredníctvom sa hmotnosť prejavuje a to sú: zotrvačnosť
gravitácia

Tabuľka 1.1 Používané jednotky hmotnosti a ich prepočty na kilogram

názov jednotky	skratka	vyjadrenie	
		v desatinných číslach	v semilogaritmickom tvare
dekagram	dag/dkg	0,1 kg	$1 \cdot 10^{-1}$ kg
gram	g	0,001 kg	$1 \cdot 10^{-3}$ kg
miligram	mg	0,000 001 kg	$1 \cdot 10^{-6}$ kg
mikrogram	μg	0,000 000 001 kg	$1 \cdot 10^{-9}$ kg
metrický cent	q	100 kg	$1 \cdot 10^2$ kg
tona	t	1 000 kg	$1 \cdot 10^3$ kg

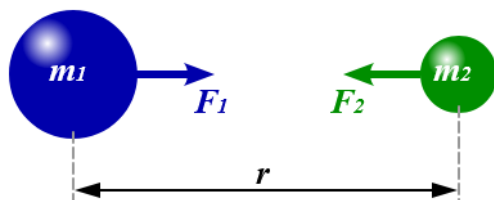
Zotrvačnosť (inercia) je schopnosť telesa klásť odpor proti zmene svojho pohybového stavu. Podľa II. Newtonovho pohybového zákona možno telesu s hmotnosťou (**m**) udeliť zrýchlenie (**a**) len pôsobením sily (**F**), pre ktorej veľkosť platí vzťah:

$$\mathbf{F} = \mathbf{m} \mathbf{a} \quad [\text{N, resp. kg m s}^{-2}] \quad (5)$$

Na rozbehnutie alebo zabrzdenie telesa potrebujeme tým väčšiu silu, čím väčšia je jeho hmotnosť. Hmotnosť je teda mierou zotrvačnosti. Hmotnosť meraná na tomto základe sa nazýva **zotrvačná hmotnosť**.

Gravitácia je fyzikálny jav, pri ktorom sa uplatňujú gravitačné sily, ktorými sa vzájomne priťahujú hmotné objekty podľa Newtonovho gravitačného zákona. Tento zákon možno vyjadriť slovne a názorne (obrázok 1.5):

Dva hmotné objekty s hmotnosťami (m_1 a m_2) vo vzájomnej vzdialenosti (r) sa navzájom priťahujú rovnako veľkými ale opačne orientovanými gravitačnými silami (F_1 a F_2).



Obrázok 1.5 Newtonov gravitačný zákon

https://www.wikiwand.com/sk/Gravita%C4%8Dn%C3%BD_z%C3%A1kon#Media/400px-Newton's LawOf UniversalGravitation.svg

Veľkosť gravitačných síl $\vec{F}_1$ a $\vec{F}_2$ je daná vzťahom:

$$\mathbf{F}_1 = \mathbf{F}_2 = \kappa \frac{\mathbf{m}_1 \mathbf{m}_2}{r^2} \quad [\text{N}] \quad (6)$$

κ je gravitačná konštanta ($\kappa = 6,673 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$)

Tiaž (staršie pomenovanie váha) telesa (**G**) je príťažlivá gravitačná sila, ktorou pôsobí Zem na teleso s hmotnosťou (**m**) podľa vzťahu:

$$\mathbf{G} = \mathbf{m} \mathbf{g} \quad [\text{N, resp. kg m s}^{-2}] \quad (7)$$

M_Z je hmotnosť Zeme [kg]

$R_Z = 6\,378 \text{ km}$ je polomer Zeme

g je gravitačné (tiažové) zrýchlenie [m s^{-2}]

$$g = \kappa \frac{M_Z}{R_Z^2} \quad [\text{m s}^{-2}] \quad (8)$$

V nulovej nadmorskej výške má gravitačné zrýchlenie hodnotu $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$.

Rozdiel medzi hmotnosťou (**m**) a tiažou (**G**) možno ukázať na príklade:

- *Hmotnosť (m)* 1 dm³ čistej vody pri teplote 4 °C a atmosférickom tlaku, je 1 kg, bez ohľadu na to, kde sa nachádza.
- *Tiaž telesa (G)* závisí od nadmorskej výšky i zemepisných súradníc. Keďže hodnota tiažového zrýchlenia (**g**) klesá s nadmorskou výškou, tak aj tiaž (**G**) s nadmorskou výškou klesá.

Hmotnosť látkovo stáleho telesa, ktorého rýchlosť je zanedbateľne malá oproti rýchlosti svetla (*pokojuv*á *hmotnosť*) a ktoré nevyžaruje žiadnu energiu, je v danej sústave veličina stála.

Hmotnosť je *veľičina extenzívna* a platí pre ňu *princíp aditivity*, t.j. celková hmotnosť telesa je súčtom hmotností všetkých jeho častí.

Vázenie

je spôsob, ktorým pomocou váh zisťujeme hmotnosť rôznych materiálnych objektov. Ak je vázenie telesa založené na gravitačných vlastnostiach, zvyčajne sa porovnáva tiaž telesa (ktorého hmotnosť chceme zistiť), s tiažou telesa so známou hmotnosťou, ktoré nazývame *závažie*.

Spôsoby váženia chemikálií

Vázenie sa uskutočňuje dvoma spôsobmi: *priamy* - nazývaný *presné váženie*
nepriamy - *diferenčné váženie*

Priamy spôsob váženia (presné váženie) sa používa na čo najpresnejšie odváženie vypočítanej hmotnosti látky. Najprv presne odvážime navažovačku. Pri plnoautomatických váhach stlačíme tlačidlo **TARE**, čím sa vynuluje displej. TARE sa používa na odčítanie hmotnosti obalu alebo misky, za účelom zistenia netto hmotnosti váženého predmetu. Do navažovačky pridávame (alebo odberáme) váženú látku pomocou špachtle (kopistky) alebo lyžičky, až do dosiahnutia požadovanej hmotnosti.

Nepriamy spôsob váženia (diferenčné váženie) sa používa vtedy, keď sa navážená hmotnosť látky môže nachádzať v určitom rozsahu hmotnosti. Pri navažovaní postupujeme tak, že najskôr odvážime navažovačku s látkou, potom látku vsypeme (napr. do kadičky,..) a opäť odvážime navažovačku so zvyškom látky. Rozdiel medzi prvým a druhým vážením udáva hmotnosť látky vysypanej napríklad do odmernej banky.

Úloha 1.1 VÁŽENIE PREDMETOV NA ANALYTICKÝCH VÁHACH

Cieľ práce

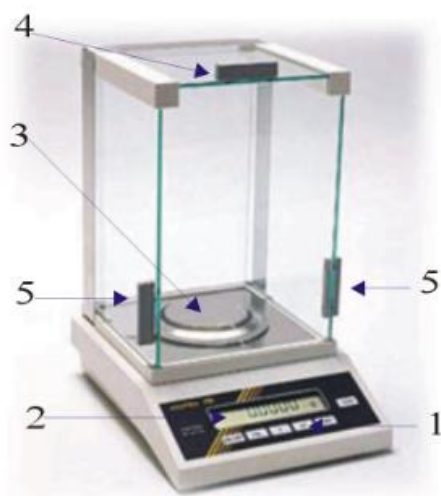
Odvážiť niekoľko pripravených predmetov na predvážkach a na analytických váhach.

Pomôcky

predvážky, plnoautomatické analytické váhy, predmety určené na váženie

Postup

Hmotnosť vybraných predmetov budete zisťovať na predvážkach a analytických váhach (obrázok 1.6).



Obrázok 1.6 Súčasti analytických váh: **1** tlačidlá, **2** displej, **3** miska váh, **4** horné posuvné dvierka, **5** bočné posuvné dvierka

1. Skontrolujte, či sú váhy (predvážky aj analytické) zapnuté do siete.
2. Predvážky aj analytické váhy zapnete stlačením tlačidla **ON/OFF**.
3. Počkajte kým sa na displejoch neobjaví hodnota 0,000 alebo 0,0000 a jednotka hmotnosti (g). Vtedy sú váhy pripravené na váženie.
4. Vyberte si tri predmety z ponuky predmetov pri úlohe - ich názvy zapíšte do tabuľky 1.2.
5. Všetky tri predmety postupne odvážte najprv na predvážkach (predvážky budú v ďalšom texte aj v tabuľkách označené dolným indexom **P**) aj na analytických váhach (analytické váhy budú označené dolným indexom **AV**). Zistené hmotnosti zapíšte do tabuľky 1.2.
6. Na analytických váhach vážte pri zatvorených posuvných dvierkach.
7. V závere protokolu porovnajte výsledky váženia obidvomi váhami.

Tabuľka 1.2 Zistené hmotnosti vybraných predmetov na predvážkach (m_P) a na analytických váhach (m_{AV})

predmet		hmotnosť v jednotkách [g]	
číslo váženia	názov predmetu	m_P	m_{AV}
1			
2			
3			

Úloha 1.2 PRÍPRAVA ROZTOKOV ANORGANICKÝCH SOLÍ PRIAMYM SPÔSOBOM VÁŽENIA (PRESNÉ VÁŽENIE)

Cieľ práce

- Pripraviť 25 ml roztoku vybranej soli s molárnou koncentráciou z intervalu 0,015-0,040 mol dm⁻³, (koncentráciu vyberie učiteľ) priamym spôsobom váženia.
- Vypočítať výslednú koncentráciu pripraveného roztoku a relatívnu chybu váženia.

Zloženie roztoku je v tejto úlohe vyjadrené molárnou koncentráciou (c), ktorá je definovaná vzťahom:

$$c = \frac{n}{V} \quad [\text{mol m}^{-3}, \text{častejšie sa používa mol dm}^{-3}] \quad (9)$$

n je látkové množstvo rozpustenej látky v roztoku [mol]
 V je objem roztoku [m³ alebo dm³]

Pre látkové množstvo platí vzťah:

$$n = \frac{m}{M} \quad [\text{mol}] \quad (10)$$

Spojením vzťahov (9) a (10), dostaneme výsledný vzťah pre výpočet hmotnosti tuhej látky (m):

$$m = c M V \quad [\text{g}] \quad (11)$$

m je hmotnosť látky [g]

M je mólová hmotnosť, v našom prípade: $M(\text{LiCl}) = 43,39 \text{ g mol}^{-1}$

$M(\text{NaCl}) = 58,44 \text{ g mol}^{-1}$

$M(\text{KCl}) = 74,55 \text{ g mol}^{-1}$

$M(\text{KBr}) = 119,00 \text{ g mol}^{-1}$

$M(\text{KI}) = 166,00 \text{ g mol}^{-1}$

Roztok pripravíte do odmernej banky s objemom $V = 25 \text{ ml}$.

Pomôcky

odmerná banka so zátkou 25 ml, kopistka (špachtľa) kadička

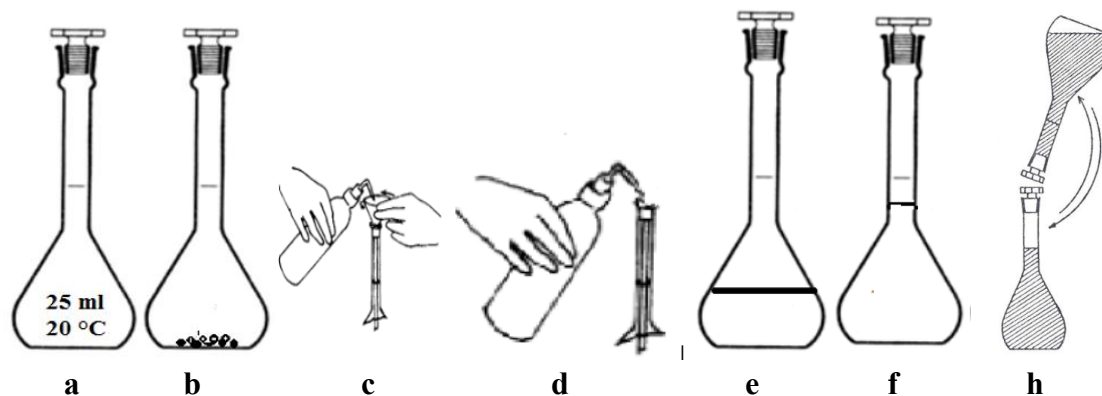
Chemikálie

chlorid lítny (LiCl), chlorid sodný (NaCl), chlorid draselný (KCl), jodid draselný (KI), bromid draselný (KBr), destilovaná voda

Postup pri presnom vážení

1. Pre učiteľom vybranú koncentráciu (c_T) anorganickej soli a objem roztoku ($V = 25 \text{ ml}$) vypočítajte podľa vzťahov (9), (10) alebo (11) hmotnosť soli, ktorú treba navážiť (m_T). Index T označuje teoretickú - vypočítanú hmotnosť.
2. Do tabuľky 1.3 zapíšte vybranú soľ, objem roztoku, určenú koncentráciu - c_T a vypočítanú hmotnosť - m_T .
3. Odvážením odmernej banky (obrázok 1.7a) na predvážkach zistíte, či jej hmotnosť nepresahuje váživosť analytických váh.
4. Skontrolujte displej na analytických váhach pri zatvorených dvierkach. Ak ukazuje hodnotu 0,0000 g, opatrne položte odmernú banku (25 ml) do stredu misky váh a zatvorte dvierka.
5. Po ustálení hmotnosti banky váhy „vytarujte“ - stlačte tlačidlo **TARE** a počkajte, kým sa na displeji zase objaví hodnota 0,0000 g.
6. Banku vyberte a špachtľou (kopistkou) pridávajte po malých množstvách látku, až kým sa jej hmotnosť čo najviac priblíži vypočítanej hodnote m_T - najlepšie je, ak je hmotnosť rovnaká ako vypočítaná. Po pridaní alebo odobratí soli (vždy mimo priestoru váh) skontrolujte hmotnosť soli odvážením banky na analytických váhach. Konečnú hmotnosť soli (m) zapíšte do tabuľky 1.3.
7. Odmernú banku s naváženou soľou vyberte z analytických váh.

Takýto postup váženia - presné váženie priamo do odmernej banky - je možný len pre látky, ktoré sú kryštalické, neprchavé a pri rozpúšťaní nevykazujú exotermické alebo endotermické správanie, alebo sa navažuje len veľmi malá hmotnosť látky.



Obrázok 1.7 Príprava roztokov priamym spôsobom váženia
a prázdna odmerná banka

b odmerná banka s naváženou látkou

c nalievanie rozpúšťadla do banky cez lievik

d nalievanie rozpúšťadla do banky stričkou

e rozpúšťanie látky v odmernej banke

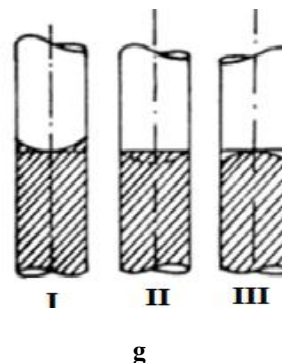
f dopĺňanie roztoku v banke po rysu

g I priehľadné kvapaliny s konkávnym meniskom

II nepriehľadné kvapaliny s konkávnym meniskom

III kvapaliny s konvexným meniskom

h premiešanie roztoku



Postup pri príprave roztoku

1. Do odmernej banky (obrázok 1.7a) s naváženou látkou (obrázok 1.7b) nalejte cez lievnik alebo len stričkou (obrázok. 1.7c, d) asi do polovice jej objemu destilovanú vodu (obrázok 1.7e).
2. Roztok v banke opatrne premiešavajte dovtedy, kým sa tuhá látka v roztoku nerozpustí.
3. Po rozpustení látky roztok dolejte destilovanou vodou asi 1 cm pod rysku (obrázok 1.7f).
4. Savým papierom (filtročný) stočeným do rolky osušte hrdlo odmernej banky od kvapiek vody.
5. Pomocou pipety alebo Pasteurovej pipety, doplňte po kvapkách destilovanú vodu po rysku (obrázok 1.7g) tak, aby spodný meniskus roztoku bol na ryske a hrdlo banky suché.
6. Roztok premiešajte (obrázok 1.7h).

Tabuľka 1.3 Namerané a vypočítané hodnoty pre presné váženie solí
vybraná soľ..... $M(\text{soľ}) = \dots\dots\dots \text{g mol}^{-1}$ $V_{\text{roztoku}} \dots\dots\dots \text{ml}$

veľičina	c_T	m_T	m	c	$\Delta\%m$
rozmer	$[\text{mol dm}^{-3}]$	$[\text{g}]$	$[\text{g}]$	$[\text{mol dm}^{-3}]$	$[\%]$
hodnota					

Spracovanie výsledkov

Do tabuľky 1.3:

1. Vypočítajte výslednú (skutočnú) koncentráciu (c) roztoku soli pripraveného presným vážením.
2. Vypočítajte relatívnu chybu váženia ($\Delta\%m$) podľa vzťahu:

$$\Delta\%m = \frac{|m_T - m|}{m} 100\% \quad [\%] \quad (12)$$

m je navážená hmotnosť soli $[\text{g}]$

m_T je vypočítaná hmotnosť soli $[\text{g}]$

Úloha 1.3 PRÍPRAVA ROZTOKOV ANORGANICKÝCH SOLÍ DIFERENČNÝM SPÔSOBOM VÁŽENIA

Cieľ práce

- Pripraviť 50 ml roztoku vybranej anorganickej soli s molárnou koncentráciou z intervalu 0,10-0,40 mol dm⁻³, (koncentráciu vyberie učiteľ) diferenčným vážením.
- Vypočítať výslednú koncentráciu pripraveného roztoku a chybu merania.

Pomôcky

odmerná banka so zátkou 50 ml, navažovačka (lodička), kopistka, lievnik, kadička

Postup pri diferenčnom vážení solí

1. Pre učiteľom vybranú koncentráciu soli (c_T) a objem roztoku $V = 50 \text{ ml}$ vypočítajte podľa vzťahu (11) hmotnosť soli, ktorú treba navážiť (m_T).
2. Do tabuľky 1.4 zapíšte vybranú soľ, objem roztoku, mólovú hmotnosť soli, určenú koncentráciu (c_T) a vypočítanú hmotnosť (m_T).

3. Soľ budete navažovať do navažovacej nádoby - lodičky (obrázok 1.8). Suchú a čistú lodičku odvážite najprv na predvážkach.



Obrázok 1.8 Lodičky na navažovanie tuhých látok

4. Do lodičky prisypete lyžičkou vypočítané množstvo soli pre pripravovaný roztok (m_T).
5. Lodičku so soľou opatrne preneste na misku analytických váh, zistíte presnú hmotnosť - m_{AVC} (index C - celková hmotnosť lodičky a soli) a údaj zapíšete do tabuľky 1.4.
6. Po navážení soli opatrne vytiahnite lodičku z priestoru analytických váh a soľ vsypete do malej kadičky.
7. Opäť odvážite lodičku spolu s kryštálkami soli, ktoré zostali prichytené na povrchu lodičky a nevysypali ste ich do kadičky - m_{AVL} a hodnotu zapíšete do tabuľky 1.4.
8. Do kadičky nalejte destilovanú vodu (asi 5-10 ml) a soľ rozpustite.
9. Roztok kvantitatívne (celý objem) nalejte pomocou lievika do 50 ml odmernej banky a kadičku opláchnite dvakrát 5-10 ml destilovanej vody. Roztoky po opláchnutí vlejte tiež do odmernej banky s rozpustenou soľou. Striškou opláchnite aj lievik a roztok v odmernej banke doplňte 1 cm pod rysku.
10. Pomocou pipety alebo Pasteurovej pipety doplňte po kvapkách destilovanú vodu po rysku tak, aby spodný meniskus roztoku bol na ryske a hrdlo banky suché.
11. Po skončení všetkých meraní umyte použité laboratórne sklo vodou, opláchnite destilovanou vodou, osušte ho a odložte do zásuvky.

Spracovanie výsledkov

Do tabuľky 1.4:

1. Z rozdielu hmotností lodičky so soľou (m_{AVC}) a prázdnej lodičky so zvyškom soli (m_{AVL}) vypočítajte výslednú hmotnosť (m) soli nasypanej do kadičky.
2. Vypočítajte výslednú skutočnú koncentráciu roztoku soli (c) pripraveného diferenčným vážením.
3. Zhodnoťte presnosť merania - vypočítajte relatívnu chybu merania v percentách pre hmotnosť soli, podľa vzťahu (12).

Tabuľka 1.4 Namerané a vypočítané hodnoty pre diferenčné váženie soli

vybraná soľ..... $M(\text{soľ}) = \dots\dots\dots \text{g mol}^{-1}$ $V = \dots\dots\dots \text{ml}$

veľičina	c_T	m_T	m_{AVC}	m_{AVL}	m	c	$\Delta_{\%}m$
jednotka	mol dm^{-3}	g	g	g	g	mol dm^{-3}	[%]
hodnota							