BÁRÁNY ZSOLT BÉLA

Vegyipari ismeretek 1.

oktatási segédanyag

Debreceni Vegyipari Szakközépiskola
2013.

Összeállította és szerkesztette: Bárány Zsolt Béla

Lektorálta: Feketéné Kiss Judit

Ez a képzési segédanyag a 2013-ban elfogadott, a Debreceni Vegyipari Szakközépiskola 54 524 02-es számú „Vegyipari technikus” szakképesítésének helyi tantervében megjelenő 10098-12-es azonosító számú „Vegyipari műszaki alapfeladatok” megnevezésű szakmai követelménymodulhoz tartozó „Vegyipari ismeretek” tantárgy követelményeinek megfelelve készült.

Jelen segédanyag közoktatási célokra korlátozás nélkül felhasználható, részleges vagy teljes másolat – a forrás megjelenítése mellett – korlátlan számban készíthető.

Minden más jellegű felhasználás, módosítás csak a szerző hozzájárulásával lehetséges.

© Bárány Zsolt Béla, 2013.

A segédanyag formátuma: A/4
Terjedelme: 76 oldal
Ábrák száma: 136 darab

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék ... 3
1. Munkavégzés a laboratóriumban ... 6
1.1. Vegyszerek kezelése és tárolása ... 6
1.2. A laboratóriumi eszközök ... 11
1.2.1. Üvegeszközök ... 11
1.2.1.1. Hőálló üvegedények ... 11
1.2.1.2. Nem hőálló üvegeszközök ... 13
1.2.2. Porcelláneszközök ... 18
1.2.2.1. Hevíthető porcelláneszközök ... 18
1.2.2.2. Nem hevíthető porcelánedények ... 19
1.2.3. Fémeszközök ... 19
1.2.3.1. Állványok ... 19
1.2.3.2. Fogók és kettős szorítók ... 20
1.2.3.3. Egyéb laboratóriumi fémeszközök ... 21
1.2.4. Faeszközök ... 23
1.2.5. Műanyag eszközök ... 24
1.3. Ellenőrző kérdések, feladatok ... 24
2. Fizikai jellemzők mérése és az ezzel kapcsolatos számítások ... 25
2.1. Fizikai alapmennyiségek ... 25
2.2. Mértékegységek átváltása ... 27
2.3. Relatív atom- és moláris tömeg számítása ... 27
2.4. A tömegmérés ... 28
2.5. A térfogatmérés ... 29
2.5.1. A szilárd testek térfogatának mérése ... 29
2.5.2. A folyadékok térfogatának mérése ... 30
2.5.3. A gázok térfogatának mérése ... 31
2.6. Az anyagmennyiség számítása ... 31
2.7. A hőmérsékletmérés ... 32
2.8. A hőátadás művelete ... 33
2.8.1. A melegítés ... 33
2.8.2. A hűtés ... 34
2.9. Az olvadáspont mérése ... 35
2.10. A forráspont mérése ... 35
2.11. A sűrűség mérése ... 36

2.11.1. Szilárd testek abszolút sűrűségének meghatározása ... 37
2.11.2. Folyadékok abszolút sűrűségének meghatározása ... 37
2.12. A sűrűséggel kapcsolatos számítások ... 38
2.13. A törésmutató meghatározása (Refraktometria) ... 39
2.13.1. A refraktométerek ... 39
2.14. A gázok moláris térfogata ... 40
2.15. Az Avogadro-törvény alkalmazása ... 41
2.16. Ellenőrző kérdések, feladatok ... 42
3. Oldatkészítés és az ezzel kapcsolatos számítások ... 43
3.1. Az oldás folyamata, az oldószerek tulajdonságai ... 43
3.2. Az oldatok összetétele ... 44
3.2.1. A tömegszázalék ... 44
3.2.2. A molaritás ... 44
3.2.3. A tömegkoncentráció ... 45
3.2.4. A koncentráció-egységek átváltása ... 45
3.3. Az oldatok összetételének számítása ... 46
3.3.1. A tömegszázalék ... 46
3.3.2. A molaritás ... 47
3.3.3. A tömegkoncentráció ... 48
3.3.4. A koncentráció-egységek átváltása ... 48
3.4. Oldatkészítés a gyakorlatban ... 49
3.4.1. Az oldhatóság és hőmérsékletfüggése ... 49
3.4.2. Oldatkészítés gázokból és folyadékokból ... 50
3.4.3. Oldatkészítés szilárd anyagokból ... 50
3.4.4. Oldatkészítés ismert koncentrációjú oldatból ... 50
3.5. Oldatkészítéssel kapcsolatos számítások ... 51
3.5.1. Oldatok keverése, hígítása és töményítése ... 51
3.5.2. Oldatkészítés kristályvíztartalmú vegyületekből ... 55
3.5.3. Az oldhatóság hőmérsékletfüggése ... 56
3.6. Savak és lúgok ... 58
3.6.1. A protolitikus reakciók ... 58
3.6.2. A savak és bázisok erőssége ... 59
3.6.3. A kémhatás ... 59
3.6.4. A savak és lúgok hígítása ... 60
3.7. Erős savakkal és lúgokkal kapcsolatos számítások ... 60
3.7.1. Erős savak és lúgok pH-ja ... 60

3.7.2. A savak és lúgok hígítása ... 61
3.8. Sztöchiometria ... 63
3.9. Egyszerűbb sztöchiometriai számítások ... 63
3.9.1. A kémiai egyenlet alkalmazása ... 63
3.9.2. Oldatokkal kapcsolatos számítások ... 63
3.10. Ellenőrző kérdések, feladatok ... 65
4. Megoldások ... 66
4.1. Útmutató ... 66
4.2. Mértékegységek átváltása (2.2. fejezet) ... 66
4.3. Relatív atom- és moláris tömeg számítása (2.3. fejezet) ... 67
4.4. Az anyagmennyiség számítása (2.6. fejezet) ... 67
4.5. A sűrűséggel kapcsolatos számítások (2.12. fejezet) ... 67
4.6. Az Avogadro-törvény alkalmazása (2.15. fejezet) ... 68
4.7. Az oldatok összetételének számítása (3.3. fejezet) ... 69
4.8. Oldatkészítéssel kapcsolatos számítások (3.5. fejezet) ... 70
4.9. Erős savakkal és lúgokkal kapcsolatos számítások (3.7. fejezet) ... 72
4.10. Egyszerűbb sztöchiometriai számítások (3.9. fejezet) ... 73
5. Irodalomjegyzék ... 74
6. Periódusos rendszer ... 76

1. Munkavégzés a laboratóriumban

1.1. Vegyszerek kezelése és tárolása

A technika, a technológia fejlődésével szinte ugrásszerűen megnőtt a veszélyes anyagok felhasználása az iparban és a mezőgazdaságban egyaránt, ezek pedig veszélyeztetik az ott dolgozók egészségét. Igaz ez a különböző vegyipari laboratóriumokra is. Bár a kor követelményei szerint kialakított kémiai vizsgálati helyiségek látszólag még a konyhánál is tisztábbak, nem szabad elfeledkeznünk arról, hogy talán a legveszélyesebb munkahelyről beszélünk. Ezt a jelzőt joggal alkalmazhatjuk a laboratóriumokra. Hiszen veszélyes egy esztergályos műhely, ahol számos fizikai ártalom érheti az ott dolgozót. Veszélyes egy számítógép- vagy éppen egy háztartási kisgép szervize, mert a villamos áram káros hatásaival számolni kell. Egy vegyipari laboratóriumban azonban – a különböző fizikai ártalmakon túl (por-, zaj-, mechanikai-, villamos áram okozta ártalom) – a vegyszerekkel történő munkavégzés egy plusz veszélyforrást jelent.
Mindezeket figyelembe véve joggal várható el az ilyen munkahelyen dolgozóktól – legyen az munkahelyi vagy iskolai laboratórium –, hogy az általános és a helyi munkavédelmi előírásokat a tőle elvárható módon tartsa be.

A vegyszerekkel történő munkavégzés csak akkor tekinthető kellően biztonságosnak, ha tudjuk, milyen vegyszerrel dolgozunk és tisztában vagyunk az adott vegyszer okozta ártalmakkal. Ezekhez az információkhoz a vegyszert tartalmazó edény címkéje segítségével juthatunk hozzá. A laboratóriumokban kétféle címkézéssel találkozhatunk: a gyári és a helyi címkézéssel. Mindkettő esetében közös vonás, hogy tartalmaznia kell az anyag pontos nevét, kémiai összetételét, egészségkárosító hatását.

1. ábra – A krómkénsav vegyszeres címkéje

Gyári címkével azok a vegyszerek vannak ellátva, amelyeket közvetlenül a gyártótól vagy a forgalmazótól szereztünk be. Ezek a címkék sokkal több információt tartalmaznak, mint a saját magunk által készített címke. Ha megnézzük az egyik jelentős magyarországi forgalmazó által forgalomba hozott krómkénsav címkéjét (1. ábra), akkor láthatjuk, hogy azon a következő információk szerepelnek:

- a címke felső részében a forgalmazó neve, céges logója és elérhetősége;
- középül az anyag neve, tisztasága (javasolt felhasználási köre), mennyisége, sűrűsége, gyártási száma;

- baloldalon a szennyezőinek mennyisége, illetve a szállítással kapcsolatos kódok;
- jobboldalon találkozunk azokkal az információkkal, amelyek a vegyszerrel való munkavégzés kockázataira és a veszélyek elkerülésére vonatkoznak. A címke jobb alsó sarkában a GHS piktogramok, valamint a H- és P-kódok olvashatóak.

A laboratóriumokban azonban sok esetben nem csak gyári címkékkel találkozunk. Ennek több oka is lehet. Gyakran előfordul, hogy egy vegyszerből csak kis mennyiségeket alkalmazunk, de azt több munkaállomáson. Ilyenkor minden munkaállomáson tárolunk egy kisebb edényben a vegyszerből.
Olyan is gyakran előfordul, hogy a megvásárolt vegyszer koncentrációja nem felel meg a feladathoz, így hígítani szükséges. Vagy adott esetben nem szilárd formában van szükségünk a vegyi anyagra, hanem oldatként.
Ezekben az esetekben a tárolóedényt magunknak kell felcímkézni, azonosító felirattal ellátni, még a legkisebb tárolt mennyiség esetében is. A feliratozásnak ebben az esetben is maradandónak kell lennie.
A címkének a következőket kell minimális szinten tartalmaznia:

- a címke felső részében a vegyszer neve;
- alatta a koncentrációja;
- ezalatt a veszélyt jelző piktogramokat kell feltüntetni;
- a piktogramok alatt a H- és a P-kódok kell szerepeljenek;
- a címke alján tüntetjük fel a nevünket, illetve az edény feltöltésének időpontját.

A 2. ábra egy 0,1 mol/dm^3 koncentrációjú sósavat tartalmazó edény címkéjét mutatja be.

Sósav
0,1 mol/dm^3 koncentrációjú

GHS05

GHS07

H314, H335, H290
P280, P301+P330+P331, P305+P351+P338

Fekete-Fehér János 9.H osztály
2013. május 2.

2. ábra – A sósav vegyszeres címkéje

Ahogy már a gyári címkén is láthattuk, az általunk elhelyezendő címkén is kell feltüntetni a biztonsági jelöléseket és kódokat.
Az Országgyűlés – figyelembe véve az ember legmagasabb szintű testi és lelki egészségéhez, valamint az egészséges környezethez fűződő alapvető alkotmányos jogait – a Magyarországon tartózkodó természetes személyek kémiai biztonsághoz kapcsolódó jogosultságainak biztosítása érdekében, a veszélyes anyagok és veszélyes keverékek káros hatásainak megfelelő módon történő azonosítása, megelőzése, csökkentése, elhárítása, valamint ismertetése céljából megalkotta a 2000. évi XXV. törvényt – a kémiai biztonságról.
A törvény célja az emberi egészség és a környezet magas szintű védelme, ezért meghatározza azokat az egységes elveket, szempontokat, amiket figyelembe kell venni az anyagok, illetve keverékek osztályozásánál, címkézésénél, csomagolásánál. A nemzetközileg elfogadott GHS

kritériumok bevezetése ugyanakkor megkönnyítheti a nemzetközi kereskedelmet és javíthatja az innovációt. A CLP rendelet általános megközelítésben minden olyan, az EU-ban letelepedett cégre vonatkozik, amely anyagot vagy keveréket gyárt, importál, felhasznál vagy forgalmaz, függetlenül az éves mennyiségtől. Az osztályozást minden anyagra és keverékre el kell végezni, majd az osztályozásnak megfelelően kell dönteni a címkézésről, csomagolásról.

Az Európai Unió minden tagállamára érvényes rendelet **2009. január 20-án lépett hatályba**, azonban a vállalkozások terheinek enyhítése érdekében, két lépcsőben kerül bevezetésre: anyagok esetében **2010. december 1-től**, keverékek esetében **2015. június 1-től** kell alkalmazni. Az átmeneti időszak biztosítja, hogy a vállalkozások időben felkészülhessenek és megfelelhessenek az új előírásoknak.

A figyelmeztető és az óvintézkedésre vonatkozó mondatok egyedi, egy betűből és három számjegyből álló alfanumerikus kódokkal rendelkeznek a következők szerint:

- „H” betű vagy „P” betű. Minden esetben vegyük figyelembe, hogy vannak más rendszerből átvett, de a GHS-ben még nem szereplő figyelmeztető mondatok. Ezek kódja az „EUH”;
- egy számjegy, a veszély típusát jelző számjegy, például „2” a fizikai veszélyekre; és
- két számjegy, a veszélyek sorszámozásával megegyező szám, úgy, mint robbanóképesség (200-tól 210-ig tartó kódok), tűzveszélyesség (220-tól 230-ig tartó kódok) stb.

Például:
H200 Instabil robbanóanyagok.
H201 Robbanóanyag; teljes tömeg felrobbanásának veszélye.
H202 Robbanóanyag; kivetés súlyos veszélye.

EUH 001 Száraz állapotban robbanásveszélyes.
EUH 006 Levegővel érintkezve vagy anélkül is robbanásveszélyes.
EUH 014 Vízzel hevesen reagál.

P101 Orvosi tanácsadás esetén tartsa kéznél a termék edényét vagy címkéjét.
P102 Gyermekektől elzárva tartandó.
P201 Használat előtt ismerje meg az anyagra vonatkozó különleges utasításokat.

Az új mondatokhoz új piktogramok is párosulnak. Például a GHS02-es jelű piktogram tűzveszélyes anyagok és keverékek, szerves peroxidok, öngyulladó anyagok jelölésére szolgál.

Az angol nyelvből származó rövidítések:

- GHS: **G**lobally **H**armonised **S**ystem of Classification and Labelling of Chemicals, vagyis vegyi anyagok osztályozásának és címkézésének globálisan harmonizált rendszere
- CLP: **C**lassification, **L**abelling and **P**ackaging of Substances, vagyis a vegyszerek osztályozása, címkézése és csomagolása
- H: **H**azard Phrases, vagyis figyelmeztető mondatok
- P: **P**recautionary Phrases, vagyis óvintézkedésre vonatkozó mondatok

 GHS01 Robbanóanyagok, önreaktív anyagok és keverékek	 **GHS02** Tűzveszélyes anyagok és keverékek, szerves peroxidok, öngyulladó anyagok	 **GHS03** Oxidáló anyagok és keverékek
 GHS04 Nyomás alatt lévő gázok	 **GHS05** Fémekre maró hatású anyagok és keverékek, bőrmarás/bőrirritáció, súlyos szemkárosodás/szemirritáció	 **GHS06** Akut toxicitás
 GHS07 Akut toxicitás, bőrmarás / bőrirritáció, súlyos szemkárosodás/szemirritáció, légzőszervi és/vagy bőr szenzibilizáció, az ózonrétegre veszélyes	 **GHS08** Csírasejt-mutagenitás, rákkeltő hatás, reprodukciós toxicitás, célszervi toxicitás-egyszeri expozíció, célszervi toxicitás -ismétlődő expozíció, aspirációs veszély	 **GHS09** A vízi környezetre veszélyes

1. táblázat – A GHS piktogramok

Korábban más jelöléseket használtak. Az egészséget veszélyeztető, mérgező hatású anyagokra és az azokkal kapcsolatos tevékenységekre, amelyekbe beleértendő az anyagok vásárlása, tárolása és felhasználása is, a 26/1985. (V.11.) MT rendelet, valamint a végrehajtásról szóló 16/1988. (II.22.) SZEM rendelet vonatkozott.
E rendeletek szerint **mérgező** hatású az az anyag, amelyből a tudományos, illetve gyakorlati tapasztalatok szerint **1 g vagy ennél kisebb mennyiség az ember szervezetébe jutva halált**, illetve **egészségkárosodást okozhat**. A jogszabályoknak megfelelően az ÁNTSZ elvégezte a különböző vegyszerek minősítését, és az Európai Unió elfogadott jelzéseit felhasználva a 333/1995. ÁNTSZ jegyzékben tette közzé. Ugyanezek a jelek és rajzok szerepeltek a hazai és külföldi vegyszergyárak termékein is, ezért ismeretük kiemelt fontosságú.

T+	T	Xn	Xi	F+	F	E	C	O	N
erősen mérgező (very toxic)	mérgező (toxic)	gyengén mérgező, ártalmas (noxious)	ingerlő (irritant)	rendkívül gyúlékony (extremely flammable)	könnyen gyulladó, tűzveszélyes (highly flammable)	robbanásveszélyes (explosive)	korrozív, maró (corrosive)	oxidálószer, égést tápláló (oxidizing)	környezeti veszély (nature)

2. táblázat – A régen alkalmazott piktogramok

Az ÁNTSZ táblázatában és a korábban vásárolt vegyszerek csomagolásán további betűket és számokat láttunk. Az **R** jelzés (a *risk* = kockázat szóból származik) a felhasználás során **várható veszélyeket, kockázatokat jelentette**. Minden szám egy-egy mondatnak felelt meg. Az **S** jelzés (az angol *safety* = biztonság szóból ered) a veszélyes anyagok felhasználása során követendő **biztonsági tanácsokat** jelzett. Itt is minden szám egy-egy mondatnak felelt meg.

A vegyi anyagok tisztaságával szemben a felhasználástól függően más-más követelményt támasztunk. A vegyszerek gyártása során az előállítandó anyaghoz idegen, szennyező anyagok is keveredhetnek, tehát a termék több-kevesebb szennyeződést tartalmaz.
A vegyszerek tisztasági fokát a következőképpen szokás jelölni:

crum, techn.	=	nyers, tisztítatlan termék
depuratum	=	tisztított termék
purum	=	tiszta termék
purissimum (vt. vagy pss)	=	vegytiszta termék
Pharmacopoea Hungarica editio V (Ph. Hg. V)	=	gyógyszerkönyvi minőségű
pro analisi (p. a.)	=	analitikai tisztaságú
spec. pur.	=	spektrográfiai tisztaságú

A vegyi anyagok nemcsak munkahelyi ártalmat okozhatnak, hanem kémiai tulajdonságuk folytán a szakszerűtlen tárolás, szállítás esetén közvetlen balesetet, súlyosabb esetben tüzet vagy robbanást idézhetnek elő.
Az anyagokat terjedelmük, fajtájuk, kémiai tulajdonságuk figyelembevételével, egymásra hatásuk ismeretében kell tárolni. A felhasználandó vegyszereket külön, erre a célra alkalmas vegyszerraktárban, vegyszerszekrényben vagy polcon tároljuk. A laboratóriumban – lehetőség szerint – vegyi anyagból egyszerre csak az adott gyakorlathoz szükséges mennyiségű anyag legyen.

Az olyan anyagok, amelyek *a levegő nedvességtartalmával vagy vízzel reakcióba lépnek* és ezáltal bárki biztonságát vagy egészségét veszélyeztethetik, csak légmenetesen zárt edényben tárolhatók.
A *tűz- és robbanásveszélyes* vegyszereket elkülönítve, fémszekrényekben kell tárolni, minimális mennyiségben. A vegyianyag-tárolókban, vegyszerraktárakban a különböző tűzveszélyességi osztályba tartozó vegyi anyagokat egymástól szintén elkülönítve kell tárolni.
Az olyan vegyi anyagokat, amelyek *egymással hevesen reagálva tűz-, esetleg robbanásveszélyt idézhetnek elő*, egymástól jól elkülönítve kell tárolni.

3. ábra – Méregtároló ajtaján feltüntetendő felirat

Maró vagy mérgező hatású folyadékot csak az erre a célra alkalmas, ép, lezárt, törés ellen védett edényzetben, fajtánként csoportosítva és elkülönítve, tartalmukat a már ismertetett módon maradandóan megjelölve, elzárható helyen szabad tárolni.
A *nagyon mérgező hatású* anyagokat erősfalú és biztonsági zárral ellátott méregszekrényben, az erre a célra szolgáló helyiségben vagy elzárhatóan körülkerített rakterületen (például föld alatti tárolókban, tartálykocsiban) anyagonként elkülönítve és jelölve kell tárolni. A helyiséget minden oldalról fallal kell körülzárni és a megfelelő szellőztetés és megvilágítás mellett biztonsági zárral kell ellátni.
A méregtároló ajtajának külső falát szembetűnő módon, szabványos *Méreg!* felirattal és *halálfej* jelzéssel kell ellátni. Ha a tárolt anyagok között maró vagy rákkeltő anyag van a méregtároló ajtaján M*aró!* és a *Rákkeltő!* feliratot, illetve jelzést is el kell helyezni. A méregtárolót mindig zárva kell tartani. A mérgező hatású veszélyes anyagokon kívül a méregtárolóban más árut elhelyezni, illetve tárolni tilos. A méregtáro-

ló közvetlen közelében élelmiszert, italt, takarmányt, gyógyszert stb. elhelyezni nem szabad. A méregtárolóban étkezni és dohányozni tilos, és azt állandóan tisztán kell tartani.
A veszélyes anyagot csak olyan csomagolóanyagban szabad tárolni, amely véd a szétszóródástól. Mindig ügyelni kell, hogy a veszélyes anyagok más anyagokkal ne keveredhessenek össze.
A munkafolyamatban biztosítani kell a biztonságos munkavégzést a megfelelő egyéni védőfelszerelés használatával. Meg kell akadályozni, hogy környezetszennyezés következhessen be.

1.2. A laboratóriumi eszközök

A laboratóriumban használt eszközöket csoportosíthatjuk az eszköz anyaga és a felhasználás célja szerint.
A laboratóriumi eszközök készülhetnek üvegből, porcelánból, fémből, fából és műanyagból.

1.2.1. Üvegeszközök

A laboratóriumokban használatos üvegedények fizikai és kémiai tulajdonságai eltérnek a közönséges üvegek (táblaüveg, háztartási üveg) tulajdonságaitól.
A laboratóriumi üvegedények anyagával szemben támasztott legfontosabb követelmény, hogy

- vegyi hatásokkal szemben legyen ellenálló;
- hirtelen hőmérsékletváltozással szemben legyen kevésbé érzékeny;
- magas legyen a lágyulási hőmérséklete.

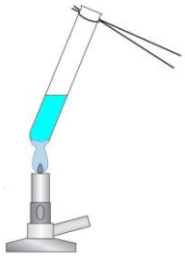
Az első feltételnek már a közönséges üveg is megfelel. A savak közül az üveget csak a hidrogén-fluorid és a forró, tömény foszforsav oldja, lúgok közül az alkáli-hidroxidok támadják meg.
A laboratóriumi eszközök legtöbbjét használat közben enyhébben vagy erélyesebben hevíteni kell. Szükséges tehát, hogy ezeket a hirtelen hőmérséklet-változásokat törés nélkül elviseljék.

1.2.1.1. Hőálló üvegedények

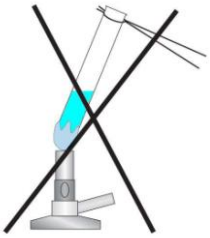
A laboratóriumi üvegeszközök legtöbbje vékony falú tűzálló üvegből készül. A hőálló üvegeszközök hevítését is egyenletesen kell végezni, hogy az egyenlőtlen felmelegedések miatt bekövetkező töréseket elkerüljük. Ez például közvetlen melegítés útján is megvalósítható.
A legtöbb kémiai reakciót hőálló üvegedényben hajtjuk végre, mert gyakran előfordul, hogy a reakcióelegyet melegíteni, vagy éppen hűteni kell, illetve a reakció nagy hőfejlődéssel jár.

<u>A kémcső</u>
A legegyszerűbb laboratóriumi eszköz a kémcső. Legömbölyített végű, 10-15 mm átmérőjű, 20-30 cm^3 űrtartalmú, vékony falú üvegcső. Színváltozással, gázfejlődéssel vagy csapadékképződéssel járó reakciók végrehajtására használjuk. Kémcsövet akkor célszerű alkalmazni, ha kis mennyiségekkel kívánunk dolgozni.
A kémcső közvetlen lángon hevíthető, de közben kissé meg kell dönteni és megfelelően mozgatni kell. Ezen felül arra is figyelni kell, hogy a kémcső melegítendő részét a láng felső harmadába tartsuk. Fontos, hogy maximum a feléig töltsük, mert csak így kerülhető el nagy bizonyossággal, hogy melegítés közben a tartalma kifusson.

4. ábra – Kémcső



5. ábra – A kémcső szabályos melegítése (←)



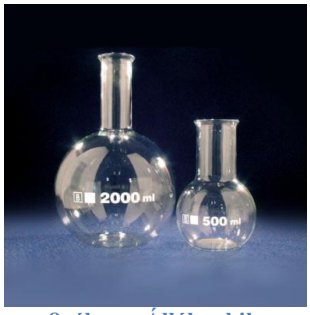
6. ábra – A kémcső szabálytalan melegítése (→)

A főzőpohár

7. ábra – Főzőpohár

A főzőpohár igen gyakran alkalmazott eszköz. Vékony falú, hengeres, alja lapos, hevíthető üvegedény. Készülhet magas vagy alacsony kivitelben, kiöntővel vagy anélkül, 25-5000 cm^3-ig terjedő űrtartalommal.
Az alacsonyabb formát főleg melegítésre, a magasabbat az elválasztó műveletekhez használjuk (csapadék leválasztására, ülepítésre, folyadékok óvatos bepárlására). Különösen előnyösen használható csapadékos oldatokkal való munkáknál, mert a csapadék könnyen és veszteség nélkül eltávolítható belőle üvegbot segítségével.
A jobb minőségűek már tűzállóak, de az ilyet sem szabad közvetlen lángon hevíteni, csak drótháló közbeiktatásával.

Az állólombik



8. ábra – Állólombik

Az állólombik (vagy más néven talpas lombik) lapos aljú, gömbölyű hasú, általában hosszú nyakú, szűk szájú edény. Fogó nélkül is használható. Melegíthető, de csak drótháló kereszt ül.
Ha forró folyadékkal dolgozunk, akkor a lombik nyakát egy rongy segítségével fogjuk meg, hogy a kezünket meg ne égesse.

A gömblombik

9. ábra - Gömblombik

A gömblombik hasonlít az állólombikhoz, de gömbölyű, talp nélküli, és így fogóba kell szorítani. Különböző nyakmérettel készülhet. Térfogata 10-10 000 cm^3-ig terjedhet. Akkor használjuk, amikor az anyagunkat hosszabb ideig vagy erélyesen kell melegíteni, illetve hűteni.
Gázlángon közvetlenül melegíthető.

A frakcionáló lombik

A frakcionáló vagy desztilláló lombik olyan hosszú nyakú gömblombik, melynek nyakán oldalcső kivezetés is van. Desztillációs műveleteknél és gázfejlesztéses reakciók alkalmával használjuk. Gázlángon közvetlenül melegíthető.

10. ábra – Frakcionáló lombik

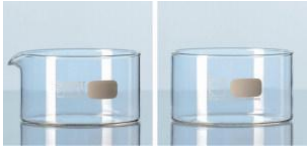
Az Erlenmeyer-lombik

Az Erlenmeyer-lombik (ejtsd: ellenmájer-lombik) átmenet a főzőpohár és az állólombik között. Felhasználható mindkettő alkalmazási területére. Különböző méretekben készül, szűk vagy bő nyakkal. Előnye, hogy alakjánál fogva a csapadék kevésbé tapad a belső falfelületre. Alakja azt is lehetővé teszi, hogy köröző mozgással a lombik tartalmát gyorsan összekeverjük anélkül, hogy az anyag kifröccsenne belőle.
Drótháló közbeiktatásával közvetett úton melegíthető.

11. ábra – Erlenmeyer-lombik

A kristályosító tál

Oldószer elpárologtatásához, az oldott anyag kikristályosításához kristályosító tálat (vagy más nevén kristályosító csészét) használunk. Alacsony, hengeres üvegedény kiöntővel vagy anélkül. Sokféle méretben készül tűzálló és nem tűzálló kivitelben egyaránt.
A tűzálló kivitelű közvetett úton melegíthető.

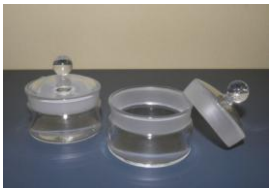

12. ábra – Kristályosító csésze

1.2.1.2. Nem hőálló üvegeszközök

A nem hőálló üvegeszközök használat közben elsősorban nem hőmérséklet-ingadozásnak, hanem mechanikai hatásoknak, nagyobb nyomáskülönbségeknek vannak kitéve, ezért általában vastag falúak.
Ezeket melegíteni nem lehet, mert a rossz hővezetés miatt az üvegben kialakult hőmérséklet-különbségek következtében feszültségek lépnek fel az üvegfalban, aminek hatására az eszköz szétreped.

A bemérőedény

A bemérőedény (vagy más néven mérlegedény) hengeres alakú, csiszolatos fedővel ellátott edényke. Nedvszívó, könnyen párolgó anyagok pontos bemérését, kis mennyiségének rövid ideig tartó tárolását valósíthatjuk meg a segítségével.


13. ábra – Bemérőedény

A szívópalack

14. ábra – Szívópalack

A szívópalack (vagy más néven szivatópalack) az Erlenmeyer-lombikhoz hasonló alakú, az oldalába csatlakozó elvezető csonkkal ellátott, vastag falú üvegedény. Vákuumszűrésnél használjuk. Nagysága általában 100-10 000 cm^3-ig terjed.

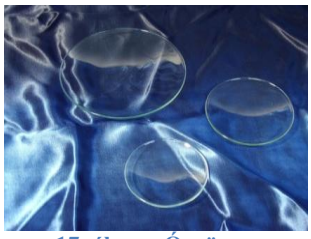
Az üvegtölcsérek

15. ábra - Analitikai tölcsér

16. ábra – Portölcsér

A laboratóriumi munkáknál a szűrés fontos művelet. Ezt a tölcsérek segítségével végezzük. A tölcséreket ezen kívül folyadékok és por alakú szilárd anyagok áttöltéséhez is használjuk. Ennek megfelelően különböző alakú és méretű tölcséreket készítenek.
A hosszú szárú, ún. analitikai tölcsér analitikai célból leválasztott csapadékok szűrésére alkalmas. Gyorsabban szűrnek, mint a rövidszárú tölcsérek, mert a tölcsér szárában kialakult folyadékoszlop szívóhatást fejt ki. A szűrés gyorsítása érdekében készítenek olyan tölcséreket is, kúpos része belülről bordázott.
A portölcsérek rövid, vastag szárú tölcsérek, melyeknek az oldala meredek, nehogy a por eltömje. Porok áttöltésére használjuk.

Az óraüveg



17. ábra – Óraüveg

Az óraüveg kerek, lapos, tálkaszerű eszköz. Átmérője általában 5-20 cm. Laboratóriumi edények befedésére, kisebb mennyiségű szilárd anyagok mérésére vagy levegőn történő tárolására, szárítására használhatók.

A Petri-csésze

18. ábra – Petri-csésze

A Petri-csésze laboratóriumi üvegedény, hengeres tál, alacsony oldalfallal. Leggyakrabban egy kissé nagyobb átmérőjű fedővel együtt hozzák forgalomba.
Főleg a biológiában használják mikrobiológiai sejtkultúrák tenyésztésére. Az üvegből készült Petri-csészék újra felhasználhatók sterilizáció után (például 160 °C-os meleg levegőben tartva 1 órán át). A műanyag Petri-csészék egyszeri használatra készülnek.

A folyadék- és porüvegek

A vegyszereket vastag falú, lapos fenekű, hengeres alakú palackokban tároljuk. Szűk nyakú üvegekben, az ún. folyadéküvegekben tartjuk a folyékony halmazállapotú anyagokat, bő szájú porüvegekben a szilárd anyagokat.
Napfényre érzékeny anyagokat barna színű üvegekben tárolunk.
Az üvegeket gumi, teflon, parafa vagy csiszolt üvegdugóval zárjuk le. Vigyázni kell, hogy a dugók be ne ragadjanak. Lúgok esetén a csiszolt dugós üveg helyett teflon dugót, vagy celofánnal bevont gumit vagy parafa dugót kell használni.
A legkisebb térfogatú üveg 10 cm^3, a legnagyobb 10 000 cm^3-es.
Újabban elterjedten használják a műanyagból készült palackokat, melyekhez csavaros kupak vagy dugó tartozik.

19. ábra – Folyadéküveg

20. ábra – Porüveg

A mérőlombik

A mérőlombik (vagy más néven normállombik) olyan hasas állólombik, amelynek kis átmérőjű, hosszú nyakán körkörös jel van. A túl szűk vagy túl széles nyak kedvezőtlenül befolyásolja a mérést. A lombikhoz csiszolt üvegdugó vagy teflondugó tartozik. Űrtartalma 10-10 000 cm^3-ig terjed.
A mérőlombikba pontosan bemért anyagot teljesen feloldjuk a megfelelő oldószerben, majd az oldószerrel jelig töltjük.

21. ábra – Mérőlombik

A piknométer

A piknométer a mérőlombiknak speciális, rövidebb nyakú változata. Vannak olyan piknométerek, amelyekbe hőmérőt is tehetünk. A piknométer dugójánál körkörös jelzés található.
A piknométereket folyadékok sűrűségének közvetett úton történő meghatározására használják.

22. ábra – Piknométer

A pipetták

A pipetta olyan beosztásokkal ellátott hengeres vagy hasas üvegcső, amellyel jeltől jelig kifolyatott folyadék térfogatát mérjük. Az üvegcső vége kúposan leszűkül.
A beosztások elhelyezése szerint van:

- osztott vagy mérőpipetta és
- hasas vagy kétjelű (ritkábban egyjelű) pipetta.

23. ábra – Osztott pipetta

24. ábra – Hasas pipetta

Az osztott pipetta (23. ábra) abban különbözik a hasas pipettától (24. ábra), hogy kiöblösödő része hosszabb, egyenletes keresztmetszetű, kb. 1 cm átmérőjű, általában 0,1 cm^3 beosztású cső.
Az osztott pipetták általában 5-50 cm^3 össztérfogatúak. Arra alkalmasak, hogy több kisebb folyadékrészletet mérjünk ki belőle.
A hasas pipetták, amelyeknek kiöblösödő része – a pipetta űrtartalmától függően – 1-4 cm átmérőjű, meghatározott mennyiségű (például 5, 10, 20, 25, 50 cm^3) folyadék kimérésére alkalmasak egy vagy kétjelű kivitelben. A jel a pipetta hasa felett található. Kétjelű pipetta esetében a kiöblösödő rész alatt is található egy jel.

25. ábra – Méregpipetta

Az osztott pipetták egy speciális kialakítása az ún. méregpipetta (vagy más néven dugattyús pipetta, savpipetta). Ezt mérgező vagy maró hatású folyadékok kimérésekor alkalmazzuk. Ilyen pipettát alkalmazunk például savak kimérésekor vagy hígításakor.

A büretta

26. ábra – Büretta

A büretta egyenletes keresztmetszetű, általában 1 cm átmérőjű, 0,1 cm^3 beosztású, 10-50 cm^3 össztérfogatú cső. Lényegében az osztott pipettához hasonló eszköz.
A cső alul kissé meghajlított és csiszolatos vagy teflon csappal elzárható, felső végén nyitott, ahol a folyadék betöltése valósítható meg.
A büretta kis folyadékmennyiségek pontos adagolására alkalmas. Leggyakrabban titrálás során használjuk.

A mérőhenger

27. ábra – Mérőhenger

A mérőhenger kevésbé pontos térfogatmérésre alkalmas. Mint elnevezése is jelzi, henger alakú, talpas üvegedény, 10-2 000 cm^3 térfogatú, beosztásokkal ellátott eszköz. A beosztás a mérőhenger nagyságától függően változik, 100 cm^3-es térfogatig általában cm^3-ként van egy beosztás, 10 cm^3-ként a térfogat számokkal van jelölve. Nagyobb mérőhengereknél 10-15 vagy 100 cm^3-ként van a térfogat jelölve.

Az areométer

28. ábra – Areométer

A folyadékok sűrűségének gyors, de kevésbé pontos meghatározását teszik lehetővé az areométerek. Ezek üvegből készült, alul kiöblösödő, felül hosszú, zárt üvegcsőben végződő eszközök. A kiöblösödő rész alján nehezékként sörétet, esetleg higanyt helyeznek el, a hosszú csőben pedig skála található.
Vannak hőmérővel kombinált areométerek is. Ezeknél a hőmérőt a kiöblösödő részben helyezik el.

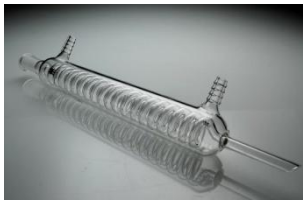
Az exszikkátor

Az exszikkátor egy jellegzetes alakú üvegedény. Fedele általában gömbben végződik és kúpos. A teste hengeres, mely hirtelen szűkül, és kisebb átmérőjű hengerben folytatódik. A fedele és teste síkcsiszolattal kapcsolódik egymáshoz. Az edény aljára higroszkópos anyagot helyezünk. Ez lehet $CaCl_2$, H_2SO_4, P_2O_5, szilikagél stb. A szűkületi részre illik egy lyukacsos kerámia betét, melyre egy edényben a szárítandó anyagot helyezzük. A levegőbe párolgó nedvességet az edény aljára helyezett vízelvonó szer megköti, így a preparátum víztartalma folyamatosan csökken.

29. ábra – Exszikkátor

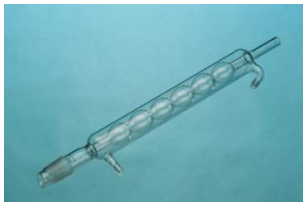
A hűtők

A hűtő a laboratóriumi üvegedények egy típusa, amelyet forró gőzök folyadékká történő hűtésére és kondenzálására használunk. A hűtők rendszerint egy nagy üveg hengert tartalmaznak, melyben egyenes, vagy tekert kisebb átmérőjű üveghenger van. A külső és belső üvegek közötti tér a köpeny, leggyakrabban ebben a térben folyik a hűtőközeg (például hűtővíz), míg a belső hengeren belül kondenzáltatjuk a gőzöket. A működéshez szükséges, hogy a két tér között nincs anyagáram (nincsenek összekapcsolva). A belső üveghenger (esetenként spirálszerűen néz ki) végei általában üvegcsiszolattal vannak ellátva. A felső vége lehet légkörre nyitott, vagy egy buborékoltatóhoz van kapcsolva, vagy szárítócsőhöz illesztve, hogy megakadályozzuk a nedvesség bejutását a rendszerbe.
A külső üveghengernek van egy bemenete és egy kimenete a hűtőközegre. Hűtőközegként a vízen kívül használhatunk különböző fagyálló folyadékokat, ezeknek azonban a hatékonyság érdekében folyamatosan áramlaniuk kell. Hogy a hűtés jó hatásfokú legyen, a hűtőközeg mindig alulról lép be a köpenybe, és felül folyik ki. Több hűtő is kapcsolható egymás után. Leggyakrabban a laboratóriumban használt hűtők esetében a nagy áramlási sebességek nem szükségesek.



30. ábra – Spirálhűtő

31. ábra – Liebig-hűtő



32. ábra – Golyós hűtő

A folyadékos hőmérő

A folyadékos hőmérők egy zárt folyadéktartó gömbből és a hozzá csatlakozó vékony, felső részén zárt üvegcsőből állnak. A folyadékot úgy helyezik el gömbben, hogy annak kis része az üvegcsőbe is felemelkedjék. Folyadékként leggyakrabban higanyt, illetve borszeszt használunk.
Az üvegcső mögött skálabeosztás található.

33. ábra – Hőmérő

A borszeszégő

34. ábra – Borszeszégő

A borszeszégő egy laboratóriumi hőforrás. Inkább kisebb laboratóriumokban, iskolákban használják, mivel jóval kisebb a lánghőmérséklete a Bunsen-égőénél (400-500 °C).
Négy részből áll:

- egy tartályból, ami általában üvegből készül;
- egy porcelán vagy fém gyűrűből, ami megakadályozza, hogy a kanóc visszaégjen, és ezáltal balesetet okozzon;
- egy kanócból, ami igazából nem ég. A feladata, hogy felszívja az éghető anyagot, ami általában etanol (más néven borszesz) vagy denaturált szesz (spiritusz); és
- egy kupakból.

1.2.2. Porcelláneszközök

A mázzal ellátott porcelláneszközök hasonlóan az üvegeszközökhöz, kémiailag ellenállók, sőt a lúgokkal szemben még az üvegeszközöknél is előnyösebb tulajdonságúak.
Előnyük az üveggel szemben, hogy magas hőmérsékletre (1 000-1 400 °C) izzíthatók, és nem annyira törékenyek.
Hátrányuk, hogy a hirtelen bekövetkező hőmérséklet-változást nem bírják. Ennek megfelelően a melegítést és a hűtést fokozatosan kell végezni.

1.2.2.1. Hevíthető porcelláneszközök

Az izzítótégely

35. ábra – Izzítótégely

A porcelán izzítótégely lapos fenekű, felfelé szélesedő, mázas edény, az alja kívülről máztalan. Lassú melegítéssel nyílt lángon, vagy elektromos izzítókemencében izzítható.

A porcelántál

36. ábra – Porcelántál

A porcelántál lapos vagy domború fenekű, alacsony, a peremén kiöntővel ellátott, mázas edény. Folyadékok bepárlására használják. Dróthálón vagy homokfürdőn melegíthető.

1.2.2.2. Nem hevíthető porcelánedények

A dörzsmozsár

A dörzsmozsár vagy dörzscsésze vastag falú, belül máztalan, a peremén kiöntővel ellátott edény.
Szilárd anyagok porítására, vagy szuszpenziók finom eldörzsölésére használják. Tartozéka a mozsártörő.

37. ábra – Dörzsmozsár

A Büchner-tölcsér

A Büchner-tölcsér szűrőfelülete kerek, lyuggatott porcelánlemez, amire szűréskor megfelelő szűrőpapírkorongot kell helyezni. A perforált lemez alatti része kúpos, tölcsér alakú, a szűrőlemez feletti része lapos, henger alakú, viszonylag nagy térfogatú, hogy nagyobb mennyiségű folyadékot egyszerre befogadjon.
Nagyobb mennyiségű csapadék vagy kristályos termék szűrésére való.

38. ábra – Büchner-tölcsér

A menzúra

Folyadékok térfogatainak megközelítő mérésére alkalmas porcelán-eszköz. Fala vastag, mázzal van ellátva, kúpos alakú, lefelé szűkül. A felső részénél kiöntővel rendelkezik.
Erős hőfejlődéssel járó hígítások (például savhígítás) esetében alkalmazzuk.

39. ábra – Menzúra

1.2.3. Fémeszközök

A különböző fémeknek az az előnyös tulajdonságuk az üveggel és a porcelánnal szemben, hogy jól bírják a hirtelen bekövetkező hőmérséklet-változást, kevésbé törékenyek.
Jó hő- és elektromos vezetők.
A kémiai reakciók nagy részét készülékekben hajtjuk végre. A készülékek összeszerelésére, rögzítésére a kellő szilárdságú fémeszközök szolgálhatnak. Anyaguk a leggyakrabban vas.

1.2.3.1. Állványok

A tartóeszközök alapját képező állványok stabil talpra erősített vasrúd(ak)ból állnak.

A szerelőfal

A szerelőfal a padlózatba, az asztallapra és a mennyezetre erősített függőlegesen elhelyezett 10-20 mm átmérőjű gömbvasakból áll. Szerelési gyakorlatoknál igen fontos.
Főként olyan helyeken alkalmazzuk, ahol gyakori a különböző készülékek szerelése.

40. ábra – Szerelőfal

A Bunsen-állvány

41. ábra – Bunsen-állvány

A Bunsen-állvány erős vastalpa tégla alakú. Tartórúdja 10-20 mm átmérőjű gömbvas.
A súlyosabb készülékeket rögzíti.

A szűrőállvány

42. ábra – Szűrőállvány

A szűrőállvány (vagy más néven bürettaállvány) háromlábú, tartórúdja a Bunsen-állványénál vékonyabb, kevésbé teherbíró. Szűrőkarikák és büretták tartására használják.

1.2.3.2. Fogók és kettős szorítók

A készülékek alkatrészeit fogók és kettős szorítók segítségével szereljük fel az állványra.
A fogók üveggel érintkező belső felét gumival, parafával vagy más rugalmas anyaggal kell bélelni, különben a befogott üvegkészülékek összetörhetnek.

A kettős szorítódió

43. ábra – Kettősdió

A kettős szorítódió (vagy gyakrabban használt nevén kettősdió) öntöttvasból készült kettős szorítócsavar, amelynek egyik csavarja az állványhoz, a másik a fogóhoz csavarozva a kettőt összeköti.

A bürettafogó

44. ábra – Bürettafogó

A bürettafogó büretták állványhoz való felerősítésére szolgálnak. Általában könnyebbek, mint a többi fogó.
Újabban műanyagból is készítenek bürettafogót.

A hűtőfogó

A hűtőfogót a különböző hűtők rögzítésekor használják. A hosszú fémrúdban végződő felét kettősdió segítségével rögzítik az állványhoz.
Újabban olyan hűtőfogókat is forgalomba hoznak, amelyek fémrúd helyett egy szorító részt tartalmaznak. Így nincs szükség kettősdió alkalmazására.

45. ábra – Hűtőfogó

A lombikfogó

A lombikfogó nagyon hasonlít a hűtőfogóhoz. Különbség a fogórész átmérőjében van: a lombikfogót kisebbre lehet nyitni, így egy hűtőt be sem lehetne fogatni a segítségével.
Lombikfogóból is egyre gyakoribb a szorítóval ellátott változat alkalmazása.

46. ábra – Lombikfogó

A tégelyfogó

Tégelyfogóval az izzítótégelyeket lehet megfogni. A fogók nikkelezett rézből vagy rozsdamentes acélötvözetből készülnek.

47. ábra – Tégelyfogó

1.2.3.3. Egyéb laboratóriumi fémeszközök

A szűrőkarika

Szűrésekhez a tölcsér tartására szűrőkarikákat használunk. A szűrőkarika nyelén csavaros fejrész található, ezzel lehet a szűrőállványhoz erősíteni.

48. ábra – Szűrőkarika

A csipesz

A kisebb tárgyakat csipesszel fogjuk meg. A csipesz vasból, nikkelezett rézből vagy króm-nikkel acélból készül. Sok esetben műanyag vagy szaru-, illetve csontvéggel látják el.

49. ábra – Csipesz

A vegyszeres kanál

A szilárd vegyszerekhez csak spatulával, spatula-kanállal vagy kanállal szabad hozzányúlni. Ezek nikkelezett vasból, nikkelből, szaruból vagy műanyagból készülhetnek.

50. ábra – Spatula

51. ábra – Spatula-kanál

52. ábra – Kanál

A Mohr-szorító

53. ábra – Mohr-szorító

A Mohr-szorító rugóacélból készül, két szára közé fogjuk a gumicsövet, amely azt tökéletesen elzárja.

A Hoffmann-szorító

54. ábra – Hoffmann-szorító

A Hoffmann-szorító csavarral összeszorított fémlemez, amelyek közé helyezzük az elzárandó gumicsövet. Előnye, hogy biztosabban zár, de kezelése nehézkesebb, mint a Mohr-szorítóé.

A vasháromláb

55. ábra – Vasháromláb

A vasháromlábat melegítéskor, hevítéskor használjuk.

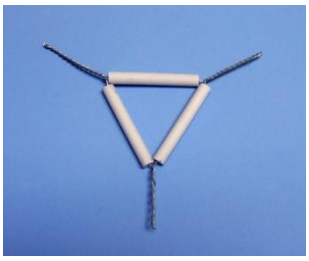
A drótháló

56. ábra – Drótháló

A vasháromlábra tett drótháló a láng melegét egyenletesen elosztja. Így a drótháló a közvetett melegítés során használt egyik kulcsfontosságú eszköz.
A hőt csak addig képes egyenletesen elosztani, amíg az agyagréteg sérülésmentes.

Az agyaghároms szög

A porcelán izzítótégelyeket agyaghároms szögek segítségével helyezzük a vasháromlábra. Ezek összesodort vasdrótra fűzött porceláncsövekből készülnek.



57. ábra – Agyaghároms szög

A gázégők

A laboratóriumban leggyakrabban a gázégőt használjuk közvetlen melegítő hőforrásként. Ezek az eszközök az elégett gázok kémiai energiáját alakítják át hőenergiává.
A gázfűtés előnyei, hogy könnyen szabályozható a gázláng és így a vele elérhető hőmérséklet, a leggyorsabb melegítést érhetjük el vele. A gázégők segítségével gyorsan 200-300 °C-ra melegíthetjük az anyagokat.
A gáz használatának hátrányai, hogy mérgezést okozhat, robbanásveszélyes. Gyúlékony és könnyen illanó anyagokat ennek megfelelően szigorúan tilos közvetlenül melegíteni.
A legismertebb laboratóriumi gázégők a Bunsen- és a Teclu-égő.

58. ábra – Bunsen-égő

59. ábra – Teclu-égő

1.2.4. Faeszközök

A kémcsőfogó

Kémcsövek tartalmának melegítése során kémcsőfogót használunk. Újabban sokkal stabilabb kémcsőfogók készülnek. Ezeknek azonban már csak egy részük készül fából, a kémcsövet egy fémrész rögzíti.

60. ábra – Kémcsőfogó

A kémcsőállvány

Nagyobb számú kémcsővel való munkavégzéskor vagy azok tárolására kémcsőállványt használunk. Kémcsőállványt azonban nem csak fából, hanem fémből és műanyagból is készítenek.

61. ábra – Kémcsőállvány

1.2.5. Műanyag eszközök

A spriccflaska

62. ábra – Spriccflaska

A spriccflaskát leggyakrabban desztillált, ioncserélt vagy vezetési víz tárolására és adagolására alkalmazzuk.

A Pasteur-pipetta

63. ábra – Pasteur-pipetta

A Pasteur-pipetta igen kis térfogatú folyadékok adagolására használható műanyageszköz. Bár beosztással rendelkezik, pontos kimérésre nem célszerű és nem is lehet használni.
Többnyire egyszer használatos eszközként kezeljük.

1.3. Ellenőrző kérdések, feladatok

1. Soroljon fel legalább három olyan tényezőt, amiért a vegyipari laboratórium veszélyes munkahelynek tekinthető!
2. Keresse meg az internet segítségével a következő figyelmeztető mondatok kódjait!
   a) Tűzveszélyes aeroszol.
   b) Bőrirritáló hatású.
   c) Belélegezve mérgező.
   d) A szoptatott gyermeket károsíthatja.
   e) Nagyon mérgező a vízi élővilágra.
3. Keresse meg az internet segítségével a következő óvintézkedésre vonatkozó mondatok kódjait!
   a) Nem érintkezhet levegővel.
   b) Kizárólag szabadban vagy jól szellőző helyiségben használható.
   c) Az előírt egyéni védőfelszerelés használata kötelező.
   d) TILOS hánytatni.
   e) Az összes szennyezett ruhadarabot azonnal el kell távolítani/le kell vetni.
4. Sorolja fel a hőálló laboratóriumi üvegeszközöket!
5. Sorolja fel a melegítést nem tűrő porceláneszközöket!
6. Jellemezzen 1-1 laboratóriumi üveg-, porcelán-, fém-, fa- és műanyageszközt!

2. Fizikai jellemzők mérése és az ezzel kapcsolatos számítások

2.1. Fizikai alapmennyiségek

A mérés során mindig összehasonlítást végzünk, megállapítjuk, hogy a vizsgált mennyiség hányszorosa az összehasonlítás alapjának, azaz a mértékegységnek.
A méréssel kapcsolatban a következő fogalmakkal találkozunk:

A mért mennyiség az a vizsgált rendszer, amit az egységgel összehasonlítunk, aminek nagyságára kíváncsiak vagyunk.

A mérés egy összehasonlítási művelet, mely során a mérendő anyag és a mértékegység között fennálló arányt határozzák meg.

A mértékegység az a mennyiség, amivel a mérendő mennyiséget összehasonlítjuk.

A mérőszám megmutatja, hogy a mért mennyiség hányszorosa a mértékegységnek.

A mérési eredmények mindig két részből állnak: mérőszám és mértékegység.
Természetesen az egyes mértékegységek között ismernünk kell az összefüggéseket is, hogy a mérési eredményeinket értékelni tudjuk.

A **Mértékegységek Nemzetközi Rendszere**, röviden **SI** *(Système International d'Unités)* modern, nemzetközileg elfogadott mértékegységrendszer, mely hét kiválasztott alapmennyiség mértékegységén, illetve a 10 hatványain alapul.

Alapmennyiség	Jele	Mértékegysége	Mértékegység jele
hosszúság	l	méter	m
tömeg	m	gramm	g
idő	t	másodperc	s
elektromos áramerősség	I	amper	A
termodinamikai hőmérséklet	T	kelvin	K
fényerősség	I_v	kandela	cd
anyagmennyiség	n	mól	mol

3. táblázat – Az SI rendszer hét kiválasztott alapmennyisége és mértékegységeik

Az alapmennyiségek segítségével lehet több a természettudományos területeken és iparban is használt mennyiséget származtatni.

Származtatott mennyiség	Mértékegysége	Jele	Átváltás
Elektromos töltés	coulomb	C	A·s
Energia	joule	J	N·m
Erő	newton	N	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Ellenállás	ohm	Ω	$V \cdot A^{-1}$
Nyomás	pascal	Pa	$N \cdot m^{-2}$
Elektromos vezetés	siemens	S	$A \cdot V^{-1}$
Elektromos feszültség	volt	V	$J \cdot s^{-1} \cdot A^{-1}$

4. táblázat – Származtatott mennyiségek és mértékegységeik

A régebbi kiadású szakkönyvekben találkozhatunk olyan mértékegységekkel melyek már nem, vagy korlátozással használhatók, illetve napjainkban is ebben a formában használatosak.

Mennyiség	Mértékegysége	Jele	Átváltás	Használata
Villamos töltés	amperóra	Ah	A·3600 s	ipar
Hosszúság	Ångström	Å	10^{-10} m	már nem használható
Hőmérséklet	Celsius-fok	°C	x °C = (x + 273,15) K	korlátozás nélkül használható
Energia	kalória	cal	4,1868 J	már nem használható
Űrtartalom	liter	l	10^{-3} m^3	korlátozás nélkül használható
Nyomás	Torricelli	Torr (Hgmm)	133,3224 $N \cdot m^{-2}$	már nem használható
	technikai atmoszféra	at	$1{,}020 \cdot 10^5$ $N \cdot m^{-2}$	már nem használható
	fizikai atmoszféra	atm	101 325 Pa	már nem használható
	bar	bar	10^5 Pa	csak szakterületen használható

5. táblázat – Egyéb mértékegységek

A számítások során gyakran olyan számértékekkel találkozunk, amelyek alakjukból adódóan nehezen kezelhetők, s ez magában hordozza a számítási hiba lehetőségét. Ezt elkerülendő alkalmazzuk gyakran az alább felsorolt prefixumokat.

exa	E	trillió	10^{18}	atto	a	trilliomod	10^{-18}
peta	P	billiárd	10^{15}	femto	f	billiárdod	10^{-15}
tera	T	billió	10^{12}	piko	p	billiomod	10^{-12}
giga	G	milliárd	10^{9}	nano	n	milliárdod	10^{-9}
mega	M	millió	10^{6}	mikro	µ	milliomod	10^{-6}
kilo	k	ezer	10^{3}	milli	m	ezred	10^{-3}
hekto	h	száz	10^{2}	centi	c	század	10^{-2}
deka	da	tíz	10^{1}	deci	d	tized	10^{-1}

6. táblázat – Prefixumok

2.2. Mértékegységek átváltása

1. Végezze el a következő átváltásokat!

a) 1 kg = ... dag = ... g = ... cg = ... mg
b) 1 mg = ... cg = ... g = ... dag = ... kg
c) 1 m^3 = ... dm^3 = ... cm^3
d) 1 cm^3 = ... dm^3 = ... m^3
e) 1 g/cm^3 = ... kg/cm^3 = ... kg/dm^3 = ... kg/m^3
f) 1 kg/m^3 = ... kg/dm^3 = ... kg/cm^3 = ... g/cm^3
g) 1 °C = ... K
h) 1 K = ... °C
i) 1 nap = ... h = ... min = ... s
j) 1 s = ... min = ... h = ... nap

2. Végezze el a következő átváltásokat!

a) 30 kg = 3 000 ..... = ... g = ... t
b) 65 kg = ... dag = 65 000 ..... = ... mg
c) 7 kg 30 dag = ... dag = ... g
d) 234 g = ... kg = ... t
e) 4 nap 11 h = ... h = ... min
f) 2 hét = ... nap = ... h = ... min = ... s
g) 4 569 s = ... min = ... h
h) 251 h = ... nap
i) 4,5 l = ... dm^3 = ... cm^3 = ... ml
j) 657 cm^3 = ... dm^3 = ... m^3
k) 0,6 dm^3 = ... cm^3 = ... m^3
l) 5,8 m^3 = ... dm^3 = ... cm^3 = ... mm^3
m) 1,234 g/cm^3 = ... kg/dm^3 = ... kg/m^3
n) 986 kg/m^3 = ... kg/dm^3 = ... g/cm^3
o) 67 °C = ... K
p) -23 °C = ... K
q) 27,15 K = ... °C
r) 297,15 K = ... °C

3. Számítsa ki a következő mennyiségeket!

a) 2 kg + 35 dag + 578 g = ... g
b) 3,2 dm^3 + 259 cm^3 = ... cm^3
c) 2 nap + 87 min + 10 s = ... h
d) 59 g + 478 mg + 312 cg = ... g

2.3. Relatív atom- és moláris tömeg számítása

1. Az izotópok előfordulásának ismeretében számítsa ki a relatív atomtömeget!

a) ^{36}Ar: 0,30 %; ^{38}Ar: 0,06 %; ^{40}Ar: 99,63 %.
b) ^{136}Ce: 0,19 %; ^{138}Ce: 0,25 %; ^{140}Ce: 88,46 %; ^{142}Ce: 11,07 %.
c) ^{69}Ga: 60,10 %; ^{71}Ga: 39,90 %.
d) ^{24}Mg: 78,60 %; ^{25}Mg: 10,10 %; ^{26}Mg: 11,30 %.

2. Számítsa ki a moláris tömegeket!

a) $NaOH$
b) HCl
c) H_2SO_4
d) H_2O
e) $CaCO_3$
f) K_3PO_4
g) $Al_2(SO_4)_3$
h) $Mg(OH)_2$
i) CH_3COOH
j) $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$
k) $Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$
l) $KAl(SO_4)_2 \cdot 12\ H_2O$

2.4. A tömegmérés

A tömeget idegen szóval masszának nevezzük. E névből származik a jelölése is: ***m***. Mértékegysége a ***kg***. A kg egységnél kisebb, leginkább használt egységek a dag, a g és a mg.

A testek tömege a tehetetlenség mértéke.

A hétköznapokban sokszor – helytelenül – a súllyal szoktuk összekeverni.

A testek súlyán azt az erőt értjük, mely a gravitációs erőtérben hat rájuk.

A tömeg mérésére szolgáló eszközök a mérlegek. Mára már gyakorlatilag szinte kizárólag digitális mérlegeket alkalmazunk. Ezek között is megkülönböztetünk analitikai- és táramérleget.

64. ábra – Digitális analitikai mérleg

65. ábra – Digitális táramérleg

A laboratóriumi mérlegeket a következő adatokkal jellemezhetjük:

- terhelhetőség,
- pontosság és
- érzékenység.

A mérleg terhelhetőségén azt a legnagyobb súlyt értjük, amit a mérlegre tehetünk annak károsodása nélkül.

Az analitikai mérlegek terhelhetősége 100-120 g körüli. Ez lényegesen kisebb a táramérlegek terhelhetőségénél, ami 200-650 g között szokott alakulni.
Ennél jobban megterhelve a mérlegeket az tönkremehet.

A mérleg pontossága azt fejezi ki, hogy a test mért tömege legfeljebb menynyire tér el a valódi tömegtől.

A mérleg érzékenysége az a tömeg, amely a mérleg kijelzőjén még leolvasható.

Az analitikai mérleg csak kis mértékben különbözik a táramérlegtől:

- pontossága és érzékenysége nagyobb, mint a táramérlegé (az analitikai mérleg 4, a táramérleg csak 2 tizedesjegy pontossággal tudja a tömeget meghatározni);
- a mérés megbízhatóságának növelésére a mérendő tárgyat egy üvegből készült szekrény veszi körül, kizárva ezzel a levegőmozgás okozta hibákat.

A tömegmérés szabályai:

- Vegyszert soha nem szabad közvetlenül a mérlegre tenni!
- A mérleg terhelhetőségénél nagyobb terhet a mérlegre tenni tilos!
- Csak a mérleg hőfokával azonos hőmérsékletű anyagokat szabad mérni!
- Analitikai mérlegen való méréskor a mérleg minden ajtaja zárva kell legyen!
- Mérleget mérés után tisztán kell hagyni!

A tömegmérés módszerei:

- beméréses és
- visszaméréses módszer.

A beméréses módszer során lemérjük az üres edény (óraüveg, lombik, papírcsónak) tömegét. Ezután az edényt levesszük a mérlegről és belemérjük a szilárd anyagot. Ezután a mérleg segítségével megadható az össztömeg, amiből egy kivonással kiszámolható a szilárd anyag tömege.
A folyamat meggyorsítható, vagyis kivonás nélkül is elvégezhető, ha a mérleget az edényre nézve tárázzuk. Ekkor az edény tömegét nullának tekinti a mérleg, így a kijelzőn megjelenített tömeg valójában a szilárd anyag tömege lesz.
A visszaméréses módszer során először meghatározzuk a bemérőedény és a benne lévő anyag tömegét. Ezután levesszük a bemérőedényt a mérlegről és kivesszük belőle a szükségesnek tűnő mennyiségű anyagot. Újra megmérve a bemérőedény és a benne maradt szilárd anyag össztömegét, a különbség a kivett szilárd anyag tömegének felel meg.

2.5. A térfogatmérés

A testek térfogatán azt a térrészt értjük, melyet azok elfoglalnak, anyagukkal kitöltenek.

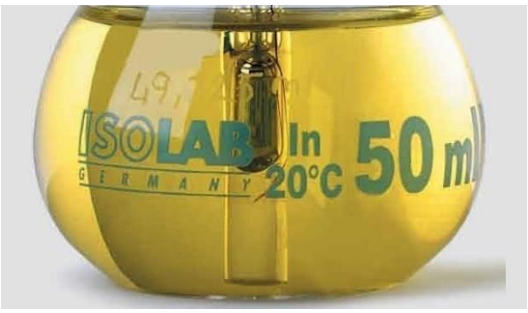
A térfogat jele a ***V***, mértékegysége pedig a m^3. Ez a térfogat igen nagy, így a laboratóriumi gyakorlatban ennek törtrészeit (dm^3, cm^3, esetleg mm^3) használjuk.
A mindennapi életben a térfogat mérésére a liter (l) mértékegység terjedt el. Az 1 liter térfogat jó közelítéssel megegyezik az 1 dm^3 térfogattal. Ennek megfelelően 1 ml ≈ 1 cm^3.
A térfogatot befolyásolja a hőmérséklet, s gázok esetében a nyomás is. Ennek megfelelően a térfogatmérés akkor tekinthető kielégítőnek, ha a hőmérséklet is meghatározásra kerül.

2.5.1. A szilárd testek térfogatának mérése

Szabályos alakú szilárd testek térfogata számításos módszerrel határozható meg. Így egy kocka alakú test egy élét megmérve – a geometriában tanultak alapján – a térfogat kiszámolható.
Szabálytalan alakú testek térfogatát merüléses módszerrel határozhatjuk meg. Ha szilárd testet folyadékba mártunk, akkor a test annyi folyadékot szorít ki a teljes lemerüléskor, mint amekkora a saját térfogata. Megmérve a kiszorított folyadék térfogatát, az egyenlő lesz a szilárd test térfogatával.

2.5.2. A folyadékok térfogatának mérése

A folyadékoknak nincs önálló alakjuk, annak az edénynek az alakját veszik fel, amiben tartjuk. A folyadékokra jellemző, hogy önthetők, az edényt alulról felfelé egyenletesen töltik ki, a felszínük vízszintes. Ezen tulajdonságok teszik lehetővé, hogy a térfogatukat e célra készített ún. térfogatmérő eszközökkel határozzuk meg.
A térfogatmérő eszközök közös tulajdonsága, hogy valamennyi hitelesített (más néven kalibrált). Ez azt jelenti, hogy készítőjük az edényre írt körülmények között (például 20 °C hőmérsékleten) pontosan kimérte és az edényen jelezte, meddig kell az edényt folyadékkal megtölteni, hogy abban meghatározott térfogatú folyadék legyen, vagy annyi folyadékot lehessen belőle kitölteni. Az eszközök hitelesítését a tömegmérésre visszavezetve lehet elvégezni.
A térfogatmérő eszközök lehetnek betöltésre és kifolyásra kalibráltak. Az előzőek jelölése az „In”, míg utóbbiaké az „Ex”. A betöltésre kalibrált eszközök annyi folyadékot tartalmaznak, mint amennyi az edényen fel van tüntetve, míg a kifolyásra kalibrált eszközökből a feltüntetett térfogatú folyadékot tudjuk kiönteni, ha pontosan volt feltöltve.



66. ábra – Egy piknométerről készült képrészlet, melyről leolvasható, hogy az eszköz betöltésre kalibrált, 50 ml-re kalibrálták 20 °C hőmérsékleten

67. ábra – Egy bürettáról készült képrészlet, melyről leolvasható, hogy az eszköz kifolyásra kalibrált, 50 ml-re kalibrálták 20 °C hőmérsékleten

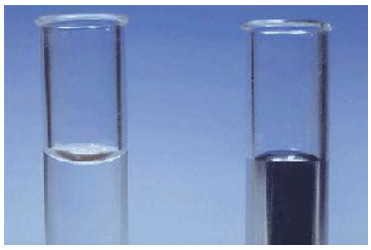
Betöltésre kalibrált eszközök a mérőlombik, míg kifolyásra kalibrált eszköz a pipetta, a büretta, a mérőhenger, a főzőpohár és a menzúra.

A térfogatmérő eszközökön ezen túl fel szokás tüntetni az adott eszköz pontosságát. Az „A” jelűek mindig pontosabb mérést tesznek lehetővé, mint a „B” jelűek, de jóval drágábbak is és nem is minden esetben szükséges az ilyen mértékű pontosság.
Nyilván annál pontosabban lehet mérni egy eszközzel, minél kisebb a folyadékfelszín, amelyet a kalibrációs jelre kell állítani az összes folyadék mennyiségéhez viszonyítva. Azt azonban fontos megemlíteni, hogy a kapilláremelkedés miatt a túl vékony cső sem jó.
A térfogatmérő eszközöket pontosság szerint osztályozhatjuk:

- pontos eszközök:
  - mérőlombik,
  - pipetta,
  - büretta.
- kevésbé pontos eszközök:
  - mérőhenger,
  - főzőpohár,
  - menzúra.

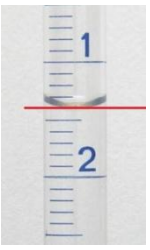
A térfogatmérés szabályai:

- Az eszközt melegíteni, illetve erősen hűteni nem szabad!
- Csak a kalibráció hőmérsékletén mérünk!
- A mérőeszköz jelét tartsuk mindig szemmagasságban, hogy elkerüljük a parallaxis hibát!
- Nedvesítő folyadékoknál, amelyek az üveghez tapadnak, a folyadékfelszín (meniszkusz) homorú (ilyen például a víz az üvegen), a nem nedvesítő folyadékoknál domború (ilyen például a higany az üvegen). A folyadékfelszínt úgy kell beállítani, hogy az eszköz hitelesített jele a meniszkusz érintője legyen.

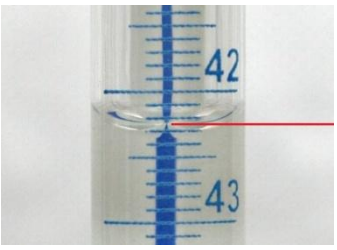


68. ábra – Homorú és domború meniszkusz

69. ábra – Helyesen feltöltött büretta



70. ábra – A helyes leolvasás pontja homorú meniszkusz esetén



71. ábra – Leolvasás helye Schellbach-csíkos eszköz esetén

- Kifolyásra kalibrált eszközöknél 30 s-et várni kell a leolvasással, míg a falra tapadt folyadék is lecsorog!
- Egyjelű pipetta esetében a végében maradó folyadékot kifújni tilos!
- Pipetták, büretták feltöltésénél különösen ügyeljünk a buborékmentes feltöltésre!
- Savakat, lúgokat, mérgező anyagokat csak méregpipettával szabad mérni!
- A mérőedényeknek teljesen tisztának kell lenni a mérés megkezdésekor!

2.5.3. A gázok térfogatának mérése

A gázok térfogata erősen függ a nyomástól és a hőmérséklettől. A gázok térfogatának mérésére alkalmas eszköz például a gázbüretta.

2.6. Az anyagmennyiség számítása

1. Mekkora a tömege
   a) 0,50 mol kén-dioxidnak?
   b) 3,62 mol nátrium-nitrátnak?
   c) 65,25 mol hidrogénnek?

2. Mekkora az anyagmennyisége
   a) 50,68 g nátrium-hidroxidnak?
   b) 14,14 g szénnek?
   c) 7,89 g nitrogén-dioxidnak?

3. Hány darab molekula van
   a) 1,35 mol klórgázban?
   b) 3,03 mol kén-trioxidban?
   c) 0,26 mol vízben?

4. Milyen anyagmennyiségű
   a) az $1{,}20 \cdot 10^{24}$ db szén-dioxid-molekula?
   b) a $3{,}00 \cdot 10^{23}$ db kénsavmolekula?
   c) a $4{,}80 \cdot 10^{25}$ db jódmolekula?

5. Hány darab molekula és hány darab atom van
   a) 5,00 mol brómban?
   b) 2,50 mol hidrogén-kloridban?
   c) 0,38 mol metánban?

6. Mekkora az anyagmennyisége, hány darab molekulát és hány darab atomot tartalmaz
   a) 88,65 g oxigén?
   b) 55,75 g kén-hidrogén?
   c) 0,85 g szén-monoxid?

7. Hány gramm
   a) nitrogéngázban van ugyanannyi molekula, mint 100,00 g ammóniában?
   b) kalciumban van ugyanannyi atom, mint 45,45 g neonban?
   c) nátrium-kloridban van ugyanannyi nátriumion, mint 30,10 g nátrium-nitrátban?

8. Valamely elem
   a) $3{,}00 \cdot 10^{23}$ db atomjának tömege 47,98 g.
   b) $2{,}00 \cdot 10^{23}$ db atomjának tömege 26,32 g.
   c) $1{,}80 \cdot 10^{21}$ db atomjának tömege 0,12 g.

   Mennyi az elem moláris tömege? Melyik ez az elem?

9. Számítsa ki, melyikben van több atom,
   a) 32,00 g oxigénben vagy 16,05 g metánban!
   b) 100,00 g kénsavban vagy 500,00 g kén-trioxidban!
   c) 50,00 g káliumban vagy 25,00 g nátriumban!

2.7. A hőmérsékletmérés

A hőmérséklet a testek egyik állapotjelzője. A testek belső energiáját, részecskéinek mozgási sebességét a hőmérsékletükkel jellemezhetjük: minél nagyobb a belső energiájuk, annál magasabb a hőmérsékletük.
Az anyagok hőmérsékletétől döntően függnek a tulajdonságaik, a köztük végbemenő reakciók ideje, sok esetben a keletkezett termékek minősége. Nagyon fontos tehát, hogy ezt az állapotjelzőt mérni tudjuk.

A hőmérséklet jele a ***T***, mértékegysége a ***K*** (kelvin). A laboratóriumban, illetve a hétköznapi életben a K helyett a °C a leginkább használt mértékegység.

A hőmérsékletmérés során más anyagi jellemzők változásait mérjük. Ilyen anyagi jellemző változása
- a térfogatváltozás,
- az elektromos ellenállás változása,
- az elektromos feszültség változása és
- bizonyos körülmények között a színváltozás.

A laboratóriumi mérések során ma még főként az ún. folyadékos hőmérőket használjuk. Ezek térfogatváltozáson alapuló hőmérsékletmérő eszközök.
A folyadékok térfogata a hőmérséklettel arányosan változik: melegítés hatására kitágulnak, lehűlés következtében a térfogatuk csökken.

Ma még ritkán, főként ipari és kutató laboratóriumokban használatosak az ún. infravörös hőmérők, melyek célzó lézerrel vannak ellátva. Előnyük, hogy a vizsgált anyag hőmérsékletét úgy mérhetjük a segítségével, hogy közben a hőmérő az anyaggal nem érintkezik. Hátránya az, hogy a pontos mérésekhez a hőmérőt időközönként kalibrálni szükséges.
A laboratóriumi hőmérsékletmérés szabályai:

- A hőmérséklet mérésekor ügyelni kell arra, hogy az eszköz a mérendő testtel hőegyensúlyban legyen. Csak akkor szabad leolvasni a hőmérőt, ha az üveg és a higany (vagy borszesz) hőmérséklete azonos lesz.
- A parallaxishiba elkerülése érdekében a hőmérőt mindig szemmagasságban kell leolvasni.
- A hőmérő skálája úgy van beállítva, hogy akkor mutasson helyes értéket, ha a hőmérőben lévő folyadék teljes mennyisége (a kapillárisban lévő is) belemerül a folyadékba.
- A hőmérőt mindig függőleges helyzetben kell tartani.

72. ábra – Infravörös hőmérő célzó lézerrel

2.8. A hőátadás művelete

Ha különböző hőmérsékletű anyagok érintkeznek egymással, akkor közöttük hőátadás megy végbe. Ezen folyamat során a hőenergia a magasabb hőmérsékletű helyről az alacsonyabb hőmérsékletű hely felé áramlik.
A hőenergia áramlását tudatosan is végrehajthatjuk, melegítéssel és hűtéssel. Melegítés során a testtel hőt közlünk, hűtés során a testtől hőenergiát vonunk el.

2.8.1. A melegítés

A melegítés alapvetően kétféleképpen végezhető: *közvetlen* és *közvetett* úton.

Közvetlen melegítéskor a hőforrás a melegítendő anyaggal közvetlenül érintkezik. Előnye, hogy gyors felmelegedés és magas hőmérséklet érhető el ily módon. Hátránya, hogy a hőközlés nem egyenletes, helyi túlmelegedések keletkezhetnek, amelyek baleseti forrást jelentenek. Könnyen odasülő, bomlékony, gyúlékony anyagokat tilos közvetlen fűtéssel melegíteni.
Közvetlen melegítés végezhető gázégőkkel (például Bunsen-égő és Teclu-égő), merülőforralóval, elektromos főzőlappal (rezsóval), valamint infralámpával.

73. ábra – Merülőforraló

74. ábra – Rezsó

75. ábra – Infralámpa

Közvetett melegítéskor a hőforrás és a melegítendő anyagi rendszer között valamilyen hőátbocsátó anyag van. A hőforrás ezt a hőátbocsátó anyagot melegíti, s ez érintkezve a melegítendő anyagi rendszerrel, annak továbbítja az átvett hőt. Előnyei, hogy a hőközlés egyen-

letes, a hőátbocsátó anyag helyes megválasztásával a felmelegedés mértékét szabályozni lehet. Ilyen módon gyúlékony, bomlékony anyagot is melegíthetünk.
A módszer hátránya, hogy a közvetlen melegítéshez képest lassú és nem érhető el vele olyan magas hőmérséklet sem.
A laboratóriumi gyakorlatban a legelterjedtebb közvetett fűtési eszközök a különböző fürdők. Fürdőnek nevezzük a melegítendő edényt körülvevő hőközvetítőt. A közvetítő anyag minőségétől függően megkülönböztetünk lég-, gőz-, víz-, olaj-, só-, fém- és homokfürdőket.

76. ábra – Légfürdő Bunsen-égő és drótháló felhasználásával

77. ábra – Elektromos légfürdő (fűtőkosár)

78. ábra – Elektromos vízfürdő

79. ábra – Elektromos olajfürdő

80. ábra – Elektromos fémfürdő

81. ábra – Elektromos homokfürdő

2.8.2. A hűtés

A hűtés a melegítéssel ellentétes művelet. Laboratóriumi és üzemi munka során éppoly gyakori, mint a melegítés.
Megkülönböztetünk *közvetlen* és *közvetett* hűtést.

Közvetlen hűtésről akkor beszélünk, ha a hűtendő anyagba közvetlenül beletesszük a hűtőanyagot. A közvetlen hűtés előnye, hogy jobb a hőátadás, gyorsabb a lehűlés. Hátránya az, hogy a hűtőközeg hígíthatja, szennyezheti a hűtendő anyagot, így nem mindig alkalmazható.
Közvetlen hűtőközegként alkalmazhatjuk például a szilárd szén-dioxidot (szárazjeget). Ennek előnye, hogy szublimációra képes, a szublimációs hője pedig nagy. Felmelegedésekor gázhalmazállapotú termék keletkezik, amely a hűtendő térből eltávozik, és nem szennyezi azt. Élelmiszerek hűtésére is kiválóan alkalmas, mert a párolgáskor keletkező szén-dioxid-gáz a levegőnél nehezebb, így a hűtött térből kiszorítja a levegőt. Az oxigénmentes térben a mikroorganizmusok, amelyek az élelmiszer romlását előidézik, működésképtelenné válnak.
A szárazjég hátránya, hogy vízben kissé oldódik, így a vizes oldat pH-ja valamelyest csökken.

A közvetett hűtés a legelterjedtebben alkalmazott hűtési mód. Itt a hűtőközeg közvetve, például egy falon keresztül érintkezik a hűtendő anyaggal. A közvetett hűtés előnye, hogy vele a hűtést folyamatossá tehetjük, illetve nem szennyezzük a hűtendő anyagot a hűtőközeggel. Hátránya a rosszabb hőátadás és a lassabb hűtés.
A *léghűtés* a közvetett hűtési mód legegyszerűbb formája. A szoba levegője minden, a szoba hőfokánál magasabb hőmérsékletű tárgyra hűtőhatást fejt ki. Ezt a hatást a levegő áramoltatá-

sával fokozhatjuk. A folyadékok közvetett hűtése mindig gyorsul, ha az anyagot keverjük. Intenzívebb hűtést érhetünk el a háztartási és ipari hűtőgépekkel.
A léghűtésnél is gyakrabban használt hűtési mód a hideg *vízzel való hűtés*. A hűtést végezhetjük álló és áramló vízzel egyaránt. Állóvizes hűtést legegyszerűbben úgy valósíthatjuk meg, hogy egy edényt feltöltünk hideg vízzel és ebbe mártjuk bele a hűtendő anyagot. Hatékonyabb a hűtés, ha jeges vizet, vagy jeget használunk hűtőközegként.
Áramló vízzel való hűtést valósíthatunk meg a laboratóriumi hűtőkkel (Liebig-hűtő, golyós hűtő, spirálhűtő).
A közvetett hűtés egyik formája a só-jég hűtőkeverék alkalmazása. Ennek a hőmérséklete az alkalmazott só függvénye, így szabályozható a hűtés mértéke.

2.9. Az olvadáspont mérése

Azt a hőmérsékletet, amelyen a szilárd anyag folyékony halmazállapotúvá válik, vagyis amelyen a szilárd és folyékony halmazállapotú anyag egyensúlyban van egymással, olvadáspontnak nevezzük.

Tiszta anyagok beazonosítására, illetve ismert anyagok tisztaságának ellenőrzésére alkalmazzuk.
A laboratóriumban kétféleképpen mérhetjük az olvadáspontot: egyszerű laboratóriumi eszközök alkalmazásával, illetve digitális olvadáspontmérővel.

Az egyik legegyszerűbb módszer során a vizsgálandó anyagot dörzsmozsárban elporítjuk. Ejtőcső segítségével megtöltünk vele egy lezárt végű kapillárist kb. 1 cm magasan, jól tömörítve. Gumigyűrűvel hőmérőhöz erősítjük úgy, hogy a kapilláris vége a hőmérő higanyzsákjával egy magasságban legyen. Vízfürdőbe helyezzük, középre és melegítjük. Az olvadáspontot akkor olvassuk le, amikor az anyag kezd megolvadni, tehát megjelenik a folyadékfázis, de még a szilárd fázis is jelen van.

82. ábra – Olvadáspontmérés egyszerű módon – a kapilláris rögzítése

83. ábra – Olvadáspontmérés egyszerű módon – a konkrét mérés

A vízfürdő azonban korlátozza a vizsgálatok megvalósíthatóságát. Ezzel ugyanis maximum 100 °C-ig tudjuk a rendszert melegíteni. Ha az olvadáspont ennél is magasabb, akkor olaj-, fém- vagy homokfürdőt használunk.
Újabban egyre nagyobb teret nyernek a digitális olvadáspontmérő készülékek.

84. ábra – Olvadáspontmérő

2.10. A forráspont mérése

Azt a hőmérsékletet, amelyen egy folyadék gőznyomása egyenlő a felette lévő külső nyomással, a folyadék forráspontjának nevezzük.

85. ábra – Forráspontmérés gömbi módszerrel

Az olvadáspontméréshez hasonlóan, a forráspontmérést is tiszta anyagok beazonosítására, illetve ismert anyagok tisztaságának ellenőrzésére alkalmazzuk.
Kétféleképpen határozhatjuk meg a forráspontot: gömbi- és Emich-módszerrel.
Az Emich-módszer esetében a vizsgálandó oldatot félmikro-kémcsőbe öntjük kb. 1 cm magasan. Belehelyezünk egy olyan üvegcsövet, amely alsó végétől kb. 1 cm-re le van zárva. Gumigyűrűvel a hőmérőhöz erősítjük úgy, hogy a hőmérő higanyzsákja a félmikro-kémcső aljával egy magasságban legyen. Vízfürdőbe helyezzük, középre és melegítjük. A forráspont közelében a vizsgálandó folyadék gőzei a vékony üvegcső végében összegyűlnek és onnan folyamatos buborékolás közben távoznak. Az égőt elzárva meg kell várni, míg a buborékolás lelassul, megáll, a vizsgálandó folyadék pedig benyomul a vékony üvegcsőbe. A forráspont hőmérsékletét a benyomulás kezdetekor olvassuk le.

2.11. A sűrűség mérése

Az anyagoknak minőségüktől függően különböző a belső szerkezete és az őket alkotó részecskéknek is eltérő a térszükséglete. Az anyagoknak ezt a sajátságát az anyagok abszolút sűrűségével jellemezhetjük.

Az abszolút sűrűség egy egységnyi térfogatú anyag tömege.

Jele a ϱ, mértékegysége a **kg/m^3**. A gyakorlatban gyakoribb mértékegység a g/cm^3.
Ahogy az a meghatározásából is látható, a sűrűség számítására a következő összefüggés alkalmazható:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Vagyis a számításához az adott anyag tömegét osztjuk az anyag térfogatával.

Mivel a térfogat hőmérsékletfüggő, az anyagok sűrűsége is függ tőle. A kémiailag tiszta anyagok sűrűsége adott hőmérsékleten az anyagra jellemző adat, így különböző táblázatokból kikereshető.

Gyakran van arra szükség, hogy eldöntsük, két anyag közül melyik a nagyobb sűrűségű. Ilyenkor számolunk az ún. relatív sűrűséggel.

A relatív sűrűségen két anyag abszolút sűrűségének a hányadosát értjük.

A relatív sűrűség jele a ***d,*** nincs mértékegysége. Számításához a két anyag abszolút sűrűségét osztjuk egymással:

$$d = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

Azonos állapotú gázok esetében a relatív sűrűség a moláris tömegeik ismeretében is számolható:

$$d = \frac{M_1}{M_2}$$

2.11.1. Szilárd testek abszolút sűrűségének meghatározása

A szabályos szilárd testek sűrűsége tömegméréssel és a térfogat kiszámításával, ún. számításos módszerrel megadható. Például egy vasgolyó abszolút sűrűségének meghatározásakor

- először megmérjük a tömegét,
- majd megmérjük az átmérőjét,
- ezután az átmérő segítségével kiszámoljuk a térfogatát,
- ebből pedig egy osztással megkapjuk a sűrűséget.

Nem szabályos szilárd testek esetén, a tömegmérést követően, a térfogatot is meghatározhatjuk a kiszorított folyadék mérésével.

2.11.2. Folyadékok abszolút sűrűségének meghatározása

A folyadékok esetében az abszolút sűrűség *közvetlen* és *közvetett módszer*rel határozható meg.

A közvetett módszer során mérjük a folyadék tömegét és térfogatát, amiből számítással megkapjuk a sűrűséget.
Ezt megvalósíthatjuk úgy, hogy ismert térfogatú folyadékot (például pipettával vagy bürettával pontosan kimért folyadékot) engedünk egy üres főzőpohárba. Ha megmérjük a főzőpohár tömegét üresen, majd a folyadékkal megtöltve, a kettő különbsége a folyadék tömegével lesz egyenlő. Így már ismert a folyadék tömege és a térfogata is, vagyis a sűrűség számolható.
Közvetett meghatározást valósíthatunk meg a piknométer segítségével is. A piknométer ismert térfogatú, így ha tele töltjük, akkor ismerjük a betöltött folyadék térfogatát. A piknométer tömegét üresen és megtöltve is megmérve pedig megkapjuk a belemért folyadék tömegét.

A közvetlen meghatározáshoz areométer-sorozatot használunk. Egy sorozat kereső és pontos areométereket tartalmaz. E kettő között a pontosságban van lényegi különbség: a kereső areométer segítségével csak egy kevésbé pontos meghatározás, egyfajta tájékozódás végezhető. A kétféle eszköz között szemmel látható különbség is van: a kereső areométer skálát tartalmazó hosszú szára jóval nagyobb átmérőjű, mint a pontos méréseket lehetővé tevő areométereké. Egy sorozat általában 4 darab kereső (K1...K4) és 16-20 darab pontos areométerből áll.
A mérés során először a kevéssé érzékeny eszközzel, a kereső areométerrel meg kell állapítani, hogy a meghatározandó folyadék sűrűsége kb. milyen sűrűségtartományba esik (0,1 g/cm^3 pontossággal). Nagyon fontos, hogy a kereső areométereket nem véletlenszerűen kell használni, hanem sorrendben, K1-től K4-ig. Az a kereső areométer lesz a méréshez megfelelő, amelyik esetében a folyadék szintje az adott eszköz skálázott szárának lesz. Az az eszköz, amelyik nem merül le eléggé a méréshez, nem alkalmas a sűrűség meghatározásához.
Ha meghatároztuk a sűrűségtartományt, akkor ennek ismeretében ki kell választani a sorozat megfelelő pontos areométerét. Ezzel a folyadék sűrűségét legalább 0,01 g/cm^3 pontossággal meghatározhatjuk.
A mérendő folyadéknak minden esetben olyan hőmérsékletűnek kell lennie, mint amilyen hőmérsékletre az areométert hitelesítették.

2.12. A sűrűséggel kapcsolatos számítások

1. Mekkora a cseppfolyós bróm sűrűsége 25 ºC-on, légköri nyomáson, ha ilyen körülmények között 6,25 cm^3-e 19,50 g tömegű?
2. Mekkora az arany sűrűsége 25 ºC-on, 0,101 MPa nyomáson, ha ilyen körülmények között 86,85 g-ját 4,50 cm^3-nek mértük?
3. Egy ismeretlen oldat sűrűségét szeretnénk meghatározni. Az ismeretlen oldat 150,00 cm^3-es részletét megmérve, azt 186,55 g tömegűnek találtuk. Mekkora a sűrűsége?
4. Egy ismeretlen folyadék 20,00 cm^3-es részletének tömegét megmérve, azt 18,40 g-nak találtuk. Számítsa ki a folyadék sűrűségét!
5. Mekkora a tömege 60,00 cm^3 higanynak, ha tudjuk, hogy a sűrűsége 13,60 kg/dm^3?
6. Mekkora a tömege annak a 10,00 cm^3 térfogatú oldatnak, melynek sűrűsége 1,03 g/cm^3?
7. Mekkora a tömege 3,00 dm^3 lítiumnak, ha sűrűsége 530,00 kg/m^3?
8. Mekkora a tömege 6,00 m^3 héliumnak, ha sűrűsége 0,126 g/dm^3?
9. Mekkora térfogatú 7,00 g nikkel, ha sűrűsége 8,90 g/cm^3?
10. Mekkora térfogatú 1,00 g hidrogéngáz, melynek sűrűsége 0,071 g/dm^3?
11. Mekkora a térfogata 15,00 g neongáznak, ha a sűrűsége 1,20 g/dm^3?
12. Mekkora a térfogata annak a 4,00 kg tömegű oldatnak, melynek sűrűsége 1,36 g/cm^3?
13. Hány g/cm^3 a sűrűsége annak az oldatnak, melynek 25,25 m^3-e 35,68 t tömegű?
14. Mekkora tömegű egy 1,00 cm élhosszúságú magnéziumkocka, ha a magnézium sűrűsége 1,74 g/cm^3?
15. Mekkora egy 2,00 cm átmérőjű vasgolyó tömege, ha a vas sűrűsége 7,86 g/cm^3?
16. Számítással igazolja, belefér-e egy 45,0 cm^3-es lombikba 50,00 g 1,25 kg/dm^3 sűrűségű oldat!
17. Számítással igazolja, belefér-e egy 30,0 cm^3 térfogatú kémcsőbe 0,25 kg 25 ºC hőmérsékletű higany, ha sűrűsége 13,60 g/cm^3!
18. Számítsa ki, belefér-e egy 250,00 cm^3-es mérőlombikba 300,00 g 892,00 kg/m^3 sűrűségű oldat!
19. Mekkora a sűrűsége annak a folyadéknak, amellyel egy 50,0025 cm^3 térfogatú piknométert feltöltve, annak tömege 53,26 g-mal nőtt?
20. Hány mol és hány darab hidrogénmolekula van 12,00 cm^3 hidrogéngázban 25 ºC-on és 0,101 MPa nyomáson, ha az ismert körülmények között a sűrűsége 0,071 g/dm^3?
21. Hány darab molekula van 1,00 cm^3 brómban, ha sűrűsége 3,12 g/cm^3?
22. Hány darab molekula van 20,00 cm^3, 1,41 kg/dm^3 sűrűségű tiszta salétromsavban?
23. Hány darab magnéziumatom van 2,00 cm^3, 1,74 kg/dm^3 sűrűségű magnéziumban?
24. Számítsa ki, melyikben van több atom: 10,00 cm^3 kalciumban (ϱ = 1,55 g/cm^3) vagy 20,00 cm^3 stronciumban (ϱ = 2,60 g/cm^3)!
25. Számítsa ki, melyikben van több molekula: 45,00 cm^3 vízben (ϱ = 1,00 g/cm^3) vagy 70,00 cm^3 tiszta kénsavban (ϱ = 1,84 g/cm^3)!
26. Számítsa ki az oxigénre vonatkoztatott sűrűséget a következő gázoknál: N_2, H_2S, CO_2, Cl_2, SO_2, NO, NO_2!
27. Számítsa ki a levegőre ($M_{levegő}$ = 28,96 g/mol) vonatkoztatott sűrűséget a következő gázoknál: CH_4, C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10}, C_2H_4, C_2H_2!
28. Számítsa ki a hidrogénre vonatkoztatott sűrűséget a következő gázoknál: O_2, NH_3, CO, F_2, HCl, Kr!
29. Egy gáz metánra vonatkoztatott sűrűsége 2,124. Mennyi a gáz moláris tömege?
30. Egy gáz levegőre ($M_{levegő}$ = 28,96 g/mol) vonatkoztatott sűrűsége 1,520. Mennyi a gáz moláris tömege? Szájával felfelé vagy lefelé kell-e tartani a kémcsövet, ha a gázzal szeretnénk megtölteni?

2.13. A törésmutató meghatározása (Refraktometria)

A törésmutató az anyagok fizikai állandói közé sorolható. A törésmutató gyorsan és nagy pontossággal mérhető. A törésmutató meghatározásához igen kis anyagmennyiség szükséges. Alkalmazható minőségi és mennyiségi meghatározásokra is. Refraktometriával mérhető például a sör alkohol-, illetve szárazanyag-tartalma is. Az iparban használják még vaj és olaj minőségének meghatározására, egykomponensű vizes oldatok koncentrációjának megadására.

Átlátszó közeg határfelületére vetített fénynyaláb egyrészt visszaverődik, másrészt behatol a közegbe. A fény a különböző közegekben más-más sebességgel terjed. A legnagyobb sebesség vákuumban észlelhető, minden más anyagi közegben ennél kisebb.
A refraktometria elméleti alapja a fénytörés törvénye, melyet Snellius-Decartes-törvény néven ismerünk. Ez röviden azt mondja ki, hogy meghatározott közegek esetén a beesési szög (α) szinuszának és a törési szög (β) szinuszának a hányadosa állandó.
A törésmutató az anyagi minőségen kívül függ a hőmérséklettől, a nyomástól és a fény hullámhosszától. A nyomástól való függés azonban olyan kicsi, hogy a gyakorlatban elhanyagoljuk.
Általában a levegőre vonatkoztatott törésmutatót adunk meg. Az alábbiakban néhány anyag levegőre vonatkoztatott törésmutatója található 20 °C hőmérsékleten, 0,1 MPa nyomáson a nátrium D-vonalára vonatkoztatva:

etanol	1,3617	víz	1,3330
benzol	1,5013	gyémánt	2,4024
glicerin	1,4695	flintüveg	1,7549
terpentin	1,4723		

2.13.1. A refraktométerek

A laboratóriumi gyakorlatban gyakran alkalmazták az Abbe-féle refraktométert. Használata azonban mára már a háttérbe szorult, a digitális eszközök gyorsabb és könnyebb mérést tesznek lehetővé, miközben az áruk sem tér el lényegesen.

86. ábra – Abbe-féle refraktométer

87. ábra – Digitális refraktométer

Egyéb refraktométerek:

- merülő refraktométer;
- kézi refraktométer;
- Wollny-féle vajrefraktométer;
- Zeiss-féle körskálás cukor- és olajipari refraktométer.

2.14. A gázok moláris térfogata

88. ábra – Amedeo Avogadro (1776-1856)

A 19. század elején Amedeo Avogadro (teljes nevén Lorenzo Romano Amedeo Carlo DeMarkus Avogadro di Quaregna e di Cerreto) olasz fizikus a gázokkal végzett kísérletei alapján megállapította, hogy az elemi gázok kétatomos molekulákból állnak. (Abban az időben még a nemesgázokat nem ismerték.) Később a gázok térfogata és a molekulák száma közötti összefüggést is felismerte.

Avogadro-törvénye szerint az azonos nyomású és hőmérsékletű gázok egyenlő térfogatában – az anyagi minőségtől függetlenül – azonos számú molekula van.
Megfordítva: **a gázok azonos számú molekulája azonos hőmérsékleten és nyomáson egyenlő térfogatot tölt be.**

Különböző gázokból 1 mol molekula ($6 \cdot 10^{23}$ db) molekula az anyagi minőségtől függetlenül, azonos állapotban azonos térfogatot tölt be. Ebből következik, hogy azonos állapotú gázok térfogatának (V) és anyagmennyiségének (n) hányadosa állandó:

$$V_m = \frac{V}{n}$$

ahol V_m a moláris térfogat.

A moláris térfogat megadja 1 mol anyagmennyiségű gáz térfogatát.

A moláris térfogat mértékegysége ennek megfelelően a $\frac{dm^3}{mol}$.
A gázok moláris térfogata az anyagi minőségtől független, csak a hőmérséklettől és a nyomástól függ. Az értéke a tökéletes gázok állapotegyenletéből kiszámolható (fizika, illetve fizikai kémia tanulmányaink során ismerkedhetünk meg ennek mikéntjével), azonban három olyan nevezetes állapot van, melyen a moláris térfogatot ismerni kell.

Állapot neve	Hőmérséklet	Nyomás	Moláris térfogat
normálállapot	0 °C	0,1 MPa (légköri)	$22{,}41 \frac{dm^3}{mol}$
szobahőmérséklet	20 °C	0,1 MPa (légköri)	$24 \frac{dm^3}{mol}$
standardállapot	25 °C	0,1 MPa (légköri)	$24{,}5 \frac{dm^3}{mol}$

7. táblázat – A gázok moláris térfogata

2.15. Az Avogadro-törvény alkalmazása

1. Mekkora 1 mol, 3 mol, 0,5 mol, 0,25 mmol és 2 kmol oxigéngáz térfogata
a) normálállapotban?
b) szobahőmérsékleten?
c) standardállapotban?

2. Mekkora a térfogata normálállapotban
a) 16 g kén-dioxidnak?
b) 88 g szén-dioxidnak?
c) 10 mg neonnak?
d) 35 kg klórnak?
e) 0,15 kg fluornak?

3. Mekkora a térfogata szobahőmérsékleten
a) 1,6 kg metánnak?
b) 23 g nitrogén-dioxidnak?
c) 90 mg héliumnak?
d) 45 g etánnak (C_2H_6)?
e) 200 mg hidrogénnek?

4. Mekkora a térfogata standardállapotban
a) 17 mg ammóniának?
b) 1,5 t szén-monoxidnak?
c) 30 g dihidrogén-szulfidnak?
d) 100 g fluornak?
e) 25 mg dinitrogén-tetraoxidnak?

5. Adja meg, mekkora a térfogata 4,00 g
a) szobahőmérsékletű nitrogénnek!
b) standardállapotú hidrogénnek!
c) normálállapotú propánnak (C_3H_8)!
d) standardállapotú metánnak!
e) normálállapotú acetilénnek (C_2H_2)!

6. Mekkora az anyagmennyisége
a) 6,125 dm^3 térfogatú standardállapotú ammóniának?
b) 24,00 cm^3 térfogatú szobahőmérsékletű butánnak (C_4H_{10})?
c) 112,05 m^3 térfogatú normálállapotú szén-monoxidnak?
d) 49,00 dm^3 térfogatú standardállapotú fluornak?
e) 12,25 m^3 térfogatú standardállapotú hidrogénnek?
f) 11,205 cm^3 térfogatú normálállapotú metánnak?

7. Számítsa ki, mekkora a tömege
a) 35 dm^3 térfogatú normálállapotú fluornak!
b) 3,5 m^3 térfogatú szobahőmérsékletű klórnak!
c) 0,35 cm^3 térfogatú standardállapotú oxigénnek!
d) 350 cm^3 térfogatú normálállapotú nitrogénnek!
e) 0,35 dm^3 térfogatú standardállapotú xenonnak!
f) 3,5 dm^3 térfogatú szobahőmérsékletű argonnak!

8. Négy azonos térfogatú tartályt rendre megtöltöttünk standardállapotú hidrogénnel, nitrogénnel, metánnal és ammóniával. Mekkora a betöltött gázok tömege, ha tudjuk, hogy a betöltött hidrogén tömege 4,04 kg?

9. Öt azonos térfogatú tartályt rendre megtöltöttünk normálállapotú kén-dioxiddal, szén-dioxiddal, kén-hidrogénnel, hidrogén-kloriddal és dinitrogén-monoxiddal. Mekkora a betöltött gázok tömege, ha tudjuk, hogy a betöltött hidrogén-klorid tömege 109,38 kg?

10. Számítsa ki, mekkora a térfogata standardállapotban
a) $3 \cdot 10^{23}$ db nitrogénmolekulának!
b) $6 \cdot 10^{22}$ db kén-dioxid-molekulának!
c) $1{,}2 \cdot 10^{24}$ db xenonatomnak!
d) $9 \cdot 10^{22}$ db ammóniamolekulának!
e) $3 \cdot 10^{25}$ db hidrogén-klorid-molekulának!

11. Számítsa ki, mekkora a térfogata normálállapotban
a) $2 \cdot 10^{21}$ db szén-monoxid-molekulának!
b) $9 \cdot 10^{25}$ db hidrogén-klorid-molekulának!
c) $6 \cdot 10^{24}$ db fluormolekulának!
d) $3 \cdot 10^{23}$ db nitrogén-dioxid-molekulának!
e) $2 \cdot 10^{25}$ db acetilénmolekulának (C_2H_2)!

12. Számítással igazolja, melyik nagyobb térfogatú standardállapotban:
a) 100 g hélium vagy $9 \cdot 10^{24}$ db nitrogén-dioxid-molekula!
b) 25 mg kripton vagy $6 \cdot 10^{21}$ db metánmolekula!
c) 1,00 g szén-monoxid vagy 1,00 g nitrogén!
d) 50,00 g ammónia vagy 5,00 g hidrogén!
e) 40 g argon vagy 38 g fluor!

13. Mekkora a hidrogén-, a hélium-, a nitrogén-, az oxigén-, a fluor- és a neon gázok sűrűsége standardállapotban?

14. Mekkora a hélium, a neon, az argon, a kripton és a xenon sűrűsége szobahőmérsékleten?

15. Mekkora a szén-monoxid, a szén-dioxid, a nitrogén-monoxid és a nitrogén-dioxid sűrűsége normálállapotban?

2.16. Ellenőrző kérdések, feladatok

1. Mi a tömeg jele és az SI mértékegysége?
2. Hány tizedesjegy pontossággal mérhetünk egy tára- és egy analitikai mérleggel?
3. Soroljon fel kifolyásra kalibrált térfogatmérő eszközöket!
4. Egy térfogatmérő eszköz mely részét megvizsgálva dönthető el, hogy mennyire pontos?
5. Mi a lényegi különbség az osztott és hasas pipetták között?
6. Mi a teendő, amennyiben a törött hőmérőből a higany kifolyt?
7. Egy alkoholos oldatot szeretnénk melegíteni. Hogyan tehető ez meg biztonságosan?
8. Miért nem használható minden esetben a borszeszégő a gázégők helyettesítésére?
9. Mikor célszerű só-jég hűtőkeveréket alkalmazni?
10. Keressen a Négyjegyű függvénytáblázatok kiadványban három olyan anyagot, amely olvadáspontjának meghatározásához a vízfürdő is elegendő!
11. Az areométereknek széleskörű az ipari felhasználása. Keressen legalább két példát az internet segítségével!
12. Mi az előnye és mi a hátránya az areométeres mérésnek a piknométeres sűrűségmeghatározással szemben?
13. Igazolja, hogy a relatív sűrűségnek nincs mértékegysége!
14. Milyen hullámhosszúságú a nátrium D-vonala?

3. Oldatkészítés és az ezzel kapcsolatos számítások

3.1. Az oldás folyamata, az oldószerek tulajdonságai

A többkomponensű anyagi halmazokat keverékeknek is nevezzük. Az egyfázisú keverékek közé tartoznak az oldatok.

Az oldatok több komponensű – oldott anyagból és oldószerből álló –, cseppfolyós halmazállapotú anyagok.

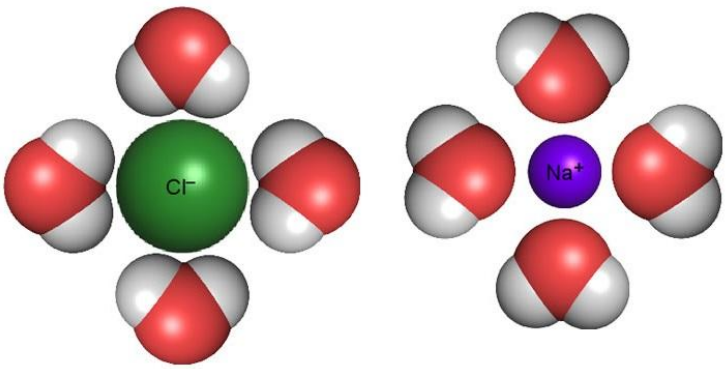
oldott anyag + oldószer = oldat

Általában az oldószer sokkal nagyobb mennyiségű, mint az oldott anyag.

Oldódásnak nevezzük az oldódó anyag és az oldószer kémiai részecskéinek elkeveredését.

Az oldódást az oldandó anyag és az oldószer részecskéinek kölcsönhatása, állandó mozgása teszi lehetővé. Az oldódás során az oldódó anyag részecskéi között ható kötések felbomlanak, és új kötések alakulnak ki az oldandó anyag részecskéi és az oldószer részecskéi között.

Ezt az utóbbi folyamatot, amikor az oldószer molekulái körbeveszik az oldott anyag részecskéit, szolvatációnak nevezzük. Amennyiben az oldószer a víz, akkor hidratációról beszélünk.



89. ábra – Hidratált klorid- és nátriumionok

Az oldat tulajdonságai szempontjából közömbös az, hogy az oldott anyag milyen halmazállapotú volt. Így az oldott anyagnak tekinthetjük a vízben oldott ecetsavat is, amely folyékony halmazállapotú, és az ammóniát is, amely gáz.
Ha két cseppfolyós anyagból készült az oldat, a legtöbb esetben azt a folyadékot tekintjük oldószernek, amelyikből több van az oldatban. Ilyen oldat például az étkezési ecet, amelyben a vizet tekintjük oldószernek, mert abból jóval többet tartalmaz a rendszer. Akad azonban kivétel is, mint amilyen a kénsavoldat. Itt összetételtől függetlenül, minden esetben a vizet tekintjük oldószernek.
Az egymással korlátlanul elegyedő folyadékoknál (például a víz és az etil-alkohol) igazából nincs értelme oldószerről és oldott anyagról beszélni.

A konyhasó és a cukor is jól oldódik vízben, benzinben azonban egyik sem. Az étkezési zsír pedig benzinben oldódik jól, míg vízben nem.

Az ionos vegyületek nagy többsége (mint amilyen a konyhasó is) poláris oldószerekben oldódnak. Legjobb és leggyakrabban használt oldószerük a víz. Néhány ionos vegyület azonban vízben sem oldódik jól. Ezen vegyületeknek nincs jó oldószerük. Ilyen például a mészkő.

A molekularácsos anyagok oldódásakor – a „hasonló a hasonlóban" elvnek megfelelően – az oldandó anyag polaritása dönti el, milyen oldószert kell alkalmaznunk. Ennek megfelelően a poláris molekulájú anyagok a szintén poláris vízben oldódnak jól.
Az apoláris molekulájú anyagok főként szerves oldószerekben oldhatóak. Ilyen a kloroform, a szén-tetraklorid, a benzin, a benzol, a toluol, a terpentin, éter stb. A szerves oldószereket elsősorban olyan anyagok oldására használják, amelyek vízben nagyon rosszul oldódnak, mint amilyen az apoláris jód is.
Napjainkra számos szerves oldószer felhasználását – egészségkárosító hatásuk miatt – korlátozták. Ilyen a benzol, a toluol, a szén-tetraklorid vagy a kloroform is.

Vannak olyan oldószerek is, amelyeket univerzális oldószereknek nevezünk. Ezek alkalmasak poláris és apoláris anyagok oldására is. Ilyen például az etil-alkohol és az aceton.

3.2. Az oldatok összetétele

Az oldatok összetételét (töménységét) többféleképpen fejezhetjük ki. Az összetétel az oldott anyag és az oldat mennyiségének arányát jelenti.
A laboratóriumi gyakorlatban főként a tömegszázalékot, a molaritást és a tömegkoncentrációt alkalmazzuk.

3.2.1. A tömegszázalék

Ha az oldat összetételének megadásakor az oldatnak és az oldott anyagnak is a tömegét adjuk meg, akkor a tömegszázalékot számolhatjuk ki. A fentiekből adódik, hogy a %-os összetételnek **nincs mértékegysége**. Fontos azonban hangsúlyozni, hogy mindkét tömeget ugyanazzal a mértékegységgel kell ellátni, hogy a számításunk helyes legyen!
A tömegszázalék nagyon sok jelölésével találkozhatunk. Ilyen a ***tömeg%***; ***%(m/m)***; ***m/m%***; ***w%***; ***wt.-%*** stb.

$$tömegszázalék = \frac{az\ oldott\ anyag\ tömege\ (g)}{az\ oldat\ tömege\ (g)} \cdot 100$$

$$w\% = \frac{m_{oa}}{m_o} \cdot 100$$

A tömegszázalék kifejezi, hogy 100 grammnyi oldatban hány gramm oldott anyag található.

3.2.2. A molaritás

Ha az oldat összetételének megadásakor az oldat meghatározott térfogatában oldott anyag anyagmennyiségét tüntetjük fel, akkor kapjuk a molaritást (más néven: anyagmennyiségkoncentráció, kémiai koncentráció, koncentráció).

A molaritás jele a c_n (régebben c), a gyakorlatban alkalmazott mértékegysége a **mol/dm^3**. Ez utóbbit régebbi könyvekben M-mel jelölték („mólos oldat”).

$$molaritás = \frac{az\ oldott\ anyag\ anyagmennyisége\ (mol)}{az\ oldat\ térfogata\ (dm^3)}$$

$$c_n = \frac{n_{oa}}{V_o}$$

Jelentése: 1 dm^3 térfogatú oldat hány mol oldott anyagot tartalmaz.

3.2.3. A tömegkoncentráció

A tömegkoncentrációt az oldott anyag tömegének és az oldat térfogatának hányadosával definiáljuk.
A tömegszázalékhoz hasonlóan, többféle jelölést használnak, úgy mint a ϱ_{oa}; $c_{tömeg}$; c_t; c_m stb.
A gyakorlatban leggyakrabban a **g/dm^3** mértékegységet alkalmazzuk.

$$tömegkoncentráció = \frac{az\ oldott\ anyag\ tömege\ (g)}{az\ oldat\ térfogata\ (dm^3)}$$

$$c_m = \frac{m_{oa}}{V_o}$$

Jelentése: 1 dm^3 térfogatú oldat hány gramm oldott anyagot tartalmaz.

3.2.4. A koncentráció-egységek átváltása

A laboratóriumi munkavégzés során gyakran előfordul, hogy az adott oldat összetétele nem a számunkra szükséges formában van megadva, így át kell váltanunk azt a megfelelő formára.

Könnyebb feladat, ha a molaritást kell tömegkoncentrációra váltani, vagy fordítva. Ehhez csak az oldott anyag moláris tömegét kell ismernünk:

$$tömegkoncentráció = molaritás \times az\ oldott\ anyag\ moláris\ tömege$$

$$c_m = c_n \cdot M_{oa}$$

Nehezebb a feladat, ha a tömegszázalékot kell molaritásra váltani, vagy fordítva. A számításhoz szükségünk van az oldat sűrűségére, illetve az oldott anyag moláris tömegére.
A tömegszázalékból molaritás számolásának lépései:

- az oldott anyag tömegének számítása (ha nem ismert az oldat tömege, akkor vegyük 100 g-nak!);
- az oldott anyag anyagmennyiségének számítása a moláris tömeg ismeretében;
- az oldat térfogatának számítása a sűrűség ismeretében;
- az oldat térfogatának megadása dm^3-ben;
- a kapott anyagmennyiséget osztani a dm^3-ben kifejezett térfogattal.

Fordított számolás esetén a következő lépések adottak:

- kiszámolni az oldott anyag anyagmennyiségét (ha nem ismert az oldat térfogata, célszerű azt 1 dm^3-nek venni!);

- a moláris tömeg segítségével kiszámolni az oldott anyag tömegét;
- az oldat térfogatának megadása cm^3-ben;
- az oldat tömegének számolása a sűrűség ismeretében;
- az oldott anyag és az oldat tömegének ismeretében a tömegszázalék számítása.

3.3. Az oldatok összetételének számítása

3.3.1. A tömegszázalék

1. 200 g oldat 20 g oldott anyagot tartalmaz. Milyen tömegszázalékos összetételű oldat keletkezett? Hány g vizet kellett felhasználni az oldat elkészítéséhez?

2. Milyen az alábbi oldatok tömegszázalékos összetétele és mekkora tömegű vizet használtunk fel az oldatok készítéséhez:
a) 200 g oldat 50 g oldott anyagot tartalmaz,
b) 50 kg oldat 200 g oldott anyagot tartalmaz,
c) 0,25 kg oldat 12,50 g oldott anyagot tartalmaz,
d) 150 g oldat 75 g oldott anyagot tartalmaz,
e) 1,60 kg oldat 1,20 kg oldott anyagot tartalmaz?

3. 50 g vízből és valamely szilárd anyagból 80 g oldatot készítünk. Hány g szilárd anyagot kell a vízben feloldani? Hány tömegszázalékos oldat keletkezik?

4. Szilárd anyag 40 g vízben történő oldásával 300 g oldatot kell készíteni. Hány g szilárd anyagot kell feloldani és hány tömegszázalékos oldat keletkezik?

5. 300 g oldatot készítünk szilárd anyag vízben történő oldásával. Hány g szilárd anyagot kell az alábbi tömegű vízben feloldani:
a) 75 g, b) 0,25 kg, c) 2 500 mg, d) 102,50 g?
Hány tömegszázalékos lesz az oldat?

6. 100 g vízből és 30 g sóból oldatot készítünk. Hány g lett az oldat tömege?
Mennyi lett az oldat tömegszázalékos összetétele?

7. Hány tömegszázalékos az a sóoldat, amely úgy készült, hogy:
a) 50 mg sót 150 mg vízben oldottunk fel,
b) 560 g sót 0,75 kg vízben oldottunk fel,
c) 20 g sót 100 g vízben oldottunk fel?

8. Hány g réz(II)-szulfátot ($CuSO_4$) tartalmaz az 5 tömegszázalékos bordói lé 60 g-ja?

9. Készítsünk 340 g 17 tömegszázalékos cukoroldatot! Hány g cukor és víz szükséges az oldat készítéséhez?

10. Hány g kálium-permanganát és víz szükséges 230 g 40 tömegszázalékos $KMnO_4$-oldat készítéséhez?

11. Mekkora tömegű magnézium-nitrát és víz szükséges az alábbi oldatok készítéséhez:
a) 250 g 10 tömegszázalékos oldat,
b) 45 g 60 tömegszázalékos oldat,
c) 1,25 kg 5 tömegszázalékos oldat,
d) 650 mg 20 tömegszázalékos oldat?

12. Hány g 10 tömegszázalékos oldat állítható elő 50 g étkezési citromsavból? Hány g vizet kell felhasználni?

13. 850 g szilárd nátrium-karbonátból hány kg 30 tömegszázalékos oldatot lehet készíteni? Hány kg vizet tartalmaz az oldat?

14. Mennyi szódát (Na_2CO_3) kell 500 g vízben oldani, hogy 15 tömegszázalékos oldatot kapjunk? Mekkora tömegű oldatot állítottunk így elő?

15. 450 cm^3 trisó-oldat 100 g oldott anyagot tartalmaz. Az oldat sűrűsége 1,005 g/cm^3. Hány tömegszázalékos az oldat?
16. 6,50 dm^3 oldat 750 g oldott anyagot tartalmaz. Az oldat sűrűsége 1,036 g/cm^3. Hány tömegszázalékos az oldat?
17. 2 dm^3 ammóniaoldat 560 g ammóniát tartalmaz oldva. Az oldat sűrűsége 0,887 g/cm^3. Hány tömegszázalékos az oldat ammóniára nézve?
18. Valamely oldat 0,600 dm^3-e (sűrűsége 1,105 g/cm^3) 250 g oldott anyagot tartalmaz. Hány tömegszázalékos az oldat?
19. 345 cm^3 kálium-nitrát-oldat 25 g KNO_3-ot tartalmaz. Az oldat sűrűsége 1,025 g/cm^3. Adjuk meg az oldat tömegszázalékos összetételét!
20. Hány tömegszázalékos az a 0,995 g/cm^3 sűrűségű oldat, amelynek 400 cm^3-ében 125 g oldott anyag van oldva?
21. Hány g KOH és víz szükséges 2,5 dm^3 20,37 tömegszázalékos oldat készítéséhez?
A 20,37 tömegszázalékos KOH-oldat sűrűsége 1,190 g/cm^3.
22. Hány g NaOH és víz szükséges 5,0 dm^3 10,10 tömegszázalékos oldat készítéséhez?
A 10,10 tömegszázalékos NaOH-oldat sűrűsége 1,110 g/cm^3.
23. Hány g hidrogén-klorid-gázt tartalmaz a tömény sósav (38,32 tömegszázalékos) 3 dm^3-e, ha a sűrűsége 1,190 g/cm^3?
24. Hány g alumínium-szulfát van oldva 400 cm^3 8 tömegszázalékos 1,083 g/cm^3 sűrűségű oldatban?
25. Hány g kénsavat tartalmaz a 360 cm^3 79,81 tömegszázalékos 1,725 g/cm^3 sűrűségű kénsavoldat?
26. Hány g KOH szükséges 2 500 cm^3 50,38 tömegszázalékos 1,515 g/cm^3 sűrűségű oldat készítéséhez?
27. Hány g ezüst(I)-nitrátot ($AgNO_3$) kell bemérni 0,125 dm^3 1 tömegszázalékos oldat (sűrűsége 1,007 g/cm^3) készítéséhez?
28. Hány g $FeCl_3$ szükséges 678 cm^3 20 tömegszázalékos oldat (sűrűsége 1,182 g/cm^3) készítéséhez?
29. Hány g ammónium-nitrát szükséges 565 cm^3 40 tömegszázalékos oldat (sűrűsége 1,175 g/cm^3) készítéséhez?
30. Hány kg szilárd kálium-jodid és víz szükséges 5 dm^3 60 tömegszázalékos oldat (sűrűsége 1,731 g/cm^3) készítéséhez?

3.3.2. A molaritás

31. 7,5 g kálium-szulfátból 0,500 dm^3 oldatot készítettünk. Számítsuk ki az oldat anyagmennyiség-koncentrációját!
32. Hány mol/dm^3 koncentrációjú az az oldat, amelynek 600 cm^3-ében 50 g kalcium-bromid van feloldva?
33. 26 g réz(II)-kloridot vízben oldunk és mérőlombikban 250 cm^3-re töltjük fel. Mennyi az oldat molaritása?
34. Hány mol/dm^3 koncentrációjú az az oldat, amely
a) 50 g $CaCl_2$-ot tartalmaz 690 cm^3 oldatban,
b) 965 mg $MgBr_2$-ot tartalmaz 36 cm^3 oldatban,
c) 750 g $Sr(NO_3)_2$-ot tartalmaz 1,5 dm^3 oldatban,
d) 125 g Na_3PO_4-ot tartalmaz 528 cm^3 oldatban,
e) 3 g $Pb(NO_3)_2$-ot tartalmaz 40 cm^3 oldatban,
f) 2 kg NaCl-ot tartalmaz 7 m^3 oldatban?
35. Hány g $LiNO_3$-ot tartalmaz a 200 cm^3 0,5 mol/dm^3 koncentrációjú oldat?
36. Hány g KBr szükséges 500 cm^3 0,01 mol/dm^3 koncentrációjú oldat készítéséhez?

37. Hány g oldott anyagot tartalmaz
a) 180 cm^3 0,15 mol/dm^3 koncentrációjú NaCl-oldat,
b) 1,2 dm^3 0,64 mol/dm^3 koncentrációjú kénsavoldat,
c) 300 cm^3 3,4 mol/dm^3 koncentrációjú $NiCl_2$-oldat,
d) 3,8 dm^3 0,89 mol/dm^3 koncentrációjú K_2SO_4-oldat?

38. 50 g nátrium-nitrátból 0,15 mol/dm^3 koncentrációjú oldatot kell készíteni. Hány dm^3-re kell feltölteni az oldatot?

3.3.3. A tömegkoncentráció

39. 510 cm^3 kálium-karbonát-oldat 20 g sót tartalmaz. Mennyi az oldat tömegkoncentrációja?

40. Mennyi a g/dm^3-ben kifejezett koncentrációja annak az oldatnak, amelynek 160 cm^3-ében 20 g oldott anyag van oldva?

41. Mennyi a tömegkoncentrációja annak az oldatnak, amelynek
a) 1 cm^3-ében 20 mg cink-klorid van oldva,
b) 85 cm^3-ében 3 g nátrium-szulfát van oldva,
c) 5,5 m^3-ében 80 kg kalcium-nitrát van oldva?

42. Hány cm^3 10 g/dm^3 tömegkoncentrációjú oldat tartalmaz ugyanannyi oldott anyagot, mint amennyit 70 cm^3 40 g/dm^3 tömegkoncentrációjú?

43. 98 dm^3 standardállapotú ammóniát oldottunk fel 420 g vízben. Mennyi az így előállított, 0,915 g/cm^3 sűrűségű oldat tömegkoncentrációja?

3.3.4. A koncentráció-egységek átváltása

44. Hány mol/dm^3 az anyagmennyiség-koncentrációja és hány g/dm^3 a tömegkoncentrációja a következő oldatoknak?
a) 2,0 w%-os, 1,011 g/cm^3 sűrűségű Na_2CO_3-oldat,
b) 3,5 w%-os, 1,231 g/cm^3 sűrűségű KOH-oldat,
c) 0,12 w%-os, 0,935 g/cm^3 sűrűségű $Al_2(SO_4)_3$-oldat,
d) 12,5 w%-os, 1,367 g/cm^3 sűrűségű LiCl-oldat,
e) 8,6 w%-os, 1,192 g/cm^3 sűrűségű NH_4NO_3-oldat,
f) 1,0 w%-os, 1,003 g/cm^3 sűrűségű $MgSO_4$-oldat,
g) 5,1 w%-os, 1,161 g/cm^3 sűrűségű $Fe(NO_3)_3$-oldat,
h) 2,6 w%-os, 1,200 g/cm^3 sűrűségű $ZnCl_2$-oldat,
i) 8,2 w%-os, 1,225 g/cm^3 sűrűségű KI-oldat és
j) 10,0 w%-os, 1,050 g/cm^3 sűrűségű HCl-oldat.

45. Adja meg a tömegszázalékos összetételét, illetve a tömegkoncentrációját a következő oldatoknak!
a) 4,9 mol/dm^3 koncentrációjú, 1,272 g/cm^3 sűrűségű $CaCl_2$-oldat,
b) 1,5 mol/dm^3 koncentrációjú, 1,024 g/cm^3 sűrűségű $C_6H_{12}O_6$-oldat,
c) 2,7 mol/dm^3 koncentrációjú, 1,103 g/cm^3 sűrűségű $NiSO_4$-oldat,
d) 3,1 mol/dm^3 koncentrációjú, 1,289 g/cm^3 sűrűségű $AlCl_3$-oldat,
e) 2,9 mol/dm^3 koncentrációjú, 1,134 g/cm^3 sűrűségű $CuSO_4$-oldat,
f) 2,5 mol/dm^3 koncentrációjú, 1,195 g/cm^3 sűrűségű $Ca(NO_3)_2$-oldat,
g) 0,91 mol/dm^3 koncentrációjú, 1,009 g/cm^3 sűrűségű $NaHCO_3$-oldat,
h) 7,8 mol/dm^3 koncentrációjú, 1,377 g/cm^3 sűrűségű KH_2PO_4-oldat,
i) 1,8 mol/dm^3 koncentrációjú, 1,112 g/cm^3 sűrűségű K_2HPO_4-oldat és
j) 0,12 mol/dm^3 koncentrációjú, 1,002 g/cm^3 sűrűségű CH_3COOH-oldat.

3.4. Oldatkészítés a gyakorlatban

3.4.1. Az oldhatóság és hőmérsékletfüggése

Mivel az oldódás kémiai kötések felbomlásával és kialakulásával jár, ezért szükségképpen energiaváltozás is kíséri. Amennyiben a régi kötések felbontásához nagyobb energia szükséges, mint a szolvatációs (hidratációs) energia, az oldódás során a rendszer energiát vesz fel a környezetétől. Ilyenkor az oldódás endoterm folyamat, és ezt úgy észlelhetjük, hogy az oldat és a környezete lehűl. Fordított esetben, tehát ha a régi kötések felbontása kevesebb energiát igényel, mint a szolvatáció (hidratáció) során felszabaduló energia, a rendszer energiát ad át a környezetének. Ilyenkor az oldódás exoterm folyamat, és ezt úgy észlelhetjük, hogy az oldat és a környezete felmelegszik.

Az oldatkészítés egyik legfontosabb tényezője az oldhatóság.

Az anyagok oldhatósága megmutatja, hogy 100 g tiszta oldószer adott hőmérsékleten maximálisan mekkora tömegű anyagot tud oldani.

Ahogy a fentiekből is látszik, az anyagok oldhatóságát nem csak az oldandó anyag és az oldószer minősége határozza meg, hanem a hőmérséklet is befolyásolja, de független a keveréstől és az aprítás mértékétől.
Ha az oldódás endoterm (a legtöbb szilárd anyag oldódása ilyen), akkor a melegítés hatására nő az oldódás mértéke is. Exoterm oldódás esetében (például a gázok oldódása) a melegítés csökkenti az oldódás mértékét.
Az oldhatóságot az oldatba jutott más anyag is megváltoztathatja. Ezt figyelhetjük meg, ha szódavízzel készített limonádéhoz cukrot adunk. A szén-dioxid oldhatósága csökken, ezért kipezseg az oldatból.

Az oldhatóság figyelembevételével megkülönböztetünk telítetlen, telített és túltelített oldatokat.

Azt az oldatot, amelyben az oldandó anyagból még több is oldódhat, telítetlen oldatnak nevezzük.

Azt az oldatot, amelyben adott hőmérsékleten pontosan annyi az oldott anyag, mint amennyit az oldhatóság jelöl, vagyis ha több anyagot már nem tud oldani, telített oldatnak nevezzük.

Azt az oldatot, amelyik adott hőmérsékleten több oldott anyagot tartalmaz, mint amennyit az oldhatóság lehetővé tesz, túltelített oldatnak nevezzük.

Túltelített oldatot úgy készíthetünk, hogy forrón telített oldatot óvatosan lehűtünk. Ez az állapot azonban nem stabilis. Ha bármilyen szennyeződés kerül az oldatba, vagy csak egyszerűen megmozdítjuk az oldatot, a „feleslegben lévő” oldott anyag kristályok formájában kiválik.

A gyakorlatban az oldatok összetételére más jelzőket is alkalmazunk. Hígnak nevezzük azt az oldatot, amelyikben az oldószerhez képest igen kevés az oldott anyag, míg tömény az az oldat, amelyik nagy mennyiségű oldott anyagot tartalmaz.
A különböző oldhatósági értékekből adódik, hogy egy híg oldat lehet telített is (egy rosszul oldódó anyag esetében), míg a tömény jelölhet telítetlen oldatot is (például egy jól oldódó anyag esetében).

3.4.2. Oldatkészítés gázokból és folyadékokból

A laboratóriumi feladatok között nagyon gyakran alkalmazott, éppen ezért igen jelentős művelet az oldatkészítés.
Az oldatkészítés módját az határozza meg, hogy az oldat egyes komponensei milyen formában állnak rendelkezésünkre. Természetesen a legegyszerűbb feladat az, amikor mind az oldószer, mind az oldandó anyag nagy tisztaságban rendelkezésünkre áll.

Gázok oldásakor célszerű nagyobb nyomást és alacsonyabb hőmérsékletet alkalmazni, mert ez növeli a gázok oldhatóságát a folyadékokban.
A tiszta folyadékok oldásakor az elegyedést kevergetéssel lehet gyorsítani. Az oldás során célszerű figyelembe venni az oldódás hőszínezetét, így exoterm oldódás esetén enyhe hűtést, endoterm folyamatnál pedig melegítést alkalmazni.

3.4.3. Oldatkészítés szilárd anyagokból

Bár az oldandó anyag bármilyen halmazállapotú (gáz, folyadék, szilárd) lehetne, a laboratóriumi gyakorlatban főleg tiszta szilárd anyagokból készítünk oldatot tiszta oldószer hozzáadásával. Emellett bevett szokás adott koncentrációjú oldatok hígítása, ritka esetben keverése.

A szilárd halmazállapotú anyagok esetében van olyan eset, amikor egy ionos vegyület vizes oldatából úgy kristályosodik ki, hogy a rácspontok közötti résekbe vagy egyes ionokhoz kapcsolódva vízmolekulák is kerülnek. Ezek a kristályvíztartalmú vegyületek, és ezt a vegyület sztöchiometriai képletében is feltüntetjük.
Például a $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$ képlet azt jelenti, hogy a kristályvizes sóban a Cu^{2+}-, a SO_4^{2-}-ionok és a kristályvíz anyagmennyiség-aránya 1:1:5. A víztartalom a hevítéssel eltávolítható. Érdemes megjegyezni, hogy a kristályvíz nélküli vegyület gyakran más tulajdonságokkal rendelkezik. Így például a kristályvizes réz(II)-szulfát kék, a vízmentes pedig fehér színű.
Vizes oldatok készítésénél figyelembe kell venni, ha egy vegyület kristályvizet tartalmaz: ekkor ugyanis a kristályvíz az oldódás során mintegy „hígítja” az oldatot.
Ennek megfelelően a számítások során a kristályvíztartalmú vegyületeket „szilárd oldatoknak” is tekinthetjük, melyek határozott, állandó tömegszázalékban tartalmazzák az „oldott anyagot”.

3.4.4. Oldatkészítés ismert koncentrációjú oldatból

Ha egy oldathoz további tiszta oldószert adunk, az oldat hígulni fog. Ekkor az oldat mennyisége (tömege és térfogata) növekedni fog, ugyanakkor a benne oldott anyag mennyisége változatlan marad. Az oldott anyag a hígítás után nagyobb oldatmennyiségben oszlik el, így egységnyi oldatra jutó mennyisége, azaz az oldat koncentrációja arányosan csökken.

Az oldatot töményíteni is lehet: az oldathoz további oldandó anyagot viszünk be vagy az oldatot melegítve az oldószer egy részét elpárologtatjuk. Mindkét folyamat során a koncentráció

növekedésével kell számolnunk. Az első esetben az oldott anyag mennyisége fog nőni, míg az utóbbinál az oldószer mennyisége csökken.

A laboratóriumi gyakorlatban nem túl gyakori eset, hogy egy töményoldathoz nem tiszta oldószert, hanem hígabb oldatot keverünk. A keletkező oldat koncentrációja a töményebb oldaténál hígabb, a híg oldaténál töményebb lesz.

Mindhárom koncentráció-változással kapcsolatban többféleképpen is számolhatunk. Az egyik lehetséges mód a keverési egyenlet alkalmazása:

$$m_1 \cdot w\%_1 + m_2 \cdot w\%_2 = (m_1 + m_2) \cdot w\%_3,$$

ahol m_1 az első oldat tömege
$w\%_1$ az első oldat tömegszázalékos összetétele
m_2 a második oldat tömege
$w\%_2$ a második oldat tömegszázalékos összetétele
$(m_1 + m_2)$ a kapott oldat tömege
$w\%_3$ a kapott oldat tömegszázalékos összetétele.

A számítások során a tiszta oldószert 0 w%-os, a tiszta szilárd anyagot pedig 100 w%-os oldatként vesszük figyelembe. A fenti összefüggést akár kristályvizes vegyületekkel való számításnál is használhatjuk, ha a vegyületet oldatként vesszük figyelembe.

3.5. Oldatkészítéssel kapcsolatos számítások

3.5.1. Oldatok keverése, hígítása és töményítése

1. 100 g 20 tömegszázalékos oldatot 400 g 60 tömegszázalékos oldattal elegyítünk. Mennyi az elegy tömegszázalékos összetétele?
2. Hány tömegszázalékos oldat készíthető 35 g 65 tömegszázalékos és 425 g 17 tömegszázalékos oldat összekeverésével?
3. 50 g 42 tömegszázalékos oldatot 48 g 22 tömegszázalékos oldattal hígítunk. Hány tömegszázalékos lesz az oldat?
4. Hány tömegszázalékos lesz az oldat, amelyet 86 g 3 tömegszázalékos és 124 g 5 tömegszázalékos, valamint 120 g 11 tömegszázalékos oldatok összekeveréséből kaptuk?
5. 100 g 30 tömegszázalékos, 200 g 20 tömegszázalékos és 300 g 10 tömegszázalékos oldatot elegyítünk. Hány tömegszázalékos lesz az oldat?
6. Hány g 32 tömegszázalékos oldatot kell 40 g 5 tömegszázalékos oldathoz adni, hogy 21 tömegszázalékos oldatot kapjunk?
7. Mennyi 40 tömegszázalékos oldatot kell 230 g 12 tömegszázalékos oldathoz adni, hogy 31 tömegszázalékos legyen? Hány g oldatot nyertünk így?
8. 0,59 kg 45 tömegszázalékos oldatot kell hígítani 10 tömegszázalékos oldattal 23 tömegszázalékosra. Hány g 10 tömegszázalékos oldat szükséges ehhez?
9. 400 g 37 tömegszázalékos oldathoz hány g 55 tömegszázalékos oldatot kell keverni, hogy 44 tömegszázalékos oldatot kapjunk?
10. 80 g 45 tömegszázalékos oldatot kell hígítani 28 tömegszázalékosra 10 tömegszázalékos oldat felhasználásával. Hány g hígabb oldat szükséges ehhez?
11. 230 g 15 tömegszázalékos oldatot kell 6 tömegszázalékos oldattal hígítani oly módon, hogy 10 tömegszázalékos oldatot kapjunk. Hány g 6 tömegszázalékos oldatot kell a töményebbhez adni?

12. Hány kg 10 tömegszázalékos nátrium-nitrát-oldatot kell adni 4 kg 25 tömegszázalékos $NaNO_3$-oldathoz, hogy 17,5 tömegszázalékos oldatot kapjunk?

13. Hány g 33 tömegszázalékos oldatot kell 510 g 40 tömegszázalékos oldathoz adni, hogy 36 tömegszázalékos oldatot kapjunk?

14. 540 g 30 tömegszázalékos oldat készítéséhez hány g 46 tömegszázalékos és hány g 10 tömegszázalékos oldatot kell összekevernünk?

15. 65 tömegszázalékos és 40 tömegszázalékos oldatból 100 g 52 tömegszázalékos oldatot kell készíteni. Hány g-ot kell bemérni az egyes oldatokból?

16. Hány g 35 tömegszázalékos és hány g 78 tömegszázalékos oldatra van szükségünk, ha 1,5 kg 43 tömegszázalékos oldatot akarunk készíteni?

17. Hány g 40 tömegszázalékos és hány g 20 tömegszázalékos oldatból készíthetünk 340 g 33 tömegszázalékos oldatot?

18. Készítsünk 250 g 30 tömegszázalékos oldatot 55 és 10 tömegszázalékos oldatok keverésével! Hány g szükséges ehhez a kiinduláskor használt oldatokból?

19. Hány tömegszázalékos lesz az az oldat, amelyet 50 és 60 tömegszázalékos oldatok 1:2 tömegarányú elegyítésével készítettünk?

20. Milyen tömegarányban kell elegyíteni a 20 és a 60 tömegszázalékos oldatokat, hogy 45 tömegszázalékos oldatot kapjunk?

21. Milyen tömegarányban kell a 23 és a 8 tömegszázalékos oldatokat elegyíteni egymással ahhoz, hogy 20 tömegszázalékos oldathoz jussunk?

22. Hány tömegszázalékos lett az az oldat, amelyet úgy készítettünk, hogy 250 g 20 tömegszázalékos oldatban további 50 g szilárd anyagot oldottunk fel?

23. 130 g 12 tömegszázalékos sóoldatban feloldunk még 40 g sót. Hány tömegszázalékos lesz az oldat?

24. 365 mg 41 tömegszázalékos oldathoz 0,256 g szilárd anyagot adunk. Hány tömegszázalékos lett az oldat?

25. 79 g 11 tömegszázalékos oldathoz 21 g szilárd anyagot adunk. Hány tömegszázalékos lesz az oldat?

26. 9,0 g 10 tömegszázalékos oldathoz 1,5 g oldandó anyagot adunk. Hány tömegszázalékos lesz a keletkező oldat?

27. Hány g szilárd anyagot kell 825 g 12 tömegszázalékos oldathoz adni, hogy 19 tömegszázalékos legyen?

28. A laboratóriumban 500 g 20 tömegszázalékos sósav áll rendelkezésünkre. Ebből 28 tömegszázalékos oldatot kell készítenünk. Hány g hidrogén-klorid-gázt kell ehhez az oldatba vezetnünk? Hány dm^3 standardállapotú gáznak felel ez meg?

29. 1,6 dm^3 normálállapotú ammóniagázt 250 g vízben oldunk. Hány tömegszázalékos lesz a keletkezett ammóniaoldat?

30. Milyen tömegű vízben kell oldani 60 dm^3 szobahőmérsékletű hidrogén-klorid-gázt, hogy 12 tömegszázalékos sósavat nyerjünk?

31. Hány dm^3 normálállapotú ammóniát kell bevezetni 175 g 2 tömegszázalékos ammóniaoldatba, hogy 10 tömegszázalékos oldat keletkezzen?

32. Hány g 30 tömegszázalékos oldatban van ugyanannyi oldott anyag, mint 500 g 10 tömegszázalékos oldatban?

33. Hány mg 38 tömegszázalékos oldatot készíthetünk 265 mg 10 tömegszázalékos oldatból víz elpárologtatásával?

34. 1,2 kg oldatból mennyi vizet kell elpárologtatni, hogy a 13 tömegszázalékos oldatból 35 tömegszázalékos oldatot kapjunk?

35. 70 g 30 tömegszázalékos oldatot kell 45 tömegszázalékosra töményíteni. Hány g vizet kell lepárolni?

36. 740 g 12 tömegszázalékos oldatot részlegesen bepároltunk, így 40 tömegszázalékos oldatot kaptunk. Hány g víz párolgott el?
37. 355 g 22 tömegszázalékos oldatból 192 g vizet elfőzünk. Hány tömegszázalékos lesz az oldat?
38. Egy 20 tömegszázalékos oldat 560 g-jából elfőzünk 100 g vizet. Mennyi lesz a tömegszázalékos összetétele?
39. Egy 15 tömegszázalékos oldat 167 g-jából 67 g vizet elpárologtattunk. Hány tömegszázalékos lesz az oldat?
40. 750 g 3 tömegszázalékos oldatból 500 cm^3 vizet elpárologtattunk. Hány tömegszázalékos lett a visszamaradó oldat?
41. Milyen tömegű 55 tömegszázalékos oldatból kell kiindulni ahhoz, hogy ebből víz elpárologtatásával 150 kg 75 tömegszázalékos oldatot nyerjünk?
42. Hány kg 20 tömegszázalékos oldatból kell ledesztillálni 100 kg vizet, hogy 50 tömegszázalékos oldatot nyerjünk?
43. 11 tömegszázalékos oldatból 2,5 kg vizet elpárologtattunk. A visszamaradó oldat 36 tömegszázalékos. Hány kg oldatból indultunk ki?
44. 320 g 45 tömegszázalékos oldathoz 50 g vizet adunk. Hány tömegszázalékos lesz az új oldat?
45. Hány tömegszázalékos lesz a 100 g tömegű 22 tömegszázalékos oldat, ha 520 g vizet adunk hozzá?
46. 670 g 10 tömegszázalékos oldatot 130 g vízzel hígítunk. Hány tömegszázalékos lesz az oldat?
47. 1,3 kg 55 tömegszázalékos oldatot 2,2 kg vízzel hígítunk. Hány tömegszázalékos lesz az oldat?
48. 2,5 kg 70 tömegszázalékos oldathoz 850 g vizet öntöttünk. Hány tömegszázalékos lett az oldat?
49. 10 g 20 tömegszázalékos oldatot és 50 cm^3 vizet elegyítünk. Hány tömegszázalékos lesz a kapott oldat?
50. 340 kg 34 tömegszázalékos oldatot és 3,4 m^3 vizet elegyítünk. Hány tömegszázalékos lesz az oldat?
51. Egy 50 tömegszázalékos oldat 100 g-ját 30 tömegszázalékosra akarjuk hígítani. Mennyi vizet kell hozzáadni?
52. 40 g 55 tömegszázalékos oldatot vízzel 12 tömegszázalékosra hígítunk. Hány g víz kell az oldat elkészítéséhez?
53. Hány cm^3 vizet kell 336 g 74 tömegszázalékos oldathoz adni, hogy 63 tömegszázalékos oldatot kapjunk?
54. Hány dm^3 vízzel kell 12,5 kg 45 tömegszázalékos oldatot elegyítenünk, hogy 33 tömegszázalékos oldatot készítsünk?
55. Mennyi vizet kell adni 139 g 55 tömegszázalékos oldathoz, hogy 22 tömegszázalékos oldatot kapjunk?
56. 1,2 kg 43 tömegszázalékos oldat készítéséhez hány g 65 tömegszázalékos oldat és víz szükséges?
57. Hány g 30 tömegszázalékos oldatot kell vízzel hígítani 298 g 13 tömegszázalékos oldat előállításához?
58. Hány g 55 tömegszázalékos oldat készíthető 256 g 73 tömegszázalékos oldatból vízzel való hígítással?
59. Hány g 6 tömegszázalékos oldat készíthető 28 g 55 tömegszázalékos oldatból vízzel való hígítással? Mennyi víz szükséges a hígításhoz?
60. 983 g 43 tömegszázalékos oldatból hígítással hány g 17 tömegszázalékos oldat készíthető? Hány g vizet használunk a hígításhoz?

61. Hány tömegszázalékos lesz az az oldat, amelyet úgy készítettünk, hogy 75 tömegszázalékos oldatot 1:3 tömegarányban vízzel hígítottunk?

62. Hány g 45 tömegszázalékos oldatot kell adni 459 g vízhez, hogy 15 tömegszázalékos oldatot kapjunk?

63. Milyen tömegarányban kell a 63 tömegszázalékos oldatot és a vizet elegyíteni ahhoz, hogy 22 tömegszázalékos oldatot kapjunk?

64. Milyen tömegarányban kell egy 30 tömegszázalékos oldatot vízzel összekeverni, hogy 10 tömegszázalékos oldatot kapjunk?

65. Milyen tömegarányban kell 44 tömegszázalékos oldatot vízzel elegyíteni, hogy 8 tömegszázalékos oldathoz jussunk?

66. 50 cm^3 5 tömegszázalékos 1,005 g/cm^3 sűrűségű és 50 cm^3 15 tömegszázalékos 1,008 g/cm^3 sűrűségű oldatokat kevernek egymással. Mennyi lesz az oldat tömege és tömegszázalékos összetétele?

67. Számítsuk ki annak az oldatnak a tömegszázalékos összetételét, amelyet 150 cm^3 20 tömegszázalékos (sűrűsége 1,100 g/cm^3) és 250 cm^3 40 tömegszázalékos (sűrűsége 1,200 g/cm^3) oldatok összeöntésével készítettünk!

68. Mekkora térfogatú 10 tömegszázalékos (sűrűsége 1,050 g/cm^3) és 40 tömegszázalékos (sűrűsége 1,210 g/cm^3) oldatokat kell elegyíteni ahhoz, hogy 1 dm^3 22 tömegszázalékos (sűrűsége 1,120 g/cm^3) oldatot készítsünk?

69. Hány cm^3 35 tömegszázalékos (sűrűsége 1,280 g/cm^3) és 20 tömegszázalékos (sűrűsége 1,185 g/cm^3) oldatot kell elegyíteni 200 cm^3 24 tömegszázalékos 1,210 g/cm^3 sűrűségű oldat készítéséhez?

70. 2,5 dm^3 32 tömegszázalékos oldatot (sűrűsége 1,222 g/cm^3) 11 tömegszázalékosra hígítunk. Hány kg oldatot kapunk?

71. 3,8 dm^3 67 tömegszázalékos oldatból (sűrűsége 1,536 g/cm^3) hány kg 36 tömegszázalékos oldat készíthető hígítással?

72. Hány cm^3 vizet kell 460 g 34 tömegszázalékos oldathoz adnunk, hogy 5 tömegszázalékos oldatot nyerjünk?

73. Hány cm^3 víz és hány cm^3 20 tömegszázalékos 1,225 g/cm^3 sűrűségű oldat szükséges 1,2 kg 8 tömegszázalékos oldat készítéséhez?

74. Készítendő 986 cm^3 15 tömegszázalékos 1,056 g/cm^3 sűrűségű oldat 43 tömegszázalékos oldat és víz keverésével. Hány g oldat szükséges ehhez?

75. Készítsünk 1,6 dm^3 20 tömegszázalékos 1,115 g/cm^3 sűrűségű oldatot! Hány g 60 tömegszázalékos oldat és hány g víz szükséges?

76. 100 cm^3 12 tömegszázalékos 1,102 g/cm^3 sűrűségű oldat előállítása céljából 48 tömegszázalékos oldatot vízzel kell hígítani. Hány g oldat és víz szükséges ehhez?

77. 2,8 dm^3 30 tömegszázalékos oldatot (sűrűsége 1,301 g/cm^3) 7 tömegszázalékosra kell hígítanunk. Hány dm^3 víz szükséges a hígításhoz?

78. 0,98 dm^3 18 tömegszázalékos oldatot (sűrűsége 1,323 g/cm^3) 12 tömegszázalékosra hígítunk. Hány cm^3 víz szükséges ehhez?

79. Hány g vízre van szükség ahhoz, hogy 50 tömegszázalékos oldatból 0,45 dm^3 1,150 g/cm^3 sűrűségű 20 tömegszázalékos oldatot készítsünk?

80. 5,8 dm^3 70 tömegszázalékos 1,425 g/cm^3 sűrűségű oldatot 23 tömegszázalékosra akarunk hígítani. Számítsa ki a hígításhoz szükséges víz mennyiségét kilogrammban!

81. 1,2 dm^3 85 tömegszázalékos oldatot (sűrűsége 1,676 g/cm^3) vízzel 30 tömegszázalékosra kell hígítani. Hány kg víz szükséges ehhez?

82. 3 dm^3 20 tömegszázalékos 1,115 g/cm^3 sűrűségű oldatot 14 tömegszázalékosra kell hígítani. Hány kg víz szükséges ehhez?

83. Hány g vizet kell 400 cm^3 30 tömegszázalékos 1,213 g/cm^3 sűrűségű vizes oldathoz hozzáadni, hogy 26 tömegszázalékos oldatot kapjunk?

84. 3,5 dm^3 40 tömegszázalékos oldatot (sűrűsége 1,362 g/cm^3) 5 tömegszázalékosra akarunk hígítani. Hány kg vizet kell hozzáönteni?
85. Hány g vízzel kell hígítani a 630 cm^3 térfogatú 42 tömegszázalékos oldatot (sűrűsége 1,296 g/cm^3), hogy 38 tömegszázalékos oldatot kapjunk?
86. 890 cm^3 25 tömegszázalékos oldatot (sűrűsége 1,200 g/cm^3) kell készítenünk. Hány g 80 tömegszázalékos oldatot és hány cm^3 vizet kell felhasználnunk?
87. 400 cm^3 34 tömegszázalékos oldatot (sűrűsége 1,189 g/cm^3) 1 dm^3 vízzel hígítunk. Mi lesz az oldat tömegszázalékos összetétele?
88. 250 cm^3 75 tömegszázalékos és 1,545 g/cm^3 sűrűségű oldatot 150 cm^3 vízzel hígítunk. Hány tömegszázalékos a hígított oldat?
89. Hány tömegszázalékos lesz az az oldat, amelyet akkor kapunk, ha 1,5 dm^3 30 tömegszázalékos oldatot (sűrűsége 0,885 g/cm^3) 3,5 dm^3 vízzel elegyítünk?
90. 12 m^3 38 tömegszázalékos oldatot (sűrűsége 1,192 g/cm^3) 4 m^3 vízzel elegyítenek. Hány tömegszázalékos lesz az oldat?
91. 430 cm^3 35 tömegszázalékos oldathoz (sűrűsége 1,190 g/cm^3) 1,2 dm^3 vizet adunk. Hány tömegszázalékos lesz az oldat?
92. Hány cm^3-re kell hígítani a 350 cm^3 45 tömegszázalékos oldatot (sűrűsége 1,265 g/cm^3), hogy 15 tömegszázalékos oldatot (sűrűsége 1,095 g/cm^3) kapjunk?
93. Hány cm^3 térfogatra kell hígítani a 20 cm^3 67 tömegszázalékos oldatot (sűrűsége 1,332 g/cm^3), hogy 22 tömegszázalékos oldatot (sűrűsége 1,110 g/cm^3) kapjunk?
94. Hány cm^3 45 tömegszázalékos oldat (sűrűsége 1,454 g/cm^3) szükséges 765 cm^3 22 tömegszázalékos (sűrűsége 1,212 g/cm^3) oldat előállításához?
95. Hány cm^3 23 tömegszázalékos 1,156 g/cm^3 sűrűségű oldat kell 2,5 dm^3 10 tömegszázalékos 1,055 g/cm^3 sűrűségű oldat elkészítéséhez?
96. Hány cm^3 90 tömegszázalékos 1,755 g/cm^3 sűrűségű oldat szükséges 3 100 cm^3 14 tömegszázalékos 1,123 g/cm^3 sűrűségű oldat készítéséhez?
97. Hány cm^3 víz és 80 tömegszázalékos oldat (sűrűsége 1,559 g/cm^3) szükséges 700 cm^3 25 tömegszázalékos oldat (sűrűsége 1,212 g/cm^3) készítéséhez?
98. 0,76 dm^3 35 tömegszázalékos (sűrűsége 1,105 g/cm^3) oldat készítéséhez hány cm^3 75 tömegszázalékos (sűrűsége 1,209 g/cm^3) oldat és hány cm^3 víz szükséges?
99. 230 cm^3 45 tömegszázalékos oldatot (sűrűsége 1,323 g/cm^3) 0,5 dm^3-re hígítunk. A kapott oldat sűrűsége 1,154 g/cm^3. Hány tömegszázalékos lett az oldat?
100. Hány tömegszázalékos az az oldat (sűrűsége 1,258 g/cm^3), melyet ötszörösére hígítva 1,147 g/cm^3 sűrűségű 10 tömegszázalékos oldatot kapunk?

3.5.2. Oldatkészítés kristályvíztartalmú vegyületekből

101. Mennyi kristályvizes magnézium-szulfátot ($MgSO_4 \cdot 7\ H_2O$) kell bemérni 200 g 8 tömegszázalékos oldat készítéséhez?
102. Hány g kristályvizes réz(II)-szulfát ($CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$)szükséges 825 g 12 tömegszázalékos oldat készítéséhez?
103. Hány g 8 tömegszázalékos vas(II)-szulfát-oldatot lehet készíteni 150 g $FeSO_4 \cdot 7\ H_2O$-ból?
104. Hány g kristályos nátrium-karbonát ($Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$) szükséges 950 cm^3 25 tömegszázalékos szódaoldat (sűrűsége 1,214 g/cm^3) készítéséhez?
105. Hány tömegszázalékos réz(II)-szulfátra nézve az az oldat, amelyet úgy készítünk, hogy 260 g kristályos $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$-ot oldottunk 740 g vízben?
106. Mennyi a tömegszázalékban kifejezett összetétele annak a kalcium-klorid-oldatnak, amelyet úgy készítünk, hogy 92 g kristályos $CaCl_2 \cdot 6\ H_2O$-ot 523 g vízben oldunk?
107. 5,0 kg vízben 860 g kristályos cink-szulfátot ($ZnSO_4 \cdot 7\ H_2O$) oldunk fel. Számítsuk ki az oldat tömegszázalékos összetételét!

108. Milyen tömegű vízben kell 48 g $CuSO_4 \cdot 5\,H_2O$-ot feloldani, hogy 20 tömegszázalékos $CuSO_4$-oldatot állítsunk elő?

109. Hány g $NiSO_4 \cdot 7\,H_2O$-ot kell 265 g vízben feloldani, hogy 23 tömegszázalékos $NiSO_4$-oldatot kapjunk?

110. Hány g 10 tömegszázalékos réz(II)-szulfát-oldatban kell 50 g kristályos $CuSO_4$-ot feloldani, ha 20 tömegszázalékos oldatot kell előállítanunk?

111. Hány g kristályos $CoCl_2 \cdot 6\,H_2O$-ot kell feloldani 10 tömegszázalékos oldatban, hogy 4 kg 16 tömegszázalékos oldatot kapjunk?

3.5.3. Az oldhatóság hőmérsékletfüggése

112. Mennyi annak a sónak az oldhatósága 20 °C hőmérsékleten, ha 100 g 60 °C-on telített oldatot 20 °C-ra hűtve az oldatból 30 g só válik ki?

Az oldhatóság: 60 °C-on: 70 g só/100 g víz.

113. Mennyi annak a sónak az oldhatósága 10 °C-on, ha 100 g 80 °C-on telített oldatot 10 °C-ra hűtve 6,00 g só válik ki?

Az oldhatóság: 80 °C-on: 16,4 g só/100 g víz.

114. 600 g 80 °C-on telített KCl-oldatot 20 °C-ra hűtünk. Hány g só válik ki a 20 °C-ra hűtött oldatból?

Az oldhatóság: 20 °C-on: 34,0 g KCl/100 g víz,
80 °C-on: 51,1 g KCl/100 g víz.

115. Hány g NaCl kristályosodik ki 400 g 80 °C-on telített oldatból, ha az oldatot 20 °C-ra hűtjük?

Az oldhatóság: 20 °C-on: 35,8 g só/100 g víz,
80 °C-on: 38,0 g só/100 g víz.

116. Hány g KNO_3 válik ki a 60 °C-on telített oldat

a) 10 g-jából,
b) 25 g-jából,
c) 100 g-jából,
d) 150 g-jából, ha 20 °C-ra hűtjük?

Az oldhatóság: 20 °C-on: 31,6 g só/100 g víz,
60 °C-on: 110,0 g só/100 g víz.

117. 250 g vízben annyi sót oldunk, hogy 100 °C-on telített oldatot kapjunk. Hány g só válik ki, ha az oldatot 20 °C-ra hűtjük?

Az oldhatóság: 100 °C-on: 265 g só/100 g víz,
20 °C-on: 36 g só/100 g víz.

118. Hány g kálium-kloráttal telíthetünk 600 g vizet 20 °C-on? Mennyi $KClO_3$-ot lehet még feloldani ebben az oldatban, ha az oldat hőmérsékletét 80 °C-ra emeljük?

Az oldhatóság: 20 °C-on: 6,5 g/100 g víz,
80 °C-on: 40 g/100 g víz.

119. Ha 300 g 80 °C-on telített mangán(II)-szulfát-oldatot 50 °C-ra hűtünk, akkor 30 g $MnSO_4 \cdot 4\,H_2O$ válik ki. Mennyi a vízmentes só oldhatósága 50 °C-on, ha 80 °C-on 100 g víz 72,6 g vízmentes sót old?

120. 80 g 80 °C-on telített magnézium(II)-szulfát-oldatból 20 °C-ra hűtve 30,11 g kristályos $MgSO_4 \cdot 6\,H_2O$ válik ki. A 20 °C-on mért oldhatóság: 44,5 g vízmentes só/100 g víz. Mennyi az oldhatóság 80 °C-on?

121. Milyen tömegszázalékos összetételű lesz a $CuSO_4$-oldat, ha megfelelő hőmérsékletről lehűtve, az eredeti 100 g tömegű és 40 tömegszázalékos oldatból 40 g kristályos réz(II)-szulfát válik ki?

122. Hány g timsó – $KAl(SO_4)_2 \cdot 12\ H_2O$ – kristályosodik ki, ha 40 g 80 °C-on telített oldatot 20 °C-ra hűtünk?

Az oldhatóság: 80 °C-on: 71,0 vízmentes só/100 g víz,
20 °C-on: 5,9 g vízmentes só/100 g víz.

123. 1,5 kg 20 °C-on telített vas(II)-szulfát-oldatot felmelegítünk 80 °C-ra. Mekkora tömegű $FeSO_4 \cdot 7\ H_2O$-ot lehet ebben az oldatban oldani?

Az oldhatóság: 20 °C-on: 26,5 g vízmentes só/ 100 g víz,
80 °C-on: 43,6 g vízmentes só/ 100 g víz.

124. Hány g $MgSO_4 \cdot 7\ H_2O$ válik ki 350 g 80 °C-os oldatból, ha 20 °C-ra hűtjük?

80 °C-on az oldat 40 tömegszázalékos,
20 °C-on 10 g magnézium-szulfát oldódik 100 g vízben.

125. Hány g $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$ válik ki 50 g 100 °C-on telített $CuSO_4$-oldatból, ha az oldatot 100 °C-ról 0 °C-ra hűtjük?

100 °C-on 42,8 tömegszázalék, 0 °C-on 17,1 tömegszázalék a telített oldat összetétele.

126. Hány g $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$ kristályosodik ki, ha 450 g 40 tömegszázalékos $CuSO_4$-oldatot 30 °C-ra hűtünk? A 30 °C-on telített oldat 20 tömegszázalékos.

127. Hány g lesz a szilárd fázis tömege, ha 7 250 g 18,5 w%-os nátrium-foszfát-oldatot 0 °C-ra hűtünk?

0 °C-on 100 g víz 1,5 g $Na_3PO_4 \cdot 12\ H_2O$-ot old.

128. Hány g vízben kell 50 g $Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$-ot feloldani, hogy 40 °C-on telített oldatot kapjunk? Hány g kristályvizes só válik ki, ha az oldatot 20 °C-ra hűtjük?

Az oldhatóság: 20 °C-on: 22 g só/100 g víz,
40 °C-on: 49 g só/100 g víz.

129. Hány g 60 °C-on telített nátrium-acetát-oldatból válik ki 60 g $CH_3COONa \cdot 3\ H_2O$, ha az oldatot 10 °C-ra hűtjük?

Az oldhatóság: 60 °C-on: 98,0 g só/100 g víz,
10 °C-on: 40,8 g só/100 g víz.

130. A nátrium-karbonát telített vizes oldata 20 °C-on 17,7 tömegszázalékos, 80 °C-on 31,4 tömegszázalékos. Hány g 80 °C-on telített oldatot kell készíteni ahhoz, hogy 20 °C-ra való hűtése után 200 g kristályos szóda ($Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$) váljon ki?

131. A réz(II)-szulfát telített vizes oldata 65 °C-on 30 tömegszázalékos, 30 °C-on 20 tömegszázalékos összetételű. Mennyi 65 °C-on telített $CuSO_4$-oldatot kellene készíteni ahhoz, hogy 50 g kristályos $CuSO_4$-ot nyerjünk az oldat 30 °C-ra történő hűtésével?

132. Hány g vízmentes ammónium-foszfátot kell 40 g vízben oldani ahhoz, hogy az oldatot 0 °C-ra hűtve ugyanennyi tömegű kristályos só váljon ki? A kristályos só összetétele: $(NH_4)_3PO_4 \cdot 3\ H_2O$. A 0 °C-on mért oldhatóság: 9,4 g vízmentes só 100 g vízben.

133. Hány g vízmentes nikkel(II)-szulfátot kell feloldani 390 g vízben ahhoz, hogy az oldatot 0 °C-ra hűtve ugyanannyi kristályos só ($NiSO_4 \cdot 7\ H_2O$) váljon ki, mint amennyi vízmentes sót bemértünk?

A vízmentes só oldhatósága 0 °C-on: 27,2 g/100 g víz.

134. Hány gramm $ZnSO_4 \cdot 7\ H_2O$-ból kell legalább kiindulni, ha azt akarjuk, hogy a belőle készített telített oldatot 80 °C-ról lehűtve, 200 g kristályos cink-szulfát váljon ki 0 °C-on?

Az oldhatóság: 80 °C-on: 86,6 g só/100 g víz,
0 °C-on: 41,9 g só/100 g víz.

3.6. Savak és lúgok

3.6.1. A protolitikus reakciók

A desztillált víz és a hidrogén-klorid-gáz nem vezeti az elektromos áramot, míg a belőlük képződött oldat, a sósav igen, mert a hidrogén-klorid-molekulák protont adnak át a vízmolekuláknak, miközben ionok (H_3O^+ és Cl^-) keletkeznek:

$$HCl_{(g)} + H_2O_{(f)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

oxónium-ion kloridion

H^+

A protonátmenettel (hidrogénion-átadással) járó folyamatokat protolitikus reakcióknak nevezzük.

Az ammóniagáz vízben való oldásakor szintén protonátadással járó reakció megy végbe, amely során az ammóniamolekulák protont vesznek át a víztől. A keletkező hidroxidionokat a rendszerhez adott indikátorokkal ki lehet mutatni.

$$NH_{3(g)} + H_2O_{(f)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

ammónium-ion hidroxid-ion

H^+

A protolitikus reakciókat Brønsted (ejtsd: brönszted) szerint sav-bázis reakciónak is nevezik.

A protont leadó molekulákat és ionokat savaknak, míg a protont felvevőket bázisoknak tekintjük.

A protonátmenttel járó reakciók mindig megfordíthatók. Ennek alapján a termékek is besorolhatók a savak és a bázisok közé az ellentétes irányú folyamatban betöltött szerepük alapján:

$$\underset{sav_1}{HCl_{(g)}} + \underset{bázis_2}{H_2O_{(f)}} \rightleftharpoons \underset{sav_2}{H_3O^+_{(aq)}} + \underset{bázis_1}{Cl^-_{(aq)}}$$

$$\underset{bázis_1}{NH_{3(g)}} + \underset{sav_2}{H_2O_{(f)}} \rightleftharpoons \underset{sav_1}{NH_4^+{}_{(aq)}} + \underset{bázis_2}{OH^-_{(aq)}}$$

Az egyensúlyi rendszerben a savak, illetve a belőlük létrejövő bázisok ún. sav-bázis párokat alkotnak.
Brønsted elméletében a „sav” és a „bázis” szó nem az anyagok egy csoportját jelöli, hanem egy adott reakcióban betöltött szerepét fejezi ki. Ennek megértéséhez segítséget nyújthat a fenti két reakció, amelyek esetében a víz hol savként, hol bázisként viselkedik.

Az olyan molekulát vagy iont, amely savként és bázisként is reagálhat, amfoternek nevezzük.

3.6.2. A savak és bázisok erőssége

Az erősséget savak esetében a savi disszociációs állandó (K_s), bázisok esetében a bázisállandó (K_b) mutatja meg. Minél nagyobb ezen állandók értéke, annál erősebb savról, illetve bázisról beszélünk.
Erős savak és bázisok azok az anyagok, amelyek vízben oldva teljes mértékben disszociálnak, vagyis minden részecskéjük ionokra esik szét a protolitikus reakció során. Ilyenek a hidrogénklorid, a kénsav, a salétromsav, valamint a nátrium-hidroxid, a kálium-hidroxid és a kalcium-hidroxid. Az erős savak és erős bázisok állandóinak értéke 10^1 mol/dm^3-nél nagyobb.
A gyenge savak és bázisok disszociációja nem teljes mértékű, tehát egyensúlyra vezető folyamat. Ezen anyagok esetében az állandók 10^{-5} mol/dm^3-nél kisebbek.

3.6.3. A kémhatás

Ha egy vizes oldatban az oxóniumionok koncentrációja nagyobb, mint a hidroxidionoké, savas, ha a hidroxidionoké a nagyobb, akkor lúgos kémhatásról beszélünk. Semleges oldatokban és a tiszta vízben a víz ionjainak koncentrációja egyenlő.

Ezek a koncentrációértékek a gyakorlatban széles határok között változnak és igen gyakran igen kis értékkel bírnak.
Az oldatok kémhatásának számszerű jellemzésére használjuk a pH-t. Egy oldat pH-ja megegyezik annak a kitevőnek a mínusz egyszeresével, amelyet akkor kapunk, ha a hidrogénion-koncentrációt tíz valamilyen hatványaként írjuk fel.
Például:

[H$^+$], mol/dm^3	0,00100	0,00000000100	0,00230	0,0000750
10 hatványaként	10^{-3}	10^{-9}	$10^{-2,64}$	$10^{-4,12}$
kitevő	-3	-9	-2,64	-4,12
pH	3	9	2,64	4,12

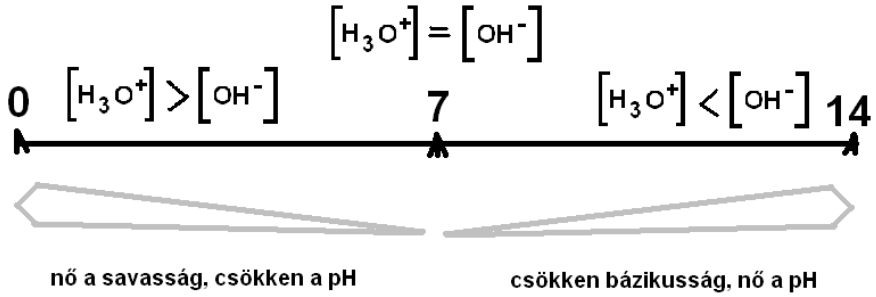
8. táblázat – Kapcsolat a hidrogénion-koncentráció és a pH között

Valójában a pH megegyezik az oldat hidrogénion-koncentrációjának tízes alapú logaritmusának -1-szeresével.

$$pH = -\lg [H^+]$$

A pH értéke vizes oldatokban 0 és 14 között változik:

savas kémhatású oldatoknál $0 \leq pH < 7$
semleges kémhatású oldatoknál $pH = 7$
lúgos kémhatású oldatoknál $7 < pH \leq 14$.



A gyakorlatban egyre gyakrabban alkalmazzák a pOH-t. Ez a hidroxidionok koncentrációjából számolható:

$$pOH = -\lg [OH^-]$$

22 °C hőmérsékleten érvényes a következő összefüggés:

$$pH + pOH = 14.$$

Bár az összefüggés 22 °C-on érvényes, nem követünk el nagy hibát, ha a környezetünk hőmérsékletén alkalmazzuk.

Gyakran kerülünk olyan helyzetbe, hogy a pH-t vagy a pOH-t ismerjük, és ebből kell megadnunk a hidrogénion-, illetve a hidroxidion-koncentrációt. Ehhez a következő összefüggéseket alkalmazhatjuk:

$$[H^+] = 10^{-pH}$$
$$[OH^-] = 10^{-pOH}$$

3.6.4. A savak és lúgok hígítása

Az erős savak, illetve az erős bázisok vizes oldata igen gyakran maró hatású. Ennek megfelelően a hígításuk, illetve a velük történő munkavégzés különös figyelmet igényel.

A hígítás során mindig a savat (lúgot) adjuk a vízhez!

A hígításuk ugyanis erősen exoterm folyamat. Ha a tömény oldatot adjuk a vízhez, akkor a fejlődő hőt a nagy mennyiségű víz „elnyeli”. Ezzel szemben, ha a vizet adnánk a tömény savhoz vagy lúghoz, akkor a kis mennyiségű víz a nagy hő hatására forrásba jönne, a rendszerből kifröccsenne. Eközben azonban a kifröccsenő víz a tömény oldatból is magával vinne, ami a bőrünkre vagy a szemünkbe kerülve igen súlyos sérüléseket okozhat.
A hígítást ennek megfelelően védőfelszerelésben (köpeny, védőszemüveg, gumikesztyű) végezzük, úgy, hogy a tömény oldatot igen lassan, kevergetés közben adagoljuk a vízhez. Az adagolást leggyakrabban savpipettával (dugattyús pipettával) valósítjuk meg.

Amennyiben a sav vagy a lúg mégis a bőrünkre került, azt minél gyorsabban egy tiszta, száraz ronggyal felitatjuk (nem töröljük, mert szétkenjük az oldatot a bőrfelületen és még nagyobb sérülést okozunk!!!), majd bő, folyó vizes mosást (legalább 10 perces) alkalmazunk. Az orvosi vizsgálat erősen javasolt.
A szembe került savat vagy lúgot szemmosó pohár vagy szemmosó zuhany segítségével, vizes mosással távolítjuk el. Ilyen baleset esetén az orvosi vizsgálat kötelező.

3.7. Erős savakkal és lúgokkal kapcsolatos számítások

3.7.1. Erős savak és lúgok pH-ja

1. Számítsuk ki egy olyan oldat pH-ját, amelyben az oxóniumionok koncentrációja

a) $4{,}3\cdot10^{-4}$ mol/dm^3,
b) $7{,}9\cdot10^{-2}$ mol/dm^3,
c) $6{,}3\cdot10^{-3}$ mol/dm^3,
d) $1{,}1\cdot10^{-2}$ mol/dm^3,
e) $5{,}4\cdot10^{-4}$ mol/dm^3,
f) $9{,}2\cdot10^{-5}$ mol/dm^3?

2. Mennyi az oxóniumionok koncentrációja abban az oldatban, melynek pH-ja
a) 4,24,
b) 2,36,
c) 5,38,
d) 1,99,
e) 0,56,
f) 3,68?

3. Mennyi a standard körülmények között annak az oldatnak pH-ja, amelyben a hidroxidionok koncentrációja
a) $4{,}3\cdot10^{-4}$ mol/dm^3,
b) $7{,}9\cdot10^{-2}$ mol/dm^3,
c) $6{,}3\cdot10^{-3}$ mol/dm^3,
d) $1{,}1\cdot10^{-2}$ mol/dm^3,
e) $5{,}4\cdot10^{-4}$ mol/dm^3,
f) $9{,}2\cdot10^{-5}$ mol/dm^3?

4. Mennyi 25 °C hőmérsékleten a hidroxidionok koncentrációja abban az oldatban, amelyben pH-ja
a) 12,30,
b) 11,56,
c) 13,27,
d) 12,89,
e) 10,59,
f) 8,55?

5. Mennyi a következő oldatok pH-ja?
a) 0,125 mol/dm^3 sósav,
b) 0,0365 mol/dm^3 salétromsavoldat,
c) 0,0056 mol/dm^3 kénsavoldat,
d) $2{,}3\cdot10^{-3}$ mol/dm^3 sósav,
e) $4{,}5\cdot10^{-4}$ mol/dm^3 kénsavoldat,
f) 0,022 mol/dm^3 NaOH-oldat,
g) 0,153 mol/dm^3 KOH-oldat,
h) 0,005 mol/dm^3 $Ca(OH)_2$-oldat,
i) $1{,}8\cdot10^{-3}$ mol/dm^3 NaOH-oldat,
j) $7{,}8\cdot10^{-5}$ mol/dm^3 $Ca(OH)_2$-oldat?

3.7.2. A savak és lúgok hígítása

6. 4,50 dm^3 térfogatú normálállapotú hidrogén-klorid-gázt oldottunk 480 g vízben. A keletkező oldat sűrűsége 1,01 g/cm^3.
a) Számítsuk ki a hidrogén-klorid anyagmennyiségét!
b) Határozzuk meg az oldat anyagmennyiség-koncentrációját!
c) Adjuk meg az oldat pH-ját!

7. 0,25 mol/dm^3 koncentrációjú NaOH-oldatból 40 cm^3-t 1,0 dm^3-re hígítunk. Milyen pH-jú a hígított oldat?

8. Hány tömegszázalékos lesz a 60 g tömegű 40 tömegszázalékos nátrium-hidroxid-oldat, ha 240 g vizet adunk hozzá?

9. 5 kg 10 tömegszázalékos kénsavoldatot 250 g vízzel hígítunk. Hány tömegszázalékos lesz az oldat?

10. 20 kg 30 tömegszázalékos kálium-hidroxid-oldatot és 50 dm^3 vizet elegyítünk. Hány tömegszázalékos lesz a lúgoldat?

11. 60 g 5 tömegszázalékos KOH-oldatot és 365 cm^3 vizet elegyítünk. Hány tömegszázalékos lesz az oldat?

12. Hány cm^3 vizet kell 900 g 5 tömegszázalékos salétromsavoldathoz adni, hogy 2 tömegszázalékos savat kapjunk?

13. Mennyi vizet kell adni 120 g 15 tömegszázalékos kénsavoldathoz, hogy 6 tömegszázalékos oldatot nyerjünk?

14. Hány g 20 tömegszázalékos NaOH-oldatot kell vízzel hígítani 150 g 8 tömegszázalékos oldat előállításához?

15. Hány g 99,5 tömegszázalékos ecetsavoldatot és hány g vizet kell elegyítenünk, hogy 500 g 40 tömegszázalékos oldatot kapjunk?

16. 1 500 g 25 tömegszázalékos kénsavoldatot kell készítenünk 96 tömegszázalékos kénsavból. Hány g kénsavoldat és víz szükséges ehhez?

17. Hány tömegszázalékos az a kénsavoldat, amelyet úgy készítettünk, hogy 96 tömegszázalékos kénsavat 1:2 tömegarányban vízzel hígítottunk?

18. 1,00 dm^3 40 tömegszázalékos nátrium-hidroxid-oldatot (sűrűsége 1,500 g/cm^3) 8,0 tömegszázalékosra hígítunk. Hány g oldatot kapunk?

19. 50 cm^3 10 w%-os NaOH-oldatból (sűrűsége 1,125 g/cm^3) hány g 5 tömegszázalékos oldat készíthető?

20. Hány cm^3 vizet kell 4 000 g 60 tömegszázalékos salétromsavoldathoz adnunk, hogy 18 tömegszázalékos oldatot nyerjünk?

21. Hány cm^3 38 tömegszázalékos sósavra (sűrűsége 1,19 g/cm^3) van szükség 500 g 2 tömegszázalékos oldat előállításához?

22. Készítsünk 1 300 cm^3 50 tömegszázalékos 1,410 g/cm^3 sűrűségű kénsavoldatot! Hány g 96 tömegszázalékos kénsav és hány g víz szükséges?

23. Hány g vízzel kell hígítani a 600 cm^3 42 tömegszázalékos NaOH-oldatot (sűrűsége 1,381 g/cm^3), hogy 6 tömegszázalékos oldatot kapjunk?

24. Hány w%-os az az ammóniaoldat, amelyet úgy kapunk, hogy 100 cm^3 20 tömegszázalékos ammóniaoldatot (sűrűsége 0,900 g/cm^3) 65 cm^3 vízzel elegyítünk?

25. 2,0 dm^3 20 tömegszázalékos sósavat (sűrűsége 1,100 g/cm^3) 3,6 dm^3 vízzel elegyítenek. Hány tömegszázalékos lesz a kapott oldat?

26. Hány cm^3-re kell hígítani 100 cm^3 38 tömegszázalékos sósavat (sűrűsége 1,190 g/cm^3), hogy 20 tömegszázalékos oldatot (sűrűsége 1,100 g/cm^3) kapjunk?

27. Készítenünk kell 500 cm^3 térfogatú pH = 1,00-es sósavat. Számítsuk ki, hogy hány cm^3 38,0 w%-os, 1,19 g/cm^3 sűrűségű tömény savat kell bemérni!

28. Hány cm^3 37 tömegszázalékos sósav (sűrűsége 1,185 g/cm^3) szükséges 100 cm^3 15 tömegszázalékos (sűrűsége 1,075 g/cm^3) sósav előállításához?

29. Hány cm^3 36 tömegszázalékos 1,180 g/cm^3 sűrűségű sósav kell 1 500 cm^3 20 tömegszázalékos 1,100 g/cm^3 sűrűségű oldat elkészítéséhez?

30. Hány cm^3 96 tömegszázalékos 1,841 g/cm^3 sűrűségű kénsavoldat szükséges 500 cm^3 24 tömegszázalékos 1,188 g/cm^3 sűrűségű kénsavoldat készítéséhez?

31. 1 250 cm^3 10 tömegszázalékos (sűrűsége 1,018 g/cm^3) étkezési ecet készítéséhez hány cm^3 92 tömegszázalékos (sűrűsége 1,069 g/cm^3) ecetsavoldat és hány cm^3 víz szükséges?

32. Hány cm^3 96 tömegszázalékos kénsavoldatot (sűrűsége 1,841 g/cm^3) és hány cm^3 vizet kell felhasználni 200 cm^3 10 tömegszázalékos kénsavoldat (sűrűsége 1,086 g/cm^3) készítéséhez? Hány g vizet tartalmaz az elkészített oldat?

33. Hány cm^3 37 w%-os (sűrűsége: 1,185 g/cm^3) sósav szükséges 450 cm^3 térfogatú 1,23 mol/dm^3 koncentrációjú híg oldat készítéséhez?

34. Hány cm^3 96 w%-os (sűrűsége: 1,841 g/cm^3) kénsavoldat szükséges 1 310 cm^3 térfogatú 0,125 mol/dm^3 koncentrációjú híg oldat készítéséhez?

35. Hány cm^3 65 w%-os (sűrűsége: 1,415 g/cm^3) salétromsavoldat szükséges 890 cm^3 térfogatú 5,00 mol/dm^3 koncentrációjú híg oldat készítéséhez?

36. Hány cm^3 37 w%-os (sűrűsége: 1,185 g/cm^3) sósav szükséges 1 000 cm^3 térfogatú pH = 1-es híg oldat készítéséhez?

37. Hány cm^3 37 w%-os (sűrűsége: 1,185 g/cm^3) sósav szükséges 6 300 cm^3 térfogatú pH = 3-as híg oldat készítéséhez?

38. Hány cm^3 96 w%-os (sűrűsége: 1,841 g/cm^3) kénsavoldat szükséges 4 100 cm^3 térfogatú pH = 2-es híg oldat készítéséhez?

39. Összeöntünk azonos térfogatú pH = 2,0-ás és pH = 3,0-ás salétromsavat. Mekkora lesz a keletkezett oldat pH-ja?

40. 11-es pH-jú NaOH-oldatot háromszorosára hígítunk. Mekkora a keletkező oldat pH-ja?

41. Milyen térfogatarányban kell összeönteni 1,0-es és 2,0-es pH-jú oldatot, hogy a pH = 1,5 legyen?

3.8. Sztöchiometria

A kémiai reakciók jelölésére a reakcióegyenleteket használjuk. A reakcióegyenletben szereplő vegyjelek az elemeket, a képletek pedig a vegyületeket, illetve az elemek molekuláit szimbolizálják. Az összegképlet a vegyületek összetételét fejezi ki. A molekulaképlet megadja, hogy az adott molekula milyen és hány atomból épül fel.
A kémiai egyenlet leírja, hogy mely anyagok vesznek részt és melyek keletkeznek a reakcióban, és milyen az anyagmennyiségek aránya. Ezt az arányt kifejező számot (együtthatót) az egyenletben a képlet/vegyjel elé írjuk. A kémiai egyenletben bal oldalon állnak a reagáló anyagok képletei, míg jobb oldalon a termékeké.
Az egyenlet rendezése, azaz az együtthatók (sztöchiometriai számok) megállapítása a tömegmegmaradás és a töltésmegmaradás törvényén alapszik. A kémiai reakciók során a kiindulási anyagokban szereplő atomok száma megegyezik a keletkező anyagokban szereplő atomok számával, továbbá a töltések összege is ugyanakkora az egyenlet két oldalán.
A sztöchiometria a kémiának az a része, amely a kémiai reakciók során tapasztalható tömeg- és térfogatviszonyok törvényszerűségeivel foglalkozik.
A kémiai változások mennyiségi leírásához az anyagok anyagmennyiség-változásainak ismerete szükséges.
A kémiai számításoknál a következő módon célszerű eljárni:

- felírjuk és rendezzük a reakcióegyenletet;
- a kiindulási anyagok és termékek alá felírjuk az anyagmennyiségek arányát;
- ebből, ha szükséges, kiszámítjuk a tömegeket, a térfogatokat, a részecskeszámokat;
- ezt követően az arányok alapján kiszámítjuk az ismeretlen mennyiségét.

3.9. Egyszerűbb sztöchiometriai számítások

3.9.1. A kémiai egyenlet alkalmazása

1. Mekkora anyagmennyiségű oxigén reagál el maradéktalanul 4 mol magnéziummal?
2. Hány mol jód reagál el tökéletesen 2,5 mol alumíniummal?
3. Hány mol kén szükséges 120 g vassal való reakcióhoz?
4. Mekkora tömegű magnézium égethető el 44 g oxigéngázban?
5. Mekkora tömegű nikkelport égethetünk el 49 dm^3 standardállapotú oxigénben?
6. Mekkora térfogatú szobahőmérsékletű hidrogéngáz szükséges 60 dm^3 normálállapotú klórgázzal való reakcióhoz?
7. Hány g víz szükséges 70 g nátriummal való reakcióhoz? Mekkora térfogatú standardállapotú gáz képződik a reakció során?
8. Mekkora tömegű szilárd termék és mekkora térfogatú szobahőmérsékletű gáz képződik 200 g mészkő hevítése során?
9. 150 g higany(II)-szulfidot szeretnénk előállítani. Számítsuk ki, mekkora tömegű higanyra és kénporra van szükségünk a reakcióhoz!

3.9.2. Oldatokkal kapcsolatos számítások

10. Hány g 20 w%-os sósav szükséges 32 g cink feloldásához?
11. Hány g 15 w%-os kénsavoldat képes feloldani 58 g magnéziumot? (A reakció során hidrogéngáz képződését feltételezzük!)
12. 100 g 12 w%-os nátrium-klorid-oldathoz ezüst(I)-nitrátot adtunk. Legfeljebb mekkora tömegű ezüst(I)-klorid csapadék keletkezhet?

13. 130 cm^3 térfogatú, 0,12 mol/dm^3 koncentrációjú ezüst(I)-nitrát-oldathoz kálium-bromidot adunk. Mekkora a kivált csapadék tömege?

14. Mekkora térfogatú 1,35 mol/dm^3 koncentrációjú salétromsavoldat szükséges 44 g kálium-hidroxid semlegesítéséhez?

15. Hány cm^3 2,56 mol/dm^3 koncentrációjú ecetsavoldat szükséges 69,5 g vízkő eltávolításához, ha az alábbi rendezendő egyenletet vesszük a számítás alapjául?

$$CH_3COOH + CaCO_3 \rightarrow Ca(CH_3COO)_2 + CO_2 + H_2O$$

16. Mekkora térfogatú 20 w%-os, 1,100 g/cm^3 sűrűségű sósav képes 27 g sziksóval maradéktalanul elreagálni?

17. 2 kg cinket szeretnénk sósav segítségével feloldani. Számítsuk ki, mekkora térfogatú tömény sósav (38 w%-os, 1,190 g/cm^3 sűrűségű) kerül felhasználásra!

18. Mekkora térfogatú 30 w%-os 1,087 g/cm^3 sűrűségű réz(II)-szulfát-oldat reagál el tökéletesen 45 g cinkkel?

19. 15 g vasat 18 w%-os, 1,090 g/cm^3 sűrűségű sósavba dobtunk. Számítsuk ki, hány cm^3 sav elegendő a teljes reakcióhoz!

20. Számítsuk ki a 40 cm^3, 2,5 mol/dm^3 koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldathoz szükséges 1,5 mol/dm^3 koncentrációjú kénsavoldat térfogatát!

21. Számítsuk ki a 35 cm^3, 0,45 mol/dm^3 koncentrációjú kálium-hidroxid-oldat semlegesítéséhez szükséges 0,22 mol/dm^3 koncentrációjú salétromsavoldat térfogatát!

22. Mekkora térfogatú 10,56 w%-os, 1,070 g/cm^3 sűrűségű kénsavoldat szükséges 100 cm^3, 1,21 mol/dm^3 koncentrációjú bárium-nitrát-oldathoz, hogy az összes csapadék leváljon?

23. Mekkora térfogatú 18 tömegszázalékos, 1,132 g/cm^3 sűrűségű nátrium-klorid-oldat szükséges 25 cm^3, 0,01 mol/dm^3 koncentrációjú ezüst(I)-nitrát-oldathoz, hogy az összes csapadék leváljon?

24. Mekkora térfogatú 10 w%-os, 1,071 g/cm^3 sűrűségű nátrium-klorid-oldat szükséges 38 cm^3, 40 tömegszázalékos, 1,474 g/cm^3 sűrűségű ezüst(I)-nitrát-oldathoz, hogy az összes csapadék leváljon?

25. Mekkora térfogatú 40,82 tömegszázalékos, 1,310 g/cm^3 sűrűségű kénsavoldat szükséges 60 cm^3, 22 tömegszázalékos, 1,294 g/cm^3 sűrűségű bárium-nitrát-oldathoz, hogy az összes csapadék leváljon?

26. Mekkora térfogatú 15,09 w%-os, 1,165 g/cm^3 sűrűségű NaOH-oldat semlegesíthető 12,25 cm^3, 12,51 w%-os, 1,060 g/cm^3 sűrűségű sósavval?

27. Mekkora térfogatú 0,74 w%-os, 1,005 g/cm^3 sűrűségű kálium-hidroxid-oldat közömbösíthető 26 cm^3, 3,07 w%-os, 1,015 g/cm^3 sűrűségű salétromsavoldattal?

28. Mekkora térfogatú 1,49 tömegszázalékos, 1,015 g/cm^3 sűrűségű nátrium-hidroxid-oldat közömbösíthető 32,25 cm^3 térfogatú, 6,24 tömegszázalékos, 1,040 g/cm^3 sűrűségű kénsavoldattal?

29. Mekkora térfogatú 13,50 tömegszázalékos, 1,065 g/cm^3 sűrűségű sósav szükséges ahhoz, hogy 102 cm^3 térfogatú, 30 tömegszázalékos, 1,327 g/cm^3 sűrűségű nátrium-karbonát-oldattal maradéktalanul elreagáljon?

30. Mekkora térfogatú 20 tömegszázalékos, 1,194 g/cm^3 sűrűségű ezüst(I)-nitrát-oldat elegendő ahhoz, hogy 78 cm^3 térfogatú, 14 tömegszázalékos, 1,091 g/cm^3 sűrűségű kálium-klorid-oldattal az összes csapadékot leválassza?

31. Hány cm^3 8,29 tömegszázalékos (sűrűsége 0,964 g/cm^3) ammóniaoldat reagáltatható el maradéktalanul 555 cm^3 térfogatú, 25,48 tömegszázalékos (sűrűsége 1,150 g/cm^3) salétromsavoldattal?

32. Hány cm^3 28 tömegszázalékos (sűrűsége 0,898 g/cm^3) ammóniaoldat reagáltatható el maradéktalanul 123 cm^3 térfogatú, 32,14 tömegszázalékos (sűrűsége 1,160 g/cm^3) sósavval?

3.10. Ellenőrző kérdések, feladatok

1. Mit nevezünk oldatnak? Milyen főbb komponensei vannak?
2. Mit nevezünk hidratációnak?
3. Miben különbözik a szolvatáció a hidratációtól?
4. Hogy nevezzük azt az elvet, amely a molekularácsos anyagok oldódását jellemzi?
5. Soroljon fel legalább két univerzális oldószert!
6. Milyen mértékegységgel rendelkezik a
   a) tömegszázalék,
   b) tömegkoncentráció,
   c) kémiai koncentráció?
7. Mit mutat meg az oldhatóság?
8. Adja meg a telített, a telítetlen és a túltelített oldatok fogalmát!
9. Mivel növelhető a gázok folyadékokban történő oldódása?
10. Milyen módon növelhetjük egy oldat koncentrációját?
11. Adja meg a protolitikus reakciók fogalmát!
12. Írja fel a salétromsav és víz között végbemenő sav-bázis reakciót és jelölje a konjugált sav-bázis párokat!
13. Mit nevezünk Brønsted elmélete szerint savnak, illetve bázisnak?
14. Mit jelent az, ha egy anyagra azt mondjuk, hogy amfoter?
15. Soroljon fel erős savakat és bázisokat!
16. Soroljon fel gyenge savakat és bázisokat!
17. Hogyan változik a kémhatás a pH függvényében?
18. Hogyan változik egy sav pH-ja hígítás során?
19. Hogyan változik egy lúg pH-ja hígítás során?
20. Hogyan hígítunk tömény kénsavat laboratóriumi körülmények között?
21. Miért kell körültekintően végezni a savak hígítását? Miért nem adhatjuk a vizet a savhoz?
22. Milyen törvényeket kell figyelembe venni a reakcióegyenletek rendezése során?

4. Megoldások

4.1. Útmutató

Gyakran előfordul, hogy ahányan oldanak meg egy számítási feladatot, annyi eredményt kapnak. Természetesen a különbség adódhat abból is, hogy hiba csúszik a lépések egyikébe (vagy rosszabb esetben több lépésbe is), de leggyakrabban a különbség parányi. Ennek legfőbb okait a kerekítésben, a számológép használatában, illetve a periódusos rendszer adatainak felhasználásában kell keresni.
Az ebben az oktatási anyagban szereplő számítási feladatok megoldásánál a következők szerint történt az eredmények meghatározása:

- A moláris tömegek számításához ezen oktatási anyag utolsó oldalán található periódusos rendszer adatai kerültek alkalmazásra. Minden atomtömeg 2 tizedesjegy pontossággal lett felhasználva (kerekítés a matematika szabályai szerint).
  Például: A_H = 1,01 g/mol, A_{Ca} = 40,08 g/mol stb.
- Ahol nincs külön megadva, ott a víz sűrűségét 1,000 g/cm^3-nek kell venni.
- A számolás során az adatokat a számológépben kell hagyni, ezáltal sokkal pontosabb eredmény érhető el.
- Ugyan az emelt szintű kémia érettségin már hangsúlyosan megjelenik az értékes jegyek használata, a gyakorlatban ez nem jellemző. Így a számítási feladatok eredményeinek megadásánál inkább az volt a cél, hogy a végeredmény a laboratóriumi gyakorlatban használatos tizedesjegy számmal kerüljön megadásra. Például a térfogatot 2 tizedesjegy pontossággal szokás megadni.

4.2. Mértékegységek átváltása (2.2. fejezet)

1. a) 1 kg = 10^2 dag = 10^3 g = 10^5 cg = 10^6 mg
b) 1 mg = 10^{-1} cg = 10^{-3} g = 10^{-4} dag = 10^{-6} kg
c) 1 m^3 = 10^3 dm^3 = 10^6 cm^3
d) 1 cm^3 = 10^{-3} dm^3 = 10^{-6} m^3
e) 1 g/cm^3 = 10^{-3} kg/cm^3 = 1 kg/dm^3 = 10^3 kg/m^3
f) 1 kg/m^3 = 10^{-3} kg/dm^3 = 10^{-6} kg/cm^3 = 10^{-3} g/cm^3
g) 1 °C = 274,15 K
h) 1 K = -272,15 °C
i) 1 nap = 24 h = 1 440 min = 86 400 s
j) 1 s = $1{,}66\cdot10^{-2}$ min = $2{,}78\cdot10^{-4}$ h = $1{,}16\cdot10^{-5}$ nap

2. a) 30 kg = 3 000 dag = $3\cdot10^4$ g = $3\cdot10^{-2}$ t
b) 65 kg = $6{,}5\cdot10^3$ dag = 65 000 g = $6{,}5\cdot10^7$ mg
c) 7 kg 30 dag = 730 dag = $7{,}3\cdot10^3$ g
d) 234 g = 0,234 kg = $2{,}34\cdot10^{-4}$ t
e) 4 nap 11 h = 107 h = $6{,}42\cdot10^3$ min
f) 2 hét = 14 nap = 336 h = $2{,}02\cdot10^4$ min = $1{,}21\cdot10^6$ s
g) 4 569 s = 76,15 min = 1,27 h
h) 251 h = 10,46 nap
i) 4,5 l = 4,5 dm^3 = $4{,}5\cdot10^3$ cm^3 = $4{,}5\cdot10^3$ ml
j) 657 cm^3 = 0,657 dm^3 = $6{,}57\cdot10^{-4}$ m^3
k) 0,6 dm^3 = 600 cm^3 = $6\cdot10^{-4}$ m^3
l) 5,8 m^3 = $5{,}8\cdot10^3$ dm^3 = $5{,}8\cdot10^6$ cm^3 = $5{,}8\cdot10^9$ mm^3

m) 1,234 g/cm^3 = 1,234 kg/dm^3 = 1234 kg/m^3
n) 986 kg/m^3 = 0,986 kg/dm^3 = 0,986 g/cm^3
o) 67 °C = 340,15 K
p) -23 °C = 250,15 K
q) 27,15 K = -246 °C
r) 297,15 K = 24 °C

3. a) 2 928 g
b) 3 459 cm^3
c) 49,45 h
d) 62,598 g

4.3. Relatív atom- és moláris tömeg számítása (2.3. fejezet)

1. a) 39,98
b) 140,17
c) 69,80
d) 24,33

2. a) 40,00 g/mol
b) 36,46 g/mol
c) 98,09 g/mol
d) 18,02 g/mol
e) 100,09 g/mol
f) 212,27 g/mol
g) 342,17 g/mol
h) 58,33 g/mol
i) 60,06 g/mol
j) 249,72 g/mol
k) 286,19 g/mol
l) 474,46 g/mol

4.4. Az anyagmennyiség számítása (2.6. fejezet)

1. a) 32,04 g
b) 307,70 g
c) 131,81 g

2. a) 1,27 mol
b) 1,18 mol
c) 0,17 mol

3. a) $8{,}10 \cdot 10^{23}$ db
b) $1{,}82 \cdot 10^{24}$ db
c) $1{,}56 \cdot 10^{23}$ db

4. a) 2,00 mol
b) 0,50 mol
c) 80,00 mol

5. a) $3{,}00 \cdot 10^{24}$ db; $6{,}00 \cdot 10^{24}$ db
b) $1{,}50 \cdot 10^{24}$ db; $3{,}00 \cdot 10^{24}$ db
c) $2{,}28 \cdot 10^{23}$ db; $1{,}14 \cdot 10^{24}$ db

6. a) 2,77 mol; $1{,}66 \cdot 10^{24}$ db; $3{,}32 \cdot 10^{24}$ db
b) 1,64 mol; $9{,}81 \cdot 10^{23}$ db; $2{,}94 \cdot 10^{24}$ db
c) 0,03 mol; $1{,}82 \cdot 10^{22}$ db; $3{,}64 \cdot 10^{22}$ db

7. a) 164,44 g
b) 90,27 g
c) 20,69 g

8. a) 95,96 g/mol; molibdén
b) 78,96 g/mol; szelén
c) 40,00 g/mol; kalcium

9. a) a metánban
b) a kén-trioxidban
c) a káliumban

4.5. A sűrűséggel kapcsolatos számítások (2.12. fejezet)

1. 3,12 g/cm^3
2. 19,30 g/cm^3
3. 1,24 g/cm^3
4. 0,92 g/cm^3
5. 816,00 g
6. 10,30 g
7. 1,59 kg
8. 756,00 g

9. 0,79 cm^3
10. 14,08 dm^3
11. 12,50 dm^3
12. 2,94 dm^3
13. 1,41 g/cm^3
14. 1,74 g
15. 32,92 g
16. belefér
17. belefér
18. nem fér bele
19. 1,07 g/cm^3
20. $4{,}22 \cdot 10^{-4}$ mol
$2{,}53 \cdot 10^{20}$ db
21. $1{,}17 \cdot 10^{22}$ db
22. $2{,}68 \cdot 10^{23}$ db
23. $8{,}59 \cdot 10^{22}$ db
24. a stronciumban van több
25. a vízben van több
26. $d_{\frac{N_2}{O_2}} = 0{,}876$
$d_{\frac{H_2S}{O_2}} = 1{,}065$
$d_{\frac{CO_2}{O_2}} = 1{,}375$
$d_{\frac{Cl_2}{O_2}} = 2{,}216$
$d_{\frac{SO_2}{O_2}} = 2{,}002$
$d_{\frac{NO}{O_2}} = 0{,}938$
$d_{\frac{NO_2}{O_2}} = 1{,}438$

27. $d_{\frac{CH_4}{levegő}} = 0{,}554$
$d_{\frac{C_2H_6}{levegő}} = 1{,}039$
$d_{\frac{C_3H_8}{levegő}} = 1{,}523$
$d_{\frac{C_4H_{10}}{levegő}} = 2{,}008$
$d_{\frac{C_2H_4}{levegő}} = 0{,}969$
$d_{\frac{C_2H_2}{levegő}} = 0{,}899$
28. $d_{\frac{O_2}{H_2}} = 15{,}842$
$d_{\frac{NH_3}{H_2}} = 8{,}436$
$d_{\frac{CO}{H_2}} = 13{,}866$
$d_{\frac{F_2}{H_2}} = 18{,}811$
$d_{\frac{HCl}{H_2}} = 18{,}050$
$d_{\frac{Kr}{H_2}} = 41{,}485$
29. 34,09 g/mol
30. 44,02 g/mol
felfelé

4.6. Az Avogadro-törvény alkalmazása (2.15. fejezet)

1. a) 22,41 dm^3; 67,23 dm^3; 11,205 dm^3; 5,60 cm^3; 44,82 m^3
b) 24,00 dm^3; 72,00 dm^3; 12,00 dm^3; 6,00 cm^3; 48,00 m^3
c) 24,50 dm^3; 73,50 dm^3; 12,25 dm^3; 6,125 cm^3; 49,00 m^3
2. a) 5,60 dm^3
b) 44,81 dm^3
c) 11,11 cm^3
d) 11,06 m^3
e) 88,46 dm^3
3. a) 2,39 m^3
b) 11,99 dm^3
c) 540,00 cm^3
d) 35,90 dm^3
e) 2,38 dm^3
4. a) 24,44 cm^3
b) 1 312,03 m^3
c) 21,56 dm^3
d) 64,47 dm^3
e) 6,66 cm^3
5. a) 3,43 dm^3
b) 48,51 dm^3
c) 2,03 dm^3
d) 6,11 dm^3
e) 3,44 dm^3
6. a) 0,25 mol
b) 1,00 mmol
c) 5,00 kmol
d) 2,00 mol
e) 0,50 kmol
f) 0,50 mmol

7. a) 59,34 g
b) 10,34 kg
c) 0,46 mg
d) 0,44 g
e) 1,88 g
f) 5,83 g

8. m_{N2} = 56,04 kg
m_{CH4} = 32,10 kg
m_{NH3} = 34,08 kg

9. m_{SO2} = 192,21 kg
m_{CO2} = 132,03 kg
m_{H2S} = 102,27 kg
m_{N2O} = 132,06 kg

10. a) 12,25 dm^3
b) 2,45 dm^3
c) 49,00 dm^3
d) 3,68 dm^3
e) 1,23 m^3

11. a) 74,70 cm^3
b) 3,36 m^3
c) 224,10 dm^3
d) 11,21 dm^3
e) 747,00 dm^3

12. a) a He a nagyobb térfogatú
b) a CH_4 a nagyobb térfogatú
c) azonos térfogatúak
d) az NH_3 a nagyobb térfogatú
e) azonos térfogatúak

13. $\rho_{H_2} = 0{,}082 \frac{g}{dm^3}$
$\rho_{He} = 0{,}163 \frac{g}{dm^3}$
$\rho_{N_2} = 1{,}144 \frac{g}{dm^3}$
$\rho_{O_2} = 1{,}306 \frac{g}{dm^3}$
$\rho_{F_2} = 1{,}551 \frac{g}{dm^3}$
$\rho_{Ne} = 0{,}824 \frac{g}{dm^3}$

14. $\rho_{He} = 0{,}167 \frac{g}{dm^3}$
$\rho_{Ne} = 0{,}840 \frac{g}{dm^3}$
$\rho_{Ar} = 1{,}665 \frac{g}{dm^3}$
$\rho_{Kr} = 3{,}492 \frac{g}{dm^3}$
$\rho_{Xe} = 5{,}470 \frac{g}{dm^3}$

15. $\rho_{CO} = 1{,}250 \frac{g}{dm^3}$
$\rho_{CO_2} = 1{,}964 \frac{g}{dm^3}$
$\rho_{NO} = 1{,}339 \frac{g}{dm^3}$
$\rho_{NO_2} = 2{,}053 \frac{g}{dm^3}$

4.7. Az oldatok összetételének számítása (3.3. fejezet)

1. w% = 10,00
$m_{víz}$ = 180,00 g

2. a) w% = 25,00; $m_{víz}$ = 150,00 g
b) w% = 0,40; $m_{víz}$ = 48,90 kg
c) w% = 5,00; $m_{víz}$ = 237,50 g
d) w% = 50,00; $m_{víz}$ = 75,00 g
e) w% = 75,00; $m_{víz}$ = 0,40 kg

3. m_{oa} = 30,00 g
w% = 37,50

4. m_{oa} = 260,00 g
w% = 86,67

5. a) m_{oa} = 225,00 g; w% = 75,00
b) m_{oa} = 50,00 g; w% = 16,67
c) m_{oa} = 297,50 g; w% = 99,17
d) m_{oa} = 197,50 g; w% = 65,83

6. m_o = 130,00 g
w% = 23,08

7. a) w% = 25,00
b) w% = 42,75
c) w% = 16,67

8. 3,00 g

9. m_{cukor} = 57,80 g
$m_{víz}$ = 282,20 g

10. m_{KMnO4} = 92,00 g
$m_{víz}$ = 138,00 g

11. a) $m_{Mg(NO3)2}$ = 25,00 g; $m_{víz}$ = 225,00 g
b) $m_{Mg(NO3)2}$ = 27,00 g; $m_{víz}$ = 18,00 g
c) $m_{Mg(NO3)2}$ = 62,50 g; $m_{víz}$ = 1 187,50 g
d) $m_{Mg(NO3)2}$ = 130,00 mg; $m_{víz}$ = 520,00 mg

12. m_o = 500,00 g
$m_{víz}$ = 450,00 g

13. m_o = 2,83 kg
$m_{víz}$ = 1,98 kg

14. m_{oa} = 88,24 g
m_o = 588,24 g
15. w% = 22,11
16. w% = 11,14
17. w% = 31,57
18. w% = 37,71
19. w% = 7,07
20. w% = 31,41
21. m_{KOH} = 606,01 g
$m_{víz}$ = 2 368,99 g
22. m_{NaOH} = 560,55 g
$m_{víz}$ = 4 989,45 g
23. 1 368,02 g
24. 34,66 g
25. 495,62 g
26. 1 908,14 g
27. 1,26 g
28. 160,28 g
29. 265,55 g
30. m_{KI} = 5,19 kg
$m_{víz}$ = 3,46 kg
31. 0,086 mol/dm^3
32. 0,417 mol/dm^3
33. 0,774 mol/dm^3
34. a) 0,653 mol/dm^3
b) 0,146 mol/dm^3
c) 2,363 mol/dm^3
d) 1,444 mol/dm^3
e) 0,226 mol/dm^3
f) $4{,}889 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3
35. 6,90 g
36. 0,60 g
37. a) 1,58 g
b) 75,33 g
c) 132,18 g
d) 589,38 g
38. 3,92 dm^3
39. 39,216 g/dm^3
40. 125,000 g/dm^3
41. a) 20,000 g/dm^3
b) 35,294 g/dm^3
c) 14,545 g/dm^3
42. 280,00 cm^3
43. 127,758 g/dm^3
44. a) c_n = 0,191 mol/dm^3; c_m = 20,220 g/dm^3
b) c_n = 0,768 mol/dm^3; c_m = 43,088 g/dm^3
c) $c_n = 3{,}279 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3; c_m = 1,122 g/dm^3
d) c_n = 4,031 mol/dm^3; c_m = 170,882 g/dm^3
e) c_n = 1,280 mol/dm^3; c_m = 102,515 g/dm^3
f) c_n = 0,083 mol/dm^3; c_m = 10,030 g/dm^3
g) c_n = 0,245 mol/dm^3; c_m = 59,213 g/dm^3
h) c_n = 0,229 mol/dm^3; c_m = 31,201 g/dm^3
i) c_n = 0,605 mol/dm^3; c_m = 100,453 g/dm^3
j) c_n = 2,880 mol/dm^3; c_m = 104,998 g/dm^3
45. a) w% = 42,75; c_m = 543,802 g/dm^3
b) w% = 26,39; c_m = 270,270 g/dm^3
c) w% = 37,88; c_m = 417,852 g/dm^3
d) w% = 32,07; c_m = 413,323 g/dm^3
e) w% = 40,82; c_m = 462,898 g/dm^3
f) w% = 34,33; c_m = 410,250 g/dm^3
g) w% = 7,58; c_m = 76,449 g/dm^3
h) w% = 77,09; c_m = 1 061,502 g/dm^3
i) w% = 28,19; c_m = 313,524 g/dm^3
j) w% = 0,72; c_m = 7,207 g/dm^3

4.8. Oldatkészítéssel kapcsolatos számítások (3.5. fejezet)

1. w% = 52,00
2. w% = 20,65
3. w% = 32,20
4. w% = 6,66
5. w% = 16,67
6. 58,18 g
7. m_1 = 485,56 g
m_3 = 715,56 g
8. 998,46 g
9. 254,55 g
10. 75,56 g
11. 287,50 g
12. 4,00 kg
13. 680,00 g
14. m_1 = 300,00 g
m_2 = 240,00 g
15. m_1 = 48,00 g
m_2 = 52,00 g
16. m_1 = 1 220,93 g
m_2 = 279,07 g
17. m_1 = 221,00 g
m_2 = 119,00 g
18. m_1 = 111,11 g
m_2 = 138,89 g
19. w% = 56,67
20. 3:5
21. 4:1
22. w% = 33,33

23. w% = 32,71
24. w% = 65,32
25. w% = 29,69
26. w% = 22,86
27. 71,30 g
28. m = 55,56 g
V = 37,33 dm^3
29. w% = 0,49
30. 668,43 g
31. 20,46 dm^3
32. 166,67 g
33. 69,74 mg
34. 754,29 g
35. 23,33 g
36. 518,00 g
37. w% = 47,91
38. w% = 24,35
39. w% = 25,05
40. w% = 9,00
41. 204,55 kg
42. 166,67 kg
43. 3,60 kg
44. w% = 38,92
45. w% = 3,55
46. w% = 8,38
47. w% = 20,43
48. w% = 52,24
49. w% = 3,33
50. w% = 3,09
51. 66,67 g
52. 143,33 g
53. 58,67 cm^3
54. 4,54 dm^3
55. 208,50 g
56. m_o = 793,85 g
$m_{víz}$ = 406,15 g
57. 129,13 g
58. 339,78 g
59. m_o = 256,67 g
$m_{víz}$ = 228,67 g
60. m_o = 2 486,41 g
$m_{víz}$ = 1 503,41 g
61. w% = 18,75
62. 229,50 g
63. 1:1,86
64. 1:2
65. 2:9
66. m = 100,65 g
w% = 10,01
67. w% = 32,90
68. V_1 = 640,00 cm^3
V_2 = 370,25 cm^3
69. V_1 = 50,41 cm^3
V_2 = 149,76 cm^3
70. 8,89 kg
71. 10,87 kg
72. 2 668,00 cm^3
73. $V_{víz}$ = 720,00 cm^3
V_o = 391,84 cm^3
74. 363,21 g
75. m_o = 594,67 g
$m_{víz}$ = 1 189,33 g
76. m_o = 27,55 g
$m_{víz}$ = 82,65 g
77. 11,97 dm^3
78. 648,27 cm^3
79. 310,50 g
80. 16,89 kg
81. 3,69 kg
82. 1,43 kg
83. 74,65 g
84. 33,37 kg
85. 85,95 g
86. m_o = 333,75 g
$V_{víz}$ = 734,25 cm^3
87. w% = 10,96
88. w% = 54,02
89. w% = 9,29
90. w% = 29,70
91. w% = 10,46
92. 1 213,01 cm^3
93. 73,09 cm^3
94. 311,75 cm^3
95. 991,99 cm^3
96. 308,57 cm^3
97. $V_{víz}$ = 583,27 cm^3
V_o = 170,06 cm^3
98. V_o = 324,16 cm^3
$V_{víz}$ = 447,89 cm^3
99. w% = 23,73
100. w% = 45,59
101. 32,77 g
102. 154,88 g
103. 1 024,42 g
104. 778,52 g
105. w% = 16,62
106. w% = 7,58
107. w% = 8,24
108. 105,41 g
109. 189,91 g

110. 219,60 g
111. 538,60 g
112. 19,01 g só/100 g víz
113. 9,42 g só/100 g víz
114. 67,85 g
115. 6,41 g
116. a) 3,73 g
b) 9,33 g
c) 37,33 g
d) 56,00 g
117. 572,47 g
118. m_1 = 39,00 g
m_2 = 201,01 g
119. 64,50 g só/100 g víz
120. 64,04 g só/100 g víz
121. w% = 24,05
122. 29,44 g
123. 0,58 kg
124. 272,23 g
125. 27,45 g
126. 204,92 g
127. 3 048,14 g
128. $m_{víz}$ = 6,28 g
$m_{só}$ = 44,02 g
129. 91,57 g
130. 282,19 g
131. 219,60 g
132. 12,91 g
133. 185,66 g
134. 260,64 g

4.9. Erős savakkal és lúgokkal kapcsolatos számítások (3.7. fejezet)

1. a) 3,37
b) 1,10
c) 2,20
d) 1,96
e) 3,27
f) 4,04
2. a) $5{,}75 \cdot 10^{-5}$ mol/dm^3
b) $4{,}37 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3
c) $4{,}17 \cdot 10^{-6}$ mol/dm^3
d) 0,0102 mol/dm^3
e) 0,275 mol/dm^3
f) $2{,}09 \cdot 10^{-4}$ mol/dm^3
3. a) 10,63
b) 12,90
c) 11,80
d) 12,04
e) 10,73
f) 9,96
4. a) 0,0200 mol/dm^3
b) $3{,}63 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3
c) 0,186 mol/dm^3
d) 0,0776 mol/dm^3
e) $3{,}89 \cdot 10^{-4}$ mol/dm^3
f) $3{,}55 \cdot 10^{-6}$ mol/dm^3
5. a) 0,90
b) 1,44
c) 1,95
d) 2,64
e) 3,05
f) 12,34
g) 13,18
h) 12,00
i) 11,26
j) 10,19
6. a) 0,201 mol
b) 0,417 mol/dm^3
c) 0,38
7. 12,00
8. w% = 8,00
9. w% = 9,52
10. w% = 8,57
11. w% = 0,71
12. 1 350,00 cm^3
13. 180,00 g
14. 60,00 g
15. m_o = 201,01 g
$m_{víz}$ = 298,99 g
16. m_o = 390,63 g
$m_{víz}$ = 1 109,38 g
17. w% = 32,00
18. 7 500,00 g
19. 112,50 g
20. 9 333,33 cm^3
21. 22,11 cm^3

22. m_o = 954,69 g
$m_{víz}$ = 878,31 g
23. 4 971,60 g
24. w% = 11,61
25. w% = 7,59
26. 205,55 cm^3
27. 4,03 cm^3
28. 36,78 cm^3
29. 776,84 cm^3
30. 80,66 cm^3
31. V_o = 129,39 cm^3
$V_{víz}$ = 1 134,28 cm^3
32. V_o = 12,29 cm^3
$V_{víz}$ = 194,58 cm^3
$m_{víz}$ = 195,48 g
33. 46,03 cm^3
34. 9,09 cm^3
35. 304,91 cm^3
36. 8,32 cm^3
37. 0,52 cm^3
38. 1,14 cm^3
39. 2,26
40. 10,52
41. $V_{2,0}$:$V_{1,0}$ = 3,17:1

4.10. Egyszerűbb sztöchiometriai számítások (3.9. fejezet)

1. 2,000 mol
2. 3,750 mol
3. 2,149 mol
4. 66,85 g
5. 234,76 g
6. 64,26 dm^3
7. $m_{víz}$ = 54,87 g
V_{H2} = 37,30 dm^3
8. m_{CaO} = 112,06 g
V_{CO2} = 47,96 dm^3
9. m_{Hg} = 129,32 g
m_S = 20,68 g
10. 178,45 g
11. 1 560,19 g
12. 29,43 g
13. 2,93 g
14. 580,87 cm^3
15. 542,48 cm^3
16. 84,44 cm^3
17. 4,93 dm^3
18. 336,21 cm^3
19. 99,82 cm^3
20. 33,33 cm^3
21. 71,59 cm^3
22. 105,04 cm^3
23. 0,07 cm^3
24. 71,96 cm^3
25. 11,99 cm^3
26. 10,14 cm^3
27. 96,99 cm^3
28. 112,87 cm^3
29. 194,31 cm^3
30. 113,69 cm^3
31. 550,24 cm^3
32. 85,24 cm^3

5. Irodalomjegyzék

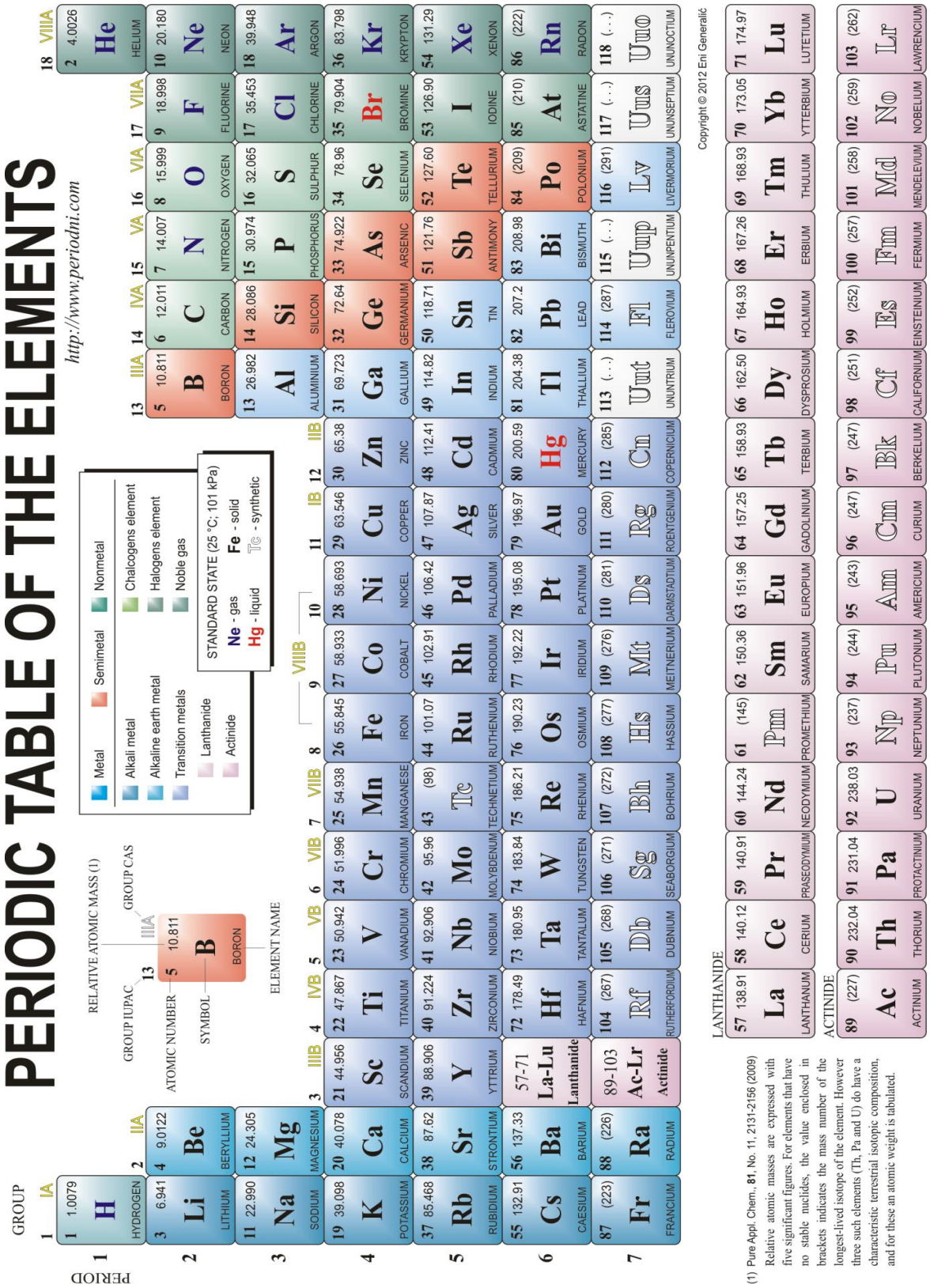
- Szabó L.: Természettudományi gyakorlatok I. Budapest, Közgazdasági és Jogi Kiadó, 1994.
- Szabó L., Répás L, Vámos I.: Természettudományi gyakorlatok III. Budapest, Közgazdasági és Jogi Kiadó, 1997.
- Kéri H.: Laboratóriumi gyakorlatok I. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1983.
- Siposné Kedves É., Horváth B., Péntek L.: Kémia 9. – Általános és szervetlen kémia. Szeged, Mozaik Kiadó, 2013.
- Tóth Z., Ludányi L.: Kémia 9. Szeged, Maxim Kiadó, 2011.
- Villányi A.: Ötösöm lesz kémiából. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1998.
- Forgács J.: Kémia tantárgyi gyakorlat I. Budapest, KJK-Kerszöv Jogi és Üzleti Kiadó Kft., 2001.
- Matematikai, fizikai, kémiai összefüggések. Négyjegyű függvénytáblázatok. Nemzeti Tankönyvkiadó, 2008.
- Ling J.: Oldatkészítés. Debrecen, 1993.

Képek forrása

- http://www.getprice.com.au/images/uploadimg/2318/genericTestTube.jpg
- http://cms.sulinet.hu/get/d/a257120b-33ed-4997-a518-27150dd1b344/1/6/b/Large/k0067_n.jpg
- http://cms.sulinet.hu/get/d/27e27275-084f-439a-a5c6-ae43a9bd55e8/1/6/b/Large/k0068_n.jpg
- http://www.medident.hu/448-490-large/fzpohar-1000-ml-es.jpg
- http://www.patikabolt.hu/product_images/labor/gomblombik_500_2000.jpg
- http://www.tfgnorveg.hu/spaw/kep/gomblombik.jpg
- http://www.ibotz.com/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/d/i/distillation_flask_100ml_fl07980.jpg
- http://www.novatech-usa.com/core/media/media.nl?id=31264&c=ACCT119126&h=15ce5e75ec61c7dc41f9
- http://www.carlroth.com/media/_en-com/Graphics/00044765_0.jpg
- http://www.scharlabmagyarorszag.hu/img/termekek/2155.jpg
- http://www.och.bme.hu/ifj-nagy/Laborjegyzet/kepek/3-2-40-abra-Szivopalack.JPG
- http://toolsandsupply.com/images/kimble-kimax-glass-funnel-with-long-stem.jpg
- http://www.sigmaaldrich.com/medium/prodimages/c/cls6220_sm.jpg
- http://www.witeg-koporc.hu/shop/static/product_images/16_orauveg_2.jpg
- http://www.reactivosyequipos.com.mx/assets/productos/fotoBD252777.jpg
- http://www.regolymedical.hu/product/00654_vedoruha.jpg
- http://www.regolymedical.hu/product/00655_vedoruha.jpg
- http://www.thesciencefair.com/Merchant2/graphics/00000001/FlskVolA1000%206108-34_M.jpg
- http://www.scharlabmagyarorszag.hu/img/termekek/3535.jpg
- http://www.scharlabmagyarorszag.hu/img/termekek/980.jpg
- https://hu.vwr.com/hu_HU/content/images/612-1240.jpg
- https://hu.vwr.com/hu_HU/content/images/612-2783.jpg
- http://www.aktivlab.com.au/productimages/T743.1.jpg
- http://i00.i.aliimg.com/photo/v0/106742980/BURETTES.jpg
- http://agrogarden.hu/images/products/1283/merohenger%20uveg.jpg
- http://www.geminibv.nl/labware/wertheim-exsiccator/xwertheim-exsiccator-1-2927.jpg.jpg
- http://i01.i.aliimg.com/photo/v0/125921183/Areometer.jpg
- http://i00.i.aliimg.com/img/pb/733/230/325/325230733_699.jpg
- http://www.adamschittenden.com/uploads/tgeneral/Graham%20condenser%202.image.jpg
- http://i00.i.aliimg.com/wsphoto/v1/545066242/Liebig-condenser-Jacket-Length-500mm-Joints-24-29-West-glass-condenser-laboratory-glassware-Free-shipping.jpg
- http://www.kavalier.cz/fota/shopub/300-1.jpg
- http://www.gnuttibortolo.com/media/products/standard/ST06.jpg
- http://shop9.unas.hu/shop_ordered/7011/shop_pic/461608.jpg
- http://www.scharlabmagyarorszag.hu/img/termekek/1789.jpg
- http://vcsaba93.uw.hu/kepek/eszkozok/porcelaneszkoz/mozsar.jpg
- http://2.imimg.com/data2/HI/HF/IMFCP-4768511/img-company_288-product-6731-250x250.jpg
- http://img14.aprod.hu/images_aprodhu/24495105_3_644x461_3-db-zsolnay-menzura-meroedeny-1000-500-100-gr-porcelanok-festmenyek-regisegek.jpg
- http://www.tfgnorveg.hu/spaw/kep/szerelofal.jpg
- http://i184.photobucket.com/albums/x21/joelelind/newabay/IMG_1123-1.jpg
- http://www.laboreszkozkatalogus.hu/media/catalog/product/cache/1/image/265x/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/3/_/3.12-kettosdio.jpg
- http://www.tfgnorveg.hu/spaw/kep/52_burettafogo.jpg
- http://www.shivsons.com/product/new-prod-46.jpg
- http://www.ctechglass.com/images/CL86-02b.jpg
- http://www.laboreszkozkatalogus.hu/media/catalog/product/cache/1/image/265x/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/3/_/3.16-tegelyfogo-ketszer-hajlitott-szarral.jpg

- http://www.och.bme.hu/ifj-nagy/Laborjegyzet/kepek/3-1-14-abra-Szurokarika.jpg
- http://www.tfgnorveg.hu/spaw/kep/47_csipesz.jpg
- http://www.patikabolt.hu/product_images/labor/dubla_spatula_kereknyellel.jpg
- http://www.alatlabor.com/products/images/0101914.jpg
- http://ecx.images-amazon.com/images/I/71qqMmsoHOL.jpg
- http://www.sciencefirst.com/images/P/6640070.jpg
- http://www.glasslaboratory.com/files/2245127/uploaded/97-1801%20Hoffman%20Clamp.jpg
- http://www.scharlabmagyarorszag.hu/img/termekek/1990.jpg
- http://www.wolforvosimuszer.hu/fotok/CIK01645.JPG
- http://www.quia.com/files/quia/users/msgirardot/LabEquipPicts/Clay_Triangle
- http://www.patikabolt.hu/product_images/labor/Borszeszego.jpg
- http://www.laboreszkozkatalogus.hu/media/catalog/product/cache/1/thumbnail/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/3/_/3.15-bunsen-ego-tobb-kivitelben4_1.jpg
- http://www.bdl-cee.com/editor/image/eshop_products/eshop_products_types/9018292.jpg
- http://www.sciencefirst.com/images/P/6631120.jpg
- http://www.puskas.hu/arany/kiserlet/20002001/3/1.jpg
- http://www.wolforvosimuszer.hu/fotok/CIK00251.JPG
- http://www.laboreszkozkatalogus.hu/media/catalog/product/cache/1/image/265x/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/2/_/2.14-pasteur-pipetta-beosztasos_1.jpg
- http://www.periodni.com/download/periodic_table-color.png
- http://www.merleg.net/images/big/asx.jpg
- http://obchod.auren.hu/picture.php?filename=images/a/10292.jpg&width=240&height=600
- http://www.deneycell.com/media/items_uploaded/1298082036.jpg
- http://www.abload.de/img/img_6419anaz.jpg
- http://cms.sulinet.hu/get/d/e121f1a9-71b2-43e5-a109-a6765a5d6813/1/5/b/Normal/vizhg.jpg
- http://depts.washington.edu/chem/courses/labs/142labs/images/IMG_5083.jpg
- http://www.titrations.info/img/reading_volume.jpg
- http://www.titrations.info/img/schellbach.jpg
- http://www.conrad.de/medias/global/ce/1000_1999/1000/1000/1009/100983_LB_00_FB.EPS_1000.jpg
- http://www.palinkaust.hu/sites/default/files/imagecache/product_full/meruloforralo_nagy.jpg
- http://www.ebolt.hu/common/big_img_wm/s/scp1500.jpg
- http://img.medicalexpo.com/images_me/photo-m/dental-infrared-drying-lamps-74646-3190309.jpg
- http://www.visualphotos.com/photo/1x6037696/heating_water_over_a_bunsen_burner_a300077.jpg
- http://www.och.bme.hu/ifj-nagy/Laborjegyzet/kepek/3-5-03-abra-Melegitokrater.jpg
- http://www.acidum2.hu/muszerek/beparl2.jpg
- http://media-s3.viva-images.com/vivastreet_in/clad/1e/0/62926453/large/1.jpg?dt=4a9c98a91a74a7376715d1a5ca5c2a2e
- http://img.directindustry.com/images_di/photo-g/metal-bead-bath-65954-4060011.jpg
- http://www.xlab.ro/Sand+bath+50x390x220+mm-832-large.jpg
- http://cms.sulinet.hu/get/d/f03aabc2-b637-4cf6-a833-150581b750e9/1/5/b/Normal/op05.jpg
- http://cms.sulinet.hu/get/d/62641792-e8a7-4f8b-a3c5-7dab26c2e907/1/5/b/Normal/Op06.jpg
- http://www.och.bme.hu/ifj-nagy/Laborjegyzet/kepek/3-5-08-abra-Olvadaspontmero_2.jpg
- http://www.inc.bme.hu/en/subjects/genchem/gombi.jpg
- http://www.aprohirdetesingyen.hu/hirdetesek/ads_new/43059/refraktometer_11289547445.jpg
- http://www.complexlab.hu/pictures/products/75.jpg
- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/3d/Avogadro_Amedeo.jpg/250px-Avogadro_Amedeo.jpg
- http://guweb2.gonzaga.edu/faculty/cronk/chemistry/images/aquated_ions.jpg

6. Periódusos rendszer



(1) Pure Appl. Chem., **81**, No. 11, 2131-2156 (2009) Relative atomic masses are expressed with five significant figures. For elements that have no stable nuclides, the value enclosed in brackets indicates the mass number of the longest-lived isotope of the element. However three such elements (Th, Pa and U) do have a characteristic terrestrial isotopic composition, and for these an atomic weight is tabulated.