

Alapozó laboratóriumi gyakorlati feladatok kidolgozása,  
eljárások elmélete, mérési leírások.  
Oldatkészítéssel kapcsolatos számítási feladatok megoldással.

**Készítette**

Dr. Dóbiné Cserjés Edit  
Weisz Ilona

**Tartalomjegyzék**

A mérés .....	2
Tömegmérés.....	5
Térfogatmérés .....	15
Hőmérsékletmérés .....	23
Sűrűségmérés .....	29
Oldatkészítés .....	34
Oldatok kémhatásának meghatározása.....	56
Törésmutató meghatározása.....	57

## A mérés

*"Ami számítható, azt számítsd ki, ami mérhető, azt mérd meg, és ami nem mérhető, azt tedd mérhetővé."*  
Galilei

A mérés a természet jelenségeiről való ismeretek megszerzésének egyik alapvető módszere. A világ megismerésének, a kutatásnak, a termelésnek, de a hétköznapi életünknek is nélkülözhetetlen eleme. A mérés tervszerűen végrehajtott gyakorlati tevékenységek összessége, amely valamely fizikai, kémiai, csillagászati, statisztikai stb. mennyiség nagyságának jellemzésére alkalmas.

A mérés az **összehasonlítás művelete** a mérendő jellemző és a választott mértékegység között.

A mérés eredményül a választott mértékegységben kifejezett értéket kapjuk.

A **mérési eredmény** két részből áll: **mérőszámból** és **mértékegységből**.

Példák:

	mérési eredmény	
	mérőszám	mértékegység
Budapest-Szeged távolság	171	km
Egy tanítási óra ideje	45	min
A standard légköri nyomás	101325	Pa
Egy dobozos üdítőital térfogata	0,33	l

Mérésre az emberiségnek régóta szüksége van. Eleinte csak a hosszúság, a tömeg és a térfogat, de később – a kereskedelem, a tudomány és a technika fejlődésével – egyre több mennyiség mérése vált szükségessé. A különböző földrészekben és országokban egymástól eltérő mértékegységek születtek ugyanazon jellemzők mérésére. (Az amerikai kontinensen Fahrenheit fokban mérik a hőmérsékletet, Angliában mérföldben a távolságot stb.) Ez sok problémát és félreértést okozott a mérési eredmények összehasonlításakor, ezért ki kellett alakítani egy egységes mértékegységrendszert.

### Az SI mértékrendszer

A Mérésügyi Világszervezet 1960-ban fogadta el a Nemzetközi Mértékegységrendszer, röviden **SI mértékrendszer** (Système International d'Unités) bevezetését, amelyet hazánkban is kötelezően használunk a tudomány és technika területén 1980 óta. Ennek jelentősége abban áll, hogy bevezetésével egységes mértékegységrendszert használnak az egész világon. Ez megkönnyíti a nemzetközi együttműködést a gazdaságban és a tudományban.

Az SI mértékrendszer szerint az összes természeti jelenség leírásához elegendő hét mennyiség, ezeket **alapmennyiségeknek** nevezzük.

Az összes többi fizikai mennyiség – amelyeket **származtatott mennyiségeknek** hívunk – kifejezhető az alapmennyiségekkel.

(Például a területet és térfogatot a hosszúság határozza meg, a sebesség a megtett út és az idő hányadosa stb.)

Az SI mértékrendszer bevezette a fizikai alammennyiségek mértékegységét is, ezek az **alpmértékegységek**. Az összes többi, vagyis a származtatott mértékegységek ezek segítségével fejezhetők ki.

A Nemzetközi Mértékegységrendszer (SI) alammennyiségei és ezek alpmértékegységei:

alammennyiség		alpmértékegység	
neve	jele	neve	jele
Hosszúság	$l$	méter	m
Tömeg	$m$	kilogramm	kg
Idő	$t$	másodperc	s
Hőmérséklet	$T$	kelvin	K
Anyagmennyiség	$n$	mól	mol
Áramerősség	$I$	amper	A
Fényerősség	$I_v$	kandela	cd

Ezek az alpmértékegységek bizonyos esetekben nagyok, máskor túl kicsinek bizonyulnak, ezért használjuk ezek törtrészeit és többszöröseit is. Az SI mértékrendszer szabályozása kiterjed a kisebb és nagyobb mértékegységek képzésére is. Ha növelni vagy csökkenteni szeretnénk az alpmértékegységet, akkor **prefixumokat** (előtétzavakat) használunk.

## Prefixumok

A leggyakrabban használt prefixumokat az alábbi táblázat tartalmazza:

alpmértékegységet <b>növelő</b> prefixumok			alpmértékegységet <b>csökkentő</b> prefixumok		
szorzó	előtét szó	jele	szorzó	előtét szó	jele
10	deka	da	$10^{-1}$	deci	d
$10^2$	hekto	h	$10^{-2}$	centi	c
$10^3$	kilo	k	$10^{-3}$	milli	m
$10^6$	mega	M	$10^{-6}$	mikro	$\mu$

## A mértékegység és a mérőszám kapcsolata

Ugyanannak a fizikai jellemzőnek a meghatározásánál minél kisebb mértékegységet használunk, annál nagyobb a mérőszám.

Ha a laboratóriumi asztal 2,5 méter hosszú, akkor ez kisebb egységekben 25 dm, vagy 250 cm, vagy 2500 mm.

Fordítva is igaz: ahányszor nagyobb a választott mértékegységünk, annyiszor kisebb lesz a mérőszám.

2,5 m = 0,0025 km (Ezerszeresére nőtt a mértékegység, ezredrészére csökkent a mérőszám.)

## Mértékegység átváltási feladat

### Mintafeladat:

Töltse ki a táblázatot!

24,3 m	km	mm	cm
1,79 cg	g	kg	mg
125 Pa	MPa	hPa	kPa

Megoldás:

24,3 m	0,0243 km	24300 mm	2430 cm
1,79 cg	0,0179 g	0,0000179 kg	17,9 mg
125 Pa	0,000125 MPa	1,25 hPa	0,125 kPa

Nagyon nagy vagy nagyon kicsi adatok esetén számok normál alakját célszerű használni.

Így kitöltve a táblázat:

24,3 m	$2,43 \cdot 10^{-2}$ km	$2,43 \cdot 10^4$ mm	$2,43 \cdot 10^3$ cm
1,79 cg	$1,79 \cdot 10^{-2}$ g	$1,79 \cdot 10^{-5}$ kg	$1,79 \cdot 10$ mg
125 Pa	$1,25 \cdot 10^{-4}$ MPa	1,25 hPa	$1,25 \cdot 10^{-1}$ kPa

## Tömegmérés

A **tömeg** a testek tehetetlenségének mértéke. Az SI mértékrendszerben alapmennyiség.

Jele: **m**

Alapmértékegysége: **kg** (kilogramm)

A kilogramm az egyetlen SI alapegység, amelyiknek a definíciója még mindig etalonon, és nem valamilyen alapvető fizikai állandón alapszik. Párizs közelében őrzik a hivatalos SI mértékegységnek egy fémhengerből álló nemzetközi etalonját, amit még **1879-ben** készítettek el platinából és irídiumból.



forrás: <http://www.bipm.org/en/scientific/mass/prototype.html>

A kilogramm az egyetlen SI alapegység, amelyik előtagot (prefixumot) tartalmaz; a megfelelő előtag nélküli egység a gramm lenne.

A hétköznapi életben és a termelésben is használjuk a kg többszöröseit, százszorosát a mázsát (jele: q) és ezerszeresét a tonnát (jele: t).

Laboratóriumi körülmények között a kg-nál kisebb tömegmértékegységeket használunk. A gramm a kg ezredrésze (jele: g). Gyakran van szükségünk még ennél is kisebb tömegegységekre, mint a centigramm (jele: cg) vagy a milligramm (jele: mg).

### A tömeg mértékegységeinek átváltása

A tömegmérés mértékegységei és a váltószámok:  $mg < cg < g < kg < q < t$   
 $10 \quad 10^2 \quad 10^3 \quad 10^2 \quad 10$

### A hétköznapi tömegmérés (forrás: tudasbazis.sulinet.hu)



Bolti mérleg

*A mérés pontosságát – akármilyen jó szándékkal kezdünk is a művelthez – két fontos, a mérést végző személyen kívüli tényező befolyásolja:*

- a mérleg pontossága,
- a mérendő tárgy tömege.

*A tudományos kísérletek általában nagyobb pontosságot igényelnek, mint ami egy konyhai vagy egy bolti mérlegre jellemző. Mit értünk ezen? A konyhai mérleg egy-egy osztása általában 1 dkg-nak, azaz 10 g-nak felel meg. Ez azt jelenti, hogy a mérleg helyes beállításától és a szemünk pontosságától függetlenül is tévedhetünk néhány grammot a mérésnél, hiszen két beosztás között csupán becsülni tudjuk a tömegértékeket. Ez süteménykészítésnél persze nem okoz különösebb gondot.*

## A tudományos mérés mértékegységei

A tudományos méréseknél, így az iskolai kísérleteknél is be kell tartani néhány fontos szabályt. Ezek közül az első: ne használjuk a dekagrammot! A nemzetközileg elfogadott ún. SI mértékrendszer a tömeg alapegységéeként a kilogrammot (kg) fogadta el, ezen kívül méréseinknél még a g-ot és mg-ot használhatjuk:

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}; 1 \text{ g} = 1000 \text{ mg}$$

$$1 \text{ g} = 0,001 \text{ kg}; 1 \text{ mg} = 0,001 \text{ g}.$$

## Tömegmérés laboratóriumban

A tömeg mérésére szolgáló eszközök a **mérlegek**.

A **mérlegek jellemző adatai**: a pontosság és a terhelhetőség.

A **pontosság** az a legkisebb tömeg, ami a mérlegen még meghatározható.

A **terhelhetőség** az a legnagyobb tömeg, amit a mérlegre helyezhetünk annak károsodási veszélye nélkül.

A laboratóriumi gyakorlatban e két jellemző adat alapján a mérlegeknek két fajtáját különböztetjük meg és használjuk. A kisebb pontosságú (és általában nagyobb terhelhetőségű) mérlegeket **táramérlegnek**, a pontosabban mérőket **analitikai mérlegnek** nevezzük.

	pontosság	terhelhetőség
táramérleg	$10 \text{ mg} = 10^{-2} \text{ g}$	200 – 500 g
analitikai mérleg	$0,1 \text{ mg} = 10^{-4} \text{ g}$	100 – 200 g

A mérlegek csoportosítása történhet a mérleg felépítése, mérési mechanizmusa alapján is: vannak mechanikus és elektromos, digitális kijelzésű mérlegek.

## A táramérleg

forrás:tudasbazis.sulinet.hu

A kémiai kísérletekhez szükséges anyagok tömegeinek mérésekor – a pontosságtól függően – kétféle mérleget használunk. Az ún. táramérleg század gramm pontosságú. Ez azt jelenti, hogy a grammok második tizedes jegyénél van az a pontatlanság, ami a konyhai mérleg esetében már a dekagrammoknál. A "pontosan" 10 dkg sonkáról a konyhai mérleg alapján tehát annyit tudunk, hogy 9-nél több és 11-nél kevesebb. A táramérlegen mért, pontosan 10 dkg-ot 100,00 g-nak kell feltüntetnünk. Erről már annyit biztosan tudunk, hogy 99,99 g-nál több és 100,01 g-nál kevesebb. Ez sokszorta nagyobb pontosságot jelent.

## Mechanikus táramérleg



forrás: [http://titan.physx.u-szeged.hu/modszertan/viztorony/vitrin\\_2.php](http://titan.physx.u-szeged.hu/modszertan/viztorony/vitrin_2.php)

A hagyományos táramérleg kétoldalú, egyenlő karú mérleg. Álló és lengő részei vannak. A mérleg talpazatához van rögzítve a mérlegtartó oszlop, amelyen a mérlegkarok alátámasztási pontját helyezték el. A mozgó rész tartozékai a mérlegkarok a serpenyőkkel. A mérlegkarra szerelve középen található a mérleg mutatója, ami egy skála előtt mozogva jelzi, hogy a mérleg egyensúlyban van-e. A bal oldali serpenyőbe helyezük a mérendő anyagot, a jobb oldali serpenyőbe pedig hitelesített, ismert tömegű mérősúlyokat teszünk, így egyenlítjük ki a mérleget.

## Digitális táramérleg



Elektronikus működésű, egy serpenyővel rendelkezik. Bekapcsolása után megvárjuk a kijelzőn megjelenő, a mérési állapotot adó jelet, majd ráhelyezük a mérendő tárgyat vagy anyagot és leolvassuk a mért tömeget.

Az elektronikus mérlegek általában több funkcióval rendelkeznek: A ráhelyezett tárgyakkal együtt nullázhatók, többféle mértékegységben képesek kiírni a mért tárgy tömegét stb.

## Az analitikai mérleg

forrás: [tudasbazis.sulinet.hu](http://tudasbazis.sulinet.hu)



*Az ún. analitikai mérleget nagyon pontos vizsgálatoknál, és általában kis tömegek mérésére használják.*

*Ilyen mérleggel a hajszálpontosan 10 dkg-os sonka 100,0000 g tömegű lenne. Ekkora – az analitikai mérleghez képest elefánt méretű – tárgy azonban már azért sem érdemes ilyen pontosan lemérni, mert minden újabb mérésnél biztosan más tömegértéket jelezne a készülék.*

*Hogy miért?*

*Ekkora mennyiségű húst kézzel vagy valamilyen villával veszünk el és rakunk vissza. A műveletek közben a sonka nedvességéből, zsírtartalmából valamennyi a kezünkre, illetve a villára tapad. Ezek több tízed grammos eltérést okozhatnak az újabb tömegméréskor. Egy ekkora méretű száraz tárgy fogdosásakor pedig a kezünkről rátapadó zsiradék, szennyeződés miatt lenne más a mért tömeg. Az analitikai mérleg 0,1 mg pontossággal mér, de a mérés közben igen gondosan kell eljárni, nehogy a mérendő tárgyra kerülő szennyeződések meghamisítsák valódi tömegét.*

## Mechanikus analitikai mérleg



forrás:

<http://www.antikregiseg.hu/kep>

Elvi felépítése a táramérlegéhez hasonló, de pontossága és érzékenysége nagyobb, emiatt üvegbúra védi a környezeti ártalmaktól. Célszerű temperált helyiségben, falra rögzített konzolon elhelyezni. Ajtaját méréskor zárva kell tartani. A mérendő tárgyat a bal serpenyőbe, a mérősúlyokat 1 g-ig a jobb serpenyőbe helyezzük. A tört súlyokat cg nagyságig a jobb oldalon levő tárcsa forgatásával helyezzük rá. A mérleg nem kerül egyensúlyi helyzetbe. A mérlegtartó oszlop előtt látható megvilágított skálán olvasható le a pontosságának megfelelő mg érték.

## Digitális analitikai mérleg



forrás:vilaglex.hu

Kémiai analitikai laboratóriumokban használt nagy pontosságú mérleg. Finom szerkezetű, precíziós eszköz. Érzékenysége miatt üvegbúra védi. Kis tömegek (általában maximum 100-200 g) nagyon pontos mérésére alkalmazzák.

A digitális analitikai mérlegekre is igaz, hogy jellemzően több funkciós műszerek.

## Tömegmérési szabályok

- A mérlegre a terhelhetőségénél nagyobb tömegű terhet helyezni tilos!
- A mérendő anyagot, vegyszert nem szabad közvetlenül a mérleg serpenyőjébe tenni.
- A vegyszereket tiszta, száraz bemérő edényben, óraüvegen vagy bemérő csónakban mérjük le.
- Folyadékokat csak zárható, cseppentős üvegedényben mérhetünk.
- A mérlegeken csak a mérleg hőfokával azonos hőmérsékletű anyagot szabad mérni. Mérés előtt az eltérő hőmérsékletű anyagot addig tartjuk szobahőmérsékleten, amíg a mérleg hőmérsékletét fel nem veszi.
- Összetartozó méréseket mindig ugyanazon a mérlegen végezzünk el, így kivédhető a mérleg esetleges hibája.
- Analitikai mérlegen történő mérés során a mérleg minden ajtajának csukva kell lennie.
- Mérés után a mérleget tisztán kell hagyni, az esetleges szennyeződések elcséttel vagy puha ruhával azonnal távolítsuk el.



## Tömegmérési gyakorlatok

### 1. Alumínium lemez tömegének meghatározása táramérlegen

Mérje meg egy tiszta, száraz óraüveg tömegét táramérlegen!  
Mérje meg az óraüveg és az alumínium lemez együttes tömegét!  
Számolja ki a lemez tömegét!

Mintafeladat:

Az óraüveg tömege:  $23,49 \text{ g}$

Az óraüveg és a lemez tömege:  $31,00 \text{ g}$

A lemez tömege:  $31,00 \text{ g} - 23,49 \text{ g} = 7,51 \text{ g}$

### 2. Alumínium lemez tömegének meghatározása analitikai mérlegen

Mérje meg egy tiszta, száraz óraüveg tömegét analitikai mérlegen!  
Mérje meg az óraüveg és az alumínium lemez együttes tömegét!  
Számolja ki a lemez tömegét!

Mintafeladat:

Az óraüveg tömege:  $31,2000 \text{ g}$

Az óraüveg és a lemez tömege:  $39,0023 \text{ g}$

A lemez tömege:  $39,0023 \text{ g} - 31,0000 \text{ g} = 7,8230 \text{ g}$

### 3. Szőlőszemek átlagos tömegének meghatározása

Mérje meg egy tiszta, száraz óraüveg tömegét táramérlegen!  
Számolja meg, hogy hány szőlőszem van egy fürtön!  
Mérje meg az óraüveg és a szőlőszemek együttes tömegét!  
Számolja ki egy szőlőszem átlagos tömegét!

Mintafeladat:

Az óraüveg tömege:  $35,62 \text{ g}$

Szőlőszemek száma:  $13 \text{ db}$

Az óraüveg és a szőlőszemek tömege:  $42,50 \text{ g}$

A szőlőszemek tömege:  $42,50 \text{ g} - 35,62 \text{ g} = 6,88 \text{ g}$

Egy darab szőlőszem átlagos tömege:  $\frac{6,88}{13} = 0,529230769 \approx 0,53 \text{ g}$

### 4. Üveggolyók átlagos tömegének meghatározása

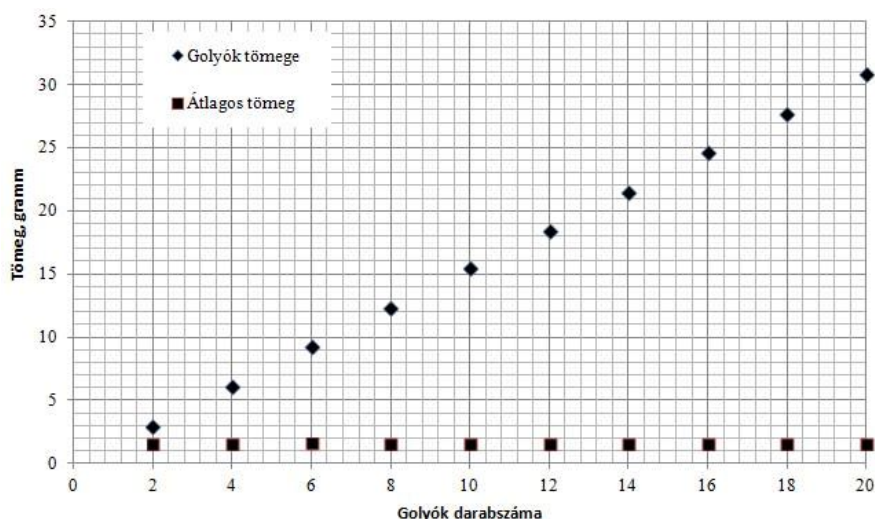
Helyezzen egy tiszta, száraz óraüveget a táramérlegre!  
Nullázza le (tárázza) a mérleget!  
Tegyen az óraüvegre 2 üveggolyót és mérje meg a tömegét!  
Mérje meg így 4, 6, ... 20 db üveggolyó tömegét!  
Minden mérés esetén számoljon átlagos tömeget!  
Eredményeit foglalja táblázatba!

Mérés sorszáma	Golyók száma	Golyók tömege (g)	Átlagos tömeg (g)
1.	2		
....	...		
...	...		
10.	20		

Ábrázolja a mért értékeket koordinátarendszerben!

**Mintafeladat:**

Mérés sorszáma	Golyók száma	Golyók tömege (g)	Átlagos tömeg (g)
1.	2	3,02	1,51
2.	4	6,14	1,54
3.	6	9,36	1,56
4.	8	12,38	1,55
5.	10	15,50	1,55
6.	12	18,52	1,54
7.	14	21,56	1,54
8.	16	24,67	1,54
9.	18	27,78	1,54
10.	20	30,84	1,54



**5. Átlagtömeg, szórás és terjedelem meghatározása visszaméréssel**

Mérési adatsorok jellemzéséhez az átlagon kívül azt is fontos ismerni, hogy ezekhez viszonyítva hogyan helyezkednek el az adatok; azaz a szóródásukat.

Ilyen szóródási mutató a terjedelem, a szórás és a korrigált tapasztalati szórás.

A **terjedelem** a legnagyobb és legkisebb adat különbsége.

A **szórás** a párhuzamos mérési eredmények közötti eltérések jellemzésére használatos. Azt mutatja meg, hogy egy halmaz adatai milyen mértékben térnek el az átlagtól.

**A szórás meghatározásának lépései:**

1. Kiszámítjuk az adatok átlagát.
2. Kiszámítjuk az adatok eltérését a számtani középtől (adat-átlag).
3. Vesszük ezeknek az eltéréseknek a négyzetét.
4. Kiszámítjuk ezeknek az „eltérés négyzeteknek” a számtani közepét.
5. Végül ebből négyzetgyököt vonunk.

$$s = \sqrt{\frac{(\bar{x} - x_1)^2 + (\bar{x} - x_2)^2 + \dots + (\bar{x} - x_n)^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n}}$$

A szórás pontos meghatározásához igen nagyszámú mérés elvégzésére van szükség. A gyakorlatban erre többnyire nincs lehetőség, ezért kisebb ( $n < 20$ ) számú adat esetén a **korrigált tapasztalati szórás** használatos. Meghatározása csak a 4. lépésben és csak annyiban különbözik a szórásétól, hogy az „eltérés négyzetek” összegét eggyel kisebbel osztjuk, mint amennyi a mérési adatok száma.

$$s = \sqrt{\frac{(\bar{x} - x_1)^2 + (\bar{x} - x_2)^2 + \dots + (\bar{x} - x_n)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}}$$

Mérje meg egy tiszta, száraz óraüveg tömegét analitikai mérleggel!

Helyezzen az óraüvegre 10 db golyót (sörétet, gyufaszálat) és mérje meg a tömegét!

Vegyen le egy golyót és mérje meg a maradék tömegét!

Számolja ki a levett golyó tömegét!

Folytassa a tömegmérést a fent leírt módon az utolsó golyóig!

Eredményeit foglalja táblázatba!

Mérés sorszám	Golyók száma	Óraüveg + golyók tömege (g)	Levett golyó tömege (g)
1.	10		
2.	9		
...	...		
10.			
11.	0		

Számolja ki 1 db golyó átlagos tömegét!

Számolja ki a mérés terjedelmét! (A legnagyobb és legkisebb tömeg különbsége)

Számolja ki a korrigált tapasztalati szórás! Ehhez foglalja táblázatba az adatokat!

Mérés sor- száma	Az átlagtól való eltérés	Az eltérés négyzete
1.		
...	...	
...	...	
10.		

A szóródási mutatók mértékegysége megegyezik a mért adatok mértékegységével.

**Mintafeladat:**

*Az óraüveg tömege: 24,9870 g*

Mérés sorszáma	Golyók száma	Óraüveg + golyók tömege (g)	Levett golyó tömege (g)
1.	10	37,3755	
2.	9	36,1650	1,2105
3.	8	34,9166	1,2484
4.	7	33,6971	1,2195
5.	6	32,4500	1,2471
6.	5	31,2102	1,2398
7.	4	29,8999	1,3103
8.	3	28,6890	1,2109
9.	2	27,4760	1,2130
10.	1	26,2354	1,2406
11.	0	24,9870	1,2484

*A 10 darab golyó tömege:  $37,3755 \text{ g} - 24,9870 \text{ g} = 12,3885 \text{ g}$*

*1 db golyó átlagos tömege:  $12,3885 \text{ g}/10 = 1,2389 \text{ g}$*

*A mérés terjedelme:  $1,3103 \text{ g} - 1,2105 \text{ g} = 0,0998 \text{ g}$*

Mérés sor- száma	Az átlagtól való eltérés	Az eltérés négyzete
1.	0,02835	0,0008037
2.	-0,00955	0,0000912
3.	0,01935	0,0003744
4.	-0,00825	0,0000681
5.	-0,00095	0,0000009
6.	-0,07145	0,0051051
7.	0,02795	0,0007812
8.	0,02585	0,0006682

Mérés sor-száma	Az átlagtól való eltérés	Az eltérés négyzete
9.	-0,00175	0,0000031
10.	-0,00955	0,0000912
A négyzetek összege:		0,0079871

$$A \text{ szórás: } s = \sqrt{\frac{0,0079871}{10-1}} = 0,02979 \approx 0,0298 \text{ g}$$

## 6. Homok nedvességtartalmának meghatározása

- Mérje meg egy tiszta, száraz óraüveg tömegét táramérlegen!
- Mérje meg a kapott nedves homok és az óraüveg együttes tömegét!
- Tegye be csipesz használatával a nedves homokot tartalmazó óraüveget a szárítószekrénybe! Szárítsa 20 percig 110 °C-on!
- Csipesszel vegye ki a szárítószekrényből az óraüveget. Lehűlés után gyorsmérlegen mérje az óraüveg + homok tömegét!
- Tegye vissza az óraüveget a szárítószekrénybe
- Szárítsa tömegállandóságig a homokot! A szárítást és a tömegmérést addig kell ismételni, míg az utolsó két mérés között eltérés nem tapasztalható.
- Számolja ki a homok százalékos nedvességtartalmát!

### Mintafeladat:

Az óraüveg tömege:	16,99 g
Az óraüveg és a nedves homok tömege:	26,33 g
Az óraüveg és a száraz homok tömege:	24,83 g
A nedves homok tömege:	$26,33 \text{ g} - 16,99 \text{ g} = 9,34 \text{ g}$
A száraz homok tömege:	$24,83 \text{ g} - 16,99 \text{ g} = 7,84 \text{ g}$
A víz tömege:	$9,34 \text{ g} - 7,84 \text{ g} = 1,50 \text{ g}$

$$A \text{ nedvességtartalom: } \frac{1,50}{7,84} \cdot 100 = 19,13\%$$

## 7. Kristályvíztartalom meghatározása



izzítótegely

forrás: www.intersan.hu

1. Mérje meg egy tiszta, száraz izzítótegely tömegét analitikai mérlegen!
2. Mérjen a tégelybe analitikai mérlegen kb. 1 g tömegű kristályos réz-szulfátot!
3. Izzítsa a kék színű sötét fehér színűre!
4. Exsikkátorban hűtse szobahőmérsékletűre és mérje meg a tömegét!
5. Számolja ki a kristályos réz-szulfát kristályvíz-tartalmát!

### Mintafeladat:

Az izzítótegely tömege:	23,4751 g
Az izzítótegely és a kristályvizes só tömege:	24,6219 g
Az izzítótegely és a vízmentes só tömege:	24,2149 g
$M(\text{CuSO}_4) = 159,5 \text{ g/mol}$	
A bemért kristályvizes só tömege:	$24,6219 \text{ g} - 23,4751 \text{ g} = 1,1468 \text{ g}$

$$\begin{aligned}
A \text{ vízmentes só tömege:} & \quad 24,2149 \text{ g} - 23,4751 \text{ g} = 0,7398 \text{ g} \\
A \text{ kristályvíz tömege:} & \quad 1,1468 \text{ g} - 0,7398 \text{ g} = 0,4070 \text{ g} \\
A \text{ kristályvíz anyagmennyisége:} & \quad \frac{0,4070}{18} = 0,02261 \text{ mol} \\
A \text{ kristályvíz-tartalom:} & \quad \frac{159,5}{0,7398} \cdot 0,02261 = 4,87 \text{ mol}
\end{aligned}$$

## 8. Papír négyzetmétertömegének meghatározása

A papír egyik alapvető ipari és nyomdai jellemzője a papír vastagságának és sűrűségének szorzata, amit magyarul **négyzetmétertömegnek** neveznek. Mértékegységét  $\text{g/m}^2$ -ben adják meg. A szokásos irodai papír négyzetmétertömege  $80 \text{ g/m}^2$ , egy A4-es lap tömege tehát 5 g.

- Mérje meg vonalzóval (mm pontossággal) az adott papírlap területének kiszámításához szükséges méreteket!
- Számolja ki a papírlap területét!
- Mérje meg a papírlap tömegét táramérlegen!
- Számolja ki az adott minőségű papír  $1,0000 \text{ m}^2$ -ének tömegét!

*A papírlap kör alakú.*

$$A \text{ kör átmérője: } d = 138 \text{ mm} = 0,138 \text{ m}$$

$$A \text{ kör sugara: } r = \frac{d}{2} = 0,069 \text{ m}$$

$$A \text{ papírlap területe } A = r^2 \pi = 0,069^2 \cdot 3,14 = 0,01496 \text{ m}^2$$

$$A \text{ papírlap tömege: } 2,54 \text{ g}$$

$$A \text{ papír négyzetmétertömege: } \frac{2,54 \text{ g}}{1,496 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2} = 169,8 \text{ g/m}^2 \approx 170 \text{ g/m}^2$$

# Térfogatmérés

A **térfogat** az a térrész, amit a testek anyagokkal kitöltenek, a térből elfoglalnak.

A térfogat az SI mértérendszer szerint származtatott mennyiség. Származtatása a hosszúságból történik.

Jele: **V**

Alapmértékegysége: **m<sup>3</sup>** (köbméter)

1 m<sup>3</sup> az 1 méter élhosszúságú kocka térfogata.

Laboratóriumi körülmények között az 1 m<sup>3</sup> nagy mértékegység, ezért a m<sup>3</sup>-nél kisebb térfogategységeket használunk. A köbdeciméter a m<sup>3</sup> ezredrésze (jele: dm<sup>3</sup>). Gyakran van szükségünk még ennél is kisebb térfogategységre. Ilyen a köbcentiméter, ami a dm<sup>3</sup> ezredrésze (jele: cm<sup>3</sup>).

A térfogatmérés mértékegységei és a váltószámok:

$$\text{cm}^3 < \frac{\text{dm}^3}{10^3} < \frac{\text{m}^3}{10^3}$$

forrás:tudasbazis.sulinet.hu

*Bár a térfogat szabványos mértékegysége a köbméter, a köznapi életben a liter az elterjedtebb. 1 liter a térfogata az egy 1 kg tömegű, kémiailag tiszta, 3,98 °C-os víznek 101325 Pa nyomáson.*

*A mesékből, mondákból ismerhetünk még ezen kívül is számos űrmértéket: akó, véka, gallon, pint. Ezek egy része más országokban még ma is használatos.*

*A liternek szokás tört részeit is megadni SI prefixumokkal, ezekkel kifejezve*

$$\begin{aligned} \mathbf{1\ liter} &= 10 \text{ deciliter (jele: dl)} \\ &= 100 \text{ centiliter, (jele: cl)} \\ &= 1\ 000 \text{ milliliter, (jele: ml)} \end{aligned}$$

*Többszörösei közül csak a hekto (100-szoros) előtagot szokás használni, az ennél nagyobb térfogatokat az SI alapegység köbméterrel fejezzük ki.*

Annak ellenére, hogy másból származtatjuk, mégis 1 liter megközelítően azonos 1 köbdeciméterrel, így 1 köbcentiméter is azonos 1 milliliterrel.

## A térfogatot befolyásoló tényezők

A testek tömege független a mérési helytől és a mérési körülményektől. A testek térfogatáról mindez nem mondható el, mert a térfogatot a mérési körülmények befolyásolják.

A térfogatot befolyásoló paraméterek a **hőmérséklet** és a **nyomás**.

Az anyagok nagy része melegítéskor kitér, hűtéskor összehúzódik. Ha tehát a térfogatot meg akarjuk mérni, akkor azt a hőmérsékletet is meg kell adni, amelyen a mérést végezzük. A testek térfogatát általában szobahőmérsékletre (20 °C-ra) vonatkoztatjuk, így méréskor biztosítani kell ezt a hőmérsékletet.

A szilárd és folyékony halmazállapotú anyagok gyakorlatilag összenyomhatatlanok, a gázok azonban a nyomás változásával változtatják a térfogatukat. A térfogatot általában normál lég-

köri nyomáson (0,1 MPa) mérjük. Szilárd és folyékony anyagok esetén a nyomás kismértékű változása nincs hatással a térfogatra, gázok esetén azonban a térfogat fordítottan arányos a nyomással (ha a hőmérséklet közben nem változik).

### Szilárd anyagok térfogatának mérése

Szabályos alakú szilárd testek térfogatának meghatározása hosszúságméréssel történhet. Megmérjük a szabályos test jellemző méreteit, majd kiszámítjuk a térfogatát.

Szabálytalan alakú testek térfogatát merüléssel határozhatjuk meg. Ehhez olyan folyadékot kell választanunk, amelyben a szilárd anyag nem oldódik. Ha a szilárd anyagot folyadékba mártjuk, akkor teljes merülésekor annyi folyadékot szorít ki, amennyi a saját térfogata. Ha megmérjük a szilárd test által kiszorított folyadék térfogatát, akkor megkapjuk a saját térfogatát.

### Folyadékok térfogatának mérése

A folyadékok az edényt alulról felfelé egyenletesen töltik ki a térfogatuknak megfelelő mértékben, felveszik az edény alakját és felszínük vízszintes. Ezek a tulajdonságok alkalmassá teszik a folyadékokat arra, hogy térfogatukat erre a célra készített térfogatmérő eszközzel mérjük meg.

A laboratóriumi térfogatmérő eszközök üvegből készültek és hitelesítettek (kalibráltak). Ez azt jelenti, hogy készítésükkor az edényen pontosan jelölték, hogy a kalibráció hőmérsékletén (általában 20 °C-on) meddig kell az edényt folyadékkal megtölteni, vagy mennyi folyadékot kell belőle kivenni, hogy meghatározott térfogatú folyadékunk legyen. Ha a hitelesítés úgy történik, hogy az edényben levő folyadék térfogata pontos, akkor **betöltésre kalibrált** az eszköz. Amennyiben az eszközzel kimért térfogat a pontos, akkor **kifolyásra kalibrált**.

### Térfogatmérő eszközök

#### Mérőlombik



A **mérőlombik** a laboratóriumi üvegedények egy típusa, amelyet az analitikai kémiában használnak pontos térfogatú illetve koncentrációjú oldatok készítésére. Általában üvegből, esetleg műanyagból készítik. Lapos fenekű, öblös hasú alja van, hosszú keskeny nyak kapcsolódik hozzá, mely ledugaszolható. A dugót üvegből vagy kémiailag ellenálló műanyagból készítik. A nyakon egyetlen gyűrű alakú vésett vagy festett jelzés van. A hasán feltüntetik a mérőlombik térfogatát és kalibrációs hőmérsékletét.

A leggyakoribb méretek 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000 és 2000 cm<sup>3</sup> térfogatúak. Főleg ismert térfogatú oldatok készítésére használják.

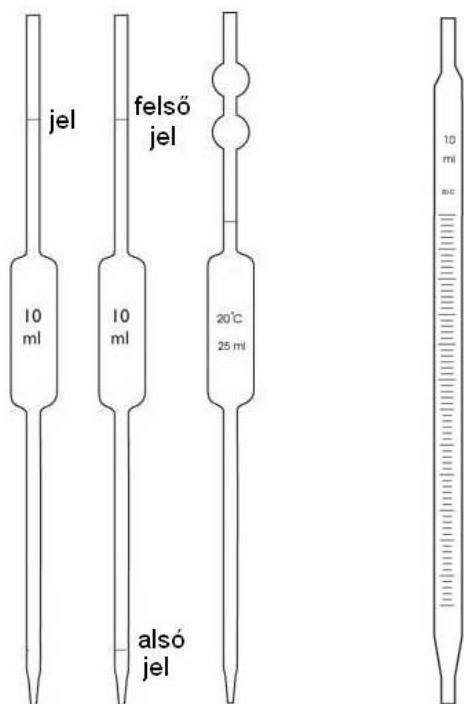
Betöltésre kalibrált eszköz, jelre töltve a benne levő folyadék térfogata felel meg pontosan a hasára írt térfogatnak.



## Pipetták

A pipetták közepén hengeresen vagy gömbszerűen kiszélesedő, egyik végükön kihúzott üveg-eszközök. Alakjuk és használatuk szerint két típusuk van: hasas és osztott pipetta.

A **hasas pipetta** középső része kiöblösödik, alsó része elszűkülő végű, felül egyenletes keresztmetszetű. Csak egy adott térfogatú folyadék kimérésére alkalmas eszköz. Egy- és kétjelű kivitelben készül.



<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/kemia/altalanos-kemia/2/terfogat-es-surusegmero-eszkozok/merolombik>

<http://www.directindustry.it/prod/brand/pipette-tarate-28307-458628.html>

**Egyjelű** pipetta használatakor a felszívott és jelre állított folyadékot a pipettából teljesen kifolyatva, **kétjelű** pipetta esetén a két jel közötti mennyiségű folyadékot kifolyatva mérjük ki az adott térfogatot.

Az **osztott pipetta** (vagy mérő pipetta) alakját tekintve abban különbözik a hasas pipettától, hogy kiöblösödő része hosszabb és egyenletes keresztmetszetű. Használata különbözik abban, hogy több kisebb, tetszés szerinti térfogatrészletet mérhetünk ki vele. Oldalán többnyire 0,1 cm<sup>3</sup>-es beosztású skála található. A mérés során először a felső jelig (nulláig) szívjuk fel a folyadékot, majd a beosztáson követhetjük, hogy mekkora térfogatú folyadékot engedünk ki belőle.

Egyre elterjedtebb az ún. **automata pipetta** is. Ez cserélhető, kb. 10 cm hosszúságú és 1 cm átmérőjű, végén beszűkített műanyag szívócsővel (pipetta-hegy) ellátott dugattyús megoldású eszköz, amely vagy adott térfogat kimérésére szolgál, vagy kisebb intervallumban (pl. 1-5 cm<sup>3</sup>) beállítható a kívánt folyadéktérfogat is. Pontossága kissé elmarad a hagyományos üveg eszközökétől, a gyorsaság és a kiváló ismételhetőség azonban nagyon előnyös sorozatmérések esetén, így jól helyettesíti az osztott-pipettát.

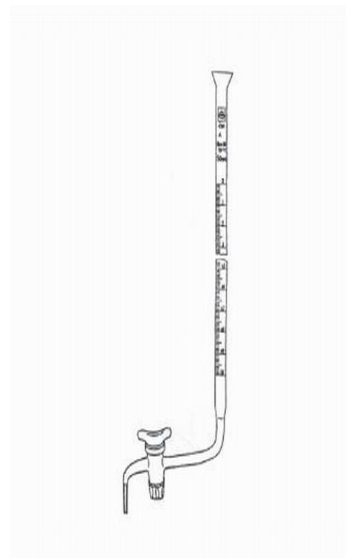


A pipetták kifolyásra kalibrált eszközök, a belőlük kifolyatott folyadék térfogata felel meg pontosan a hasára írt térfogatnak.

## Büretta

A **büretta** általánosan használt alakjában egyenletes keresztmetszetű, általában 1 cm átmérőjű, 10-25-50 cm<sup>3</sup> összterefogatú mérőcső, lényegében az osztott pipettához hasonló eszköz, amelyet függőlegesen állványba fogva használunk. Az alul kissé beszűkített, egyenes, vagy meghajlított cső csiszolatos csappal elzárható. Felső, nyitott végén a folyadék betölthető. A büretta az összterefogaton belül tetszőleges terefogatú folyadékreszletek pontos kimérésére, adagolására (cseppenként is) alkalmas. Leggyakrabban az analitikában mérőoldatok adagolására (terefogatos elemzés) használják.

A büretta is kifolyásra kalibrált eszköz, a belőle leengedett folyadék terefogata felel meg pontosan.



## Mérőhenger

A mérőhenger olyan talpas üveghenger, amelynek falán beosztás van. Az osztásról leolvasható, hogy a hengert egy adott jelig feltöltve mekkora terefogatú a benne lévő folyadék. A feltüntetett határig bármilyen mennyiségű folyadék mérhető vele. A mérőhenger nem túl pontos mérőeszköz. Akkor használjuk, ha az anyag terefogatát elegendő csak közelítő pontossággal megadni. A mérőhengert adott terefogatú oldószer, vagy oldat kimérésére használjuk.



A laboratóriumi sorozatméréseknél nagy segítséget jelentenek a tartályos folyadékadagoló eszközök, amelyek a folyadékot adagolófejjel ellátott üveg tartályban tárolják. Az adagolófej tulajdonképpen a fecskendőhöz hasonlóan működik, a beállított terefogatú folyadék felszívását és kinyomását biztosítja. Pontossága kb. a mérőhengerével egyezik meg, de az ismételtetés miatt használata a sorozatméréseknél előnyös.

A terefogatmérő eszközök csoportosítása kalibrációjuk és pontosságuk szerint

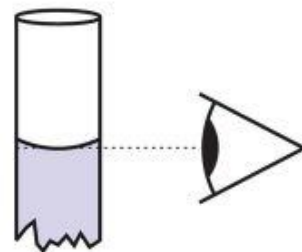
	<b>kalibráció</b>	<b>pontosság</b>
mérőlombik	betöltésre	pontos
pipetta	kifolyásra	pontos
büretta	kifolyásra	pontos
mérőhenger	kifolyásra	kevésbé pontos

## A térfogatmérés szabályai

- A térfogatmérő eszközöket melegíteni vagy erősen hűteni nem szabad.
- Csak olyan hőmérsékleten használhatók és mérnek pontosan, amelyre hitelesítve vannak.
- Az eszközöket tisztán, zsírinteszen használjuk. Ez különösen fontos a térfogatmérés esetén, mert a zsíros üveg falán cseppekben sok folyadék megtapad, és ez pontatlanná teszi a mérést.
- Kifolyásra kalibrált eszközök leolvasásánál kb. 30 másodpercig várni kell a falra tapadt folyadékréteg utánfolyása miatt.
- Kis keresztmetszetű eszközök (pipetták, buretta) feltöltésénél ügyelni kell a buborékmentességre.
- Egyjelű pipetta használata esetén tilos a végében maradó folyadék kifújása, kirázása.
- Minden térfogatmérő eszközt függőlegesen tartva, szemmagasságban olvassunk le!
- A folyadékok térfogatának pontos méréséhez elengedhetetlen a folyadékfelszín (meniszkusz) pontos beállítása. Mindig a meniszkusz közepét állítjuk a jelre.

### A meniszkusz

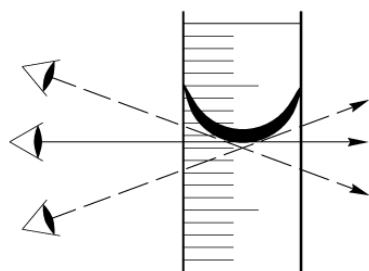
*A különböző folyadékok térfogatát mérőhengerrel tudjuk megmérni. A meniszkusz alakja miatt nem mindegy, hogy melyik részét tekintjük a folyadék szintjének. A laboratóriumi technikában megállapodás alapján méri meg a térfogatot. A bemérésnél, illetve a szint leolvasásánál figyelniünk kell arra, hogy nedvesítő vagy nem nedvesítő folyadékról van-e szó. A színtelen és színes folyadékok leolvasása sem azonos módon történik.*



Folyadékoszlop magasságának leolvasása

*Nedvesítő, színtelen folyadékok esetében a meniszkusz alsó szintjét, míg színes folyadékoknál a felső szintjét vesszük figyelembe. Domború meniszkusznál a felszín teteje a mérvadó.*

*A leolvasásnál fontos, hogy elkerüljük az ún. parallaxis hibát. Ez a leolvasási hiba akkor áll elő, ha a szemünk nincs egy szintben a felszínnel.*



A parallaxis hiba

forrás: <http://tudasbazis.sulinet.hu>

Veszélyes anyagok, tömény savak, mérgek, illékony folyadékok pipettázására merülő pipettát, vagy pipettára húzható gumilabdát használunk. A merülő pipettába nem szívjuk fel a folyadékot, hanem megvárjuk, míg a folyadék a bemerülő pipettába áramlik, és a jelzés fölé nyomul. Ezután kissé kiemelve már közönséges pipettaként használható.

## Térfogatmérési gyakorlatok

### 1. Osztott pipetta csepptérfogatának meghatározása

Töltse meg csapvízzel és állítsa jelre a pipettát!  
Cseppenként adagoljon ki belőle 50 cseppet!  
Olvassa le a kiengedett víz térfogatát!  
Számolja ki egy csepp víz átlagos térfogatát!  
Az eredményt normál alakban,  $\text{cm}^3$ -ben adja meg!

Mintafeladat:

Az 50 csepp térfogata:  $1,9 \text{ cm}^3$

Egy csepp térfogata:  $1,9/50 = 3,8 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^3$

### 2. Büretta csepptérfogatának meghatározása

Töltse meg csapvízzel és állítsa jelre a bürettát!  
Cseppenként adagoljon ki belőle  $5,00 \text{ cm}^3$ -nyit!  
Számolja meg a cseppeket!  
Számolja ki egy csepp víz átlagos térfogatát!  
Az eredményt normál alakban,  $\text{cm}^3$ -ben adja meg!

Mintafeladat:

Az  $5,00 \text{ cm}^3$  térfogatban levő cseppek száma: 134

Egy csepp térfogata:  $5,00/134 = 3,73 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^3$

### 3. Vízcseppek sugarának meghatározása

Osztott pipettát töltsön meg vízzel és állítsa jelre!  
Cseppentsen ki 30 cseppet és olvassa le a térfogatát!  
Számolja ki egy vízcsepp térfogatát!  
Számolja ki a vízcsepp sugarát!  
Az eredményt normál alakban,  $\text{cm}$ -ben adja meg!

Mintafeladat:

A 30 csepp térfogata:  $1,1 \text{ cm}^3$

Egy csepp térfogata:  $\frac{1,1}{30} = 3,7 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^3$

A gömb térfogata:  $V = \frac{4r^3\pi}{3}$

A csepp sugara:  $r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 3,7 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 3,14}} = 2,1 \cdot 10^{-1} \text{ cm}$

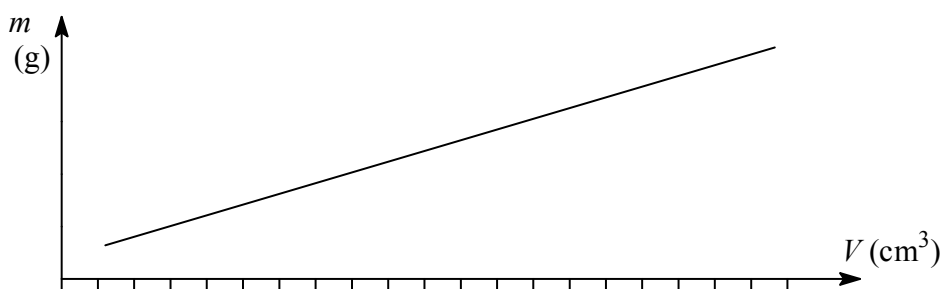
### 4. Mérés osztott pipettával

Mérje le táramérlegben egy tiszta, száraz főzőpohár tömegét!  
Csapvízzel töltsön meg és állítson jelre egy  $10 \text{ cm}^3$ -es pipettát!  
Mérjen a főzőpohárba  $1 \text{ cm}^3$  vizet és mérje meg a tömegét!

Állítsa ismét jelre a pipettát és mérje meg  $2\text{ cm}^3$  víz tömegét!  
 A méréseket így folytassa a pipetta térfogatának megfelelően!  
 Mérési adatait foglalja táblázatba!

Mérés sorszáma	Kimért térfogat	Mért tömeg
1.		
...		
10.		

Készítse el a térfogat-tömeg grafikont!



## 5. Pipetta kalibrálása

Mérje le analitikai mérlegen egy tiszta, száraz főzőpohár tömegét!  
 Ioncserélt vízzel töltsön meg és állítson jelre egy  $10$  (vagy  $25$ )  $\text{cm}^3$ -es pipettát!  
 Mérjen a főzőpohárba  $2$  (vagy  $5$ )  $\text{cm}^3$  vizet és mérje meg a tömegét!  
 Állítsa ismét jelre a pipettát és mérje meg  $4$  (vagy  $10$ )  $\text{cm}^3$  víz tömegét!  
 A méréseket így folytassa a pipetta térfogatának megfelelően!  
 Mérje meg a víz hőmérsékletét!  
 Keresse ki táblázatból a víz sűrűségét!

Eredményeit foglalja táblázatba!

Mérés sorszáma	Kimért térfogat	Mért tömeg	Valós térfogat
1.			
...			
5.			

Készítse el a kalibrálási görbét!

## 6. Üveggolyók térfogatának meghatározása

Egy  $100\text{ cm}^3$ -es mérőhengerbe tegyen  $50\text{ cm}^3$  vizet!  
 Ezután óvatosan engedjen a vízbe  $15$  db üveggolyót!  
 Olvassa le a mérőhengerben a víz és a golyók együttes térfogatát!  
 Számolja ki a  $15$  üveggolyó térfogatát!

Számolja ki egy darab üveggolyó átlagos térfogatát!

Mintafeladat:

Az üveggolyók és a víz együttes térfogata:  $62 \text{ cm}^3$

Az üveggolyók térfogata:  $62 \text{ cm}^3 - 50 \text{ cm}^3 = 12 \text{ cm}^3$

Egy üveggolyó átlagos térfogata:  $12/15 = 0,80 \text{ cm}^3$

## 7. Sörét térfogatának meghatározása

Mérje le egy üres, száraz piknométer tömegét analitikai mérlegen!

Tegyen a piknométerbe 10 db sörétet és így is mérje le a tömegét!

A piknométert töltsse fel desztillált vízzel, állítsa jelre és mérje le a piknométer+ sörétek + desztillált víz tömegét!

Mérje le a csak desztillált vízzel telitöltött piknométer tömegét!

Mérje meg a desztillált víz hőmérsékletét!

Számolja ki a sörétek együttes térfogatát!

Számolja ki egy darab sörét átlagos térfogatát!

Mintafeladat:

A piknométer tömege:  $16,3320 \text{ g}$

A piknométer és a sörétek tömege:  $27,0820 \text{ g}$

A piknométer + sörétek + víz tömege:  $42,8900 \text{ g}$

A vízzel töltött piknométer tömege:  $33,1266 \text{ g}$

A víz hőmérséklete:  $22,5 \text{ }^\circ\text{C}$

A piknométert megtöltő víz tömege:  $33,1266 \text{ g} - 16,3320 \text{ g} = 16,7946 \text{ g}$

A sörétek feletti víz tömege:  $42,8900 \text{ g} - 27,0820 \text{ g} = 15,8080 \text{ g}$

A kiszorított víz tömege:  $16,7946 \text{ g} - 15,8080 \text{ g} = 0,9866 \text{ g}$

A víz sűrűsége:  $0,9977 \text{ g/cm}^3$

A kiszorított víz térfogata:  $V = \frac{0,9866}{0,9977} = 0,9889 \text{ cm}^3$

A 10 db sörét térfogata:  $0,9889 \text{ cm}^3$

Egy darab sörét átlagos térfogata:  $9,889 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^3$

## Hőmérsékletmérés

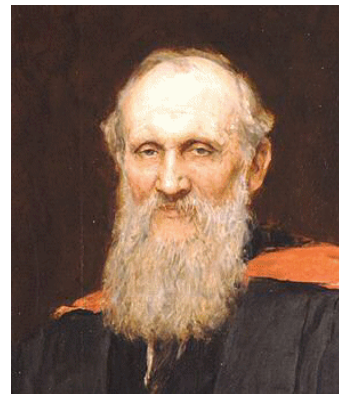
A **hőmérséklet** a testek felmelegedésének mértéke, az anyagok belső energiájára utaló fizikai jellemző. Az SI mértékrendszerben alapmennyiség.

Jele: ***T***

Alapmértékegysége: **K** (kelvin)

A hőmérséklet mérésére a tudományos életben használt skálát **Kelvin-skálának**, vagy **abszolút hőmérsékleti skálának** nevezzük, Kelvin angol fizikusról. Alappontja a hőmérsékleti abszolút nulla.

Ugyanolyan beosztású, mint a hétköznapi életben használt Celsius-skála, alappontja azonban 273,15 °C-kal alacsonyabban van, mint a jég olvadáspontja. Ezt nevezzük abszolút 0 foknak, ugyanis ezen a ponton megáll a testekben a részecskék mozgása. A Kelvin-skála szerint a jég 273,15 K-en olvad meg, a víz pedig 373,15 K-en forr fel.



Lord Kelvin  
forrás: wikipedia

### Egyéb hőmérsékleti skálák

#### Celsius-skála

Bevezetője Anders Celsius. A legelterjedtebb hőmérsékleti skála a közéletben, az európai kontinensen.

Jele: ***t***.

Alapmértékegysége: °C (celsius fok)

Ezen a skálán légköri nyomás mellett az olvadó jég hőmérséklete jelenti a 0 °C értéket, a forrásban levő víz hőmérséklete pedig a 100 °C. Egysége tehát ennek az intervallumnak a század része.



Anders Celsius  
forrás: wikipedia

#### Fahrenheit-skála

Bevezetője Daniel Gabriel Fahrenheit. Az 1700-as évektől széles körben használják, napjainkban főképp az amerikai kontinensen.

A Fahrenheit-skála nulla pontja az általa kísérleti úton előállított legjobban lehűlő sós oldat fagyáspontja, a másik alappontja az emberi test hőmérséklete volt. Ezt a hőmérsékleti tartományt az oszthatóság kedvéért 96 egységre bontotta (így a víz fagyáspontja éppen 32 °F). Mértékegysége: °F (Fahrenheit-fok)

## A hőmérséklet mértékegységeinek átváltása

A tudományos életben használt Kelvin-skála és kontinensünkön használt Celsius-skála alap-pontjában (0 K és 0 °C) különbözik, de egységeiben megegyezik (1 K-nyi hőmérsékletváltozás éppen 1 °C-nyi hőmérsékletváltozást jelent).

0 °C hőmérséklet 273 K

$$T = t + 273 \text{ és } t = T + 273$$

### Mintafeladat:

$t = 25 \text{ °C}$  az abszolút hőmérsékleti skálán  $T = 25 + 273 = 298 \text{ K}$

$t = -134 \text{ °C}$  az abszolút hőmérsékleti skálán  $T = -134 + 273 = 139 \text{ K}$

$T = 403 \text{ K}$  a Celsius-skálán  $t = 403 - 273 = 130 \text{ °C}$

$T = 154 \text{ K}$  a Celsius-skálán  $t = 154 - 273 = -119 \text{ °C}$

## A hőmérséklet mérése

A hőmérséklet mérésére szolgáló eszközök a **hőmérők**.

A testek hőmérsékletében bekövetkező változás sok egyéb fizikai tulajdonság megváltozásával járhat. Hőmérsékletváltozás hatására megváltozhat a testek térfogata, halmazállapota, elektromos tulajdonságai, színe stb.

Ezek közül a hőmérséklet mérésére azok az anyagi jellemzők használhatók fel, amelyek arányosan változnak a hőmérséklet változásával. Ezek a következők:

- térfogat
- elektromos ellenállás
- elektromos feszültség
- szín

## A hőmérők típusai



for-  
rás: tudasbazis.sulinet.hu

A **térfogatváltozáson** alapuló hőmérők:

Ezeknek két típusa van: a folyadékok, illetve a fémek hőtágulásán alapuló hőmérők.

### Folyadéktöltésű hőmérők

A folyadékok térfogata a hőmérséklettel arányosan változik. Melegítésre kitágulnak, hűtésre csökken a térfogatuk. Ilyen hőmérők készítésére leggyakrabban higanyt vagy színesre festett borszeszt (etilalkohol) használnak.





forrás: <http://www.ofi.hu/tudastar>

### **Bimetall hőmérők**

A szilárd anyagok hőtágulása azonos hőmérsékletváltozás esetén is különböző. Ha két különböző fémot összehengerelnek, a hőmérséklet emelkedés az egyik fém nagyobb megnyúlását idézi elő, ezáltal az összehengerelt rúd meggörbül. A görbület mértéke a hőmérsékletváltozással arányos.

A **villamos mérésen** alapuló hőmérők:

A hőmérséklet megváltozásával arányosan változik a fémek ellenállása, vagy két érintkező fémek kialakuló elektromos potenciálkülönbség.



forrás: <http://www.ofi.hu/tudastar>

### **Ellenállás hőmérők**

Tág mérési határok között használhatók. Működésük alapja, hogy a fémek ellenállása a hőmérséklet emelkedésével növekszik.



forrás: internet

### **Termoelemek**

Két különböző anyagú, egyik végén összeforrasztott fémből készülnek. Ha az összeforrasztott helyen melegítjük, akkor a szabad végek között feszültségkülönbség keletkezik, amelynek nagysága arányos a hőmérséklettel.

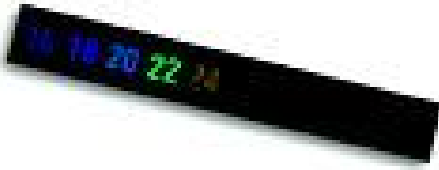
A **színváltozáson** alapuló hőmérők



forrás: <http://www.tme.eu>

### **Optikai pirométerek**

Az izzó testek által kibocsátott fényt egy másik mérőtest színével hasonlítják össze. Előnyük, hogy távolról és igen magas hőmérsékleten használhatók.



forrás: internet

### Folyadékkristályos (digitális) hőmérők

A folyadékkristályok átmenetet képeznek a szilárd kristályok és folyadékok között. Ezek az anyagok hosszú, vékony molekulákból állnak, amelyek rétegeket alkotva egymás mellé rendeződnek. A folyadékkristályok részecskéinek rétegei közötti távolság függ a hőmérséklettől. Nagyobb hőmérsékleten a folyadékkristály molekulái gyorsabban rezegnek, ami megnöveli a rétegek közötti távolságot. Ez a távolság szabja meg, hogy milyen színű fényt nyelődik el vagy erősödik fel, ezért a folyadékkristályok színe a hőmérséklet változásával változik.

## Hőmérsékletmérés laboratóriumban

### Folyadéktöltésű hőmérők

A folyadékok hőtágulásán alapuló hőmérők egy folyadéktartó gömbből és a hozzá csatlakozó vékony, felső részén zárt üvegcsőből állnak. Ehhez egy skálabeosztás tartozik, amelynek alappontjait a hőmérsékleti fixpontok (a jég olvadáspontja és a víz forráspontja) szolgáltatják.

A folyadékkal telt gömböt olvadó jégbe teszik, majd megjelölik a folyadék szintjét, ez lesz a skála egyik alappontja. (0 °C)

Ezután standard nyomáson forrásban levő vízbe merítik és a folyadékszint állását ismét megjelölik (100 °C). E két alappont közötti távolságot 100 egyenlő részre osztva kapjuk a hőmérsékleti skálát.



forrás: [www.labsystem.hu](http://www.labsystem.hu)

A skála elhelyezése alapján megkülönböztetünk lemezes és bothémérőt.

A **lemezes hőmérő**ben a skála a kapilláris mögött, ahhoz rögzítve egy üvegtokban helyezkedik el.

Előnye: jól látható a skála

Hátránya: a skála elmozdulhat, kevésbé pontos

A **bothémérő vastag** falú kapilláris, amelynek külső falára maratják a skálabeosztást.

Előnye: pontos, a skála nem tud elmozdulni

Hátránya: kevésbé jól látható

### Digitális kijelzésű hőmérők



Forrás: <http://www.leotrade.hu>

Ezek úgy működnek, hogy az érzékelő részét a mérendő hőmérsékletű folyadékba merítve egy digitális kijelzőn közvetlenül leolvashatjuk a hőmérsékletet.

## Hőmérsékletmérési gyakorlatok

### 1. Víz felmelegedésének és lehűlésének vizsgálata

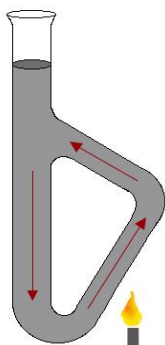
- Egy főzőpohárba tegyen kb. 200 cm<sup>3</sup> vizet!
- Helyezze a főzőpoharat vasháromlábbon levő kerámia lapra!
- Egy szűrőállványra szereljen fel egy hőmérőt!
- Helyezze el a hőmérőt a vízben úgy, hogy a hőmérő gömbje annak közepén legyen!
- Melegítse gázégővel kis lángon, egyenletesen, kevergetve a vizet!
- Percenként olvassa le a víz hőmérsékletét!
- Forralja 3 percig a vizet, majd zárja el a gázégőt!
- Olvassa le a víz hőmérsékletét 5 percenként!
- A mérési adatokat foglalja táblázatba!

idő (min)	hőmérséklet (°C)	tapasztalat, megfigyelés
0	23	
1	25	
...	...	...
	100	a víz forr
	100	a víz forr
	100	a víz forr
...	...	...

Készítse el a víz felmelegedési és lehűlési görbéjét! (idő-hőmérséklet grafikon)

### 2. Ismeretlen szilárd anyag olvadáspontjának meghatározása

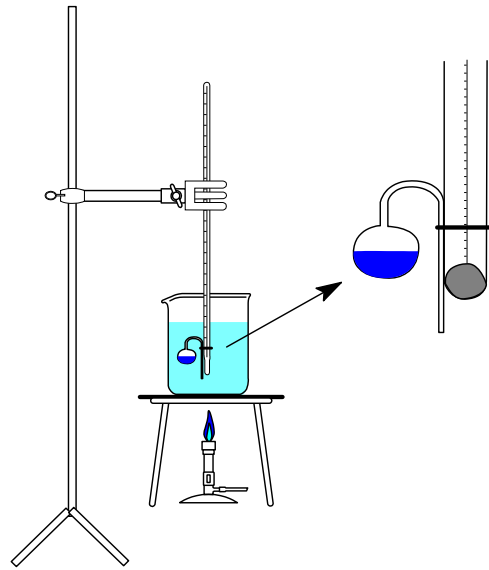
- Adjon be egy tiszta, sorszámossal ellátott óraüveget!
- Az ezen kapott szilárd mintát - ha szükséges – porítsa el!
- Tegyen az anyagból egy kis mennyiséget egyik végén zárt kapillárisba és ejtőcső segítségével tömörítse!
- A kapillárist helyezze a Thiele-féle készülék oldalcsövébe úgy, hogy a vizsgálandó anyag a hőmérő higanygömbjéhez kerüljön!
- Óvatosan, lassan, kis lánggal kezdje melegíteni, hogy egyenletesen melegedjen a paraffinolaj!
- Az olvadáspontot akkor olvassa le, amikor az anyag a kapillárisban olvadni kezd!



forrás: wikipedia

### 3. Ismeretlen anyag forráspontjának meghatározása

- Állítsa össze a meghatározáshoz szükséges eszközöket!
- Egy főzőpohárba tegyen kb. 200 cm<sup>3</sup> vizet!
- Helyezze a főzőpoharat vasháromlábban levő kerámia lapra!
- Egy szűrőállványra szereljen fel egy hőmérőt!
- Helyezze el a hőmérőt a vízben úgy, hogy a hőmérő gömbje annak közepén legyen!
- A kapillárisban végződő üveggömböt óvatosan melegítse meg!
- A kapillárist helyezze a meghatározandó folyadékba!
- Óvatosan fújja a gömböt addig, amíg kb. 2/3-ig felszívódik az anyag!
- Az üveggömböt rögzítse a hőmérő gömbjéhez!
- Helyezze a főzőpohárban levő vízbe úgy, hogy pontosan a közepén legyen!
- Melegítse a vizet – folyamatos kevergetés mellett – addig, amíg a buborékok távozása folyamatossá válik!
- Olvassa le a hőmérsékletet és szüntesse meg a melegítést!
- Amint a folyadék behúzódik a kapillárisba, olvassa le az ehhez tartozó hőmérsékletet!
- Számítsa ki a két hőmérséklet átlagát!



## Sűrűségmérés

A **sűrűség** egységnyi térfogatú anyag tömege. Az SI mértékrendszerben származtatott mennyiség.

Jele:  $\rho$  (görög: ró)

Alapmértékegysége:  $\text{kg/m}^3$  (kilogramm/köbméter)

Egy anyag **átlagos sűrűsége** egyenlő a teljes tömeg és a teljes térfogat hányadosával. A sűrűség tehát számítható az alábbi módon:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{ahol} \quad \begin{array}{l} \rho \text{ a test sűrűsége ( kg/m}^3\text{)} \\ m \text{ a test teljes tömege (kg)} \\ V \text{ a test teljes térfogata ( m}^3\text{)} \end{array}$$

### A sűrűséget befolyásoló tényezők

A testek tömege független a mérési helytől és a mérési körülményektől. A testek térfogatáról mindez nem mondható el, mert a térfogatot a mérési körülmények befolyásolják. Az anyagok sűrűségét tehát ugyanazok a tényezők befolyásolják, amelyek a térfogatot is.

A sűrűséget befolyásoló paraméterek a **hőmérséklet** és a **nyomás**.

Ha a sűrűséget meg akarjuk mérni, akkor azt a hőmérsékletet is meg kell adni, amelyen a mérést végezzük.

A szilárd és folyékony halmazállapotú anyagok gyakorlatilag összenyomhatatlanok, a gázok azonban a nyomás változásával változtatják a térfogatukat. Szilárd és folyékony anyagok esetén a nyomás kismértékű változása nincs hatással a sűrűségre, gázok esetén azonban a sűrűség egyenesen arányos a nyomással.

### A sűrűség mértékegységeinek átváltása

A  $\text{kg/m}^3$  kis mértékegység, nagy mérőszám tartozik hozzá, ezért használunk ettől eltérő mértékegységeket is. Laboratóriumi körülmények között a  $\text{kg/dm}^3$ -t és a  $\text{g/cm}^3$ -t, a hétköznapi életben sokszor a  $\text{q/m}^3$ -t.

A sűrűség mértékegységei és a váltószámok:

$$\frac{\text{kg/m}^3}{10^3} < \text{kg/dm}^3 = \text{g/cm}^3 \quad \text{kg/m}^3 < \frac{\text{q/m}^3}{10^2}$$

Néhány ismert anyag sűrűsége különböző mértékegységben 20 °C hőmérsékleten (kiv. víz):

	$\text{kg/m}^3$	$\text{g/cm}^3$ (vagy $\text{kg/dm}^3$ )	$\text{q/m}^3$
víz (4 °C-on)	1000	1,000	10,00
alumínium	2700	2,700	27,00
arany	19300	19,300	193,00
éter	710	0,710	7,10
olaj	920	0,920	9,20
fenyőfa	500	0,500	5,00

## Folyadékok sűrűségének meghatározása

### Sűrűségmérés areométerrel

Folyadékok sűrűsége meghatározható úszó eszközzel, areométerrel.

Az areométer üvegből készült, az alsó részén kiszélesedő, felül hosszú, zárt csőben végződő eszköz. A folyadékban való függőleges úszását az alján lévő higany- vagy sörétnehezék biztosítja. A hosszú csövön skála található.

A mérés elve Archimedes törvényén alapszik, amely szerint addig süllyed az areométer a vizsgálandó folyadékba, amíg az általa kiszorított folyadék súlya egyenlő nem lesz az egész areométer súlyával. Következésképpen, minél nagyobb a folyadék sűrűsége, annál kevésbé fog az eszköz belemerülni. A folyadék sűrűségét közvetlenül az areométeren lévő skálabeosztásról lehet leolvasni, amely a merülés mértékének függvénye. Egy-egy areométer adott sűrűsértományban alkalmazható. Ennek megfelelően kétféle areométert alkalmaznak a méréseknél. A **kereső areométereket** alkalmazzák a vizsgálandó folyadék sűrűségének közelítő meghatározásához, illetve a mérési tartomány kiválasztásához. A tényleges méréshez pedig csak abban a tartományban alkalmazható pontosabb, **mérő areométert** használnak. Az areométer mérési tartományát, érzékenységét a tömegével és méreteivel lehet befolyásolni.

Mérési szabályok:

A folyadékot tartalmazó, kimosott üveghengert öblítsük át kétszer a meghatározandó folyadék kis részleteivel!

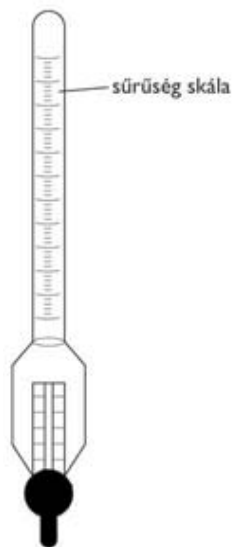
A folyadék hőmérséklete az areométer hitelesítésének megfelelő legyen!

A hengerben levő folyadékba az areométert lassan engedjük bele.

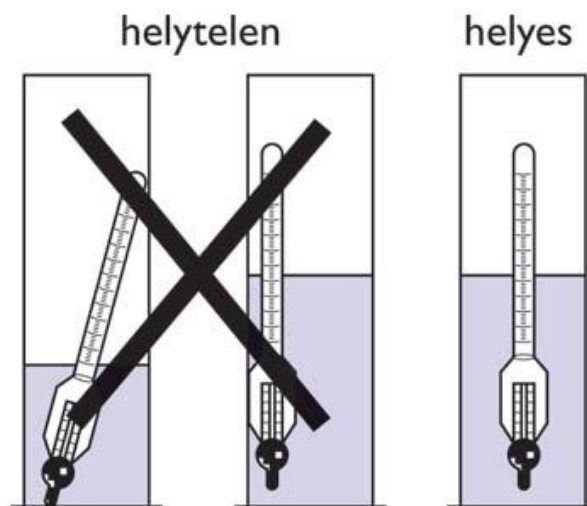
Ügyeljünk arra, hogy a mérőeszköz függőlegesen merüljön bele a mérendő folyadékba.

Az areométer szabadon ússzon, ne érjen az edény falához!

Az eszközt szemmagasságban olvassuk le!



Areométer



Areométer helytelen és helyes használata

forrás: <http://tudasbazis.sulinet.hu>

## Sűrűségmérés piknométerrel



forrás:

<http://vcsaba93.uw.hu/html/4fejezet/surusegmero/piknometer.html>

A piknométer üvegből készült, kis tömegű, becsiszolt dugós hasas edény. Térfogata 10-50 cm<sup>3</sup> közötti. A hőmérséklet mérése céljából egyes típusokba csiszolatos csatlakozással hőmérőt lehet illeszteni.

A piknométeres folyadéksűrűség mérés elve, hogy ismert sűrűségű és tömegű folyadékkal meghatározható a piknométer térfogata. A vizsgálandó anyag tömegét lemérve az ismert térfogatú piknométerben, könnyen kiszámolható az anyag sűrűsége. Analitikai mérleget használva ez a módszer pontosabb az areométeresnél.

A feladat elvégzése három tömegmérést és egy hőmérsékletmérést igényel. Megmérjük a piknométer tömegét üresen ( $m_p$ ), a vizsgálandó folyadékkal megtöltve ( $m_{p+f}$ ) és vízzel töltve ( $m_{p+v}$ ), majd megmérjük a víz hőmérsékletét. Táblázatból kikeressük az adott hőmérsékletű víz sűrűségét ( $\rho_v$ ).

A számítás módja: 
$$\rho = \frac{m_{p+f} - m_p}{m_{p+v} - m_p} \cdot \rho_n$$

A piknométer és a meghatározandó folyadék együttes tömegéből kivonjuk a piknométer tömegét, így megkapjuk a folyadék tömegét. A piknométer és víz tömegéből kivonva a piknométer tömegét a víz tömegéhez jutunk.

## Sűrűségmérés digitális sűrűségmérővel

Használatuk egyszerű. Felszívjuk a mérendő folyadékot és leolvassuk a sűrűségét.



## Szilárd anyagok sűrűségének meghatározása piknométerrel

A piknométeres mérés szilárd anyagok sűrűségének megállapítására is alkalmas. Ekkor a szilárd anyag tömegét megmérjük, majd a térfogatát az általa kiszorított folyadék térfogatának meghatározásával állapítjuk meg. A méréshez csak olyan folyadék használható, amelyben a vizsgált szilárd anyag nem oldódik és sűrűsége kisebb, mint a szilárd anyagé.

Ekkor négy tömegmérést kell végezni. Először a száraz, tiszta piknométer tömegét ( $m_p$ ) mérjük meg, majd a piknométer és a benne levő szilárd anyag együttes tömegét ( $m_{p+sz}$ ). Ezután az alkalmas folyadékkal jelre töltjük a szilárd anyagot is tartalmazó piknométert és így is megmérjük a tömegét ( $m_{sz+f}$ ) végül a piknométert a folyadékkal megtöltve ( $m_f$ ). A sűrűségét a szilárd anyag tömegének valamint térfogatának hányadosaként számítjuk ki. A szilárd anyag térfogatát úgy kapjuk meg, hogy a szilárd anyag által kiszorított folyadék térfogatát számoljuk. A számítás módja:

$$\rho = \frac{m_{p+sz} - m_p}{(m_{p+v} - m_p) - (m_{sz+f} - m_{p+sz})} \cdot \rho_n$$

### Sűrűségmérési gyakorlatok

#### 1. Sűrűségmérés areométerrel

- Mérje ki az „A”, „B” vagy „C” oldatból a feladatul kapott térfogatot egy tiszta, száraz lombikba!
- Egészítse ki vízzel 800 cm<sup>3</sup>-re!
- Homogenizálja az oldatot!
- A sűrűségmérő hengert öblítse ki egy kevés meghatározandó folyadékkal! (A falán körbefolyatjuk a folyadékot, majd ezt kiöntjük. Az öblítést háromszor megismételjük.)
- Töltse a hengert a meghatározandó folyadékkal olyan magasságig, hogy az areométert beletéve ne folyjék ki!
- A kereső areométert óvatosan, lassan engedje a folyadékba addig, míg nem érzi, hogy már nem lefelé húzza, hanem kismértékben felfelé tolja a kezét!
- Olvassa le a kereső areométert!
- Válasszon egy szűkebb méréshatárú, pontosabb adatot mutató areométert és ezt is mérítse a folyadékba!
- Ügyeljen arra, hogy az areométer ne érjen a henger falához. A leolvasást szemmagasságból végezze!

#### 2. Folyadék sűrűségének meghatározása piknométerrel

- Analitikai mérleggel mérje meg egy üres, száraz piknométer tömegét!
- A piknométert töltsé színültig a vizsgálandó oldattal!
- Zárja le a csiszolatos dugójával, de ügyeljen arra, hogy ez levegőbuborék-mentesen történjen!
- Állítsa jelre a piknométert és kívülről törölje teljesen szárazra!
- Ezután mérje meg az oldattal töltött piknométer tömegét is!
- A piknométert ürítse ki, alaposan öblítse át csapvízzel, majd desztillált vízzel és az előbbiekhöz hasonló módon töltsé meg desztillált vízzel!
- Mérje meg a desztillált vízzel töltött piknométer tömegét!
- Mérje meg a desztillált víz hőmérsékletét!
- Keresse ki táblázatból az adott hőmérsékletű víz sűrűségét!
- A három tömegmérés értékéből a piknométeres sűrűségmérés elve alapján számítsa ki az oldat sűrűségét!



### Mintafeladat:

Az üres piknométer tömege:	19,3344 g
A piknométer és az oldat tömege:	39,5670 g
A piknométer és a víz tömege:	37,6999 g
A víz hőmérséklete:	21 °C
A víz sűrűsége:	0,9980 g/cm <sup>3</sup>

Az oldat tömege:	$39,5670\text{ g} - 19,3344\text{ g} = 20,2326\text{ g}$
A víz tömege:	$37,6999\text{ g} - 19,3344\text{ g} = 18,3659\text{ g}$
A víz térfogata	$V = \frac{m}{\rho} = \frac{18,3659\text{ g}}{0,9980\text{ g/cm}^3} = 18,4027\text{ cm}^3$

Ennyi az oldat térfogata is.

Az oldat sűrűsége:	$\rho = \frac{m}{V} = \frac{20,2326\text{ g}}{18,4027\text{ cm}^3} = 1,0994\text{ g/cm}^3$
--------------------	--

### 3. Szilárd anyag sűrűségének meghatározása piknométerrel

- Analitikai mérlegen mérje meg egy üres, száraz piknométer tömegét!
- A meghatározandó szilárd anyag tetszőleges mennyiségével töltsen meg a piknométert és így is mérje le a tömegét!
- A szilárd anyagot is tartalmazó piknométert töltsen fel desztillált vízzel, állítsa jelre majd így is mérje le a tömeget!  
Üritse ki a piknométert, mossa tisztára és töltsen meg desztillált vízzel!
- Mérje le a csak desztillált vízzel telitöltött piknométer tömegét!
- Mérje meg a desztillált víz hőmérsékletét!
- Keresse ki táblázatból az adott hőmérsékletű víz sűrűségét!
- Számolja ki a szilárd anyag sűrűségét!

### Mintafeladat:

A piknométer tömege:	17,6000 g
A piknométer és a szilárd anyag tömege:	28,2211 g
A piknométer + szilárd anyag + víz tömege:	36,8133 g
A vízzel töltött piknométer tömege:	30,1266 g
A víz hőmérséklete:	19,5 °C
A víz sűrűsége:	0,9983 g/cm <sup>3</sup>

A szilárd anyag tömege:	$28,2211\text{ g} - 17,6000\text{ g} = 10,6211\text{ g}$
A piknométert megtöltő víz tömege:	$30,1266\text{ g} - 17,6000\text{ g} = 12,5266\text{ g}$
A szilárd anyag feletti víz tömege:	$36,8133\text{ g} - 28,2211\text{ g} = 8,5922\text{ g}$
A kiszorított víz tömege:	$12,5266\text{ g} - 8,5922\text{ g} = 3,9344\text{ g}$
A kiszorított víz térfogata:	$V = m/\rho = 3,9344\text{ g} / 0,9983 = 3,9411\text{ cm}^3$
Ez megegyezik a szilárd anyag térfogatával.	
A szilárd anyag sűrűsége:	$\rho = m/V = 10,6211\text{ g} / 3,9411\text{ cm}^3 = 2,6950\text{ g/cm}^3$

## Oldatkészítés

Az anyagi rendszereket csoportosíthatjuk az összetevők (komponensek) száma szerint. Így beszélhetünk egykomponensű és többkomponensű rendszerekről.

A többkomponensű rendszerek közé soroljuk a valódi oldatokat, melyekben legalább két összetevőt különböztethetünk meg: az oldószert és az oldott anyagot. Az oldószer a közeg, melyben szétoszlatjuk az oldandó anyagot. Az oldandó anyag aránya nem tetszőleges, mint az elegyeknél, hanem bizonyos határok között változtatható csak.

Oldatkészítés során érvényesül a „hasonló a hasonlóban” oldódik elv (apoláros anyagok apoláros oldószerekben, poláros anyagok (pl. a sók, ionvegyületek) poláros oldószerekben oldódnak jól).

Ebben a példatárban a sokféle oldat közül a vizes oldatokkal, és a vízzel, mint oldószerral találhatók számolási példák.

Minden oldat áll valamilyen oldószerből és egy (esetleg több) oldott anyagból.

Egyszerűbben:  $OLDAT = OLDÓSZER + OLDOTT ANYAG$

Tömegekkel felírva:  $m(OLDAT) = m(OLDÓSZER) + m(OLDOTT ANYAG)$

**Az oldatok összetételének jellemzése történhet:**

**A) százalékos összetétellel**

- ↳ tömegszázalékos összetétel
- ↳ térfogatszázalékos összetétel
- ↳ mólszázalékos összetétel

**B) koncentrációval:**

- ↳ anyagmennyiség-koncentráció
- ↳ tömegkoncentráció

**C) egyéb összetétel megadási lehetőségek**

Ha az oldat és az oldott anyag mennyiségét tömegegységben adjuk meg, és ezeket arányítjuk egymáshoz, úgy **tömegszázalékos összetételről** beszélünk. Jele:  $w$ . Ez megadja, hogy az **oldat 100 g-jában hány g oldott anyagot** tartalmaz.

Az oldat és az oldott anyag tömegének egymáshoz viszonyított arányát tömegtörtnek nevezük:

$$w = \frac{m(\text{oldott anyag})}{m(\text{oldat})}$$

A gyakorlati életben a tömegtört százszorosát szokás használni és akkor tömegszázalékról beszélünk:

$$w = \frac{m(\text{oldott anyag})}{m(\text{oldat})} \cdot 100(\%)$$

## Oldatok készítése

Oldat készíthető

- ↳ oldószermentes anyagból
- ↳ oldószert tartalmazó anyagból, pl. kristályvizes sóból
- ↳ tömény oldatokból

Oldatok összetételének megváltoztatása

- ↳ hígítással
- ↳ különböző összetételű oldatok keverésével
- ↳ töményítéssel
  - ↳ további oldott anyag feloldásával
  - ↳ az oldószer elpárologtatásával

**Az oldatkészítési feladatokhoz szükséges eszközök:**  
óraüveg, üvegbot, főzőpohár, mérőhenger, folyadéküveg

### 1. Oldatkészítés kristályvízmentes sóból

Készítsen ..... g .....%-os oldatot a ..... számú sóból!

- Számítsa ki a szükséges só és víz mennyiségét!
- Tiszta, száraz főzőpohárba mérje ki a sót gyors táramérleggel!
- Mérőhengerrel mérje ki a vizet!
- Készítse el az oldatot és üvegbottal addig keverje, míg az összes só feloldódik!
- Mérje meg az oldat sűrűségét piknométerrel!
- Tegye el az oldatot egy felcímkézett folyadéküvegben!
- Készítse el a jegyzőkönyvet!

### Mintapéldák, oldatkészítéshez

1. Készítsen 400 g  $w = 20\%$ -os oldatot a 2. számú (vízmentes) sóból! Hány gramm só és hány  $\text{cm}^3$  víz kell az oldat elkészítéséhez?

$$\begin{aligned}m_o &= 400 \text{ g} & w &= \frac{m_{oa}}{m_{oldat}} \cdot 100 \\w &= 20\% & & \\m_{oa} &= ? & 20 &= \frac{m_{oa}}{400} \cdot 100 \\m_{v\acute{z}} &= ? & 20 \cdot 400 &= 100 \cdot m_{oa} \\ & & m_{oa} &= \mathbf{80,0 \text{ g}} \\ & & m_{v\acute{z}} &= 400 - 80 = \mathbf{320 \text{ g}}\end{aligned}$$

**Tehát az oldat elkészítéséhez 80,0 g 2. számú sóra van szükség, amit 320 g kimért vízben oldunk fel.**

2. Készítsen 235 g,  $w = 17,4\%$ -os KCl-oldatot! Hány g sót kell ehhez kimérni, és ezt a sót hány  $\text{cm}^3$  vízben kell feloldani?

**Adatok:**

$$\begin{array}{ll} m_o = 235 \text{ g} & m_{\text{só}} = ? \\ w = 17,4 & m_{\text{víz}} = ? \quad \longrightarrow \quad V_{\text{víz}} = ? \end{array}$$

*Egyik lehetőség:* aránypárral számoljuk a szükséges só mennyiségét! Egyenes arányosság áll fenn az oldat és az oldott anyag tömege között.

$$\begin{array}{ll} 100 \text{ g oldatban} & \longrightarrow \quad 17,4 \text{ g KCl van} \\ \underline{235 \text{ g oldatban}} & \longrightarrow \quad \underline{x \text{ g KCl van}} \end{array}$$

$$x = 40,89 \text{ g KCl}$$

A szükséges víz mennyisége:

$$m_{\text{víz}} = m_{\text{oldat}} - m_{\text{oldott anyag}} = 235 \text{ g} - 40,89 \text{ g} = 194,11 \text{ g H}_2\text{O}$$

Ilyen esetekben élünk azzal az egyszerűsítéssel, hogy a víz sűrűségét  $\rho_{\text{víz}} = 1,000 \text{ g/cm}^3$ -nek vesszük, ezért:

$$m_{\text{víz}} = 194,11 \text{ g} \quad \longrightarrow \quad V_{\text{víz}} = 194,11 \text{ cm}^3 \approx 194 \text{ cm}^3 \text{ víz}$$

*Másik lehetőség: egyenlettel.*

$$w = \frac{m_{\text{oldott-anyag}}}{m_{\text{oldat}}} \cdot 100 \qquad 17,4\% = \frac{m_{\text{oldott-anyag}}}{235\text{g}} \cdot 100$$

$$m_{\text{oldott anyag}} = 40,89 \text{ g KCl}$$

Az oldáshoz szükséges víz mennyisége:

$$m_{\text{oldat}} = 235 \text{ g} - 40,89 \text{ g} = 194,11 \text{ g H}_2\text{O}, \text{ ami megfelel } 194 \text{ cm}^3\text{-nek.}$$

Tehát, **40,89 g KCl**-ot és **194  $\text{cm}^3$  vizet** kell kimérnünk a fenti oldathoz.

3. Egy fiola alján egy kevés kálium-bromidot találtunk.  $w = 22,0\%$ -os oldatot szeretnénk készíteni belőle, ezért megmértük a tömegét, amit 14,50 g-nak találtunk. Hány g oldatot tudunk készíteni ekkora tömegű KBr-ból?

**Adatok:**

$$\begin{array}{ll} m_o = ? & m_{\text{só}} = 14,5 \text{ g} \\ w = 22 & m_{\text{víz}} = ? \quad \longrightarrow \quad V_{\text{víz}} = ? \end{array}$$

$$w = \frac{m_{\text{oldott-anyag}}}{m_{\text{oldat}}} \cdot 100 \qquad 22\% = \frac{14,5 \text{ g}}{m_{\text{oldat}}} \cdot 100$$

$$m_{\text{oldat}} = \frac{14,5 \text{ g}}{22\%} \cdot 100 = 65,91 \text{ g oldatot lehet készíteni.}$$

Az oldat elkészítéséhez szükséges víz mennyisége:

$$m_{\text{víz}} = 65,91 \text{ g} - 14,5 \text{ g} = 51,41 \text{ g vízben lehet feloldani a sót.}$$

Ez megfelel:  $V_{\text{víz}} = 51,41 \text{ cm}^3 \approx 51 \text{ cm}^3$  víznek.

Így az adott tömegű sóból **65,91 g oldat** készíthető.

## 2. Oldat hígítása

Az oldatokkal kapcsolatos számítások (hígítás, keverés, töményítés, kristályvizes sóból oldat, só kikristályosítása) könnyedén elvezethetők a **keverési egyenlet** segítségével.

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_k$$

Az egyenletben a számokkal jelzett adatok az összekeverendő oldatokra, oldószerre, vagy oldott anyagra vonatkoznak. A  $w_k$  a kész (kevert, hígított, vagy töményített) oldat tömegszázalékos összetételét jelenti.

Az egyenlet minden esetben ugyanolyan formájú, csak az egyenlet egyes tagjainak jelentése változik a feladat típusának megfelelően.

A következő feladatokban oldatokat **hígítunk**. Ennek megfelelően a keverési egyenlet értelmezése a következő:

$m_1$	$\cdot$	$w_1$	+	$m_2$	$\cdot$	$w_2$	=	$(m_1 + m_2)$	$\cdot$	$w_k$
hígítandó oldat				oldószer				hígított oldat		
tömege		tömeg%-os összetétele		tömege		tömeg%-os összetétele		tömege		tömeg%-os összetétele

**Fontos!** Akár vízzel, akár másmilyen oldószerrel számolunk, annak tömegszázalékos összetétele mindig 0. Tehát hígításos feladatokban  $w_2 = 0\%$

- Végezze el a kiadott hígítási feladat számításait!
- Mérőhengerrel mérje ki a tömény oldatot és öntse egy főzőpohárba!
- Mérőhengerrel mérje ki a szükséges vizet és öntse az oldathoz!
- Üvegbottal keverje össze!
- Piknométerrel megmérje meg a hígított oldat sűrűségét!
- Tegye el a hígított oldatot egy folyadéküvegbe!

### Mintapélda:

4. Készítsen 210 g  $w = 16,5\%$ -os hígítást az eredeti ( $w = 20,0\%$ -os) oldatának felhasználásával! Mekkora térfogatú  $w = 20,0\%$ -os oldat és mekkora térfogatú víz kell?

$$\begin{array}{lcl}
 m_1 & = ? & \\
 w_1 & = 20\% & \\
 m_1 + m_2 & = 210 \text{ g} & \\
 w_k & = 16,5\% & \\
 \rho_{\text{oldat}} & = 1,149 \text{ g/cm}^3 & \\
 m_1 \cdot w_1 & = (m_1 + m_2) \cdot w_k & \\
 20 m_1 & = 210 \cdot 16,5 & \\
 m_1 & = 173,25 \text{ g} & 
 \end{array}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{173,25 \text{ g}}{1,149 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 150,78 \text{ cm}^3 \approx \mathbf{151 \text{ cm}^3 \text{ oldat}}$$

$$m_{\text{víz}} = 210,00 \text{ g} - 173,25 \text{ g} = 36,75 \text{ g}$$

$$V = \mathbf{37 \text{ cm}^3 \text{ víz}}$$

5. Vegyen ki az eredeti ( $w = 20\%$ -os) oldatából  $85 \text{ cm}^3$ -t és adjon hozzá  $100 \text{ cm}^3$  vizet! Számítsa ki a hígított oldat tömegszázalékos összetételét!

$$V_{\text{oldat}} = 85 \text{ cm}^3$$

$$m_1 = V \cdot \rho = 85 \text{ cm}^3 \cdot 1,149 \text{ g/cm}^3$$

$$m_1 = 97,67 \text{ g}$$

$$V_{\text{víz}} = 100 \text{ cm}^3 \longrightarrow m_2 = 100 \text{ g víz}$$

$$w_1 = 20\%$$

$$m_1 \cdot w_1 = (m_1 + m_2) \cdot w_k$$

$$97,67 \cdot 20 = (97,67 + 100) \cdot w_k$$

$$1953,4 = 197,67 w_k$$

$$w_k = \mathbf{9,88\%}$$

6. Van egy nagy folyadéküvegünk, amely majdnem tele van. Tartalma NaCl-oldat, mely  $w = 28,0\%$ -os. Szükségünk lenne  $384 \text{ g}$  NaCl-oldatra, ami  $w = 14,8\%$ -os. Ezt hígítással készíthetjük el.

Hány gramm, ill. hány  $\text{cm}^3$   $w = 28\%$ -os oldatot kell kivennünk a folyadéküvegből, és ezt hány  $\text{cm}^3$  vízzel kell meghígítanunk?

**Adatok:**

$$m_1 = ?$$

$$m_2 = ?$$

$$m_1 + m_2 = 384 \text{ g}$$

$$w_1 = 28 \%$$

$$w_2 = 0 \%$$

$$w_k = 14,8\%$$

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_k$$

$$m_1 \cdot 28 + m_2 \cdot 0 = 384 \cdot 14,8$$

$$28 m_1 = 5683,2$$

$$m_1 = \mathbf{202,97 \text{ g}}$$

Azaz a  $w = 28,0\%$ -os oldatból **202,97 g-t** kell kimérnünk.

Az oldat tömegét a sűrűségének ismeretében átszámoljuk térfogatra, így könnyedén, mérőhengerrel kimérhetjük a szükséges mennyiséget!

$$m_1 = 202,97 \text{ g}$$

$$\rho_1 = 1,0125 \text{ g/cm}^3$$

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{202,97 \text{ g}}{1,0125 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 200,46 \text{ cm}^3 \approx \mathbf{200 \text{ cm}^3 \text{ oldat}}$$

A hígításhoz szükséges víz:  $m_2 = 384 \text{ g} - 202,97 \text{ g} = \mathbf{181,03 \text{ g víz}}$

Azaz:  $V_{\text{víz}} = 181,03 \text{ cm}^3 \approx \mathbf{181 \text{ cm}^3}$

**Összegezve:** a  $w = 28,0\%$ -os oldatból **200  $\text{cm}^3$ -t**, míg vízből **181  $\text{cm}^3$ -t** kell kimérnünk adott oldathoz mérőhenger segítségével.

7. Van 146,7 g  $\text{CaCl}_2$ -oldatunk, ami  $w = 20,8\%$ -os, de sajnos túl tömény a céljainknak, ezért hígítanunk kell. A hígításhoz  $60 \text{ cm}^3$  vizet használunk. Hány tömegszázalékos lesz az oldat a hígítás után?

**Adatok:**

$$V_{\text{viz}} = 60 \text{ cm}^3, \text{ ez megfelel } m_{\text{viz}} = 60 \text{ g-nak}$$

$$\begin{array}{lll} m_1 = 146,7 \text{ g} & m_2 = 60 \text{ g} & m_1 + m_2 = 206,7 \text{ g} \\ w_1 = 20,8\% & w_2 = 0\% & w_k = ? \end{array}$$

$$\begin{aligned} m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 &= (m_1 + m_2) \cdot w_k \\ 146,7 \cdot 20,8 + 60 \cdot 0 &= (146,7 + 60) \cdot w_k \\ 3051,36 &= 206,7 \cdot w_k \\ w_k &= 14,76\% \end{aligned}$$

Tehát a hígított oldat összetétele  $w = 14,76\%$ -ra csökkent.

8. 420 g oldatot találtunk a polcon, mely  $w = 35\%$ -os. Ezzel szemben nekünk  $w = 15\%$ -os oldatra lenne szükségünk, így hígítani kell az oldatot. Hány gramm, ill. hány  $\text{cm}^3$  vízzel kell a hígítást elvégezni?

**Adatok:**

$$\begin{array}{lll} m_1 = 420 \text{ g} & m_2 = ? & m_1 + m_2 = ? \\ w_1 = 35\% & w_2 = 0\% & w_k = 15\% \end{array}$$

$$\begin{aligned} m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 &= (m_1 + m_2) \cdot w_k \\ 420 \cdot 35 + m_2 \cdot 0 &= (420 + m_2) \cdot 15 \\ 14700 &= 6300 + 15 m_2 \\ 8400 &= 15 m_2 \\ m_2 &= 560 \text{ g} \end{aligned}$$

A hígításhoz **560 g vízre** van szükség, azaz  **$560 \text{ cm}^3$  vizet** kell kimérnünk.

### 3. Oldatok keverése

**A keverési feladat kiadása előtt a tanuló mérje le a meglévő oldatainak a térfogatát mérőhengerrel!**

- Végezze el a kiadott keverési feladat számításait!
- A számítás alapján a két oldatot főzőpohárban keverje össze!
- Mérje meg a kevert oldat sűrűségét piknométerrel!
- Tegye el az oldatot egy felcímkézett folyadéküvegben!

Oldatok keverése során a keverési egyenlet értelmezése:

$m_1$	·	$w_1$	+	$m_2$	·	$w_2$	=	$(m_1 + m_2)$	·	$w_k$
töményebb oldat				hígabb oldat				kevert oldat		
tömege		tömeg%-os		tömege		tömeg%-os		tömege		tömeg%-os
		összetétele				összetétele				összetétele

### Mintapélda:

A következő 9-11. számú feladatokban a töményebb oldat  $w = 20,0\%$ -os, a hígabb pedig  $w = 16,5\%$ -os.

A töményebb oldat sűrűsége:  $1,149 \text{ g/cm}^3$  a hígabb oldaté  $1,119 \text{ g/cm}^3$ .

9. Készítsen  $150 \text{ g}$   $18$  tömegszázalékos oldatot keveréssel! Hány  $\text{cm}^3$ -t kell kimérni az oldatokból?

$$\begin{aligned}w_1 &= 20\% & m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 &= (m_1 + m_2) \cdot w_k \\w_2 &= 16,5\% & (150 - m_2) \cdot 20 + 16,5 m_2 &= 150 \cdot 18 \\w_3 &= 18\% & 3000 - 20 m_2 + 16,5 m_2 &= 2700 \\m_1 + m_2 &= 150 \text{ g} & 300 &= 3,5 m_2 \\m_1 &= 150 - m_2 & m_2 &= 85,71 \text{ g}\end{aligned}$$

$$m_1 = 150 \text{ g} - 85,71 \text{ g} = 64,29 \text{ g}$$

$$\rho_1 = 1,149 \text{ g/cm}^3$$

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{64,29 \text{ g}}{1,149 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 55,93 \text{ cm}^3 \approx \mathbf{56 \text{ cm}^3} \text{ tömény oldat}$$

$$m_2 = 85,71 \text{ g}$$

$$\rho_2 = 1,119 \text{ g/cm}^3$$

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{85,71 \text{ g}}{1,119 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 76,6 \text{ cm}^3 \approx \mathbf{77 \text{ cm}^3} \text{ hígabb oldat}$$

10.  $200 \text{ cm}^3$   $w = 20,0\%$ -os és  $95 \text{ cm}^3$   $w = 16,5\%$ -os oldatok keverésével hány tömegszázalékos oldatot kapunk?

$$V_1 = 200 \text{ cm}^3$$

$$\rho_1 = 1,149 \text{ g/cm}^3$$

$$m_1 = V_1 \cdot \rho_1 = 200 \text{ cm}^3 \cdot 1,149 \text{ g/cm}^3$$

$$m_1 = 229,8 \text{ g}$$

$$w_1 = 20\%$$

$$V_2 = 95 \text{ cm}^3$$

$$\rho_2 = 1,119 \text{ g/cm}^3$$

$$m_2 = V_2 \cdot \rho_2 = 95 \text{ cm}^3 \cdot 1,119 \text{ g/cm}^3$$

$$m_2 = 106,31 \text{ g}$$

$$w_2 = 16,5\%$$

$$w_k = ?$$

$$229,8 \cdot 20 + 106,31 \cdot 16,5 = (229,8 + 106,31) \cdot w_k$$

$$4596 + 1754,12 = 336,11 w_k$$

$$6350,12 = 336,11 w_k$$

$$w_k = \mathbf{18,9\%}$$



11. Vegyen ki  $75 \text{ cm}^3$ -t a töményebb oldatból, és  $88 \text{ cm}^3$ -t a hígabb oldatból, majd keverje össze! Mennyi lesz a kevert oldat tömegszázalékos összetétele?

$$V_1 = 75 \text{ cm}^3$$

$$\rho_1 = 1,149 \text{ g/cm}^3$$

$$m_1 = V_1 \cdot \rho_1 = 75 \text{ cm}^3 \cdot 1,149 \text{ g/cm}^3$$

$$m_1 = 86,175 \text{ g}$$

$$V_2 = 88 \text{ cm}^3$$

$$\rho_2 = 1,119 \text{ g/cm}^3$$

$$m_2 = 88 \text{ cm}^3 \cdot 1,119 \text{ g/cm}^3$$

$$m_2 = 98,472 \text{ g}$$

$$86,175 \cdot 20 + 98,472 \cdot 16,5 = (86,175 + 98,472) \cdot w_k$$

$$1723,5 + 1624,79 = 184,65 w_k$$

$$3348,29 = 183,65 w_k$$

$$w_k = \mathbf{18,13\%}$$

12. A polcon két folyadéküveg áll: az egyikben  $w = 30,0\%$ -os, a másikban  $w = 5,0\%$ -os  $\text{MgCl}_2$ -oldat van. Nekünk  $300 \text{ g}$   $w = 20,0\%$ -os  $\text{MgCl}_2$ -oldatra lenne szükségünk. Hány g, ill.  $\text{cm}^3$  oldatot kell kivenni az egyik, ill. a másik folyadéküvegből, hogy a kívánt összetételű oldatot kapjuk az összekeverésük után?  
Sűrűségadatok:  $\rho_1 = 1,2763 \text{ g/cm}^3$   $\rho_2 = 1,0394 \text{ g/cm}^3$

**Adatok:**

$$m_1 = ?$$

$$m_2 = ?$$

$$m_1 + m_2 = 300 \text{ g}$$

$$w_1 = 30,0\%$$

$$w_2 = 5,0\%$$

$$w_k = 20,0\%$$

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_k$$

$$m_1 \cdot 30 + m_2 \cdot 5 = 300 \cdot 20$$

$$m_1 = 300 - m_2$$

$$30(300 - m_2) + 5 m_2 = 6000$$

$$9000 - 30 m_2 + 5 m_2 = 6000$$

$$3000 = 25 m_2$$

$$m_2 = 120 \text{ g}$$

$$m_1 = 300 - m_2 = 300 \text{ g} - 120 \text{ g} = 180 \text{ g}$$

A  $w = 5\%$ -os oldatból tehát **120 g**-ra van szükség, míg a  $w = 20\%$ -osból **180 g**-ra.

A számított tömegeket át kell számolnunk térfogategységre, hogy mérőhengerrel mérhessük ki az oldatokat. Ehhez az oldatok sűrűségét kell ismernünk.

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{180 \text{ g}}{1,2763 \text{ g/cm}^3} = \mathbf{141,03 \text{ cm}^3} \quad \text{a } w = 20\% \text{-os oldatból.}$$

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{120 \text{ g}}{1,0394 \text{ g/cm}^3} = \mathbf{115,45 \text{ cm}^3} \quad \text{a } w = 5\% \text{-os oldatból.}$$

Összegezve, a  $w = 20\%$ -os oldatból **141  $\text{cm}^3$** -t, míg a  $w = 5\%$ -osból **115  $\text{cm}^3$** -t kell kimérnünk.

13.  $w = 16,5\%$ -os NaCl-oldatot szeretnénk keveréssel előállítani. Ehhez rendelkezésünkre áll  $480\text{ g}$   $w = 24,7\%$ -os, és tetszőleges mennyiségű  $w = 9,8\%$ -os NaCl-oldat. Hány gramm, illetve hány  $\text{cm}^3$   $w = 9,8\%$ -os oldatot kell hozzákevernünk a töményebb oldatunkhoz?

A  $w = 9,8\%$ -os NaCl-oldat sűrűsége:  $1,069\text{ g/cm}^3$

**Adatok:**

$$\begin{array}{lll} m_1 = 480\text{ g} & m_2 = ? & m_1 + m_2 = ? \\ w_1 = 24,7\% & w_2 = 9,8\% & w_k = 16,5\% \end{array}$$

$$\begin{aligned} m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 &= (m_1 + m_2) \cdot w_k \\ 480 \cdot 24,7 + m_2 \cdot 9,8 &= (480 + m_2) \cdot 16,5 \\ 11856 + 9,8 m_2 &= 7920 + 16,5 m_2 \\ 3936 &= 6,7 m_2 \\ m_2 &= 587,46\text{ g} \end{aligned}$$

Ennek térfogata a sűrűség ismeretében:

$$\rho_2 = 1,069\text{ g/cm}^3$$

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{587,46\text{ g}}{1,069\text{ g/cm}^3} = 549,54\text{ cm}^3 \approx 550\text{ cm}^3$$

Tehát, a  $w = 9,8\%$ -os NaCl-oldatunkból  **$550\text{ cm}^3$** -t kell kimérnünk a keveréshez.

14. Maradt két folyadéküvegben egy kevés  $\text{MgCl}_2$ -oldat. Az egyikben  $48\text{ cm}^3$   $w = 5,0\%$ -os, a másikban  $12\text{ cm}^3$   $w = 28,0\%$ -os oldat. A két oldatot összekevertük egymással. Hány tömegszázalékos lesz az összekevert oldatunk?

A két oldat sűrűségét is ismerjük. A hígabbé  $1,0394\text{ g/cm}^3$ , a töményebbé  $1,2550\text{ g/cm}^3$ .

Átszámoljuk a térfogatértékeket tömegértékekre:

$$m_1 = \rho_1 \cdot V_1 = 1,2550\text{ g/cm}^3 \cdot 12\text{ cm}^3 = 15,06\text{ g oldat } (w = 28,0\% \text{-os})$$

$$m_2 = \rho_2 \cdot V_2 = 1,0394\text{ g/cm}^3 \cdot 48\text{ cm}^3 = 49,89\text{ g oldat } (w = 5,0\% \text{-os})$$

**Adatok:**

$$\begin{array}{lll} m_1 = 15,06\text{ g} & m_2 = 49,89\text{ g} & m_1 + m_2 = 64,95\text{ g} \\ w_1 = 28\% & w_2 = 5\% & w_k = ? \end{array}$$

$$\begin{aligned} m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 &= (m_1 + m_2) \cdot w_k \\ 15,06 \cdot 28 + 49,89 \cdot 5 &= 64,95 \cdot w_k \\ 421,68 + 249,45 &= 64,95 w_k \\ 671,13 &= 64,95 w_k \\ w_k &= 10,33\% \end{aligned}$$

Tehát, a két oldat összeöntésével  **$10,3\text{ tömeg \%}$** -os oldatot kaphatunk.

#### 4. Oldat töményítése

- Végezze el a kiadott töményítési feladat számításait!
- A számítás alapján végezze el a gyakorlatot!
- Piknométerrel mérje meg a töményített oldat sűrűségét!

A töményítés kétféle módon is megoldható. Az **egyik** lehetőség, hogy **további só**t oldunk fel az oldatban, a **másik**, hogy az oldószer egy részét **elpárologtatjuk**.

**1** Ha további só feloldásával töményítünk, a keverési egyenlet értelmezése a következő:

$m_1$	·	$w_1$	+	$m_2$	·	$w_2$	=	$(m_1 + m_2)$	·	$w_k$
töményítendő oldat				hozzáadott só				töményített oldat		
tömege		tömeg%-os összetétele		tömege		tömeg%-os összetétele		tömege		tömeg%-os összetétele

A só tömegszázalékos összetétele:

**vízmentes só esetén:**

$w_2 = 100\%$

kristályvizet só esetén:

a moláris tömegből számítandó

15. A  $79 \text{ cm}^3$ ,  $w = 18,1\%$ -os,  $1,131 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű oldatban oldjon fel  $2,22 \text{ g}$  vízmentes só. Számítsa ki a töményített oldat tömegszázalékos összetételét!

**Adatok:**

$$V_1 = 79 \text{ cm}^3$$

$$w_1 = 18,1\%$$

$$w_2 = 100\%$$

$$\rho_1 = 1,131 \text{ g/cm}^3$$

$$m_1 = V_1 \cdot \rho_1 = 79 \text{ cm}^3 \cdot 1,131 \text{ g/cm}^3$$

$$m_2 = 2,22 \text{ g}$$

$$m_1 = 89,35 \text{ g}$$

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_k$$

$$89,35 \cdot 18,1 + 2,22 \cdot 100 = (89,35 + 2,22) \cdot w_k$$

$$1617,22 + 222 = 91,57 w_k$$

$$1839,22 = 91,57 w_k$$

$$w_k = 20,1\%$$

16. KCl-oldatot készítettünk, összesen  $386 \text{ g}$ rammot, csak túl híg lett. A szükséges  $w = 12,0\%$ -os helyett csak  $w = 7,8\%$ -os lett, ezért töményíteni kell az oldatot. Hány gramm só kell az oldathoz adni, hogy a kívánt töménységű legyen?

**Adatok:**  $m_1 = 386 \text{ g}$

$m_2 = ?$

$m_1 + m_2 = ?$

$w_1 = 7,8\%$

$w_2 = 100\%$

$w_k = 12\%$

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_k$$

$$386 \cdot 7,8 + m_2 \cdot 100 = (386 + m_2) \cdot 12$$

$$3010,8 + 100 m_2 = 4632 + 12 m_2$$

$$88 m_2 = 1621,2$$

$$m_2 = 18,42 \text{ g}$$

Tehát, az oldat töményítéséhez további **18,42 g KCl**-t kell az oldatban feloldani.

17. Egy folyadéküvegben 127,5 g KCl-oldat állt, mely eredetileg  $w = 6,8\%$ -os volt. Egy vegyszeres üveg aljában találtunk egy kevés KCl-ot, egész pontosan 6,30 g-ot. Hogy ne vesszen kárba, beleszórtuk a folyadéküvegbe, majd feloldottuk benne. Hány tömegszázalékos lett így a KCl-oldat?

**Adatok:**

$$\begin{array}{lll} m_1 = 127,5 \text{ g} & m_2 = 6,3 \text{ g} & m_1 + m_2 = 133,8 \text{ g} \\ w_1 = 6,8\% & w_2 = 100\% & w_k = ? \end{array}$$

$$\begin{aligned} m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 &= (m_1 + m_2) \cdot w_k \\ 127,5 \cdot 6,8 + 6,3 \cdot 100 &= (127,5 + 6,3) \cdot w_k \\ 867 + 630 &= 133,8 \cdot w_k \\ 1497 &= 133,8 w_k \\ w_k &= 11,18\% \end{aligned}$$

Tehát, a 6,3 g KCl feloldása után az eredeti oldatunk  $w = 11,2\%$ -osra töményedett.

② A másik lehetőség egy oldat töményítésére, ha az **oldószer** valamekkora hányadát **elpárologtatjuk**. Ilyenkor a keverési egyenlet annyiban módosul, hogy nem hozzáadunk a kiindulási oldathoz, hanem elveszünk belőle, amit a negatív előjel mutat:

$m_1$	$\cdot$	$w_1$	$-$	$m_2$	$\cdot$	$w_2$	$=$	$(m_1 - m_2)$	$\cdot$	$w_k$
töményítendő oldat				elpárologott oldószer				töményített oldat		
tömege		tömeg%-os		tömege		tömeg%-os		tömege		tömeg%-os
		összetétele				összetétele				összetétele

Természetesen az elpárologott oldószerre igaz, hogy  $w = 0\%$ .

18. Feledékenységéből egy folyadéküveget fedetlenül helyeztünk a polcra. Így az eredetileg 550 g oldatból – amely összetétele  $w = 13,7\%$ -os volt – valamennyi víz elpárologott. Amikor meghatároztuk az új összetételt, azt kaptuk, hogy az oldat  $w = 19,3\%$ -os lett. Hány  $\text{cm}^3$  víz párologott el az eredeti oldatból?

**Adatok:**

$$\begin{array}{lll} m_1 = 550 \text{ g} & m_2 = ? & m_1 - m_2 = ? \\ w_1 = 13,7\% & w_2 = 0\% & w_k = 19,3\% \end{array}$$

$$\begin{aligned} m_1 \cdot w_1 - m_2 \cdot w_2 &= (m_1 - m_2) \cdot w_k \\ 550 \cdot 13,7 - m_2 \cdot 0 &= (550 - m_2) \cdot 19,3 \\ 7535 &= 10615 - 19,3 m_2 \\ 19,3 m_2 &= 3080 \\ m_2 &= 159,58 \text{ g} \end{aligned}$$

Tehát **159,58 g** víz, illetve **160  $\text{cm}^3$**  víz párologott el az oldatból.

19. Volt 430 g, eredetileg  $w = 6,8\%$ -os oldatunk, melyből 100 g vizet elpárologtattunk. Hány tömegszázalékosra töményedett ezzel az oldatunk?

**Adatok:**  $m_1 = 430 \text{ g}$                        $m_2 = 100 \text{ g}$                        $m_1 - m_2 = 330 \text{ g}$   
 $w_1 = 6,8\%$                                        $w_2 = 0\%$                                        $w_k = ?$

$$m_1 \cdot w_1 - m_2 \cdot w_2 = (m_1 - m_2) \cdot w_k$$

$$430 \cdot 6,8 - 100 \cdot 0 = (430 - 100) \cdot w_k$$

$$2924 = 330 w_k$$

$$w_k = 8,86\%$$

Az oldatunk  $w = 8,86\%$ -osra töményedett be.

### 5. Oldatkészítés kristályvizes sóból

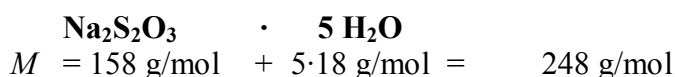
A kristályvíztartalmú sókra tekinthetünk úgy, mintha oldatok lennének: tartalmaznak **kristályvizet** (*oldószer*) és **sót** (*oldott anyag*). Ha ennek az „oldatnak” kiszámítjuk a **tömegszázalékos összetételét**, akkor megkapjuk  $w_1$  értékét, amit behelyettesíthetünk a keverési egyenletbe:

$m_1$	$\cdot$	$w_1$	+	$m_2$	$\cdot$	$w_2$	=	$(m_1 + m_2)$	$\cdot$	$w_k$
kristályvizes só				oldószer				oldat		
tömege		tömeg%-os összetétele		tömege		tömeg%-os összetétele		tömege		tömeg%-os összetétele

A kristályos só tömegszázalékos összetételét ( $w_1$ ) a moláris tömegek ismeretében számolhatjuk ki. A **vízmentes só** és a **kristályos só moláris tömegét** kell egymáshoz viszonyítani. Erre példát a következő feladatokban láthatunk.

20. Készítsünk 340 g, 8,7 tömegszázalékos  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oldatot! Hány gramm kristályos nátrium-tioszulfátot ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ) kell kimérnünk, továbbá a kimért sót hány  $\text{cm}^3$  vízben kell feloldanunk?

Először számoljuk ki a kristályos tioszulfát **tömegszázalékos összetételét**, a **moláris tömegek** ismeretében:



A kristályvizes só sótartalma tömegszázalékban:  $\frac{158}{248} \cdot 100 = 63,71\%$

Tehát, a kristályvizes nátrium-tioszulfát tömegszázalékos összetétele **63,71%**. Ezt már behelyettesíthetjük a keverési egyenletbe.

**Adatok:**  $m_1 = ?$                                        $m_2 = ?$                                        $m_1 + m_2 = 340 \text{ g}$   
 $w_1 = 63,71\%$                                        $w_2 = 0\%$                                        $w_k = 8,7\%$

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_k$$

$$m_1 \cdot 63,71 + m_2 \cdot 0 = 340 \cdot 8,7$$

$$63,71 m_1 = 2958$$

$$m_1 = 46,43 \text{ g Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$$

$$m_2 = 340 \text{ g} - 46,43 \text{ g} = 293,57 \text{ g H}_2\text{O} \quad V_{\text{víz}} = 293,57 \text{ cm}^3 \text{ víz}$$

Az oldat elkészítéséhez tehát **46,43 g  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ -t** kell kimérnünk, és ezt **294  $\text{cm}^3$**  vízben kell feloldani.

21.  $w = 2,7\%$ -os magnézium-szulfát-oldatot kell készítenünk. Egy vegyszeres üvegse alján találtunk egy kevés, pontosan 3,54 g kristályos sót, amelyet teljes egészében feloldottunk. Ekkora tömegű kristályos magnézium-szulfátból hány gramm oldat készíthető? Hány  $\text{cm}^3$  vízben kell a sót feloldani?



$$M = 120,3 \text{ g/mol} + 7 \cdot 18 \text{ g/mol} = 246,3 \text{ g/mol}$$

A kristályvizes só vízmentes sótartalma tömegszázalékban:  $\frac{120,3}{246,3} \cdot 100 = 48,84\%$

**Adatok:**  $m_1 = 3,54 \text{ g}$                        $m_2 = ?$                        $m_1 + m_2 = ?$   
 $w_1 = 48,84\%$                        $w_2 = 0\%$                        $w_k = 2,7\%$

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_k$$

$$3,54 \cdot 48,84 + m_2 \cdot 0 = (3,54 + m_2) \cdot 2,7$$

$$172,89 = 9,558 + 2,7 m_2$$

$$163,34 = 2,7 m_2$$

$$m_2 = 60,49 \text{ g H}_2\text{O}$$

Ez megfelel  $V_2 = 60,49 \text{ cm}^3 \approx 60 \text{ cm}^3$  víznek.

Tehát az adott tömegű sóból **64,04 g oldat** készíthető, a sót pedig **60  $\text{cm}^3$  vízben** szükséges feloldani.

22. Kimértünk 8,2 g kristályos nikkell-(II)-szulfátot, amit 120 g vízben oldottunk fel. Hány tömegszázalékos lett az oldat?



$$M = 154,7 \text{ g/mol} + 7 \cdot 18 \text{ g/mol} = 280,7 \text{ g/mol}$$

A kristályvizes só sótartalma tömegszázalékban:  $\frac{154,7}{280,7} \cdot 100 = 55,11\%$

**Adatok:**

$m_1 = 8,2 \text{ g}$                        $m_2 = 120 \text{ g}$                        $m_1 + m_2 = 128,2 \text{ g}$   
 $w_1 = 55,11\%$                        $w_2 = 0\%$                        $w_k = ?$

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_k$$

$$8,2 \cdot 55,11 + 120 \cdot 0 = (8,2 + 120) \cdot w_k$$

$$451,90 = 128,2 w_k$$

$$w_k = 3,52\%$$

Az adott sóból készített oldat végül  $w = 3,52\%$ -os lett.

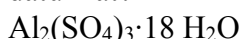
## 6. Oldatok töményítése kristályvizes sóval

Kristályos sóval való töményítés során a keverési egyenlet a következőképpen alakul:

$m_1$	$\cdot$	$w_1$	+	$m_2$	$\cdot$	$w_2$	=	$(m_1 + m_2)$	$\cdot$	$w_k$
töményítendő oldat		tömeg%-os		kristályos só		tömeg%-os		töményített oldat		tömeg%-os
tömege		összetétele		tömege		összetétele		tömege		összetétele

23.  $w = 10,4\%$ -os alumínium-szulfát-oldatra lenne szükségünk. Ezzel szemben  $248,6$  g  $w = 3,7\%$ -os áll rendelkezésünkre.

Hány gramm kristályos alumínium-szulfáttal tudjuk a kívánt mértékűre töményíteni az oldatunkat?



$$M = 342 \text{ g/mol} + 18 \cdot 18 \text{ g/mol} = 666 \text{ g/mol}$$

A kristályvizes só sótartalma tömegszázalékban:  $\frac{342}{666} \cdot 100 = 51,35\%$

**Adatok:**  $m_1 = 248,6$  g                       $m_2 = ?$                        $m_1 + m_2 = ?$   
 $w_1 = 3,7\%$                                        $w_2 = 51,35\%$                        $w_k = 10,4\%$

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_k$$

$$248,6 \cdot 3,7 + m_2 \cdot 51,35 = (248,6 + m_2) \cdot 10,4$$

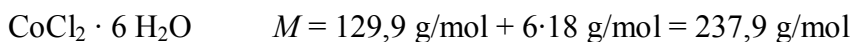
$$919,82 + 51,35 m_2 = 2585,44 + 10,4 m_2$$

$$40,95 m_2 = 1665,62$$

$$m_2 = 40,67 \text{ g kristályos alumínium-szulfát}$$

A töményítéshez **40,67 g kristályos alumínium-szulfátot** kell még feloldani az oldatunkban.

24. Van  $500$  g kobalt(II)-klorid oldatunk, amely  $w = 4,3\%$ -os. Ebben  $12,4$  g kristályos kobalt(II)-kloridot oldottuk fel. Hány tömegszázalékossá vált az oldat a szilárd kristályos só feloldása után?



A kristályvizes só sótartalma tömegszázalékban:  $\frac{129,9}{237,9} \cdot 100 = 54,60\%$

**Adatok:**  $m_1 = 500$  g                       $m_2 = 12,4$  g                       $m_1 + m_2 = 512,4$  g  
 $w_1 = 4,3\%$                                        $w_2 = 54,60\%$                        $w_k = ?$

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_k$$

$$500 \cdot 4,3 + 12,4 \cdot 54,60 = (500 + 12,4) \cdot w_k$$

$$2150 + 677,0 = 512,4 w_k$$

$$2827,04 = 512,4 w_k$$

$$w_k = 5,52\%$$

A további, feloldott só következtében az oldat  $w = 5,52\%$ -osra töményedett be.

## 7. Tömény savból hígítás

25. Egy anyag oldásához 60,0 g 20 tömegszázalékos kénsavoldatra van szükségünk. A polcon viszont csak  $w = 96\%$ -os kénsavoldatot találunk. A tömény kénsav sűrűsége  $1,84 \text{ g/cm}^3$ .

Hány  $\text{cm}^3$   $w = 96\%$ -os kénsavoldatra van szükségünk, és ehhez hány  $\text{cm}^3$  vizet kell adni hígításként?

**Adatok:**  $m_1 = ? \text{ g}$   $m_2 = ? \text{ g}$   $m_1 + m_2 = 60 \text{ g}$   
 $w_1 = 96\%$   $w_2 = 0\%$   $w_k = 20\%$   
 $\rho_1 = 1,84 \text{ g/cm}^3$

A hígításhoz szükséges víz mennyisége:

$$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_k$$

$$m_1 \cdot 96 + m_2 \cdot 0 = 60 \cdot 20$$

$$m_1 \cdot 96 = 1200$$

$$m_2 = 12,5 \text{ g tömény kénsavoldat}$$

A tömény kénsav sűrűségének ismeretében átszámolhatjuk a kénsavoldat tömegét térfogat-egységre:

$$V = \frac{m}{\rho} \quad V = \frac{12,5 \text{ g}}{1,84 \text{ g/cm}^3} = 6,793 \text{ cm}^3 \approx 7 \text{ cm}^3 \text{ tömény kénsavoldat.}$$

A szükséges víz tömege:  $60 \text{ g oldat} - 12,5 \text{ g tömény kénsavoldat} = 47,5 \text{ g}$

A  $47,5 \text{ g}$  víz megfelel  $\approx 48 \text{ cm}^3$ -nek.

A  $w = 20\%$ -os kénsavoldat készítéséhez tehát ki kell mérnünk  $7 \text{ cm}^3$   $w = 96\%$ -os **kénsavoldatot**, és ezt  $48 \text{ cm}^3$  vízzel kell hígítanunk.

## 8. Adott anyagmennyiség-koncentrációjú oldat készítése

**Koncentráció:** az egységnyi térfogatú oldatban lévő oldott anyag mennyisége.

Az egységnyi térfogatú oldat:  $1 \text{ dm}^3$  oldat  $\longrightarrow$  az ebben lévő oldott anyag mennyisége megadható:

a) tömegegységben (kg-ban)  $\longrightarrow$  **tömegkoncentráció**

b) anyagmennyiségben (mol-ban)  $\longrightarrow$  **anyagmennyiség-koncentráció**

**Anyagmennyiség-koncentráció:**  $1 \text{ dm}^3$  oldatban hány mól oldott anyag van.

Jele:  $c$   $\boxed{c = \frac{n}{V}}$  Mértékegysége: **mol/dm<sup>3</sup>**

Az ilyen feladatok esetén szükség van a tömeg és az anyagmennyiség egymásba való átszámolására. Ehhez az:

$$n = \frac{m}{M} \quad \text{kifejezésre lesz szükségünk.}$$



26. Készítsünk  $250 \text{ cm}^3$   $1,460 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú KOH-oldatot! Hány gramm szilárd KOH-ot kell bemérnünk és feloldanunk?

**Adatok:**  $c = 1,460 \text{ mol/dm}^3$   
 $V = 250 \text{ cm}^3 = 0,250 \text{ dm}^3$   
 $M(\text{KOH}) = 56,1 \text{ g/mol}$

Az adott térfogatú oldatban oldott állapotban lévő KOH anyagmennyisége:

$$n = c \cdot V = 1,460 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,250 \text{ dm}^3 = 0,365 \text{ mol KOH}$$

Az anyagmennyiséget átváltjuk tömegre:

$$m = n \cdot M = 0,365 \text{ mol} \cdot 56,1 \text{ g/mol} = 20,48 \text{ g KOH}$$

A kívánt oldathoz **20,48 g KOH-t** kell kimérnünk.

*Megjegyzés:* A víz mennyiségét azért nem kell kiszámolni, mert a feladathoz mérőlombikot kell használni. A kimért és feloldott KOH-ot a mérőlombikban jelre kell állítani.

27. Hány  $\text{cm}^3$   $2,5 \text{ mol/dm}^3$  anyagmennyiség-koncentrációjú oldat készíthető  $14,37 \text{ g}$  NaOH-ból? A NaOH teljes mennyisége felhasználható-e, ha  $100 \text{ cm}^3$ -es mérőlombikban szeretnénk elkészíteni az oldatot?

**Adatok:**  $c = 0,25 \text{ mol/dm}^3$   
 $m = 14,37 \text{ g NaOH}$   
 $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$

Először határozzuk meg a NaOH anyagmennyiségét:  $n = \frac{m}{M} = \frac{14,37 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,359 \text{ mol NaOH}$

A készíthető oldat térfogata:  $V = \frac{n}{c} = \frac{0,359 \text{ mol}}{2,5 \text{ mol/dm}^3} = 0,144 \text{ dm}^3 = 144 \text{ cm}^3 \text{ NaOH-oldat}$

Mérőlombikból a laboratóriumban  $100 \text{ cm}^3$ -est könnyedén találhatunk, ellenben  $144 \text{ cm}^3$ -est biztosan nem, így **a szilárd NaOH-nak csak egy részéből** lehet ilyen oldatot készítenünk.

28.  $600 \text{ cm}^3$  oldatot szeretnénk készíteni  $3,5 \text{ g}$   $\text{NaNO}_3$ -ból. Mekkora lesz az oldat anyagmennyiség-koncentrációja?

**Adatok:**  $m_{\text{só}} = 3,5 \text{ g NaNO}_3$   $M(\text{NaNO}_3) = 85 \text{ g/mol}$   
 $V_{\text{oldat}} = 600 \text{ cm}^3 = 0,6 \text{ dm}^3$   
 $c_{\text{oldat}} = ?$

Első lépésként határozzuk meg, hogy az adott tömegű só mekkora anyagmennyiségű:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{3,5 \text{ g}}{85 \text{ g/mol}} = 0,0412 \text{ mol NaNO}_3$$

Az anyagmennyiség-koncentráció:  $c = \frac{n}{V} = \frac{0,041 \text{ mol}}{0,6 \text{ dm}^3} = 0,0687 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

Tehát, az adott tömegű sóból készült oldat anyagmennyiség-koncentrációja **0,0687 mol/dm<sup>3</sup>**.

29. Van  $96,4 \text{ cm}^3$  réz(II)-szulfát-oldatunk, amely  $24,7 \text{ g}$  kristályos sóból készült. Mekkora ennek az oldatnak az anyagmennyiség-koncentrációja?

**Adatok:**  $V_{\text{oldat}} = 96,4 \text{ cm}^3 = 0,0964 \text{ dm}^3$   
 $m_{\text{só}} = 24,7 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O} \longrightarrow M = 249,5 \text{ g/mol}$   
 $c = ?$

Először meghatározzuk a feloldott kristályos réz(II)-szulfát anyagmennyiségét:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{24,7 \text{ g}}{249,5 \text{ g/mol}} = 0,0990 \text{ mol CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$$

Ennek ismeretében már kiszámítható az anyagmennyiség-koncentráció:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0,0990 \text{ mol}}{0,0964 \text{ dm}^3} = 1,027 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \approx 1,03 \text{ mol/dm}^3$$

Tehát, a **réz(II)-szulfát oldat** anyagmennyiség-koncentrációja  **$1,03 \text{ mol/dm}^3$** .

30. Szeretnénk  $2 \text{ dm}^3$  KCl-oldatot készíteni, melynek az anyagmennyiség-koncentrációja  $0,05 \text{ mol/dm}^3$ . Hány g KCl-t kell kimérnünk majd feloldanunk ehhez az oldathoz?

**Adatok:**  $V = 2 \text{ dm}^3$   
 $c = 0,05 \text{ mol/dm}^3$   
 $M(\text{KCl}) = 74,6 \text{ g/mol} \qquad m = ?$

Az anyagmennyiség-koncentráció értékéből meghatározzuk az oldatban lévő KCl anyagmennyiségét:

$$n = c \cdot V = 0,05 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 2 \text{ dm}^3 = 0,1 \text{ mol KCl}$$

A KCl anyagmennyiségét ismerve átszámítjuk ezt tömegre:

$$m = n \cdot M = 0,1 \text{ mol} \cdot 74,6 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 7,46 \text{ g KCl}$$

Az oldat elkészítéséhez tehát  **$7,46 \text{ g KCl}$** -ot kell bemérnünk.

31. Egy folyadéküvegben  $750 \text{ cm}^3$  NaOH-oldatunk van, amelynek az anyagmennyiség-koncentrációja  $1,85 \text{ mol/dm}^3$ .  
Hány gramm NaOH-ot tartalmaz az oldat?

**Adatok:**  $V = 750 \text{ cm}^3 = 0,750 \text{ dm}^3$   
 $c = 1,85 \text{ mol/dm}^3$   
 $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol} \qquad m = ?$

A koncentráció és a térfogat ismeretében meghatározható az oldott anyag anyagmennyisége:

$$n = c \cdot V = 1,85 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,750 \text{ dm}^3 = 1,3875 \text{ mol NaOH}$$

Az anyagmennyiséget átszámolhatjuk a moláris tömeg ismeretében tömeggé:

$$m = n \cdot M = 1,3875 \text{ mol} \cdot 40 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 55,5 \text{ g NaOH}$$

Az oldat **55,5 g NaOH**-t tartalmaz.

32. Kétféle anyagmennyiség-koncentrációjú oldat van a polcon. Az egyiké  $1,16 \text{ mol/dm}^3$ , a másiké  $0,45 \text{ mol/dm}^3$ . A töményebből  $36 \text{ cm}^3$ -t öntöttünk egy főzőpohárba.

Hány  $\text{cm}^3$ -t kell a hígabból egy másik főzőpohárba önteni, hogy ugyanakkora anyagmennyiségű oldott anyag legyen benne, mint az elsőben?

**Adatok:**  $c_1 = 1,16 \text{ mol/dm}^3$   $V_1 = 36 \text{ cm}^3 = 0,036 \text{ dm}^3$   
 $c_2 = 0,45 \text{ mol/dm}^3$   $V_2 = ?$

Először határozzuk meg a töményebb oldatban oldott anyag anyagmennyiségét:

$$n_1 = c_1 \cdot V_1 = 1,16 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,036 \text{ dm}^3 = 0,0418 \text{ mol}$$

Azt a térfogatot keressük most, amennyi szintén **0,0418 mol** oldott anyagot tartalmaz!

Ebben az esetben  $n_1 = n_2$ , tehát  $n_2 = 0,0418 \text{ mol}$

Így:  $n_2 = c_2 \cdot V_2$  ebből:  $V_2 = \frac{n_2}{c_2}$

$$V_2 = \frac{0,0418 \text{ mol}}{0,45 \text{ mol/dm}^3} = 0,0929 \text{ dm}^3$$

A **hígabb oldatból 93  $\text{cm}^3$** -t kell a főzőpohárba tölteni.

33. Összekeverünk  $180 \text{ cm}^3$   $0,08 \text{ mol/dm}^3$  és  $320 \text{ cm}^3$   $0,400 \text{ mol/dm}^3$  anyagmennyiség-koncentrációjú oldatot. Mekkora lesz a kevert oldat anyagmennyiség-koncentrációja?

**Adatok:**  $V_1 = 180 \text{ cm}^3 = 0,180 \text{ dm}^3$   $c_1 = 0,080 \text{ mol/dm}^3$   
 $V_2 = 320 \text{ cm}^3 = 0,320 \text{ dm}^3$   $c_2 = 0,400 \text{ mol/dm}^3$   
 $V_3 = 500 \text{ cm}^3 = 0,500 \text{ dm}^3$   $c_3 = ?$

**Megjegyzés:** alapszabály, hogy az oldattérfogatokat nem szabad összeadni, mivel felléphet az ún. kontrakció jelensége. A híg oldatok esetén ez nem következik be, a térfogatok tehát összeadhatók!

Meghatározzuk az anyagmennyiségeket az egyes kiindulási oldatokban:

$$n_1 = V_1 \cdot c_1 = 0,180 \text{ dm}^3 \cdot 0,080 \text{ mol/dm}^3 = 0,0144 \text{ mol}$$

$$n_2 = V_2 \cdot c_2 = 0,320 \text{ dm}^3 \cdot 0,400 \text{ mol/dm}^3 = 0,128 \text{ mol}$$

Az anyagmennyiségek összegezhetők:  $n_3 = n_1 + n_2 = 0,0144 \text{ mol} + 0,128 \text{ mol} = 0,1424 \text{ mol}$

Az összekevert oldat koncentrációja:  $c_3 = \frac{n_3}{V_3} = \frac{0,1424 \text{ mol}}{0,5 \text{ dm}^3} = 0,285 \text{ mol/dm}^3$

A két, különböző oldat összeöntésével keletkező új oldat **koncentrációja 0,285 mol/dm<sup>3</sup>**.

### 9. Anyagmennyiség-koncentráció és tömegszázalékos összetétel egymásba való átszámítása

Többször előfordul, hogy ismerjük az oldat anyagmennyiség-koncentrációját és meg kell határozni a tömegszázalékos összetételét. A számítást fordítva is elvégezhetjük, azaz az anyagmennyiség-koncentrációból meghatározhatjuk a tömegszázalékos összetételt. Mindkét esetben ismernünk kell az oldat sűrűségét.

34. Van 2,0 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú kénsavoldatunk, melynek sűrűsége 1,12 g/cm<sup>3</sup>.  
hány tömegszázalékos a kénsav?

**Adatok:**  $c = 2,0 \text{ mol/dm}^3$   $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g/mol}$   
 $\rho = 1,12 \text{ g/cm}^3$   
 $w = ?$

A feladat szövegében nincs megadva semmilyen konkrét térfogat. Ilyenkor vehetünk **egységnyi térfogatot**, azaz **1 dm<sup>3</sup>**-t a kénsavoldatot! Határozzuk meg az oldat tömegét!

$$V = 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho \cdot V \quad m = 1,12 \text{ g/cm}^3 \cdot 1000 \text{ cm}^3 = 1120 \text{ g kénsavoldat}$$

A koncentráció értékéből kiszámolhatjuk az oldott kénsav anyagmennyiségét:

$$n = c \cdot V \quad n = 2,0 \text{ mol/dm}^3 \cdot 1 \text{ dm}^3 = 2,0 \text{ mol kénsav}$$

Az anyagmennyiség átszámolva tömegre:

$$m = n \cdot M \quad m = 2,0 \text{ mol} \cdot 98 \text{ g/mol} = 196 \text{ g kénsav}$$

Az oldat tömegének és az oldott anyag tömegének ismeretében kiszámíthatjuk a w%-os összetételt:

$$w = \frac{196 \text{ g}}{1120 \text{ g}} \cdot 100 = 17,5\%$$

Tehát a 2 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú oldat  $w = 17,5\%$ -os.

35. El kell döntenünk, hogy a 0,80 mol/dm<sup>3</sup> anyagmennyiség-koncentrációjú salétromsav elég tömény-e ahhoz a kísérlethez, amelyhez legalább  $w = 10\%$ -os salétromsavra van szükség! Hány tömegszázalékos a salétromsav?

**Adatok:**  $c = 0,80 \text{ mol/dm}^3$   $M(\text{HNO}_3) = 63 \text{ g/mol}$   
 $\rho = 1,025 \text{ g/cm}^3$   
 $w = ?$

Vegyük az oldat térfogatának az **egységnyi térfogatot**, azaz **1 dm<sup>3</sup>**-t!

$$V = 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3 \text{ HNO}_3\text{-oldat}$$

Az ebben oldott **salétromsav anyagmennyisége** az anyagmennyiség-koncentráció alapján:

$$n = c \cdot V = 0,80 \text{ mol/dm}^3 \cdot 1 \text{ dm}^3 = 0,80 \text{ mol HNO}_3 \text{ mint oldott anyag}$$

A 0,8 mol **oldott anyag tömege**:  $m = n \cdot M = 0,80 \text{ mol} \cdot 63 \text{ g/mol} = 50,4 \text{ g HNO}_3$

Határozzuk meg az **1 dm<sup>3</sup> salétromsavoldat tömegét** a sűrűségének ismeretében:

$$m = \rho \cdot V = 1,025 \text{ g/cm}^3 \cdot 1000 \text{ cm}^3 = 1025 \text{ g HNO}_3\text{-oldat}$$

Tehát **1025,2 g salétromsavoldatban 0,8 mol HNO<sub>3</sub>** van oldva.

Utolsó lépésként meghatározhatjuk végre a tömegszázalékos összetételét:

**Adatok:**

$$m_{\text{oldott anyag}} = 50,4 \text{ g HNO}_3$$
$$m_{\text{oldat}} = 1025 \text{ g HNO}_3\text{-oldat}$$
$$w = ?$$

$$w = \frac{m_{\text{oldott anyag}}}{m_{\text{oldat}}} \cdot 100 \text{ (\%)}$$

$$w = \frac{50,4 \text{ g}}{1025 \text{ g}} \cdot 100 = 4,92\%$$

Mivel a **salétromsavunk** csupán  $w = 4,92\%$ -os, ezért nem tudjuk használni a kísérletünkhöz.

36. Nagyobb térfogatú, 1,5 dm<sup>3</sup> és 0,2 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú kénsavoldatot kell készítenünk  $w = 96\%$ -os kénsavoldat felhasználásával.

Mekkora tömegű illetve térfogatú  $w = 96\%$ -os kénsavoldatra lesz szükségünk?

**Adatok:**

$$V = 1,5 \text{ dm}^3 = 1500 \text{ cm}^3$$
$$w = 96\%$$
$$\rho = 1,836 \text{ g/cm}^3$$
$$c = 0,20 \text{ mol/dm}^3$$
$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g/mol}$$
$$m = ?$$

Határozzuk meg a készítendő oldatban lévő oldott **kénsav anyagmennyiségét**:

$$n = c \cdot V = 0,20 \text{ mol/dm}^3 \cdot 1,5 \text{ dm}^3 = 0,30 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

Ez átszámolva **tömegre**:

$$m = n \cdot M = 0,30 \text{ mol} \cdot 98 \text{ g/mol} = 29,4 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

Ebből kiszámítható már a szükséges **oldat tömege**:

$$w = \frac{m_{\text{oldott anyag}}}{m_{\text{oldat}}} \cdot 100 \quad \text{alapján:}$$
$$96\% = \frac{29,4 \text{ g}}{m_{\text{oldat}}} \cdot 100 \quad m_{\text{oldat}} = 30,63 \text{ g kénsavoldat}$$

A kénsavoldat sűrűségének ismeretében átszámoljuk a tömegét térfogategységre:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{30,63 \text{ g}}{1,8355 \text{ g/cm}^3} = 16,68 \text{ cm}^3 \text{ kénsavoldat} \approx \mathbf{16,7 \text{ cm}^3}$$

Az előírt oldathoz tehát **16,7 cm<sup>3</sup> w = 96%-os H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-oldatra** van szükség.

37. Készítsünk 100 cm<sup>3</sup> HCl-oldatot, melynek koncentrációja 1,050 mol/dm<sup>3</sup>.  
Hány cm<sup>3</sup> tömény (w = 37%-os) HCl-oldatra van ehhez szükségünk?

**Adatok:**

$$c = 1,050 \text{ mol/dm}^3$$
$$V_{\text{oldat}} = 100 \text{ cm}^3$$
$$w = 37\%$$
$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol}$$
$$\rho_{\text{HCl}} = 1,184 \text{ g/cm}^3 \text{ (} w = 37\% \text{-os oldat esetén)}$$
$$V_{\text{HCl}} = ?$$

Elsőként határozzuk meg az oldandó anyag anyagmennyiségét:

$$c = \frac{n}{V} \quad \text{összefüggésből:} \quad n = c \cdot V$$

$$V = 100 \text{ cm}^3 = 0,1 \text{ dm}^3$$

$$n_{\text{HCl}} = 1,050 \text{ mol} \cdot 0,1 \text{ dm}^3 = 0,105 \text{ mol HCl}$$

Az anyagmennyiséget átszámoljuk tömegre:

$$n = \frac{m}{M} \quad \text{összefüggésből:} \quad m = n \cdot M$$

$$m_{\text{HCl}} = 0,105 \text{ mol} \cdot 36,5 \text{ g/mol} = 3,83 \text{ g HCl}$$

Meghatározzuk, hogy ekkora tömegű hidrogén-klorid hány g w = 37%-os sósavban van benne.

$$w = \frac{m_{\text{oldott-anyag}}}{m_{\text{oldat}}} \cdot 100$$

$$37\% = \frac{3,83 \text{ g}}{m_{\text{oldat}}} \cdot 100 \quad m_{\text{oldat}} = \frac{3,83 \text{ g}}{37\%} \cdot 100 = 10,35 \text{ g HCl-oldat}$$

Ismerjük már az oldat tömegét, de meg kell határozni, hogy ez mekkora térfogatnak felel meg.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{kifejezésből:} \quad V = \frac{m}{\rho}$$

$$V_{\text{HCl-oldat}} = \frac{10,35 \text{ g}}{1,184 \text{ g/cm}^3} = 8,74 \text{ cm}^3 \text{ HCl-oldat}$$

Végül **8,74 cm<sup>3</sup> cc. HCl-oldatot** kell kimérnünk buretta segítségével a kívánt oldathoz.

38. Összesen 0,500 kg sósavunk van, amelynek az anyagmennyiség-koncentrációja 11,7 mol/dm<sup>3</sup>, sűrűsége 1,19 g/cm<sup>3</sup>. Hány g HCl-gáz van oldva a fenti oldatban?

**Adatok:**  $m_{\text{oldat}} = 0,5 \text{ kg} = 500 \text{ g}$   $M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol}$   
 $c = 11,7 \text{ mol/dm}^3$   
 $\rho = 1,19 \text{ g/cm}^3$   
 $m_{\text{HCl}} = ?$

Az oldat sűrűségének ismeretében meghatározzuk, hogy a 0,5 kg oldat mekkora térfogatúnak felel meg:

$$V = \frac{m}{\rho} \quad V = \frac{500 \text{ g}}{1,19 \text{ g/cm}^3} = 420,17 \text{ cm}^3 \approx 0,420 \text{ dm}^3 \text{ sósav}$$

A koncentráció és a térfogat ismeretében meghatározhatjuk az oldott anyag anyagmennyiségét:

$$n = c \cdot V \quad n = 11,7 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,420 \text{ dm}^3 = 4,91 \text{ mol HCl}$$

Végül, az anyagmennyiséget átszámoljuk tömegre:

$$m = n \cdot M \quad m = 4,91 \text{ mol} \cdot 36,5 \text{ g/mol} = 179,22 \text{ g HCl}$$

Tehát, a 0,5 kg sósavban **179,22 g HCl** van oldott állapotban.

## Oldatok kémhatásának meghatározása

Szükséges eszközök: mérőlombik, büretta, kézi pH-mérő

1. Készítsen adott összetételű sósavból  $100\text{ cm}^3$ -nyi, megadott anyagmennyiség-koncentrációjú törzsoldatot!
2. Ebből a törzsoldatból készítsen oldatsorozatot hígítással: 10-szeres, 100-szoros és 1000-szeres hígítású oldatokat!

A 10-szeres hígítású oldathoz  $10\text{ cm}^3$ -t pipettázzon ki a törzsoldatból, majd ezt engedje  $100\text{ cm}^3$ -es mérőlombikba, és azt állítsa jelre és homogenizálja!

A 100-szoros hígítású oldathoz  $10\text{ cm}^3$ -t pipettázzon ki a 10-szeres hígítású oldatból, majd ezt engedje  $100\text{ cm}^3$ -es mérőlombikba, és azt állítsa jelre és homogenizálja!

A 1000-szeres hígítású oldathoz  $10\text{ cm}^3$ -t pipettázzon ki a 100-szoros hígítású oldatból, majd ezt engedje  $100\text{ cm}^3$ -es mérőlombikba, és azt állítsa jelre és homogenizálja!

3. Az oldatsorozat minden egyes tagjának mérje meg a kémhatását kézi pH-mérővel!
4. A pH-mérőt mérés előtt kalibrálni kell! Ezt a megfelelő kalibráló oldatokkal, a használati utasítás szerint kell elvégezni.
5. Az elektródot minden mérés után öblítse le, és a mérés után a használati utasításnak megfelelően járjon el! A pH-értékeket jegyezze fel a mérési füzetbe!
6. Vezesse be a beadási füzetbe a számolásokat, illetve a mérési eredményeket, és megadott határidőig adja be!



## Törésmutató meghatározása

Szükséges eszközök: mérőlombik, büretta, kémcső, kézi refraktométer

1. Cukoroldatból készítsen törzsoldatot! A szükséges cukor tömegét grammban a  $\left(10 + \frac{\text{laborszám}}{10} \cdot 3\right)$  képlet alapján határozza meg!
2. A cukrot egy tiszta, száraz főzőpohárban mérje ki, ioncserélt vízben oldja fel, majd egy 100 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikba mossa át! A lombikot állítsa jelre, homogenizálja!
3. Szereljen fel két bürettát! Az egyikbe a cukor törzsoldatot töltsse, a másikba pedig ioncserélt vizet!
4. Készítsen oldatsorozatot tiszta, száraz kémcsövekben! Az első kémcsőbe 2 cm<sup>3</sup> törzsoldatot és 8 cm<sup>3</sup> ioncserélt vizet engedjen! A második kémcsőbe 4 cm<sup>3</sup> törzsoldatot és 6 cm<sup>3</sup> ioncserélt vizet, a harmadik kémcsőbe 6 cm<sup>3</sup> törzsoldatot és 4 cm<sup>3</sup> ioncserélt vizet, a negyedik kémcsőbe 8 cm<sup>3</sup> törzsoldatot és 2 cm<sup>3</sup> ioncserélt vizet töltsön! A kémcsövekben az oldatokat homogenizálja!
5. A kézi refraktométer prizmáját nyissa ki, ioncserélt vízzel mossa le, majd törölje szárazra!
6. Először a tiszta ioncserélt víznek határozza meg a törésmutatóját! Ezt követően mérje meg az oldatsorozat tagjainak törésmutatóját, beleértve a törzsoldatét (kiindulási cukoroldat) is!

	%	törésmutató
ioncserélt víz		
2 cm <sup>3</sup> törzsoldat + 8 cm <sup>3</sup> ioncserélt víz		
4 cm <sup>3</sup> törzsoldat + 6 cm <sup>3</sup> ioncserélt víz		
6 cm <sup>3</sup> törzsoldat + 4 cm <sup>3</sup> ioncserélt víz		
8 cm <sup>3</sup> törzsoldat + 2 cm <sup>3</sup> ioncserélt víz		
cukor törzsoldat		

7. Az adatokból szerkesszen grafikont és a mérési pontokhoz illesszen egyenest!

