

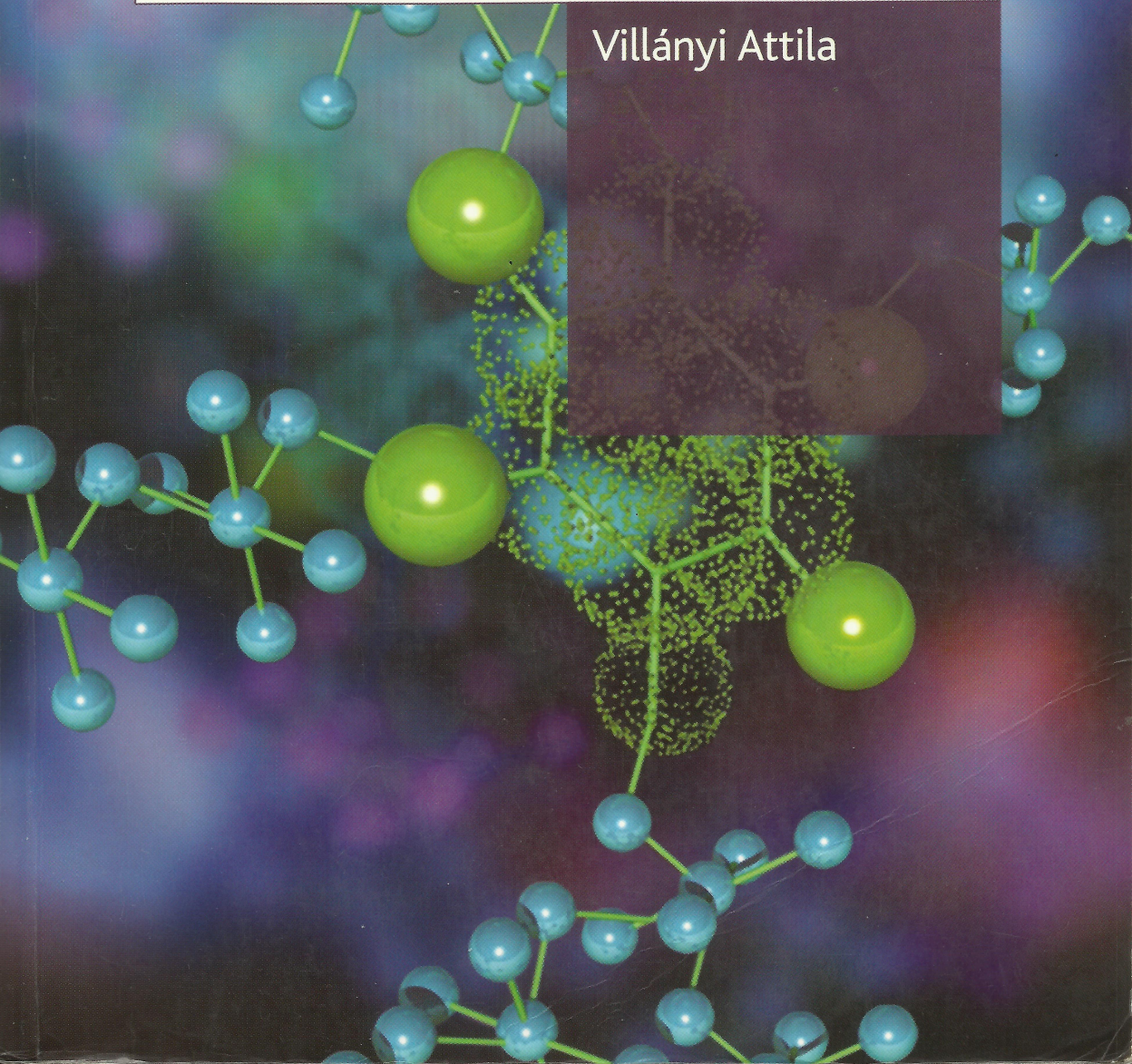
Ötösöm lesz kémiából



Műszaki Kiadó
Wolters Kluwer csoport

Példatár

Villányi Attila



Villányi Attila

ÖTÖSÖM LESZ KÉMIÁBÓL

Példatár

MŰSZAKI KIADÓ, BUDAPEST

Szakmailag ellenőrizte:
Z. Orbán Erzsébet
Galambos László
Orsós Piroska

© Villányi Attila 1995, 2007

© Műszaki Könyvkiadó Kft., 2007

OM-engedélyszám: T512.024/33/1999.

ISBN 963 16 2380 7 Ö
ISBN 963 16 2382 3
Azonosító szám: MK-2382-3

Kiadja a Műszaki Könyvkiadó Kft.
Felelős kiadó: Bérczi Sándor ügyvezető igazgató
Felelős szerkesztő: Demeter László
Műszaki vezető: Orgován Katalin
Műszaki szerkesztő: Raja Gabriella
Borítóterv: Dió Stúdió
Terjedelem: 21,00 (A/5) ív
Kiadvány tömege: 300 gramm
13. kiadás
E-mail: vevoszolg@muszakikiado.hu
Honlap: www.muszakikiado.hu

Nyomta és kötötte a Borsodi Nyomda Kft.
Felelős vezető: Ducsay György ügyvezető igazgató

TARTALOM

ELŐSZÓ	9
ÚTMUTATÓ A PÉLDATÁR HASZNÁLATÁHOZ	11
I. ALAPFOGALMAK	15
1. Az anyagmennyiség	15
2. A sűrűség	17
3. Avogadro törvénye	18
4. A gázok moláris térfogata	19
5. A gázok relatív sűrűsége	21
6. Az összegképlet	22
7. A molekulaképlet	24
8. Az oldatok összetétele: a tömegszázalék	25
9. Az oldatok összetétele: az anyagmennyiség-százalék („mólszázalék”)	27
10. Az oldatok összetétele: a térfogatszázalék	27
11. Az oldatok összetétele: az anyagmennyiség-koncentráció és a tömeg- koncentráció	28
Ellenőrző feladatsor I.	30
12. Az oldatok összetétele: a koncentrációk átváltása	31
13. Telített oldatok: az oldhatóság	32
14. Az oldatok keverése	33
15. Híg oldatok készítése tömény oldatokból	35
16. Az oldhatóság hőmérsékletfüggése	36
17. A kémiai egyenlet használata a sztöchiometriai számításokban I.	38
18. A kémiai egyenlet használata a sztöchiometriai számításokban II.	39
A kémiai egyenletek	40
19. A kémiai egyenletek használata a sztöchiometriai számításokban III. (Gázreakciók)	56
20. Tisztaság, kitermelés	57
21. A termokémiai egyenlet; a reakcióhő	58
22. A megfordítható kémiai reakciók: a kémiai egyensúly I.	60
23. A kémiai egyensúlyok II.	64
Ellenőrző feladatsor II.	65
Ellenőrző feladatsor III.	66
II. KÉMIA KÖZÉPHALADÓKNAK	69
A) Gázelegyek	69
1. A gázelegyek összetétele	69

2. feladatsor (gázelegyek)	71
3. feladatsor (gázelegyek)	72
4. A) feladatsor (gázelegyek)	75
4. B) feladatsor (gázelegyek, szerves kémiai feladatok)	76
5. A) feladatsor (gázelegyek)	78
5. B) feladatsor (gázelegyek, szerves kémiai példák)	79
6. feladatsor (gázelegyek, szerves kémiai példák)	81
7. Gázegyensúlyok	82
8. feladatsor (gázok, gázelegyek)	85
Ellenőrző feladatsor IV.	86
Ellenőrző feladatsor V.	87
B) A szerves vegyületek képlete	88
1. feladatsor: Szénhidrogének és halogénezett származékainak képlete tömegszázalékos összetételük alapján	88
2. feladatsor: A szénhidrogének képletének meghatározása addíciós, illetve szubsztitúciós reakcióik alapján	90
3. feladatsor: Szénhidrogének képletének meghatározása égésük során képződő vegyületek mennyisége ismeretében	91
4. feladatsor: Ismeretlen telítettségi fokú szerves vegyületek képletének meghatározása	92
5. feladatsor: A szénhidrogének képletének meghatározása az égetésükhöz felhasznált oxigén figyelembevételével	93
6. feladatsor: Égetés levegőben I.	95
7. feladatsor: Égetés levegőben II.	97
8. feladatsor: Nitrogén- és oxigéntartalmú szerves vegyületek képletének meghatározása	99
9. feladatsor: Nitrogén- és oxigéntartalmú szerves vegyületek képletének meghatározása a funkciós csoportok reakciói alapján	100
Ellenőrző feladatsor VI.	102
Ellenőrző feladatsor VII.	103
C) Keverékek	103
1. feladatsor	104
2. feladatsor	105
3. feladatsor	107
A) Szerves kémiai feladatok	107
B) Szervetlen kémiai feladatok	109
4. feladatsor	112
A) Szerves kémiai feladatok	112
B) Szervetlen kémiai feladatok	116
5. feladatsor	119
Ellenőrző feladatsor VIII.	120
Ellenőrző feladatsor IX.	121
D) Termokémia	121
1. feladatsor: A képződéshő	122
2. feladatsor: A reakcióhő	126

3. feladatsor: A reakcióhő a sztöchiometriai számításokban	129
4. feladatsor: Körfolyamatok	132
Ellenőrző feladatsor X.	135
Ellenőrző feladatsor XI.	136
<i>E) Oldatok</i>	137
1. feladatsor: Ismétlés	137
2. feladatsor: Kristályvíztartalmú vegyületek	138
3. feladatsor: Az oldatok tömegszázalékos összetételének alkalmazása ...	141
4. feladatsor: Az oldatok mol/dm ³ -ben kifejezett koncentrációjának alkalmazása	144
5. feladatsor: Az oldatok térfogatossághoz viszonyított elemzése (titrimetria)	145
6. feladatsor: Visszamérés titrálások	152
Ellenőrző feladatsor XII.	157
Ellenőrző feladatsor XIII.	157
<i>F) Elektrokémia</i>	158
1. feladatsor: Galvánelemek. (A standard elektródpotenciál)	158
2. feladatsor: Redoxifolyamatok irányának becslése a standardpotenciálok ismeretében I.	161
3. feladatsor: A redoxifolyamatok irányának becslése II	163
4. feladatsor: Az elektrolízis	165
5. feladatsor: A Faraday-törvények	167
<i>G) Gáztörvények</i>	171
1. feladatsor: Gáztörvények	171
2. feladatsor: A gázok állapotjelei és a gázok anyagmennyisége közti összefüggés	173
3. feladatsor: A gáztörvények egyesítése	175
4. feladatsor: A gázelegyek összetétele; parciális nyomás; tenzió	180
Ellenőrző feladatsor XIV.	184
Ellenőrző feladatsor XV.	185
III. A KÉMIAI EGYENSÚLYOK	187
<i>A) Homogén (gáz)egyensúlyok</i>	187
1. feladatsor: A kémiai egyensúly kialakulása és megzavarása I.	187
2. feladatsor: A kémiai egyensúly kialakulása és megzavarása II.	190
3. feladatsor: A gázegyensúlyok jellemzése a komponensek parciális nyomásával	193
<i>B) A sav-bázis egyensúlyok</i>	196
1. feladatsor: A vizes oldatok kémhatása; a pH	196
2. feladatsor: Lúgoldatok pH-ja; a víz autoprotolízise	198
3. feladatsor: Erős savak és erős bázisok reakciói	200
Ellenőrző feladatsor XVI.	203
Ellenőrző feladatsor XVII.	203
4. feladatsor: Gyenge savak és bázisok	204
5. feladatsor: A sav-bázis egyensúlyok kölcsönhatásai; többértékű savak	207
6. feladatsor: Sók hidrolízise	209

7. feladatsor: Pufferoldatok	211
8. feladatsor: Gyakorlás	217
C) Heterogén egyensúlyok	219
1. feladatsor: Az oldhatósági szorzat	219
2. feladatsor: Leválik vagy nem válik le?	222
3. feladatsor: Más kémiai egyensúlyok hatása az oldhatóságra	224
D) Elektrokémiai egyensúlyok	225
1. feladatsor: Az elektródpotenciál koncentrációfüggése	225
2. feladatsor: Koncentrációs elemek	228
3. feladatsor: Az elektrokémiai folyamatok egyensúlya	229

ELŐSZÓ

Ez a példatár elsősorban azok számára készült, akik – a középiskolai kémia elméleti alapjai és némi matematikai jártasság ismeretében – viszonylag könnyen és gyorsan meg akarják tanulni a számítási feladatok megoldását.

A feladatgyűjtemény tartalmazza a legegyszerűbb összefüggésektől kezdve a felvételi szintű példákön keresztül, a versenyelőkészítő, illetve az egyetemek első évét segítő feladatokat, fokozatosan nehezedő feladatsorokban, azok részletes megoldásával. A felvételi vizsgára való felkészülést hivatott segíteni az a tizenegy ellenőrző feladatsor, amely az egyes egységek után, általában öt, közepesen nehéz, az írásbeli felvételi feladataihoz hasonló, vagy azoknál nem sokkal összetettebb példát tartalmaz, amelyeknek részletes javítási-pontozási útmutatója is megtalálható a példatár végén.

Az első fejezet a gimnázium I. osztályában megtanult alapfogalmakat, összefüggéseket mélyíti el, a második fejezet a középiskolai szerves, illetve a szerves kémiai ismereteken alapuló példákat tartalmazza. A második fejezet végén, illetve a harmadik fejezetben található feladatokkal – a harmadik fejezet a különféle kémiai egyensúlyokat tárgyalja – már többségében a versenyekre készülőknek, illetve az egyetemi hallgatóknak kíván segítséget nyújtani e könyv. Ennek megfelelően e feladatokból általában nem készült ellenőrző feladatsor.

A könyv módszertani felépítése lehetővé teszi az egyéni tanulást. Ehhez azonban feltétlenül szükség van arra, hogy a letelejtől kezdjük használni a példatárat. A megoldások ugyanis egymásra épülnek, a levezetésekben mindig hivatkozást találunk a korábban elsajátított anyagra. Természetesen gyakorlásra, sőt ellenőrzésre (például tanároknak iskolai dolgozatokhoz) is felhasználható a példatár, hiszen a megoldások külön részben, külön fűzve találhatók.

A feladatok nagy része új, eddig még nem publikált, azonban a példák között találunk néhányat a korábban kiadott példatárak, illetve a különböző versenyek, felvételi vizsgák és a Nemzetközi Kémiai Diákolimpia előkészítő feladatai közül is. (I. Irodalomjegyzék!) Ezek adatait csak akkor módosítottam, ha az a példatár metodikai felépítése miatt indokolt volt.

Végezetül szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik a példatárat áttekintve a helyenként előforduló pontatlanságokra figyelmemet felhívták.

Külön köszönet jár „diáklektoromnak”, Gáspár Miklósnak, aki az összes példát megoldotta, és ezzel nagy segítségemre volt, hogy hibátlan levezetések kerüljenek a feladatgyűjteménybe.

Kérem mindazokat, akik (a gondos lektori munka ellenére) valamely feladat megoldásával nem értenek egyet, illetve azokkal kapcsolatban bármilyen megjegyzésük van, véleményüket a kiadón keresztül juttassák el hozzám.

Köszönettel
a szerző

ÚTMUTATÓ A PÉLDATÁR HASZNÁLATÁHOZ

Kezdetben a feladatokat a megadott sorrendben oldjuk meg! Használjuk fel a feladatsorok elején, illetve a példák között található elméleti kiegészítéseket is!

Minden, sorszámossal ellátott feladat *A*) variációjának megoldási menete megtalálható a MEGOLDÁSOK című részben. Esetenként két vagy több ([1.], [2.], [3.] stb.) megoldási lehetőséget is találunk, de természetesen elképzelhetők további helyes levezetések is. A feladatgyűjteményben szereplő levezetések elsősorban azoknak adnak segítséget, akik bizonytalanok a példamegoldásban, illetve, akik eddig áttekinthetetlenül dolgoztak. Ennek ellenére *mindenkinek ajánlatos mindegyik megoldási menet tüzetes áttanulmányozása* és logikájának elsajátítása, mert így azok számára is érthető lesz a későbbi, összetettebb feladatok levezetése, akik kezdetben, a könnyebb feladatoknál feleslegesnek vélik a részszámítások feltüntetését.

Meg kell szoknunk a megoldások áttekinthető felírását, valamint az SI-mértérendszer használatát, így mindenkinek figyelmébe ajánlom az ezzel kapcsolatos megjegyzéseket (l. az egyes feladatsoroknál!)

A számozott feladatok *A*) variációja után következő *B*), *C*) stb. példaváltozat az *A*) megoldási menetéhez hasonlóan számítható ki: ezeknek általában csak a végeredményét találjuk a megoldásoknál. E feladatok azt a célt szolgálják, hogy a megoldó ellenőrizhesse, megértette-e az adott példát. Akkor is ajánlatos azonban megoldani ezeket, ha az *A*) feladat segítség nélkül sikerült. Ennek több oka is lehet:

1. Többször tanulságos összehasonlításokat tehetünk az *A*), a *B*), illetve a *C*) variáció végeredményének ismeretében.
2. Esetenként bizonyos, korábban tanult összefüggés számonkérésében eltérhetnek e feladatok, s ez lehetőséget ad az ismételésre, a gyakorlásra, a példamegoldásban való jártasság elmélyítésére.
3. Esetenként a többféle levezetés közül csak az egyiket vagy a másikat lehet használni. Ezek felismerése is gyakorlottabbá tesz bennünket a példamegoldásban.

Nem elég a feladatmegoldásokat megnézni és megérteni!

A „passzív” megértés nem azonos a saját gondolatmenet szerint, lépésenként végigvezetett és megoldott feladat „aktív” rögzítésével! A megoldásokat tehát csak azután nézzük meg, miután kidolgoztuk a feladatot, vagy, ha egészen biztosak vagyunk abban, hogy önállóan nem tudunk tovább lépni.

A feladatgyűjtemény olyan témaköröket, illetve feladatsorokat is tartalmaz, amelyek valószínűleg nem fordulnak elő a felvételi vizsgán. Ezek azonban mind –

vagy a fizikában tanult (pl. gáztörvények), vagy a kémia fakultáció elméletéhez (pl. az egyensúlyok nagy része) tartozó – középiskolai anyaghoz kapcsolódó példák, melyek ismerete vagy a felvételi szintű feladatok gördülékenyebb megoldását segítik, vagy az egyetem, a főiskola első évében használhatók fel segítségképpen.

Egy-egy feladatsor fokozatosan nehezedő példákat tartalmaz. A komplexség mértékét a feladatok száma előtti arab számok [(1., 2., 3.) stb.] jelzik. Ezek azonban helyenként csak hozzávetőlegesen megállapított „szintek”.

A kidolgozott feladatok megoldási váza mindenki számára ajánlott:

1. Feltüntetjük azokat az adatokat, amelyek a példa szövegéből adódnak, illetve amelyekre szükség lehet és táblázatból kiolvashatók (pl. moláris tömeg).
2. Felírjuk a reakcióegyenletet és megjelöljük a feladatban szereplő kérdést (szintén adatszerűen).
3. Lépésről lépésre feltüntetjük a számítás gondolatmenetét és a részeredményeket.
4. Rögzítjük és (esetleg szövegesen megfogalmazva is) kiemeljük a végeredményt.

A bonyolultabb feladatoknál esetenként logikai ugrások vannak. Ezeknél a [←] jelet találjuk, és a zárójelen belül annak a – korábbi – feladatnak a száma van, amelyben ezt az összefüggést a példatár már ismertette. Ha tehát a feladatban ezt a lépést nem tudjuk önállóan megoldani, vissza kell térnünk ahhoz a feladatsorhoz, ahol erről szó volt. Ez egyben *visszajelzés* is, hogy mely fogalmakat kell újra megtanulni, vagy elmélyíteni. A példatár megoldása tehát nemcsak lineáris, hanem – a megoldó logikai készségétől és memóriájától függően – időszakonként egy-egy feladatsorhoz vissza-visszatérő is lehet.

Végül ki kell térnünk a *számolások pontosságára* is. Erre a középiskolai oktatás (sajnos) nem fektet elég hangsúlyt, pedig a pontatlan számolásból igen nagy eltérések adódhatnak. Nézzünk néhányat a legfontosabb szabályok közül:

- Konvenció, hogy egy adatot mindig annyi számjeggyel írunk le, hogy az utolsó értékében 1 vagy 2 egységnyi bizonytalanság lehet.
- Tömeget kétféle mérlegen mérhetünk: táramérlegen, mely két tized gramm pontossággal mér (pl. 28,20 g és nem 28,203 g, vagy 28,21 g és nem 28,208 g, de nem is 28,2 g), illetve analitikai mérlegen, mely négy tizedesjegy pontossággal adja meg grammokban a tömeget (pl. 1,1810 g vagy 1,1811 g, és nem 1,1810 g, de nem is 1,181 g).
- 10,10 g-os kiindulási adat (mely azt jelenti, hogy a tömeg 10,095 és 10,104 g között lehet, vagyis 0,1%-os pontossággal megadott) esetén a végeredmény – a többi adat pontosságától és az elvégzett műveletektől függően – ennél csak kevésbé pontos lehet, így nem érdemes pl. 3,2835-nek, hanem legfeljebb 3,28-nak megadni (ez kb. 0,3%-os pontossággal megadott eredmény).
- Az analitikai pontossággal megadott, általában kis értékű tömegeket ne kerékszük. Például egy 0,1815 g tömegű keverék nem lehet 0,2 g, a benne levő egyik komponens tömegét sem kerékszük 0,1 g-ra. Ha az érték pontosan 0,1 g, akkor azt a kiindulási adat pontosságával megegyezően 0,1000 g-nak kell feltüntetni, jelezve, hogy az négy tizedesjegy pontossággal egytized gramm.

- Térfogatmérő eszközeink közül mérőhengerrel legjobb esetben tized cm^3 pontossággal (pl. $5,3 \text{ cm}^3$ és nem $5,31 \text{ cm}^3$) mérhetünk. Egyéb eszközeink (pl. buretta, pipetta) esetleg pontosabb mérésre is lehetőséget adnak.

Összefoglalva: ne kerekítsünk túlságosan nagy mértékben, de ne is írjuk ki a számológépen megjelenő összes tizedest. Az *eredményeket soha ne adjuk meg nagyobb pontossággal*, mint amilyen pontossággal az adatokat a *feladat szövege közli*.

Befejezésül tekintsük át a *megoldásoknál* alkalmazott *jelöléseket*:

88.A) a kidolgozott példa jelölése;

88.B) a ki nem dolgozott példa jelölése, mely után általában csak a végeredmény következik;

[1.] [2.] [3.] az első, a második, illetve a harmadik kidolgozott megoldás ugyanarra a feladatra;

[!] fontos megjegyzés: – szemléletes magyarázat vagy
– tanulságos összefüggésre utaló jegyzet,
– hasznos tanács.

[?] „FIGYELEMBE VETTE?”:

Néhány olyan hibalehetőségre utaló jegyzet a ki nem dolgozott feladatoknál, amelyek elkövetése gyakran okozhatja az adott példa elvileg rossz végeredményét.

[←88.] Ezt a jelet például csak 88-nál magasabb sorszámú feladat kidolgozott megoldásában találjuk, utalva arra, hogy az adott számítási lépést a **88.** feladatban kereshetjük. Ha sokszor kell egy adott sorszámú példára visszalapozni, akkor tanácsos újból megoldani azt a (korábbi) feladatsort!

Sok sikert és kitartást kíván a tanuláshoz

a szerző

I. ALAPFOGALMAK

1. AZ ANYAGMENNYISÉG

A kémiai elemeket és atomjaikat *vegyjellel* jelöljük.

Az elemek molekuláinak összetételét, valamint a vegyületeket felépítő alkotóelemek arányát a kémiai képlettel fejezzük ki. A képletet az alkotóelemek vegyjeléből alkothatjuk: a vegyjelek jobb alsó indexeinek aránya az alkotóelemek számarányát fejezik ki. (Részletesebben lásd I/6. és I/7. feladatsornál.)

A kémiai folyamatokhoz meghatározott tömegeket (vagy térfogatokat) mérünk ki a reagáló anyagokból, a reakcióegyenletek azonban a kölcsönhatásba lépő anyagok molekuláinak, ionjainak, atomjainak számarányát tükrözik (l. I/17. feladatsort), így célszerűségi okokból vezették be az *anyagmennyiség* fogalmát. Ennek mértékegysége a *mól** (jele: mol). 1 mol mennyiségű atom, molekula, ion stb... (azaz elemi egység, más szóval *entitás*) definíció szerint akkora tömeget jelent az adott anyagból grammokban, mint amekkora az adott elemi egység (entitás: atom, ion, molekula, proton, elektron) relatív tömege. 1 mol entitás tömege a *moláris tömeg* számértékével egyezik meg. (A moláris tömeg jele *M*, mértékegysége g/mol.)

1 mol elemi egység a mérések szerint $6 \cdot 10^{23}$ db részecskét jelent (Avogadro-szám): $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Az atomok (elemek) moláris tömege a periódusos rendszerből kiolvasható relatív atomtömegnek (A_r) megfelelő értékű; mértékegysége g/mol. Egy B_uC_v képletű vegyület *moláris tömegét* pedig kiszámíthatjuk az alkotóelemek moláris tömegeiből (M_B és M_C moláris atomtömegekből) a következőképpen:

$$M(B_uC_v) = u \cdot M_B + v \cdot M_C$$

Foglaljuk össze ezután a kémiai számításokban az első feladatsorhoz szükséges mennyiségeket:

Jel	Megnevezés	Mértékegységek
m	tömeg	kg, g, mg, ...
n	anyagmennyiség	kmol, mol, mmol, ...
N	az elemi egységek száma (darabszám)	–
M	moláris tömeg	g/mol; kg/kmol; ...
N_A	moláris darabszám	mol^{-1}

Utóbbi (N_A) valamennyi anyagra nézve azonos: $6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

* *Hibás, helytelen*: az *anyagmennyiség* helyett mólszámról beszélni, mértékegységenként a *mol* helyett *M*-et írni. (Az *M* jelölés ugyanis a mol/dm³ oldatkoncentráció régies jelölésére szolgál, mely ma már szintén helytelen.)

Az adatok közötti összefüggéseket felírhatjuk a matematikából ismert egyenes arányosság szerint, mely alapján a vizsgált (x, y) mennyiségek hányadosa állandó érték:

$$\frac{x}{y} = \text{konstans}$$

Ilyen összefüggés felírható az anyagmennyiség (n) és az elemi egységek száma (N) , illetve az anyagmennyiség (n) és a tömeg (m) között:

$$\frac{N}{n} = \text{állandó, illetve} \quad \frac{m}{n} = \text{állandó}$$

Az arányossági tényező pedig az Avogadro-szám, illetve a moláris tömeg, mely 1 mol anyagra vonatkoztatott darabszámot, illetve tömeget jelent:

$$\frac{N}{n} = N_A, \quad \text{azaz} \quad \boxed{\frac{N}{n} = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}}$$

$$\boxed{\frac{m}{n} = M}$$

- 1.1. Mekkora az alábbi anyagok moláris tömege?
- A) metán
 - B) hidrogén-klorid
 - C) kénsav
- 2.2. Mekkora a tömege
- A) 0,25 mol metánmolekulának?
 - B) 4,5 mol hidrogén-klorid-molekulának?
 - C) 1,5 mmol kénsavmolekulának?
 - D) 3,2 kmol kloridionnak?
- 3.A) Mekkora anyagmennyiségű kénsavmolekulát tartalmaz 1,00 kg kénsav?
- B) Mekkora anyagmennyiségű atomot tartalmaz 500 g szén?
 - C) Mekkora anyagmennyiségű molekulát tartalmaz 500 g metán?
 - D) Mekkora anyagmennyiségű iont jelent 48 mg kalciumion?
- 4.A) Hány darab molekula van 0,25 mol metánban?
- B) Hány db atomot jelent 1,5 mmol kén?
 - C) Hány db molekulát tartalmaz 3,5 kmol kénsav?
- 5.A) Milyen anyagmennyiségű $3 \cdot 10^{23}$ db metánmolekula?
- B) Milyen anyagmennyiségű $4 \cdot 10^{23}$ db szénatom?
 - C) Milyen anyagmennyiségű („hány kmol”) $8,2 \cdot 10^{26}$ db kénsavmolekula?
- 3.6.A) Hány molekula van 6,0 g metánban?
- B) Hány db atom van 6,0 g szénben?
 - C) Hány db molekula van 15,5 mg kénsavban?
- 7.A) Mekkora tömegű $3,5 \cdot 10^{23}$ db metánmolekula?
- B) Mekkora a tömege $5,5 \cdot 10^{20}$ db szénatomnak?
 - C) Számítsuk ki $9,3 \cdot 10^{25}$ db kénsavmolekula tömegét!

- 4.8.A) 5,0 mol szén-dioxid- vagy 5,0 mol metánmolekula nagyobb tömegű?
 B) 3,2 mol vas- vagy 3,2 mol szénatom nagyobb tömegű?
 C) 5 kmol kén-dioxid- vagy 4 kmol kén-trioxid-molekula nagyobb tömegű?
- 9.A) $4,0 \cdot 10^{23}$ db szén-dioxid- vagy $4,0 \cdot 10^{23}$ db metánmolekula nagyobb tömegű?
 B) $8 \cdot 10^{23}$ db vas- vagy $8 \cdot 10^{23}$ db szénatom nagyobb tömegű?
 C) $3,00 \cdot 10^{23}$ db szén-dioxid- vagy $8,25 \cdot 10^{23}$ db metánmolekula tömege nagyobb?
- 10.A) 10,0 g szén-dioxid vagy 10,0 g metán tartalmaz több molekulát?
 B) 8 g vasban vagy 8 g szénben van több atom?
 C) 6,00 g víz vagy 6,75 g ammónia tartalmaz több molekulát?
 D) 1,00 kg hélium vagy 0,50 kg hidrogén tartalmaz több molekulát?
- 5.11.A) Hány g szén-dioxidban van ugyanannyi molekula, mint 10,0 g metánban?
 B) Hány mg szénben van ugyanannyi atom, mint 14,0 mg vasban?
 C) Hány kg szén-dioxidban van ugyanannyi molekula, mint 4,00 kg kén-dioxidban?
- 12.A) Milyen anyagmennyiségű szén-dioxid-molekula ugyanakkora tömegű, mint 2,00 mol metánmolekula?
 B) Milyen anyagmennyiségű szénatom tömege egyezik meg 4,00 mol vasatoméval?
 C) Hány mol szén-dioxid-molekula ugyanakkora tömegű, mint 3,5 kmol kén-dioxid-molekula?
- 6.13.A) Hány db proton, illetve neutron van $3,00 \text{ g } {}^7_3\text{Li}$ -atomban?
 B) Hány db neutron van $11,6 \text{ g } {}^{58}_{26}\text{Fe}$ -atomban?
 C) Hány db protont és hány neutront tartalmaz 1,00 kg trícium?
 D) Hány db proton és hány elektron van 100,0 g kloridionban?
 E) Hány protont és hány elektront tartalmaz 1,00 kg magnéziumion?
 F) Hány nátrium- és hány oxidiont tartalmaz 1,00 kg nátrium-oxid?
- 14.A) Mekkora tömegű ${}^{16}_8\text{O}$ -atom tartalmaz $2,0 \cdot 10^{23}$ db protont?
 B) Mekkora tömegű ${}^7_3\text{Li}$ -atom tartalmaz $4,0 \cdot 10^{23}$ db neutront?
 C) Mekkora tömegű ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ -atom tartalmaz $1,0 \cdot 10^{23}$ db protont?
 D) Mekkora tömegű bárium-klorid (BaCl_2) tartalmaz $1,0 \cdot 10^{23}$ db kloridiont?
 E) $2,0 \cdot 10^{24}$ db oxidiont mekkora tömegű alumínium-oxid tartalmaz?
 F) $3 \cdot 10^{21}$ db elektron mekkora tömegű nátriumionban van?
 G) $3 \cdot 10^{21}$ db proton mekkora tömegű nátriumionban van?

2. A SŰRŰSÉG

Méréseinknél gyakran nem tömegekkel, hanem térfogatokkal dolgozunk: mérleg helyett mérőhengerrel, pipettával mérünk ki folyadékokat. Ahhoz, hogy a megfelelő tömegeket térfogatra váltsuk át, új összefüggésre van szükségünk. A *sűrűség* (jele: ρ) adott körülmények (hőmérséklet és nyomás) esetén jellemző az adott anyagra; a tömeg és a térfogat közötti egyenes arányosságot kifejező állandó:

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

A sűrűség mértékegysége: kg/m^3 , g/dm^3 , esetleg g/cm^3 stb...

- 1.15.A) Mekkora a cseppfolyós bróm sűrűsége 25°C -on, $0,101\text{ MPa}$ nyomáson, ha ilyen körülmények között $2,50\text{ cm}^3$ -e $7,80\text{ g}$ tömegű?
- B) Mekkora a magnézium sűrűsége 25°C -on és $0,101\text{ MPa}$ nyomáson, ha ilyen körülmények között $6,1250\text{ g}$ -ját $3,50\text{ cm}^3$ -nek mértük?
- C) Egy ismeretlen oldat sűrűségét szeretnénk meghatározni. Az ismeretlen oldat $300,0\text{ cm}^3$ -es térfogatát megmérve, azt $375,0\text{ g}$ -nak találtuk. Mekkora a sűrűsége?
- 16.A) Mekkora tömegű $5,00\text{ cm}^3$ higany, melynek sűrűsége $13,6\text{ g/cm}^3$?
- B) Mekkora a tömege annak az $500,0\text{ cm}^3$ térfogatú oldatnak, amelynek sűrűsége $1,05\text{ kg/dm}^3$?
- C) Mekkora a tömege $8,00\text{ dm}^3$ alumíniumnak, ha sűrűsége $2,70\text{ kg/dm}^3$?
- 17.A) Mekkora térfogatú $5,00\text{ g}$ higany, melynek sűrűsége $13,6\text{ kg/dm}^3$?
- B) Mekkora térfogatú $1,0000\text{ g}$ hidrogéngáz, melynek sűrűsége $0,082\text{ g/dm}^3$?
- C) Mekkora a térfogata annak a $4,00\text{ kg}$ tömegű oldatnak, melynek sűrűsége $1,36\text{ kg/dm}^3$?
- 2.18.A) Mekkora egy $1,00\text{ cm}$ élhosszúságú grafitkocka tömege?
($\rho(\text{grafit}) = 2,26\text{ g/cm}^3$.)
- B) Mekkora egy $1,00\text{ cm}$ átmérőjű vasgolyó tömege?
($\rho(\text{vas}) = 7,80\text{ g/cm}^3$.)
- 19.A) Belefér-e egy 100 cm^3 -es lombikba $100,0\text{ g}$ $1,25\text{ kg/dm}^3$ sűrűségű oldat?
- B) Belefér-e egy 20 cm^3 térfogatú kémcsőbe $0,25\text{ kg}$ 25°C -os higany?
($\rho(\text{Hg}) = 13,6\text{ g/cm}^3$.)
- 20.A) Hány mol hidrogénmolekula van $5,00\text{ cm}^3$ hidrogéngázban 25°C -on és $0,101\text{ MPa}$ nyomáson, ha az ismert körülmények között a sűrűsége $0,082\text{ g/dm}^3$?
- B) Hány mol molekula van $4,00\text{ cm}^3$ brómban?
($\rho(\text{Br}_2) = 3,12\text{ g/cm}^3$.)
- 3.21.A) Hány darab brómmolekula van $5,00\text{ cm}^3$, $3,12\text{ kg/dm}^3$ sűrűségű brómban?
- B) Hány db magnéziumatom van $5,00\text{ cm}^3$, $1,75\text{ kg/dm}^3$ sűrűségű magnéziumban?
- 4.22.A) $10,0\text{ cm}^3$ magnéziumban vagy $10,0\text{ cm}^3$ alumíniumban van több fématom?
($\rho(\text{Al}) = 2,70\text{ g/cm}^3$; $\rho(\text{Mg}) = 1,75\text{ g/cm}^3$.)
- B) $4,0\text{ cm}^3$ brómban vagy $4,0\text{ cm}^3$ higanyban van több molekula, illetve atom (entitás)?
($\rho(\text{Br}_2) = 3,12\text{ g/cm}^3$; $\rho(\text{Hg}) = 13,60\text{ g/cm}^3$.)

3. AVOGADRO TÖRVÉNYE

Viszonylag egyszerű összefüggések jellemzik a *gázokat*. A gázmolekulák igen távol vannak egymástól, így közöttük elhanyagolható a kölcsönhatás. Ezeket a kölcsönhatásokat gyakorlatilag nullának tekintve, a molekulákat pontszerűnek kép-

zelve eljutunk az ún. *ideális gáz* fogalmához. Az ideális gázokra maradéktalanul érvényes *Avogadro törvénye*, mely szerint a különböző gázok *azonos térfogatai*, azonos állapotban (*azonos nyomáson és hőmérsékleten*) *azonos számú molekulát* tartalmaznak.

- 1.23.A) Két, egyenként 11,5 dm³-es tartály közül az egyik hidrogéngázt, a másik klórgázt tartalmaz. A tartályok hőmérséklete 29 °C, bennük a nyomás 0,458 MPa. A hidrogén anyagmennyisége 2,1 mol. Milyen anyagmennyiségű klórmolekula van a másik tartályban?
- B) Két, egyenként 4,7 dm³-es tartályban oxigén-, illetve nitrogéngáz van. Mindkét tartály – 15 °C-on 0,615 MPa nyomású. Hány db nitrogénmolekula van az egyik tartályban, ha a másik 8,1 · 10²³ oxigénmolekulát tartalmaz?
- 2.24.A) 2,3 dm³-es tartályok közül az egyik klórgázt, a másik hidrogéngázt tartalmaz. 17 °C-on mindkét tartályban 22,67 MPa nyomás uralkodik. Mekkora tömegű klórgáz van az egyik tartályban, ha a másikban a hidrogén tömege 42,0 g?
- B) Három azonos térfogatú tartály hidrogén-, metán- és héliumgázt tartalmaz. Az üres tartályok 20,0 kg tömegűek. Valamennyi tartályban azonos a nyomás és a hőmérséklet. A metánt tartalmazó tartály tömege 22,4 kg. Hány kg hidrogén és hány kg hélium van a másik két tartályban?

4. A GÁZOK MOLÁRIS TÉRFOGATA

A környezet lehetséges állapotai közül – megállapodás szerint – kettőt emelünk ki:
 – standard nyomást (0,101 MPa) és 0 °C-ot,
 – standard nyomást (0,101 MPa) és 25 °C-ot.

A kémiai számítások gyakorlatában az előbbi *normál*-, az utóbbit *standardállapot*nak nevezzük.

Avogadro törvényéből következik, hogy például normálállapotban is azonos anyagmennyiségű anyag van azonos térfogatú gázokban.

A gázok térfogata (V) és anyagmennyisége (n) közötti egyenes arányosságot a

$$\frac{V}{n} = \text{állandó}$$

összefüggés írja le, ahol az arányossági tényező az azonos körülmények között minden gáznál azonos moláris térfogat (V_m):

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

Normálállapotban: $\frac{V}{n} = 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$,

standardállapotban pedig: $\frac{V}{n} = 24,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$.

- 1.25.A) Mekkora a térfogata 0,5 mol normálállapotú metánnak?
 B) Mekkora térfogatú 0,5 mol normálállapotú klórgáz?
 C) Mekkora térfogatú 0,5 mol standardállapotú klórgáz?
 D) Mekkora a térfogata 0,5 kmol standardállapotú klórgáznak?
- 2.26.A) Mekkora a térfogata $6 \cdot 10^{22}$ metánmolekulának normálállapotban?
 B) Mekkora a térfogata $6 \cdot 10^{22}$ klórmolekulának normálállapotban?
 C) Mekkora térfogatot tölt ki $6 \cdot 10^{22}$ klórmolekula standardállapotban?
 D) Mekkora a térfogata $3,6 \cdot 10^{24}$ metánmolekulának standardállapotban?
- 27.A) Mekkora a térfogata 5,00 g standardállapotú hidrogéngáznak?
 B) Mekkora a térfogata 5,00 g standardállapotú metángáznak?
- 28.A) Mekkora anyagmennyiségű molekula van 6,00 dm³ normálállapotú metángázban?
 B) Mekkora anyagmennyiségű molekula van 6,00 dm³ normálállapotú klórgázban?
 C) Milyen anyagmennyiségű molekula van 6,00 dm³ standardállapotú klórgázban?
 D) Milyen anyagmennyiségű molekula van 3,5 m³ standardállapotú metángázban?
- 29.A) Hány db molekulát tartalmaz 6,00 dm³ standardállapotú metángáz?
 B) Hány db molekulát tartalmaz 6,00 m³ standardállapotú hidrogéngáz?
 C) Hány db molekulát tartalmaz 5,00 cm³ standardállapotú klórgáz?
- 30.A) Mekkora a tömege 4,00 dm³ standardállapotú metángáznak?
 B) Mekkora a tömege 4,00 cm³ standardállapotú hidrogéngáznak?
 C) Mekkora tömegű 6,5 m³ standardállapotú nitrogéngáz?
- 3.31.A) Melyik nagyobb térfogatú: 1,0 g metán vagy 1,0 g azonos állapotú klórgáz?
 B) Melyik nagyobb térfogatú: 5,0 g szén-dioxid- vagy 5,0 g azonos állapotú kén-dioxid-gáz?
 C) Melyik nagyobb térfogatú: 1,0 kg hélium- vagy 0,5 kg hidrogéngáz azonos körülmények között?
- 32.A) Melyik nagyobb tömegű: 1,0 dm³ metán- vagy 1,0 dm³ azonos állapotú klórgáz?
 B) Melyik nagyobb tömegű: 1,0 m³ szén-dioxid- vagy 1,0 m³ azonos állapotú kén-dioxid-gáz?
 C) Melyik nagyobb tömegű: 15,0 cm³ argon- vagy 35,0 cm³ hidrogéngáz azonos körülmények között?
- 33.A) Hány kg szén-dioxid-gáz ugyanakkora térfogatú, mint az ugyanolyan állapotú 4,00 kg kén-dioxid-gáz?
 B) Hány g metán ugyanakkora térfogatú, mint az azonos állapotú klórgáz 17,75 g-ja?
- 4.34.A) Egy elem gőze kétatomos molekulákból áll. A gáz 100,0 cm³-ének tömege standard körülmények között 0,653 g. Melyik elemről van szó?
 B) 1,00 dm³ héliumgáz tömege standardállapotban 0,1630 g. Hány atomból áll a hélium egy molekulája?

5. A GÁZOK RELATÍV SŰRŰSÉGE

Sokszor szükségünk van *viszonyszámok* kiszámítására. Ha két (pl. *A* és *B*) anyag valamely fizikai állandóját ismerjük, akkor *A* anyagnak *B*-re vonatkoztatott (ún. relatív) értékét úgy kapjuk meg, hogy *A* anyag fizikai állandóját *B*-ével osztjuk: pl. a relatív sűrűség esetén:

$$\rho_r = \frac{\rho_A}{\rho_B} \quad [\rho_A \text{ és } \rho_B \text{ a két anyag abszolút sűrűsége (lásd 2. feladatsort)}]$$

- 1.35. *A)* Mekkora a klórgáz sűrűsége standardállapotban?
B) Mekkora a hidrogéngáz sűrűsége standardállapotban?
C) Mekkora a klórgáz sűrűsége normálállapotban?
D) Mekkora a hidrogéngáz sűrűsége normálállapotban?
- 2.36. *A)* Számítsuk ki a klórgáz hidrogéngázra vonatkoztatott sűrűségét standard körülmények között! Használjuk fel a 35. feladatban kiszámolt eredményeket!
B) Számítsuk ki a klórgáz hidrogéngázra vonatkoztatott sűrűségét normál körülmények között!

Ha az előző feladat két értékét összehasonlítjuk, rá kell jönnünk, hogy a gázok relatív sűrűségének értéke a körülményektől független, állandó a két adott gázra.

Ezt könnyen beláthatjuk, ha figyelembe vesszük, hogy az 1. és a 2. gáz sűrűsége:

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V_1}, \quad \rho_2 = \frac{m_2}{V_2},$$

a két gáz moláris tömegét (M_1 és M_2) figyelembe véve:

$$\rho_1 = \frac{M_1}{V_m}, \quad \rho_2 = \frac{M_2}{V_m}.$$

A moláris térfogat (V_m) gázok esetén – azonos körülmények között – azonos minden gázra (Avogadro törvénye), így a relatív sűrűséget felírva egyszerűsíthetünk vele. Például a „2” gázra vonatkoztatott sűrűség:

$$\rho_r = \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{\frac{M_1}{V_m}}{\frac{M_2}{V_m}} = \frac{M_1}{M_2}.$$

A relatív sűrűség értéke tehát csak a gázok moláris tömegeitől függ. A relatív sűrűség viszonzyszám, mértékegysége tehát nincs.

- 3.37. Az alábbi gázok közül melyekkel lehet úgy megtölteni egy léggömböt, hogy az a levegőben felfelé szálljon? (A levegő átlagos moláris tömege 29 g/mol.)
 H_2 , CO_2 , Ar, He, CH_4 , O_2 .

- 38.A) Mekkora a nitrogéngáznak az oxigéngázra vonatkoztatott sűrűsége?
 B) Mekkora a szén-dioxid-gáz héliumra vonatkoztatott sűrűsége?
 39.A) Mekkora a moláris tömege annak a gáznak, melynek nitrogéngázra vonatkoztatott sűrűsége 1,143?
 B) Hány atomból állnak a kénmolekulák azon a hőmérsékleten, amelyen a kén-gázok levegőre vonatkoztatott sűrűsége 2,21?

6. AZ ÖSSZEGKÉPLET

Az *összegképlet* a vegyület alkotóelemeinek *anyagmennyiség-arányát* fejezi ki. Az indexek ebben a képletben tehát a vegyületet felépítő részecskék számarányát jelentik (a legkisebb egész számok arányában):

pl. NaCl – 1:1 anyagmennyiség-arányban tartalmaz Na^+ - és Cl^- -ionokat,

SiO_2 – 1:2 anyagmennyiség-arányban tartalmaz Si- és O-atomtörzseket.

Az anyagmennyiség-arányok és a moláris tömegek ismeretében kiszámíthatjuk az adott vegyületben az alkotóelemek tömegarányát és tömegszázalékos összetételét.

- 1.40.A) Mi az alkotóelemek tömegaránya a vas(III)-oxidban?
 B) Mi az alkotóelemek tömegaránya a nátrium-oxidban?
 C) Mi az alkotóelemek tömegaránya az ammónium-szulfátban?
 2.41.A) Hány g vasat tartalmaz 1,00 kg pirit (FeS_2), illetve 1,00 kg kalkopirit (CuFeS_2)?
 B) Hány g ként tartalmaz 1,00 kg kalkopirit?
 42.A) Legalább mekkora tömegű piritet kell redukálni, ha 10,0 kg vasra van szükségünk?
 B) Mekkora tömegű kristályvíztartalmú réz(II)-szulfátot ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) kell kimérnünk, ha 300,0 g tiszta, vízmentes réz(II)-szulfátra van szükségünk?
 43.A) Mekkora tömegű karbamidot ($\text{NH}_2\text{—CO—NH}_2$) használhatunk nitrogénműtrágyaként 1,00 kg chilei salétrom (NaNO_3) helyett?
 B) Mekkora tömegű karbamidot használhatunk nitrogénműtrágyaként 1,00 kg ammónium-nitrát helyett?

A *százalékos összetétel* meghatározásához elegendő az egyenes arányosság ismerete: akármennyit veszünk az egész anyagból (x_0), ugyanannyiszorosa vagy ugyanannyiadrésze lesz benne az adott komponens, mint 100 egységnyi anyagban. Az egyenes arányosság a rész és egész viszonyát fejezi ki:

$$\frac{\text{az adott komponens mennyisége}}{\text{az összes mennyiség}} = \text{állandó,}$$

vagyis
$$\frac{x_B}{x_0} = \frac{w_B\%}{100\%}, \text{ illetve } \frac{x_B}{x_0} \cdot 100\% = w_B\%,$$

melyben: x_0 : az anyag összmennyisége (tömege, anyagmennyisége, térfogata stb.),
 x_B : a B komponens mennyisége az egész anyagban,
 $w_B\%$: a B komponens %-ban kifejezett mennyisége az egész anyagban.

- 3.44.A) A nátrium-karbonátban (Na_2CO_3) hány tömeg% nátrium, szén és oxigén van?
- B) Állapítsuk meg a nátrium-klorid tömeg%-os nátrium- és kloridion-tartalmát!
- C) Hány tömeg% réz, kén, oxigén és kristályvíz van a kristályos réz(II)-szulfátban ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)?
- 4.45.A) Mi annak a kénből és oxigénből álló vegyületnek a képlete, melyben a kén és oxigén tömegaránya 2:3?
- B) Mi annak a vas-oxidnak a képlete, amelyben a vas:oxigén tömegarány 21:8?
- 46.A) Mi annak a króm-oxidnak a képlete, melynek 1,64 g-ja 1,12 g krómot tartalmaz?
- B) Mi annak a réz-oxidnak a képlete, melynek 0,7150 g-ja 0,6350 g rezet tartalmaz?
- 47.A) Mi annak a vegyületnek a képlete, melynek tömegszázalékos összetétele a következő: 35,0% nitrogén, 5,0% hidrogén és 60,0% oxigén?
- B) A bizmut-oxid 89,7 tömeg% bizmutot és 10,3 tömeg% oxigént tartalmaz. Határozzuk meg a képletét!
- C) Mi annak a vegyületnek a képlete, melynek tömeg%-os összetétele a következő: 21,21% N, 6,06% H, 48,48% O, 24,24% S?
- D) Állapítsuk meg az alábbi összetételű, kristályos só képletét: 9,8 tömeg% magnézium, 13,0 tömeg% kén, 26,0 tömeg% oxigén és 51,2 tömeg% kristályvíz!
- 5.48.A) Egy ötvegyértékű elem oxidja 56,33 tömeg% oxigént tartalmaz. Mennyi az elem atomtömege? Melyik elemről van szó?
- B) Egy kétvegyértékű fém oxidja hevítés hatására elemeire bomlik. A teljes elbomlás után a fém tömege 7,39%-kal kisebb, mint a kiindulási oxid tömege volt. Melyik fémről van szó?
- C) A kristályvíztartalmú szóda ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) 14,30 g-ját a víztartalom teljes eltávolításáig hevítjük. A tömegveszteség 9,00 g. Mi a kristályos szóda pontos képlete?
- D) Egy kristályvíztartalmú vegyület 19,9 tömeg% vasat tartalmaz. Ha a vegyület kristályvíztartalmát hevítéssel eltávolítjuk, akkor a maradék szilárd anyag tömege az eredetinek 71,2%-a lesz. A maradék vegyületben a kén és az oxigén tömegaránya 1:2. Határozzuk meg a vegyület képletét, ha tudjuk, hogy a felsoroltakon kívül más elemet nem tartalmaz!
 $[A_r(\text{Fe}) = 56; A_r(\text{S}) = 32; A_r(\text{O}) = 16]$
- 49.A) Egy kétvegyértékű fém nitrátja hevítés hatására elbomlik, és fém-oxid marad vissza, melynek tömege az eredeti vegyületénél 41,3%-kal kevesebb. Melyik fém nitrátjáról van szó?
- B) Egy kétvegyértékű fém karbonátja hevítés hatására elbomlik s közben a szilárd anyag tömege az eredeti 47,8%-ára csökken. Melyik fém karbonátjáról van szó, ha tudjuk, hogy a szilárd maradék fém-oxid?
- C) Melyik az az alkálifém, melynek 1,00 g-ját elégetve 2,14 g fém-oxidot kapunk?
- D) Melyik az a halogénelem, amelyet nátriummal reagáltatva a keletkező vegyület a kiindulási fém tömegénél 82,6%-kal nagyobb?

- 6.50.A) Melyik lehet az a fém, amelynek oxidja 52,9 tömeg% fémet tartalmaz?
- B) Valamely fém oxidja 69,9 tömeg% fémet, ugyanannak a fémnek egyik halogenidje 34,4 tömeg% fémet tartalmaz. Melyik halogénelem található a vegyületben, és melyik fémről lehet szó? (A fém mindkét vegyületben azonos oxidációs számmal fordul elő.)
- C) Egy fémet három nemfémes elemmel reagáltatva, és a keletkezett vegyületeket megvizsgálva, az alábbi eredményhez jutottunk: az egyik vegyület – mely egy halogénelemmel való reakció során jött létre – 34,46 tömeg% fémet tartalmaz, a másik vegyületet a fém egyszerű elégetésével állítottuk elő, ez 70,0 tömeg% fémet tartalmaz. A harmadik vegyület a fém kénnel való reakciója során jött létre: ebben a fémtartalom 63,63 tömeg%.
- Melyik fém és melyik halogénelem szerepel a feladatban, és milyen oxidációs számmal fordul elő a fém az egyes vegyületekben?
- D) Egy fémet levegőn hevítve, annak tömege 25,2%-kal nő, ugyanennek a karbonátja hevítés során 35,6%-os tömegcsökkenést szenved és ugyanaz a vegyület keletkezik, mint a fém hevítésekor. Melyik fémről van szó? (A fém oxidációs száma a karbonátban és a hevítés során keletkező anyagban azonos.)

7. A MOLEKULAKÉPLET

A molekularácsos anyagok rácspontjaiban molekulák vannak. A molekulák összetétele az alkotóelemek moláris tömege és a tömegszázalékos összetétel ismeretében itt is meghatározható. A *molekulaképlet* indexei azonban nem csupán az anyagmennyiség-arányokat jelentik, hanem azt is, hogy a vegyület *egy molekulája* melyik elem atomjából hányat tartalmaz. Az acetilén összegképlete például CH lenne, ha betartjuk azt a szabályt, hogy a vegyületet felépítő atomok arányát a legkisebb számok arányában adjuk meg. A vegyület molekulája, ismerve a tényleges molekulaszerkezetet, C_2H_2 .

- 1.54.A) Egy vegyület 85,71 tömeg% szenet és 14,29 tömeg% hidrogént tartalmaz. Milyen képletre következtetünk ebből? Mi a molekulaképlet, ha tudjuk, hogy a vegyület moláris tömege 42 g/mol?
- B) Mi a molekulaképlete annak a szénhidrogénnek, amelynek moláris tömege 536 g/mol, és 89,55 tömeg% szenet tartalmaz?
- C) Egy oxigéntartalmú szénvegyület moláris tömege 74 g/mol, összetétele pedig: 48,65 tömeg% szén, 43,24 tömeg% oxigén és 8,11 tömeg% hidrogén. Mi a molekulaképlete?
- 52.A) Mi a molekulaképlete annak a 14,29 tömeg% hidrogént és 86,71 tömeg% szenet tartalmazó vegyületnek, melynek $100,0\text{ cm}^3$ -e standard körülmények között 0,2290 g?
- B) Milyen molekulaképletre következtetünk abból, ha egy vegyület 5 tömeg% hidrogénből és 95 tömeg% fluorból áll, és a gáz $1,00\text{ dm}^3$ -ének tömege standardállapotban 2,4490 g?

- 53.A) Mi a molekulaképlete annak a 18,18 tömeg% hidrogénből és 81,82 tömeg% szénből álló vegyületnek, melynek szén-dioxidra vonatkoztatott sűrűsége 1,000?
- B) Mi a molekulaképlete annak a gáz-halmazállapotú szénhidrogénnek, mely 7,7 tömeg% hidrogénből és 92,3 tömeg% szénből áll, oxigéngázra vonatkoztatott sűrűsége pedig 0,8125?
- C) Egy gáz-halmazállapotú vegyületben a nitrogén és az oxigén tömegaránya 7:16, adott hőmérsékleten és nyomáson a levegőre vonatkoztatott sűrűsége 3,17. Milyen képletre következtetünk ebből?
- 2.54.A) Egy telített, nyílt láncú szénhidrogén moláris tömege 170 g/mol. Mi a vegyület molekulaképlete?
- B) Egy karbonsav gőzének – melyet olyan hőmérsékleten mértünk, amikor a molekulák gyakorlatilag mind dimereket képeztek – oxigéngázra vonatkoztatott sűrűsége 2,8750. Mi a sav képlete?
- C) Egy egyértékű, telített alkohol moláris tömege 88 g/mol. Melyik alkohorról van szó?
- 3.55.A) Számítsuk ki, hány klóratomot tartalmaz az a metánból származó szubsztituált klórszármazék, melynek halogéntartalma 89,1 tömeg%!
- B) Számítsuk ki, hány klóratomot tartalmaz az a metánszármazék, amely gőzének nitrogéngázra vonatkoztatott sűrűsége 1,80!
- 56.A) Egy egyértékű, telített alkohol 26,7 tömeg% oxigént tartalmaz. Melyik ez az alkohol?
- B) Egy kétértékű, telített karbonsav 61,5 tömeg% oxigént tartalmaz. Melyik ez a vegyület?

8. AZ OLDATOK ÖSSZETÉTELE: A TÖMEGSZÁZALÉK

Oldatnak nevezzük azokat a több komponensből álló, homogén rendszereket, amelyekben az egyik (többnyire folyékony) komponens részecskékre oszlalt állapotban tartja a másik vagy többi (gáz, folyadék vagy szilárd) komponenst. Az előbbi anyagot *oldószernek*, az utóbbit (utóbbiakat) *oldott anyagnak* nevezzük.

Az oldószer és az oldott anyag arányát sokféleképpen jellemezhetjük. A *tömegszázalék* ($m/m\%$) az oldott anyag (m_B) és az oldat (m_0) össztömege közötti egyenes arányosságot írja le:

$$w_B \% : \frac{m_B}{m_0} \cdot 100\% \quad (m/m\%) \quad (\text{részletesebben lásd 22. oldal}),$$

ahol $w_B\%$ az oldatban lévő oldott anyag tömeg%-os összetételét adja meg.

- 1.57. Hány g nátrium-klorid és hány g víz van 100 g 5 $m/m\%$ -os konyhasóoldatban?

- 2.58.A) Hány g nátrium-klorid és hány g víz van 550,0 g 12 $m/m\%$ -os konyhasóoldatban?
- B) Hány g kalcium-klorid és hány g víz van 550,0 g 12 $m/m\%$ -os kalcium-klorid-oldatban?
- C) Hány g kálium-nitrátból és hány cm^3 vízből készült a 25,0 g 9,0 $m/m\%$ -os kálium-nitrát-oldat?
- 59.A) 100,0 cm^3 desztillált vízben 5,00 g konyhasót oldunk. Hány tömeg%-os lesz a keletkező oldat nátrium-kloridra nézve?
- B) 15,00 g szén-tetrakloridban 1,00 g jódot oldunk fel. Mekkora lesz az oldat $m/m\%$ -os összetétele?
- 60.A) Hány g 36,0 $m/m\%$ -os oldatot készíthetünk 60,00 g kálium-kloridból?
- B) Hány g 8,0 $m/m\%$ -os oldatot készíthetünk 36,45 g konyhasóból?
- 61.A) 250,0 g 8,0 $m/m\%$ -os konyhasóoldatot készítünk. Hogyan járjunk el?
- B) 30,0 g 10,0 $m/m\%$ -os kálium-nitrát-oldatot hogyan kell elkészíteni?
- C) Hány dm^3 standardállapotú hidrogén-klorid-gázt kell vízben elnyeletni, ha 400 g 38,0 $m/m\%$ -os sósavoldatot akarunk előállítani? Hány cm^3 desztillált víz kell ehhez?
- 3.62.A) Hány g 5,0 $m/m\%$ -os oldatban van ugyanakkora tömegű oldott anyag, mint amennyi 25,0 g 10 $m/m\%$ -os oldatban van?
- B) Hány g 10,0 $m/m\%$ -os oldatban van ugyanannyi oldott anyag, mint amennyi 150,0 g 2,0 $m/m\%$ -os oldatban van?
- 4.63.A) 50,0 cm^3 , 1,59 g/cm^3 sűrűségű szén-tetrakloridban 2,00 g jódot oldunk fel. Mekkora lesz az így keletkező oldat $m/m\%$ -os összetétele?
- B) Hány cm^3 szén-tetrakloridra és hány g jódra van szükség ahhoz, hogy 150,0 g 5,0 $m/m\%$ -os szén-tetrakloridos jódooldatot állítsunk elő? ($\rho(\text{CCl}_4) = 1,59 \text{ g/cm}^3$)
- 64.A) 80,0 cm^3 20,0 $m/m\%$ -os, 1,16 g/cm^3 sűrűségű kálium-bromid-oldatban hány g kálium-bromid és hány g víz van?
- B) Hány g kálium-jodid és hány g víz van 50,0 cm^3 14,0 tömeg%-os kálium-jodid-oldatban, melynek sűrűsége 1,11 g/cm^3 ?
- 65.A) 500,0 cm^3 , 1,0 $m/m\%$ -os konyhasóoldatra van szükségünk. Hogyan készítsük el? (Az 1,00 tömeg%-os oldat sűrűsége 1,005 g/cm^3 .)
- B) 100,0 cm^3 , 10,0 $m/m\%$ -os, 1,063 g/cm^3 sűrűségű kálium-nitrát-oldatot készítünk. Hogyan járjunk el?
- 66.A) 20,0 g nátrium-hidroxidból mekkora térfogatú, 1,11 g/cm^3 sűrűségű, 10,0 $m/m\%$ -os oldatot állíthatunk elő?
- B) 20,0 g kálium-kromátból (K_2CrO_4) mekkora térfogatú, 18,0 $m/m\%$ -os, 1,156 g/cm^3 sűrűségű oldatot állíthatunk elő?
- 5.67.A) 1,000 dm^3 desztillált vízben hány dm^3 standardállapotú ammóniagázt kell elnyeletnünk, hogy 10,0 $m/m\%$ -os oldatot kapjunk? Mekkora térfogatú oldat keletkezik, ha sűrűsége 0,957 g/cm^3 ?
- B) 100,0 cm^3 desztillált víz legfeljebb hány dm^3 standardállapotú hidrogén-klorid-gázt képes oldani, és mekkora a keletkező oldat térfogata? A telített oldat 39 $m/m\%$ -os, sűrűsége 1,195 g/cm^3 .

9. AZ OLDATOK ÖSSZETÉTELE: AZ ANYAGMENNYISÉG-SZÁZALÉK („MÓLSZÁZALÉK”)

A tömegszázalékhoz hasonlóan adhatjuk meg az oldatok anyagmennyiség-százalékos összetételét is:

$$x_B\% : \frac{n_B}{n_0} \cdot 100\% \quad (n/n\%)$$

ahol n_B – a B komponens anyagmennyisége,
 n_0 – az egész oldat anyagmennyisége,
 $x_B\%$ – az oldat $n/n\%$ -os B -tartalma.

- 1.68. Hány mol kénsavat és hány mol vizet tartalmaz 100 mol 2,0 $n/n\%$ -os kénsavoldat?
- 2.69.A) Mekkora tömegű 100 mol 2,5 $n/n\%$ -os nátrium-hidroxid-oldat?
B) Mekkora tömegű 50 mol 1,8 $n/n\%$ -os kénsavoldat?
- 3.70.A) Feloldunk 180 g vízben 80 g nátrium-hidroxidot. Mekkora ennek az oldatnak az anyagmennyiség-százalékos nátrium-hidroxid-tartalma?
B) Feloldunk 2,54 g jódot 15,40 g szén-tetrakloridban. Hány $n/n\%$ jódot tartalmaz a keletkező oldat?
- 71.A) 1,00 dm³ vízben feloldunk 367,5 dm³ standardállapotú hidrogén-klorid-gázt. Hány $n/n\%$ hidrogén-kloridot tartalmaz az így nyert oldat?
B) 1,00 m³ vízben elnyelünk 1,00 m³ standardállapotú ammóniagázt. Mekkora lesz így az oldat anyagmennyiség-százalékos ammóniatartalma?
- 4.72.A) 200,0 g nátrium-hidroxid mekkora tömegű 2,00 $n/n\%$ -os oldat előállításához elegendő?
B) 10,0 dm³ standardállapotú ammóniagáz hány g 2,50 $n/n\%$ -os ammóniaoldat előállításához elegendő?
- 5.73.A) 200,0 g, 1,00 $n/n\%$ -os nátrium-hidroxid-oldat előállításához hány g nátrium-hidroxidra van szükség?
B) 1,00 dm³, 2 $n/n\%$ -os, 1,007 g/cm³ sűrűségű ecetsavoldat előállításához mekkora tömegű jégecetre van szükség?

10. AZ OLDATOK ÖSSZETÉTELE: A TÉRFOGATSZÁZALÉK

Az összefüggés az előzőekhez hasonlóan:

$$\varphi_B\% : \frac{V_B}{V_0} \cdot 100\% \quad (V/V\%),$$

ahol V_B – a B komponens térfogata (tisztán),
 V_0 – az egész oldat térfogata,
 $\varphi_B\%$ – az oldat térfogatszázalékos B -tartalma

A további feladatokban szereplő abszolút alkohol sűrűsége 0,789 g/cm³, a desztillált vízé gyakorlatilag 1,000 g/cm³.

- 1.74. Hány cm³ abszolút alkoholból készült a 80 $V/V\%$ -os etanoltartalmú etanol-víz elegy 100,0 cm³-e?

- 2.75.A) Hány cm^3 abszolút alkoholból készült az 580 cm^3 térfogatú, 70 $V/V\%$ etanolt tartalmazó etanol-víz elegy?
- B) Hány cm^3 abszolút alkoholból készült a $15,0 \text{ cm}^3$, 96 $V/V\%$ etanolt tartalmazó tisztaszesz?
- 76.A) Hány $V/V\%$ etil-alkoholt tartalmaz az az elegy, melynek 750 cm^3 -ét 200 cm^3 etanol hígításával készítettük?
- B) Hány $V/V\%$ etil-alkoholt tartalmaz az az elegy, amelyet úgy készítettünk, hogy $980,0 \text{ cm}^3$ abszolút alkoholt desztillált vízzel $2,00 \text{ dm}^3$ -re hígítottunk?
- 77.A) Hogyan készíthetünk abszolút alkoholból 500 cm^3 70 $V/V\%$ -os etanoltartalmú etanol-víz elegyet?
- B) Hogyan készíthetünk abszolút alkoholból $2,000 \text{ dm}^3$ olyan etanol-víz elegyet, amely 85 $V/V\%$ etanolt tartalmaz?
- 3.78.A) Összekeverünk $90,0 \text{ cm}^3$ abszolút alkoholt és $10,0 \text{ cm}^3$ desztillált vizet. Mekkora a keletkezett elegy térfogata, ha sűrűsége: $0,825 \text{ g/cm}^3$?
- B) Összekeverünk $50,0 \text{ cm}^3$ abszolút alkoholt és $50,0 \text{ cm}^3$ desztillált vizet: a keletkező elegy sűrűsége $0,924 \text{ g/cm}^3$. Mekkora a keletkező oldat térfogata?
79. Számítsuk ki a 78. feladatban szereplő elegyek $V/V\%$ -os etanoltartalmát!
- 80.A) Hány cm^3 abszolút alkoholt és hány cm^3 desztillált vizet tartalmaz 100 cm^3 70 $V/V\%$ etanolt tartalmazó elegy, ha sűrűsége $0,880 \text{ g/cm}^3$?
- B) Hány cm^3 abszolút alkoholt és hány cm^3 desztillált vizet tartalmaz 100 cm^3 96 $V/V\%$ etanolt tartalmazó elegy, ha sűrűsége $0,804 \text{ g/cm}^3$?

E feladatsor megoldása után világosan kell látnunk, hogy az oldatok képződésekor a komponensek között fellépő különféle kölcsönhatások miatt a *térfogatok* legtöbbször *nem adódnak össze* úgy, mint a tömegek. Így olyan furcsa eredményhez jutunk, hogy a komponensek térfogatszázalékának összege nem 100. Ennek oka az, hogy – mivel lehetetlen megállapítani az egyes összetevők oldatban elfoglalt térfogatát – a százalékos összetételt a *felhasznált* alkohol és a *képződött* elegy térfogatából számítjuk. Bár a kémiai gyakorlat használja a térfogatszázalékot az oldatok összetételének jellemzésére, a fenti megfontolások alapján csak a gázelegyek vagy olyan folyadékelegyek (pl. folyékony szénhidrogének) esetén lenne létjogosultsága, ahol a molekulák közötti kölcsönhatások elhanyagolhatók, vagy nem különböznek a tiszta halmazokban működő másodlagos kötések erősségétől. Ebben az esetben ugyanis az elegyedés nem jár sem kontrakcióval, sem dilatációval, így a térfogatok összeadhatók.

11. AZ OLDATOK ÖSSZETÉTELE: AZ ANYAGMENNYISÉG-KONCENTRÁCIÓ ÉS A TÖMEGKONCENTRÁCIÓ

Megadhatjuk az oldatok összetételét oly módon is, hogy az *oldat* meghatározott *térfogatában oldott anyag anyagmennyiségét* vagy *tömegét* tüntetjük fel:

Az *anyagmennyiség-koncentráció* (vagy egyszerűen koncentráció, régies nevén molaritás vagy „mólos” koncentráció):

$$\frac{n_B}{V_0} = c_B \quad (\text{mol/dm}^3).$$

A tömegkoncentráció:

$$\frac{m_B}{V_0} = \rho_B \quad (\text{g/dm}^3),$$

ahol n_B – a B -komponens anyagmennyisége,

m_B – a B -komponens tömege,

V_0 – az oldat térfogata.

Ezt a két koncentrációtípust a kémiai gyakorlat tette szükségessé, hiszen sok esetben a reakciókat vizes oldatban hajtjuk végre, melyben lényegtelen az oldószer mennyisége, csupán az adott térfogatban oldott anyag mennyisége a döntő.

(Megjegyzés: Míg az előző, tömeg-, anyagmennyiség- és térfogatszázalékos összetételnek nincs mértékegysége, addig e két utóbbi összetétel „valódi” koncentráció, tehát mértékegysége is van.)

- 1.81.A)** Számítsuk ki a $0,3 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavoldat tömegkoncentrációját!
- B)** Számítsuk ki az 5 g/dm^3 koncentrációjú salétromsavoldat koncentrációját (molaritását)!
- 2.82.A)** Hány mol/dm^3 koncentrációjú az az oldat, amelynek $500,0 \text{ cm}^3$ -e $2,00 \text{ g}$ nátrium-hidroxidot tartalmaz?
- B)** Hány mol/dm^3 -es az az oldat, amelynek $500,0 \text{ cm}^3$ -e $2,00 \text{ g}$ hidrogén-kloridot tartalmaz?
- C)** Mekkora annak az oldatnak a tömeg-, illetve anyagmennyiség-koncentrációja, amelynek $200,0 \text{ cm}^3$ -ét $11,7 \text{ g}$ nátrium-kloridból készítettek?
- 83.A)** Hány mol és hány g nátrium-hidroxidot tartalmaz $200,0 \text{ cm}^3$, $0,5 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat?
- B)** Hány mol és hány g hidrogén-kloridot tartalmaz $200,0 \text{ cm}^3$, $0,5 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavoldat?
- C)** Hány mol és hány dm^3 standardállapotú ammóniagázt tartalmaz $200,0 \text{ cm}^3$, $1,0 \text{ mol/dm}^3$ -es ammóniaoldat?
- 84.A)** Hogyan kell készíteni $500,0 \text{ cm}^3$, $0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-hidroxid-oldatot?
- B)** Hogyan készítsünk $250,0 \text{ cm}^3$, $0,2 \text{ mol/dm}^3$ -es kálium-nitrát-oldatot?
- C)** Hány dm^3 standardállapotú hidrogén-klorid-gáz szükséges 1110 cm^3 , $3,5 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósav előállításához?
- 85.A)** Hány cm^3 , $0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es konyhasóoldat készíthető $15,0 \text{ g}$ nátrium-kloridból?
- B)** Hány cm^3 , $0,2 \text{ mol/dm}^3$ -es ezüst-nitrát-oldat készíthető $10,0 \text{ g}$ ezüst-nitrátból?
- 3.86.A)** Hány g nátrium-hidroxidot és hány cm^3 desztillált vizet tartalmaz $400,0 \text{ cm}^3$, $1,04 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű, $1,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat?
- B)** Hány dm^3 standardállapotú hidrogén-klorid-gázból és hány cm^3 desztillált vízből készült az $1,035 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű, $2,00 \text{ mol/dm}^3$ -es sósav $2,000 \text{ dm}^3$ -e?

Ellenőrző feladatsor I.

(Alapfogalmak I.)

1. Egy ismeretlen vegyület 40,0 tömeg% szenet, 6,67 tömeg% hidrogént és 53,3 tömeg% oxigént tartalmaz.
 - a) Mi a vegyület sztöchiometriai képlete?
 - b) Mi a vegyület molekulaképlete, ha azt is tudjuk, hogy gőzének oxigéngázra vonatkoztatott sűrűsége 1,875?6 pont
2. Egy ismeretlen, a természetben is létező fémion $0,125$ mólja $9 \cdot 10^{23}$ db protont tartalmaz.
 - a) Melyik és mekkora tömegű fémionról van szó?
 - b) Hány darab elektront tartalmaz a feladatban szereplő mennyiségű fémion?9 pont
3. Ismeretlen fém $1,00$ g-ját klórgázzal reagáltatjuk. A keletkező terméket vízben oldjuk, és így $34,4 \text{ cm}^3$ $1,056 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű, 7,0 tömeg%-os oldatot kaptunk.
 - a) Hány g fém-kloridot kaptunk a reakció során?
 - b) Mekkora térfogatú, standardállapotú klórgáz használódott el?
 - c) Melyik fémről lehet szó a példában?10 pont
4. 20 g nátrium-hidroxidot feloldunk 100 cm^3 desztillált vízben ($\rho(\text{víz}) = 1,00 \text{ g/cm}^3$).
 - a) Számítsuk ki, hány tömeg%-os a keletkező oldat?
 - b) Határozzuk meg az oldat $n/n\%$ -os összetételét!
 - c) Számítsuk ki az oldat mol/dm^3 koncentrációját, ha tudjuk, hogy az oldat sűrűsége $1,182 \text{ g/cm}^3$!10 pont
5. Egy ionvegyület, mely 11,11 $m/m\%$ nitrogént, 3,18 $m/m\%$ hidrogént, 44,44 $m/m\%$ oxigént és 41,27 $m/m\%$ krómot tartalmaz, melegítve – még oxigénmentes térben is – hő- és fényjelenség kíséretében olyan krómvegyületté alakul, amely krómon kívül csak oxigént tartalmaz, és tömege a kiindulási vegyület 60,3%-a. A folyamat közben kétkomponensű, szintelen gázelegy távozik el.
 - a) Határozzuk meg a kiindulási vegyület képletét!
 - b) Határozzuk meg a krómtartalmú termék képletét!
 - c) Írjuk fel a reakció valószínű egyenletét!15 pont

12. AZ OLDATOK ÖSSZETÉTELE: A KONCENTRÁCIÓK ÁTVÁLTÁSA

Szükség lehet egy ismert összetételű oldat más koncentrációval történő jellemzésére is.

Ha valamelyik feladatot nem tudjuk megoldani, nézzük meg a megoldásoknál a példa kidolgozása előtt felsorolt rávezető kérdéseket!

87.A) Az $5,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kálium-hidroxid-oldat $1,216 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű.

Számítsuk ki az oldat:

- tömegkoncentrációját!
- tömegszázalékos összetételét!
- „mólszázalékos” összetételét!

B) A $0,50 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú salétromsavoldat sűrűsége $1,19 \text{ g/cm}^3$.

Számítsuk ki az oldat

- tömegkoncentrációját!
- tömegszázalékos összetételét!
- anyagmennyiség-százalékos összetételét!

88.A) A $3,00 \text{ n/n}\%$ -os kálium-bromid-oldat sűrűsége $1,288 \text{ g/cm}^3$.

Számítsuk ki az oldat

- tömegszázalékos összetételét!
- tömegkoncentrációját!
- mol/dm^3 -ben kifejezett koncentrációját!

B) A $0,20 \text{ n/n}\%$ -os ezüst-nitrát-oldat sűrűsége $1,014 \text{ g/cm}^3$.

Számítsuk ki az oldat

- tömegszázalékos összetételét!
- tömegkoncentrációját!
- anyagmennyiség-koncentrációját!

89.A) A $14,0 \text{ m/m}\%$ -os réz(II)-szulfát-oldat sűrűsége $1,154 \text{ g/cm}^3$.

Számítsuk ki az oldat

- $\text{n/n}\%$ -os összetételét!
- tömegkoncentrációját!
- mol/dm^3 -es koncentrációját!

B) Az $50,0 \text{ m/m}\%$ -os ecetsavoldat sűrűsége $1,0575 \text{ g/cm}^3$.

Számítsuk ki az oldat

- „mólszázalékos” összetételét!
- tömegkoncentrációját!
- anyagmennyiség-koncentrációját!

90.A) A $70,0$ térfogatszázalék etil-alkoholt tartalmazó etanol-víz elegy sűrűsége $0,880 \text{ g/cm}^3$, az abszolút alkoholé $0,789 \text{ g/cm}^3$. Számítsuk ki az oldat

- tömegszázalékos összetételét!
- anyagmennyiség-százalékos összetételét!
- tömegkoncentrációját!
- mol/dm^3 -ben kifejezett koncentrációját!

- B)** A 60,0 V/V%-os ecetsavoldat sűrűsége $1,0637 \text{ g/cm}^3$, a tiszta ecetsavé (jégecet) $1,0497 \text{ g/cm}^3$.

Számítsuk ki az oldat

- a) tömegszázalékos összetételét!
- b) „mólszázalékos” összetételét!
- c) tömegkoncentrációját!
- d) mol/dm^3 -es koncentrációját!

13. TELÍTETT OLDATOK: AZ OLDHATÓSÁG

Adott hőmérsékleten, adott oldószer a legtöbbször nem képes korlátlanul oldani más anyagokat: az oldódás egyensúlyra vezet. Az olyan oldatokat, amelyek összetételük megegyezik a szilárd anyaggal – adott hőmérsékleten – egyensúlyban lévő oldat összetételével, *telített oldat*nak nevezzük.

Az *anyagok oldhatóságát* többféleképpen is megadhatjuk:

1. A telített oldat *tömegszázalékos* összetételével, vagy
2. *100 g oldószer* által telítésig (azaz egyensúlyig) *feloldható anyag tömegével*.

Az oldhatóság mellett fel kell tüntetni a hőmérsékletet is, amelyre vonatkozik.

- 1.91.** Hány g 20°C -on telített konyhasóoldatban van 36,0 g nátrium-klorid, ha a só oldhatósága ezen a hőmérsékleten: 36,0 g NaCl/100,0 g víz?
- 2.92.A)** Hány tömegszázalékos a 20°C -on telített nátrium-klorid-oldat? (Az oldhatóságot lásd a 91. feladatnál.)
- B)** Hány $m/m\%$ -os a 20°C -on telített kálium-nitrát-oldat? (20°C -on 100,0 g víz 31,6 g kálium-nitrátot old.)
- 93.A)** Hány g higany (II)-kloridot old 20°C -on 100,0 g víz, ha ezen a hőmérsékleten a telített oldat 6,5 $m/m\%$ -os?
- B)** Mekkora a kálium-permanganát (KMnO_4) oldhatósága 20°C -on 100,0 g vízben, ha ezen a hőmérsékleten a telített oldat 5,0 $m/m\%$ -os?
- 3.94.A)** Hány g kálium-nitrátra és hány cm^3 vízre van szükség, ha 400,0 g 20°C -on telített oldatot akarunk készíteni? (20°C -on 100,0 g víz 31,6 g kálium-nitrátot old.)
- B)** Hány g ezüst-nitrátra és hány cm^3 vízre van szükség, ha 45,0 g 80°C -on telített oldatot akarunk készíteni? (80°C -on 100,0 g víz 669 g ezüst-nitrátot old.)
- 4.95.A)** Hány mol/dm^3 -es a 20°C -on telített ezüst-nitrát-oldat? 100 g víz 20°C -on 222 g ezüst-nitrátot old, és a telített oldat sűrűsége $1,92 \text{ g/cm}^3$.
- B)** 100 g víz 20°C -on 144 g kálium-jodidot old. A telített oldat sűrűsége $1,73 \text{ g/cm}^3$. Számítsuk ki a telített oldat mol/dm^3 -es koncentrációját!
- 96.A)** Telített-e 40°C -on a 25,0 $m/m\%$ -os kálium-klorid-oldat? 40°C -on 100 g víz 42,6 g kálium-nitrátot old.
- B)** Telített-e 20°C -on az $5,875 \text{ mol/dm}^3$ -es, $1,175 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű ammónium-nitrát-oldat, ha 20°C -on 100 g víz 192 g ammónium-nitrátot old?

14. AZ OLDATOK KEVERÉSE

Keverjünk össze két (m_1 és m_2 tömegű) oldatot, melyek w_1 és w_2 tömegszázalékos összetételűek.

Az új oldat

tömege: $m_1 + m_2$ (azaz összeadódnak),

összetétele: w_3 ($m/m\%$ -ban).

Az egyes oldatokban lévő oldott anyagok tömege (x , y , z):

az 1. oldatban:

$$\frac{x}{m_1} = \frac{w_1}{100}, \text{ így} \quad x = \frac{w_1 \cdot m_1}{100} \text{ (gramm),}$$

a 2. oldatban:

$$\frac{y}{m_2} = \frac{w_2}{100}, \text{ ebből} \quad y = \frac{w_2 \cdot m_2}{100} \text{ (gramm),}$$

az új, azaz a 3. oldatban:

$$\frac{z}{m_1 + m_2} = \frac{w_3}{100}, \text{ melyből} \quad z = \frac{w_3 \cdot (m_1 + m_2)}{100} \text{ (gramm).}$$

Másfelől tudjuk azt, hogy $x + y = z$. Ebbe az összefüggésbe az ismert adatkat behelyettesítve:

$$\frac{m_1 \cdot w_1}{100} + \frac{m_2 \cdot w_2}{100} = \frac{(m_1 + m_2) \cdot w_3}{100},$$

illetve egyszerűsítve a

$$\boxed{m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3}$$

egyenlethez jutunk.

Ez az – ún. „keverési” – egyenlet – megfelelő átalakításokkal – nemcsak oldatok keverésénél, hanem töményítésnél és hígításnál, sőt átkristályosításnál és a kristályvíz-tartalmú sókkal kapcsolatos számításoknál is jól használható!

- 1.97.A) Összekevertünk 250,0 g 10 $m/m\%$ -os és 630,0 g 18 $m/m\%$ -os cukoroldatot. Határozzuk meg ennek tömeg%-os összetételét!
- B) Összeöntünk 0,250 kg 20,0 $m/m\%$ -os, 450,0 g 30,0 $m/m\%$ -os és 500,0 g 80,0 $m/m\%$ -os oldatot. Mi lesz a keletkező oldat tömegszázalékos összetétele?
- 98.A) Milyen lesz annak az oldatnak a tömeg%-os összetétele, melyet úgy készítettek, hogy 22,5 kg 48,0 $m/m\%$ -os oldatot 12,5 kg vízzel hígítottak?
- B) Milyen annak az oldatnak az összetétele, melyet úgy állítottak elő, hogy 50,0 kg 92,0 $m/m\%$ -os oldatot 10,0 kg vízzel hígítottak?

- 99.A) Mekkora annak az oldatnak a tömegszázalékos cukortartalma, amelyet úgy állítottak elő, hogy 65,0 kg 42,0 m/m%-os cukoroldatban még 55,0 kg cukrot oldottak fel?
- B) 40,0 kg 5,0 m/m%-os konyhasóoldatban még feloldunk 1,0 kg nátrium-kloridot. Milyen a keletkező oldat tömeg%-os összetétele?
- 100.A) 100,0 kg 35,0 m/m%-os cukoroldatból – állás közben – víz párologott el, s közben tömege 6,0 kg-mal csökkent. Milyen a maradék oldat tömegszázalékos cukortartalma?
- B) 450,0 g 5,0 m/m%-os konyhasóoldatból elpárologtatunk 100,0 g vizet. Milyen a maradék oldat tömegszázalékos összetétele?
- 101.A) Hány g víz szükséges ahhoz, hogy 300,0 g 40,0 m/m%-os nátronlúgot 22,0 m/m%-osra hígítsunk?
- B) Hány g vízzel lehet 200,0 g 50,0 m/m%-os kénsavoldatot 10,0 m/m%-osra hígítani?
- 102.A) Hány g 15,0 m/m%-os oldatot kell kevernünk 150,0 g 30,0 m/m%-os oldathoz, ha 22,0 m/m%-os oldatot akarunk előállítani?
- B) Hány g 50,0 m/m%-os oldatot kell 300,0 g 40,0 m/m%-os oldathoz kevernünk, ha 42,0 m/m%-os oldatot akarunk előállítani?
- C) Hány g cukrot kell még 300,0 g 40,0 m/m%-os oldatban feloldani, ha 42,0 m/m%-os oldatot kívánunk készíteni?
- 3.103.A) 500 g 23,0 m/m%-os oldatot hány g 15,0 m/m%-os és hány g 30,0 m/m%-os oldat összekeverésével állíthatunk elő?
- B) 150,0 cm³ desztillált vizünk van. 40,0 m/m%-os oldat hígításával hány g 25,0 m/m%-os oldatot állíthatunk elő ezzel a desztillált vízzel?
- C) 200,0 g cukorral hány g 40,0 m/m%-os oldat készíthető 15,0 m/m%-os oldatból való töményítéssel?
- 104.A) Hány g vizet kell elpárologtatni ahhoz, hogy 200,0 kg 10,0 m/m%-os cukorlé 60,0 m/m%-osra töményedjen?
- B) Hány g vizet kell elpárologtatni ahhoz, hogy 150,0 g 5,00 m/m%-os nátrium-klorid-oldat 10,0 m/m%-osra töményedjen?
- 4.105.A) A szertárban 10 m/m%-os konyhasóoldatot találtunk. Hogyan készíthetünk ebből a legegyszerűbben 200 g 20 m/m%-os oldatot,
- a) ha szilárd konyhasót nem találunk a szertárban?
- b) ha van szilárd konyhasó is?
- B) A szertárban egy bizonyos sót szilárd halmazállapotban nem találunk, viszont találunk 500–500 g-ot 5,0 m/m%-os és 40,0 m/m%-os oldatából. Hogyan készíthetünk el a lehető legnagyobb tömegű 12,0 m/m%-os oldatot?
- 5.106.A) Hány g vizet kell elpárologtatni 100 g 5,0 m/m%-os konyhasóoldatból, hogy 20 °C-on még ne induljon meg a kristálykiváltás? (20 °C-on 100 g víz 36,0 g nátrium-kloridot old.)
- B) Hány g vizet kell elpárologtatni 200,0 g 25,0 m/m%-os kalcium-klorid-oldatból, hogy 60 °C-on éppen meginduljon a kristálykiválás? 60 °C-on 100,0 g víz 136,8 g kalcium-kloridot old.
- C) Megindul-e 20 °C-on a kristálykiválás, ha 250,0 g 16,0 m/m%-os ólom(II)-nitrát-oldatból 100,0 g vizet elpárologtatunk? (20 °C-on 100,0 g víz 56,5 g ólom(II)-nitrátot old.)

- 107.A)** 100,0 g 30,0 $m/m\%$ -os kálium-bromid-oldatba még 10,0 g kálium-bromidot szórunk. Feloldódik-e az összes kálium-bromid 20 °C-on? (20 °C-on az oldhatóság: 65,2 KBr/100,0 g víz.)
- B)** A telített ammónium-szulfát-oldat 20 °C-on 43,0 $m/m\%$ -os. 350,0 g 10 tömegszázalékos oldathoz 200,0 g ammónium-szulfátot adva feloldódik-e az összes só?
- 6.108.A)** 0,500 dm³, 1,40 g/cm³ sűrűségű, 65,0 $m/m\%$ -os salétromsavoldatot hígítunk 12,0 $m/m\%$ -osra. Hány cm³ vízre van ehhez szükségünk?
- B)** Összekeverünk 100,0 cm³ 90,0 $m/m\%$ -os, 1,820 g/cm³ sűrűségű és 100,0 cm³ 48,0 $m/m\%$ -os, 1,380 g/cm³ sűrűségű kénsavoldatot. A keletkező oldat sűrűségét 1,637 g/cm³-nek mértük. Mekkora térfogatú és milyen tömeg%-os kénsavtartalmú oldat keletkezik?
- C)** Hány cm³ 98,0 tömeg%-os, 1,83 g/cm³ sűrűségű kénsavoldat és hány cm³ víz szükséges ahhoz, hogy 2,0 dm³ 20,0 $m/m\%$ -os, 1,14 g/cm³ sűrűségű oldatot kapjunk?
- D)** Hány cm³ 11,0 $m/m\%$ -os, 1,12 g/cm³ sűrűségű és hány cm³ 50,0 $m/m\%$ -os, 1,527 g/cm³ sűrűségű nátrium-hidroxid-oldatot kell összekeverni 100,0 cm³ 36,0 $m/m\%$ -os, 1,390 g/cm³ sűrűségű oldat előállításához?
- 7.109.A)** Összekeverünk 100 g 10 $n/n\%$ -os és 100 g 20 $n/n\%$ -os nátrium-hidroxid-oldatot. Hány $m/m\%$ -os, illetve $n/n\%$ -os a keletkező oldat?
- B)** Összekeverünk 100 g 10 $n/n\%$ -os és 200 g 20 $n/n\%$ -os kénsavoldatot. Hány $m/m\%$ -os és hány $n/n\%$ -os a keletkező oldat?
- 110.A)** Hány g 5,0 $n/n\%$ -os és hány g 10,0 $n/n\%$ -os nátrium-hidroxid-oldatot kell összekeverni 100,0 cm³ 15,0 $m/m\%$ -os, 1,164 g/cm³ sűrűségű oldat előállításához?
- B)** Hány g 3,0 $n/n\%$ -os és hány g 10,0 $n/n\%$ -os konyhasóoldatot kell összekeverni 150,0 g 6,0 $n/n\%$ -os oldat előállításához?

15. HÍG OLDATOK KÉSZÍTÉSE TÖMÉNY OLDATOKBÓL

Vannak olyan esetek, amikor felesleges az előbbi képletbe helyettesíteni az adatokat. Vagy kevés az ehhez szükséges adat, vagy bonyolultabb lenne a koncentrációkat tömegszázalékra átszámítani, mint a számolást más módon elvégezni. Ebben az esetben is igaz, hogy hígításkor az oldószer mennyisége növekszik ugyan, de az oldott anyag mennyisége változatlan.

- 1.111.A)** 10,0 cm³, 98,0 $m/m\%$ -os, 1,83 g/cm³ sűrűségű tömény kénsavoldatot vízzel 1,000 dm³-re hígítunk. Számítsuk ki a keletkező oldat mol/dm³-es koncentrációját! (Ha nem tudjuk megoldani, a megoldásnál a kidolgozás előtt rávezető kérdéseket is találunk!)
- B)** 25,0 cm³, 96,0 tömeg%-os, 1,059 g/cm³ sűrűségű ecetsavoldatból 500,0 cm³ híg oldatot készítünk. Mekkora a keletkező oldat anyagmennyiség-koncentrációja?
- 112.A)** Hány cm³ 98,0 $m/m\%$ -os, 1,83 g/cm³ sűrűségű tömény kénsavoldatot kell felhígítani 5,00 dm³-re, ha 1 mol/dm³-es oldatot akarunk előállítani?
- B)** Mekkora térfogatú 68,1 $m/m\%$ -os, 1,405 g/cm³ sűrűségű salétromsavoldat szükséges 250,0 cm³ 2,0 mol/dm³ koncentrációjú oldat előállításához?

- 113.A) $100,0 \text{ cm}^3$ $68,1 \text{ m/m}\%$ -os, $1,405 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű salétromsavoldat áll rendelkezésünkre. Legfeljebb mekkora térfogatú, $0,50 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatot állíthatunk elő ebből?
- B) $150,0 \text{ cm}^3$, $37,0 \text{ m/m}\%$ -os, $1,185 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű tömény sósavoldatból legfeljebb mekkora térfogatú $2,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatot állíthatunk elő?
- 2.114.A) Hány mol/dm^3 -es az a salétromsavoldat, amelyet négyszeres térfogatra hígítva $3,60$ tömeg%-os, $1,02 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű oldat keletkezik?
- B) Hány mol/dm^3 -es az a kénsavoldat, amelyet négyszeres térfogatra hígítva $10,51 \text{ m/m}\%$ -os, $1,07 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű oldat keletkezik?
- 115.A) Azonos térfogatú desztillált vizet és tömény nátrium-hidroxid-oldatot összeöntve a matematikailag vártnál 5% -kal kisebb térfogatú oldat keletkezett, melynek sűrűsége $1,33 \text{ g/cm}^3$, nátrium-hidroxid-tartalma pedig $30,0 \text{ m/m}\%$ volt. Hány tömeg%-os volt az eredeti, tömény lúgoldat?
- B) Azonos térfogatú desztillált vizet és ismeretlen koncentrációjú kénsavoldatot összeöntve a térfogatok matematikai összegénél $2,06\%$ -kal kisebb térfogatú oldatot kapunk. Ennek sűrűségét megmérve, az $1,335 \text{ g/cm}^3$ -nek adódott, mely táblázat alapján a $43,2 \text{ m/m}\%$ -os kénsavoldatnak felel meg. Hány tömegszázalékos volt a kiindulási kénsavoldat?
- 3.116.A) Hány cm^3 $40,0 \text{ m/m}\%$ -os, $1,18 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű sósavoldatot kell adni $1,000 \text{ dm}^3$ desztillált vízhez, hogy $10,0 \text{ mol/dm}^3$ -es, $1,16 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű oldatot kapjunk?
- B) Hány cm^3 $2,186 \text{ mol/dm}^3$ -es, $1,126 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű kénsavoldatot kell 1000 cm^3 vízhez kevernünk, hogy pontosan $4,80 \text{ m/m}\%$ -os kénsavoldat képződjön? A $4,80 \text{ m/m}\%$ -os oldat sűrűsége $1,030 \text{ g/cm}^3$.

16. AZ OLDHATÓSÁG HŐMÉRSÉKLETFÜGGÉSE

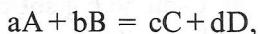
(A számításoknál a hőmérséklet-változások közben a víz párolgásából eredő veszteségektől tekintünk el!)

- 1.117.A) $50,0 \text{ cm}^3$ desztillált vízbe kálium-bikromátot szórunk. $50 \text{ }^\circ\text{C}$ -on megvárjuk az oldódási egyensúly beállítását, majd leszűrjük az oldatot. Ezután az oldatot $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtjük. Hány g kálium-bikromát kristályosodik ki? ($100,0 \text{ g}$ víz $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $5,00 \text{ g}$, $50 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $34,0 \text{ g}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ot old.)
- B) Hány g kálium-nitrát oldható fel $80 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 120 cm^3 vízben? Hány %-át kapjuk vissza a feloldott sónak, ha a $80 \text{ }^\circ\text{C}$ -on telített oldatot $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtjük? (100 g víz $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $31,6 \text{ g}$, $80 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $169,0 \text{ g}$ KNO_3 -ot old.)
- 2.118.A) Hány g kálium-bikromát kristályosodik ki, ha 100 g $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -on telített oldatot $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtünk? A telített oldat $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $4,76 \text{ m/m}\%$ -os, $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $44,4 \text{ m/m}\%$ -os.
- B) Hány g kálium-bromid oldható fel még abban a 100 g $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on telített oldatban, melyet $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra melegítünk? A telített kálium-bromid-oldat $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $39,5$ tömeg%-os, $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $51,0 \text{ m/m}\%$ -os.

- 3.119.A) Mekkora tömegű kálium-nitrát kristályosodik ki, ha 100,0 g 80 °C-on telített oldatot 20 °C-ra hűtünk? 20 °C-on 100,0 g víz 31,6 g, 80 °C-on 169,0 g kálium-nitrátot old.
- B) Hány g ólom(II)-nitrát válik ki, ha 200,0 g 80 °C-on telített oldatot 20 °C-ra hűtünk? 80 °C-on 100,0 g víz 115,0 g, 20 °C-on 56,6 g sót old.
- 120.A) Ha 50,0 g 20 °C-on telített kálium-nitrát-oldatot 100 °C-ra melegítünk, még hány g sót oldhatunk benne? (20 °C-on 100,0 g víz 31,6 g, 100 °C-on 246 g sót old.)
- B) Ha 100,0 g 20 °C-on telített kálium-bikromát-oldatot 80 °C-ra melegítünk, még hány g sót oldhatunk benne? (20 °C-on 100,0 g víz 12,0 g, 80 °C-on 100,0 g víz 61,0 g $K_2Cr_2O_7$ -ot old.)
- 121.A) 150,0 cm³ desztillált vízben feloldunk 16,5 g ammónium-kloridot. Az oldatot ezután felmelegítjük 60 °C-ra. Az eredetileg feloldódott ammónium-kloridnak még hány-szorosát oldhatjuk fel ebben az oldatban, ha tudjuk, hogy a 60 °C-on telített oldat 35,48 tömeg%-os?
- B) 10,0 g 10 m/m%-os ezüst-nitrát-oldatban még hány g ezüst-nitrát oldható fel 80 °C-on, ha 100,0 g víz ezen a hőmérsékleten 669 g sót old?
- 122.A) Mennyi a nátrium-hidrogén-karbonát oldhatósága 20 °C-on, ha 100,0 g 60 °C-on telített oldatot 20 °C-ra hűtve 5,75 g nátrium-hidrogén-karbonát válik ki? 60 °C-on a telített oldat 14,01 m/m%-os.
- B) 100 °C-on 100,0 g víz 34,2 g bárium-nitrátot old. Ha 200,0 g 100 °C-on telített oldatát 20 °C-ra hűtjük, 37,26 g bárium-nitrát kristályosodik ki. Hány g bárium-nitrátot old 20 °C-on 100,0 g víz?
- 123.A) 200 g 50 °C-on telített nátrium-nitrát-oldatot 0 °C-ra hűtünk. Hány g só kristályosodik ki? Még legalább hány cm³ desztillált vizet kell 0 °C-on ehhez a rendszerhez adni, hogy ezen a hőmérsékleten az összes szilárd anyag feloldódjon? (100,0 g víz 0 °C-on 73,0 g, 50 °C-on 114,0 g $NaNO_3$ -ot old.)
- B) 50,0 cm³ 20 °C-os (1,0 g/cm³ sűrűségű) desztillált vízbe 4,00 g kálium-permanganátot szórunk. Feloldódik-e az összes só? Ha nem, mennyi marad feloldatlanul?
Ezután az edény tartalmát 50 °C-ra melegítjük. Még hány g hipermangánt szórhatunk az edénybe, ami feloldódik?
(A $KMnO_4$ telített oldata 20 °C-on 6,0 m/m%-os, 50 °C-on 14,5 m/m%-os.)
- 4.124.A) Ólom(II)-nitrátot átkristályosítással tisztítunk. Legalább hány g ólom(II)-nitrátból kell oldatot készíteni, ha 100 °C-ról 20 °C-ra hűtve az oldatot 100,0 g tiszta, átkristályosított ólom(II)-nitrátot akarunk nyerni?
(100 °C-on 100,0 g víz 138,8 g ólom(II)-nitrátot old, 20 °C-on a telített oldat 36,1 m/m%-os.)
- B) A telített ammónium-nitrát-oldat 20 °C-on 65,75 m/m%-os, 80 °C-on 85,29 m/m%-os. Legalább hány g ammónium-nitrátból kell kiindulni, ha azt akarjuk, hogy 80 °C-ról 20 °C-ra hűtve az oldatot 50,0 g átkristályosított sót kapjunk?

17. A KÉMIAI EGYENLET HASZNÁLATA A SZTÖCHIOMETRIAI SZÁMÍTÁSOKBAN I.

Tekintsük az alábbi általános egyenletet:



ahol A, B, C és D a *képleteket*, a, b, c és d a sztöchiometriai számokat jelölik. Minthogy a sztöchiometriai számok (amelyek kis egész számok) *aránya* megegyezik a reakcióban részt vevő, illetve keletkező elemek, vegyületek (A, B, C, D) *anyagmennyiségének arányával*:

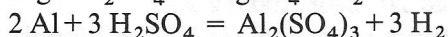
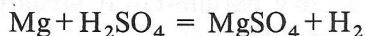
$$a:b:c:d = n_A:n_B:n_C:n_D,$$

célszerű a feladatokban szereplő összes mennyiséget (tömeget, térfogatot) anyagmennyiségre váltani. Ezek értékéből a kérdéses anyag anyagmennyiségét az egyenletben szereplő sztöchiometriai számok aránya alapján könnyen kiszámíthatjuk.

Az átváltogatás kissé hosszadalmasnak tűnik a legegyszerűbb feladatoknál, de összetettebb, vagy több adat kiszámítását kérő példánál megtérül ez a „kényelmetlenség”.

Feladatok

A következő példákhoz tekintsük az alábbi egyenleteket!

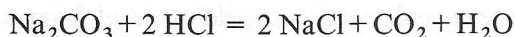


- 1.125.A) Mekkora anyagmennyiségű hidrogén fejlődik 0,3 mol alumíniummal?
B) Mekkora anyagmennyiségű alumínium-szulfát képződik 0,4 mol alumíniummal?
- 2.126.A) Hány mol kénsav szükséges 1,5 g alumínium teljes feloldásához?
B) Hány mol alumínium szükséges 1,9 g alumínium-szulfát előállításához?
C) Hány mol hidrogénmolekula képződik 1,35 g alumíniummal?
- 127.A) Hány dm³ standardállapotú hidrogéngáz képződik 1,00 g alumíniummal fölös mennyiségű kénsavoldatból?
B) Hány g alumínium szükséges 14,7 dm³ standardállapotú hidrogéngáz előállításához?
C) Hány g magnézium-szulfát képződik, ha 5,00 g magnéziumot kénsavoldatban oldunk?
- 128.A) 1,80 g alumíniumot kénsavoldattal reagáltatunk. Számítsuk ki, hány g alumínium-szulfát és hány dm³ standardállapotú hidrogéngáz fejlődik?
B) 490,0 cm³ standardállapotú hidrogéngáz előállításához hány g alumíniumra és hány mol kénsavra van szükség? Hány g alumínium-szulfát keletkezik eközben?
- 3.129.A) 1,35 g alumínium teljes feloldásához elvileg hány cm³ 2,00 mol/dm³ koncentrációjú kénsavoldat szükséges?
B) 150,0 cm³ 1,00 mol/dm³-es kénsavoldattal elvileg hány g alumínium reagálhat?

- 4.130.A) Mikor fejlődik több hidrogéngáz: ha 4,00 g magnéziumot vagy ha 4,00 g alumíniumot kísérelünk meg feloldani 100,0 cm³ 1,00 mol/dm³-es kénsavoldatban?
- B) 200,0 cm³ 2,00 mol/dm³-es kénsavoldatba 8,00 g magnéziumot, illetve 8,00 g alumíniumot dobunk. Melyik esetben fejlődik több hidrogéngáz?

18. A KÉMIAI EGYENLET HASZNÁLATA A SZTÖCHIOMETRIAI SZÁMÍTÁSOKBAN II.

A következő feladatokhoz tekintsük az alábbi egyenletet!



- 1.131.A) 0,2 mol nátrium-karbonát milyen anyagmennyiségű szén-dioxid előállításához elegendő?
- B) 0,2 mol szén-dioxid előállításához hány mól oldott hidrogén-kloridra van szükség?
- 2.132.A) 4,24 g nátrium-karbonát hány dm³ standardállapotú szén-dioxid fejlesztéséhez elegendő?
- B) 5,00 dm³ standardállapotú szén-dioxid fejlesztéséhez hány mól oldott hidrogén-kloridra van szükség?
- 3.133.A) 3,53 g nátrium-karbonát teljes feloldásához hány cm³ 2,00 mol/dm³ koncentrációjú sósavoldatra lenne szükség?
- B) 250,0 cm³ 2,00 mol/dm³ koncentrációjú sósavval elvileg hány g nátrium-karbonátot reagáltathatunk maradéktalanul, és mekkora térfogatú standardállapotú gáz fejlődik ekkor?
- 4.134.A) 200,0 cm³ 2,00 mol/dm³-es sósavoldatban 4,24 g nátrium-karbonátot oldunk fel. Ha az oldat térfogatváltozását elhanyagoljuk, hány mol/dm³-es lesz a reakció lezajlása után az oldat a benne oldott különböző vegyületekre nézve?
- B) 500,0 cm³ 4,00 mol/dm³-es sósavoldatban 5,30 g nátrium-karbonátot oldunk fel. Ha a reakció után az oldat térfogatát változatlanul tekintjük, hány mol/dm³-es lesz az oldat a benne oldott állapotban lévő különböző vegyületekre nézve? (Feltételezzük az összes szén-dioxid eltávozását!)
- 5.136.A) 200,0 cm³ 20 m/m%-os, 1,10 g/cm³ sűrűségű sósavoldattal 55,00 g nátrium-karbonátot reagáltatunk. Mekkora térfogatú, standardállapotú szén-dioxid fejlődik, és mekkora lesz a visszamaradó oldat tömeg%-os sav- és sótartalma?
- B) 200,0 cm³, 20 m/m%-os, 1,10 g/cm³ sűrűségű sósavoldattal éppen annyi nátrium-karbonátot reagáltatunk, hogy a hidrogén-klorid fele megmaradjon. Számítsuk ki, mekkora tömegű nátrium-karbonát szükséges ehhez, mekkora térfogatú, standardállapotú szén-dioxid képződik a reakció során, és milyen lesz a maradék oldat tömegszázalékos sav- és sótartalma?

A kémiai számítások elengedhetetlen feltétele a helyes reakcióegyenlet pontos felírása. Aki ebben bizonytalan, megtanulhatja az itt következő elméleti kiegészítés-

ből. Aki gyakorlott a kémiai egyenletek írásában, a 56. oldalon folytathatja azokkal a feladatokkal, amelyeket a fenti feladattípusok megértése (és a példában szereplő reakció egyenletének helyes felírása) után mindenki könnyen megoldhat.

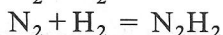
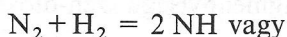
A kémiai egyenletek

I. A kémiai számításokhoz használt ún. *sztoichiometriai egyenletekben* a reagáló és a keletkezett anyagok anyagmennyiség-arányát tüntetjük fel.

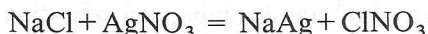
A) Az egyenletek felírásánál figyelembe kell venni

1. *a reakcióban szereplő anyagok képletét:*

Nem egyszerűsíthetjük le az egyenletrendezést például azzal, hogy a matematikailag (anyagmegmaradás szerint) helyes



egyenletet írjuk fel, mivel az ammónia képlete NH_3 . Ugyancsak elvileg hibás a



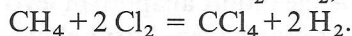
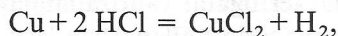
egyenlet, hiszen ionvegyületek nem állhatnak csupa pozitív (Na^+ és Ag^+), illetve csupa negatív (Cl^- és NO_3^-) ionból.

2. *a kémiára is érvényes megmaradási törvényeket:*

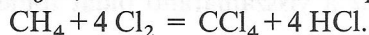
A *tömegmegmaradás* és az *elemek átalakíthatatlanságának* törvénye együttesen azt jelenti, hogy az *egyenlet két oldalán* az egyes *elemek* elemi vagy kötött állapotban lévő *atomjainak száma* és így a *két oldal tömege is megegyezik*. (Nem jelenti ez a két oldalon lévő molekulák számának egyenlőségét! Pl. a $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{SO}_3$ helyesen rendezett egyenlet, mivel mindkét oldalon 2 S és 6 O van. Ugyanakkor 3 mol anyagból 2 mol anyag keletkezik, tehát a molekulák száma csökken a reakció során.)

3. *a kémiai reakciók törvényszerűségeit:*

A csupa helyes képletet tartalmazó és jól rendezett egyenlet is lehet elvileg hibás:



A kémia törvényszerűségeinek (pl. elektródpotenciálok, reakciómechanizmus) ismeretében megállapítható, hogy az első reakció általában *nem megy végbe*, a második reakciónál pedig nem keletkezik hidrogéngáz:



Fontos tudni, hogy csak a valóban lejátszódó kémiai folyamatok egyenleteit írhatjuk fel!

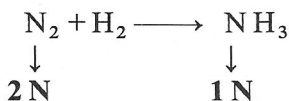
B) Tekintsük át, hogyan rendezünk egyszerűbb kémiai egyenleteket!

1. Írjuk fel a reagáló anyagok és a termékek *helyes* képletét!



2. Egyeztessük valamelyik elem elemi állapotban, illetve kötésben lévő atomjainak számát a két oldalon, majd folytassuk a többi elemmel mindaddig, amíg mindkét oldalon az azonos atomok száma megegyezik.

a) Ebben az esetben gyakorlatilag mindegy, mivel kezdjük az egyeztetést:
– pl. a nitrogén egyeztetése:



[!]

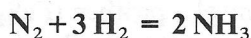
A két oldal megegyezése érdekében a jobb oldalon is két nitrogént kell vennünk: mivel a N kötésben van, az egész molekulát kell megdupláznunk:



– ezek után a hidrogén egyeztetése következik:

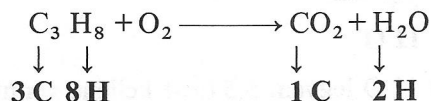


A két oldal egyezése érdekében a bal oldalon is 6 H-t, azaz 3 H₂-t kell vennünk:

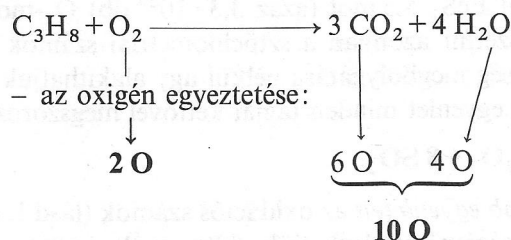


b) A második egyenletnél *fel kell ismerni*, hogy nem célszerű az oxigén egyeztetésével kezdeni az egyenletrendezést, mivel a jobb oldalon két vegyület tartalmaz oxigént, s e két vegyület aránya nem tetszőleges, hanem a C₃H₈-től függ, azaz 3:4. Ehelyett a kreativitást is igénylő felismerés helyett jól alkalmazható az a módszer¹, hogy az egyenletrendezést mindig a legbonyolultabb, azaz a legtöbb és legtöbbféle atomból álló anyaggal kezdjük, azaz abból veszünk 1-et.

– a szén és a hidrogén egyeztetése:

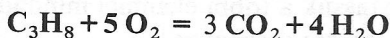


Az egyenlőség érdekében 3 CO₂-ot és $\frac{8}{2} = 4$ H₂O-et kell vennünk:

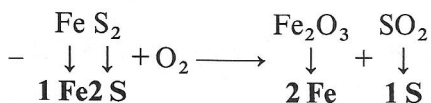


¹ Dr. Tóth Zoltánnak (KLTE, Debrecen) az 1994 augusztusában Mezőtúron megrendezett Kémia-tanári Konferencián tartott előadása alapján.

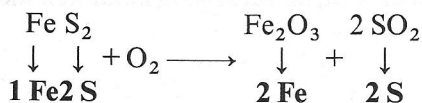
Az egyenlőség érdekében a bal oldalon 5 O₂-t kell vennünk:



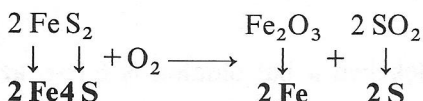
c) A harmadik egyenletben ismét fel kell ismerni, hogy a vas és a kén egyeztetésével kell kezdenünk:



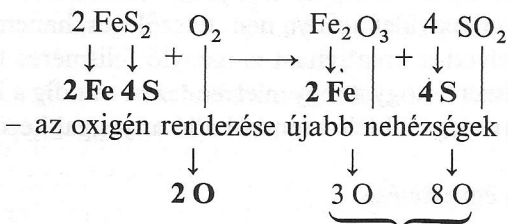
A kén szempontjából elegendő lenne 2 SO₂-ot vennünk:



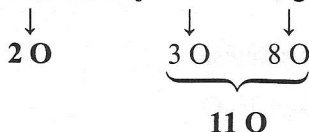
de a vas rendezése (bal oldalon 2 FeS₂)



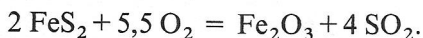
ismét felborítja a kénatomok egyenlőségét, mivel a piritben (FeS₂) a vas és a kén meghatározott arányban szerepelnek és együtt változik számuk, ezért végül is 4 SO₂-ot kell írni az egyenletben:



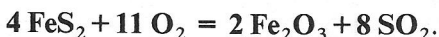
– az oxigén rendezése újabb nehézségek elé állít bennünket:



Ahhoz, hogy a bal oldalon is 11 O legyen, 5,5 O₂-t kellene vennünk:



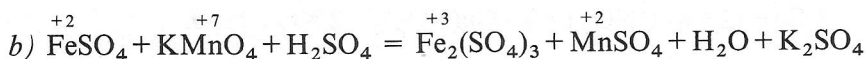
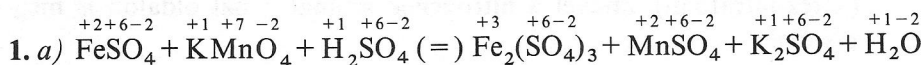
Az egyenlet matematikailag helyes, sőt kémiai értelmet is adhatunk az 5,5-es „együtthatónak”: 2 mol FeS₂ 5,5 mol (azaz 3,3 · 10²⁴ db) O₂-molekulával reagál. Megállapodás szerint azonban a sztöchiometriai számok kis egész számok, így az egyenlőség megbolygatása nélkül úgy alakíthatjuk az 5,5-öt egész számmá, hogy az egyenlet minden tagját kettővel megszorozzuk:



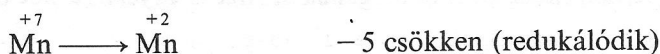
C) *A redoxireakciók bonyolultabb egyenleteit az oxidációs számok (lásd I. osztályos gimnáziumi tankönyv) segítségével rendezhetjük, felhasználva azt az összefüggést, hogy egy reakcióban az oxidáció során leadott és a redukció során felvett elektronok száma megegyezik, vagyis az egyik anyag oxidációs szám-növekedése megegyezik a másik anyag oxidációs számának csökkenésével.*

- a) Írjuk fel a reagáló anyagok és a termékek helyes képletét és írjuk a képletek fölé az egyes atomok oxidációs számát!
- b) Válasszuk ki azokat az atomokat, amelyeknek megváltozik az oxidációs száma, azaz redoxireakcióban vesznek részt! (A fenti egyenleteken bekarikázhatjuk a kérdéses oxidációs számokat, vagy eleve csak ezeket a „változó” oxidációs számokat jelöljük).
- c) Állapítsuk meg a redoxireakcióban részt vevő vegyületek együtthatóit úgy, hogy az oxidációszám-változások megegyezzenek!
- d) Ha eddig eljutottunk, akkor azoknak az atomoknak, melyek redoxireakcióban (is) részt vesznek, azaz oxidációs számuk megváltozik, meg kell egyeznie. Ezeket a továbbiakban többszörözni TILOS! Csak az egyenlet teljes többszörözésekor szabad változtatni együtthatóikon. Most következik a redoxireakciókban részt nem vevő atomok (pl. H, O, K) egyeztetése a korábbiakban leírtak szerint.

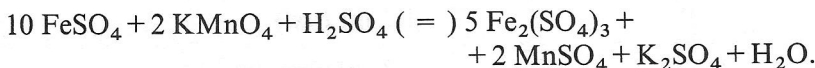
Nézzünk néhány konkrét példát:



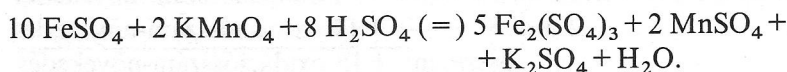
az oxidációs szám változása:



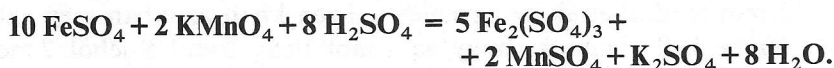
- c) Igen egyszerű a helyzet, mivel a Fe-ből ötszörös mennyiség éppen fedezi a mangán elektronfelvételét. *Bonyolítja* azonban a helyzetet, hogy a termék $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, amelyből ekkor 2,5 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ -t kellene venni, így *mindent duplázva* jutunk el a következőhöz:



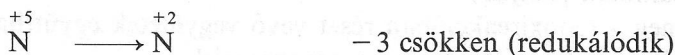
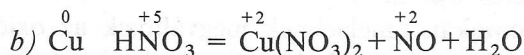
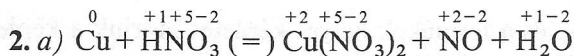
- d) A *szulfátionok*: a jobb oldalon 18SO_4^{2-} van (beszámítva azt a K_2SO_4 -ot is, mely a 2KMnO_4 káliumból jött létre.) A bal oldal 10FeSO_4 -e mellett még „rendezetlen” H_2SO_4 -ünk van. Ha utóbbiból nyolcat veszünk, kész az egyenlőség:



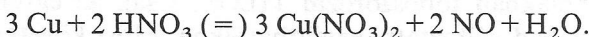
A *hidrogének*: a kénsav 16 H-jéből $8 \text{H}_2\text{O}$ lesz:



Az egyenlet kész! (A $8 \text{H}_2\text{O}$ oxigénje a 2KMnO_4 8 O-je, a többi oxigén a már rendezett szulfátionokban van!)



c) A legkisebb közös többszörös 6, így a Cu-tartalmú anyagok számát háromszorozni, a N-tartalmú HNO₃ és NO számát duplázni kell:



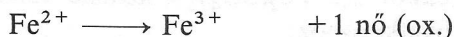
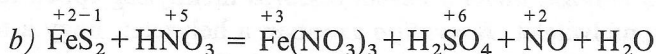
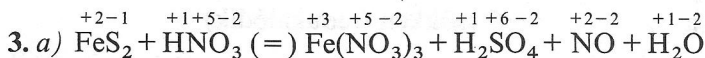
Itt a helyzetet az bonyolítja, hogy van olyan N is, amelynek oxidációs száma a reakcióban nem változik, sőt annak számát éppen az a réz határozza meg, melyet a 2 HNO₃ (vagyis a redukálódó N) oxidál: ez 6 NO₃⁻-ion (a réz-nitrátban), amivel a nitrogének számát a bal oldalon is meg kell növelni:



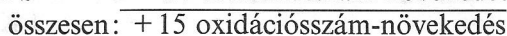
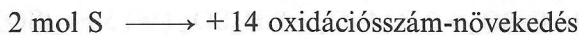
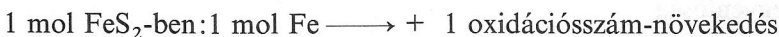
d) a hidrogének: a salétromsav 8 H-jéből 4 H₂O lesz:



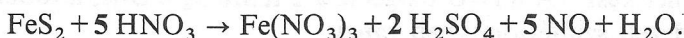
Kész az egyenletrendezés! (Az oxigének száma is egyezik a két oldalon.)



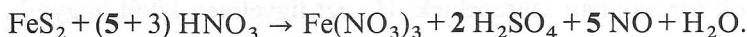
c) Ebben az egyenletben a nehézséget az okozza, hogy kétféle anyag is oxidálódik, ráadásul ezek egy vegyületet alkotnak, vagyis határozott számarányban, együtt szerepelnek:



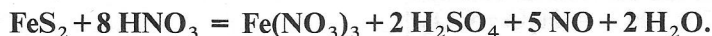
Az oxidálószer, azaz a salétromsav N-je 3-mal csökken, így azt ötszörözve rendezhetjük az egyenletet. Ezen kívül azonban még azt is figyelembe kell vennünk, hogy az 1 mol FeS₂ 2 mol S-jéből 2 mol kénsav keletkezik!



Itt is felmerül a 2. példában szereplő probléma (3 NO₃⁻-ion a jobb oldalon, melyek nitrogénjének oxidációs száma nem változik), így a salétromsavból 5 helyett 8-at kell vennünk:



d) Itt is csak a vízmolekulák száma kérdéses, a többi vegyülethez – a rendezés szabályai miatt – külön-külön már nem nyúlhatunk hozzá. A 8 HNO₃ 8 H-jéből 4 H a 2 H₂SO₄-hez, 4 pedig a 2 H₂O-hoz kerül:



Összeszámolva mindkét oldalon 24 O van, tehát az egyenletrendezéssel elkészültünk.

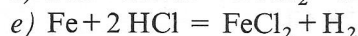
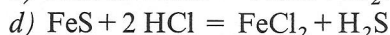
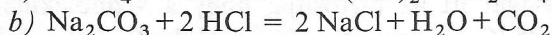
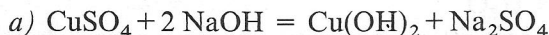
II. Az *ionegyenletek* a folyamatok lényegét a sztöchiometriai egyenleteknél hűbben tükrözik. Ezekben *csak a reakcióban ténylegesen átalakuló* ionok, molekulák szerepelnek.

Ionegyenletet természetesen csak akkor írhatunk, ha ionok ténylegesen megjelennek a reakció során. Így az ionegyenlet írásának egyik legelterjedtebb területe a vizes oldatokban lezajló reakciók.

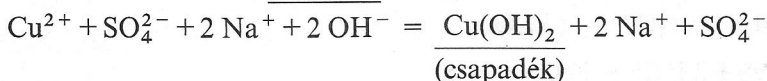
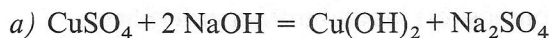
Az ionegyenletek rendezésénél a korábban leírt szabályok mellett a *töltésmegmaradás törvénye* is érvényesül, vagyis az, hogy az egyenlet két oldalán az ionok töltésének összege megegyezik.

A) Nézzünk példát néhány, vizes oldatban lezajló reakció egyenletének felírására:

1. Írjuk fel a reakciók sztöchiometriai egyenletét:

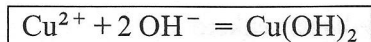


2. Kémiai ismereteinket felhasználva írjuk fel az egyenletet úgy, hogy mindent ionosan jelölünk, ami ionos formában fordul elő az oldatban, majd ezután egyszerűsítsünk a két oldalon változatlanul szereplő ionokkal!

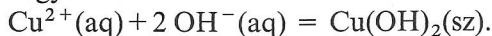


(Az egyszerűség kedvéért nem jelöltük az ionok hidratáltságát.)

A reakció lényege tehát (mely az egyszerűsítés után nyilvánvalóvá válik), hogy a réz(II)- és a hidroxidionok rosszul oldódó csapadékká kapcsolódnak össze:

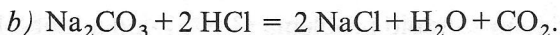


vagy

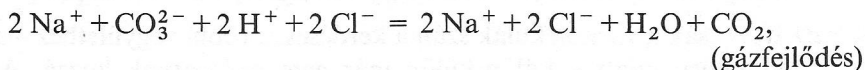


(A töltésmegmaradás:

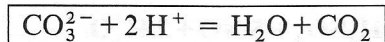




Itt a helyzetet az bonyolítja, hogy a hidrogén-klorid vizes oldatában a $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ reakció következtében a protonok oxónium-ionok formájában szerepelnek. Ha ezt figyelmen kívül hagyjuk, akkor a

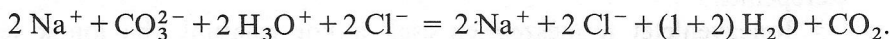


illetve egyszerűsítés után a

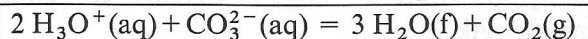


ioneqyenlethez jutunk. Ez azonban a reakciónak csak azt az oldalát domborítja ki, hogy a folyamat azért többé-kevésbé egyirányú, mert a fejlődő gáz eltávozik a rendszerből.

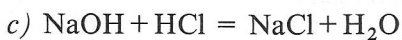
Ha az oxóniumionokat tüntetjük fel az ioneqyenletben, rá kell jönnünk, hogy ez a reakció egyben sav-bázis folyamat is!



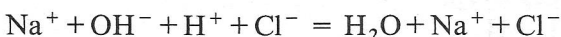
Ebben az esetben azonban – az egyenlőség fennmaradása érdekében – a jobb oldalon is fel kell tüntetnünk azt a két vízmolekulát, ami a bal oldalon a protonokat hordozta. Egyszerűsítés után tehát a



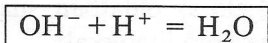
ioneqyenletet kapjuk, amely már a reakció sav-bázis jellegére is utal.



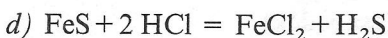
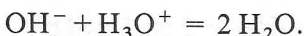
A folyamat egyirányúságát itt az biztosítja, hogy a vízmolekulák igen rosszul disszociálnak (25°C -on mintegy 10^{-7} mol/dm^3), így a folyamat gyakorlatilag teljesnek tekinthető:



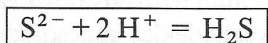
vagyis



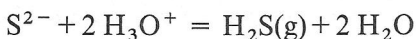
A sav-bázis jelleg (közömbösítés) kidomborítása érdekében:



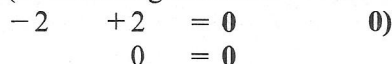
Ennek a folyamatnak a lényege ismét a gázfejlődés:



azonban ez a folyamat egyben sav-bázis reakció is:



(A töltésmegmaradás:



Ha a folyamatot teljes pontossággal akarjuk leírni, azt is figyelembe kell veyük, hogy a vas-szulfid vízben rosszul oldódó (atomrácsos) vegyület, így a „leghelyesebb” ionegyenlet:



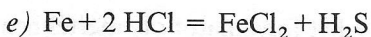
(A töltésmegmaradás:

+ 2

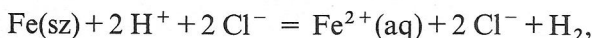
+ 2)

Ez az ionegyenlet a következő folyamatokról tájékoztat bennünket:

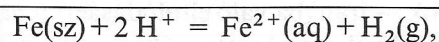
- a vas(II)-ionok oldatba kerülnek,
- a szulfidionok protonálódnak,
- a dihidrogén-szulfid, elérve a telített oldat koncentrációját, eltávozik.



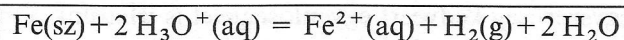
Ha megkérdezzük egy gimnazistától, mivel lép reakcióba a vas a $\text{Fe} + \text{HCl}$ reakcióban, nagy többségük gondolkodás nélkül a klórra szavaz („mivel vas-klorid keletkezik”). Ha helyesen írjuk fel az ionegyenletet:



egyszerűsítve a



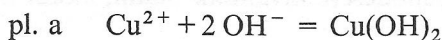
illetve



egyenlethez jutunk, melyből világosan látszik, hogy redoxireakcióról van szó, és a vas a hidrogénnek ad át elektront.

B) Foglaljuk össze, milyen főbb jellemzői vannak az ionegyenleteknek!

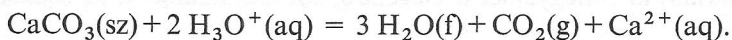
1. Az ionegyenlet megmutatja az adott reakció lényegét, tehát egy ionegyenlettel gyakran több sztöchiometriai egyenletet is leírhatunk:



ionegyenlet nemcsak a $\text{CuSO}_4 + \text{NaOH}$, hanem a $\text{CuCl}_2 + \text{NaOH}$, a $\text{Cu(NO}_3)_2 + \text{KOH}$ stb. reakcióra is igaz, vagyis minden olyan esetre, amikor az oldatba réz(II)- és hidroxidionok kerülnek (és más, zavaró hatás – pl. komplexképző ammónia – nincs jelen).

2. Egy adott ionegyenletet is többféleképpen írhatunk fel, attól függően, hogy mit kívánunk kiemelni (ld. pl. a $\text{FeS} + \text{HCl}$ reakciónál megemlítettet).

A $\text{CO}_3^{2-} + 2 \text{H}_3\text{O}^+ = 3 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ reakció a mészkő + sósav kölcsönhatás esetén például még pontosabb így:



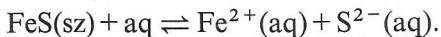
(A mészkő ugyanis vízben rosszul oldódó vegyület.)

Ezek szerint az ionegyenlet sem írja le egyértelműen a kémiai reakciókat?

A többféle – tulajdonképpen helyes – ionegyenlet abból adódik, hogy a reakciók több, külön-külön egy-egy ionegyenlettel leírható, egyensúlyra vezető lépésből tevődnek össze.

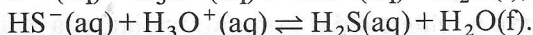
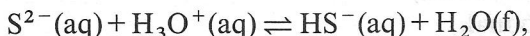
Tekintsük például a $\text{FeS} + \text{HCl}$ reakciót!

1. lépés: a rosszul oldódó vas-szulfid igen kis mértékben oldódik:

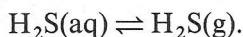


(A folyamat azonban igen nagy mértékben a \leftarrow irányban van eltolódva mindaddig, amíg oxóniumion-felesleg nem kerül az oldatba.)

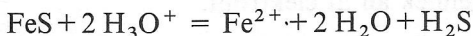
2. lépés: a szulfidion protonálódik az oldatban levő oxóniumionok által. Ez maga is két lépésben megy végbe:



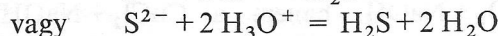
3. lépés: amikor a nagy oxóniumion-felesleg a két folyamatot oly mértékben a H_2S képződése irányába tolta el – ami persze csak azért lehet, mert a vas-szulfid disszociációja állandóan pótolja a fogyatkozó szulfidionokat –, hogy a H_2S -molekulák oldatbeli koncentrációja elérje a telítési értéket, megindul a H_2S gázbuborékok képződése:



A folyamat mindaddig tart, amíg az 1. lépésben az összes vas-szulfid fel nem oldódik. Ezen egyensúlyok \rightarrow irányba való eltolódásáért tehát a savból származó H_3O^+ -ionok a felelősek. Mivel a reakciók ezáltal gyakorlatilag egyirányúvá válnak, az egyszerűség kedvéért egyenlőségjelet is írhatunk a megfordítható nyilak helyett. Ha tehát azt emeljük ki a reakcióban, hogy a vas-szulfidból fejlesztünk dihidrogén-szulfid gázt:



ionegyenletet írunk. (Ez az 1–3. lépés négy egyenletének összegzett ionegyenlete.) Ha csupán a dihidrogén-szulfid-gáz fejlődésére kívánunk utalni, akkor a



egyenletet írjuk, mely a 2–3. lépés három egyenletének összegzése.

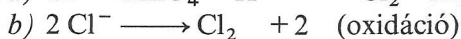
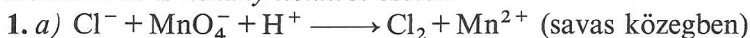
Ha pedig az egyensúlyi folyamatokat akarjuk kidomborítani, akkor mind a négy különálló egyenletet leírjuk (megfordíthatóságukat az ellentétes nyilakkal jelölve). Mindebből világossá válik, hogy az ionegyenlet nem elsősorban a sztöchiometriai számításokhoz, hanem a folyamatok lényegének megértéséhez és megértetéséhez szükséges. Bizonyos esetekben (pl. egyensúlyi reakciónál, titrálásokkal kapcsolatos számolásoknál) az ionegyenlet is elegendő, sőt alkalmanként az szükséges.

C) A redoxireakciók ionegyenleteinek rendezése során

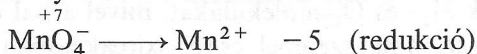
- először felírjuk a redoxireakcióban ténylegesen részt vevő ionokat és molekulákat, valamint a belőlük keletkező termékeket. Ahol a reakció pH-függő, ott az oldat kémhatásának megfelelően H^+ - vagy OH^- -ionokat is írunk.
- Megállapítjuk az oxidációs számokat és egyeztetjük az oxidációszám-változásokat.

- c) Ezután következik a redoxireakcióban részt nem vevő atomok számának rendezése, egyeztetése. Szabályként általánosan szem előtt kell tartanunk:
- Az eddig már rendezett ionok, molekulák számát csak akkor változtathatjuk, ha az egész egyenletet kell többszörözni.
 - Vizes oldatban lezajló reakciók esetén az egyenletben H^+ -(H_3O^+), OH^- -ionokkal és vízmolekulákkal lehet kiegészíteni az egyenletet.
 - Ha például savas közegben dolgozunk (a bal oldalon H^+ -t jelöltünk), a termékek között sohasem lehet OH^- -ion, hiszen elképzelhetetlen, hogy savanyítás hatására az oldat lúgossá válik. Ilyen esetben legfeljebb vízmolekulák keletkezésével számolhatunk.
 - Az ionegyenletet nem egészíthetjük ki olyan ionnal, molekulával, amelynek más az oxidációs száma, mint amilyen oxidációs számmal az egyenlet másik oldalán szerepel. Ezzel ugyanis újabb redoxireakciót feltételezünk, ami kizárt, hiszen a redoxireakcióban részt vevő részecskéket már az egyenletrendezés elején kijelöltük, sőt egyeztettük is.
 - A tömegmegmaradás törvénye szerinti rendezés után a végeredményt a töltésmegmaradás törvénye alapján vizsgáljuk meg! Ez mintegy ellenőrzése annak, hogy helyesen oldottuk-e meg a feladatot.
- d) A reagáló vegyületek ismeretében, az ionegyenlet alapján felírhatjuk a sztöchiometriai egyenletet is.

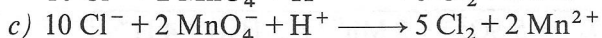
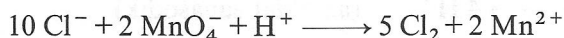
Nézzünk itt is néhány konkrét esetet:



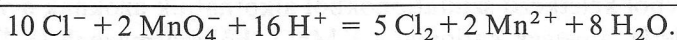
(Célszerű azonos számú atommal dolgozni, ezért érdemes 2 Cl^- -iont venni. Különbösen az egyenletrendezés későbbi szakaszában nem lesz egyértelmű, hány klórra számoltuk az elektronátadást.)



Az oxidációszám-változások legkisebb közös többszöröse 10, így a klór-atomok számát ötszörözzük, a mangánokat duplázzuk:

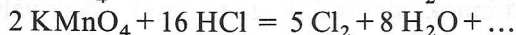
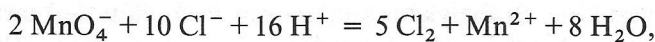
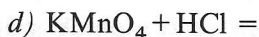


Savas közeg esetén a jobb oldalon legfeljebb víz keletkezhet. 8 O-ból 8 H_2O keletkezik, melyhez a bal oldalon 16 H^+ szükséges:

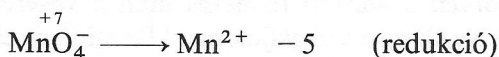
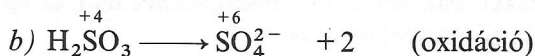
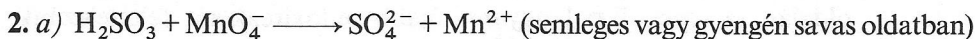
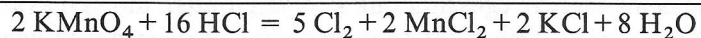
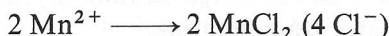
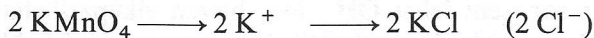


A töltésmegmaradás:

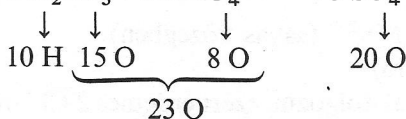
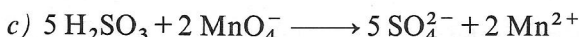
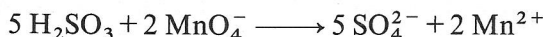
$$\begin{array}{ccccccc}
 -10 & -2 & +16 & = & 0 & +4 & +0 \\
 & & +4 & = & +4 & &
 \end{array}$$



A 16 HCl 6 Cl^- -ionnal többet tartalmaz, mint amennyi az ioneqyenletben szerepel. Ezek a kloridionok a redoxireakcióban nem vesznek részt, a sztöchiometriai egyenletben a termékek képletében mint anion szerepelnek:

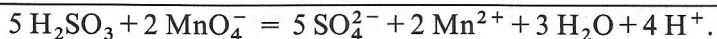
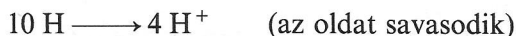
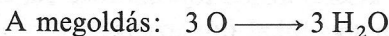


A közös többszörös itt is 10:



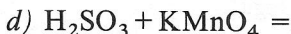
A jobb oldalon hiányzik: 10 H és 3 O.

Ne feledjük, nem írhatunk H_2 - és O_2 -molekulákat, mivel a bal oldalon a H +1, az O -2 oxidációs számmal szerepel, és redoxireakcióban nem vesz részt!

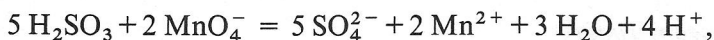


A töltésmegmaradás:

$$\begin{array}{ccccccc} 0 & -2 & = & -10 & +4 & 0 & +4 \\ & -2 & = & -2 & & & \end{array}$$



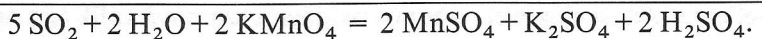
A kénessavból keletkező szulfátionokból alkothatjuk azoknak a vegyületeknek a képletét, amelyek kationjai a KMnO_4 -ből származnak (K^+ , Mn^{2+}):



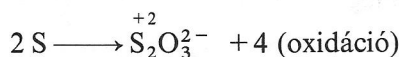
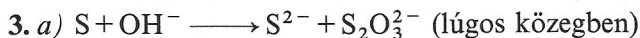
Az egyenletet másféleképpen is felírhattuk volna. A reakciót ugyanis úgy is elvégezhetjük, hogy kén-dioxid-gázt vezetünk kálium-permanganát-oldatba ($5 \text{SO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O} = 5 \text{H}_2\text{SO}_3$):



Ebben az esetben azonban $3 \text{H}_2\text{O}$ -val egyszerűsíthetjük az egyenletet:

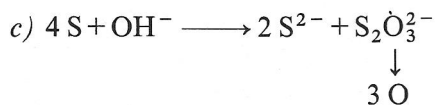
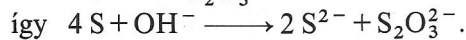
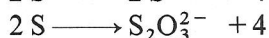
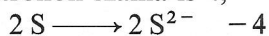


Helytelen lenne viszont az egyenletben H_2SO_3 helyett H^+ - és SO_3^{2-} -ionokat írni, mivel a kénessav, gyenge sav lévén, savas, de még semleges közegben is nagyrészt H_2SO_3 -molekulák formájában fordul elő.

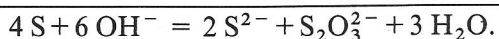
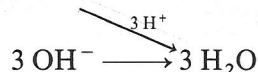
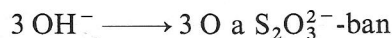


(Az oxidációs folyamatnál ismét eleve 2S -t célszerű venni, hiszen a tioszulfátion 2S -atomot tartalmaz. A reakció különlegessége, hogy a kén redukálódik és oxidálódik is [ún. diszproporciós folyamat].)

Az egyeztetés könnyű: a redukálódó kén duplázásával a leadott és a felvett elektronok száma is 4 ,

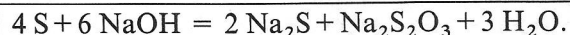
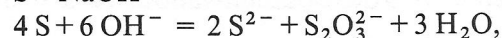


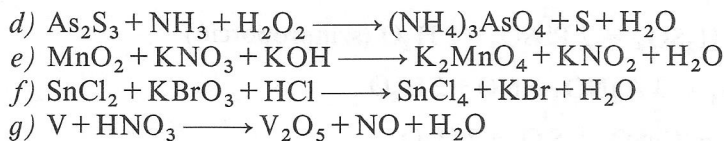
Elvileg elegendő 3OH^- -t írni a bal oldalra és akkor a jobb oldalon 3H^+ keletkezne (H_2 ismét azért nem keletkezhet, mert az redoxireakciót feltételez), de H^+ -ion sem keletkezhet, mert akkor a lúgosítás hatására kapnánk savas oldatot. Nyilvánvaló, hogy ez a 3H^+ lúgos oldatban újabb 3OH^- -ionnal $3 \text{H}_2\text{O}$ -t ad:



Töltésmegmaradás:

$$\begin{array}{r} 0 \quad -6 = -4 \quad -2 \quad 0 \\ -6 = -6 \end{array}$$





3. Írjuk fel az alábbi, vizes oldatban lejátszódó reakciók sztöchiometriai és ion-egyenletét!

- a) bárium-klorid-oldat + kénsavoldat
 b) nátrium-karbonát-oldat + kénsavoldat
 c) bárium-klorid-oldat + ezüst-nitrát-oldat
 d) fémréz + ezüst-nitrát-oldat
 e) magnézium-oxid + sósavoldat
 f) ammónium-klorid + tömény nátrium-hidroxid-oldat (melegítve)
 g) vas(II)-szulfát-oldat + nátrium-hidroxid-oldat
 h) alumínium-szulfát-oldat + nátrium-hidroxid-oldat
 i) kalcium-klorid-oldat + trinátrium-foszfát-oldat

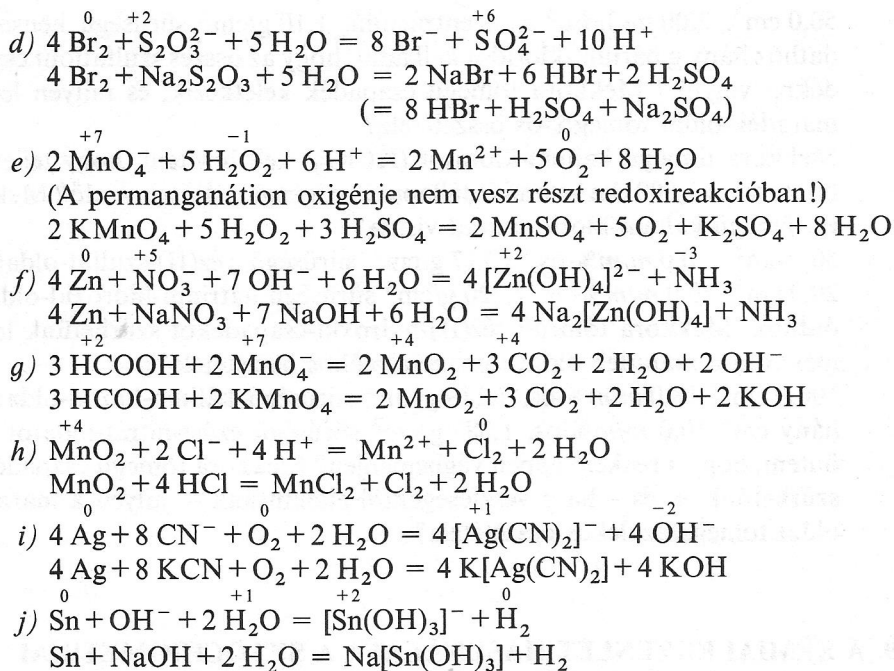
4. Rendezzük, és – szükség esetén – egészítsük ki az alábbi ionegyenleteket, majd írjuk fel a folyamat sztöchiometriai egyenletét is!

- a) $\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Cr}^{3+} + \dots$
 $\text{FeSO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$
 b) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 \longrightarrow \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$
 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 =$
 c) $(\text{COOH})_2 + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{Mn}^{2+} + \dots$
 $(\text{COOH})_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$
 d) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{Br}^- + \text{SO}_4^{2-}$
 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{Br}_2 =$
 e) $\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}^+ \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{O}_2$
 $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$
 f) $\text{Zn} + \text{NO}_3^- + \text{OH}^- \longrightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + \text{NH}_3$
 $\text{Zn} + \text{NaNO}_3 + \text{NaOH} =$
 g) $\text{HCOOH} + \text{MnO}_4^- \longrightarrow \text{MnO}_2 + \text{CO}_2$
 $\text{HCOOH} + \text{KMnO}_4 =$
 h) $\text{MnO}_2 + \text{Cl}^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2$
 $\text{MnO}_2 + \text{HCl} =$
 i) $\text{Ag} + \text{CN}^- + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow [\text{Ag}(\text{CN})_2]^- + \dots$
 $\text{Ag} + \text{KCN} + \text{O}_2 =$
 j) $\text{Sn} + \text{OH}^- \longrightarrow [\text{Sn}(\text{OH})_3]^- + \text{H}_2$
 $\text{Sn} + \text{NaOH} =$

Megoldások:

1. a) $2 \text{Al} + 3 \text{I}_2 = 2 \text{AlI}_3$
 b) $4 \text{NH}_3 + 3 \text{O}_2 = 2 \text{N}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
 c) $4 \text{NH}_3 + 5 \text{O}_2 = 4 \text{NO} + 6 \text{H}_2\text{O}$
 d) $\text{C}_{10}\text{H}_8 + 12 \text{O}_2 = 10 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$
 e) $2 \text{Li} + \text{Cl}_2 = 2 \text{LiCl}$
 f) $4 \text{Al} + 3 \text{O}_2 = 2 \text{Al}_2\text{O}_3$

2. a) $\overset{0}{\text{Pb}} + \overset{+4}{\text{PbO}_2} + 2 \overset{+2}{\text{H}_2\text{SO}_4} = 2 \overset{+2}{\text{PbSO}_4} + 2 \overset{0}{\text{H}_2\text{O}}$ (színproporció)
- b) $3 \overset{0}{\text{Ag}} + 4 \overset{+5}{\text{HNO}_3} = 3 \overset{+1}{\text{AgNO}_3} + \overset{+2}{\text{NO}} + 2 \overset{0}{\text{H}_2\text{O}}$
- c) $\overset{0}{\text{Cu}} + 2 \overset{+6}{\text{H}_2\text{SO}_4} = \overset{+2}{\text{CuSO}_4} + \overset{+4}{\text{SO}_2} + 2 \overset{0}{\text{H}_2\text{O}}$
- d) $\overset{0}{\text{As}_2\text{S}_3} + 6 \overset{+3}{\text{NH}_3} + 5 \overset{-1}{\text{H}_2\text{O}_2} = 2 (\overset{+5-2}{\text{NH}_4})_3\overset{0}{\text{AsO}_4} + 3 \overset{-2}{\text{S}} + 2 \overset{0}{\text{H}_2\text{O}}$
(az arzén és a kén is oxidálódik,
a hidrogén-peroxid oxigénje redukálódik)
- e) $\overset{+4}{\text{MnO}_2} + \overset{+5}{\text{KNO}_3} + 2 \overset{+1}{\text{KOH}} = \overset{+6}{\text{K}_2\text{MnO}_4} + \overset{+3}{\text{KNO}_2} + \overset{0}{\text{H}_2\text{O}}$
- f) $3 \overset{+2}{\text{SnCl}_2} + \overset{+5}{\text{KBrO}_3} + 6 \overset{+1}{\text{HCl}} = 3 \overset{+4}{\text{SnCl}_4} + \overset{-1}{\text{KBr}} + 3 \overset{0}{\text{H}_2\text{O}}$
- g) $6 \overset{0}{\text{V}} + 10 \overset{+5}{\text{HNO}_3} = 3 \overset{+5}{\text{V}_2\text{O}_5} + 10 \overset{+2}{\text{NO}} + 5 \overset{0}{\text{H}_2\text{O}}$
3. a) $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2 \text{HCl}$
 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4(\text{sz})$ (csapadékképződés)
- b) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 $\text{CO}_3^{2-} + 2 \text{H}_3\text{O}^+ = 3 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2(\text{g})$ (gázfejlődés)
- c) $\text{BaCl}_2 + 2 \text{AgNO}_3 = 2 \text{AgCl} + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}(\text{sz})$ (csapadék)
- d) $\text{Cu} + 2 \text{AgNO}_3 = 2 \text{Ag} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
 $\text{Cu}(\text{sz}) + 2 \text{Ag}^+(\text{aq}) = 2 \text{Ag}(\text{sz}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ (fémkiválás)
- e) $\text{MgO} + 2 \text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{O}^{2-} + 2 \text{H}_3\text{O}^+ = 3 \text{H}_2\text{O}$
vagy (oldódás, sav-bázis reakció)
 $\text{MgO}(\text{sz}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) = \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{f})$
- f) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} = \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$
 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}$ (gázfejlődés, sav-bázis reakció)
- g) $\text{FeSO}_4 + 2 \text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
 $\text{Fe}^{2+} + 2 \text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2(\text{sz})$ (csapadék)
- h) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6 \text{NaOH} = 2 \text{Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{Na}_2\text{SO}_4$
 $\text{Al}^{3+} + 3 \text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3(\text{sz})$ (csapadék)
vagy:
 $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + 3 \text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3(\text{sz}) + 6 \text{H}_2\text{O}$ (sav-bázis, csapadék)
Lúgfeleslegben:
 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
 $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{sz}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = [\text{Al}(\text{OH})_4]^- (\text{aq})$ (oldódás, komplexképz.)
- i) $3 \text{CaCl}_2 + 2 \text{Na}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6 \text{NaCl}$
 $3 \text{Ca}^{2+} + 2 \text{PO}_4^{3-} = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (csapadék)
4. a) $6 \overset{+2}{\text{Fe}} + \overset{+6}{\text{Cr}_2\text{O}_7} + 14 \overset{+1}{\text{H}^+} = 6 \overset{+3}{\text{Fe}^{3+}} + 2 \overset{+3}{\text{Cr}^{3+}} + 7 \overset{0}{\text{H}_2\text{O}}$
 $6 \overset{+2}{\text{FeSO}_4} + \overset{+6}{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} + 7 \overset{+2,5}{\text{H}_2\text{SO}_4} = 3 \overset{+3}{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} + \overset{+3}{\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3} + \overset{+2}{\text{K}_2\text{SO}_4} + 7 \overset{0}{\text{H}_2\text{O}}$
- b) $2 \overset{+2}{\text{S}_2\text{O}_3} + \overset{0}{\text{I}_2} = 2 \overset{-1}{\text{I}^-} + \overset{+2,5}{\text{S}_4\text{O}_6}^{2-}$
 $2 \overset{+3}{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} + \overset{0}{\text{I}_2} = 2 \overset{+1}{\text{NaI}} + \overset{+4}{\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6}$
- c) $5 (\overset{+3}{\text{COOH}})_2 + 2 \overset{+7}{\text{MnO}_4}^- + 6 \overset{+1}{\text{H}^+} = 10 \overset{+4}{\text{CO}_2} + 2 \overset{+2}{\text{Mn}^{2+}} + 8 \overset{0}{\text{H}_2\text{O}}$
 $5 (\text{COOH})_2 + 2 \text{KMnO}_4 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 = 10 \text{CO}_2 + 2 \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O}$



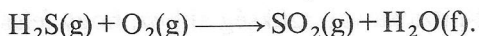
GYAKORLÓFELADATOK A 18. FELADATSORHOZ

136. Mekkora tömegű ezüst-nitrátra van szükség ahhoz, hogy feleslegben vett nátrium-bromid-oldattal reagáltatva 15,00 g ezüst-bromid-csapadékot válasszunk le?
137. Mekkora tömegű csapadék válik le, ha 8,50 g ezüst-nitrát ezüstionjait feleslegben vett nátrium-klorid-oldattal reagáltatjuk?
138. 10,00 g bárium-klorid mekkora tömegű bárium-szulfát előállításához elegendő?
139. 10,0 g kálium-manganát (K₂MnO₄) előállításához milyen tömegű vegyületeket kell összemérnünk, ha az alábbi, rendezendő egyenlet szerinti, olvadékban lezajló folyamat megy végbe:
- $$\text{KOH} + \text{KNO}_3 + \text{MnSO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4?$$
140. 10,0 g króm(III)-oxidhoz mennyi kálium-hidroxidot és mennyi kálium-nitrátot kell mérni, hogy a reakció elvileg éppen végbemenjen? Mekkora tömegű kálium-kromát keletkezik? A rendezendő egyenlet:
- $$\text{KOH} + \text{KNO}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3 = \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}.$$
141. 100,0 cm³ térfogatú, 5,00 m/m%-os, 1,04 g/cm³ sűrűségű ezüst-nitrát-oldatból mekkora tömegű nátrium-kloriddal lehet leválasztani az összes csapadékot? Milyen a csapadék leszűrése után visszamaradó oldat tömegszázalékos összetétele?

142. $50,0 \text{ cm}^3$, $2,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú, $1,10 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű kénsavoldathoz hány g bárium-kloridot kell adni, hogy az összes szulfátiont csapadékba vigyük? Mekkora tömegű csapadék keletkezik, és milyen lesz a maradék oldat tömeg%-os összetétele?
143. Mekkora tömegű kálium-klorátot (KClO_3) kell hevíteni, hogy teljes elbontásával $1,000 \text{ dm}^3$ standardállapotú oxigéngázt állítsunk elő? Mekkora tömegű kálium-klorid marad vissza?
144. $50,0 \text{ cm}^3$, $10,0 \text{ m/m}\%$ -os, $1,117 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű réz(II)-szulfát-oldathoz $20,0 \text{ cm}^3$, $20,0 \text{ m/m}\%$ -os, $1,220 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű nátrium-hidroxid-oldatot öntünk. Mekkora tömegű réz(II)-hidroxid-csapadékot szűrhetünk le, és mekkora a maradék oldat tömegszázalékos összetétele?
145. $100,0 \text{ cm}^3$, $18,0 \text{ m/m}\%$ -os, $1,119 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű kálium-klorid-oldathoz hány cm^3 $10,0 \text{ m/m}\%$ -os, $1,088 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű ezüst-nitrát-oldatot kell önteni, hogy a reakció éppen végbemenjen? Mekkora tömegű csapadékot szűrhetünk le, és – ha a veszteségektől eltekintünk – milyen a maradék oldat tömegszázalékos összetétele?

19. A KÉMIAI EGYENLET HASZNÁLATA A SZTÖCHIOMETRIAI SZÁMÍTÁSOKBAN III. (GÁZREAKCIÓK)

Tekintsük a következő, rendezendő egyenletet!



- 1.146.A) $1,0 \text{ mol}$ oxigénmolekula hány mol dihidrogén-szulfid teljes oxidációjához elegendő?
- B) $0,5 \text{ mol}$ dihidrogén-szulfidhoz mekkora anyagmennyiségű oxigén szükséges, ha a reakció maradéktalanul végbemegy?
- 2.147.A) $5,00 \text{ dm}^3$ standardállapotú oxigéngáz mekkora térfogatú, ugyanolyan állapotú dihidrogén-szulfid tökéletes oxidációjához elegendő?
- B) $3,00 \text{ dm}^3$ normálállapotú dihidrogén-szulfid tökéletes elégetéséhez mekkora térfogatú, ugyanolyan állapotú oxigéngáz szükséges, és mekkora térfogatú kén-dioxid, mekkora tömegű víz keletkezik?

Ezek után próbálkozzunk meg néhány **gyakorlófeladat** megoldásával. Vegyük figyelembe a 147. feladat megoldásánál található *megjegyzést* is!

148. $1,00 \text{ m}^3$ standardállapotú metángáz tökéletes elégetéséhez mekkora térfogatú azonos állapotú oxigéngáz szükséges? Mekkora térfogatú széndioxid és mekkora tömegű víz képződik?
149. $5,00 \text{ kg}$ ammónium-karbonát hevítése során mekkora térfogatú standardállapotú ammónia- és széndioxid-gáz keletkezik?
150. Milyen térfogatú normálállapotú ammónia- és hidrogén-klorid-gázt kell elegyíteni $15,00 \text{ g}$ ammónium-klorid előállításához?

151. 1,000 m³ standardállapotú metánból kiindulva – acetilénen keresztül – elvileg mekkora tömegű etanolt lehet előállítani? Ha a hőbontásból származó hidrogén egy részével a közbelső terméként képződő acetaldehidet redukálják, elvileg mekkora térfogatú hidrogént lehetne egyéb területen (pl. ammóniaszintézisnél) felhasználni?
(Tételezzük fel, hogy minden reakció teljesen végbemegy, azaz a kitermelés 100%-os!)

20. TISZTASÁG, KITERMELÉS

A kémiai reakciók gyakran járnak *veszteségekkel*. A megfordítható folyamatoknál nincs teljes átalakulás, máskor a párhuzamosan lejátszódó mellékreakciók miatt képződő melléktermékekkel kell számolnunk, de veszteségként jelentkezik a berendezés falán megtapadó, illetve az elillanó anyag is. A ténylegesen *kinyert* (m_k, n_k) és az elméletileg *várt* (m_e, n_e) anyag mennyisége közti arányt – mely teljesen analóg az oldatok összetételénél megismert egyenes arányossággal – *a termelési százalékkal* (w_t) adjuk meg:

$$\frac{m_k}{m_e} \cdot 100\% = w_t\%, \quad \text{illetve} \quad \frac{n_k}{n_e} \cdot 100\% = w_t\%.$$

Számolnunk kell azzal is, hogy a reakcióknál felhasznált anyagok szennyezettek, és így meg kell adnunk %-os *tisztaságukat* (w_h):

$$\frac{m_h}{m} \cdot 100\% = w_h\%,$$

ahol m_h : a tiszta anyag (ún. hatóanyag) tömege,

m : a szennyezett anyag teljes tömege.

- 1.152.A) 8,50 g tömegű, 5,00 m/m% oxidszennyeződést tartalmazó fémkalciumot sósavval reagáltatunk. Hány dm³ standardállapotú hidrogéngáz fejlődik?
- B) 80 m/m%-os tisztaságú kalcium-karbid 15,0 g-ja mekkora térfogatú normálállapotú gázt fejleszt?
- C) 1,00 kg 85 m/m% tisztaságú pirit (FeS₂) pörkölésekor mekkora térfogatú standardállapotú kén-dioxid fejlődik? (A szennyeződés ként nem tartalmaz.)
- 153.A) Mekkora térfogatú, azonos állapotú hidrogént kell 1,00 m³ nitrogéngázzal keverni, és mekkora térfogatú ammóniagázt nyerünk, ha a reakciópartnereket sztöchiometrikus arányban alkalmazzuk és a termelés 95%-os?
- B) Mekkora térfogatú azonos állapotú acetilénhez, illetve hidrogénhez jutunk, ha 800 dm³ metán hőbontásakor az átalakulás 70%-os?
- 154.A) 1,00 kg etanolhoz mekkora tömegű ecetsavat kell keverni (ha sztöchiometrikus mennyiségeket alkalmazunk), és mekkora tömegű etil-acetátot kapunk, ha az átalakulás 66,7%-os?
- B) 0,500 kg ezüstöt tömény salétromsavban oldunk, majd az oldatot bepárolva a kiváló ezüst-nitrátot leszűrjük. Mekkora tömegű sót nyerünk, ha a kitermelés 93%-os?

- 2.155.A) Mekkora tömegű 90%-os tisztaságú kalcium-karbidot kell vízzel reagáltatni, ha $2,000 \text{ dm}^3$ normálállapotú acetilénre van szükségünk?
- B) Mekkora térfogatú, 96 V/V% etanolt tartalmazó tisztaszesz szükséges elvileg, ha 250 cm^3 standardállapotú etilént akarunk előállítani? Az abszolút alkohol sűrűsége $0,789 \text{ g/cm}^3$.
- C) Egy karácsonyfadísz-készítő naponta 300 gömbdíszt készít. A gömbök belső felszíne 25 cm^2 , az ezüstréteg vastagsága 0,01 mm. Az ezüstöt ammóniás ezüst-nitrát-oldat és glükóz segítségével állítja elő. Mekkora a kisiparos napi ezüst-nitrát- és glükózfogyasztása, ha tudjuk, hogy a keletkező ezüstnek 25%-a az oldatban marad és nem rakódik a felületre?
- $$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 2 \text{Ag}^+ + 2 \text{OH}^- = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7 + 2 \text{Ag} + \text{H}_2\text{O}$$
- 3.156.A) Cink–réz ötvözet 2,00 g-ját sósavoldatban oldjuk. Hány tömeg% rezet tartalmaz az ötvözet, ha $375,0 \text{ cm}^3$ standardállapotú hidrogéngáz fejlődik?
- B) Hány %-os tisztaságú az a részben oxidálódott magnézium, amelynek 1,00 g-ja sósavban oldva $958,0 \text{ cm}^3$ standardállapotú gázt fejleszt?
- C) Rézzel szennyezett ezüst 2,00 g-ját feloldottuk tömény salétromsavoldatban, majd sósavval 2,52 g ezüst-klorid-csapadékot választottunk le. Hány % rézszennyeződést tartalmazott a minta?
- 157.A) $1,000 \text{ m}^3$ normálállapotú metángáz hőbontásával acetilént, majd ennek feléből több lépésben etanolt, másik feléből ecetsavat állítottak elő. Ezek reakciója során keletkezett etil-acetát tömege 283,0 g. Hány %-os volt a teljes folyamatsorozat kitermelése?
- B) $3,00 \text{ m}^3$ standardállapotú metánból klórozással 7,54 kg szén-tetrakloridot nyertünk. Hány %-os termeléssel dolgoztunk?
- C) 1,00 g alumínium és feleslegben vett jód reakciójakor a jód és az alumínium-jodid egy része is szublimált. 9,82 g alumínium-jodidot nyerünk. Hány %-os termeléssel dolgoztunk?

21. A TERMOKÉMIAI EGYENLET; A REAKCIÓHŐ

A kémiai egyenletekben nemcsak a tömeg- és a töltésmegmaradás, hanem az *energiamegmaradás törvénye* is kifejeződhet.

A *termokémiai egyenletekben* a reagáló anyagok és a termékek energiátartalma közötti különbséget, a *reakcióhőt* is feltüntetjük. Ha a rendszerből a reakció során energia távozik („felszabadul”) – a folyamat *exoterm* –, a rendszer energiája csökken, a reakcióhő *előjele negatív*. Ha a rendszer energiát vesz fel („hőelnyelő”) – a folyamat *endoterm* –, a reakcióhő *előjele pozitív*. A reakcióhő előjelét tehát mindig a rendszer energiátartalmának változása szempontjából vizsgáljuk!

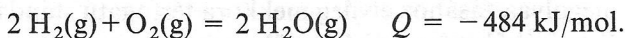
Ha egy folyamat az egyik irányban endoterm, az *ellenkező* irányban ugyanakkora nagyságú, de *ellentétes előjelű* energiaváltozás kíséri, tehát ugyanolyan mértékben exoterm.

Az energiaváltozásokat a folyamattól függően nevezzük el, mint pl. oldáshő, olvadáshő, szublimációs hő. A kémiai átalakulásokat kísérő energiaváltozásokat *reakcióhőnek* nevezzük.

A reakcióhő *mértékegysége* kJ/mol. Értéke mindig az egyenletben *feltüntetett mennyiségű és halmazállapotú* anyagokra vonatkozik. A reakcióhő értékének egyértelműbbé tétele érdekében is még inkább be kell tartanunk azt a szabályt, hogy az egyenletben szereplő sztöchiometriai számok mindig a lehető legkisebb egész számok legyenek!

(*Megjegyzés:* A reakcióhő értéke függ a hőmérséklettől. Mi 25 °C-ra vonatkozó reakcióhőkkel dolgozunk.)

1.158. Tekintsük a következő termokémiai egyenletet:



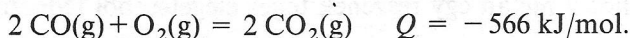
- A)** 484 kJ hő felszabadulása hány mol hidrogén elégetését kíséri?
- B)** 484 kJ hő felszabadulása milyen anyagmennyiségű oxigén hidrogénnel való egyesülését kíséri?
- C)** 484 kJ hő felszabadulása hány mol víz képződését kíséri?

2.159.A) Írjuk fel az ammóniagáz elemeiből való képződésének termokémiai egyenletét, ha tudjuk, hogy 1,00 mol hidrogén nitrogénnel való egyesülésekor 30,76 kJ energia szabadul fel!

B) Írjuk fel a magnézium és a szén-dioxid között lejátszódó (rendezzük: $\text{Mg}(\text{sz}) + \text{CO}_2(\text{g}) = \text{MgO}(\text{sz}) + \text{C}(\text{sz})$) reakció termokémiai egyenletét, ha tudjuk, hogy 1,00 mol magnézium szén-dioxiddal való reakciójakor 405 kJ hő szabadul fel!

C) Írjuk fel a termitreakció (rendezzük: $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{sz}) + \text{Al}(\text{sz}) = \text{Fe}(\text{sz}) + \text{Al}_2\text{O}_3(\text{sz})$) termokémiai egyenletét, ha tudjuk, hogy 1,00 mol vas(III)-oxid redukciójakor 848 kJ szabadul fel!

160–164. Tekintsük az alábbi termokémiai egyenletet:



3.160.A) Mekkora hő szabadul fel 1,00 dm³ standardállapotú szén-monoxid elégetésekor?

B) Mekkora hő szabadul fel, miközben 1,00 dm³ standardállapotú oxigén oxidálja a szén-monoxidot?

161.A) 1,00 kg szén-monoxid elégetésekor mekkora hő szabadul fel?

B) Mekkora hő szabadul fel a szén-monoxid oxidációjakor, miközben, 1,00 kg szén-dioxid képződik?

162.A) Mekkora térfogatú standardállapotú szén-monoxidot kell elégetni, ha 100 kJ hő felszabadulására van szükségünk?

B) Mekkora térfogatú standardállapotú oxigén fogy el a szén-monoxid oxidációjára, miközben 250 kJ hő szabadul fel?

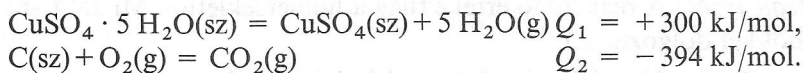
4.163.A) 1,000 m³ 10 térfogat% szén-dioxid-szennyeződést tartalmazó standardállapotú szén-monoxid elégetésekor mekkora hő szabadul fel?

B) 500 dm³ standardállapotú, 95 térfogat% szén-monoxidot tartalmazó gáz – mely a szén-monoxidon kívül nem tartalmaz éghető komponenst – elégetésekor mekkora hő szabadul fel?

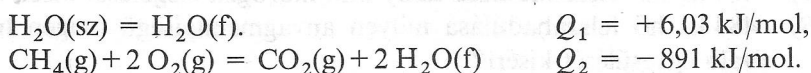
164.A) Mekkora térfogatú standardállapotú, 10 V/V% szén-dioxidot tartalmazó szén-monoxidot kell elégetni ahhoz, hogy 800 kJ hő szabaduljon föl?

B) Mekkora térfogatú standardállapotú, 95%-os tisztaságú szén-monoxidot kell elégetni, hogy 1000 kJ hő szabaduljon fel? (A szennyeződés nem éghető.)

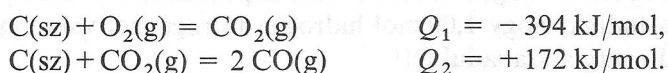
5.165.A) 15,0 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ vízmentesítéséhez elvileg hány g szén tökéletes elégetéséből származó hő szükséges? (Tételezzük fel azt a képtelen esetet, hogy a felszabaduló hő teljes mennyisége a kristályvíz-mentesítésre fordítódik.)



B) 1,00 kg jég megolvasztásához elvileg mekkora térfogatú standardállapotú metángáz elégetéséből származó hő szükséges?



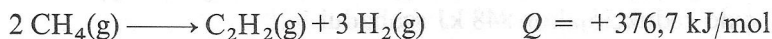
6.166.A) 1,000 m³ standardállapotú szén-monoxidot állítunk elő az alábbi módon:



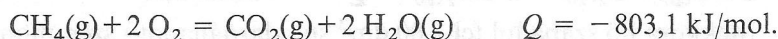
a) Mekkora tömegű szenet használunk fel, ha az első folyamatban felszabaduló hőnek csak 40%-a fordítódik a szén-dioxid redukciójára?

b) Mekkora térfogatú standardállapotú szén-dioxid keletkezik melléktermékként?

B) A metán hőbontásához:



szükséges hőt a metán egy részének teljes elégetéséből fedezzük:



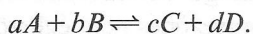
a) Milyen térfogatarányban kell elégetni, illetve hőbontásnak alávetni a metánt, ha az égés során felszabaduló hőnek csak 40%-a fordítódik a metán acetilénné alakítására, és a hőbontás reakciójában a metánnak csak a fele alakul acetilénné (a többi vagy nem alakul át vagy más terméké alakul)?

b) 1,000 m³ standardállapotú acetilén előállításához ezek szerint mekkora térfogatú standardállapotú metángázból kell kiindulnunk?

22. A MEGFORDÍTHATÓ KÉMIAI REAKCIÓK: A KÉMIAI EGYENSÚLY I.

A kémiai reakciók egy része „nem megy teljesen végbe”. A keletkező vegyületek egymással reagálva visszaalakulnak a kiindulási anyagokká, így a reakció előrehaladása csupán a termékek és a reagáló anyagok meghatározott koncentrációarányáig tart.

Vegyük például az alábbi általános egyenletet:



Az egyensúly beálltakor kialakuló $[A]_e$, $[B]_e$, $[C]_e$ és $[D]_e$ ún. *egyensúlyi koncentrációk*-ből az alábbi módon képzett tört az egyensúlyi állandó, amely azonos körülmények között, adott reakcióra állandó érték:

$$K = \frac{[C]_e^c \cdot [D]_e^d}{[A]_e^a \cdot [B]_e^b}$$

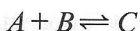
Fontos hangsúlyoznunk, hogy a reagáló anyagok koncentráció-arányainak megváltoztatásával ugyanazon reakció esetében, adott hőmérsékleten és nyomáson is elérhetünk más egyensúlyi koncentrációkat, tehát a változatlanág csak az éppen kialakult és fennálló egyensúlyra, az ott lévő anyagok koncentrációira érvényesül.

A fenti képlet alapján úgy tűnik, mintha az egyensúlyi állandónak a hatványkitevőtől függően különböző mértékegységei lennének. Itt most nem részletezhető okok¹ miatt az egyensúlyi állandónak *nem lehet mértékegysége*. Ezt megállapodás szerint úgy oldják meg, hogy minden egyes egyensúlyi koncentrációt elosztanak a standard koncentráció értékével. A standard értéket minden esetben közölni kell az egyensúlyi állandó mellett. A középiskolai kémiaoktatásban standard koncentrációként a $c^\circ = 1,00 \text{ mol/dm}^3$ értéket használjuk, ezért a továbbiakban ezt nem tüntetjük föl minden egyes esetben:

$$K = \frac{[C]_e^c \cdot [D]_e^d}{[A]_e^a \cdot [B]_e^b} = \frac{1 (\text{mol/dm}^3)^{c+d}}{1 (\text{mol/dm}^3)^{a+b}} = \frac{[C]_e^c \cdot [D]_e^d}{[A]_e^a \cdot [B]_e^b} \cdot 1 (\text{mol/dm}^3)^{a+b-c-d}$$

Ez a beavatkozás azt eredményezi, hogy az egyensúlyi állandó számértéke ugyan nem tér el a hagyományos módon, koncentrációkból képzett tört értékétől, de mértékegysége nincs.

1.167.A) Milyen az egyensúlyi rendszer komponenseinek koncentrációja, ha $3,0\text{--}3,0 \text{ mol/dm}^3$ kiindulási A - és B -koncentráció esetén az A anyag 10%-a alakul át az



egyensúlyi folyamatban? Mekkora ilyen körülmények között az egyensúlyi állandó értéke?

B) Milyen az egyensúlyi rendszerben a komponensek koncentrációja, ha $2,0\text{--}2,0 \text{ mol/dm}^3$ kiindulási A - és B -koncentráció esetén az A anyag 20%-a alakul át? Mekkora ilyen körülmények között az egyensúlyi állandó értéke? (A fenti reakcióegyenletet vegyük figyelembe!)

¹ Az, hogy az egyensúlyi állandó értékéhez mértékegységet is rendelünk, akkor kezd problémát okozni, amikor az egyensúlyi állandó és a szabadenergia-változás kapcsolatát vizsgáljuk meg:

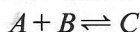
$$\Delta G^\circ = -RT \ln K,$$

mértékegységnek ugyanis nem értelmezhető a logaritmus.

- C) Milyen az egyensúlyi rendszerben a komponensek koncentrációja, ha kiindulási $0,5 \text{ mol/dm}^3$ -es A -koncentráció esetén az A anyag fele disszociál az
- $$A \rightleftharpoons B + C$$

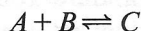
egyenlet szerinti folyamatban? Mekkora ilyen körülmények között az egyensúlyi állandó értéke?

- 2.168.A) Milyen az egyensúlyi rendszerben a komponensek koncentrációja, ha $2,0 \text{ mol/dm}^3$ A és $3,0 \text{ mol/dm}^3$ B kiindulási koncentráció mellett az A anyag 10%-a alakul át az



egyenlet szerinti folyamatban? Mekkora ilyen körülmények között az egyensúlyi állandó értéke?

- B) Milyen az egyensúlyi rendszerben a komponensek koncentrációja, ha $3,0 \text{ mol/dm}^3$ A és $2,0 \text{ mol/dm}^3$ B kiindulási koncentráció mellett az A anyag 20%-a alakul át az



egyenlet szerinti folyamatban? Mi ezen körülmények között a folyamat egyensúlyi állandója?

- 3.169.A) Mi az egyensúlyi rendszerben a komponensek koncentrációja, ha $3,0$ – $3,0 \text{ mol/dm}^3$ A - és B -ből kiindulva az A anyag 10%-a alakul át az



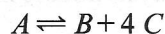
egyenlet szerinti egyensúlyi reakcióban? Mi ezen körülmények között az egyensúlyi állandó értéke?

- B) Mi az egyensúlyi rendszerben a komponensek koncentrációja, ha $1,0$ – $1,0 \text{ mol/dm}^3$ A - és B -ből kiindulva az A anyag 15%-a alakul át az



egyenlet szerinti egyensúlyi reakcióban? Mi ezen a hőmérsékleten a folyamat egyensúlyi állandójának értéke?

- C) Milyen lesz az egyensúlyi rendszerben a komponensek koncentrációja, ha $2,0 \text{ mol/dm}^3$ A kiindulási koncentrációt alkalmazva A anyag fele disszociál az



egyenlet szerinti reakcióban? Mi ilyen körülmények között az egyensúlyi állandó értéke?

- 4.170.A) Az $A + 2 B \rightleftharpoons C$ egyensúlyi folyamatban az alábbi egyensúlyi koncentrációk alakulnak ki T hőmérsékleten és p nyomáson:

$$[A]_e = 0,5 \text{ mol/dm}^3,$$

$$[B]_e = 1,0 \text{ mol/dm}^3$$

$$[C]_e = 0,5 \text{ mol/dm}^3.$$

Mekkora ilyen körülmények között az egyensúlyi állandó, és mekkora A és B kiindulási koncentrációja?

- B)** Az $A + 3 B \rightleftharpoons 2 C$ egyensúlyi folyamatban (adott p, T) a következő egyensúlyi koncentrációk alakultak ki:

$$[A]_e = 0,5 \text{ mol/dm}^3, [B]_e = 1,5 \text{ mol/dm}^3, [C]_e = 3,0 \text{ mol/dm}^3.$$

Mekkora ilyen körülmények között a folyamat egyensúlyi állandója? Milyenek voltak a kiindulási koncentrációk?

- C)** Az $A \rightleftharpoons B + 4 C$ egyensúlyi folyamatban (adott p, T) a következő egyensúlyi koncentrációk alakultak ki:

$$[A]_e = 0,25 \text{ mol/dm}^3, [B]_e = 0,75 \text{ mol/dm}^3, [C]_e = 3,00 \text{ mol/dm}^3.$$

Mekkora ilyen körülmények között a folyamat egyensúlyi állandója? Milyen kiindulási A -koncentrációt alkalmaztunk, és az A hány %-a disszociált a folyamatban?

- 5.171.A)** Az $A + 2 B \rightleftharpoons C$ egyensúlyi folyamatban valamennyi komponens egyensúlyi koncentrációja $0,5 \text{ mol/dm}^3$. Mekkora ilyen körülmények között a folyamat egyensúlyi állandója? A vagy B anyag alakult-e át nagyobb %-ban?

- B)** Az $A + 3 B \rightleftharpoons 2 C$ egyensúlyi folyamatban (adott p, T) az alábbi egyensúlyi koncentrációk alakultak ki:

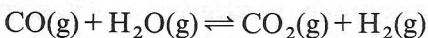
$$[A]_e = 0,5 \text{ mol/dm}^3, [B]_e = 1,0 \text{ mol/dm}^3, [C]_e = 1,0 \text{ mol/dm}^3.$$

Mekkora ilyen körülmények között a folyamat egyensúlyi állandója? A vagy B anyag alakult át nagyobb %-ban?

Ha az előző feladatokat tüzetesen megnéztük, átgondoltuk, oldjuk meg az alábbi **gyakorlófeladatokat** is!

- 172.** A nitrogén és a hidrogén egyensúlyi reakcióban ammóniává egyesül. Egy kísérletben $3,0 \text{ mol/dm}^3$ kiindulási nitrogén- és $9,0 \text{ mol/dm}^3$ hidrogénkoncentrációt alkalmazva az egyensúlyig 10%-os átalakulás volt mérhető. Számítsuk ki az egyensúlyi koncentrációkat és az egyensúlyi állandót! (A reakciót zárt edényben hajtjuk végre.)

- 173.** Állandó térfogatú tartályban a szén-monoxidból és a vízgőzből $5,0\text{--}5,0 \text{ mol/dm}^3$ -t alkalmazva $830 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 50%-os átalakulást tapasztalunk a



egyenlet szerinti egyensúlyi folyamatban. Mekkora az egyensúlyi állandó értéke $830 \text{ }^\circ\text{C}$ -on?

- 174.** Zárt, $1,00 \text{ dm}^3$ -es edényben $2,94 \text{ mol}$ jódgőzt és $8,1 \text{ mol}$ hidrogéngázt elegyítenek. $445 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $5,64 \text{ mol}$ hidrogén-jodid keletkezik az egyensúlyi reakcióban. Hány %-os volt a jód, illetve a hidrogén átalakulása? Számítsuk ki az ehhez a hőmérséklethez tartozó egyensúlyi állandót!

- 175.** A kén-trioxid előállításánál adott hőmérsékleten és nyomáson a következő egyensúlyi koncentrációk alakultak ki (a zárt, állandó térfogatú edényben):

$$[\text{SO}_2]_e = 0,10 \text{ mol/dm}^3, [\text{O}_2]_e = 0,05 \text{ mol/dm}^3, [\text{SO}_3]_e = 0,90 \text{ mol/dm}^3.$$

Számítsuk ki, hány %-os volt az átalakulás és mekkora az egyensúlyi állandó?

176. A $0,10 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú hangyasavoldatban (HCOOC) 25°C -on a molekulák $4,2\%$ -a disszociál ionjaira. Számítsuk ki az oldatban lévő oxónium- és formiátionok, valamint a hangyasavmolekulák koncentrációját és a hangyasav savállandóját!
177. A $0,010 \text{ mol/dm}^3$ -es hangyasavoldatban az oxóniumion-koncentráció $1,24 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$. Számítsuk ki az oldatban lévő formiátionok és hangyasavmolekulák koncentrációját és a hangyasav savállandóját!
178. Egy $13,0 \text{ dm}^3$ -es edény $16,9 \text{ mol}$ ciklohexánt (C_6H_{12}) tartalmaz. Ha 727°C -ra melegítjük a rendszert, az alábbi egyensúlyi folyamat megy végbe:

$$\text{C}_6\text{H}_{12} \rightleftharpoons 3 \text{C}_2\text{H}_4.$$
A folyamatban a ciklohexán 50% -a disszociál. Milyenek az egyensúlyi koncentrációk, és mekkora 727°C -on az egyensúlyi állandó értéke?
179. Egy $5,0 \text{ dm}^3$ -es edénybe $128,3 \text{ g}$ foszfor-pentakloridot mértünk, majd a zárt edényt 250°C -ra melegítettük, melynek során a foszfor-pentaklorid fele foszfor-trikloridra és klórmolekulákra disszociált. Mekkora ezen a hőmérsékleten a disszociációállandó?

23. A KÉMIAI EGYENSÚLYOK II.

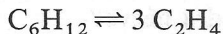
- 1.180.A) Az A anyagból $4,0 \text{ mol/dm}^3$ kiindulási koncentrációt alkalmazva az T hőmérsékleten az alábbi egyenlet szerint disszociál:

$$A \rightleftharpoons B + C.$$
A zárt, állandó térfogatú edényben az egyensúlyi gázelegyben a három komponens azonos koncentrációban van jelen. Hány %-os volt az A anyag disszociációja, és mekkora az egyensúlyi állandó?
- B) Az A anyagból $1,0 \text{ mol/dm}^3$ kiindulási koncentrációt alkalmazva az T hőmérsékleten a

$$A \rightleftharpoons B + 3 C$$
egyenlet szerint disszociál. Az egyensúlyi gázelegyben az A koncentrációja háromszor több, mint a C koncentrációja. Milyenek az egyensúlyi koncentrációk, és hány %-os az A anyag disszociációja? Mekkora az egyensúlyi állandó?
- 2.181.A) Az $A + 2 B \rightleftharpoons C$ egyensúlyi reakció szerinti egyensúlyi rendszerben (adott p , T) a molekulák összkoncentrációja $7,0 \text{ mol/dm}^3$. A koncentrációja kétszerese C koncentrációjának, B koncentrációja pedig A koncentrációjának a kétszerese. Számítsuk ki az egyensúlyi koncentrációkat, az egyensúlyi állandót és azt, hogy A vagy B anyag alakult-e át nagyobb %-ban C anyaggá!
- B) Az $A + 3 B \rightleftharpoons 2 C$ egyensúlyi reakció szerinti egyensúlyi rendszerben (adott p , T) a molekulák összkoncentrációja $3,0 \text{ mol/dm}^3$. Milyenek az egyensúlyi koncentrációk, ha tudjuk, hogy A -t és B -t kiinduláskor az egyenletnek megfelelő (sztöchiometrikus) arányban kevertük össze, és egyensúlyban A koncentrációja megegyezik C koncentrációjával? Mekkora az egyensúlyi állandó értéke? Hány %-os az átalakulás?

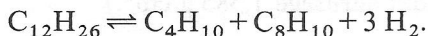
Ha megoldottuk az előző feladatokat, átgondoltuk a lényegét a kidolgozásukban, következzen néhány **gyakorlófeladat**:

182. Egy 5,00 dm³-es zárt edényben 546,0 g ciklohexán van. Ha 727 °C-ra melegítjük a rendszert, a ciklohexán a



egyenlet szerint disszociál, és az egyensúlyi gázelegyben az etilén koncentrációja háromszorosa a ciklohexán koncentrációjának. Hány %-os a ciklohexán disszociációja, és mekkora az egyensúlyi állandó?

183. Megfelelő körülmények között a dodekán bomlása egyensúlyra vezető folyamat:

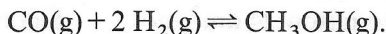


Számítsuk ki, hogy a dodekán hány %-a bomlott el, és mennyi az egyensúlyi állandó értéke, ha tudjuk, hogy az egyensúlyi elegy dm³-enként 2,5 mol anyagot tartalmaz, s benne a hidrogén anyagmennyisége 7/8-szorosa a bomlatlan molekuláknak!

184. A szulfuril-klorid az $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_2\text{Cl}_2$ egyenlet szerint disszociál. 100,0 dm³-es edényben, adott hőmérsékleten 0,354 mol molekulát tartalmaz az egyensúlyi elegy, és valamennyi komponens koncentrációja azonos. Hány % szulfuril-klorid disszociált, és mekkora az egyensúlyi állandó?

Ellenőrző feladatsor II.

1. Tekintsük az alábbi, egyensúlyra vezető folyamatot:



Egy 50 dm³-es tartályba 1 mol CO-ot és 4 mol H₂-t töltve, *T* hőmérsékleten, egyensúlyig a szén-monoxid 20%-a alakul át.

a) Hány %-os hidrogén átalakulása?

b) Mekkora az egyensúlyi koncentrációk és mekkora az egyensúlyi állandó?

5 pont

2. 150 g 10 m/m%-os ammónium-nitrát-oldatban még hány g sót oldhatunk fel 20 °C-on? Hány g só kristályosodik ki, ha az így keletkezett oldatot 0 °C-ra hűtjük? (20 °C-on 100 g víz 192 g NH₄NO₃-ot old, 0 °C-on a telített oldat 54,2 m/m%-os.).

10 pont

3. Nedvességet is tartalmazó lítium-karbonát 6,25 g-ját 100 cm^3 $4,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú, $1,066 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű sósavban oldjuk. Eközben $2,000 \text{ dm}^3$ standardállapotú szén-dioxid-gáz fejlődik.

a) Hány tömeg% nedvességet tartalmaz a lítium-karbonát?

b) Az oldott hidrogén-kloridnak hány %-a marad meg a reakció végére?

c) Hány tömeg%-os a keletkező oldat a lítium-kloridra nézve?

$$[A_r(\text{Li}) = 7, A_r(\text{Cl}) = 35,5.]$$

10 pont

4. 500 cm^3 $2,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kénsavoldatot állítunk elő, melynek sűrűsége $1,123 \text{ g/cm}^3$. Hány cm^3 $98 \text{ m/m}\%$ -os, $1,84 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű tömény kénsavból kell kiindulnunk? Hány mol/dm^3 -es lesz az az oldat, amelyet úgy készítettünk, hogy a fenti 500 cm^3 $2,00 \text{ mol/dm}^3$ -es kénsavoldathoz 500 cm^3 tömény kénsavat (adatait 1. előbb) keverünk? (A keletkező oldat sűrűsége $1,585 \text{ g/cm}^3$.)

$$[A_r(\text{S}) = 32,0.]$$

10 pont

5. Egyértékű sav $20,00 \text{ m/m}\%$ -os oldatba $6,67$ mólszázalékos, illetve $3,54 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú.

a) Határozzuk meg az ismeretlen sav moláris tömegét!

b) Melyik lehet ez a sav, ha molekulája $76,2$ tömegszázalék oxigént tartalmaz?

c) Számítsuk ki a $20,00 \text{ m/m}\%$ -os savoldat sűrűségét!

15 pont

Ellenőrző feladatsor III.

1. Igazoljuk az ammónia kitűnő vízdékonyságát! Számítsuk ki, hogy a desztillált víz $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on, $0,101 \text{ MPa}$ nyomáson saját térfogatának hányszorosát képes feloldani ammóniagázból!

A rendelkezésre álló adatok:

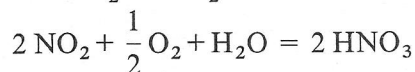
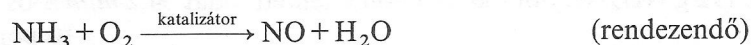
– a desztillált víz sűrűsége közelítőleg 1 g/cm^3 ,

– az ammónia telített oldata $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 34 tömeg%-os,

– a moláris gáztérfogat $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on, $0,101 \text{ MPa}$ nyomáson $24 \text{ dm}^3/\text{mol}$. 5 pont

2. 200 g 10 tömeg%-os sósavban még mekkora térfogatú, normálállapotú HCl -gáz oldható fel, ha a telített sósav 40 tömeg% hidrogén-kloridot tartalmaz? Hányszorosára nő közben a sósav térfogata? [$A_r(\text{Cl}) = 35,5$. Az oldatok sűrűsége: $\rho(10 \text{ w}\%) = 1,05 \text{ g/cm}^3$; $\rho(40 \text{ w}\%) = 1,20 \text{ g/cm}^3$.] 10 pont

3. $5,00 \text{ m}^3$ standardállapotú nitrogéngázból és sztöchiometrikus mennyiségű hidrogéngázból kiindulva salétromsavat állítanak elő:



Tegyük fel, hogy az ammóniaszintézis kitermelése 95%-os, az ammónia oxidációja 90%-os mértékben, a többi folyamat pedig teljesen végbemegy.

- a) Mekkora térfogatú standardállapotú hidrogéngázt kell felhasználni a reakcióhoz?
 - b) Mekkora tömegű 70 tömeg%-os salétromsavoldatot lehet előállítani a feladatban szereplő mennyiségekből? 10 pont
4. A 2 mol/dm^3 -es perklórsavoldat 18 tömeg%-os. [A perklórsav képlete: HClO_4 .]
- a) Határozzuk meg az oldat tömegkoncentrációját!
 - b) Számítsuk ki a mólszázalékos összetételét!
 - c) Számítsuk ki az oldat sűrűségét! [$A_r(\text{Cl}) = 35,5$] 10 pont
5. 100 cm^3 43,0 tömeg%-os kalcium-klorid- és 100 cm^3 50,0 tömeg%-os kálium-karbonát-oldatot összeöntve a reakció éppen végbemegy. A kicsapódó kalcium-karbonát mellett a kálium-klorid egy része is kikristályosodik. A reakció befejeztével leszűrt csapadék tömege 81,0 g, a folyadék térfogata $179,9 \text{ cm}^3$. A csapadék 1,00 g-ját feleslegben vett sósavval reagáltatva 164 cm^3 standardállapotú gáz fejlődik.
- a) Mekkora tömegű kalcium-karbonát csapódott ki?
 - b) Határozzuk meg a két összeöntött oldat sűrűségét!
 - c) Határozzuk meg az adott hőmérsékleten a kálium-klorid oldhatóságát 100 g vízre vonatkoztatva!
 - d) Adjuk meg a keletkezett, telített kálium-klorid-oldat sűrűségét! 15 pont

II. KÉMIA KÖZÉPHALADÓKNAK

A) GÁZELEGYEK

1. A gázelegyek összetétele

185. (Bevezető feladat)

1. Összekeverünk $5,0 \text{ dm}^3$ standardállapotú nitrogén- és $7,0 \text{ dm}^3$ standardállapotú oxigéngázt. Mekkora a keletkező gázelegy térfogata standard körülmények között?
2. Számítsuk ki a fenti gázelegy térfogat%-os összetételét!
3. Számítsuk ki külön-külön a két komponens anyagmennyiségét!
4. Az előzőekben kiszámolt adatokból számítsuk ki a mólszázalékos összetételt!
5. Számítsuk ki a fenti adatokból a gázelegy tömeg%-os összetételét!
7. Számítsuk ki 1 mol gázelegy tömegét (az ún. átlagos moláris tömeget)!

Az (ideális) gázokban a kölcsönhatások elhanyagolhatók, ezért egymással biztosan korlátlanul elegyednek, az elegyedés során térfogatuk összeadódik. A gázok térfogata – anyagi minőségtől függetlenül – a nyomáson és a hőmérsékleten kívül csak anyagmennyiségüktől függ.

A gázelegyek összetételét az oldatokéhoz hasonlóan adhatjuk meg. (I. I. fejezet 25–29. oldal). Leggyakrabban a *térfogatszázalékot* és a „*mólszázalék*”-ot használjuk összetételük jellemzésére. E két adat számértéke – az előző bekezdésben leírtakból következően – *azonos*. Ezen kívül használható még a *tömegszázalék* is.

Jellemző adata a gázelegyeknek az *átlagos moláris tömeg*, mely 1 mol gázelegy tömegét jelenti. Olyan molekulát természetesen nem feltétlenül találunk, mely valóban ilyen moláris tömegnek felel meg, de sok esetben ezt az átlagos értéket tudjuk mérni (pl. a gáztörvény alapján kiszámolni), s ebből következtethetünk a gázelegy összetételére.

- 1.186.A) 1:3 térfogatarányban összekeverünk azonos állapotú nitrogén- és hidrogéngázt. Mi a keletkező gázelegy $V/V\%$ -os, $n/n\%$ -os, $m/m\%$ -os összetétele és átlagos moláris tömege?
- B) 4:3 térfogatarányban összekeverünk azonos állapotú oxigén- és klórgázt. Mi a keletkező gázelegy $n/n\%$ -os, $V/V\%$ -os, $m/m\%$ -os összetétele és átlagos moláris tömege?
- 187.A) Egy gázelegy azonos tömegű oxigén- és metángázból áll. Számítsuk ki átlagos moláris tömegét, $n/n\%$ -os, $V/V\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét!
- B) Egy gázelegy 2:3 tömegarányban tartalmaz nitrogén- és ammóniagázt. Számítsuk ki átlagos moláris tömegét, $n/n\%$ -os, $V/V\%$ -os, és $m/m\%$ -os összetételét!

- 2.188.A)** Összekeverünk $5,0 \text{ dm}^3$ standardállapotú nitrogén- és $5,0 \text{ dm}^3$ normálállapotú hidrogéngázt. Számítsuk ki a keletkező gázelegy $n/n\%$ -os és $V/V\%$ -os összetételét, valamint átlagos moláris tömegét, miután felvette a közös hőmérsékletet!
- B)** Összekeverünk $4,0 \text{ dm}^3$ standardállapotú oxigén- és $5,0 \text{ dm}^3$ normálállapotú hidrogéngázt. Számítsuk ki a keletkező gázelegy $n/n\%$ -os, $V/V\%$ -os összetételét, átlagos moláris tömegét, miután a gázelegy felvette a közös hőmérsékletét!
- 3.189.A)** Egy nitrogénből és hidrogénből álló gázelegy átlagos moláris tömege $10,0 \text{ g/mol}$. Számítsuk ki $n/n\%$ -os, $V/V\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét! (Ha nem tudjuk önállóan megoldani, a megoldásoknál található segítő kérdések szerint dolgozzunk!)
- B)** Szén-monoxidból és szén-dioxidból álló gázelegy átlagos moláris tömege $40,0 \text{ g/mol}$. Számítsuk ki az elegy mólszázalékos, térfogat- és tömegszázalékos összetételét!
- 190.A)** Egy metán–hidrogén gázelegy $15,0 \text{ g}$ -jának térfogata standard körülmények között $76,56 \text{ dm}^3$. Határozzuk meg a gázelegy összetételét!
- B)** Mi annak a metán–szén-monoxid gázelegynek az összetétele, amelyeknek $100,0 \text{ g}$ -ja standard állapotban $117,8 \text{ dm}^3$ térfogatú?
- 191.A)** Egy propán-bután gázelegy hidrogéngázra vonatkoztatott sűrűsége $23,75$. Számítsuk ki a gázelegy százalékos összetételét!
- B)** Határozzuk meg annak a szén-monoxidból és szén-dioxidból álló gázelegynek az összetételét, amelyeknek levegőre vonatkoztatott sűrűsége $1,1034$! (A levegő átlagos moláris tömege 29 g/mol).
- 4.192.A)** Egy gázelegy nitrogént, hidrogént és ammóniát tartalmaz. Az elegy sűrűsége standard körülmények között $0,540 \text{ g/dm}^3$. Az elegyben háromszor több hidrogénmolekula van, mint nitrogénmolekula. Számítsuk ki a gázelegy $n/n\%$ -os, $V/V\%$ -os, $m/m\%$ -os összetételét!
- B)** Egy gázelegy metánt, szén-monoxidot és hidrogéngázt tartalmaz. A gázelegy levegőre vonatkoztatott sűrűsége $0,4039$. Számítsuk ki a gázelegy $n/n\%$ -os, $V/V\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét, ha tudjuk, hogy a gázelegyben azonos a metán és a hidrogéngáz anyagmennyisége! (A levegő átlagos moláris tömege 29 g/mol .)
- 5.193.A)** (Szervetlen kémiai feladat)
A periódusos rendszerben közvetlenül egymás alatt lévő két nemesgáz keverékének levegőre vonatkoztatott sűrűsége $1,103$. Melyik két gáz, milyen $V/V\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételben alkotja a gázelegyet?
- B)** A periódusos rendszerben közvetlenül egymást követő, közöségi körülmények között gáz-halmazállapotú elem elegyének sűrűsége standard állapotban $1,000 \text{ g/dm}^3$. Melyik két gáz és milyen összetételben ($V/V\%$ -os, $n/n\%$, $m/m\%$) alkotja az elegyet?
- C)** Dihidrogén-szulfidból és egy nemesgázból álló gázelegy $1,000 \text{ dm}^3$ standard állapotban $0,2450 \text{ g}$ tömegű. Melyik nemesgázt tartalmazza a gázelegy? Mi az elegy $V/V\%$ -os, $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetétele?

194.A) (Szerves kémiai feladat)

Az olefinek homológ sorában két egymást követő szénhidrogén elegyének 112,0 g-ja standardállapotban 61,25 dm³ térfogatot tölt be. Milyen vegyületek alkotják az elegyet és milyen V/V%-os összetételben?

- B)** A telített, nyílt láncú szénhidrogének n -edik és $(n+2)$ -dik tagjának elegyét elpárologtatva a gőz levegőre vonatkoztatott sűrűsége 3,000. Milyen vegyületek alkotják az elegyet és milyen V/V%-os összetételben (\bar{M} (levegő) = 29 g/mol.)

2. feladatsor (gázelegyek)

Az itt következő feladatokban szereplő levegő összetétele: 21 V/V% oxigén, 79 V/V% nitrogén.

1.195.A) Mekkora tömegű szén égethető el 1,000 m³ standardállapotú levegőben?

- B)** Mekkora tömegű kén égethető el 1,000 m³ normálállapotú levegőben?

2.196.A) 10,0 dm³ normálállapotú levegőben 0,50 g szenet égetünk el. Milyen a keletkező gázelegy térfogata normál körülmények között, és milyen térfogatszázalékos összetétele?

- B)** 10,0 dm³ standardállapotú levegőben 1,00 g ként égetünk el. Milyen a keletkező gázelegy térfogata és térfogatszázalékos összetétele standard körülmények között?

3.197.A) 10,0 dm³ normálállapotú levegőben 1,20 g magnéziumot égetünk el. Mekkora a maradék gázelegy normálállapotú térfogata és térfogatszázalékos összetétele?

- B)** 10,0 dm³ standardállapotú levegőben 3,00 g nátriumot égetünk el. Mi a maradék gázelegy standard térfogata és térfogatszázalékos összetétele? (Vegyük figyelembe, hogy a nátrium nátrium-peroxidá (Na₂O₂) alakul!)

4.198.A) Standardállapotú levegőben 1,00 g ként égetünk el. A keletkező gázelegy összetétele: 10,0 V/V% SO₂, 11,0 V/V% O₂, 79,0 V/V% N₂. Mekkora térfogatú levegőben égettük el a ként?

- B)** Normálállapotú levegőben 1,00 g szenet égetünk el. A keletkező gázelegy 5,0 V/V% CO₂, 16,0 V/V% O₂ és 79,0 V/V% N₂. Mekkora térfogatú levegőben égettük el a szenet?

199.A) Mekkora térfogatú, standardállapotú levegőben égettünk el 3,0000 g szenet, ha a keletkező gázelegy levegőre ($\bar{M}_{lev} = 29$ g/mol) vonatkoztatott sűrűsége 1,0566?

- B)** Standardállapotú levegőben 3,0000 g ként égettünk el. A keletkező gázelegy sűrűsége standard körülmények között 1,2555 g/dm³. Mekkora térfogatú levegőt használtunk fel?

200.A) Mekkora tömegű szenet égettünk el 2,000 dm³ normálállapotú levegőben, ha a reakció után a gázelegy sűrűsége normál körülmények között 1,3137 g/dm³?

- B)** 350,0 cm³ standardállapotú levegőben ként égettünk el. A képződő gázelegy levegőre vonatkoztatott sűrűsége 1,1931. (\bar{M} (levegő) = 29 g/mol.) Mekkora az elégetett kén tömege?

- 5.201.A) Standardállapotú levegőben 1,00 g magnéziumot égetünk el. A maradék gázelegy összetétele: 10,0 $V/V\%$ oxigén, 90,0 $V/V\%$ nitrogén. Mekkora térfogatú levegőt használtunk a magnézium égetésekor? Milyen oxigénfelesleget alkalmaztunk?
- B) Standardállapotú levegőben 1,00 g kalciumot égetünk el. A maradék gázelegy összetétele: 5,0 $V/V\%$ O_2 és 95,0 $V/V\%$ N_2 . Mekkora térfogatú levegőt használtunk fel és hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?
- 202.A) Mekkora tömegű kalciumot égettünk el a standardállapotú, 1,500 dm^3 térfogatú levegőben, ha a reakció után visszamaradó gázelegy hidrogén-gázra vonatkoztatott sűrűsége 14,30?
- B) Mekkora tömegű magnéziumot égettünk el a standardállapotú, 850,0 cm^3 térfogatú levegőben, ha a reakció után visszamaradó gázelegy sűrűsége standard körülmények között 1,1494 g/dm^3 ?

3. feladatsor (gázelegyek)

Az alábbi feladatokban szereplő (oxigénben *nem* dúsított) levegő 21 $V/V\%$ oxigént és 79 $V/V\%$ nitrogént tartalmaz.

- 1.203.A) Mekkora térfogatú, azonos állapotú oxigéngáz szükséges 1,0 dm^3 etángáz tökéletes elégetéséhez?
- B) Mekkora térfogatú, azonos állapotú oxigéngáz szükséges 3,0 dm^3 szén-monoxid tökéletes elégetéséhez?
- 204.A) 1,0 dm^3 , 30 $V/V\%$ etánt és 70 $V/V\%$ metánt tartalmazó gázelegy tökéletes elégetéséhez mekkora térfogatú, azonos állapotú oxigéngáz szükséges?
- B) Mekkora térfogatú, azonos állapotú oxigéngáz szükséges 5,0 dm^3 olyan propán-bután gázelegy elégetéséhez, amelynek levegőre vonatkoztatott sűrűsége 1,862? ($\bar{M}_{lev} = 29$ g/mol).
- 2.205.A) Mekkora térfogatú, azonos állapotú levegő szükséges 3,0 dm^3 metángáz tökéletes elégetéséhez?
- B) Mekkora térfogatú, azonos állapotú levegő szükséges 1,0 dm^3 propángáz tökéletes elégetéséhez?
- C) Milyen a durranógáz optimális hidrogén: levegő térfogataránya?
- 206.A) Mekkora térfogatú, azonos állapotú levegő szükséges 1,0 dm^3 térfogatú, 40 $V/V\%$ etánt és 60 $V/V\%$ metánt tartalmazó gázelegy tökéletes elégetéséhez?
- B) Egy propán-bután gázelegy sűrűsége standard körülmények között 2,000 g/dm^3 . Mekkora térfogatú, azonos állapotú levegő szükséges a gázelegy 1,00 dm^3 -ének tökéletes elégetéséhez?
- 3.207.A) Metángázt égetünk el éppen szükséges (ún. sztöchiometrikus) mennyiségű levegőben. Milyen a keletkező gázelegy $V/V\%$ -os összetétele a víz lecsapódása után?
- B) Szén-monoxid-gázt égetünk sztöchiometrikus mennyiségű levegőben. Határozzuk meg az égéstermék térfogatszázalékos összetételét!

- 208.A)** 30 $V/V\%$ etánt és 70 $V/V\%$ propánt tartalmazó gázelegyet elégetnek éppen szükséges mennyiségű levegőben. Milyen a keletkező vízmentes gázelegy térfogatszázalékos összetétele?
- B)** Szén-monoxidból és metánból álló gázelegy 100,0 cm^3 -ének tömege standardállapotban 0,0702 g. Ha ezt a gázelegyet éppen szükséges mennyiségű levegőben tökéletesen elégetjük, milyen lesz a keletkező, vízmentes gázelegy térfogatszázalékos összetétele?
- 4.209.A)** 1,0 dm^3 etángázhoz 20,0 dm^3 azonos állapotú levegőt keverünk, és a gázt elégetjük. Hány % levegőfelesleget alkalmaztunk? Milyen a keletkező füstgázok térfogatszázalékos összetétele? (A vízgőz lecsapódik!)
- B)** 1,0 dm^3 szén-monoxidhoz 3,0 dm^3 azonos állapotú levegőt keverünk és a gázt elégetjük. Hány %-os feleslegben alkalmaztuk a levegőt? Milyen a keletkező, vízmentes füstgáz, a kiindulásival azonos körülmények között mért térfogata és térfogatszázalékos összetétele?
- 210.A)** 100,0 cm^3 $V/V\%$ metánt és 60 $V/V\%$ etánt tartalmazó gázelegyhez 2,000 dm^3 azonos állapotú levegőt kevertünk és a gázt elégettük. Hány százalék levegőfelesleget alkalmaztunk? Milyen a keletkező füstgázok térfogata a vízgőz lecsapódása és a kiindulási körülmények visszaállítása után? Milyen a keletkező gázelegy térfogatszázalékos összetétele (a vízgáz lecsapódása után)? (\bar{M} (levegő) = 29 g/mol).
- B)** Egy olyan propán-bután gázelegyet, melynek levegőre vonatkoztatott sűrűsége 1,621, harmincszoros térfogatú, azonos állapotú levegővel keverünk össze, és a szénhidrogéneket elégetjük. Milyen a keletkező füstgázok $V/V\%$ -os összetétele a víz lecsapódása után? Hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?
- 5.211.A)** Metánt 10%-os levegőfelesleggel égetünk el. Milyen a keletkező vízmentes füstgázok térfogatszázalékos összetétele?
- B)** Szén-monoxidot 5%-os levegőfeleslegben égetünk el. Milyen a keletkező vízmentes füstgáz térfogatszázalékos összetétele?
- 212.A)** Egy 10 $V/V\%$ etánt és 90 $V/V\%$ metánt tartalmazó gázelegyet 10%-os levegőfeleslegben tökéletesen elégetünk. Milyen lesz a keletkező gázelegy $V/V\%$ -os összetétele a vízgőz lecsapódása után? Mekkora térfogatú a vízgőz lecsapódása utáni gázelegy a kiindulási körülmények között mérve, ha 1,000 dm^3 metán-etán elegyből indultunk ki?
- B)** Egy normál körülmények között 0,8925 g/dm^3 sűrűségű metán-etán gázelegyet 20%-os levegőfeleslegben égetünk el. Mekkora a keletkező gázelegy $V/V\%$ -os összetétele a víz lecsapódása után? Mekkora térfogatú a vízgőz lecsapódása után a gázelegy a kiindulási körülmények között mérve, ha 500,0 dm^3 metán-etán elegyből indultunk ki?
- 6.213.A)** Etánt levegőfeleslegben elégetve a következő összetételű füstgáz keletkezett: 11,40 $V/V\%$ CO_2 , 2,85 $V/V\%$ O_2 , 85,75 $V/V\%$ N_2 . Hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?
- B)** 30 $V/V\%$ metánt és 70 $V/V\%$ szén-monoxidot tartalmazó gázelegyet levegőfeleslegben elégettünk. A következő összetételű füstgáz keletkezett: 20,78 $V/V\%$ CO_2 , 1,04 $V/V\%$ O_2 , 78,18 $V/V\%$ N_2 . Hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?

- 214.A) Hány százalékos levegőfeleslegben gyújtottuk meg a hidrogéngázt, ha a vízgőz lecsapódása után visszamaradó gáz sűrűsége standard körülmények között $1,1612 \text{ g/dm}^3$? (Feltételezzük, hogy csak a hidrogén és az oxigén között játszódik le számottevő reakció.)
- B) Hány százalékos felesleget tartalmazott az egyik komponensből az a hidrogén-klór gázelege, amelyet meggyújtva a keletkező gázelegy levegőre vonatkoztatott sűrűsége $0,5448$? (\bar{M} (levegő) = 29 g/mol).
- 7.215.A) 80 V/V\% metán és 20 V/V\% acetilént tartalmazó gázelegyet levegőfeleslegben elégettünk. A keletkező füstgáz $10,9 \text{ V/V\%}$ CO_2 -ot $3,6 \text{ V/V\%}$ O_2 -t és $85,5 \text{ V/V\%}$ nitrogént tartalmazott. Hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?
- B) 25 V/V\% propánt és 75 V/V\% butánt tartalmazó gázelegyet levegőfeleslegben elégettünk. $10,50 \text{ V/V\%}$ CO_2 -ot, $5,25 \text{ V/V\%}$ O_2 -t és $84,25 \text{ V/V\%}$ N_2 -t tartalmazó füstgáz keletkezett.
Hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?
- 2.216.A) Etánt égettünk el levegőfeleslegben. A keletkező füstgázban négyszer nagyobb a szén-dioxid anyagmennyisége, mint a maradék oxigéné. Hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk, és hány % nitrogént tartalmaz a vízmentes füstgáz?
- B) Metánt és etánt tartalmazó gázelegyet – melynek héliumra vonatkoztatott sűrűsége $6,1$ – levegőfeleslegben elégettünk. Hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk, és hány V/V\% nitrogént tartalmaz a füstgáz, ha abban a szén-dioxid- és az oxigénmolekulák aránya $20:1$?
- 9.217.A) Metánt oxigénben dúsított levegőben égettünk el. A keletkező vízmentes füstgáz összetétele: $11,11 \text{ V/V\%}$ CO_2 , $5,55 \text{ V/V\%}$ O_2 , $83,33 \text{ V/V\%}$ N_2 .
Hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?
Hány V/V\% oxigént tartalmazott a dúsított levegő?
- B) Szén-monoxidot oxigénben dúsított levegővel keverték össze és elégették. $33,3 \text{ V/V\%}$ CO_2 -ot, $8,33 \text{ V/V\%}$ O_2 -t és $58,33 \text{ V/V\%}$ N_2 -t tartalmazó füstgáz keletkezett.
Hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?
Hány V/V\% oxigént tartalmazott a dúsított levegő?
- 218.A) 40 V/V\% metánt és 60 V/V\% propánt tartalmazó gázelegyet oxigénben dúsított levegőben elégettünk. A keletkező vízmentes füstgáz összetétele: $15,28 \text{ V/V\%}$ CO_2 , $1,39 \text{ V/V\%}$ O_2 , $83,33 \text{ V/V\%}$ N_2 .
Hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?
Hány V/V\% oxigént tartalmazott a dúsított levegő?
- B) Egy $1,8776 \text{ g/dm}^3$ -es sűrűségű, standardállapotú propán-bután gázelegyet oxigénben dúsított levegőben égettünk. A keletkező vízmentes füstgáz összetétele: $17,53 \text{ V/V\%}$ CO_2 , $4,38 \text{ V/V\%}$ O_2 , $78,08 \text{ V/V\%}$ N_2 .
Hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?
Hány V/V\% oxigént tartalmazott a dúsított levegő?

4. A) feladatsor (gázelegyek)

- 1.219.A)** Egy szén-monoxid–hidrogén gázelegy elégetésekor 1,2-szer több mol víz keletkezik, mint szén-dioxid. Milyen a kiindulási gázelegy $V/V\%$ -os összetétele?
- B)** Egy szén-monoxid–hidrogén gázelegy elégetésekor 1,6-szor nagyobb anyagmennyiségű szén-dioxid keletkezik, mint víz. Határozzuk meg a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét!
- 2.220.A)** Egy metán–szén-monoxid gázelegy elégetésekor 1,2-szer nagyobb anyagmennyiségű szén-dioxid keletkezett, mint víz. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét!
- B)** Egy metán–hidrogén gázelegy elégetésekor 2,2-szer több mol víz keletkezik, mint szén-dioxid. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy $V/V\%$ -os összetételét!
- 3.221.A)** Egy szén-monoxidból és hidrogénből álló gázelegy $10,0\text{ cm}^3$ -ét azonos állapotú, feleslegben vett oxigénben elégetve, a keletkező vízgőzt lecsapátva, a hőmérsékletet és a nyomást az eredeti értékre állítva $10,0\text{ cm}^3$ vízmentes gázelegyet kapunk. Ezt tömény KOH-oldatban átbuborékolgatva, a gáztérfogat $4,0\text{ cm}^3$ -re csökkent.
- Milyen gázkomponenssel, hogyan reagál a kálilúg? Milyen volt a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetétele? Mekkora térfogatú, azonos állapotú oxigéngázzal kevertük össze az eredeti elegyet?
- B)** Egy szén-monoxid–hidrogén gázelegy $20,0\text{ cm}^3$ -ét feleslegben vett, azonos állapotú oxigénnel összekeverve meggyújtunk, majd a vízgőz lecsapódása után megmérjük a gáztérfogatot: $15,0\text{ cm}^3$. Ezt tömény KOH-oldaton átvezetve a térfogat $12,0\text{ cm}^3$ -re csökken. Milyen volt a kiindulási gázelegy $V/V\%$ -os összetétele? Mekkora térfogatú, azonos állapotú oxigéngázzal kevertük össze az elegyet?
- C)** Egy metánból és hidrogénből álló gázelegy $10,0\text{ cm}^3$ -ét feleslegben vett, azonos állapotú oxigéngázzal kevertünk össze, majd a reakció után a vízgőzt lecsapva, az eredeti hőmérsékleten és nyomáson $10,0\text{ cm}^3$ gáztérfogatot mértünk. KOH-oldaton átvezetve a gázt, $2,0\text{ cm}^3$ -es térfogatcsökkenést tapasztaltunk. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét és azt, hogy mekkora térfogatú azonos állapotú oxigéngázzal kevertük össze az elegyet!
- 4.222.A)** Egy metánból és szén-monoxidból álló gázelegy $20,0\text{ cm}^3$ -ét $30,0\text{ cm}^3$ azonos állapotú oxigéngázzal kevertünk össze, majd az elegyet meggyújtottuk. A reakció lezajlása, a vízgőz lecsapódása és az eredeti körülmények visszaállítása után visszamaradt gáz térfogata $28,0\text{ cm}^3$. Számítsuk ki az eredeti gázelegy $V/V\%$ -os összetételét! Milyen volt az O_2 -felesleg?
- B)** Egy szén-monoxid–metán gázelegy $15,0\text{ cm}^3$ -ét $20,0\text{ cm}^3$ azonos állapotú oxigéngázzal kevertünk össze, majd az elegyet meggyújtottuk. A reakció lezajlása, a vízgőz lecsapódása és az eredeti körülmények visszaállítása után megmaradt gáz térfogata $20,0\text{ cm}^3$.
- Számítsuk ki az eredeti gázelegy $V/V\%$ -os összetételét és azt, hogy hány %-os oxigénfelesleget alkalmaztunk!

5.223.A) Egy $\text{CH}_4\text{-CO-H}_2$ gázelegy $10,0 \text{ cm}^3$ -ét $20,00 \text{ cm}^3$ azonos állapotú oxigéngázzal kevertünk össze, majd az elegyet meggyújtottuk. A reakció lezajlása, a vízgőz lecsapódása és az eredeti körülmények visszaállítása után megmaradt gáz térfogata $15,5 \text{ cm}^3$, melyet KOH-oldaton átvezetve, $8,0 \text{ cm}^3$ gáz marad vissza. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét és azt, hogy hány %-os oxigénfelesleget alkalmaztunk!

B) Egy metán–szén-monoxid–hidrogén gázelegyet kétszeres térfogatú, azonos állapotú oxigéngázzal keverték össze. Az elegy meggyújtása, a reakció lezajlása, a vízgőz lecsapódása és az eredeti körülmények visszaállítása után visszamaradt gázelegy térfogata a reakció előtti oxigént tartalmazó gázelegy térfogatának 55,0%-a. Ezt KOH-oldaton átvezetve, térfogata 18,2%-kal csökken.

Számítsuk ki a gázelegy V/V -os összetételét és azt, hogy hány %-os oxigénfelesleget alkalmaztunk!

4. B) feladatsor (gázelegyek, szerves kémiai feladatok)

1.224.A) Egy etán–propán gázelegy tökéletes elégetéséhez a gázelegy anyagmennyiségének négyszerese kell oxigénből. Számítsuk ki a gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

B) Egy etán–etén gázelegy tökéletes elégetéséhez elvileg 3,2-szeres anyagmennyiségű oxigén szükséges. Számítsuk ki a gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

C) Egy metán–propán gázelegy elégetésekor 1,8-szor nagyobb anyagmennyiségű szén-dioxid keletkezik, mint a kiindulási gázelegy anyagmennyisége. Számítsuk ki a gázelegy V/V -os összetételét!

2.225.A) Egy metán–etán gázelegy elégetésekor 1,6-szer nagyobb anyagmennyiségű víz keletkezik, mint szén-dioxid. Mi a gázelegy V/V -os összetétele?

B) Egy propán–bután gázelegy elégetésekor 1,30-szor több mól víz keletkezett, mint a szén-dioxid anyagmennyisége. Számítsuk ki a gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

3.226.A) Egy metán–etán gázelegy $10,0 \text{ cm}^3$ -ét oxigénfeleslegben elégettük. A reakció lezajlása, a víz lecsapódása és a nyomás visszaállítása után visszamaradó gázelegy térfogata $20,0 \text{ cm}^3$. Ha ezt KOH-oldaton buborékolatjuk át, a gáz térfogata $16,0 \text{ cm}^3$ -rel csökken. Számítsuk ki a gázelegy V/V -os összetételét és azt, hogy hány %-os oxigénfelesleget alkalmaztunk!

B) Egy propán–bután gázelegy $20,0 \text{ cm}^3$ -ét oxigénfeleslegben tökéletesen elégettünk. A reakció lejátszódása, a víz lecsapódása és a nyomás visszaállítása után visszamaradó gázelegy térfogata $70,0 \text{ cm}^3$. Ha ezt a gázelegyet KOH-oldaton buborékolatjuk át, $6,0 \text{ cm}^3$ gáz marad vissza. Számítsuk ki az oxigénfelesleget és a szénhidrogénelegy térfogatszázalékos összetételét!

- 4.227.A) Egy gázelegynek, mely propánt és propént tartalmaz, $10,0 \text{ cm}^3$ -ét $60,0 \text{ cm}^3$ azonos állapotú oxigéngázzal keverünk össze, majd a szénhidrogéneket tökéletesen elégetjük. A reakció befejeztével, a víz lecsapódása és az eredeti körülmények visszaállítása után $41,0 \text{ cm}^3$ gázelegyet kapunk. Számítsuk ki a gázelegy $V/V\%$ -os összetételét és azt, hogy hány százalékos oxigénfelesleget alkalmaztunk!
- B) Egy etánt és acetilént tartalmazó gázelegy $20,0 \text{ cm}^3$ -ét $100,0 \text{ cm}^3$ azonos állapotú oxigéngázzal kevertük össze és a szénhidrogéneket elégettük. A reakció és a víz lecsapódása után, az eredeti körülmények között mérve $84,0 \text{ cm}^3$ térfogatú gázelegyet kaptunk. Számítsuk ki a gázelegy $V/V\%$ -os összetételét és azt, hogy hány %-os oxigénfelesleget alkalmaztunk!
- 5.228.A) Egy gázelegy szén-monoxidot, metánt és acetilént tartalmaz. A gázelegy $20,0 \text{ cm}^3$ -ét $60,0 \text{ cm}^3$ azonos állapotú oxigéngázzal keverjük össze és meggyújtjuk. A reakció befejeződése, a víz lecsapódása után az eredeti körülmények között mérve, $43,0 \text{ cm}^3$ gázelegyet kapunk, melyet KOH-oldaton átvezetve $23,0 \text{ cm}^3$ -es térfogatcsökkenést tapasztalunk. Számítsuk ki a gázelegy $V/V\%$ -os összetételét és azt, hogy hány %-os oxigénfelesleget alkalmaztunk!
- B) Egy gázelegy $15,0 \text{ cm}^3$ -ét – mely metánt, etánt és acetilént tartalmaz – $60,0 \text{ cm}^3$ azonos állapotú oxigéngázzal keverünk össze, és a szénhidrogéneket tökéletesen elégetjük. A reakció befejeződése, a vízgőz lecsapódása után az eredeti körülmények között mérve, $42,5 \text{ cm}^3$ gázelegyet kapunk, melynek térfogata a KOH-oldaton való átvezetés alatt $20,5 \text{ cm}^3$ -re csökken. Számítsuk ki a gázelegy $V/V\%$ -os összetételét és azt, hogy hány %-os oxigénfelesleget alkalmaztunk!
- 6.229.A) Egy kétkomponensű gázelegyet vizsgálunk, mely két, a homológ sorban egymást követő paraffin szénhidrogént tartalmaz. $10,0 \text{ cm}^3$ gázelegyet $50,0 \text{ cm}^3$ azonos állapotú oxigéngázzal keverünk össze, és a szénhidrogéneket tökéletesen elégetjük. Ezután megvárjuk, míg a vízgőz lecsapódik, és az eredeti hőmérséklet és nyomás visszaáll: ekkor $31,5 \text{ cm}^3$ gáztérfogatot mérünk, mely KOH-oldatos mosás után $27,0 \text{ cm}^3$ -rel csökken. Melyik két gáz alkotta a gázelegyet, milyen térfogatszázalékos összetételben? Milyen oxigénfelesleget alkalmaztunk?
- B) Egy gázelegy az olefinek homológ sorának n -edik és $(n+2)$ -edik tagját tartalmazza. A gázelegy $25,0 \text{ cm}^3$ -ét $150,0 \text{ cm}^3$ azonos állapotú oxigénnel keverünk össze, és a szénhidrogéneket tökéletesen elégetjük. A reakció befejeztével, a vízgőz lecsapódása után az eredeti körülmények között mérve, $120,0 \text{ cm}^3$ gázelegyet kapunk, melynek térfogata KOH-oldaton átvezetve, a felére csökken. Melyik két gáz alkotta a gázelegyet, milyen $V/V\%$ -os összetételben, és hány %-os oxigénfelesleget alkalmaztunk?
- 230.A) Metánból és etánból álló gázelegy $10,0 \text{ cm}^3$ -ét $190,0 \text{ cm}^3$ azonos állapotú, $21 V/V\%$ oxigént tartalmazó levegővel keverjük össze, és a szénhidrogéne-

ket tökéletesen elégetjük. A reakció befejeztével, a vízgőz lecsapódása után az eredeti körülmények közt mérve, $175,5 \text{ cm}^3$ gázelegyet kapunk, melyet KOH-oldaton átvezetve a gáztérfogat $19,0 \text{ cm}^3$ -rel csökken.

Számítsuk ki az eredeti gázelegy $V/V\%$ -os összetételét és azt, hogy hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk!

B) Egy propán–bután gázelegyet 30-szoros térfogatú levegővel keverünk össze. Az égés, a vízgőz lecsapódása és az eredeti hőmérséklet és nyomás visszaállítása után kapott gázelegy térfogata a levegővel összekevert gázelegy térfogatának 89,6%-a. Ezt KOH-oldaton átvezetve a térfogat 12,3%-kal csökken.

Számítsuk ki az eredeti gázelegy $V/V\%$ -os összetételét és azt, hogy hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk!

5. A) feladatsor (gázelegyek)

1.231.A) Egy gázelegy hidrogént és oxigént tartalmaz. Az elegyen elektromos szikrát üttetünk át és megvárjuk, hogy a hőmérséklet és a nyomás ismét az eredeti legyen. A vízgőz lecsapódása után visszamaradt száraz gáz térfogata a fele a kiindulási gázelegyének. Számítsuk ki, milyen lehetett a kiindulási elegy térfogatszázalékos összetétele!

B) Egy gázelegy hidrogént és oxigént tartalmaz. Az elegyen szikrát üttetünk át és megvárjuk, hogy a hőmérséklet és a nyomás ismét a kiindulási értéket vegye fel. A vízgőz lecsapódása után visszamaradó gáz térfogata a kiindulási gáztérfogat 80%-a. Számítsuk ki, milyen lehetett a kiindulási elegy $V/V\%$ -os összetétele!

C) Egy gázelegy hidrogént és klórt tartalmaz. Az elegyet meggyújtva, a reakció után a vízdékony komponenst elnyelve, a maradék száraz gáz – mely KI-oldaton átbuborékolatva abban színváltozást nem okoz – térfogata a kiindulási körülmények között mérve, az eredeti gázénak 20%-a. Számítsuk ki a kiindulási elegy $V/V\%$ -os összetételét!

2.232.A) Egy gázelegy szén-monoxidot és oxigént tartalmaz. Az elegyet meggyújtva, majd a reakció után az eredeti körülményeket visszaállítva, a gázelegy térfogata az eredetinek 70%-a. Számítsuk ki, milyen összetételű lehet a kiindulási gázelegy!

B) Számítsuk ki annak a CO–O₂ elegynek a térfogatszázalékos összetételét, melynél – a fentiek szerint – 10%-os a térfogatsökkenés!

233.A) Egy CO–O₂ gázelegyet elégetve olyan gázelegyhez jutunk, amelynek sűrűsége standardállapotban $1,358 \text{ g/dm}^3$. Milyen összetételű lehet a kiindulási elegy?

B) Milyen annak a CO–O₂ gázelegynek a $V/V\%$ -os összetétele, melynek elégetésekor képződő gáz $100,0 \text{ cm}^3$ -e standardkörülmények között $122,4 \text{ mg}$ tömegű?

C) Milyen annak a CO–O₂ gázelegynek az összetétele, melynek elégetése során képződő gáz oxigéngázra vonatkoztatott sűrűsége $1,375$?

- 3.234.A)** Egy gázelegy szén-dioxidot, szén-monoxidot és oxigént tartalmaz, melynek levegőre vonatkoztatott sűrűsége 1,3380. Ha a gázelegyet elégetjük, a reakció során képződő gázelegy levegőre vonatkoztatott sűrűsége 1,4083-ra nő. Számítsuk ki a kiindulási elegy $V/V\%$ -os összetételét! ($\bar{M}_{\text{lev}} = 29$ g/mol.)
- B)** Egy hidrogénből, nitrogénből és oxigénből álló gázelegy oxigéngázra vonatkoztatott sűrűsége 0,75. Ha az elegyet felrobbantjuk, majd gyorsan lehűtjük (eközben ammónia gyakorlatilag nem keletkezik), és a folyékony terméket eltávolítjuk, a maradék gázelegy oxigénre vonatkoztatott sűrűsége 0,91 lesz. Számítsuk ki a gázelegy $V/V\%$ -os összetételét!
- C)** Egy $\text{CO-N}_2\text{-O}_2$ gázelegy sűrűsége normálállapotban $1,3208$ g/dm³. Az elégetése után keletkező gázelegy sűrűsége $1,4676$ g/dm³-re nő azonos állapotban. Határozzuk meg a gázelegy térfogatszázalékos összetételét!
- 4.235.A)** Egy metánból, szén-monoxidból és feleslegben lévő oxigénből álló gázelegy átlagos moláris tömege $28,4$ g/mol. Ha a gázelegyet meggyújtjuk, a forró – vízgőzt is tartalmazó – égéstermék $29,9$ g/mol átlagosmoláris tömegű lesz. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét!
- B)** Metánból, hidrogénből és feleslegben lévő oxigénből álló gázelegy átlagos moláris tömege $24,60$ g/mol. Ha a gázelegyet felrobbantjuk, a forró, vízgőzt is tartalmazó égéstermék átlagos moláris tömege $25,89$ g/mol lesz. Számítsuk ki az elegy térfogatszázalékos összetételét!

5. B) feladatsor (gázelegyek, szerves kémiai példák)

- 1.236.A)** Etán–etén gázelegy $10,0$ cm³-ének telítéséhez $3,0$ cm³ azonos állapotú hidrogéngáz szükséges. Mi a gázelegy $V/V\%$ -os összetétele?
- B)** Propán–propén gázelegy $10,0$ cm³-e $4,0$ cm³ azonos állapotú hidrogénklorid-gázt addicionál. Mi a gázelegy térfogatszázalékos összetétele?
- C)** Etán–etin gázelegy a saját térfogatával azonos térfogatú, azonos állapotú hidrogéngázzal telíthető. Mi a gázelegy térfogatszázalékos összetétele?
- 2.237.A)** Egy eténből és butadiénből álló gázelegy $10,0$ cm³-ének telítéséhez $12,0$ cm³ azonos állapotú hidrogéngáz szükséges. Mi a gázelegy $V/V\%$ -os összetétele?
- B)** Egy butén–butadién gázelegy $15,0$ cm³-e $16,0$ cm³ azonos állapotú klórgázt addicionál. Mi a gázelegy $V/V\%$ -os összetétele?
- 3.238.A)** Egy gázelegy etént és hidrogént tartalmaz. Ha a gázelegyet platinakatalizátorral hozzuk érintkezésbe, a gázelegy térfogata – azonos körülmények között mérve – a felére csökken. (Az etén és a hidrogén reakcióját gyakorlatilag teljesnek tekinthetjük.) Mi volt a kiindulási gázelegy összetétele térfogatszázalékban?
- B)** $20,0$ cm³ – propénből és hidrogénből álló – gázelegyet platinakatalizátorral hozunk érintkezésbe. A reakció végén – azonos körülmények között mérve – $12,0$ cm³ térfogatot mérünk. Milyen összetételű lehetett a gázelegy $V/V\%$ -ban?

- 4.239.A) Egy etán–etén–hidrogén gázelegyet platinakatalizátorral hozunk érintkezésbe. A reakció végén – azonos körülmények között mérve – a gáztérfogat az eredetinek 80%-ára csökken, és a maradék gáz oxigéngázra vonatkoztatott sűrűsége 0,7188. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy $V/V\%$ -os összetételét!
- B) Egy etán–etén–hidrogén gázelegyet platinakatalizátorral hozunk érintkezésbe. A reakció végére a gáztérfogat az eredeti 90%-ára csökken, és a maradék gáz oxigéngázra vonatkoztatott sűrűsége 0,9375 lesz. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét!
- 240.A) Egy etán–etén–hidrogén gázelegy hidrogéngázra vonatkoztatott sűrűsége 11,6. Ha a gázelegyet platinakatalizátorral hozzuk érintkezésbe, a keletkező gázelegy térfogata – a kiindulási körülmények között mérve – az eredeti 80%-a lesz. Állapítsuk meg a kiindulási és a képződött gázelegy átlagos moláris tömegét és $V/V\%$ -os összetételét!
- B) Egy etán–etén–hidrogén gázelegy $61,25 \text{ dm}^3$ -ének tömege standardállapotban 32,00 g. Ha a gázelegyet platinakatalizátorral hozzuk érintkezésbe, akkor a térfogata – a kiindulási körülmények között mérve – az eredeti 80%-ára csökken. Számítsuk ki a kiindulási és a keletkező gázelegy $V/V\%$ -os összetételét és átlagos moláris tömegét!
- 5.241.A) Egy etán–propén–hidrogén gázelegyet platinakatalizátorral érintkezésbe hozva, a keletkező gázelegy térfogata – a kiindulási körülmények között mérve – az eredeti 80%-a, s a keletkező gázelegy hidrogéngázra vonatkoztatott sűrűsége 11,5. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy $V/V\%$ -os összetételét és átlagos moláris tömegét!
- B) Egy etán–propén–hidrogén gázelegy $25,0 \text{ cm}^3$ -ét platinakatalizátorral hozunk érintkezésbe. A reakció lejátszódása után, a kiindulási körülmények visszaállításával a gáz térfogata $15,0 \text{ cm}^3$ lett, a keletkező gáz standard sűrűsége $1,51 \text{ g/dm}^3$. Állapítsuk meg a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét és átlagos moláris tömegét!
- C) Egy etén–bután–hidrogén gázelegyet platinakatalizátorral hozunk érintkezésbe. A reakció lejátszódása után, a kiindulási körülmények között a gáztérfogat az eredeti háromnegyedére csökken, és a maradék gázelegy levegőre vonatkoztatott sűrűsége 1,292. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét és átlagos moláris tömegét! (\overline{M} (levegő) = 29 g/mol .)
- 242.A) Egy propán–etén–hidrogén gázelegy $61,25 \text{ dm}^3$ -ének tömege standardállapotban 69,00 g. 150 cm^3 ilyen gázelegyet platinakatalizátorral hozunk érintkezésbe. A reakció után, a kiindulási körülmények között mérve a gáz térfogata 120 cm^3 -re csökken. Számítsuk ki a kiindulási és a képződött gázelegy $V/V\%$ -os összetételét, átlagos moláris tömegét!
- B) Egy propén–bután–hidrogén gázelegy nitrogéngázra vonatkoztatott sűrűsége 1,30. Ha a gázelegyet platinakatalizátorral hozzuk érintkezésbe, majd a reakció után az eredeti körülményeket visszaállítjuk, a térfogat a kiindulásnak 70%-ára csökken. Számítsuk ki a kiindulási és a keletkezett gázelegy $V/V\%$ -os összetételét és átlagos moláris tömegét!

- 6.243.A)** Egy etén–propén–hidrogén gázelegyet platinakatalizátorral hozunk érintkezésbe. A gázelegy térfogata – a kiindulási körülmények között mérve – 30%-kal csökken, és a keletkezett gázelegy normál sűrűsége $701,2 \text{ g/m}^3$. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy $V/V\%$ -os összetételét!
- B)** Egy etin–propén–hidrogén gázelegy 140 cm^3 -ét – melynek tömege $54,9 \text{ mg}$ standardkörülmények között – platinakatalizátorral hozzuk érintkezésbe. A reakció befejeződése és a kiindulási körülmények visszaállítása után a gáztérfogat 84 cm^3 lett. Számítsuk ki a kiindulási és a keletkezett gázelegy térfogatszázalékos összetételét!
- 7.244.A)** Egy propén–butén–hidrogén gázelegy átlagos moláris tömege $15,4 \text{ g/mol}$, platinakatalizátor segítségével reakciót indítunk meg és annak befejeztével a gázelegy átlagos moláris tömege $22,0 \text{ g/mol}$ -ra nő. Állapítsuk meg, hogyan változik a reakció során – adott körülmények között – a térfogat, és számítsuk ki a gázelegy $V/V\%$ -os összetételét!
- B)** Egy etén–propén–hidrogén gázelegy átlagos moláris tömege $15,2 \text{ g/mol}$. Platinakatalizátor segítségével reakciót indítva a gázelegyben, annak befejeztével a gázelegy átlagos moláris tömege $25,33 \text{ g/mol}$ -ra nő. Állapítsuk meg, hogyan változik a reakció során – azonos körülmények között – a térfogat, és számítsuk ki a gázelegy $V/V\%$ -os összetételét!

6. feladatsor (gázelegyek, szerves kémiai példák)

- 1.245.A)** Egy etin–metán–butén gázelegy telítéséhez háromnegyedakkora térfogatú hidrogéngáz kell, elégetésekor pedig kétszerakkora térfogatú szén-dioxid keletkezik, mint amekkora térfogatú gázelegyet reagáltattunk. A térfogatokat minden esetben azonos körülmények között mértük. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy $V/V\%$ -os összetételét!
- B)** Egy acetilén–propilén gázelegy elégetésekor kétszerakkora térfogatú szén-dioxid keletkezik, mint amekkora térfogatú azonos állapotú hidrogénnel telíthető az előző reakcióban felhasznált mennyiségű, kiindulási összetételű gázelegy. Számítsuk ki térfogatszázalékos összetételét!
- 2.246.A)** $10,0 \text{ cm}^3$ metán–etán–etén gázelegy $1,0 \text{ cm}^3$ azonos állapotú klórt addicionál. Ha a kiindulási gázelegy újabb $10,0 \text{ cm}^3$ -ét tökéletesen elégetjük, $14,0 \text{ cm}^3$ azonos állapotú szén-dioxid-gáz keletkezik. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy $V/V\%$ -os összetételét!
- B)** $15,0 \text{ cm}^3$ metán–etán–etin gázelegy $3,0 \text{ cm}^3$ azonos állapotú hidrogéngázzal telíthető. Ha a kiindulási gázelegy $10,0 \text{ cm}^3$ -ét tökéletesen elégetjük, $14,0 \text{ cm}^3$ azonos állapotú szén-dioxid-gáz keletkezik. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy $V/V\%$ -os összetételét!
- 247.A)** $50,0 \text{ cm}^3$ metán–etén–propén gázelegy $40,0 \text{ cm}^3$ azonos állapotú hidrogén–klorid–gázt addicionál. A kiindulási gázelegy $20,0 \text{ cm}^3$ -ének elégetésekor $43,0 \text{ cm}^3$ azonos állapotú szén-dioxid keletkezik. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy $V/V\%$ -os összetételét!

- B)** $20,00 \text{ cm}^3$ metán–etén–propén gázelegy $14,00 \text{ cm}^3$ azonos állapotú klór-gázt addicionál. A kiindulási gázelegy $10,00 \text{ cm}^3$ -ének elégetéséhez $30,75 \text{ cm}^3$ azonos állapotú oxigéngáz szükséges. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy $V/V\%$ -os összetételét!
- 3.248.A)** Egy metán–acetilén–propén gázelegy $10,0 \text{ cm}^3$ -e $7,0 \text{ cm}^3$ azonos állapotú hidrogéngázzal telíthető. Ugyancsak $10,0 \text{ cm}^3$ kiindulási gázelegyet elégetve, $18,0 \text{ cm}^3$ azonos állapotú szén-dioxid-gáz keletkezik. Számítsuk ki a gázelegy térfogatszázalékos összetételét!
- B)** Egy etán–acetilén–propén gázelegy $15,0 \text{ cm}^3$ -e $5,5 \text{ cm}^3$ azonos állapotú hidrogéngázzal telíthető. $10,0 \text{ cm}^3$ kiindulási gázelegy elégetésekor pedig $21,5 \text{ cm}^3$ azonos állapotú szén-dioxid-gáz keletkezik. Számítsuk ki a gázelegy $V/V\%$ -os összetételét!
- 4.249.A)** $10,0 \text{ cm}^3$ térfogatú, etánt, etént és metánt tartalmazó gázelegyhez $50,0 \text{ cm}^3$ azonos állapotú oxigéngázt kevertünk, és a szénhidrogéneket elégettük. A reakció befejeztével, az eredeti körülmények között mérve $37,0 \text{ cm}^3$ gázelegy keletkezett (víz nélkül), melyet KOH-oldaton átvezetve, a gáztérfogat $20,0 \text{ cm}^3$ -re csökken. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy $V/V\%$ -os összetételét!
- B)** 20 cm^3 metán–etén–etin gázelegyhez 90 cm^3 azonos állapotú oxigéngázt kevertünk, és a szénhidrogéneket elégettük. A reakció befejeztével, a vízgőz lecsapódása után visszamaradt gázelegy térfogata – a kiindulási körülmények között mérve – 74 cm^3 , melyet KOH-oldaton átvezetve, 35 cm^3 -es térfogatcsökkenést tapasztalunk. Határozzuk meg a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

7. Gázegyensúlyok

- 1.250.A)** Hányszorosára nő meg a molekulák száma, ha a
- $$4 \text{ PH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{P}_4(\text{g}) + 6 \text{ H}_2(\text{g})$$
- egyenlet szerint, adott hőmérsékleten és nyomáson, a foszfin 10%-a disszociál?
- B)** Hányszorosára nő meg a molekulák száma, ha a
- $$\text{C}_6\text{H}_{14}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6(\text{g}) + 4 \text{ H}_2(\text{g})$$
- egyenlet szerint, adott hőmérsékleten és nyomáson, a hexán 20%-a disszociál?
- C)** Hányszorosára nő meg a molekulák száma, ha a
- $$2 \text{ HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$$
- egyenlet szerinti reakcióban a hidrogén-jodid 20%-a disszociál?
- 251.A)** Hogyan változik meg a molekulák száma, ha 1:1 anyagmennyiség-arányban alkalmazott N_2 – H_2 esetén az
- $$\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{ H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{ NH}_3(\text{g})$$
- reakció során a nitrogénmolekulák 20%-a alakul át ammóniává?

- B)** Hogyan változik meg a molekulák száma a fenti reakcióban, ha 1:3 anyagsűrűség-arányban alkalmazva a nitrogént és hidrogént – adott hőmérsékleten és nyomáson – a nitrogén 60%-a átalakul ammóniává?
- C)** Hogyan változik meg a molekulák száma, ha 1:3 anyagsűrűség-arányban alkalmazott hidrogén és jód esetén a hidrogén 80%-a hidrogén-jodidá alakul?

2.252.A) Ha a nitrozil-bromid az alábbi



egyenlet szerinti disszociációját vizsgáljuk 240 °C-on, akkor azt tapasztaljuk, hogy 2,88 mol/dm³ kiindulási NOBr-koncentráció esetén a vegyület 50%-a disszociál, 213,3 mmol/dm³ kiindulási koncentráció esetén viszont 75% nitrozil-bromid disszociál. Számítsuk ki mindkét esetre:

- az egyensúlyi koncentrációkat,
- az egyensúlyi gázelegy átlagos moláris tömegét,
- az egyensúlyi állandót!

B) Ha a hidrogén-jodid

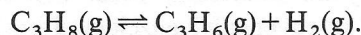


egyenlet szerinti disszociációját vizsgáljuk 327 °C-on, azt tapasztaljuk, hogy 1,0 mol/dm³, illetve 0,5 mol/dm³ kiindulási HI-koncentráció esetén is 10,71%-os disszociációt mérünk. Hogyan lehetséges ez?

Számítsuk ki mindkét esetre:

- az egyensúlyi koncentrációkat,
- az egyensúlyi gázelegy átlagos moláris tömegét,
- az egyensúlyi állandó értékét!

3.253.A) A propán termikus disszociációja:



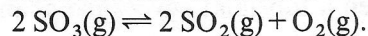
800 K-on az egyensúlyi gázelegy átlagos moláris tömege 34,3 g/mol.

Számítsuk ki az egyensúlyi gázelegy mólszázalékos összetételét!

Számítsuk ki az alábbi kérdések közül azokat, amelyekhez elegendő adat áll a rendelkezésünkre!

- a) A propán hány %-a disszociált?
- b) Hány mol propánt tartalmazott kezdetben a tartály dm³-enként?
- c) 800 K-on ez az egyetlen egyensúlyi összetétel és disszociációfok?
- d) Mekkora az egyensúlyi állandó értéke?

B) A kén-trioxid termikus disszociációja:



1170 K-on az egyensúlyi gázelegy átlagos moláris tömege 64 g/mol.

a) Számítsuk ki az egyensúlyi gázelegy mólszázalékos összetételét!

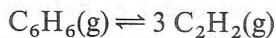
b) A kén-trioxid hány %-a disszociált?

c) Hány mol kén-trioxidot tartalmazott dm³-enként a tartály?

d) 1170 K-on ez az egyetlen lehetséges egyensúlyi összetétel és disszociációfok?

e) Megadható-e az egyensúlyi állandó?

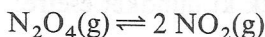
4.254.A) A benzol magasabb hőmérsékleten a



egyenlet szerint disszociál. Adott (T) hőmérsékleten, $0,50 \text{ mol/dm}^3$ kiindulási benzolkoncentráció alkalmazása esetén az egyensúlyi elegy átlagos moláris tömege $75,12 \text{ g/mol}$.

- Számítsuk ki az egyensúlyi gázelegy $n/n\%$ -os összetételét!
- Számítsuk ki az egyensúlyi állandót!
- Ugyanezen a hőmérsékleten nagyobb kiindulási koncentráció alkalmazásakor nő vagy csökken az egyensúlyi elegy átlagos moláris tömegének értéke?

B) A dinitrogén-tetraoxid a



egyenlet szerint disszociál. Bizonyos T hőmérsékleten $0,40 \text{ mol/dm}^3$ kiindulási N_2O_4 -koncentráció esetén az egyensúlyi gázelegy átlagos moláris tömege $50,0 \text{ g/mol}$.

- Számítsuk ki az egyensúlyi elegy mólszázalékos összetételét!
- Számítsuk ki az egyensúlyi állandó értékét!
- Ugyanezen a hőmérsékleten nagyobb kiindulási koncentráció alkalmazásakor hogyan változik az egyensúlyi gázelegy átlagos moláris tömege?

5.255.A) a) Milyen anyagmennyiség-arányban kevertünk össze nitrogén- és hidrogéngázt, ha T hőmérsékleten az egyensúlyi gázelegyben $17,6 \text{ V/V}\%$ ammóniatartalom mellett a gázelegy átlagos moláris tömege $25,29 \text{ g/mol}$?

- Hány %-os a nitrogén és a hidrogén átalakulása?
- Mekkora az egyensúlyi állandó értéke?

B) a) Milyen anyagmennyiség-arányban kevertünk össze kén-dioxidot és oxigént, ha T hőmérsékleten az egyensúlyi gázelegy átlagos moláris tömege $40,0 \text{ V/V}\%$ kén-trioxid mellett $60,80 \text{ g/mol}$?

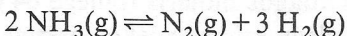
- Hány %-os a kén-dioxid, illetve az oxigén átalakulása?
- Mekkora az egyensúlyi állandó értéke?

6.256.A) A $\text{C}_6\text{H}_{14}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6(\text{g}) + 4 \text{H}_2(\text{g})$

egyenlet szerinti egyensúlyi elegyben a molekulák összkoncentrációja $0,1895 \text{ mol/dm}^3$, a gázelegy átlagos moláris tömege $20,48 \text{ g/mol}$.

- A hexán hány %-a disszociált? (Tételezzük fel, hogy kezdetben csak hexán volt az edényben!)
- Mekkora ezen a hőmérsékleten a folyamat egyensúlyi állandója?

B) $300 \text{ }^\circ\text{C}$ -on az ammónia a



egyenlet szerint disszociál, és a gázelegy átlagos moláris tömege T hőmérsékleten, egyensúlyban $12,92 \text{ g/mol}$. Az egyensúlyi elegyben a molekulák összkoncentrációja $2,13 \text{ mol/dm}^3$.

- Az ammónia hány %-a disszociált?
- Mekkora ezen a hőmérsékleten az egyensúlyi állandó értéke?

- 7.257.A) Ha egy 10,67 g/mol moláris tömegű nitrogén–hidrogén gázelegyet egy bizonyos hőmérsékletre melegítünk, a kialakuló gázelegy átlagos moláris tömege 16,00 g/mol lesz.
- a) A nitrogén, illetve hidrogén hány %-a alakult át ammóniává?
b) Mekkora a folyamat egyensúlyi állandója ezen a hőmérsékleten?
- B) Ha egy 42,67 g/mol átlagos moláris tömegű kén-dioxid–oxigén gázelegyet adott hőmérsékletre melegítünk, a kialakuló egyensúlyi gázelegy átlagos moláris tömege 46,55 g/mol lesz.
- a) A kén-dioxid, illetve az oxigén hány %-a alakul át kén-trioxiddá?
b) Mekkora ezen a hőmérsékleten a folyamat egyensúlyi állandója?

8. feladatsor (gázok, gázelegyek)

- 1.258.A) Szénét égetünk levegőben. A keletkezett gázt NaOH-oldaton vezetjük át, melynek tömege ennek következtében 5,50 g-mal nő. Hány g szénét égettünk el?
- B) Ként égetünk levegőben. A keletkezett gázt NaOH-oldaton vezetjük át, melynek tömege ennek következtében 2,56 g-mal nő meg. Hány g ként égettünk el?
- 2.259.A) Magnéziumot égetünk el 1,00 dm³ standardállapotú oxigéngázban. A reakció végén a gáz térfogata – azonos nyomáson és hőmérsékleten mérve – az eredetinek a fele. Hány g magnéziumot égettünk el?
- B) Nátriumot égetünk 1,000 dm³ normálállapotú klórgázban. A reakció végén a gáz térfogata – azonos hőmérsékleten és nyomáson mérve – az eredetinek 3/4-e. Hány g nátrium volt az edényben?
- 3.260.A) Oktánt égetünk 1,000 dm³ standardállapotú oxigéngázban. A reakció után a gáztérben megegyezik az oxigén- és a szén-dioxid-molekulák száma. Hány g oktánt égettünk el és milyen a forró (vízgőzt is tartalmazó) füstgáz V/V%-os összetétele?
- B) Ciklohexánt égetünk 5,000 dm³ normálállapotú oxigéngázban. A reakció után a gáztérben háromszor több az oxigénmolekulák száma, mint a szén-dioxid-molekuláké. Hány g ciklohexánt égettünk el és milyen a forró (vízgőzt is tartalmazó) füstgáz V/V%-os összetétele?
- 4.261.A) Oktánt égetünk el 1,000 dm³ standardállapotú oxigéngázban. A reakció után forró, vízgőzt is tartalmazó, 30,34 g/mol átlagos moláris tömegű füstgáz keletkezik. Hány g oktánt égettünk el?
- B) Benzolt égetünk 1,000 dm³ normálállapotú oxigéngázban (tökéletesen). A reakció után a forró, vízgőzt is tartalmazó füstgáz átlagos moláris tömege 34,37 g/mol. Hány g benzolt égettünk el?
- 5.262.A) 10,00 kg izzó szénen forró oxigéngázt vezetünk át. A reakciótérből eltávozó gáz – mely oxigéngázt már nem tartalmaz – összterfogata standard körülmények között mérve 1,000 m³, tömege 1,2245 kg. Milyen gázokból áll a gázelegy és mi a V/V%-os összetétele? Az izzó szén hány %-a oxidálódott?

- B)** Egy 50 dm^3 -es tartályban lévő standardállapotú hidrogéngázban vékony csövön bevezetett klórgázt égetünk. Egy idő után megszüntetjük a klórgáz bevezetését. Ekkor a tartályban lévő gáz tömege $33,06 \text{ g}$. Miből áll a gázelegy és mi a térfogatszázalékos összetétele? Mekkora térfogatú standardállapotú klórgázt vezettünk a tartályba?
- 263.A)** $1,000 \text{ m}^3$ standardállapotú metángáz hőbontása során 49 g korom rakódik le a berendezés falára. A reakció befejeztével a gázelegy összetérfogata standard körülményekre vonatkoztatva $1,500 \text{ m}^3$, és benne metánon és hidrogénen kívül acetilénmolekulák találhatók. A metán hány %-a bomlott elemeire, hány %-a alakult acetilénné és hány %-a maradt bomlatlanul?
- B)** Elektromos ívkemencében 500 m^3 normálállapotú metánból olyan gázelegyet kaptak, amely 12 V/V\% acetilént, 10 V/V\% metánt és 78 V/V\% hidrogént tartalmazott.
Határozzuk meg:
- a reakciótérből távozó gázok térfogatát normálállapotban!
 - mekkora térfogatú metán alakult acetilénné!
 - mekkora térfogatú metán bomlott elemeire!
 - mekkora tömegű gázkorom rakódott le a berendezésben!

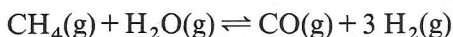
Ellenőrző feladatsor IV. (Gázelegyek)

- Ismeretlen térfogatú edényben – mely normálállapotú, 21 V/V\% oxigént tartalmazó levegővel van tele – $50,0 \text{ mg}$ ként égetünk el. A képződött gázelegy 5 térfogat% kén-dioxidot tartalmaz. Mekkora térfogatú volt az edény? 5 pont
- Ismeretlen összetételű metán–etán gázelegy 10 cm^3 -ét 38 cm^3 azonos állapotú oxigéngázzal keverünk össze és elégetjük. A reakció és a vízgőz lecsapódása után, az eredeti körülmények között mérve, 24 cm^3 gázelegy marad vissza, melynek hidrogéngázra vonatkoztatott sűrűsége $20,5$. Állapítsuk meg a szénhidrogénelegy térfogat%-os összetételét és azt, hogy hány %-os oxigénfelesleget alkalmaztunk! 10 pont
- Ammónia termikus disszociációjakor (hőbomlásából) képződő nitrogén–hidrogén–ammónia gázelegy sűrűsége standard nyomáson és 25 °C -on $0,5551 \text{ g/dm}^3$.
 - Számítsuk ki a gázelegy V/V\% -os összetételét!
 - Határozzuk meg, hány % ammónia bomlott el!
 - Hogyan változik meg a gáz térfogata és mekkora lesz a sűrűsége standard nyomáson és 25 °C -on, miután a gázelegyet fölös sósavon buborékkoltattuk át? 10 pont
- Etilént, acetilént és hidrogént tartalmazó gázelegyet platinakatalizátorral hozunk érintkezésbe. A reakció közben a gáztérfogat – azonos hőmérsékleten és nyomáson mérve – a kiindulásinak felére csökken, és a keletkező gázelegy metánra vonatkoztatott sűrűsége $1,175$. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét és metánra vonatkoztatott sűrűségét! 10 pont

5. Szén-monoxidot, hidrogént és dihidrogén-szulfidot tartalmazó gázelegy standard nyomású és 25 °C-on 50 cm³-ét vizsgáljuk. 500 cm³ azonos állapotú, 20 V/V% oxigént tartalmazó levegőt keverünk hozzá, és az éghető anyagokat tökéletesen elégetjük, majd a reakció befejeztével és a víz lecsapódása után megmérjük a gáz térfogatát: 490 cm³-t mérünk a kiindulásival azonos hőmérsékleten és nyomáson. Ha ezt lúgoldaton vezetjük át, a térfogat 470 cm³-re csökken. Határozzuk meg a kiindulási, háromkomponensű gázelegy térfogat%-os összetételét és a vizsgált minta tömegét! 15 pont

Ellenőrző feladatsor V.

1. Egy hidrogén–klór gázelegy sűrűsége standardállapotban 0,758 g/dm³. Határozzuk meg annak a gázelegynek a térfogat%-os összetételét és sűrűségét standardállapotban, amely akkor keletkezik, amikor a fenti gázelegyet felrobbantjuk! 5 pont
2. Tekintsük az alábbi, egyensúlyra vezető folyamatot:



- a) Milyen anyagmennyiség-arányban kevertük össze a metángázt és a vízgőzt abban az esetben, amikor adott hőmérsékleten kialakuló egyensúlyi gázelegyenben:
 $[\text{CH}_4] = [\text{CO}]$ és $[\text{H}_2\text{O}(\text{g})] = [\text{H}_2(\text{g})]$
- b) Milyen anyagmennyiség-arányban kevertük össze egy másik esetben a metángázt és a vízgőzt, amikor 30 térfogat% hidrogén mellett az egyensúlyi gázelegy átlagos moláris tömege 13,20 g/mol? 10 pont
3. Metánt, formaldehidet és propánt tartalmazó gázelegy 20 cm³-ét 80 cm³ azonos állapotú oxigéngázzal keverjük, és elégetjük. A terméket lehűtve – a víz eltávolítása után – az eredeti körülmények között 54 cm³ térfogatú gázt mérünk, amelyet KOH-oldaton átvezetve a gáztérfogat 36 cm³-rel csökken. Határozzuk meg a gázelegy térfogat%-os összetételét! Hány százalékos oxigénfelesleget alkalmaztunk? 10 pont

4. Egy gázelegy, azonos tömegben, hidrogént, oxigént és egy ismeretlen vegyületet tartalmaz. A gázelegy sűrűsége standardállapotban 0,2239 g/dm³.

- a) Számítsuk ki a gázelegy átlagos moláris tömegét!
 b) Határozzuk meg az ismeretlen vegyület moláris tömegét! Melyik vegyület lehet ez?
 c) Határozzuk meg a vizsgált gázelegy térfogat%-os összetételét! 10 pont
5. Egy gázelegy oxigént és szén-dioxidot tartalmaz. A gázelegy sűrűsége standardállapotban 1,649 g/dm³.

- a) Határozzuk meg a gázelegy térfogat%-os összetételét és metánra vonatkoztatott sűrűségét!

Ha a gázelegyhez egy másik elemi gázból azonos tömegű mennyiséget keverünk, akkor az új gázelegy hidrogéngázra vonatkoztatott sűrűsége 3,64 lesz.

- b) Határozzuk meg, melyik elemi gázt kevertük az elegyhez, és azt is, hogy milyen lett az új gázelegy térfogat%-os összetétele! 15 pont

B) A SZERVES VEGYÜLETEK KÉPLETE

A vegyületek képlete meghatározható tömegszázalékos összetételükből (l. I. fejezet 6-7. feladatsor). A szerves vegyületek összegképlete, de még molekulaképlete sem árul el mindent a szerkezetükről. A szerkezet (konstitúció, illetve konfiguráció) a kémiai reakciók, illetve a fizikai tulajdonságok (pl. olvadáspont, forráspont) alapján határozható meg egyértelműen. Sokat segít számításainknál, ha ismerjük a fontosabb vegyületcsoportok általános képletét. Emlékeztetőül néhány példa:

C_nH_{2n+2}	– nyílt láncú paraffinok;
C_nH_{2n}	– nyílt láncú olefinek vagy cikloparaffinok;
C_nH_{2n-2}	– nyílt láncú diolefinek, illetve alkinok, cikloalkének;
$C_nH_{2n}O$	– telített, egyértékű, nyílt láncú aldehidek és ketonok, telítetlen szénláncú, egyértékű alkoholok, éterek;
$C_nH_{2n}O_2$	– telített szénláncú karbonsavak, telített szénláncú észterek;
$C_nH_{2n+2}O$	– telített, egyértékű, nyílt láncú alkoholok, telített szénláncú éterek;
$C_nH_{2n+2}O_x$	– x értékű alkoholok (telítettek);
C_xH_yO	– valamilyen egyértékű alkohol, aldehid, keton vagy éter.

1. feladatsor: Szénhidrogének és halogénezett származékaik képlete tömegszázalékos összetételük alapján

- 1.264.A) Telített, nyílt láncú szénhidrogén moláris tömege 114 g/mol. Mi a molekulaképlete?
- B) Melyik az az olefin, amelyiknek 98 g/mol a moláris tömege?
- 2.265.A) Melyik a szénhidrogén, amelyiknek a moláris tömege 70 g/mol?
- B) Melyik lehet az a szénhidrogén, amelyiknek 92 g/mol a moláris tömege?
- 266.A) Egy szénhidrogén moláris tömege 84 g/mol. Melyik szénhidrogénről lehet szó, ha tudjuk, hogy a brómos vizet közönséges körülmények között nem színteleníti el?
- B) Egy szénhidrogén moláris tömege 70 g/mol, a brómos vizet közönséges körülmények között igen gyorsan elszínteleníti. Melyik ez a szénhidrogén?
- 3.267.A) 536 g/mol moláris tömegű szénhidrogén széntartalma 89,55 m/m%. Mi a szénhidrogén molekulaképlete?
- B) Egy szerves vegyület moláris tömege 99 g/mol, klórtartalma 71,7 m/m%, széntartalma 24,2 m/m%, a többi hidrogén. Mi a vegyület összegképlete?
- 4.268.A) Egy szerves vegyület 45,9 m/m% szenet, 3,2 m/m% hidrogént és ezen kívül brómot tartalmaz. Mi az összetételének megfelelő legegyszerűbb képlet?
- B) 90,0 m/m% szenet és 10,0 m/m% hidrogént tartalmazó szénhidrogénnek mi a legegyszerűbb molekulaképlete?
- 269.A) Egy szénhidrogén 85,7 m/m% szenet tartalmaz. Milyen képletre következethetünk ebből? Melyik vegyületről lehet szó, ha azt is tudjuk, hogy standard körülmények között sűrűsége 2,286 g/dm³ és gáz-halmazállapotú? Melyik vegyületről van szó, ha tudjuk, hogy klóradddíciójakor egyetlen kiralitáscentrummal rendelkező vegyület képződik belőle?

- B)** 37,2 m/m% szenet és 55,0 m/m% klórt tartalmazó vegyület a fentiekén kívül még hidrogént tartalmaz.
Milyen képletre következtethetünk ebből?
Elegendő adat áll-e rendelkezésünkre a molekula szerkezetének pontos megállapítására?
- C)** Közönséges körülmények között gáz-halmazállapotú vegyület 38,4 m/m% szenet, 56,8 m/m% klórt és még hidrogént tartalmaz. Mi a vegyület képlete és neve?
- D)** Egy királis vegyület 51,9 m/m% szenet, 38,4 m/m% klórt és még hidrogént tartalmaz. Melyik vegyületről lehet szó?
- E)** Egy ismeretlen szénhidrogén (*A*) 83,72 tömeg%, a szénhidrogén klórozásával előállított vegyület (*B*) pedig 38,00 tömeg% szenet tartalmaz. Adott *B* konstitúcióhoz 8 különböző sztereoisomer tartozik.
- Határozzuk meg az *A* és a *B* vegyület összegképletét!
 - Válasszuk ki *A* lehetséges konstitúciói közül azokat, amelyek klórozott származéka a feladatban szereplő *B* lehet! Írjuk fel *B* lehetséges konstitúcióit!

5.270.A) Hány kettős kötést tartalmaz annak a nyílt láncú, standard nyomáson és hőmérsékleten gáz-halmazállapotú szénhidrogénnek egy molekulája, melynek széntartalma 88,89 m/m%?

B) Hány kettős kötést tartalmaz annak a nyílt láncú, standard körülmények között folyékony szénhidrogénnek egy molekulája, ha széntartalma 85,7 m/m%?

C) Hány kettős kötést tartalmaz az a szénhidrogén-molekula, ha a hidrogéntartalom 16 m/m%? Milyen halmazállapotú standard nyomáson és hőmérsékleten a vegyület?

6.271.A) Egy szénhidrogén monohalogen-származéka 59,9 m/m% halogént tartalmaz. A vegyület molekulája két kiralitáscentrummal rendelkezik. Ha a vegyületet NaOH-dal reagáltatjuk, olyan szerves vegyület keletkezik, amelynek vizes oldatában a klórgáz barnás színreakciót okoz. Szén-tetrakloridot adva a rendszerhez az apoláris fázisban ibolyás elszíneződést tapasztalunk. Mi volt a szénhidrogén halogénezett származékának összegképlete és konstitúciója?

B) Egy olefin klórozásával olyan vegyület keletkezett, amelyik 55,9 m/m% klórt tartalmaz. Mi az olefin összegképlete és konstitúciója, ha tudjuk, hogy sem az olefinnek, sem klórozott származékának nincs semmilyen térizomerje?

C) Egy nyílt szénláncú szénhidrogén monohalogen-származéka 53,66 tömeg% halogént tartalmaz. A vegyület nátrium-hidroxiddal történő hevítése során olyan szerves vegyület keletkezik, amelynek vizes oldatában a klórgáz sárgásbarna színreakciót okoz. Ehhez az oldathoz szén-tetrakloridot adva és összerázva, az alsó folyadékfázis intenzív vörösbarna színeződést mutat.

a) Mi a monohalogen-származék összegképlete?

b) Mi a monohalogen-származék pontos konstitúciója és szabályos neve, ha tudjuk, hogy a molekulának négy különböző, egymásba konformációs mozgásokkal nem forgatható térizomerje létezik?

2. feladatsor: A szénhidrogének képletének meghatározása addíciós, illetve szubsztitúciós reakcióik alapján

- 1.272.A) Hány g brómot képes addicionálni 250 cm³ standardállapotú buténgáz?
B) Hány cm³ standardállapotú klórgázt képes addicionálni 2,72 g izoprén?
- 273.A) Hány cm³ standardállapotú klórgázt képes addicionálni 20 cm³ standardállapotú butadién?
B) Hány cm³ standardállapotú hidrogén-klorid-gázt képes addicionálni 20 cm³ standardállapotú etilén? Mekkora tömegű a termék?
- 274.A) Mekkora térfogatú standardállapotú klórgáz szükséges elvileg 1 dm³ standardállapotú metánhoz, ha szén-tetrakloridot akarunk előállítani? Mekkora tömegű tetraklór-metán képződik?
B) 1 kg triklór-benzol előállításához elvileg mekkora térfogatú, 0,879 g/cm³ sűrűségű benzolra és mekkora térfogatú, standardállapotú klórgázra van szükség?
- 2.275.A) 0,2400 g tömegű diolefin standard hőmérsékleten és nyomáson 1,422 g brómot addicionál. Mi a szénhidrogén moláris tömege és képlete?
B) 0,8680 g tömegű olefin 2,4800 g brómot addicionál. Melyik szénhidrogénről van szó?
- 276.A) Egy olefin szénhidrogén 1,00 g-ja 350,0 cm³ standardállapotú hidrogén-klorid-gázt képes addicionálni. Melyik ez a szénhidrogén?
B) 3,00 g tömegű, ismeretlen diolefin 1,64 dm³ normálállapotú HCl-gázt képes addicionálni. Melyik ez a szénhidrogén?
- 277.A) Metánt klórozunk. Mi a keletkező halogénszármazék képlete és neve, ha 9,188 dm³ standardállapotú metánból 31,875 g vegyületet kaptunk? (Feltételezzük, hogy csak egyféle klórozott származék képződött.) Hány dm³ standardállapotú klórgáz volt szükséges ehhez?
B) Benzolt brómozunk. Ha feltételezzük, hogy csak egyféle termék keletkezik, mi annak összegképlete, ha 3,90 g benzolból 15,75 g brómozott származékot kaptunk? Mekkora térfogatú standardállapotú melléktermék keletkezett?
- 3.278.A) Egy folyékony szénhidrogén 87,8 m/m% szenet tartalmaz, 1,00 g-ja 1,95 g brómot addicionál. Mi az adatok alapján meghatározható *legegyszerűbb* molekulájú vegyület képlete és hány kettős kötést tartalmaz egy molekulája?
B) Folyékony szénhidrogén 85,7 m/m% szenet tartalmaz. 1,00 g-ja 250,0 cm³ standardállapotú hidrogéngázzal telíthető. Mi a képlete és hány kettős kötést tartalmaz?
C) Melyik az a folyékony szénhidrogén, mely 92,3 tömegszázalék szenet tartalmaz, és 5,00 g-ja 7,69 g brómot addicionál?
- 279.A) Melyik az az olefin, melynek hidrogén-jodid-addíciójakor 130,5%-os tömegnövekedést tapasztalunk?
B) Melyik az a dién, melynek klóraddíciójakor keletkező termék tömegének a kiindulási szénhidrogén tömege a 22%-a?
- 280.A) Egy ismeretlen szénhidrogén 14,3 m/m% hidrogént tartalmaz. Hidrogén-kloridot addicionáltatva rá, tömege 130,4%-kal megnő. Melyik ez a szénhidrogén?

- B)** Egy monoolefin bromozásakor keletkező termék tömege a kiindulási szénhidrogén tömegének 328,6%-a. Melyik ez a szénhidrogén? Van-e a vegyületnek *cisz-transz* izomerje, ha tudjuk, hogy a bromaddíció során képződő termék molekulája két kiralitáscentrumot tartalmaz?
- 4.281.A)** A paradicsom vörös színét adó likopin 8 izoprénegységből áll, de abból további dehidrogénezéssel származtatható, nyílt láncú szénhidrogén. Hány kettős kötést tartalmaz molekulája, ha 1,00 g-já 3,88 g brómot képes addicionálni?
- B)** A babérfa illatanyagának egyik komponense, az ocimén, és a citromolaj egyik alkotórésze, a limonén is 2 izoprénegységből vezethető le, összegképletük is azonos. Az ocimén 1,00 g-já 3,53 g, a limonén 1,00 g-já viszont csak 2,35 g brómot képes addicionálni. Mi a két vegyület összegképlete, és hogyan magyarázhatjuk az addíciós képességekben megmutatkozó eltérést?

3. feladatsor: Szénhidrogének képletének meghatározása égésük során képződő vegyületek mennyisége ismeretében

- 1.282.A)** Írjuk fel a telített, nyílt láncú szénhidrogének tökéletes égésének általános egyenletét?
- B)** Írjuk fel a nyílt láncú olefinek tökéletes égésének általános egyenletét!
- 2.283.A)** Hányszor több vízmolekula képződik a propán égése során, mint szén-dioxid?
- B)** Hányszor nagyobb anyagmennyiségű víz képződik a hexán égése során, mint amennyi szén-dioxid?
- C)** Hányszor nagyobb anyagmennyiségű víz képződik a hexén égése során, mint szén-dioxid?
- 284.A)** Hány cm^3 normálállapotú szén-dioxid és mekkora tömegű víz keletkezik 300 cm^3 normálállapotú propángáz elégetésekor?
- B)** Hány cm^3 standardállapotú szén-dioxid-gáz és hány g víz keletkezik 1,20 g nonán tökéletes elégetésekor?
- 3.285.A)** Ismeretlen összetételű, gáz-halmazállapotú, nyílt láncú, telített szénhidrogén 10 cm^3 -ének elégetésekor 30 cm^3 azonos állapotú szén-dioxid képződik. Melyik ez a szénhidrogén?
- B)** Ismeretlen, gáz-halmazállapotú, nyílt láncú, telített szénhidrogén 20 cm^3 -ét oxigéngázzal elegyítjük és tökéletesen elégetjük. Az égésterméket az eredeti hőmérsékletre hűtjük, és visszaállítjuk az eredeti nyomást: 100 cm^3 vízmentes gázelegyet kapunk, melyet KOH-oldaton átvezetve, a gáztérfoogat 60 cm^3 -re csökken. Melyik paraffint égettük el?
- 286.A)** Ismeretlen, nyílt láncú, telített szénhidrogéngáz standardállapotú 100 cm^3 -ét elégetve a keletkező égésterméket a vízgőz lecsapódása után KOH-oldaton vezetjük át. Az oldat tömege 718,4 mg-mal nő. Melyik paraffin szénhidrogént égettük el?

- B)** Ismeretlen, gáz-halmazállapotú diolefin standardállapotú 250 cm^3 -ét oxigénfeleslegben elégetjük. A keletkező égésterméket a vízgőz lecsapódása után KOH-oldaton átvezetve, annak tömege $1,7959\text{ g}$ -mal nő. Melyik diolefint égettük el?
- 4.287.A)** Ismeretlen, gáz-halmazállapotú, nyílt láncú, telített szénhidrogén normálállapotú 100 cm^3 -ét elégetve $241,0\text{ mg}$ víz képződik. Melyik ez a szénhidrogén?
- B)** Ismeretlen, gáz-halmazállapotú, nyílt láncú olefin standardállapotú 300 cm^3 -ét elégetve 661 mg víz képződik. Melyik olefinről van szó?
- 5.288.A)** Nyílt láncú, telített szénhidrogén $1,00\text{ g}$ -ját tökéletesen elégetve $1,50\text{ g}$ víz képződik. Melyik ez a paraffin?
- B)** Ismeretlen, nyílt láncú, telített szénhidrogén elégetése során $40,6\%$ -kal nagyobb tömegű víz képződik, mint a kiindulási szénhidrogén volt. Melyik ez a szénhidrogén?
- C)** Ismeretlen, nyílt láncú olefin $1,00\text{ g}$ -jának elégetésekor $1,29\text{ g}$ víz képződik. Melyik lehet ez a vegyület?
- 6.289.A)** Egy nyílt láncú paraffin szénhidrogén $1,0000\text{ g}$ -jának elégetésekor $4,5349\text{ g}$ az égéstermékek együttes tömege. Melyik lehet ez a szénhidrogén?
- B)** Egy alkil-benzol $0,50\text{ g}$ -jának tökéletes elégetésekor keletkező szén-dioxid és víz együttes tömege $2,10\text{ g}$. Melyik lehet ez a benzolhomológ?
- 290.A)** Ismeretlen, nyílt láncú, telített szénhidrogén bizonyos mennyiségét elégettük: $3,07\text{ g}$ szén-dioxid és $1,465\text{ g}$ víz keletkezett. Melyik szénhidrogént égettük el, és mekkora tömeget égettünk el belőle?
- B)** Ismeretlen, nyílt szénláncú dién bizonyos mennyiségét elégettük: $3,92\text{ dm}^3$ standardállapotú szén-dioxid és $2,52\text{ g}$ víz keletkezett. Mi volt a dién összegképlete és mekkora tömeget égettünk el belőle?

4. feladatsor: Ismeretlen telítettségi fokú szerves vegyületek képletének meghatározása

- 1.291.** Írjuk fel egy általános, C_xH_y összetételű szénhidrogén tökéletes égésének egyenletét!
- 2.292.A)** Hányszor több vízmolekula képződik az oktán tökéletes égése során a szén-dioxid-molekulák számához képest?
- B)** Az izoprén tökéletes égése során víz vagy szén-dioxid keletkezik nagyobb anyagmennyiségben? Hányszor több keletkezik ebből?
- 3.293.A)** Ismeretlen szénhidrogén elégetése során $1,125$ -ször több vízmolekula képződik, mint amennyi szén-dioxid. Mi lehet a szénhidrogén képlete és neve?
- B)** Ismeretlen szénhidrogén tökéletes elégetése során $1,33$ -szor több szén-dioxid-molekula képződik, mint vízmolekula. Melyik lehet ez a szénhidrogén?
- 4.294.A)** Ismeretlen, gáz-halmazállapotú szénhidrogén térfogata standardállapotban $100,0\text{ cm}^3$. Tökéletes égetése során 300 cm^3 azonos állapotú szén-dioxid és $220,4\text{ mg}$ víz keletkezett. Melyik ez a szénhidrogén?

- B)** Melyik az a szénhidrogén, amelyiknek $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os, $0,101\text{ MPa}$ nyomású 250 cm^3 -ét elégetve, $1,000\text{ dm}^3$ azonos állapotú szén-dioxid és $602,4\text{ mg}$ víz képződött?
- 5.295.A)** Ismeretlen szénhidrogén elégetése során $1,00\text{ dm}^3$ standardállapotú szén-dioxid és $1,47\text{ g}$ víz képződött. Mi lehet a képlete és mekkora tömeget égettünk el belőle a meghatározás során?
- B)** Ismeretlen szénhidrogén elégetése során $15,28\text{ g}$ szén-dioxidot és $7,50\text{ g}$ vizet kaptunk. Mi lehet a szénhidrogén képlete és mennyit égettünk el belőle?
- 296.A)** Szenet, hidrogént és klórt tartalmazó vegyület oxigénatmoszférában elégettünk: $980,0\text{ cm}^3$ standardállapotú szén-dioxidot és $720,0\text{ mg}$ vizet kaptunk. A klór meghatározásához ugyanannyi vegyületet használtunk fel, mint előbb, és ekkor – megfelelő eljárás során – $11,48\text{ g}$ ezüst-kloridot kaptunk. Meg lehet-e ezekből az adatokból egyértelműen határozni a szénhidrogén képletét, molekulaképletét és szerkezetét?
- B)** Szenet, hidrogént és klórt tartalmazó vegyület $567,6\text{ mg}$ -ját elégetve, széntartalma $445,0\text{ cm}^3$ standardállapotú szén-dioxiddá, hidrogéntartalma pedig $245,2\text{ mg}$ vízzé oxidálódott. A klór meghatározásához $100,0\text{ mg}$ kiindulási vegyületből indultak ki, és megfelelő kezelési eljárással $229,6\text{ mg}$ ezüst-kloridot nyertek. Meg lehet-e ezekből az adatokból egyértelműen határozni a vegyület molekulaképletét, illetve szerkezetét?
- 297.A)** Ismeretlen szénhidrogén bizonyos mennyiségének elégetése során $13,20\text{ g}$ szén-dioxid és $4,50\text{ g}$ víz képződött. Ugyanilyen mennyiségű szénhidrogén $16,00\text{ g}$ brómot addicionál. Meghatározhatjuk-e egyértelműen a képletét?
- B)** Ismeretlen szénhidrogén elégetése során $5,40\text{ g}$ víz és $7,35\text{ dm}^3$ standardállapotú szén-dioxid keletkezett. Az égetéshez használt szénhidrogén mennyiségének a *dupláját* $2,45\text{ dm}^3$ standardállapotú hidrogéngáz telíti. Milyen képletre következethetünk ezekből az adatokból?
- 6.298.A)** 100 cm^3 normálállapotú szénhidrogéngáz elégetése során képződő szén-dioxid és víz együttes tömege $1,187\text{ g}$. Mi a szénhidrogén képlete?
- B)** 220 cm^3 standardállapotú szénhidrogént tökéletesen elégettünk. A forró – vízgőzt is tartalmazó – füstgázt KOH-oldaton átvezetve, annak tömege $1,67\text{ g}$ -mal nő. Mi lehet a szénhidrogén képlete?
- C)** $1,000\text{ dm}^3$ standardállapotú szénhidrogéngáz tökéletes elégetése után a forró – vízgőzt is tartalmazó – égéstermékot tömény KOH-oldaton vezetjük át, melynek tömege ennek következtében $3,2653\text{ g}$ -mal megnő. Milyen képletre következethetünk ezekből az adatokból?

5. feladatsor: A szénhidrogének képletének meghatározása az égetésükhöz felhasznált oxigén figyelembevételével

- 1.299.A)** $1,000\text{ dm}^3$ propángáz tökéletes elégetéséhez mekkora térfogatú azonos állapotú oxigéngáz szükséges, és mekkora térfogatú azonos állapotú szén-dioxid keletkezik?

- B)** 350 cm^3 butángáz tökéletes elégetésekor mekkora térfogatú, azonos állapotú oxigéngázt használunk fel, és mekkora a keletkező szén-dioxid térfogata?
- 2.300.A)** Melyik az a telített, nyílt láncú szénhidrogéngáz, amelyik 20 cm^3 -ének elégetéséhez 130 cm^3 azonos állapotú oxigéngáz szükséges?
- B)** Melyik az a gáz-halmazállapotú olefin, amelyiknek $1,0\text{ dm}^3$ -éhez $4,5\text{ dm}^3$ azonos állapotú oxigéngáz fogy el az égetés során?
- 301.A)** Ismeretlen standardállapotú szénhidrogéngáz közönséges körülmények között nem színteleníti el a brómos vizet. A vegyület 25 cm^3 -ének elégetéséhez 200 cm^3 azonos állapotú oxigéngáz szükséges. Melyik ez a szénhidrogén?
- B)** Ismeretlen, standard körülmények között gáz-halmazállapotú szénhidrogén a brómos vizet igen gyorsan elszínteleníti. A gáz 10 cm^3 -ének tökéletes elégetéséhez 25 cm^3 azonos állapotú oxigéngáz fogy. Melyik ez a vegyület?
- 3.302.A)** Egy szénhidrogéngáz 15 cm^3 -ének tökéletes elégetéséhez $52,5\text{ cm}^3$ azonos állapotú oxigéngázra van szükség, és 30 cm^3 szén-dioxid keletkezik. Melyik ez a vegyület?
- B)** Melyik az a szénhidrogéngáz, melynek 20 cm^3 -es térfogatát elégetve 100 cm^3 azonos állapotú szén-dioxid keletkezik, és az égetéshez 150 cm^3 oxigéngáz használódott el?
- 4.303.A)** Ismeretlen, gáz-halmazállapotú szénhidrogén 10 cm^3 -ét 100 cm^3 oxigéngázzal kevertünk össze, majd elektromos szikrával beindítottuk a reakciót. A reakció és a vízgőz lecsapódása után visszamaradt gáz 85 cm^3 , melyet KOH-oldaton átvezetve, a gáztérfogat 40 cm^3 -rel csökkent. Melyik volt ez a szénhidrogén?
(A gáztérfogatokat azonos nyomáson és hőmérsékleten mértük.)
- B)** Ismeretlen, gáz-halmazállapotú szénhidrogén 10 cm^3 -ét 80 cm^3 azonos állapotú oxigéngázzal kevertünk össze és a gázelegyet meggyújtottuk. A reakció után az eredeti hőmérsékletre hűtöttük a rendszert, és a víz eltávolítása után az eredeti nyomáson 70 cm^3 gáztérfogatot mértünk. Amikor ezt a gázt KOH-oldaton vezettük át, 40 cm^3 -re csökkent a térfogata. Mi volt az ismeretlen szénhidrogén képlete?
- C)** Ismeretlen szénhidrogéngáz 15 cm^3 -ét 50 cm^3 azonos állapotú oxigéngázzal kevertünk össze, és a szénhidrogént elégettük. A reakció befejeztével, a vízgőz lecsapódása után $42,5\text{ cm}^3$ gázt kaptunk, melyet KOH-oldaton átvezetve $12,5\text{ cm}^3$ gáz maradt vissza. Melyik szénhidrogént égettük el?
(Minden gáztérfogatot azonos nyomáson és hőmérsékleten mértünk.)
- D)** Ismeretlen, közönséges körülmények között gáz-halmazállapotú, nyílt szénláncú szénhidrogén 10 cm^3 -ét 60 cm^3 azonos állapotú oxigéngázzal kevertünk össze, és a szénhidrogént elégettük. A reakció és a vízgőz lecsapódása után, a kiindulási körülmények között mérve 45 cm^3 -es térfogatot mértünk, melyet KOH-oldaton átvezetve, 40 cm^3 -es térfogatcsökkenést tapasztaltunk.
Mi volt az ismeretlen szénhidrogén?

A következő feladatokat a fentiek alapján, egy-egy ötlettel kiegészítve lehet megoldani!

- 304.A)** Ismeretlen alkil-benzol bizonyos mennyiségét 200 cm^3 tiszta oxigénben maradéktalanul elégettük. A füstgáz térfogata a víz lecsapódása és az eredeti hőmérséklet, illetve nyomás visszaállítása után 170 cm^3 , melyet KOH-oldaton átvezetve, 65 cm^3 gáz maradt vissza. Melyik szénhidrogént elégettük el?
- B)** Ismeretlen, nyílt láncú, telített szénhidrogén bizonyos mennyiségét $1,000\text{ dm}^3$ tiszta oxigénben maradéktalanul elégettük. A füstgáz térfogata a víz lecsapódása és az eredeti körülmények visszaállítása után 725 cm^3 , melyet KOH-oldaton átvezetve, 500 cm^3 -es térfogatcsökkenést tapasztaltunk. Melyik szénhidrogénből indultunk ki?
- 305.A)** Ismeretlen szénhidrogéngáz 40 cm^3 -ét ugyanennyi hidrogéngázzal és 200 cm^3 azonos állapotú oxigéngázzal keverjük össze. Elektromos szikra hatására az elegy elég, a víz lecsapódik, és a maradék elegy már csak szén-dioxidot és oxigént tartalmaz. Ennek a gázelegynek a sűrűsége normálállapotban $1,785\text{ g/dm}^3$. Melyik szénhidrogén lehetett az elegyben?
- B)** Ismeretlen szénhidrogéngáz 20 cm^3 -ét ugyanannyi nitrogéngázzal és 40 cm^3 oxigéngázzal keverték, és a szénhidrogént elégették. A reakció után a víz lecsapódott, és az eredeti körülmények között mérve 40 cm^3 gáz maradt vissza, melyet KOH-oldaton átvezetve, a gáztérfogat a felére csökken. Melyik szénhidrogénről lehet szó?
- 306.A)** Ismeretlen, nyílt láncú paraffin, és azonos szénatomszámú, nyílt láncú olefin keverékét tartalmazó 50 cm^3 gázt 250 cm^3 azonos állapotú oxigénnel kevertünk össze, és a szénhidrogéneket elégettük. A reakció és a vízgőz lecsapódása után, az eredeti körülmények között mérve 180 cm^3 gázelegyet kaptunk, melyet lúgoldaton átvezetve, a gáztérfogat 80 cm^3 -re csökkent. Mely gázok alkották a kiindulási elegyet és milyen térfogatszázalékban?
- B)** Háromkomponensű gázelegy paraffin és olefin szénhidrogéneket tartalmaz. Közülük kettő azonos szénatomszámú, a harmadik egy szénatommal többet tartalmaz, mint az előzők. 10 cm^3 ilyen gázelegyet 60 cm^3 azonos állapotú oxigénnel kevertünk össze és a szénhidrogéneket elégettük. A kiindulási körülmények között mérve a vízmentes gázelegy a reakció után $46,0\text{ cm}^3$ volt, mely lúgoldatos mosás után $25,0\text{ cm}^3$ -re csökkent. Melyik három szénhidrogén alkothatta a gázelegyet és milyen térfogatszázalékos összetételben?

6. feladatsor: Égetés levegőben I.

A számolás egyszerűsége kedvéért az alábbi feladatokban szereplő levegő összetétele: $20\text{ V/V}\% \text{ O}_2$, $80\text{ V/V}\% \text{ N}_2$.

- 1.307.A)** 150 cm^3 propángázhoz mekkora térfogatú azonos állapotú levegőt kell keverni, hogy a reakció maradéktalanul végbemenjen?

Mekkora lesz az égéstermék térfogata a vízgőz lecsapódása után, illetve KOH-oldatos mosás után, ha a gáztérfogatokat a kiindulásival azonos hőmérsékleten és nyomáson mérjük?

- B)** 35 cm³ butángázhoz mekkora térfogatú azonos állapotú levegőt kell keverni, hogy a reakció maradéktalanul végbemenjen?

Mekkora lesz az égéstermék térfogata a vízgőz lecsapódása után, illetve KOH-oldatos mosás után, ha a gáztérfogatokat a kiindulásival azonos hőmérsékleten és nyomáson mérjük?

- 2.308.A)** 100 cm³ etángázhoz 2,000 dm³ azonos állapotú levegőt keverünk. Mekkora az égéstermék térfogata az eredeti hőmérsékleten és nyomáson a vízgőz lecsapódása, illetve KOH-oldaton való átbuborékoltatás után?

- B)** 100 cm³ acetilénhez 2,000 dm³ azonos állapotú levegőt keverünk. Mekkora az égéstermék térfogata az eredeti hőmérsékleten és nyomáson a vízgőz lecsapódása, illetve KOH-oldatos mosás után?

- 3.309.A)** Írjuk fel paraméteresen a V térfogatú, C_nH_{2n+2} képletű gáz tökéletes égéséhez szükséges levegő, illetve az égés során képződő szén-dioxid térfogatát! Minden gáztérfogatot azonos körülmények között mérünk.

- B)** Végezzük el a számítást V térfogatú, C_xH_y képletű gázra!

- C)** Végezzük el a számítást a C_xH_yO képletű gázra!

- 4.310.A)** Ismeretlen szénhidrogéngáz 10 cm³-éhez 325 cm³ azonos állapotú levegőt kevertünk, és meggyújtottuk. A reakció befejeztével az eredeti hőmérsékletet és nyomást visszaállítottuk: ekkor 300 cm³ vízmentes gázt kaptunk, melyet KOH-oldaton átvezetve, a térfogat 260 cm³-re csökkent. Állapítsuk meg a szénhidrogén molekulaképletét!

- B)** Ismeretlen szénhidrogéngáz 8,0 cm³-ét 200 cm³ azonos állapotú levegővel kevertünk, és meggyújtottuk. A reakció befejeztével, az eredeti hőmérséklet és nyomás visszaállítása után 184 cm³-es vízmentes gáztérfogatot mértünk, mely lúgoldatos mosás során 24 cm³-rel csökkent. Állapítsuk meg a vizsgált szénhidrogén képletét!

- 5.311.A)** 10 cm³ térfogatú ismeretlen szénhidrogéngázt 200 cm³ azonos állapotú levegővel kevertünk, és a szénhidrogént elégettük. A reakció befejezése után a hőmérsékletet és a nyomást visszaállítva 185 cm³ vízmentes gázt kaptunk, melyet KOH-oldaton átvezetve, 20 cm³-es térfogatcsökkenést tapasztaltunk. Állapítsuk meg a szénhidrogén képletét és azt, hogy hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk!

- B)** Ismeretlen szénhidrogéngáz 5,0 cm³-ét 125 cm³ azonos állapotú levegővel kevertük, és a szénhidrogént elégettük. A reakció és az eredeti körülmények visszaállítása után 120 cm³ vízmentes gázelegyet kaptunk, melynek térfogata NaOH-oldatos mosás után 105 cm³ lett. Állapítsuk meg a szénhidrogén képletét és azt, hogy hány %-os feleslegben alkalmaztuk a levegőt!

- 312.A)** Ismeretlen szénhidrogéngázt 35-szörös térfogatú, azonos állapotú levegővel keverték, és elégették. A reakció után, az eredeti körülmények között mérve, a víz nélküli gázelegy térfogata a kiindulási szénhidrogén–levegő elegyének 93,6%-a. Ha ezt KOH-oldaton vezetjük át, a gáztérfogat az utóbbinak 88,06%-ára csökken. Mi a szénhidrogén képlete és hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?

- B)** Ismeretlen szénhidrogéngázt 1:15 térfogatarányban levegővel keverték, és elégették. A reakció után, az eredeti körülmények között mérve, a vízmentes gáz térfogata 12,5%-kal, KOH-oldatos mosás után további 6,25%-kal kevesebb, mint a kiindulási szénhidrogén–levegő elegyé. Állapítsuk meg a szénhidrogén képletét, és az alkalmazott levegőfelesleget!
- 6.313.A)** Ismeretlen, nyílt láncú, paraffin szénhidrogéngáz 10 cm^3 -ét 250 cm^3 azonos állapotú, oxigénben dúsított, 30 V/V% oxigént tartalmazó levegővel keverték össze, és a szénhidrogént elégették. A reakció befejeztével az eredeti körülmények között mérve 225 cm^3 térfogatú, vízmentes gázelegyet kaptak, melyet KOH-oldaton átvezetve, 185 cm^3 -re csökkent a gáztérfogat. Határozzuk meg a szénhidrogén képletét és azt, hogy hány%-os levegőfelesleget alkalmaztunk!
- B)** Az alkinok homológ sorába tartozó szénhidrogéngáz 120 cm^3 -ét $2,000 \text{ dm}^3$ azonos állapotú, 25 V/V% oxigént tartalmazó, dúsított levegővel keverték, és a szénhidrogént elégették. A reakció befejeztével, az eredeti körülmények között mérve, 1940 cm^3 vízmentes gázt kaptak, mely 1700 cm^3 -re csökkent a lúgoldatos mosás után. Állapítsuk meg a szénhidrogén képletét és az alkalmazott levegőfelesleget!
- C)** Nyílt láncú olefin szénhidrogéngázt harmincszoros térfogatú, oxigénben dúsított, 30 V/V% oxigént tartalmazó, dúsított levegővel keverték, és a szénhidrogént elégették. A keletkező, vízmentes gázelegy térfogata az eredeti körülmények között mérve 88,71%-a a kiindulási szénhidrogén–levegő keverékének. Ha a gázelegyet KOH-oldaton vezetjük át, annak térfogata 18,18%-kal csökken. Állapítsuk meg az olefin képletét és az alkalmazott levegőfelesleget!

7. feladatsor: Égetés levegőben II.

Az égetéshez használt levegő összetétele: 20 V/V% O_2 és 80 V/V% N_2 .

- 1.314.A)** Mekkora térfogatú azonos állapotú levegő szükséges $1,000 \text{ dm}^3$ butángáz tökéletes elégetéséhez? Milyen a keletkező füstgázok térfogat%-os összetétele és átlagos moláris tömege a víz lecsapódása előtt és után?
- B)** Mekkora térfogatú, azonos állapotú levegő szükséges 150 cm^3 etángáz tökéletes elégetéséhez? Milyen a keletkező füstgázok térfogat%-os összetétele és átlagos moláris tömege a víz lecsapódása előtt, illetve után?
- 2.315.A)** Milyen a füstgázok összetétele és átlagos moláris tömege a víz lecsapódása előtt, illetve után, ha metánt 10%-os levegőfelesleggel égetünk el?
- B)** Végezzük el a fenti számítást arra az esetre, amikor acetilént égetünk el 50%-os levegőfelesleggel! (Az acetilén tökéletesen elég.)
- 316.A)** Metánt 15-szörös térfogatú, azonos állapotú levegővel elegyítünk és meggyújtjuk. Mi a keletkező füstgáz térfogat%-os összetétele és átlagos moláris tömege a víz lecsapódása előtt és után? Hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?

- B)** Etilént 20-szoros térfogatú, azonos állapotú levegővel elegyítünk, és a szénhidrogént elégetjük. Számítsuk ki a füstgáz térfogat%-os összetételét és átlagos moláris tömegét a víz lecsapódása előtt és után! Hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?
- 3.317.A)** Fejezzük ki paraméteresen 1 mol C_nH_{2n} összetételű szénhidrogén teljes oxidációjához szükséges levegő anyagmennyiségét!
- B)** Fejezzük ki paraméteresen 1 mol C_xH_y összetételű szénhidrogén teljes oxidációjához szükséges levegő anyagmennyiségét!
- C)** Fejezzük ki paraméteresen 1 mol $C_xH_yO_z$ összetételű vegyület teljes oxidációjához szükséges levegő anyagmennyiségét!
- 318.A)** Fejezzük ki paraméteresen, milyen anyagmennyiségű levegő szükséges 1 mol C_nH_{2n+2} összetételű vegyület oxidációjához, ha 10%-os felesleggel számolunk! Milyen anyagmennyiségű oxigént, nitrogént, szén-dioxidot és vizet tartalmaz az égéstermék?
- B)** Végezzük el a fentiekhez hasonlóan C_nH_{2n} összegképletű vegyületekre a számításainkat, ha 30%-os levegőfelesleget alkalmaznánk!
- C)** Végezzük el számításainkat $C_xH_yO_z$ összegképletű vegyületekre 15%-os levegőfelesleg esetén!
- 4.319.A)** Melyik az a telített szénhidrogén, amelynek elégetése során keletkezett füstgáz térfogat%-os összetétele: 11,11% CO_2 , 14,81% vízgőz, 74,07% N_2 ?
- B)** Melyik az a telített szénhidrogén, amelynek elégetése során keletkező füstgáz 11,63 $V/V\%$ CO_2 -ot, 13,95 $V/V\%$ vízgőzt és 74,42 $V/V\%$ N_2 -t tartalmaz?
- 5.320.A)** Ismeretlen szénhidrogéngázt 37,5-szeres térfogatú, azonos állapotú levegővel kevertünk össze és elégettük. Az égéstermék 12,5 $V/V\%$ CO_2 -ot, 12,5 $V/V\%$ vízgőzt és 75,0 $V/V\%$ nitrogént tartalmaz. Mi a szénhidrogén képlete?
- B)** Ismeretlen szénhidrogéngázt 22,5-szörös térfogatú, azonos állapotú levegővel kevertünk össze, és a szénhidrogént elégettük. Az égéstermék térfogatszázalékos összetétele: 12,5 $V/V\%$ CO_2 , 12,5 $V/V\%$ vízgőz és 75,0 $V/V\%$ N_2 . Melyik ez a szénhidrogén?
- 321.A)** Melyik az a nyílt szénláncú paraffin, amelyiknek sztöchiometrikus mennyiségű levegőben való tökéletes elégetése során keletkező, vízgőzt is tartalmazó elegy átlagos moláris tömege 28,465 g/mol?
- B)** Melyik az a nyílt szénláncú, paraffin szénhidrogén, amelyiknek sztöchiometriai mennyiségű levegőben való elégetésekor képződő, vízgőzt is tartalmazó füstgáz átlagos moláris tömege 28,602 g/mol?
- 6.322.A)** Ismeretlen szénhidrogéngázt 30-szoros térfogatú, azonos állapotú levegőben elégetve, az égéstermék összetétele: 4,76 $V/V\%$ O_2 , 76,1 $V/V\%$ N_2 , 9,52 $V/V\%$ CO_2 és 9,52 $V/V\%$ vízgőz. Mi a szénhidrogén képlete és hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?
- B)** Ismeretlen szénhidrogéngázt 30-szoros térfogatú, azonos állapotú levegőben elégetve az égéstermék térfogat%-os összetétele: 77,42% N_2 , 9,68% CO_2 , 6,45% vízgőz, 6,45% O_2 . Mi a szénhidrogén képlete és hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?

- 7.323.A) Ismeretlen szénhidrogéngázt 40-szeres térfogatú, azonos állapotú levegővel keverték össze és elégették. A reakció és a vízgőz lecsapódása után az elegy térfogatszázalékos összetétele: 13,16% CO_2 , 2,63% O_2 , 84,21% N_2 . Mi a szénhidrogén képlete és hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?
- B) Ismeretlen szénhidrogéngázt 40-szeres térfogatú, azonos állapotú levegővel keverték és elégették. A reakció befejeztével, a vízgőz lecsapódása után az elegy térfogat%-os összetétele: 10,67 $V/V\%$ CO_2 , 4,00 $V/V\%$ O_2 , 85,33% $V/V\%$ N_2 . Mi a szénhidrogén képlete és hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?
- 8.324.A) Ismeretlen szénhidrogén 0,02 mol-ját levegőfeleslegben égetünk el. A vízgőz lecsapódása után 32,34 dm^3 standardállapotú gázelegy marad vissza, mely 12,12 $V/V\%$ CO_2 -ot, 3,03 $V/V\%$ O_2 -t és 84,85 $V/V\%$ N_2 -t tartalmaz. Mi a szénhidrogén képlete, mekkora térfogatú levegőben égettük el és hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?
- B) Ismeretlen szénhidrogén 0,02 mol-ját levegőfeleslegben elégetve 33,31 dm^3 standardállapotú, vízmentes gázelegyet kapunk, mely 14,71 $V/V\%$ CO_2 -ot, 2,94 $V/V\%$ O_2 -t és 82,35 $V/V\%$ N_2 -t tartalmaz. Melyik szénhidrogént égettük el, mekkora térfogatú standardállapotú levegőben égettük és hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?

8. feladatsor: Nitrogén- és oxigéntartalmú szerves vegyületek képletének meghatározása

- 1.325. Írjuk fel általános egyenlettel az alábbi reakciókat!
- A) Nyílt szénláncú, telített, egyértékű alkohol és nátrium reakciója.
- B) Kétértékű, nyílt láncú, telített alkohol tökéletes égése.
- C) Egyértékű, nyílt láncú, telített karbonsav és egyértékű, nyílt láncú, telített alkohol észterezés reakciója.
- D) Egyértékű, nyílt láncú, telített aldehid oxidációja (ezüsttükörpróba).
- E) Kétértékű, telített, nyílt láncú primer alkohol enyhe oxidációja.
- F) Telített szénláncú, keton lánchasadást okozó, erélyes oxidációja.
- 2.326.A) Ismeretlen, nyílt láncú, telített, egyértékű karbonsav 88 g/mol moláris tömegű. Melyik ez a vegyület?
- B) Melyik az a kétértékű alkohol, amelyeknek a moláris tömege 62 g/mol?
- 327.A) Melyik az a hidroxikarbonsav, amelyiknek a moláris tömege 76 g/mol?
- B) Melyik az az egyértékű alkohol, melynek a moláris tömege 58 g/mol?
- 3.328.A) Ismeretlen, oldalláncot nem tartalmazó, telített, gyűrűs éter 2,75 mmol-ját tökéletesen elégetve 11,0 mmol szén-dioxid keletkezik. Melyik ez az éter?
- B) Valamely telített, egyértékű aldehid 2,00 mmol-jának elégetésekor 147,0 cm^3 standardállapotú szén-dioxid keletkezik. Melyik ez az aldehid?
- 4.329.A) Ismeretlen, egyértékű, telített aldehid 1,00 g-ja 3,00 g ezüstöt választ le az ezüsttükörpróba során. Mi a vegyület képlete és szerkezete?
- B) Ismeretlen, telített, egyértékű, primer alkohol 1,20 g-ja 224,1 cm^3 normálállapotú hidrogéngázt fejleszt. Melyik ez a vegyület?

- C) Ismeretlen, kétértékű karbonsav 1,80 g-ját $40,0 \text{ cm}^3$ $1,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH-oldat közömbösíti. Melyik ez a sav?
- 5.330.A) Ismeretlen észter 2,50 mmol-ját tökéletesen elégetve $122,5 \text{ cm}^3$ standardállapotú CO_2 -gáz és 90,0 mg víz képződik. Melyik észterről van szó?
- B) Ismeretlen, egyértékű alkohol 1,50 mmol-ját tökéletesen elégetve $110,25 \text{ cm}^3$ standardállapotú szén-dioxid és 81,0 mg víz képződik. Melyik ez az alkohol?
- 6.331.A) Ismeretlen kétértékű alkohol 3,04 g-ját tökéletesen elégetve $2,69 \text{ dm}^3$ normálállapotú széndioxid és 2,88 g víz képződik. Melyik ez az alkohol?
- B) Ismeretlen egyértékű keton 1,20 g-ját tökéletesen elégetve $1,63 \text{ dm}^3$ standardállapotú szén-dioxid és 1,20 g víz keletkezik. Melyik ez a keton?
- 7.332.A) Ismeretlen egyértékű keton 1,96 g-ját oxigéngázban tökéletesen elégettük. A keletkező, forró füstgáz összetétele: 48,0 V/V% CO_2 , 40,0 V/V% vízgőz, 12,0 V/V% O_2 . Ha a forró gázt (mely még a vízgőzt is tartalmazza) hideg, tömény NaOH-oldaton vezetjük át, annak tömege 7,08 g-mal nő. Melyik ketonról lehet szó? Számítsuk ki az oxigénfelesleg %-os értékét?
- B) Ismeretlen, kétértékű alkohol 1,76 g-ját oxigéngázban tökéletesen elégettük. A keletkező forró füstgáz összetétele: 40,0 V/V% CO_2 , 40,0 V/V% vízgőz, 20,0 V/V% O_2 . A terméket KOH-oldaton átvezetve, 4,96 g-os tömegnövekedést tapasztalunk a folyadékfázisban. Melyik alkoholról lehet szó és mekkora volt az oxigénfelesleg?
- 333.A) Ismeretlen, gyűrűs, telített, egyértékű alkohol 1,00 g-ját oxigénfeleslegben elégettük. A keletkező víz és szén-dioxid együttes tömege 3,72 g, a füstgáz átlagos moláris tömege $31,04 \text{ g/mol}$. Melyik alkoholról lehet szó és milyen oxigénfelesleget alkalmaztunk? Hány cm^3 standardállapotú oxigéngázban égettük el a vegyületet?
- B) Telített oldalláncú, szimmetrikus éter 1,48 g-ját oxigénfeleslegben tökéletesen elégettük. A keletkező víz és szén-dioxid együttes tömege 5,32 g, a füstgáz átlagos moláris tömege $29,80 \text{ g/mol}$. Melyik étert égettük el, milyen térfogatú standardállapotú oxigéngázt alkalmaztunk? Mekkora az oxigénfelesleg?

9. feladatsor: Nitrogén- és oxigéntartalmú szerves vegyületek képletének meghatározása a funkciós csoportok reakciói alapján

- 1.334.A) Ismeretlen szerves vegyület széntartalma 62,07 m/m%, oxigéntartalma 27,59 m/m%, hidrogéntartalma 10,34 m/m%, nem adja az ezüsttükörpróbát és nem színteleníti el a brómos vizet. Mi a vegyület képlete és neve, ha a moláris tömege 58 g/mol ?
- B) Egy folyékony vegyület moláris tömege 60 g/mol , 40,0 m/m% szenet, 6,67 m/m% hidrogént és 53,33 m/m% oxigént tartalmaz. Vízben kismértékben oldódik, nátriummal nem lép reakcióba, az ezüsttükörpróbát adja. Mi a vegyület képlete és neve?

- 335.A)** Ismeretlen 73 g/mol moláris tömegű, 19,18 m/m% nitrogéntartalmú, vegyület széntartalma 65,75 m/m%. A vegyület ezen kívül még hidrogént tartalmaz. A vegyület vizes oldatának kémhatása lúgos. Mi a vegyület szerkezete, ha tudjuk róla, hogy molekulája királis?
- B)** Ismeretlen, nitrogéntartalmú vegyület moláris tömege 79 g/mol, nitrogénből 17,72 m/m%-ot, szénből 75,95 m/m%-ot tartalmaz. A vegyület vizes oldata lúgos kémhatású, a brómmal közönséges körülmények között nem lép sem addíciós, sem szubsztitúciós reakcióba. Mi lehet a szerkezete és a neve?
- 2.336.A)** Szenet, hidrogént és oxigént tartalmazó szerves vegyület moláris tömege 72 g/mol, oxigéntartalma 44,4 m/m%. A vegyület 1,00 g-jával elvégezve az ezüsttükörpróbát, 6,00 g fémezüst válik ki. Melyik vegyületről van szó?
- B)** Ismeretlen, szenet, hidrogént és oxigént tartalmazó vegyület moláris tömege 88 g/mol, oxigéntartalma 36,36 m/m%. A vegyület 1,00 g-ja 139,2 cm³ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt, az ezüsttükörpróbát adja. Melyik ez a vegyület? Milyen lehet a szerkezete, ha azt is tudjuk róla, hogy molekulája királis?
- 3.337.A)** Ismeretlen szerves vegyület moláris tömege 74 g/mol. 1,00 g-ját elégetve 1,324 dm³ standardállapotú szén-dioxid és 1,216 g víz keletkezik. A vegyület nátriummal hidrogénfejlődés közben reagál, és csak erélyes körülmények között, lánchasadás közben oxidálható. Melyik vegyületről van szó?
- B)** Ismeretlen szerves vegyület moláris tömege 74 g/mol. A vegyület 1,00 g-ját elégetve 908,5 cm³ normálállapotú szén-dioxid és 0,7297 g víz keletkezik. A vegyület vizes oldata savas kémhatású. Melyik ez a vegyület?
- C)** Valamely szerves vegyület moláris tömege 108 g/mol. A vegyület 2,70 g-ját tökéletesen elégetve 4,288 dm³ standardállapotú szén-dioxid és 1,80 g víz képződik. A vegyület nátriummal nem lép reakcióba, vízzel gyakorlatilag nem elegyedik. Mi lehet a vegyület, és milyen a szerkezete?
- D)** Valamely szerves vegyület moláris tömege 108 g/mol. A vegyület 3,60 g-ját elégetve 5,717 dm³ standardállapotú szén-dioxid és 2,40 g víz képződik. Az ismeretlen vegyület nátriummal hidrogénfejlődés közben reagál, a vízben igen korlátozottan oldódik, vizes oldata igen gyengén savas kémhatást mutat. Mi lehet ez a vegyület, és milyen a szerkezete?
- 338.A)** Valamely szerves vegyület moláris tömege 100 g/mol. A vegyület a brómot nem adicionálja, 1,00 g-ja nátriummal 122,5 cm³ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt. Mi az összegképlete? Milyen a vegyület szerkezete, ha tudjuk, hogy királis szénatomot tartalmaz?
- B)** Szenet, hidrogént és oxigént tartalmazó szerves vegyület moláris tömege 90 g/mol. A vegyület molekulája királis, vizes oldata semleges. 1,64 g-ja 446,4 cm³ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt. Ha a vegyületet enyhén oxidáljuk, a termék nem adja az ezüsttükörpróbát. Melyik ez a vegyület, és milyen a szerkezeti képlete?
- 339.A)** Ismeretlen szerves vegyület moláris tömege 56 g/mol. 5,00 g-ja 14,29 g brómot adicionál, illetve 19,29 g ezüstöt választ le az ezüsttükörpróba során. Melyik vegyületről van szó?

- B) Ismeretlen szerves vegyület moláris tömege 90 g/mol. A vegyület 2,70 g-ja 60,0 cm³ 0,5 mol/dm³-es NaOH-oldattal közömbösíthető, nátriummal pedig ugyanennyi vegyület 735,0 cm³ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt. Melyik ez a vegyület, ha azt is tudjuk, hogy molekulája királis szénatomot tartalmaz?
- 4.340.A) Ismeretlen szerves vegyület moláris tömege 100-nál kisebb. A vegyület 1,00 g-ja 3,00 g ezüstöt választ le az ezüsttükörpróba során. Ha a kiindulási vegyület 1,00 g-ját hidrogénnel redukáljuk, akkor a keletkező vegyület nátriummal 430,3 cm³ standardállapotú hidrogéngáz fejleszt. Mi a vegyület képlete és neve?
- B) Ismeretlen szerves vegyület moláris tömege kisebb 100-nál. 2,25 g-ját 1,00 g nátrium-hidroxid közömbösíti. Ugyancsak 2,25 g vegyületet enyhén oxidálva, a keletkező vegyület 5,40 g ezüstöt választ le az ezüsttükörpróba során. Mi lehet a vegyület képlete és neve?

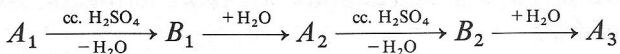
Ellenőrző feladatsor VI.

(Képletek)

- Ismeretlen, fehérje eredetű aminosav 36,1 m/m% szenet, 10,5 m/m% nitrogént, 48,1 m/m% oxigént tartalmaz. Határozzuk meg a vegyület összegképletét és valószínű konstitúcióját! 5 pont
- Melyik az az olefin (monoolefin) szénhidrogén, amelyiknek brómaddíciója során a vegyület tömege 190,5%-kal nő?
Határozzuk meg az olefin konstitúcióját és nevét is, ha tudjuk, hogy a molekulának nincs *cisz-transz* izomerje, a brómozással keletkezett termék pedig akirális!
Írjuk fel az első kritériumnak megfelelő konstitúciókat és válasszuk ki a helyes megoldást! 10 pont
- Ismeretlen, nyílt láncú, paraffin szénhidrogén 1,08 g-ját 17,50 dm³ térfogatú, standardállapotú (21 V/V% oxigént tartalmazó) levegőben tökéletesen elégetjük.
A keletkező víz és szén-dioxid együttes tömege 4,92 g. Határozzuk meg a paraffin összegképletét és azt, hogy mekkora a keletkező víz és szén-dioxid eltávolítása után megmaradó gáz térfogata és térfogat%-os összetétele a kiindulási körülmények között! 10 pont
- Két ismeretlen, nyílt láncú szénhidrogénből álló gázelegyet a két komponens éppen akkora tömeg%-ban alkot, mint amekkora moláris tömegük számértéke. A két moláris tömeg aránya 1,38:1,00.
 - Állapítsuk meg, melyik két szénhidrogén alkotta az elegyet és milyen térfogat%-os összetételben!
 - Határozzuk meg a gázelegy sűrűségét standard nyomáson és 0 °C-on!
 - Ha a gázelegyet azonos térfogatú, hőmérsékletű és nyomású hidrogéngázzal keverjük össze platinakatalizátor jelenlétében, mekkora térfogatváltozás következik be? (Az eredményt a keverék térfogatának %-ában adjuk meg!) 10 pont
- Ismeretlen, oxigéntartalmú szerves vegyület moláris tömege 88 g/mol. A vegyület 1,00 g-ját tökéletesen elégetve 1,392 dm³ standardállapotú szén-dioxid-gáz és 1,227 g víz keletkezik.

A vegyület vízzel korlátozottan elegyedik, nátriummal hidrogénfejlődés közben reagál. Határozzuk meg a vegyület képletét és nevét!

Állapítsuk meg a vegyület (A_1) szerkezeti képletét és adjuk meg nevét, ha tudjuk, hogy a vegyület (A_1) az alábbi reakciósorozatban vesz részt. A_2 és A_3 A_1 konstitúciós izomerjei, B_1 és B_2 A -tól eltérő összegképletű vegyületek, egymásnak azonban konstitúciós izomerjei:



Írjuk fel és indokoljuk a reakciósorozatban szereplő mindegyik vegyület szerkezetét! 15 pont

Ellenőrző feladatsor VII.

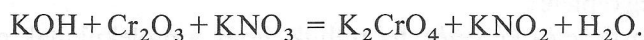
1. Ismeretlen, nyílt szénláncú alkin 1,00 g-ja 720,6 cm³ standardállapotú hidrogéngázzal telíthető. Melyik alkinről van szó, ha azt is tudjuk, hogy acetonos oldatban sem fejleszt nátriummal hidrogéngázt? 5 pont
2. Egy vegyület 24,7 tömeg% szenet, 73,2 tömeg% klórt és 2,1 tömeg% hidrogént tartalmaz, és tudjuk, hogy összesen három különböző izomerje létezik. Mi a vegyület összegképlete és a három különböző szerkezete? Adja meg szabályos nevüket is! 10 pont
3. Melyik az a cisz-konfigurációjú, nyílt szénláncú, királis olefin, amelyikre HCl-et addicionáltatva királis vegyületek keveréke keletkezik? Tudjuk még, hogy az addíció közben a szerves vegyület tömege 37,2%-kal nő meg. Határozza meg az olefin összegképletét, írja föl a szerkezetét, és adja meg az addíciós termékek konstitúcióját is! Nevezze el mindegyik szerves vegyületet, és jelölje a kiralitáscentrumo(ka)t is! 10 pont
4. Egy oxigéntartalmú szerves vegyület 1,00 g-ja 2,40 g ezüstöt választ le az ezüsttűkörpróba során. Tudjuk, hogy a vegyület moláris tömege 100 g/mol-nál kisebb, és 53,3 tömeg% oxigént tartalmaz, vízben jól oldódik, a vizes oldata semleges kémhatású. Mi lehet a szerkezeti képlete? 10 pont
5. Ismeretlen összetételű szerves vegyület 500,0 mg-ját oxigénben maradéktalanul elégetve az égéstermékek: 720,6 cm³ standardállapotú CO₂ és 617,6 mg víz. Mi a vegyület összegképlete?
Írjuk fel a konstitúciós képletét, ha tudjuk, hogy a molekulának négy, egymásba konformációs mozgásokkal nem alakítható konfigurációja létezik! 15 pont

C) KEVERÉKEK

A gázelegyek (1. A) fejezet) összetételénél megkönnyítette a dolgunkat, hogy – Avogadro törvénye értelmében – a reakcióegyenletekben szereplő sztöchiometriai számok aránya nemcsak az anyagmennyiség-, hanem a térfogatarányokat is megadta. Ha egy keverék nem gáz-halmazállapotú, ezt az összefüggést nem használhatjuk.

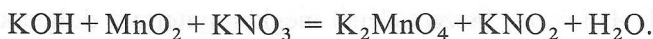
1. feladatsor

- 1.341.A) 40 tömeg% rezet tartalmazó réz–cink ötvözet 5,00 g-ját fölös mennyiségű sósavoldattal reagáltatjuk. Mekkora térfogatú standardállapotú gáz fejlődik?
- B) 40 tömeg% kalcium-karbonátot tartalmazó CaCO_3 – CaO keverék 5,00 g-ját fölös mennyiségű sósavoldattal reagáltatjuk. Mekkora térfogatú, standardállapotú gáz fejlődik?
- C) 30 $m/m\%$ hexént tartalmazó hexán–hexén elegy 3,00 g-ja mekkora térfogatú, $16,0 \text{ g/dm}^3$ koncentrációjú szén-tetrakloridos brómoldatot szintelenít el, ha a reakciót olyan hőmérsékleten végezzük, amelyen csak addíciós folyamat megy végbe?
- 342.A) 10 mólszázalék rezet tartalmazó réz–cink ötvözet 5,00 g-ját fölös mennyiségű sósavval reagáltatva mekkora térfogatú standardállapotú gáz fejlődik?
- B) Magnéziumot és alumíniumot 1 : 9 anyagmennyiség-arányban tartalmazó ötvözet 3,00 g-ját fölös mennyiségű NaOH -oldattal reagáltatva mekkora térfogatú standardállapotú gáz fejlődik?
- 2.343.A) Cinket és alumíniumot 2:3 tömegarányban tartalmazó ötvözet 5,00 g-ját fölös mennyiségű NaOH -oldattal reagáltatva mekkora térfogatú standardállapotú gáz fejlődik?
- B) 30 tömeg% kalcium-karbonátot tartalmazó CaCO_3 – MgCO_3 keverék 1,00 g-ját feleslegben vett sósavval reagáltatva mekkora térfogatú standardállapotú gáz fejlődik?
- 344.A) 40 $n/n\%$ káliumot tartalmazó kálium–nátrium ötvözet 2,00 g-ját vízzel reagáltatjuk. Mekkora térfogatú standardállapotú gáz fejlődik?
- B) 30 mólszázalék cinket tartalmazó cink–alumínium ötvözet 4,00 g-ját fölös mennyiségű sósavval reagáltatva mekkora térfogatú standardállapotú gáz fejlődik?
- C) Mekkora térfogatú standardállapotú hidrogéngázzal redukálható egy 20 mólszázalék propanalt tartalmazó propanal-etanal elegy 3,00 g-ja?
- 3.345.A) Azonos anyagmennyiségű KOH -ot, Cr_2O_3 -ot és KNO_3 -ot mérünk ki és összekeverve megömlesztünk. Ekkor a következő, kiegészítendő egyenlet szerinti reakció megy végbe:



Számítsuk ki a keletkező anyag $n/n\%$ -os és tömegszázalékos összetételét, ha feltételezzük, hogy közben az összes vízgőz eltávozott!

- B) Azonos anyagmennyiségű KOH -ot, MnO_2 -ot és KNO_3 -ot keverünk össze és az alábbi, kiegészítendő reakcióegyenlet szerint megömlesztjük:



Számítsuk ki a keletkező anyag $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét, ha feltételezzük, hogy a reakció során az összes vízgőz eltávozik!

- 4.346.A) Azonos tömegű vasport és kénport összekeverve a reakció után milyen összetételű ($n/n\%$, $m/m\%$) keverék keletkezik, ha
- feltételezzük, hogy a kén a reakció során nem szublimál?
 - a reakcióban feleslegben maradt kénnek 40%-a szublimál?
- B) 80 tömeg% ként és 20 tömeg% cinkport tartalmazó keveréket meggyújtunk. Számítsuk ki a keletkező keverék $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét, ha
- eltekintünk a kén szublimációjától!
 - a feleslegben lévő kén fele szublimál! (SO_2 képződésével nem számolunk!)
- 347.A) Azonos tömegű KOH-ot, Cr_2O_3 -ot és KNO_3 -ot összekeverve megömlesztünk. Számítsuk ki a termék összetételét $n/n\%$ -ban és $m/m\%$ -ban, ha az összes vízgőz eltávozik! (Az egyenletet l. 345.A)-nál!
- B) Azonos tömegű KOH-ot, MnO_2 -ot és KNO_3 -ot összekeverve megömlesztünk. Számítsuk ki a vízmentes ömledék összetételét! (Egyenletet l. 345.B)-nél!

2. feladatsor

Vannak olyan keverékek, amelyekben csak az egyik komponens vesz részt reakcióban. Ilyenkor a végtermékből viszonylag egyszerűen visszakövetkeztethetünk a reakcióban részt vett komponens mennyiségére, és ez alapján megadhatjuk a keverék összetételét!

- 1.348.A) Egy barnaszén tömegszázalékos széntartalmának meghatározására 2,50 g-os mintát elégetünk, s a keletkezett szén-dioxidot NaOH-oldatban elnyeletjük. Az oldat tömegnövekedése 6,20 g. Hány tömeg% szenet tartalmaz a szén?
- B) A kalcium-karbidot kalcium-oxidból és szénből állítják elő magas hőmérsékleten és nyomáson. Hány tömegszázalék szennyeződést tartalmaz az a karbidminta, melynek 1,00 g-ját vízzel reagáltatva $280,1 \text{ cm}^3$ normálállapotú gáz fejlődik? (A szennyeződés nem tartalmaz vízzel gázfejlődéssel reakcióba lépő egyéb komponensst.)
- C) Hány tömegszázalék szennyeződést tartalmaz az a mészkő, melynek 3,50 g-ját tömegállandóságig hevítve 2,45 g szilárd anyag marad vissza? (Feltételezzük, hogy a szennyeződés tömege a hevítés során nem változik.)
- 2.349.A) Hexán–hexén elegy 1,00 g-ja 0,76 g brómot addicionál. Számítsuk ki az elegy tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételét!
- B) Oktán–oktén elegy 2,50 g-ja $218,8 \text{ cm}^3$ standardállapotú hidrogén-klorid-gázt addicionál. Számítsuk ki a kiindulási elegy $m/m\%$ -os és $n/n\%$ -os összetételét!
- C) Izoprénből és ciklohexánból álló elegy 2,00 g-ja közönséges körülmények között 2,35 g brómot addicionál. Számítsuk ki az elegy összetételét tömeg- és anyagmennyiség-százalékban!

- D)** Pirrol acetonos oldatának 3,00 g-ja közönséges körülmények között (hűtés közben) 9,55 g brómmal lép reakcióba. Számítsuk ki a kiindulási elegy tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételét!
- 350.A)** Etanol–aceton elegy 3,00 g-ja 266,3 cm³ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt fémnátriummal. Számítsuk ki az elegy $m/m\%$ -os és $n/n\%$ -os összetételét!
- B)** Acetaldehid acetonos oldatának 2,00 g-ja 4,91 g ezüstöt választ le az ezüsttükörpróba során. Számítsuk ki az elegy tömeg- és mólszázalékos összetételét!
- 351.A)** Egy réz–alumínium ötvözet 3,20 g-os, elporított részletét sósavval reagáltatjuk. 3,675 dm³ standardállapotú hidrogéngáz fejlődik. Számítsuk ki a minta réztartalmát: a réz tömegét, valamint a keverék tömeg- és mólszázalékos összetételét!
- B)** Egy alumínium–magnézium ötvözet 2,50 g-ja nátrium-hidroxid-oldat feleslegben vett mennyiségében oldva 1,245 dm³ normálállapotú hidrogéngázt fejleszt. Számítsuk ki a fémötvözet tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételét!
- 352.A)** Nátrium-kloriddal szennyezett nátrium-nitrát 5,00 g-ját vízben oldjuk, és feleslegben vett ezüst-nitráttal csapadékot választunk le. 245,3 mg tömegű csapadék keletkezik. Számítsuk ki a keverék tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételét!
- B)** Egy magnézium-szulfátból és alumínium-szulfátból álló keverék 3,0000 g-ját vízben oldjuk, és feleslegben NaOH-oldatot adunk hozzá. A kinyert csapadék hevítés során fém-oxidá alakul, melynek tömege 0,3316 g. Számítsuk ki a minta tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételét! [$A_r(\text{Mg}) = 24,3$.]
- 3.353.A)** Nátrium-klorid-szennyeződést tartalmazó nátrium-nitrát klórtartalma (kloridion-tartalma) 3,03 tömeg%. Hány tömeg% nátrium-kloridot tartalmaz a szennyezett nátrium-nitrát?
- B)** Klór-benzollal szennyezett benzol klórtartalma 3,16 $m/m\%$. Hány tömeg% klór-benzolt tartalmaz az elegy?
- C)** Kálium-kloridot és kalcium-kloridot tartalmazó keverék 5,00 $m/m\%$ káliumot tartalmaz (K^+ -ion). Számítsuk ki a keverék összetételét tömeg%-ban!
- 354.A)** Hány tömegszázalék kálium-nitrátot tartalmaz az a kálium-jodidból és kálium-nitrátból álló keverék, melynek tömege megegyezik annak a csapadéknak a tömegével, mely akkor keletkezik, ha a keverékből készült oldatot feleslegben vett ezüst-nitráttal reagáltatjuk?
- B)** Milyen annak a magnézium-kloridból és bárium-kloridból álló keveréknek a tömeg%-os összetétele, melynek tömege megegyezik annak a csapadéknak a tömegével, mely akkor keletkezik, amikor a keverékből készült oldatot feleslegben vett kénsavoldattal reagáltatjuk?
- 4.355.A)** Részben karbonátosodott égetett mész 1,56 g-ját fölös mennyiségű sósavval reagáltatva 245,0 cm³ standardállapotú gáz fejlődött. Mi a minta tömeg- és anyagmennyiség%-os összetétele? A kalcium-oxidnak hány %-a karbonátosodott?

- B)** Egy üvegben tárolt, részben oxidálódott kalcium 1,05 g-ját sósavval reagáltatva 551,3 cm³ standardállapotú hidrogéngáz fejlődött. A kalciumnak hány %-a oxidálódott?
- 356.A)** Zárt üvegben tárolt, részben oxidálódott kalciumot tökéletesen elégetve a szilárd anyag tömege 19,23%-kal megnőtt. Számítsuk ki a vizsgált, részben oxidálódott kalcium $m/m\%$ -os és $n/n\%$ -os összetételét! Állapítsuk meg, a kalcium hány %-a oxidálódott az üvegben állás közben!
- B)** Részben karbonátosodott égetett meszet tömegállandóságig hevítve 15,0%-os tömegcsökkenést tapasztalunk. A kalcium-oxidnak hány %-a karbonátosodott?

3. feladatsor

Ha a keverék mindkét komponense reakcióba lép, akkor ismeretlen bevezetésére van szükség. Az ismeretlen (x , y , z stb.) – a célszerűség figyelembevételével – lehet a keverékek komponenseinek tömege vagy anyagmennyisége.

Egyes esetekben – a reakcióegyenletek alapján adódó – speciális összefüggés figyelembevételével a megoldás egyszerűbbé tehető, esetleg eggyel kevesebb ismeretlennel számolhatunk. Az ilyen megoldásokat s indexszel jelöltük meg (pl. [1.^s]).

A) Szerves kémiai feladatok

- 1.357.A)** 1,8 mol mennyiségű metán–etán gázelegy elégetésekor 4,68 mol víz keletkezik. Hány mol metánt tartalmazott a minta?
- B)** 1,30 mol ciklohexán–izoprén elegy elégetésekor 5,98 mol víz keletkezik. Milyen anyagmennyiség-arányban alkotta a két szénhidrogén-komponens az elegyet?
- 358.A)** Mekkora annak a szénhidrogén-elegynek az átlagos moláris tömege, amely kizárólag olefineket tartalmaz, és 1,000 g-ja 245,0 cm³ standardállapotú hidrogéngázzal telíthető?
- B)** Mekkora annak az egyértékű alkoholokból álló elegynek az átlagos moláris tömege, amelynek 1,000 g-ja 153,1 cm³ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt nátriummal?
- 2.359.A)** Egy hexén–heptén elegy 1,00 g-ja 272,2 cm³ standardállapotú hidrogén-klorid-gázt addicionál. Számítsuk ki az elegy $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét!
- B)** Egy oktén–decén elegy 7,50 g-ja 9,70 g brómot addicionál. Számítsuk ki az elegy $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét!
- 360.A)** Egy ciklohexán–ciklohexanon elegy 1,53 g-jának tökéletes elégetésekor 2,50 dm³ standardállapotú CO₂-gáz képződött. Mi az elegy mól- és tömeg%-os összetétele?
- B)** Milyen a tömeg- és anyagmennyiség%-os összetétele annak a hexán–heptén elegynek, melynek 1,46 g-ját elégetve 2,00 g víz képződik?

- 361.A)** Egy etanol–propanol elegy 1,00 g-ja nátriummal 203,7 cm³ normálállapotú hidrogéngázt fejleszt. Határozzuk meg az elegy tömeg- és mólszázalékos összetételét!
- B)** Ribózból és glükózból álló porkeverék 3,00 g-ja az ezüsttükörpróba során 3,93 g ezüstöt választ le. Állapítsuk meg a keverék tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételét!
- 362.A)** Egy ciklohexán–dipropil-éter elegy 474,0 mg-ját 2,000 dm³ standardállapotú oxigénben elégetünk el. A képződött elegyet lehűtjük, a lecsapódó vizet eltávolítjuk, majd KOH-oldaton is átbuborékolatjuk a gázt. Ekkor 0,898 dm³ térfogatú, standardállapotú oxigén marad vissza. Számítsuk ki a kiindulási elegy $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét!
- B)** Egy benzol–etil-izopropil-éter elegy 405,0 mg-ját 1,500 dm³ standardállapotú oxigénben elégetünk. A reakció befejeztével, a vízgőz lecsapódása után KOH-oldaton átvezetve a gázt, annak térfogata 581,3 cm³-re csökken standard körülmények között. Számítsuk ki az elegy $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét!
- 363.A)** Két, a homológ sorban egymást követő, egyértékű aldehid keverékének 2,08 g-ja 8,64 g ezüstöt választ le az ezüsttükörpróba során. Melyik két aldehid és milyen összetételben alkotja az elegyet?
- B)** Két, a homológ sorban egymást követő, telített, egyértékű alkohol elegyének 1,00 g-ja nátriummal 224,1 cm³ normálállapotú hidrogéngázt fejleszt. Melyik két alkohol alkotta az elegyet és milyen összetételben?
- 3.364.A)** Egy hexán–heptán elegy 2,0000 g-jának elégetésekor 3,425 dm³ standardállapotú szén-dioxid keletkezett. Milyen a kiindulási elegy tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetétele?
- B)** Egy ciklohexán–benzol elegy 1,55 g-jának elégetésekor 1,55 g víz keletkezett. Határozzuk meg a kiindulási elegy $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét!
- 365.A)** Milyen annak az izoprén–pentén elegynek az $n/n\%$ -os összetétele, amelynek 1,0000 g-ja 2,5183 g brómot addicionál? [$A_r(\text{Br}) = 79,9$.]
- B)** Egy butadién–hexén elegy 2,0000 g-ja 689,5 cm³ normálállapotú klórgázt addicionál. Milyen a kiindulási szénhidrogén-elegy $n/n\%$ -os $m/m\%$ -os összetétele?
- 366.A)** Egy metanol–etanol elegy 206,0 mg-jának tökéletes elégetésekor képződő víz és szén-dioxid együttes tömege 542,0 mg. Számítsuk ki az alkoholelegy tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételét!
- B)** Milyen összetételű az a dietil-éter–aceton elegy, melynek 0,5960 g-ját tökéletesen elégetve, a keletkező víz és szén-dioxid együttes tömege 1,9400 g?
- 367.A)** 2,16 g tömegű, etanolt és metanolt tartalmazó elegyet 5,000 dm³ standardállapotú oxigénben tökéletesen elégetünk, majd a keletkező elegyet KOH-oldaton vezetjük át. Ekkor 1,693 dm³ vízmentes gázt kapunk standard körülmények között. Mi volt a kiindulási alkoholelegy $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetétele?

- B)** Egy dietil-éter–ciklohexán elegy 2,42 g-ját $7,000 \text{ dm}^3$ standardállapotú oxigénben elégetve, majd a reakció után a gázt KOH-oldaton átbuborékolgatva $1,120 \text{ dm}^3$ standardállapotú, vízmentes gáz marad vissza. Számítsuk ki az elegy összetételét $n/n\%$ -ban és $m/m\%$ -ban!
- 4.368.A)** Egy heptán–oktán elegy tökéletes elégetésekor 1,135-ször nagyobb anyagmennyiségű víz képződik, mint szén-dioxid. Milyen $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételű a kiindulási szénhidrogénelegy?
- B)** Egy benzol–ciklohexán elegy tökéletes elégetése során 1,55-ször nagyobb anyagmennyiségű szén-dioxid keletkezik, mint víz. Milyen volt a kiindulási elegy összetétele $n/n\%$ -ban és $m/m\%$ -ban?
- C)** Milyen összetételű az a metanol–etanol elegy, melynek tökéletes elégetésekor 1,825-ször nagyobb anyagmennyiségű víz keletkezik, mint szén-dioxid. Számítsuk ki az alkoholelegy összetételét $n/n\%$ -ban és $m/m\%$ -ban!
- 5.369.A)** Mekkora tömegű mintát égettünk el abból a hexán–heptán elegyből, melyből $661,5 \text{ cm}^3$ standardállapotú szén-dioxid és $558,0 \text{ mg}$ víz képződött? Határozzuk meg a kiindulási elegy tömeg- és mólszázalékos összetételét is!
- B)** Számítsuk ki, mekkora tömegű mintát égettünk el abból a metanol–etanol elegyből, melyből $134,8 \text{ cm}^3$ standardállapotú szén-dioxid és $171,0 \text{ mg}$ víz keletkezett. Határozzuk meg a kiindulási elegy tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételét is!
- 370.A)** Egy aceton–etanol elegy bizonyos mennyiségét 500 cm^3 standardállapotú oxigéngázban tökéletesen elégettünk. A reakció befejeztével, a vízgőz lecsapódása után, standard körülmények között a gáz térfogata $402,0 \text{ cm}^3$, melyet lúgoldaton átvezetve a térfogat $132,5 \text{ cm}^3$ -re csökken. Mekkora tömegű elegyet égettünk el, hány %-os oxigénfelesleget alkalmaztunk, és milyen volt az elegy összetétele?
- B)** Aceton és dietil-éter elegyét $7,000 \text{ dm}^3$ standardállapotú oxigéngázban égettünk el. A reakció és a víz lecsapódása után $5,285 \text{ dm}^3$ lúgoldatos mosás után $1,120 \text{ dm}^3$ standardállapotú gázt mérünk. Számítsuk ki az elegy összetételét, az elégetett minta tömegét és az alkalmazott oxigénfelesleget!
- C)** Benzolból és dietil-éterből álló elegy bizonyos mennyiségét $6,000 \text{ dm}^3$ 20 $V/V\%$ oxigént tartalmazó, standardállapotú levegőben tökéletesen elégettünk. A reakció befejeztével, a víz lecsapódása után $5,804 \text{ dm}^3$ standardállapotú gáztérfogatot mértünk. A gázelegyet KOH-oldaton átvezetve $5,118 \text{ dm}^3$ gáz maradt vissza. Mekkora tömegű elegyet égettünk el, milyen volt az elegy összetétele és hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk?

B) Szervetlen kémiai feladatok

A fontos megjegyzéseket l. a 107. oldalon!

- 1.371.A)** 13,5 mmol anyagmennyiségű alumínium–magnézium ötvözet sósavval reagáltatva 17,0 mmol hidrogént fejleszt. Hány mmol alumínium volt az ötvözetben?

- B)** 3,45 mol, kalcium-hidridből és nátrium-hidridből álló keverék vízzel 4,00 mol hidrogént fejleszt. Hány mol nátrium-hidridet tartalmaz a keverék?
- 2.372.A)** Mekkora annak a cink–magnézium porkeveréknek az átlagos moláris tömege, melynek 2,80 g-ja 2,018 dm³ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt sósavból? Határozzuk meg a keverék tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételét!
- B)** Mekkora annak a kálium–nátrium ötvözetnek az átlagos moláris tömege, melynek 1,60 g-ja vízből 640,3 cm³ normálállapotú hidrogéngázt fejleszt? Határozzuk meg a keverék tömeg- és mólszázalékos összetételét is!
- C)** Egy kalcium-karbonátból és magnézium-karbonátból álló keverék 4,76 g-ját sósavoldatban teljesen feloldva 1,225 dm³ standardállapotú szén-dioxid fejlődik. Számítsuk ki a keverék $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét!
- D)** Nátrium-hidrogén-karbonátból és nátrium-karbonátból álló porkeverék 2,26 g-ját sósavval reagáltatva 557,0 cm³ standardállapotú szén-dioxid fejlődött. Számítsuk ki a keverék mól- és tömegszázalékos összetételét!
- 373.A)** Kálium-kloridból és kálium-bromidból álló porkeverék 3,00 g-ja tömény kénsavval hevítve hidrogén-halogenid-gázok keletkezése közben szulfátkeverékké alakul. A keletkező, savmentes fém-szulfát tömege 3,00 g. Számítsuk ki a kiindulási tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételét!
- B)** Kálium-kloridot és nátrium-kloridot tartalmazó porkeverék 2,53 g-ját vízben oldjuk. Ebből az oldatból feleslegben vett ezüst-nitráttal az összes halogenidiont lecsapjuk: 5,74 g szilárd anyagot kapunk. Számítsuk ki a kiindulási keverék összetételét $n/n\%$ -ban és $m/m\%$ -ban! [$A_r(\text{K}) = 39,1$, $A_r(\text{Ag}) = 107,9$, $A_r(\text{Cl}) = 35,5$.]
- 374.A)** Egy kalcium–magnézium keveréket elégetve a szilárd anyag tömege 56,7%-kal nő. Határozzuk meg a keverék anyagmennyiség- és tömegszázalékos összetételét! [$A_r(\text{Mg}) = 24,3$.]
- B)** Kalcium-karbonátot és magnézium-karbonátot tartalmazó keveréket tömegállandóságig hevítve, 49,0%-os tömegesökkenést tapasztalunk. Mi volt a kiindulási keverék $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetétele?
- C)** Milyen annak a kálium-kloridból és nátrium-kloridból álló keveréknek az anyagmennyiség- és tömegszázalékos összetétele, melynek tömege feleakkora, mint a vizes oldatukból leválasztható ezüst-klorid-csapadék tömege? [$A_r(\text{K}) = 39,1$, $A_r(\text{Ag}) = 107,9$, $A_r(\text{Cl}) = 35,5$.]
- 375.A)** Vízmentes vas(II)-kloridból és vas(III)-kloridból álló keverék 2,50 g-ját vízben oldjuk, nátrium-hidroxiddal az összes vasiont leválasztjuk, majd a csapadékot hidrogén-peroxid-oldattal kezeljük. Amikor már további színváltozás nem történik, a csapadékot leszűrjük és tömegállandóságig hevítjük. 1,33 g tömegű, vörösbarna, szilárd anyagot kapunk. Számítsuk ki a kiindulási keverék $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét! [$A_r(\text{Fe}) = 56$, $A_r(\text{Cl}) = 35,5$.]
- B)** Bárium-oxidból és bárium-karbonátból álló keverék 5,37 g-ját feleslegben vett salétromsavoldatban feloldunk, majd kénsavoldattal 7,06 g tömegű csapadékot választunk le. Milyen volt a kiindulási keverék tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetétele? [$A_r(\text{Ba}) = 137,3$.]

- C) Vizmentes réz(II)-kloridból és réz(II)-szulfátból álló keveréket vízben oldva, nátrium-hidroxiddal az összes réz(II)iont leválasztjuk. A csapadékot leszűrve tömegállandóságig hevítjük: a visszamaradó fekete, szilárd anyag tömege a kiindulási keverék tömegének 54,8%-a. Számítsuk ki a kiindulási keverék $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét!
- 376.A) Kálium-kloridból és nátrium-kloridból álló keverék kloridion-tartalma 50,94 $m/m\%$.
Számítsuk ki a keverék mól- és tömegszázalékos összetételét!
- B) Nátrium-kloridot és nátrium-bromidot tartalmazó keverék nátriumtartalma 24,44 $m/m\%$.
Számítsuk ki a keverék összetételét!
- 3.377.A) Magnézium-oxidból és alumínium-oxidból álló keverék oxigéntartalma 46,75 $m/m\%$. Milyen a keverék anyagmennyiség- és tömeg%-os összetétele?
- B) Magnézium-kloridból és alumínium-kloridból álló keverék 76,48 $m/m\%$ klórt tartalmaz. Számítsuk ki a keverék $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét!
- 378.A) Lítium-kalcium keverék 668,0 mg-ját vízben oldva 441,0 cm^3 standardállapotú hidrogéngáz fejlődik. Számítsuk ki a keverék $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét! [$A_r(\text{Li}) = 7,0$, $A_r(\text{Ca}) = 40,0$.]
- B) Cink-alumínium ötvözet 1,00 g-ja sósavból 538,0 cm^3 normálállapotú hidrogéngázt fejleszt. Adjuk meg az ötvözet összetételét $n/n\%$ -ban és $m/m\%$ -ban!
- 4.379.A) Kálium-kloridot és nátrium-kloridot tartalmazó keverék 1,5000 g-ját tömény kénsavval kezelve 1,7980 g fém-szulfát-keveréket kapunk. Számítsuk ki a kiindulási és a képződött keverék $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét!
- B) Kalcium-karbonátból és magnézium-karbonátból álló keverék 0,88 g-ját sósavban feloldjuk, majd az oldatot bepároljuk. Ekkor 2,07 g tömegű, kristályvíztartalmú keveréket kapunk. (Mindkét fém-klorid 1 mol-ja 6 mol kristályvízzel kristályosodik.) Számítsuk ki a kiindulási és a képződött keverék $n/n\%$ -os $m/m\%$ -os összetételét!
- C) Bárium-kloridból és kálium-bromidból álló keverék 5,00 g-os mintájának vizes oldatából az összes halogenidiont leválasztva 7,50 g ezüst-halogenid-csapadék keletkezik. Határozzuk meg a kiindulási és a keletkező keverék tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételét!
- 380.A) Kálium-kloridból és kálium-bromidból álló keverék bizonyos tömegéből vizes oldatot készítve éppen akkora tömegű ezüst-nitrátot kell az oldathoz adni, hogy az összes halogenidiont leválasszuk, mint amekkora a kiváló csapadék tömege. Számítsuk ki a kiindulási porkeverék és a leváló csapadék tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételét! [$A_r(\text{K}) = 39,1$, $A_r(\text{Br}) = 79,9$, $A_r(\text{Cl}) = 35,5$, $A_r(\text{Ag}) = 107,9$.]
- B) Nátrium-kloridból és kálium-bromidból álló keveréket vízben oldva, és abból ezüst-nitrát-oldattal az összes csapadékot leválasztva, a keletkező anyag éppen kétszerese a kiindulási keverék tömegének. Számítsuk ki a kiindulási porkeverék és a leváló csapadék $n/n\%$ -os és tömegszázalékos összetételét!

C) Határozzuk meg, milyen tömeg-, illetve anyagmennyiség-arányban tartalmazta a bárium-kloridot és a kálium-bromidot az a keverék, melynek vizes oldatából az összes halogenidion leválasztásához éppen akkora tömegű ezüst-nitrátra van szükség, mint amekkora a keletkező ezüst-halogenidek együttes tömege! Számítsuk ki a keletkező csapadékban lévő komponensek tömeg- és anyagmennyiség-arányát is!

5.381.A) Egy cink–magnézium keverék híg sósavból $8,820 \text{ dm}^3$ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt. Az előzővel azonos tömegű cink–alumínium keverék – melyben ugyanakkora tömegű cink van, mint a másik keverékben – $10,878 \text{ dm}^3$ standardállapotú hidrogént fejleszt. Mekkora tömegű volt a minták tömege és hány g cink volt egy-egy mintában?

[$A_r(\text{Zn}) = 65,4$, $A_r(\text{Al}) = 27,0$, $A_r(\text{Mg}) = 24,3$.]

B) Vas–magnézium porkeverékből két azonos tömegű mintát mérünk le: az egyik minta sósavból $1,225 \text{ dm}^3$ standardállapotú hidrogéngázt fejlesztett. A másik mintát elemi klórral erőlesen oxidálva $6,768 \text{ g}$ fém-klorid-keveréket kapunk. Milyen volt a kiindulási keverék $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetétele? [$A_r(\text{Fe}) = 55,8$, $A_r(\text{Mg}) = 24,3$.]

382.A) Vas–cink porkeverék bizonyos mennyiségét kénnel reagáltatva, a feleslegben lévő ként eltávolítva, $2,34 \text{ g}$ tömegű szulfidkeveréket kapunk. Ugyanílyen összetételű és tömegű keveréket oxigénben elégetve $2,02 \text{ g}$ tömegű oxidkeveréket kapunk. Mekkora tömegű fémkeverék-mintákat használtunk, és mi volt a tömeg- és mólszázalékos összetételük?

[$A_r(\text{Zn}) = 65,4$, $A_r(\text{Fe}) = 55,8$, $A_r(\text{S}) = 32,0$.]

B) Stroncium-kloridból és bárium-kloridból álló porkeverék bizonyos tömegét vízben oldjuk, az oldatot két, egyenlő térfogatú részre osztjuk. Az oldat egyik részét kénsavval, a másikat trisóoldattal csapjuk ki. A szulfátcsapadék tömege $5,3355 \text{ g}$, a foszfátcsapadéké $4,5188 \text{ g}$. Számítsuk ki, mekkora tömegű kloridkeverékből indultunk ki, és milyen volt annak $m/m\%$ -os és $n/n\%$ -os összetétele! [$A_r(\text{Sr}) = 87,6$, $A_r(\text{Ba}) = 137,3$, $A_r(\text{Cl}) = 35,5$, $A_r(\text{S}) = 32,0$, $A_r(\text{O}) = 16,0$, $A_r(\text{P}) = 31,0$.]

4. feladatsor

A) Szerves kémiai feladatok

1.383.A) Metanolt, etanolt és propanolt tartalmazó elegy bizonyos mennyiségét főmátriummal reagáltatva $224,1 \text{ cm}^3$ normálállapotú hidrogéngáz fejlődik. Ki tudjuk-e számítani az adatokból az elegy

a) anyagmennyiségét?

b) anyagmennyiség-százalékos összetételét?

B) Aceton, etanol és propanol elegyének bizonyos mennyiségét elégetve $980,0 \text{ cm}^3$ standardállapotú szén-dioxid-gáz keletkezik.

Ki tudjuk-e számítani az adatokból az elegy

a) anyagmennyiségét?

b) anyagmennyiség-százalékos összetételét?

- C) Aceton, etanol és metil-acetát elegyének bizonyos mennyiségét elégetve 2,70 g víz képződik.
Ki lehet-e számítani az adatokból az elegy
- anyagmennyiségét?
 - anyagmennyiség-százalékos összetételét?
- 2.384.A) Hexán-heptán elegyünkben kétszer akkora a heptánmolekulák száma, mint a hexánmolekuláké. Hány mol elegyet égettünk el, ha az égetés során 980,0 cm³ standardállapotú szén-dioxid keletkezik?
- B) Egyenlő anyagmennyiségű oxálsavat és hangyasavat tartalmazó oldat bizonyos mennyiségét 0,40 g nátrium-hidroxid közömbösíti. Hány mol oxálsavat és hány mol hangyasavat tartalmaz a vizsgált minta?
- 3.385.A) Két – azonos, C₃H₆O összegképletű – vegyület elegyéről az alábbiakat tudjuk:
- az elegy a brómos vizet elszínteleníti,
 - adja az ezüsttükörpróbát,
 - az elegy bizonyos mennyiségét nátriummal reagáltatva 24,5 cm³ standardállapotú hidrogéngáz fejlődik,
 - az elegy előzővel azonos mennyiségének tökéletes elégetése során keletkező víz tömege 270,0 mg.
- Melyik két vegyület alkotja az elegyet, milyen összetételben? Mekkora tömegű elegyet használtunk a nátriumos reakciónál, illetve az égetésnél?
- B) Izopropil-alkohol és aceton elegyének bizonyos mennyiségét nátriummal reagáltatva 22,4 cm³ normálállapotú hidrogéngáz fejlődik. Az előzővel megegyező mennyiségű és összetételű elegy tökéletes elégetése során pedig 403,4 cm³ normálállapotú szén-dioxid-gáz keletkezik. Számítsuk ki az elegy összetételét és azt, hogy mekkora tömegű eleggyel végeztük a kísérletet!
- 386.A) Butanol és 2-propén-1-ol keverékének bizonyos mennyisége 320,0 mg brómot addicionál. Ugyanilyen mennyiségű és összetételű elegy tökéletes elégetésekor keletkező szén-dioxid és víz együttes tömege 1,17 g. Számítsuk ki az elegy összetételét $n/n\%$ -ban, és adjuk meg a vizsgált minták tömegét!
- B) Dietil-éter és pirrol elegyének bizonyos mennyisége, hűtés közben 6,40 g brómmal lép reakcióba. Ugyanilyen tömegű és összetételű elegy tökéletes elégetésekor keletkező víz és szén-dioxid együttes tömege 26,15 g. Számítsuk ki az elegy összetételét és a vizsgált minták tömegét!
- 4.387.A) Pirrol, ciklohexanol és aceton elegyének 1,53 g-ja nátriummal 122,5 cm³ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt. Ugyanilyen mennyiségű és összetételű elegy, hűtés közben, 1,28 g brómmal reagál. (Ilyen körülmények között gyakorlatilag csak a pirrol lép reakcióba a brómmal.) Számítsuk ki az elegy összetételét tömeg- és anyagmennyiség-százalékban!
- B) Propanal, propanon és propanol elegyének 2,92 g-ja ezüsttükörpróba során 2,16 g ezüstöt választ le, illetve ugyanekkora tömegű elegy nátriummal 122,5 cm³ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt. Határozzuk meg a kiindulási elegy tömeg- és mólszázalékos összetételét!

- C) 2-propén-1-ol, 1-propanol és propánsav elegyének 499,0 mg-ja 160,0 mg brómot adcionál, illetve 60,0 mg nátrium-hidroxiddal közömbösíthető. Adjuk meg az elegy összetételét tömeg- és anyagmennyiség-százalékban! Számítsuk ki, mekkora térfogatú hidrogéngáz fejlődne nátriummal az elegy 499,0 mg-jából standard körülmények között!
- 5.388.A) Metán-etán-etilén elegy 1,00 mol mennyiségét – mely egyébként 500 cm^3 1 mol/dm^3 koncentrációjú szén-tetrakloridos brómoldatot képes elszinteleníteni – oxigénfeleslegben elégetünk. Az égéstermék a víz eltávolítása után KOH-oldaton vezetjük át: ekkor az oldat tömege 79,2 g-mal nő. Számítsuk ki az elegy $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét!
- B) Etanol, propanol és 2-propén-1-ol elegyének 0,8 mol mennyiségét – mely 16,00 g brómot adcionál – tökéletesen elégetve, $49,0\text{ dm}^3$ standardállapotú szén-dioxid-gáz fejlődött. Számítsuk ki az elegy összetételét tömeg- és anyagmennyiség-százalékban!
- 6.389.A) Etén-etin-etanol elegy gőzének 0,60 mol anyagmennyiségét 2,00 mol oxigéngázzal keverünk és meggyújtjuk. Ekkor 2,80 mol gázkeveréket kapunk, melyet $20\text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtve $0,101\text{ MPa}$ nyomáson, $36,0\text{ dm}^3$ térfogatú gáz marad vissza. Ezt meszes vízen átbuborékolatva $7,20\text{ dm}^3$ térfogatú azonos állapotú gázt kapunk. Határozzuk meg az elegy összetételét és a vizsgált minta tömegét!
- B) Aceton-etin-dietyl-éter elegy 0,09 mol-ját ötszörös anyagmennyiségű oxigénben égetünk el. Az égéstermék összanyagmennyisége $0,635\text{ mol}$. Ha ezt $25\text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtjük, $0,101\text{ MPa}$ nyomáson $8,649\text{ dm}^3$ száraz gázelegyet kapunk, melyet lúgoldaton átvezetve $1,887\text{ dm}^3$ azonos állapotú gáz marad vissza. Számítsuk ki az elegy összetételét és a vizsgált minta tömegét!
- 390.A) Metán-etán-etin gázelegy 1 mol-ját nyolcszoros térfogatú oxigénnel keverve égetünk el. A keletkező, forró gázelegyben a vízmolekulák száma megegyezik a szén-dioxid-molekulák számával, és az oxigénfelesleg a reakció utáni elegy térfogatának 57,54%-át teszi ki. Határozzuk meg a kiindulási elegy tömeg- és mólszázalékos összetételét!
- B) Benzol-ciklohexán-dietyl-éter elegy 0,4 mol mennyiségét $4,8\text{ mol}$ oxigéngázban tökéletesen elégetünk. A keletkezett égéstermékben a maradék oxigénmolekulák száma $3/4$ -e a szén-dioxid-molekulák számának, a vízmolekulák száma pedig megegyezik a szén-dioxid-molekulák számával. Állapítsuk meg az elegy összetételét!
- 7.391.A) Metanol-formaldehid-hangyasav keverék 230,0 mg-ja nátriummal $49,0\text{ cm}^3$ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt, illetve ugyanennyi elegyet $0,1200\text{ g}$ nátrium-hidroxid közömbösít. Számítsuk ki az elegy tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételét!
- B) Akrilsav(propénsav)–2-propén-1-ol(allil-alkohol)–1-propanol tartalmú elegy 429,0 mg-ját pontosan $10,0\text{ cm}^3$ $0,1000\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH-oldat közömbösíti. Ugyanilyen mennyiségű és összetételű elegy $5,00\text{ cm}^3$ $0,5\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú szén-tetrakloridos brómoldatot szintelenít el. Határozzuk meg az elegy tömeg- és mólszázalékos összetételét!

- 8.392.A) Propánsav–aceton–propanol elegy 0,6000 g-ját tökéletesen elégetve $735,0 \text{ cm}^3$ standardállapotú szén-dioxid és $576,0 \text{ mg}$ víz keletkezik. Határozzuk meg az elegy $n/n\%$ -os, $m/m\%$ -os összetételét!
- B) Etanol–aceton–benzol keverék $5,64 \text{ g}$ -ját tökéletesen elégetve $13,20 \text{ g}$ szén-dioxid és $5,40 \text{ g}$ víz képződik. Határozzuk meg az elegy tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételét!
- 393.A) Metanol-metanal-metánsav $0,1720 \text{ g}$ -os elegyrészlete ammóniás ezüst-nitrát-oldatból $648,0 \text{ mg}$ ezüstöt választ le, ugyanakkora tömegű minta nátriummal $44,8 \text{ cm}^3$ normálállapotú hidrogéngázt fejleszt. Határozzuk meg az elegy összetételét!
- B) Etanolt, acetont és metanolt tartalmazó elegy $0,2140 \text{ g}$ -ja nátriummal $49,0 \text{ cm}^3$ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt, illetve tökéletes elégetésekor $220,5 \text{ cm}^3$ standardállapotú szén-dioxid-gáz keletkezik. Számítsuk ki az elegy tömeg- és mólszázalékos összetételét!
- 394.A) Etint és etanolt tartalmazó aceton bizonyos mennyiségét tökéletesen elégetve $3,43 \text{ dm}^3$ standardállapotú szén-dioxid-gáz és $2,52 \text{ g}$ víz képződik. Ugyanakkora tömegű és összetételű oldat nátriummal $183,75 \text{ cm}^3$ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt. Mi volt a kiindulási elegy $n/n\%$ -os összetétele, és mekkora volt a minták tömege?
- B) Metanol–metánsav–metanal elegy három, azonos tömegű mintáját vizsgáljuk. Az első minta feleslegben vett nátriummal $490,0 \text{ cm}^3$ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt, a másik minta ammóniás ezüst-nitrát-oldatban $12,96 \text{ g}$ ezüstöt választ le, a harmadik minta feleslegben vett NaHCO_3 -oldatból $612,5 \text{ cm}^3$ standardállapotú szén-dioxidot fejleszt. Mi a kiindulási elegy $n/n\%$ -os összetétele, és mekkora volt a minták tömege?
- 395.A) Metanol–etanol–propénol elegyének $473,0 \text{ mg}$ -ját tökéletesen elégetjük: az égéstermék 946 mg szén-dioxidot és 495 mg vizet tartalmaz. Számítsuk ki a kiindulási elegy összetételét tömeg- és anyagmennyiség-százalékban!
- B) Dietil-éter–heptán–benzol elegy $0,7420 \text{ g}$ -ját tökéletesen elégetve $2,3760 \text{ g}$ szén-dioxidot és $0,7020 \text{ g}$ vizet kapunk. Számítsuk ki a kiindulási elegy $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét!
- 9.396.A) Számítsuk ki annak az elegynek az anyagmennyiség-százalékos összetételét, amely egy telített, nyílt láncú szénhidrogénből és monoklór–származékából, valamint azonos szénatomszámú, egyértékű, nyílt szénláncú alkoholból áll. Az elemzés során $5,4000 \text{ g}$ keverékből – roncsolás után – $1,1480 \text{ g}$ AgCl -csapadékot mértünk. Ugyanilyen tömegű és összetételű keverékből fémnátriummal való reakció során 360 cm^3 20°C -os, $0,101 \text{ MPa}$ nyomású hidrogént fogtunk fel. $5,4000 \text{ g}$ keverék tökéletes elégetésekor $7,776 \text{ dm}^3$ 20°C -os, $0,101 \text{ MPa}$ nyomású szén-dioxid keletkezett.
- B) Azonos szénatomszámú, telített, egyértékű karbonsav, telített, egyértékű alkohol és telített, egyértékű aldehid elegyének $3,16 \text{ g}$ -ját tökéletesen elégetve $2,94 \text{ dm}^3$ standardállapotú szén-dioxid-gáz és $2,52 \text{ g}$ víz képződött. Ugyanilyen mennyiségű kiindulási elegy nátriummal $612,5 \text{ cm}^3$ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt. Mi volt a kiindulási elegy $n/n\%$ -os összetétele?

B) Szervetlen kémiai feladatok

- 1.397.A) Ca–Mg–Zn ötvözet bizonyos mennyiségét sósavban oldva $1,225 \text{ dm}^3$ standardállapotú hidrogéngáz keletkezik. Megállapítható-e az adatokból az ötvözet vizsgált mintájának:
- a) anyagmennyisége,
 - b) tömege,
 - c) összetétele?
- B) Al–Zn–Fe ötvözet sósavban oldva $1,225 \text{ dm}^3$ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt. Megállapítható-e az adatokból a vizsgált minta:
- a) anyagmennyisége,
 - b) tömege,
 - c) összetétele?
- C) K–Na–Rb ötvözet bizonyos mennyiségét vízzel reagáltatjuk. Ekkor $245,0 \text{ cm}^3$ standardállapotú hidrogéngáz fejlődik. Megállapítható-e az adatokból a vizsgált minta:
- a) anyagmennyisége,
 - b) tömege,
 - c) összetétele?
398. $0,6 \text{ mol}$ keveréket – mely nátrium-hidrogén-karbonátot, nátrium-karbonátot és magnézium-karbonátot tartalmaz – hevítve, nátrium-karbonátból és magnézium-oxidból álló keverék marad vissza, miközben $0,1 \text{ mol}$ vízgőz és $0,4 \text{ mol}$ szén-dioxid távozik a rendszerből. Mekkora volt az egyes komponensek anyagmennyisége és a keverék tömege?
399. $0,80 \text{ mol}$ anyagmennyiségű, nátrium-bromidból, kalcium-kloridból és kálium-kloridból álló keverék $0,85 \text{ mol}$ ezüst-nitráttal reagál és $146,45 \text{ g}$ ezüst-halogenid-csapadék keletkezik. Számítsuk ki az egyes komponensek anyagmennyiségét és a keverék tömegét!
400. $1,00 \text{ mol}$ anyagmennyiségű, Li–Ca–Al keverék $1,05 \text{ mol}$ klórgázzal lép reakcióba. A keletkező vegyületkeverék tömege $104,05 \text{ g}$. Hány mol lítium, kalcium, illetve alumínium volt a keverékben?
- 2.401. Vasat, magnéziumot és alumíniumot tartalmazó keverék $0,6634 \text{ g}$ -ja sósavból $575,8 \text{ cm}^3$ standardállapotú hidrogént fejleszt. A keverék ugyancsak $0,6634 \text{ g}$ -ja klórral $2,5094 \text{ g}$ fém-klorid-keverékké alakul. Határozzuk meg a keverék tömeg- és anyagmennyiség-szalékos összetételét!

A fenti feladat jó példa olyan háromkomponensű keverékre, amelynél gyakorlatilag nem „spórolhatunk meg” ismeretleneket a megoldás során: m tömegű keverékben $x \text{ mol}$ A -t, $y \text{ mol}$ B -t és $z \text{ mol}$ C -t, vagy $x \text{ g}$ A -t, $y \text{ g}$ B -t és $(m-x-y) \text{ g}$ C -t feltételezve, a reakcióegyenletek sztöchiometriai számarányai szerint állíthatunk fel három, illetve két egyenletet. Ezt *minden* további, háromkomponensű keverékről készült feladatban megtehetjük. Egyes esetekben – a példában szereplő – különleges összefüggés figyelembevételével, akár egyismeretlenes egyenletre egyszerűsíthetjük a megoldást. A továbbiakban a *Megoldások* című fejezetben csak ezeket a fortélyos levezetéseket közöljük.

- 402.A)** Alumíniumot, magnéziumot és rezet tartalmazó ötvözet 3,00 g-ját sósavban oldva $2,450 \text{ dm}^3$, nátrium-hidroxid-oldatban oldva $1,225 \text{ dm}^3$ standardállapotú hidrogéngáz fejlődik. Milyen tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételű az ötvözet?
- B)** Fémkalciumot, kalcium-oxidot és kalcium-karbonátot tartalmazó keverék hevítésekor $0,5600 \text{ g}$ tömegű anyag képződik, mely egyetlen vegyületből áll. A folyamat közben $73,5 \text{ cm}^3$ standardállapotú gáz fejlődik. A kiindulási keverék előzővel azonos tömegű részletét sósavban oldva pedig $196,0 \text{ cm}^3$ standardállapotú gázelegy képződik. Határozzuk meg egy-egy minta összetételét és tömegét!
- C)** Kálium-hidrogén-karbonátot, kálium-karbonátot és stroncium-karbonátot tartalmazó keveréket $400 \text{ }^\circ\text{C}$ -on hevítve, a kálium-hidrogén-karbonát kálium-karbonáttá alakul, és a keverék tömege az eredeti $92,0\%$ -ára csökken. Ha a keletkezett porkeveréket tovább hevítjük $1300 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra, akkor a stroncium-karbonát bomlik: a porkeverék tömege az előző hevítés maradékának $94,3\%$ -a. Számítsuk ki a kiindulási keverék $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét!
- 403.A)** Kálium-kloridot, nátrium-kloridot és kálium-jodidot tartalmazó keverék $1,0800 \text{ g}$ -ját vízben oldjuk, majd az oldatból ezüst-nitráttal az összes halogenidiont lecsapjuk. Az ezüst-halogenid-csapadék tömege $1,7480 \text{ g}$, mely 2 mol/dm^3 -es ammóniaoldatban részlegesen feloldódik, és $1,1740 \text{ g}$ tömegű, halványsárga csapadék marad vissza. Állapítsuk meg a kiindulási minta összetételét!
- B)** Vasat, magnéziumot és alumíniumot tartalmazó keverék $1,1364 \text{ g}$ -ját sósavban oldva $857,5 \text{ cm}^3$, nátrium-hidroxid-oldatban oldva pedig $367,5 \text{ cm}^3$ standardállapotú gáz fejlődik. Állapítsuk meg a keverék összetételét!
- C)** Kalcium-, magnézium- és bárium-karbonátot tartalmazó keverék $6,0670 \text{ g}$ -ját $540 \text{ }^\circ\text{C}$ -on hevítve csak a magnézium-karbonát bomlik el. Eközben a keverék tömege $1,1000 \text{ g}$ -mal csökken. Ha a maradékot sósavban oldjuk, $612,5 \text{ cm}^3$ standardállapotú gáz fejlődik. Számítsuk ki a keverék összetételét tömeg- és anyagmennyiség-százalékban!
- 404.** Vasat, cinket és kalciumot tartalmazó keverékben azonos számú vas- és cinkatom van. $1,00 \text{ g}$ tömegű keverék sósavból $445,3 \text{ cm}^3$ normálállapotú hidrogéngázt fejleszt. Állapítsuk meg a keverék összetételét!
- 405.A)** Kalcium-, magnézium- és bárium-karbonátot tartalmazó keveréket $900 \text{ }^\circ\text{C}$ -on hevítve a kalcium- és magnézium-karbonát elbomlik, eközben a szilárd anyag tömege $15,44\%$ -kal csökken. $1400 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hevítve az utóbbi keveréket, annak tömege $18,2\%$ -kal csökken. (Ekkor a bárium-karbonát bomlik el.)
Számítsuk ki a minta tömeg- és anyagmennyiség%-os összetételét!
- B)** Réz(II)-szulfidot, fémrezet és réz(II)-oxidot tartalmazó keverék két, azonos tömegű részletét vizsgálták: az egyik részletét oxigénnel reagáltatva a szilárd anyag tömege $4,68\%$ -kal nőtt, a másik részletből a sósavval kioldható oxidot eltávolítva, a szilárd anyag tömege $34,9\%$ -kal csökkent. Határozzuk meg a keverék összetételét!

406.A) Kálium-hidrogén-karbonátot, lítium-hidrogén-karbonátot és magnézium-karbonátot tartalmazó keverék 0,8255 g-ját bizonyos hőmérsékletre hevítve 0,4505 g tömegű szilárd anyag marad vissza. Ez alkáli-karbonátokat és magnézium-oxidot tartalmaz. A képződött keverékhez sósavat adva $61,3 \text{ cm}^3$ standardállapotú szén-dioxid képződik.

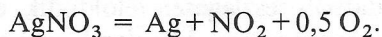
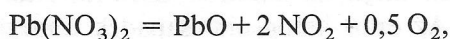
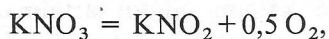
Határozzuk meg a keverék összetételét!

B) Bárium-kloridból, kálium-kloridból és bárium-nitrátból álló keverék két, egyenként 4,9702 g-os részletét vízben oldjuk. Az első oldatot ezüst-nitráttal reagáltatva 3,7310 g csapadék keletkezik. A második oldatot kénsavval kezelve 4,8993 g tömegű csapadék válik le. Határozzuk meg a keverék összetételét!

407.A) Kálium-nitrátot, ólom(II)-nitrátot és ezüst-nitrátot tartalmazó keveréket hevítve a szilárd anyag tömege 25,34%-kal csökken. A hevítési maradékból a vízzel kioldható komponenst eltávolítják. Az oldhatatlan maradék – szűrés, mosás és szárítás után – 48,22%-a a hevítési maradéknak.

Számítsuk ki a keverék összetételét és azt, hogy a hevítés során keletkező gázelegy milyen térfogat%-os összetételű!

A hevítés során bekövetkező bomlási reakciók:



B) Vasat, vas(II)- és vas(III)-oxidot tartalmazó keverék bizonyos tömegét hidrogénnel redukálva 900,0 mg víz képződik és 3,9220 g fémvasat kapunk. Az előzővel azonos tömegű és összetételű keveréket réz(II)-szulfát-oldatba helyezve, a szilárd fázis tömege 240,0 mg-mal nő. Számítsuk ki a keverék összetételét és azt, hogy mekkora volt egy-egy minta tömege!

408.A) Alumíniumot, alumínium-oxidot és alumínium-hidroxidot tartalmazó porkeverék 7,50 g-ját hevítve 6,63 g szilárd anyagot kapunk. Ugyancsak 7,50 g kiindulási keverék savval $735,0 \text{ cm}^3$ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt. Számítsuk ki a keverék összetételét!

B) Fe–Mg–Al keverék 565,6 mg-ja nátrium-hidroxid-oldatból $201,7 \text{ cm}^3$ normálállapotú hidrogéngázt fejleszt. A kiindulási keverék oxigénnel való egyesülése során 67,9%-os tömegnövekedést tapasztaltunk. Számítsuk ki a keverék összetételét!

409.A) Kálium-kloridból, nátrium-kloridból és nátrium-bromidból álló keverék 4,0863 g-ját vízben oldjuk, majd feleslegben vett ezüst-nitráttal csapadékot választunk le: 7,9513 g tömegű keveréket kapunk. Ha ezt a csapadékot hidrogénáramban redukáljuk, 5,4000 g fémézüstöt kapunk. Határozzuk meg a keverék összetételét!

B) Kálium- és lítium-hidrogén-karbonátból, valamint magnézium-karbonátból álló keverék hevítése során alkáli-karbonátokat és magnézium-oxidot tartalmazó keverék keletkezik, közben a 0,8418 g tömegű keverék 0,4538 g-ra csökken. Újabb minta 0,8418 g-os részlete $224,1 \text{ cm}^3$ normálállapotú gázt fejleszt sósavval. Határozzuk meg a keverék összetételét!

410. Kristálysódát ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$), valamint kálium- és nátrium-hidrogén-karbonátot tartalmazó keveréket hevítve vízmentes karbonátkeverék keletkezik, melynek tömege a kiindulásinak 43,94%-a. Az utóbbi hevítési maradék 0,8270 g-ját sósavval reagáltatva 183,8 cm^3 standardállapotú gáz keletkezik. Határozzuk meg a keverék összetételét!

5. feladatsor

(Szervetlen kémiai példák)

- 1.411.A) Melyik az a kétvegyértékű fém, amelynek 1,00 g-ja 612,5 cm^3 standardállapotú hidrogéngázt fejleszt sósavból?
- B) Melyik az a háromvegyértékű fém, melynek 2,50 g-ja 3,113 dm^3 normálállapotú hidrogéngázt fejleszt savakból?
- 412.A) Melyik az a kétvegyértékű fém, melynek karbonátját hevítve a keletkező fém-oxid tömege 77,7%-a a karbonáténak?
- B) Melyik az az egyvegyértékű fém, melynek hidrogén-karbonátját hevítve 31%-os tömegcsökkenést tapasztalunk? (A szilárd maradék a fém karbonátja.)
- 2.413.A) Melyik az a fém, amelynek 1,00 g-ja savakból 1,361 dm^3 standardállapotú gázt fejleszt?
- B) Melyik az a fém, amelyik karbonátjának 1,00 g-ját sósavval reagáltatva 142,1 cm^3 standardállapotú szén-dioxid-gáz fejlődik?
- 3.414.A) Egy ötvözet alumíniumból és egy ismeretlen fémből áll. Ha a keverék egy részletét sósavba tesszük, akkor az összes fém feloldódik és 612,5 cm^3 standardállapotú hidrogéngáz fejlődik, ha azonban nátrium-hidroxid-oldatba teszünk ugyanennyit az ötvözetből, akkor 367,5 cm^3 standardállapotú hidrogéngáz fejlődik, és szilárd fém marad vissza, mely a reakcióban felhasznált ötvözet tömegének 68,5%-a. Melyik fém, milyen $n/n\%$ -os, illetve $m/m\%$ -os összetételben alkotta a keveréket? Mekkora volt a vizsgált minták tömege?
- B) Egy porkeverék egy fém karbonátjából és a fém oxidjából áll. Hevítése során fém-oxidot kapunk, közben a szilárd anyag tömege 6,7%-kal csökken. Ha a hevítési maradékot sósavban oldjuk, majd az oldatot bepároljuk, a vízmentes fém-klorid tömege 35,9%-kal nagyobb, mint a fém-oxidé. Melyik fém vegyületei alkották a keveréket és milyen összetételben?
- 4.415.A) Egy egyvegyértékű, egy két- és egy háromvegyértékű fémből álló keverékben a különböző atomokból azonos számú van. 0,7960 g tömegű keveréket fölös mennyiségű sósavban oldva 306,25 cm^3 standardállapotú hidrogéngáz fejlődik és szilárd fém marad vissza. Ha ezt a fémet tömény salétromsavban feloldjuk, majd bepárolva vízmentesre szárítjuk, 0,8500 g fém-nitráthoz jutunk. Ugyancsak 0,7960 g-os minta nátrium-hidroxid-oldattal 183,75 cm^3 standardállapotú hidrogéngázt fejleszt, és 0,6610 g szilárd fém marad vissza. Melyik három fém alkotta a keveréket? Hány g fém maradt vissza a sósavas reakció után?
- B) Három fém atomtömegének aránya 3:5:7. A keverékben lévő atomok számának aránya 4:2:1. Ha a keverék 2,32 g-ját feloldjuk sósavban, akkor 1,568 dm^3 normálállapotú hidrogéngáz fejlődik, és az összes

fém feloldódik. Mindhárom fém kétvegyértékű. Mi a fémek moláris tömege és neve?

5.416.A) 5,40 g kiindulási fémkeveréket híg kénsavval reagáltatunk, ekkor 0,45 mol gáz képződik. Az első fém atomtömege háromszor kisebb, mint a másodiké, a keverékben lévő atomok számaránya viszont 3:1. A két fém oxidációs száma is eltér. Melyik két fémről van szó?

B) Két fém ötvözetének meghatározott mennyiségét három egyenlő tömegű részre osztották. Az első mintát sósavval reagáltatták, ekkor $1,792 \text{ dm}^3$ normálállapotú hidrogéngáz fejlődött.

A második mintát nátrium-hidroxid-oldattal reagáltatva $1,344 \text{ dm}^3$ normálállapotú hidrogéngáz fejlődött, és oldhatatlan fém maradt vissza, mely az eredeti keverék tömegének 52%-a. A harmadik mintát oxigénnel reagáltatták és ekkor 3,53 g oxidkeveréket kaptak. Egy-egy fém oxidációs száma a különböző reakciókban azonos (de egymástól különböző). Mely két fém alkotta a keveréket és milyen összetételben?

Ellenőrző feladatsor VIII.

(Keverékek, szervesetlen reakciók)

- 1.** BaCO_3 – BaSO_4 keveréket nagy mennyiségű, híg sósavban oldjuk. 245 cm^3 standardállapotú gáz fejlődik és 527,0 mg feloldatlan, szilárd anyag marad vissza (az oldat még mindig savas kémhatású). Számítsuk ki a keverék tömegét és tömeg%-os összetételét! [$A_r(\text{Ba}) = 137,3$.] 5 pont
- 2.** A periódusos rendszerben közvetlenül egymás alatt lévő két alkálifém ötvözetének 1,00 g-os mintáját 50 cm^3 desztillált vízzel reagáltatjuk, majd a keletkezett oldatot desztillált vízzel 500 cm^3 -re hígítjuk. A reakció közben 280 cm^3 standardállapotú hidrogéngáz fejlődött. Számítsuk ki az ötvözet összetételét tömeg- és mólszázalékban. Határozzuk meg az 500 cm^3 oldat hidroxidion-koncentrációját! (A két fém atomtömegét tizedpontosan használjuk!) 10 pont
- 3.** Vas–nikkel ötvözet 2,3190 g-ját feleslegben lévő klórral oxidálták: 5,5140 g szilárd anyag keletkezett, melyben a két fém oxidációs száma eltért egymástól. Határozzuk meg az ötvözet tömeg%-os összetételét és azt, hogy mekkora térfogatú standard nyomású és 25°C -os gáz fejlődne, ha a kiindulási, 2,3190 g tömegű mintát feleslegben lévő sósavval reagáltatnánk! [$A_r(\text{Fe}) = 55,8$, $A_r(\text{Ni}) = 58,7$, $A_r(\text{Cl}) = 35,5$.] 10 pont
- 4.** Egy cink–alumínium–vas keverék 3,06 g-ja feleslegben alkalmazott sósavból $1,715 \text{ dm}^3$, szintén feleslegben vett NaOH -oldatból $1,470 \text{ dm}^3$ standardállapotú hidrogéngázt fejleszt. Határozzuk meg a keverék mólszázalékos összetételét! [$A_r(\text{Zn}) = 65,4$, $A_r(\text{Al}) = 27,0$, $A_r(\text{Fe}) = 55,8$.] 10 pont
- 5.** 2,0000 g tömegű, ezüstöt, rezet, cinket és magnéziumot tartalmazó ötvözetet elporítunk és feleslegben vett sósavval reagáltatjuk: 419 cm^3 standardállapotú hidrogéngáz fejlődik. A fel nem oldódott részt leszűrjük, mossuk, majd tömény salétromsavban feloldjuk. Ebből az oldatból sósavval 0,7170 g fehér csapadékot választhatunk le. A csapadék eltávolítása után megmaradt oldatot NaOH -dal meglúgosítjuk, a

leváló kék csapadékot leszűrjük, majd tömegállandóságig hevítjük: 0,7950 g fekete színű vegyületeit kapunk.

Írjuk fel a végbemenő reakciók egyenletét és számítsuk ki a keverék tömeg%-os összetételét!

$[A_r(\text{Ag}) = 107,9, A_r(\text{Cu}) = 63,5, A_r(\text{Zn}) = 65,4, A_r(\text{Mg}) = 24,3.]$ 15 pont

Ellenőrző feladatsor IX.

(Keverékek, szerves kémiai feladatok)

1. Számítsuk ki annak a propénből (2-propén-1-ol) és propénsavból álló keveréknek a mólszázalékos összetételét, amelynek 2,50 g-ja 6,25 g brómot képes addicionálni!
 $[A_r(\text{Br}) = 80.]$ 5 pont
2. Ismeretlen összetételű etanol–etanal–ecetsav elegy három azonos tömegű mintáját vizsgálták:
 - a) Az első részlet ammóniás ezüst-nitrát-oldatból 2,16 g ezüstöt választott le.
 - b) A második minta $36,7 \text{ cm}^3$ $0,50 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH-oldattal volt közömbösíthető.
 - c) A harmadik minta feleslegben vett nátriummal $347,1 \text{ cm}^3$ standard nyomású, 25°C -os hidrogéngázt fejlesztett.Számítsuk ki egy-egy minta tömegét és összetételét (tömeg- vagy mólszázalékban)!
 $[A_r(\text{Ag}) = 108.]$ 10 pont
3. Ismeretlen összetételű glükóz–maltóz–szacharóz keverék átlagos moláris tömegét megfelelő módszerrel megmértük: 210 g/mol -t kaptunk. A keverék az ezüsttükörpróba során akkora tömegű ezüstöt választ le, mint amekkora a vizsgált minta tömege. Számítsuk ki a keverék mólszázalékos összetételét! $[A_r(\text{Ag}) = 108.]$ 10 pont
4. Metanolból és etanolból álló elegyből annyi grammot égettünk el, ahányszor nagyobb anyagmennyiségű víz képződik az elegy elégetése során, mint szén-dioxid. Ekkor a képződő szén-dioxid és víz együttes tömege $4,70 \text{ g}$ volt. Számítsuk ki, mekkora tömegű alkoholelegyet égettünk el és milyen volt a minta mólszázalékos összetétele! 10 pont
5. Izoprént, ciklohexánt és acetont tartalmazó folyadékelegy $3,36$ -ját $10,0 \text{ dm}^3$ standardállapotú oxigéngázba porlasztva *tökéletesen* elégetjük. A keletkező, forró gázelegyet először tömény kénsavon vezetjük át, melynek tömege eközben $3,60 \text{ g}$ -mal nő meg. Ezután KOH-oldatos mosás következik, amikor a lúgoldat tömege $9,68 \text{ g}$ -mal nő. A visszamaradó, víz- és szén-dioxid-mentes gáz térfogata a kezdeti körülmények között mérve $2,41 \text{ dm}^3$. Határozzuk meg a kiindulási elegy mól- és tömegszázalékos összetételét! 15 pont

D) TERMOKÉMIA

A rendszer belső energiáját a benne lévő kémiai kötések határozzák meg, melyet kétféleképpen változtathatunk meg. Energia befektetésével (munkavégzéssel) megváltoztathatjuk a kötések, vagy újabb, erősebb kötések képződésekor energiát nyerhetünk (munkát végeztethetünk a rendszerrel). Másrészt hőközléssel is megváltoztathatjuk a vizsgált anyag részecskéi közötti kölcsönhatásokat. A *belső energia* megváltozásának (ΔU) lehetőségeit tehát a következő módon összegezhethetjük:

$\Delta U = Q + W$, ahol W : a végzett munka.

Q : a közölt hő.

Ha mi végzünk munkát, illetve közlünk hőt a rendszerrel, az előjel pozitív, vagyis a belső energia nő, és fordítva, a rendszerből távozó hő és a rendszer által végzett munka csökkenti a rendszer belső energiáját, ezért az előjel negatív.

A kémiai számításokban általában olyan folyamatokat vizsgálunk, amikor a rendszer hasznos munkát nem végez. Legtöbbször azonban ekkor sem mondhatjuk az első pillanatban logikusnak tűnő kijelentést: azt, hogy $W = 0$, tehát a belső energia változása megegyezik a felvett, illetve leadott hővel:

$$\Delta U = Q.$$

Ennek oka az, hogy a reakció általában nyitott térben, tehát állandó, légköri nyomáson mennek végbe. A folyamatok közben – különösen gázfejlődés vagy gázok oldódása esetén – a rendszer térfogata megváltozik. Ha például egy gázfejlődéssel járó reakciót vizsgálunk, be kell látnunk: ahhoz, hogy a vizsgált rendszer a környezetéből nagyobb tért „szorítson” ki magának, munkát kell végeznie (az állandó külső nyomás ellenében). Ezt a – végeredményben másra nem hasznosítható – munkafajtát *térfogati munkának* (W_t) nevezzük, mely ugyanakkora belsőenergia-változásnál csökkenti a felszabaduló hőt:

$$\Delta U = Q_p + W_t,$$

W_t : a térfogati munka,

Q_p : az állandó nyomáson mért reakcióhőt jelenti.

(Ha a reakcióter zárt, térfogata állandó, és hasznos munkavégzés nincs, akkor

$$\Delta U = Q_v, \text{ ahol } Q_v \text{ az állandó térfogaton mért reakcióhő.})$$

Mivel kémiai számításainkban általában nyílt rendszerekkel dolgozunk, vagyis hasznos munkavégzés hiányában is van térfogati munka, a reakcióhőt (Q_p) megkülönböztetésül a belső energia (teljes) megváltozásától, *entalpiaváltozásnak* (ΔH) nevezzük.

A reakcióhőt így értelemszerűen $\Delta_r H$ -val, a halmazállapot-változásokat kísérő folyamathőket, pl. az olvadáshőt $\Delta_{sz}^f H$ -val, a szublimációs hőt $\Delta_{sz}^g H$ -val, az oldáshőt $\Delta_{sz}^{aq} H$ -val (vagy $\Delta_g^{aq} H$ -val) jelöljük.

A reakcióhő mértékegysége kJ/mol (lásd I. fejezet 21. feladatsor).

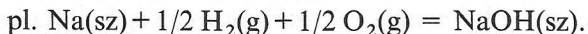
1. feladatsor: A képződéshő

A reakcióhők számításához gyakran használjuk a képződéshőket, melyeket táblázatok tartalmaznak. A *képződéshő* olyan „különleges” reakcióhő, amely 1 mol anyag – adott körülmények között stabilis halmazállapotú, illetve módosulatú – elemeiből való képződését kíséri. A képződéshő, azaz a képződési entalpia jele $\Delta_f H$, mértékegysége kJ/mol.

A képződéshő definíciójából következik, hogy egy egyenletben, melyhez a képződéshő értéke tartozik, megengedett tört értékű sztöchiometriai számok írása is, mivel mindig 1 mol mennyiségű végterméket kell feltüntetnünk:



A képződéshő gyakran fiktív reakcióhő, mivel a feltüntetett elemek egyszerű egyesítésével az adott anyag nem állítható elő:



A képződéshő gyakorlati jelentősége az, hogy segítségével más reakcióhők könnyen kiszámíthatók (lásd 2. feladatsor).

Hogyan határozható meg a képződéshő? Az egyik lehetőség, hogy mérjük az elemekből való képződés tényleges reakcióhőjét, vagy a folyamatot elemi lépésekre bontva, más – kötési, ionizációs stb. – energiák ismeretében kiszámítjuk.

1.417.A) Mekkora energiával lehet atomjaira bontani 2 mol vízmolekulát? Tüntessük fel a folyamatot energiadiagramon! [$E(\text{O}-\text{H}) = 463 \text{ kJ/mol.}$]

B) Mekkora energia szükséges 1 mol nitrogénmolekula felbontásához? Tüntessük fel a folyamatot energiadiagramon! [$\Delta U_{\text{dissz}}(\text{N}_2) = 950 \text{ kJ/mol.}$]

C) Mekkora energia szükséges 3 mol hidrogénmolekula atomjaira való bontásához? Tüntessük fel a folyamatot energiadiagramon!
[$\Delta U_{\text{dissz}}(\text{H}_2) = 436 \text{ kJ/mol.}$]

418.A) Mekkora energiaváltozás kíséri azt a folyamatot, amikor 2 mol hidrogénmolekula szabad atomjaiból képződik? Tüntessük fel a folyamatot energiadiagramon! [$\Delta U_{\text{dissz}}(\text{H}_2) = 436 \text{ kJ/mol.}$]

B) Mekkora energiaváltozás kíséri 2 mol ammóniamolekula szabad atomjaiból való képződését? Készítsünk energiadiagramot! [$E(\text{N}-\text{H}) = 391 \text{ kJ/mol.}$]

2.419.A) Írjuk fel az ammóniagáz elemeiből való képződésének termokémiai egyenletét! Számítsuk ki a képződéshőt a kötési energiák felhasználásával! Készítsünk energiadiagramot!

[$\Delta U_{\text{dissz}}(\text{H}_2) = 436 \text{ kJ/mol, } \Delta U_{\text{dissz}}(\text{N}_2) = 950 \text{ kJ/mol, } E(\text{N}-\text{H}) = 391 \text{ kJ/mol.}$]

B) Írjuk fel a vízgőz képződéshőjének termokémiai egyenletét! A számításához a kötési energiákat használjuk! Készítsünk energiadiagramot!

[$\Delta U_{\text{dissz}}(\text{O}_2) = 500 \text{ kJ/mol, } \Delta U_{\text{dissz}}(\text{H}_2) = 436 \text{ kJ/mol, } E(\text{O}-\text{H}) = 463 \text{ kJ/mol.}$]

C) Számítsuk ki a hidrogén-klorid-gáz képződéshőjét! Ábrázoljuk a számítás lépéseit energiadiagramon!

[$\Delta U_{\text{dissz}}(\text{H}_2) = 436 \text{ kJ/mol, } \Delta U_{\text{dissz}}(\text{Cl}_2) = 243 \text{ kJ/mol, } \Delta U_{\text{dissz}}(\text{HCl}) = 432 \text{ kJ/mol.}$]

3.420.A) Számítsuk ki a cseppfolyós víz képződéshőjét a kötési energiák felhasználásával!

[$\Delta U_{\text{dissz}}(\text{O}_2) = 500 \text{ kJ/mol, } \Delta U_{\text{dissz}}(\text{H}_2) = 436 \text{ kJ/mol, } E(\text{O}-\text{H}) = 463 \text{ kJ/mol,}$
a víz párolgáshője 25°C -on: $\Delta_r H = 44 \text{ kJ/mol.}$]

B) Számítsuk ki a dihidrogén-szulfid-gáz képződéshőjét, és írjuk fel a folyamat termokémiai egyenletét!

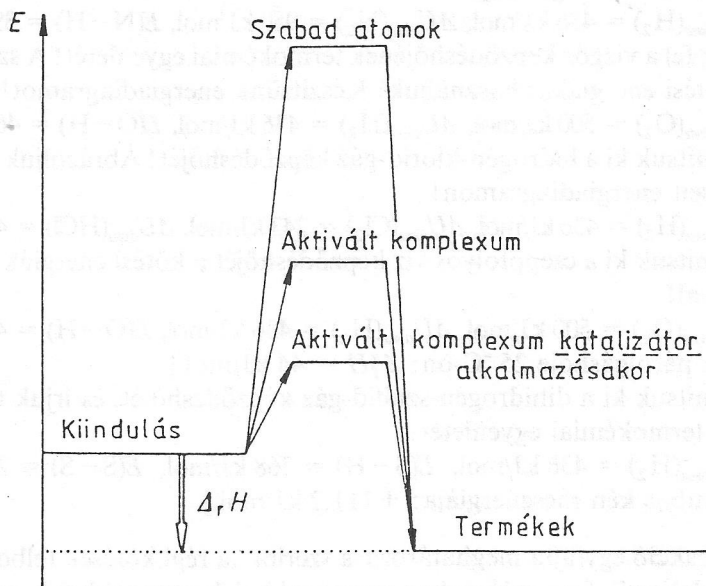
[$\Delta U_{\text{dissz}}(\text{H}_2) = 436 \text{ kJ/mol, } E(\text{S}-\text{H}) = 368 \text{ kJ/mol, } E(\text{S}-\text{S}) = 266 \text{ kJ/mol,}$
a rombos kén rácsenergiája: $+111,2 \text{ kJ/mol.}$]

A kémiai reakció egyfajta meghatározása szerint „a régi kötések felbomlanak és új kötések jönnek létre”. Ez a valóságban persze sokkal összetettebb folyamat: a fenti definíció azt feltételezi, hogy minden reakció során minden kötés felszakad, tehát

gáz-halmazállapotú, teljesen kötetlen atomok rendeződnek új kötésekbe. Ha ez igaz lenne, tömérdek reakció nem menne végbe, vagy legalábbis nem olyan hevesen, robbanásszerűen, mint ahogy tapasztaljuk. Egy-egy reakcióban szereplő összes molekula, illetve elemi egység felbontásához szükséges energia ugyanis olyan nagy, amit közönséges hőmérsékleten sem a hőmozgás energiája, sem az égő gyufa adta hő nem kölcsönözhet a reakciónak. A folyamat *aktiválási energiája* tehát nem a kötések felbontásához szükséges összes energia, hanem csak annyi, amennyi az átmeneti komplexum létrejöttéhez elegendő. (Ebben a reakció *kötésátrendeződéssel* megy végbe. Például a hidrogén-klorid-gáz képződésekor fény hatására a klórmolekulák egy része disszociál, és az így létrejövő klóratomok indítják meg a lánreakciót. Ennek során a hidrogénmolekulákból sohasem két hidrogénatom, hanem mindig egy HCl-molekula és csak egy reakcióképes hidrogénatom jön létre, mely a folyamatot tovább viszi.)

Az eddigi és a további termokémiai számításainkban mégis olyan módszert alkalmazunk, hogy képzeletben szabad atomokat állítunk elő, és ezeket reagáltatjuk egymással. Elvi hibát – termokémiai szempontból – nem vétünk ezzel. A *reakcióhőt* ugyanis *egyértelműen meghatározza a kiindulási anyagok és a végtermékek energiataralma*, tehát bármilyen köztes állapotokon keresztül jutunk el a végtermékig, az egyes részfolyamatok folyamathőjének pontos értékét ismerve, azok összegzése minden esetben ugyanahhoz a reakcióhő-értékhez vezet, feltéve, hogy ugyanabból az anyagból (anyagokból) jön létre a végtermék (**HESS TÉTELE**).

Az alábbi diagramon egy fiktív reakció energiaviszonyait tüntettük fel három átmeneti állapotot jelölve:



4.421.A) Számítsuk ki a nátrium-klorid képződéshőjét az alábbi adatok alapján!

$$\Delta U_{\text{dissz}}(\text{Cl}_2) = 243 \text{ kJ/mol,}$$

$$\Delta_{\text{sz}}^{\circ}H(\text{Na}) = 110,0 \text{ kJ/mol,}$$

$$\Delta_{\text{sz}}^{\circ}H(\text{NaCl}) = 789,5 \text{ kJ/mol,}$$

$$\text{Na(g)} = \text{Na}^+(\text{g}) + \text{e}^- \quad E_i(\text{Na}) = +502 \text{ kJ/mol,}$$

$$\text{Cl}^-(\text{g}) = \text{Cl}(\text{g}) + \text{e}^- \quad E_{\text{ea}}(\text{Cl}) = 355 \text{ kJ/mol.}$$

B) Számítsuk ki a nátrium-oxid képződéshőjét a kötési, rács- és ionképződési energiák alapján!

$$\Delta_{\text{sz}}^{\circ}H(\text{Na}) = 110,0 \text{ kJ/mol,}$$

$$\Delta_{\text{sz}}^{\circ}H(\text{Na}_2\text{O}) = 2530 \text{ kJ/mol,}$$

$$\Delta U_{\text{dissz}}(\text{O}_2) = 500 \text{ kJ/mol,}$$

$$\text{Na(g)} = \text{Na}^+(\text{g}) + \text{e}^- \quad E_i(\text{Na}) = +502 \text{ kJ/mol,}$$

$$\text{O}^{2-}(\text{g}) = \text{O}^-(\text{g}) + \text{e}^- \quad E_{\text{ea},2} = -787 \text{ kJ/mol,}$$

$$\text{O}^-(\text{g}) = \text{O}(\text{g}) + \text{e}^- \quad E_{\text{ea},1} = +147 \text{ kJ/mol.}$$

Az alábbi táblázatokban néhány, a következő feladatok megoldásához szükséges képződéshőt tüntettünk fel:

I. Szervetlen vegyületek képződési entalpiái

Képlet	Képződés- hő (kJ/mol)	Képlet	Képződés- hő (kJ/mol)
AgCl(sz)	-127	HCl(g)	-92,5
Ag ₂ O(sz)	-30,6	H ₂ O(g)	-242
AgNO ₃ (sz)	-123	H ₂ O(f)	-286
Al ₂ O ₃ (sz)	-1671	H ₂ S(g)	-20,1
Al(OH) ₃ (sz)	-1285	KCl(sz)	-436
Al ₂ (SO ₄) ₃ (sz)	-3222	KClO ₃ (sz)	-392
Al ₂ (SO ₄) ₃ · 12 H ₂ O(sz)	-6059	MgO(sz)	-602
CO(g)	-111	NH ₄ NO ₃ (sz)	-365
CO ₂ (g)	-394	N ₂ O(g)	+82,4
CaCO ₃ (sz)	-1208	NaCl(sz)	-411
CaCl ₂ (sz)	-796	NaHCO ₃ (sz)	-948
CaCl ₂ · 6 H ₂ O(sz)	-2609	NaOH(sz)	-428
CaO(sz)	-636	Na ₂ CO ₃ (sz)	-1132
Ca(OH) ₂ (sz)	-987	Na ₂ CO ₃ · 10 H ₂ O(sz)	-4082
CuSO ₄ (sz)	-770	SO ₂ (g)	-297
CuSO ₄ · 5 H ₂ O(sz)	-2280	SiO ₂ (kvarc)	-854
Fe ₂ O ₃ (sz)	-823	SiO ₂ (tridimit)	-849

II. Szerves vegyületek képződési entalpiái

Képlet	Képződés- hő (kJ/mol)	Képlet	Képződés- hő (kJ/mol)
CH ₄ (g)	- 74,9	C ₃ H ₈ (g)	- 105
C ₂ H ₆ (g)	- 84,6	C ₄ H ₁₀ (g) (n-bután)	- 144
C ₂ H ₂ (g)	+ 226,9	C ₆ H ₆ (f)	+ 49

III. Néhány hidratált ion képződési entalpiája

Képlet	Képződés- hő (kJ/mol)	Képlet	Képződés- hő (kJ/mol)
Ag ⁺ (aq)	+ 106	K ⁺ (aq)	- 252
CO ₃ ²⁻ (aq)	- 677	Mg ²⁺ (aq)	- 462
Ca ²⁺ (aq)	- 543	Na ⁺ (aq)	- 240
Cl ⁻ (aq)	- 168	NO ₃ ⁻ (aq)	- 207
Cu ²⁺ (aq)	+ 65	OH ⁻ (aq)	- 230
H ⁺ (aq)	0	SO ₄ ²⁻ (aq)	- 898

2. feladatsor: A reakcióhő

A reakcióhőt a termékek és a kiindulási anyagok energiataralma egyértelműen meghatározza (Hess tétele). Egy anyag energiataralmának abszolút értékét azonban nem tudjuk meghatározni. *Viszonyítási rendszert* kellett létrehozni. Amikor meghatározták a *képződéshő* fogalmát, azt a viszonyítási rendszert alkották meg, melyben a stabilis állapotú elemek energiataralma jelenti a 0-pontot (ezeknek az anyagoknak a képződéshője 0 kJ/mol).

- 1.422.A)** Írjuk fel a vörösfoszfór sárgafoszfórrá alakulásának termokémiai egyenletét! Készítsünk energiadiagramot is!
Standard körülmények között a vörösfoszfór a stabilis módosulat, a sárgafoszfór képződéshője + 17,7 kJ/mol.
- B)** Írjuk fel a gyémánt → grafit átalakulás termokémiai egyenletét! A reakcióhő meghatározásához készítsünk energiadiagramot! A grafit a stabilis módosulat, a gyémánt képződéshője + 2,1 kJ/mol.

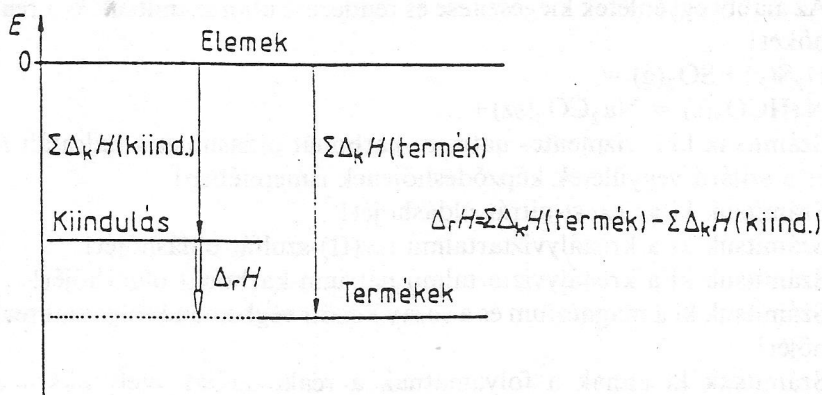
A további feladatokhoz szükséges képződéshőket a 125–126. oldalon található táblázatokból vehetjük.

- 2.423.A)** Írjuk fel a víz párolgásának egyenletét! A számításhoz használjuk a víz és a vízgőz képződéshőjét! Készítsünk energiadiagramot!
- B)** Írjuk fel a kvarc → tridimit módosulatváltozás termokémiai egyenletét a két vegyület képződéshőjének ismeretében! Készítsünk energiadiagramot!

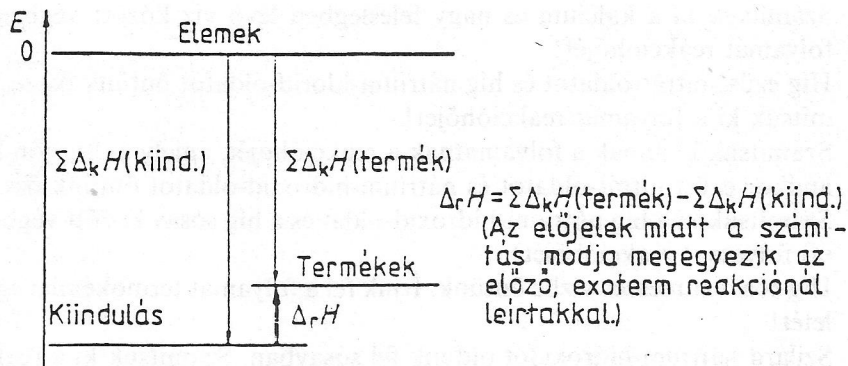
Az előző feladat megoldása során világos, hogy a *reakcióhő* értéke megegyezik a termék(ek) és a kiindulási anyag(ok) képződéshője közti különbséggel.

Exoterm reakciónál:

Ez akkor is igaz, ha többféle reagáló anyag, illetve többféle termék szerepel a reakcióegyenletben! Ebben az esetben azonban a reakcióban szereplő *összes anyag képződéshőjét* figyelembe kell venni!



Endoterm folyamatnál:



Mivel a rendszer által leadott („felszabadult”), illetve a rendszer által felvett („elnyelt”) hő értéke függ a reagáló anyagok mennyiségétől, az egyenletekben szereplő sztöchiometriai számokkal szorzott képződéshőkkel kell számolnunk!

Nézzünk ezekre a továbbiakban néhány konkrét példát:

- 3.424.A)** Számítsuk ki a $C(\text{sz}) + H_2O(\text{g}) = CO(\text{g}) + H_2(\text{g})$ (vízgázreakció) reakcióhőjét!
- B)** Számítsuk ki a vas(III)-oxidral elvégzett alumíniumtermit-reakció folyamat hőjét!

- 4.425.A) Számítsuk ki a $C(\text{sz}) + CO_2(\text{g}) = 2 CO(\text{g})$ folyamat reakcióhőjét!
 B) Számítsuk ki a $2 Mg(\text{sz}) + CO_2(\text{g}) = 2 MgO(\text{sz}) + C(\text{sz})$ folyamat reakcióhőjét!
- 5.426. Az egyenletek rendezése után számítsuk ki az alábbi reakcióegyenletekkel jellemezhető folyamatok reakcióhőjét, a képződéshők felhasználásával!
 A) $CH_4(\text{g}) + O_2(\text{g}) = CO_2(\text{g}) + H_2O(\text{g})$,
 B) $NH_4NO_3(\text{sz}) = N_2O(\text{g}) + H_2O(\text{f})$,
 C) $Al_2(SO_4)_3 \cdot 12 H_2O(\text{sz}) = Al_2(SO_4)_3(\text{sz}) + H_2O(\text{g})$,
 D) $Al(OH)_3(\text{sz}) = Al_2O_3(\text{sz}) + H_2O(\text{g})$.
427. Az alábbi egyenletek kiegészítése és rendezése után számítsuk ki a reakcióhőket!
 A) $H_2S(\text{g}) + SO_2(\text{g}) =$
 B) $NaHCO_3(\text{s}) = Na_2CO_3(\text{sz}) + \dots$
- 428.A) Számítsuk ki a vízmentes nátrium-karbonát oldáshőjét a hidratált ionok és a szilárd vegyületek képződéshőjének ismeretében!
 B) Számítsuk ki az ezüst-nitrát oldáshőjét!
- 429.A) Számítsuk ki a kristályvíztartalmú réz(II)-szulfát oldáshőjét!
 B) Számítsuk ki a kristályvíztartalmú nátrium-karbonát oldáshőjét!
- 430.A) Számítsuk ki a magnézium és a sósav között végbemenő folyamat reakcióhőjét!
 B) Számítsuk ki annak a folyamatnak a reakcióhőjét, mely akkor megy végbe, amikor rézlemezt mártunk ezüst-nitrát-oldatba!
- 431.A) Káliumot reagáltatunk nagy mennyiségű vízzel. Számítsuk ki a reakcióhőt!
 B) Számítsuk ki a kalcium és nagy feleslegben lévő víz között végbemenő folyamat reakcióhőjét!
- 432.A) Híg ezüst-nitrát-oldatot és híg nátrium-klorid-oldatot öntünk össze. Számítsuk ki a folyamat reakcióhőjét!
 B) Számítsuk ki annak a folyamatnak a reakcióhőjét, amely akkor jön létre, amikor ezüst-nitrát-oldatot és nátrium-hidroxid-oldatot öntünk össze!
- 433.A) Számítsuk ki a híg nátrium-hidroxid-oldat és a híg sósav között végbemenő folyamat reakcióhőjét!
 B) Híg sósavat meszes vízbe öntünk. Írjuk fel a folyamat termokémiai egyenletét!
- 434.A) Szilárd nátrium-hidroxidot oldunk fel sósavban. Számítsuk ki a reakcióhőt!
 B) Mészkövet oldunk sósavban. Számítsuk ki a reakcióhőt!
- 6.435.A) Az etén tökéletes égése:

$$C_2H_4(\text{g}) + 3 O_2(\text{g}) = 2 CO_2(\text{g}) + 2 H_2O(\text{g}) \quad \Delta_r H = -1324,6 \text{ kJ/mol.}$$
 Számítsuk ki az etén képződéshőjét, ha táblázatból ismerjük a vízgőz és a szén-dioxid képződéshőjét!
 B) 1 mol cseppfolyós etanol tökéletes égése során 1236,2 kJ hő szabadul fel. A folyamat során vízgőz és szén-dioxid-gáz keletkezik. Számítsuk ki utóbbiak képződéshőjének ismeretében az etanol képződéshőjét!

7.436.A) Számítsuk ki a szén- és oxigénatomok közötti kötés erősségét a szén-monoxidban, ha az alábbi adatokat ismerjük:

képződéshők: $\Delta_k H[\text{CO}(\text{g})] = -111 \text{ kJ/mol}$,

$$\Delta_k H[\text{CO}_2(\text{g})] = -394 \text{ kJ/mol},$$

kötési energiák: $\Delta_{\text{dissz}} U(\text{O}_2) = 500 \text{ kJ/mol}$,

$$E(\text{C}=\text{O}) = 725 \text{ kJ/mol!}$$

B) Számítsuk ki, milyen erősen kötöttek a hidrogénatomok a benzol molekulájában, vagyis mekkora a C—H kötés energiája!

Ehhez az alábbi termokémiai adatok állnak a rendelkezésünkre:

képződéshők: $\Delta_k H[\text{C}_6\text{H}_6(\text{g})] = +83 \text{ kJ/mol}$,

$$\Delta_k H[\text{CO}_2(\text{g})] = -394 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta_k H[\text{H}_2\text{O}(\text{g})] = -242 \text{ kJ/mol}.$$

kötési energiák: $\Delta_{\text{dissz}} U(\text{O}_2) = 500 \text{ kJ/mol}$,

$$\Delta_{\text{dissz}} U(\text{H}_2) = 436 \text{ kJ/mol},$$

$$E(\text{C}=\text{O}) = 725 \text{ kJ/mol},$$

$$E(\text{C}\cdots\text{C}) = 500 \text{ kJ/mol (a benzolban)}.$$

3. feladatsor: A reakcióhő a sztöchiometriai számításokban

1.437A) Mennyi hő szabadul fel 0,500 kg etán tökéletes elégetése során? A számításához az alábbi kötés energiák használhatók:

$$\Delta_{\text{dissz}} U(\text{O}_2) = 500 \text{ kJ/mol}, E(\text{C—H}) = 337 \text{ kJ/mol}, E(\text{C}=\text{O}) = 725 \text{ kJ/mol},$$
$$E(\text{O—H}) = 463 \text{ kJ/mol}, E(\text{C—C}) = 344 \text{ kJ/mol}.$$

B) Mekkora hő szabadul fel, amikor egy 20,0 cm³-es kémcsőben, standardállapotban klórdurranógáz-próbát hajtunk végre?

A számításához az alábbi kötés energiákat használjuk:

$$\Delta_{\text{dissz}} U(\text{H}_2) = 436 \text{ kJ/mol}, \Delta_{\text{dissz}} U(\text{Cl}_2) = 243 \text{ kJ/mol}, \Delta_{\text{dissz}} U(\text{HCl}) = 432 \text{ kJ/mol}.$$

C) 1,00 dm³-es tartályban lévő standardállapotú metánt égetünk el. A reakció után a víz gőz állapotú. Mekkora hő szabadul fel? A számításához az alábbi kötés energiák használhatók:

$$\Delta_{\text{dissz}} U(\text{O}_2) = 500 \text{ kJ/mol}, E(\text{O—H}) = 463 \text{ kJ/mol}, E(\text{C}=\text{O}) = 725 \text{ kJ/mol},$$
$$E(\text{C—H}) = 375 \text{ kJ/mol}.$$

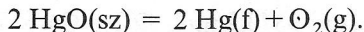
438.A) Mekkora hő szabadul fel, ha 5,0 cm³ 0,866 g/cm³ sűrűségű benzolt tökéletesen elégetünk? A reakció során vízgőz keletkezik.

A számításához a képződéshőket használjuk (105. oldal)!

B) 100 cm³ 0,100 mol/dm³ koncentrációjú ezüst-nitrát-oldatot és 100 cm³ 0,100 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-klorid-oldatot öntünk össze. Mekkora hő szabadul fel a folyamat során? A számításához a 105. oldalon található képződéshőket használjuk!

439.A) Egy propán-bután gázelegy hidrogénre vonatkoztatott sűrűsége 23,75. Számítsuk ki, mekkora hő szabadul fel a gázelegy standardállapotú 1,000 m³-ének tökéletes elégetéskor, miközben vízgőz keletkezik!

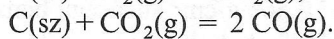
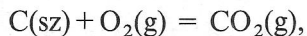
- B)** Mennyi hő fejlődik 11,00 kg tömegű, olyan propán-bután gázelegy elégetésekor, melynek normál sűrűsége $2,2133 \text{ g/dm}^3$?
- 2.440.A)** 1,000 g ciklohexánt tökéletesen elégetnek: $43,54 \text{ kJ}$ hő szabadul fel. Mekkora a ciklohexán képződéshője, ha ismerjük a vízgőz (-242 kJ/mol) és a szén-dioxid-gáz (-394 kJ/mol) képződéshőjét?
- B)** 1,00 g etán tökéletes elégetésekor $52,0 \text{ kJ}$ hő szabadul föl. Számítsuk ki az etán képződéshőjét, ha ismerjük a szén-dioxid-gáz és a cseppfolyós víz képződéshőjét!
- 441.A)** Egy telítetlen, nyílt láncú, monoolefin szénhidrogénre hidrogén-kloridot, illetve klórgázt adicionáltatunk. A klóraddícióval keletkezett termék moláris tömege $37,3\%$ -kal nagyobb, mint a hidrogén-klorid-addícióval keletkezett terméké. Ha a szénhidrogén $1,000 \text{ kg}$ -ját tökéletesen elégetjük, akkor $45\,250 \text{ kJ}$ hő szabadul fel. Mi a vegyület képlete és mekkora a képződéshője? A számításhoz ismert még a szén-dioxid és a vízgőz képződéshője.
- B)** A szacharóz képződéshőjének megállapítására $1,00 \text{ g}$ répacukrot tökéletesen elégetünk: a víz a folyamat végére lecsapódik, és összesen $16,53 \text{ kJ}$ hő szabadult fel. Ismerjük a szén-dioxid és a cseppfolyós víz képződéshőjét. Számítsuk ki a szacharóz képződéshőjét!
- 3.442.A)** Számítsuk ki, mekkora tömegű szén elégetése fedezné 100 g kristályvíztartalmú réz(II)-szulfát vízmentesítését! A folyamat során vízgőz keletkezik. Tételezzük fel, hogy az összes hő a reakcióra fordítódik!
- B)** A higany(II)-oxid termikus bomlása során oxigéngáz képződik:



$3,50 \text{ dm}^3$ standardállapotú oxigéngáz előállításához mekkora térfogatú standardállapotú földgáz (metán) tökéletes elégetéséből származó hő lenne szükséges (vígőz keletkezik!), ha a felszabaduló hőnek csak 20% -a fordítódik a kívánt reakcióra?

$$(\Delta_k H[\text{HgO}(\text{sz})] = -90,4 \text{ kJ/mol.})$$

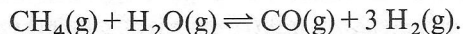
- 443.A)** Mekkora tömegű szénre van szükség, ha $1,000 \text{ dm}^3$ normálállapotú szén-monoxidot akarunk előállítani, és a szén-monoxid előállításához szükséges hőt a szén égetésével biztosítjuk?



A reakcióhoz szükséges hőt 500% -os felesleggel alkalmazzuk.

- B)** Mekkora térfogatú, standardállapotú metángázt kell felhasználni $1,000 \text{ m}^3$ standardállapotú vízgáz előállításához, ha a reakcióhoz szükséges hőt is metánból, annak szén-dioxiddá és cseppfolyós vízzé való elégetésével állítjuk elő?

A vízgázreakció:



(Megjegyzés: Eddigi számításainknál sem vettük figyelembe azt, hogy a reakciók – mint az előzőekben is többször – nem standard körülmények között mennek végbe, nem ilyen körülmények között történik a hőátadás, képződésentalpia-értékeink viszont ezen hőmérsékletre érvényesek. A reakcióhő értéke tehát függ a hőmérséklettől, melyet számításainkban elhanyagolunk. Jelen esetben még az – egyébként elkerülhetetlen – hővesztéseket sem számítjuk be.)

C) Az acetiléngázt a metán hőbontásával állíthatjuk elő, miközben – melléktermékként – hidrogéngáz is keletkezik.

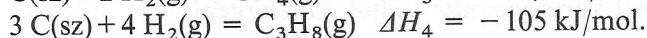
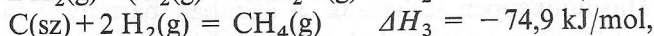
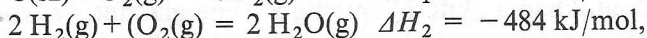
a) Számítsuk ki a hőbontás reakcióhőjét!

b) A hőbontáshoz szükséges energiát a metán egy részének elégetésével nyerik. Számítsuk ki, a metán térfogatának hány %-át kell elégetni ahhoz, hogy 300%-os felesleggel biztosítsuk a hőbontás energiáját! A számításához a metángáz, a szén-dioxid és a vízgőz képződéshőjét használjuk fel!

4.444.A) 1,000 dm³ térfogatú kaloriméterben (termokémiai mérésekre használatos berendezés) 0,101 MPa nyomású 25 °C-os H₂ és CO elegye van. A tartályba ezután fölös mennyiségű oxigéngázt töltünk, és a gázelegyet tökéletesen elégetjük, miközben vízgőz keletkezik. Ekkor 10,05 kJ hő fejlődik. Mekkora a kiindulási gázelegy térfogat%-os összetétele?

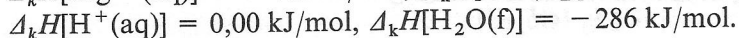
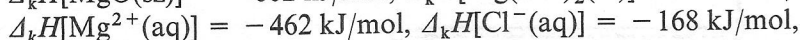
B) Ismeretlen összetételű metán–etán–nitrogén gázelegy sűrűsége standardállapotban 1,122 g/dm³. A standardállapotú gázelegy 1,000 m³-ének elégetése közben 25 982 kJ hő szabadul fel, miközben vízgőz keletkezik. Számítsuk ki a gázelegy V/V%-os összetételét!

C) 1,225 m³ standardállapotú metán-propán gázelegy tökéletes égése során 52 584 kJ hő szabadul fel, miközben szén-dioxid és vízgőz képződik. Számítsuk ki az elegy n/n%-os összetételét, ha az alábbi folyamatok reakcióhőit ismerjük!



D) Egy fűtőgáz metánt, szén-monoxidot és hidrogéngázt tartalmaz. Benne a szén-monoxid és a hidrogén anyagmennyisége azonos. Ha a fűtőgáz standardállapotra számított 200,0 cm³-ét elégetjük, és megvárjuk, míg a víz lecsapódik, összesen 6,284 kJ hő szabadul fel. Milyen a gázelegy összetétele V/V%-ban? Számításainkhoz a 125–126. oldal táblázatait használjuk!

445.A) A magnézium-oxidból és magnézium-hidroxidból álló keverék 39,23 g-ját sósavban oldva 104,9 kJ hő szabadult fel. Határozzuk meg a keverék m/m%-os és n/n%-os összetételét! A reakcióhők számításához az alábbi képződéshőket használhatjuk:



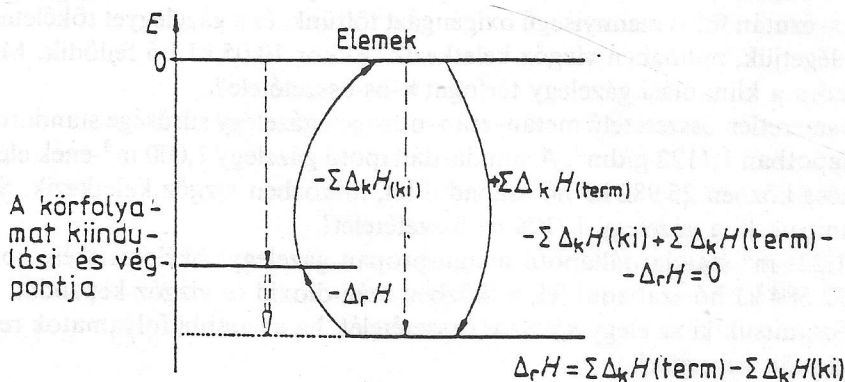
B) Egy keverék $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ -t és $\text{Al}(\text{OH})_3$ -ot tartalmaz. A keverék 14,80 g-ját sósavban feloldva 24,3 kJ hő szabadult fel. Határozzuk meg a keverék összetételét!

A felhasználható képződéshők:

$$\begin{aligned} \Delta_k H[\text{H}_2\text{O}(f)] &= -286 \text{ kJ/mol}, & \Delta_k H[\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{sz})] &= -1972 \text{ kJ/mol}, \\ \Delta_k H[\text{Al}(\text{OH})_3(\text{sz})] &= -1285 \text{ kJ/mol}, & \Delta_k H[\text{Al}^{3+}(\text{aq})] &= -525 \text{ kJ/mol}, \\ \Delta_k H[\text{H}^+(\text{aq})] &= 0,00 \text{ kJ/mol}. \end{aligned}$$

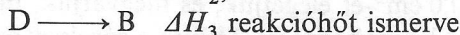
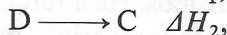
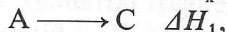
4. feladatsor: Körfolyamatok

Hess tétele alapján nyilvánvaló, hogyha kiindulunk valamilyen anyagegyüttesből, és több lépésen keresztül átalakítva végül visszajutunk az eredeti állapotba, az összes energiaváltozás 0 kJ, azaz a részfolyamatok reakcióhőinek összege zérus. Ezt az összefüggést használtuk fel végeredményben eddigi számításainkban is: ugyanis, ha összegezzük a kiindulási anyagok képződéshőit, a termékek képződéshőit (megfelelő előjellel) és a reakcióhőt, az összeg zérus:

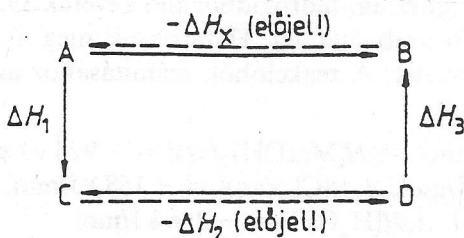


Ezekben a folyamatokban a „kitérő” mindig a 0 energiaszint, vagyis az elemek energiaszintje volt. Hasonlóképpen járhatunk el azonban bármilyen más reakció ismeretében, ha azokat körfolyamattá tudjuk kiegészíteni:

Például $A \longrightarrow B$ ΔH_x reakcióhőt keresve, és



a következő körfolyamatot írhatjuk fel:



A körfolyamatra a következő egyenlet írható fel:

$$\Delta H_1 - \Delta H_2 + \Delta H_3 - \Delta H_x = 0,$$

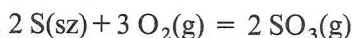
ebből $\Delta H_x = \Delta H_1 - \Delta H_2 + \Delta H_3.$

A következő példákhoz *csak a feladatban szereplő termokémiai adatok használhatóak!*

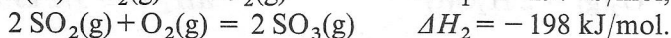
1.446.A) Számítsuk ki a hidrogén-jodid-gáz képződéshőjét a következő két termokémiai egyenlet alapján!



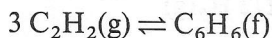
B) Számítsuk ki a



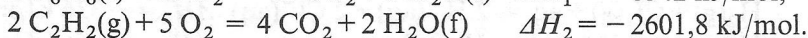
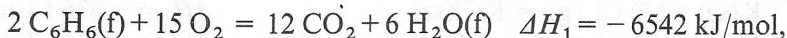
folyamat reakcióhőjét az alábbi adatok ismeretében!



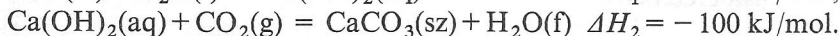
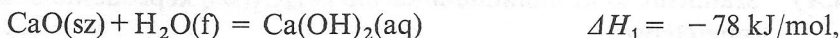
2.447.A) Számítsuk ki a benzol



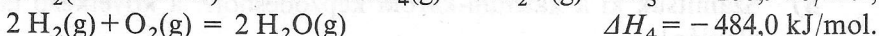
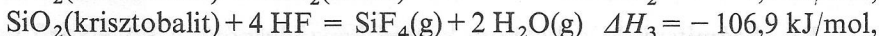
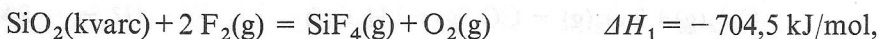
folyamat szerinti képződésének reakcióhőjét az alábbi adatokból!



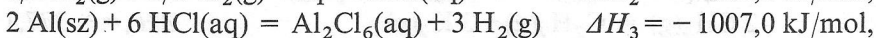
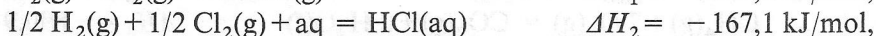
B) Számítsuk ki a mészegetés folyamatának reakcióhőjét az alábbi termokémiai egyenletek ismeretében!



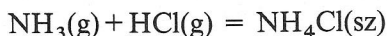
448.A) Számítsuk ki a hidrogén-fluorid képződéshőjét az alábbi reakcióhők ismeretében!



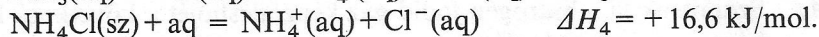
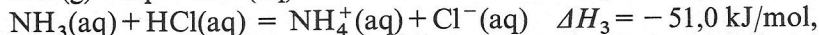
B) Számítsuk ki az $\text{Al}_2\text{Cl}_6(\text{sz})$ képződéshőjét, ha az alábbi termokémiai egyenleteket ismerjük!



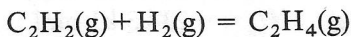
449.A) Számítsuk ki a



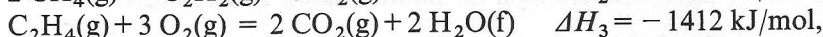
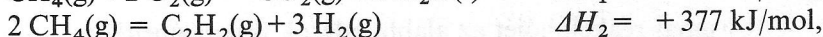
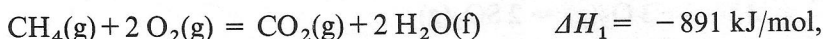
folyamat reakcióhőjét az alábbi termokémiai egyenletek ismeretében!



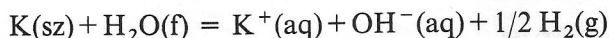
B) Számítsuk ki a



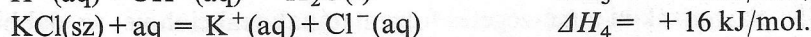
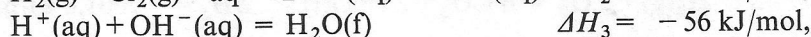
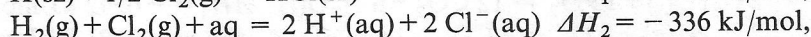
folyamat reakcióhőjét a következő termokémiai egyenletek alapján!



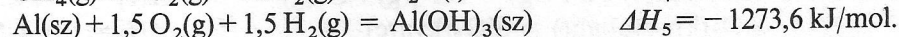
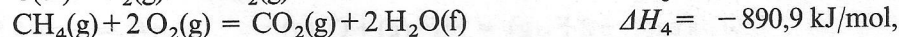
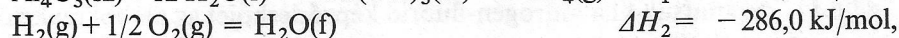
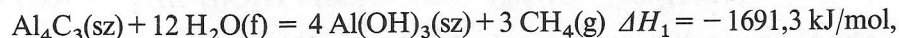
C) Számítsuk ki a



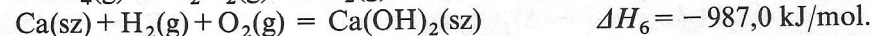
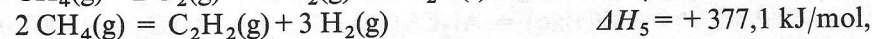
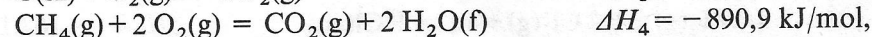
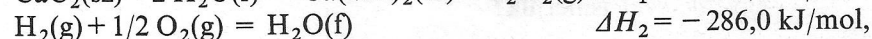
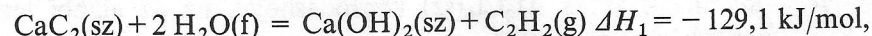
folyamat reakcióhőjét az alábbi folyamatok ismeretében!



450.A) Számítsuk ki az alumínium-karbid $[\text{Al}_4\text{C}_3(\text{sz})]$ képződéshőjét az alábbiak ismeretében:



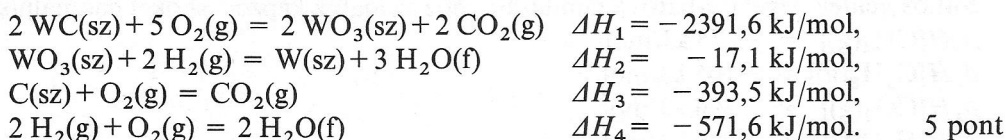
B) Számítsuk ki a kalcium-karbid képződéshőjét a következő hat egyenlet alapján!



Ellenőrző feladatsor X.

(Termokémia)

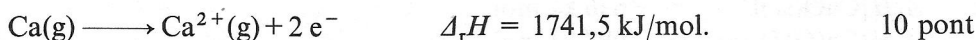
1. Adjuk meg, illetve számítsuk ki az alábbi termokémiai egyenletek alapján az azokban szereplő *vegyületek* képződéshőit!



2. Számítsuk ki az $\text{O}(\text{g}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{O}^{2-}(\text{g})$

folyamat reakcióhőjét az alábbi adatok ismeretében!

- A kalcium-oxid rácsenergiája: 3524 kJ/mol,
- a kalcium-oxid képződéshője: – 635,1 kJ/mol,
- a kalcium szublimációs hője: 192,6 kJ/mol,
- az O=O kötés energiája
az oxigénmolekulában: 498,4 kJ/mol,
- a kalcium ionizációja:



3. Ismerjük a dihidrogén-peroxid bomláshőjét:



Ismertek még az alábbi adatok:

- a víz képződéshője: $\Delta_f H[\text{H}_2\text{O}(\text{f})] = -286 \text{ kJ/mol,}$
- a H—H-kötés energiája
a hidrogénmolekulában: 436 kJ/mol,
- az O=O-kötés energiája
az oxigénmolekulában: 500 kJ/mol,
- az O—H-kötés energiája
a H_2O_2 -molekulában: 377 kJ/mol,
- az O—O-kötés energiája
a H_2O_2 -molekulában: 314 kJ/mol.

Számítsuk ki a dihidrogén-peroxid képződéshőjét a bomlás egyenletéből, illetve a kötési energiákból! Hasonlítsuk össze a két eredményt, és magyarázzuk meg a különbséget! 10 pont

4. Az arabinóz a ribózzal konstitúciós izomer monoszacharid. Ennek 0,5480 g-ját kaloriméterben (reakcióhő mérésére alkalmas berendezés) égettük el: megvártuk a vízgőz lecsapódását, és ekkor 8,532 kJ hő szabadult föl.

a) Írjuk fel az égés termokémiai egyenletét!

b) Számítsuk ki az arabinóz képződéshőjét, ha ismerjük a víz (– 285,8 kJ/mol) és a szén-dioxid (– 393,5 kJ/mol) képződéshőjét! 10 pont

5. Metánt, propánt és oxigéngázt tartalmazó gázelegy 1,00 dm³-ét (standard nyomáson, 25 °C-on) tökéletesen elégetjük, és égéstermékeket eltávolítjuk. A maradék gáz térfogata az eredetinek 10%-a. A reakció közben 11,81 kJ hő felszabadulását mértük. (A maradék gázban az izzó gyújtópálca lángralobban.)

Határozzuk meg a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét és az alkalmazott oxigénfelesleget (%-ban)! Számításainkhoz az alábbi képződéshőket használjuk:

$$\Delta_k H[\text{CH}_4(\text{g})] = -75 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta_k H[\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})] = -105 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta_k H[\text{CO}_2(\text{g})] = -394 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta_k H[\text{H}_2\text{O}(\text{f})] = -286 \text{ kJ/mol}.$$

15 pont

Ellenőrző feladatsor XI.

1. Szén-dioxid-mentes térben tárolt égetett mész a levegő nedvességtartalmát részben megkötötte. A részben oltott mésszé alakult anyag 14,90 g-ját sósavban oldva 45,0 kJ hő felszabadulását mértük. Számítsuk ki, hogy a méssznek hány %-a „oltódott be” a levegő nedvességtartalma hatására!

A számításhoz válasszuk ki az alábbiak közül a szükséges képződéshőket:

$$\Delta_k H[\text{CaO}(\text{sz})] = -636 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta_k H[\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{sz})] = -987 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta_k H[\text{Ca}^{2+}(\text{aq})] = -543 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta_k H[\text{HCl}(\text{g})] = -92,5 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta_k H[\text{H}^+(\text{aq})] = 0 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta_k H[\text{Cl}^-(\text{aq})] = -168 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta_k H[\text{H}_2\text{O}(\text{f})] = -286 \text{ kJ/mol}.$$

10 pont

2. Határozzuk meg annak a metanol–etanol elegynek az anyagmennyiség- és tömeg%-os összetételét, amelynek 4,50 g-ját tökéletesen elégetve 121,2 kJ hő szabadul föl!

Képződéshők:

$$\text{metanol} - -239 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{etanol} - -278 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{CO}_2(\text{g}) - -394 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{H}_2\text{O}(\text{f}) - -286 \text{ kJ/mol}.$$

10 pont

3. 2,55 g pirrolt megfelelő körülmények között elégetünk, és mérjük a felszabaduló hőt. Olyan égés során, miközben korom, illetve szén-monoxid nem képződött, és a víz a reakció végén folyékony halmazállapotban volt jelen, 90,56 kJ hő szabadult fel.

Az előzőek alapján és az alábbi képződéshők ismeretében írjuk fel a pirrol égésének egyenletét!

Képződéshők:

$$\Delta_k H[\text{C}_4\text{H}_5\text{N}(\text{f})] = +88,4 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta_k H[\text{CO}_2(\text{g})] = -394,0 \text{ kJ/mol},$$

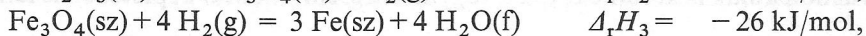
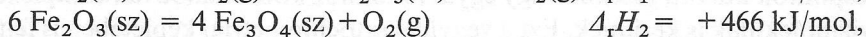
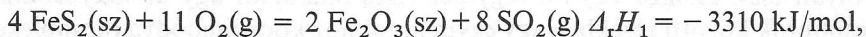
$$\Delta_k H[\text{H}_2\text{O}(\text{f})] = -286,0 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta_k H[\text{NO}(\text{g})] = +90,4 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta_k H[\text{NO}_2(\text{g})] = +30,5 \text{ kJ/mol}.$$

10 pont

4. Határozzuk meg a pirit (FeS_2) képződéshőjét az alábbi termokémiai egyenletek ismeretében! (Más adat a számításához nem használható!)



5. Ismeretlen, gáz-halmazállapotú szénhidrogén 0,01 mólját kilencszeres térfogatú, azonos állapotú oxigéngázzal keverték és elégették. A reakció és a kiindulási körülmények visszaállítása után:

– 27,1 kJ hő felszabadulását mérték,

– megmérték a vízmentes gázelegy térfogatát is: ez a szénhidrogén–oxigén gázelegy térfogatának 70%-a volt, mely KOH-os mosás után a 3/7-részt csökként.

Melyik szénhidrogént égettük el, és mekkora a szénhidrogén képződéshője? (A víz képződéshője -286 kJ/mol , a szén-dioxid-gázé -394 kJ/mol .) 10 pont

E) OL DATOK

1. feladatsor: Ismétlés

Az I. fejezetben tanultak alapján oldjuk meg a következő feladatokat! Ha szükséges, térjünk vissza az I. fejezet oldatokkal kapcsolatos példáira!

451. 100 cm^3 desztillált vizet és 100 cm^3 $1,05 \text{ g/cm}^3$ sűrűsége jégecetet elegyítünk. A keletkező elegy sűrűségű $1,06 \text{ g/cm}^3$. Számítsuk ki a keletkezett oldat $m/m\%$ -os és $n/n\%$ -os összetételét, valamint mol/dm^3 -ben kifejezett koncentrációját!

452. 100 cm^3 desztillált vízbe hidrogén-klorid-gázt vezetünk. A keletkező oldat sűrűségét $1,12 \text{ g/cm}^3$ -nek mértük, ami – táblázat alapján – a $24,25 \text{ m/m}\%$ -os oldat sűrűsége. Hány dm^3 standardállapotú hidrogén-klorid-gáz oldódott a vízben és mekkora a keletkezett oldat térfogata?

453. Reagens, $2,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú salétromsavoldatot állítunk elő. $65,0 \text{ m/m}\%$ -os, $1,40 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű tömény oldat áll a rendelkezésünkre. Írjuk le, hogyan járunk el, ha $5,00 \text{ dm}^3$ reagens oldatra van szükségünk?

454. Egy bizonyos vegyületből 100°C -on $100,0 \text{ g}$ víz $100,0 \text{ g}$ -ot old, 10°C -on pedig a telített oldat $10,0 \text{ m/m}\%$ -os. Legalább hány g sóból kell kiindulni, hogy átkristályosítás után $100,0 \text{ g}$ sót kapjunk 100°C -ról 10°C -ra hűtött oldatból?

455. 20°C -os helyiségben egy nyitott főzőpohárban hosszabb ideig állni hagyunk 200 cm^3 $18,0 \text{ m/m}\%$ -os kálium-nitrát-oldatot, melynek sűrűsége $1,118 \text{ g/cm}^3$. A tömeg állás közben $70,0 \text{ g}$ -mal csökken. Mit tartalmaz ekkor a főzőpohár?

(20°C -on $100,0 \text{ g}$ víz $31,6 \text{ g}$ kálium-nitrátot old.)

2. feladatsor: Kristályvíztartalmú vegyületek

Van olyan eset, amikor egy ionvegyület vizes oldatából úgy kristályosodik ki, hogy a rácspontok közötti résekbe vagy egyes ionokhoz koordinálódva (komplexeket alkotva) vízmolekulák is kerülnek. Ezt a vegyület sztöchiometriai képletében is feltüntetjük.

Például a $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ képlet azt jelenti, hogy a kristályvíztartalmú sóban a Cu^{2+} , a SO_4^{2-} -ionok és a kristályvíz anyagmennyiség-aránya 1:1:5. A víztartalom a vegyületből hevítéssel eltávolítható.

Vizes oldatok készítésénél figyelembe kell venni, ha egy vegyület kristályvizet tartalmaz: ekkor ugyanis a kristályvíz az oldódás során mintegy „hígítja” az oldatot. Bepárlás során pedig azt kell szem előtt tartani, hogy akár vízmentes, akár kristályvíztartalmú vegyületből készítettük is az oldatot, az mindig a kristályvizet adott hőmérsékleten rá jellemző arányban tartalmazó kristályok formájában válik ki.

A számítások során a kristályvíztartalmú vegyületeket „szilárd oldatoknak” is tekinthetjük, melyek határozott, állandó tömeg%-ban tartalmazzák az „oldott anyagot”.

- 1.456.A) Mekkora tömegű kristályvíztartalmú réz(II)-szulfát szükséges 150 g 5,00 tömeg%-os rézszulfát-oldat készítéséhez?
- B) Hány g kristályvíztartalmú cink-szulfátból készült az 5,00 tömeg%-os cink-szulfát-oldat 250 g-ja? (A só képlete: $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$.)
- 457.A) Hány g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ -ra és hány cm^3 desztillált vízre van szükség 200 g 10,0 tömeg%-os réz-szulfát-oldat előállításához?
- B) 500 g 20,0 tömeg%-os nátrium-karbonát-oldatot akarunk készíteni. Hány g kristálysódát ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) és hány cm^3 desztillált vizet kell felhasználni ehhez?
- 458.A) Mekkora tömegű 11,2 m/m%-os vas(II)-szulfát-oldatot készíthetünk 30,6 g kristályvíztartalmú vas(II)-szulfátból ($\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$)? [$A_r(\text{Fe}) = 56$.]
- B) Hány g 5,0 m/m%-os réz(II)-szulfát-oldatot készíthetünk 34,0 g kristályvíztartalmú sóból?
- 459.A) 60,0 cm^3 desztillált vízben 10,0 g kristályvíztartalmú kalcium-kloridot ($\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$) oldunk fel. Milyen az így kapott oldat tömeg%-os összetétele?
- B) Hány tömegszázalékos az az oldat, amit úgy készítettünk, hogy 50 cm^3 desztillált vízben 5,0 g kristályvíztartalmú nátrium-karbonátot ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) oldottunk fel?
- 460.A) Kristályvíztartalmú cink-szulfát ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) 21,55 g-jából 150,0 cm^3 oldatot készítettünk, melynek sűrűsége 1,078 g/ cm^3 . Hány tömeg%-os a keletkezett oldat?
- B) Kristályvíztartalmú réz(II)-szulfát 0,10 mol-jából 250 cm^3 oldatot készítettünk, melynek sűrűsége 1,06 g/ cm^3 . Hány tömeg%-os a keletkezett oldat?
- 461.A) 250 g 20 °C-on telített nátrium-tioszulfát-oldat előállításához hány g kristályvíztartalmú nátrium-tioszulfátra ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) van szükség? 100 g víz 20 °C-on 70,0 g nátrium-tioszulfátot old.

- B)** 100 g 50 °C-on telített cink-szulfát-oldathoz hány g kristályvíztartalmú sóra ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) van szükség, ha 50 °C-on a telített oldat 43,4 m/m% cink-szulfátot tartalmaz?
- 2.462.A)** 100 g 4,0 m/m%-os réz(II)-szulfát-oldathoz hány g kristályvíztartalmú réz(II)-szulfátot kell adni, hogy 8,0 m/m%-os oldatot kapjunk?
- B)** 100 g kristályvíztartalmú réz(II)-szulfátot hány g 5,0 m/m%-os oldatban kell feloldani, hogy 10,0 m/m%-os oldatunk keletkezzen?
- 3.463.A)** 100 g víz 20 °C-on 5,9 g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ -ot old. Hány g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ -t képes oldani 100 g víz 20 °C-on?
- B)** A 20 °C-on telített kalcium-klorid-oldat 42,7 m/m%-os. 100 g víz 20 °C-on hány g $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ -t old?
- 4.464.A)** 100 g 80 °C-on telített $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ -oldatot 20 °C-ra hűtve hány gramm $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ -kristály válik ki? 80 °C-on 100 g víz 71 g, 20 °C-on 100 g víz 5,9 g vízmentes sót old.
- B)** 250 g 80 °C-on telített magnézium-szulfát-oldatot 0 °C-ra hűtünk. Hány g $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ összetételű kristály válik ki? A telített oldat 80 °C-on 38,6 m/m%-os, 0 °C-on 29,0 m/m%-os.
- 465.A)** 200 g 15,0 m/m%-os magnézium-szulfát-oldatból 20 °C-on elpárologtatunk 100 g vizet. Hány g lesz ekkor a maradékban a folyadékfázis tömege? 20 °C-on 100 g víz 35,0 g magnézium-szulfátot old, és ezen a hőmérsékleten az oldattal $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ összetételű kristályok tartanak egyensúlyt.
- B)** Egy főzőpohárban lévő 10,0 m/m%-os réz-szulfát-oldat (melynek sűrűsége 1,117 g/cm³) tömege állás közben a felére csökken. Milyen lesz a főzőpohárban lévő szilárd- és folyadékfázis tömegaránya? Ezen a hőmérsékleten 100 g víz 20,7 g CuSO_4 -ot old és a telített oldattal $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ összetételű kristályok tartanak egyensúlyt.
- 466.A)** $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ -t átkristályosítunk. Legfeljebb hány %-os termeléssel dolgozhatunk?
A nikkell(II)-szulfát telített oldata 100 °C-on 43,4 m/m%-os, 0 °C-on 21,4 m/m%-os.
- B)** 200 g 80 °C-os, 20,0 m/m%-os $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ -oldathoz mekkora tömegű $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ -ot kell adni, hogy 80 °C-on telített oldatot kapjunk? 20 °C-on 5,9 g, 80 °C-on 71,0 g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ -ot old 100 g víz.
Visszakapunk-e annyi kálium-alumínium-timsót, mint amennyit a 80 °C-os, kiindulási oldatban oldottunk, ha 20 °C-ra hűtjük az oldatot?
- 467.A)** A nátrium-karbonát telített vizes oldata 20 °C-on 17,7 m/m%-os, 80 °C-on 31,4 m/m%-os. Hány g 80 °C-on telített oldatot kell készíteni ahhoz, hogy 20 °C-ra hűtve 100 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ váljon ki?
- B)** Hány g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ -ból kell (legalább) kiindulni, ha azt akarjuk, hogy a belőle készített telített oldatot 80 °C-ról lehűtve, 100 g kristályos cink-szulfát váljon ki 0 °C-on? 100 g víz 80 °C-on 86,6 g, 0 °C-on 41,9 g ZnSO_4 -ot old.
- 468.A)** 100 cm³ 20 °C-os desztillált vízbe szórunk 400 g $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ -ot. Hány g szilárd só marad feloldatlanul? 20 °C-on a telített oldat 35,3 tömeg%-os.

- B)** 150 cm^3 $15,0 \text{ m/m}\%$ -os réz(II)-szulfát-oldatba, amelynek $1,17 \text{ g/cm}^3$ a sűrűsége, $150 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$ összetételű kristályokat szórunk. Hány g só marad feloldatlanul $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on, ha tudjuk, hogy 100 g víz ezen a hőmérsékleten $20,7 \text{ g CuSO}_4$ -ot old?
- 469.A)** A mangán(II)-klorid telített oldata $80 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $53,0 \text{ m/m}\%$ -os, $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $42,5 \text{ m/m}\%$ -os. Ha a só $80 \text{ }^\circ\text{C}$ -on telített oldatát $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtjük, akkor a mangán(II)-klorid $59,64\%$ -a kikristályosodik. Hány mol vízzel kristályosodik a mangán(II)-klorid 1 mol -ja $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on?
- B)** Ha 200 g $40 \text{ }^\circ\text{C}$ -on telített nikkell(II)-nitrát-oldatot $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtünk, $115,7 \text{ g}$ szilárd anyag válik ki. Mi a kivált kristályvíztartalmú só pontos képlete? 100 g víz $40 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $122,4 \text{ g}$ nikkell(II)-nitrátot, $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $79,6 \text{ g}$ sót old.
- 470.A)** 100 cm^3 desztillált vízbe 600 g kristálysódát ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$) szórunk, és a rendszert $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra melegítjük. Mekkora tömegű szilárd anyag marad az oldatban, ha $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -on a telített oldattal $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ összetételű kristályok tartanak egyensúlyt? $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 100 g víz $45,5 \text{ g}$ nátrium-karbonátot old.
- B)** A cink-szulfát telített oldata $80 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $46,4 \text{ m/m}\%$ -os. Ezen a hőmérsékleten a telített oldattal $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ összetételű szilárd kristályok tartanak egyensúlyt. Hány g szilárd anyag marad az oldatban abban a $80 \text{ }^\circ\text{C}$ -os rendszerben, amelyet úgy készítettünk, hogy 100 g vízzel 600 g tömegű $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$ -ot kevertünk össze? [$A_r(\text{Zn}) = 65,4$.]
- 471.A)** Kihevített, kristályvízmentes réz(II)-szulfátot rosszul záró üvegben tároltunk, ezért kristályvizét részben újra felvette. Ebből az anyagból $200,0 \text{ g}$ -ot $250,0 \text{ g}$ forró vízben teljesen feloldottunk. $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra való lehűtés során az oldatból $152,8 \text{ g}$ $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$ összetételű kristályok váltak ki. Az átkristályosításhoz használt anyag hány tömegszázalék kristályvizet tartalmazott, és 1 mol réz-szulfát átlagosan hány mol kristályvizet tartalmaz? $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 100 g víz $20,7 \text{ g}$ CuSO_4 -ot old.
- B)** Átlagosan hány mol kristályvizet tartalmaz annak a nátrium-karbonátnak 1 mol -ja, melynek bizonyos tömegét azonos tömegű, enyhén felmelegített vízben feloldva, majd az oldatot $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtve, a visszamaradó oldat tömege a teljes rendszer $1/4$ -e? $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 100 g víz $7,0 \text{ g}$ nátrium-karbonátot tart oldatban, és a telített oldattal $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$ összetételű kristályok tartanak egyensúlyt.
- 472.A)** Milyen anyagmennyiség-, illetve tömegarányban kevertünk össze $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on vízmentes réz(II)-szulfátot és vizet, ha a telítési egyensúly beállta után egyik fázis tömege sem változott? $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 100 g víz $20,7 \text{ g}$ CuSO_4 -ot old és a telített oldattal $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$ összetételű kristályok tartanak egyensúlyt.
- B)** Milyen anyagmennyiség-, illetve tömegarányban kevertünk össze vízmentes nátrium-karbonátot és vizet $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on, ha a telítési egyensúly beállta után a folyadékfázis tömege kétszerese a szilárd fázis tömegének? $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on a telített nátrium-karbonát-oldat $17,7 \text{ m/m}\%$ -os, és ezen a hőmérsékleten $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$ összetételű kristályok tartanak egyensúlyt az oldattal.

- 473.A)** A 20 °C-on telített MnCl_2 -oldat 42,5 m/m%-os. A telített oldattal egyensúlyban lévő szilárd fázis összetétele: $\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$.
A 80 °C-on telített MnCl_2 -oldat 53,0 m/m%-os. A telített oldattal egyensúlyban lévő szilárd fázis összetétele: $\text{MnCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$.
- a) 20 °C-os egyensúlyi rendszerünkben a szilárd fázis tömege kétszer anyyi, mint a folyadékfázisé. Mi lesz a folyadék/szilárd tömegarány, ha a rendszert 80 °C-ra melegítjük, s megvárjuk, míg beáll az egyensúlyi állapot?
- b) Mi a szilárd/folyadék tömegarány a 20 °C-os egyensúlyi rendszerben, ha azt 80 °C-ra melegítve éppen telített oldatot kapunk, s az egész szilárd fázis feloldódik?
(A párolgásból adódó veszteségektől eltekintünk.)
- B)** 20 °C-on 100 g víz 100,0 g $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ -ot old. A telített oldattal $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ összetételű kristályok tartanak egyensúlyt.
80 °C-on 100 g víz 217,0 g $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ -ot old. A telített oldattal $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ összetételű kristályok tartanak egyensúlyt.
- a) 80 °C-os egyensúlyi rendszerünkben a folyadék tömege tízszerese a szilárd anyagénak. Mekkora lesz a folyadék és a szilárd anyag tömegaránya a 20 °C-ra való lehűtés után beálló egyensúlyi rendszerben?
- b) 20 °C-os egyensúlyi rendszerünkben a szilárd anyag tömege tízszerese a folyadékénak. 80 °C-ra melegítve az edény tartalmát, milyen a kialakuló egyensúlyi rendszerben a folyadék és a szilárd anyag tömegaránya?

3. feladatsor: Az oldatok tömegszázalékos összetételének alkalmazása

- 1.474.A)** Hány g 45 m/m%-os foszforsavoldat készítéséhez elegendő 50,0 g difoszfor-pentaoxid? Mekkora tömegű desztillált víz szükséges az oldat elkészítéséhez?
- B)** Mekkora tömegű 60 m/m%-os kénsavoldatot lehet készíteni 100 g kén-trioxidból? Mekkora tömegű víz szükséges ehhez?
- 475.A)** 100 g vízben 20,0 g kén-trioxidot oldunk fel. Hány tömegszázalékos kénsavoldatot kapunk?
- B)** 500 cm³ desztillált vízben 100 g difoszfor-pentaoxidot oldunk fel. Hány tömeg%-os foszforsavoldat keletkezik?
- C)** 100 g vízben 5,0 g égetett meszet feloldva hány tömeg%-os meszes vizet kapunk?
- 476.A)** Hány g vízben kell feloldani 80,0 g difoszfor-pentaoxidot, hogy 20,0 m/m%-os foszforsavoldatot kapjunk?
- B)** Hány g vízben kell feloldani 50,0 g kén-trioxidot, hogy 50,0 m/m%-os kénsavoldatot kapjunk?
- 2.477.A)** Hány g 50,0 m/m%-os kénsavoldatban kell feloldani 240 g kén-trioxidot, hogy 93,5 m/m%-os kénsavoldatot kapjunk?
- B)** Hány g 60 m/m%-os foszforsavoldatban kell feloldani 71 g difoszfor-pentaoxidot, hogy 85 m/m%-os foszforsavoldatot kapjunk?

- 478.A)** Hány g kén-trioxidot oldottunk fel 60,0 g 4,9 $m/m\%$ -os kénsavoldatban, ha az oldat töménysége 12,25 $m/m\%$ -ra növekedett?
- B)** Hány g difoszfor-pentaoxidot oldottunk fel 150 g 65 $m/m\%$ -os foszfor-savoldatban, ha az oldat töménysége 85 $m/m\%$ -ra növekedett?
- 3.479.A)** Hány g vízzel kell hígítani 70 $m/m\%$ -osra az olyan vízmentes kénsavnak (ún. óleumnak) 100 g-ját, mely 10 $m/m\%$ kén-trioxidot is tartalmaz?
- B)** Mekkora tömegű, 80 $m/m\%$ -os kénsavoldatot lehet előállítani 15 $m/m\%$ kén-trioxidot tartalmazó óleum 250 g-jából?
- C)** 100,0 cm^3 98,0 tömeg%-os, 1,84 g/cm^3 sűrűségű tömény kénsavoldatot egy ideig a szabad levegőn nyitott edényben állni hagyunk. Ezután megmérjük a sűrűségét, amely 1,73 g/cm^3 -nek adódik. Táblázatból megállapíthatjuk, hogy ilyen sűrűsége a 80,0 tömeg%-os kénsavoldatnak van.
- a)** Hány grammal nőtt állás közben a kénsavoldatunk tömege?
- b)** Hány cm^3 -rel nőtt a kénsavoldat térfogata?
- c)** Ha olyan óleum áll rendelkezésünkre, amely tiszta kénsavban oldott, 10 tömeg% kén-trioxidot tartalmaz, ebből mekkora tömegűt kell az állás közben felhígult, 80,0 tömeg%-os kénsavoldathoz keverni, hogy ismét 98,0 tömeg%-os tömény kénsavat kapjunk?
- 4.480.A)** 100 cm^3 desztillált vízben feloldunk 15,0 g nátriumot. Hány tömeg%-os lúgoldatot kapunk?
- B)** 250 cm^3 vízben feloldunk 15,0 g nátrium-hidridet. Hány tömeg% nátronlúgot tartalmaz a keletkező oldat?
- 481.A)** 100 cm^3 20 $m/m\%$ -os, 1,10 g/cm^3 sűrűségű sósavoldatban sztöchiometrikus mennyiségű kalciumot oldunk. Hány $m/m\%$ -os kalcium-klorid-oldatot kapunk?
- B)** 250 cm^3 15 $m/m\%$ -os, 1,14 g/cm^3 sűrűségű kálium-hidroxid-oldatba addig vezetünk hidrogén-klorid-gázt, ameddig az oldat semleges nem lesz. Mekkora térfogatú standardállapotú hidrogén-klorid-gázt nyelt el az oldat, és hány tömeg% sót tartalmaz?
- 482.A)** 10 $m/m\%$ oxidálódott kalciumot tartalmazó reszelék 10 g-ját sztöchiometrikusan éppen szükséges mennyiségű, 10 $m/m\%$ -os, 1,05 g/cm^3 sűrűségű sósavban oldjuk.
- Hány dm^3 standardállapotú gáz fejlődik?
- Hány $m/m\%$ -os oldatot kapunk?
- Hány g $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ összetételű kristály válik ki, ha az oldatot bepároljuk?
- B)** 5,0 $m/m\%$ oxidot tartalmazó fémmagnézium 10,0 g-ját sztöchiometriailag szükséges, 15 $m/m\%$ -os, 1,10 g/cm^3 sűrűségű kénsavoldatban oldjuk.
- Mekkora térfogatú normálállapotú gáz fejlődik?
- Hány tömeg%-os sóoldatot kapunk?
- Mekkora tömegű $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ -kristályt kapunk az oldat bepárlásával?
- 483.A)** 30,0 $m/m\%$ -os 1,29 g/cm^3 sűrűségű kálium-hidroxid-oldatban 14,20 g difoszfor-pentaoxidot oldunk és a keletkező oldatot bepárolva kálium-dihidrogén-foszfátot kapunk. Hány cm^3 3 $m/m\%$ kálium-hidroxid-oldatból indultunk ki?

- B)** 40 $m/m\%$ -os, $1,43 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű nátrium-hidroxid-oldatban 20,0 g kén-trioxidot oldottunk és a keletkező oldatot bepárolva savanyúsót kaptunk. Hány cm^3 40 $m/m\%$ -os lúgoldatban oldottuk a kén-trioxidot?
- 484.A)** 11,60 g tömegű, részben oxidálódott kalciumot sztöchiometriailag szükséges mennyiségű, 10,0 $m/m\%$ -os, $1,05 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű sósavban oldjuk, majd bepárolva, 54,75 g tömegű $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$ -ot kapunk. Mekkora térfogatú sósavoldatban oldottuk a mintát? Hány $m/m\%$ kalcium-oxidot tartalmazott a mintánk? A fémkalcium hány %-a oxidálódott?
- B)** 0,7500 g, részben oxidálódott magnéziumot sztöchiometriailag szükséges mennyiségű, 20,0 $m/m\%$ -os, $1,10 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű sósavban oldjuk, majd bepárolva, 6,10 g $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$ -ot kapunk. Mekkora térfogatú sósavban oldottuk a mintát? Hány tömeg% magnézium-oxidot tartalmazott a mintánk? A magnézium hány %-a oxidálódott?
- 5.485.A)** 100 cm^3 40,0 $m/m\%$ -os, $1,40 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű kálium-hidroxid-oldatot sztöchiometrikus mennyiségű, 63,0 $m/m\%$ -os, $1,39 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű salétromsavoldattal keverünk össze, majd az oldatot 20°C -ra hűtjük le. Mekkora tömegű só kristályosodik ki? (100 g víz 20°C -on 31,6 g kálium-nitrátot old.)
- B)** $50,0 \text{ cm}^3$, 37,0 $m/m\%$ -os, $1,185 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű sósavhoz sztöchiometrikus mennyiségű, 30,0 $m/m\%$ -os, $0,892 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű ammóniaoldatot elegyítünk, majd 0°C -ra hűtjük az oldatot. Mekkora tömegű só válik ki? (100 g víz 0°C -on 29,4 g NH_4Cl -ot old.)
- C)** 300,0 g ecetsavoldatot 547,3 g, 27,19 $m/m\%$ -os NaOH-oldat közömbösít. A keletkező oldatból 20°C -on 126,48 g $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3 \text{ H}_2\text{O}$ összetételű só kristályosodik ki. Hány tömeg%-os volt az ecetsavoldat, és 20°C -on 100,0 g víz hány g vízmentes nátrium-acetátot old?
- 486.A)** Kálium-alumínium-timsót [$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$] állítunk elő 100,0 g enyhén felmelegített, 30,0 $m/m\%$ -os alumínium-szulfát-oldattal, és sztöchiometrikus mennyiségű, enyhén felmelegített, 12,0 $m/m\%$ -os kálium-szulfát-oldattal. A telített oldat 20°C -on 5,50 $m/m\%$ $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ -ot tartalmaz. Mekkora tömegű kálium-alumínium-timsót nyerhetünk?
- B)** $100,0 \text{ cm}^3$ 29,00 $m/m\%$ -os, $1,0345 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű, forró ecetsavoldatban sztöchiometrikus mennyiségű bárium-oxidot oldunk fel. Hány g só kristályosodik ki, ha a keletkezett oldatot 0°C -ra hűtjük le? 0°C -on 100 g víz 59,0 g bárium-acetátot old és a kikristályosodó bárium-acetát 1 mol-ja 3 mol vízzel kristályosodik.
- 487.A)** 600 g 12 $m/m\%$ -os ecetsavoldatban sztöchiometriailag szükséges mennyiségű fémcinket oldunk fel. Megvárjuk, hogy a reakció teljesen végbemenjen. Hány g vizet kell ebből az oldatból elpárologtatni, hogy az oldatban levő cink-acetát fele kikristályosodjon? 20°C -on 100 g víz 31,0 g cink-acetátot ad, és 1 mol vegyület 2 mol vízzel kristályosodik.
- B)** 20,0 g bárium-karbonátot sztöchiometrikus mennyiségű, 20,0 $m/m\%$ -os, $1,10 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű sósavban oldunk, majd az oldatot 0°C -ra hűtjük.

Hány g szilárd anyag válik ki? A telített oldattal egyensúlyban lévő szilárd fázis összetétele: $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$. 100 g víz 0°C -on 30,7 g vízmentes bárium-kloridot old.

488.A) Kétvegyértékű fém oxidját sztöchiometriailag szükséges mennyiségű, 20,0 m/m%-os kénsavoldatban oldva 22,64 m/m%-os sóoldatot kapunk. Melyik fémről van szó?

B) 100 g 4,00 m/m%-os NaOH-oldatot valamely egyértékű sav 12,60 m/m%-os oldatával közömbösítettük. A reakció lejátszódása után az oldat 5,67 m/m%-os (a keletkező sóra nézve). Számítsuk ki a közömbösítéshez használt sav moláris tömegét! Melyik lehet ez a sav?

C) Egy egyvegyértékű fém hidrogénnel alkotott vegyületéből bizonyos mennyiséget 100 g vízzel reagáltatunk. Így olyan oldatot kapunk, amelyben a hidridből származó vegyület 2,38 tömegszázaléknyi mennyiségben van jelen. Az oldat tömege 0,20 g-mal kevesebb, mint a kiindulási hidrid és víz együttes tömege. Melyik elem hidridjéről van szó?

4. feladatsor: Az oldatok mol/dm³-ben kifejezett koncentrációjának alkalmazása

1.489.A) Összeöntünk 100,0 cm³ 1,00 mol/dm³ koncentrációjú kénsav- és 100,0 cm³ 1,00 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatot. Milyen anyagmennyiségű új anyag keletkezik az oldatban? Melyik reagáló anyagból és milyen mennyiségű marad?

B) Összeöntünk 150,0 cm³ 1,00 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatot és 50,0 cm³ 0,500 mol/dm³-es foszforsavoldatot. Milyen anyagmennyiségű új anyag keletkezik az oldatban, melyik anyagból és mennyi marad?

C) Összeöntünk 100,0 cm³ 0,500 mol/dm³-es kalcium-klorid-oldatot és 500,0 cm³ 0,300 mol/dm³-es trisóoldatot. Milyen anyagmennyiségű csapadék keletkezik és milyen anyagmennyiségű anyag marad oldatban?

2.490.A) Összeöntünk 100,0 cm³ 5,00 mol/dm³-es, 1,08 g/cm³ sűrűségű sósavat és 100,0 cm³ 5,00 mol/dm³-es, 1,185 g/cm³ sűrűségű nátrium-hidroxid-oldatot. A keletkező oldat sűrűsége 1,09 g/cm³.

Mekkora a keletkező oldat térfogata?

Hány mol/dm³-es a keletkező oldat?

Hány %-os hibát vétettünk volna a számolásnál, ha eltekintettünk volna az oldatok sűrűségének változásától (azaz a térfogatokat additívnek tekintettük volna)?

B) Összeöntünk 100,0 cm³ 5,00 mol/dm³-es, 1,08 g/cm³ sűrűségű sósavat és 500,0 cm³ 1,00 mol/dm³-es, 1,21 g/cm³ sűrűségű ezüst-nitrát-oldatot. A csapadék leszűrése után visszamaradó oldat sűrűsége 1,025 g/cm³. Ha a szűrés közben bekövetkező veszteségektől eltekintünk, mekkora lesz az oldat térfogata és mol/dm³-es koncentrációja?

Hány %-os hibát vétettünk volna a számolásnál, ha a térfogatokat additívnek tekintettük volna?

491.A) $100,0 \text{ cm}^3$ $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavat és $100,0 \text{ cm}^3$ $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es ezüst-nitrát-oldatot öntünk össze. A sósav sűrűsége $1,000$, az ezüst-nitrát-oldat sűrűsége $1,010 \text{ g/cm}^3$, a keletkező oldaté $1,015 \text{ g/cm}^3$. Mekkora lesz a csapadék leszűrése után visszamaradó oldat térfogata és mol/dm^3 -es koncentrációja? Hány %-os hibát vétettünk volna, ha eltekintünk a térfogati dilatációtól, illetve kontrakciótól?

B) Összeöntünk $100,0 \text{ cm}^3$ $0,200 \text{ mol/dm}^3$ -es, $1,00 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű salétromsav- és sztöchiometrikus mennyiségű, $0,200 \text{ mol/dm}^3$ -es kálium-hidroxid-oldatot. A kálium-hidroxid-oldat sűrűsége $1,01 \text{ g/cm}^3$, a keletkező oldaté pedig $1,005 \text{ g/cm}^3$.

Mekkora térfogatú és milyen koncentrációjú a keletkező oldat? Hány %-os hibát követtünk volna el, ha a térfogatokat egyszerűen összeadtuk volna?

Az utóbbi feladatokból világossá vált az általánosítható összefüggés, hogy *híg* – kb. 10^{-1} mol/dm^3 -es, illetve annál hígabb – *oldatok térfogatai jó megközelítéssel összeadhatók!*

3.492.A) Összeöntünk 100 cm^3 $0,010 \text{ mol/dm}^3$ -es kálium-karbonát- és $50,0 \text{ cm}^3$ $0,010 \text{ mol/dm}^3$ -es bárium-klorid-oldatot. Milyen koncentrációjú a keletkező oldat a benne maradó oldott anyagokra nézve?

B) Összeöntünk $50,0 \text{ cm}^3$ $0,010 \text{ mol/dm}^3$ -os kalcium-klorid- és $50,0 \text{ cm}^3$ $0,010 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ezüst-nitrát-oldatot. Milyen koncentrációjú a keletkező oldat a benne maradó oldott anyagokra nézve?

493.A) Összeöntünk $50,0 \text{ cm}^3$ $0,200 \text{ mol/dm}^3$ -es kénsav- és $150,0 \text{ cm}^3$ $0,200 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-hidroxid-oldatot. Milyen koncentrációjú a keletkező oldat a benne lévő oldott anyagokra nézve?

B) Összeöntünk $150,0 \text{ cm}^3$ $0,10 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavat és $50,0 \text{ cm}^3$ $0,200 \text{ mol/dm}^3$ -es kálium-hidroxid-oldatot. Milyen koncentrációjú a keletkező oldat a benne lévő egyes anyagokra nézve?

4.494.A) Összeöntünk $150,0 \text{ cm}^3$ $2,00 \text{ mol/dm}^3$ -es kálium-hidroxid-oldatot és $75,0 \text{ cm}^3$ $0,500 \text{ mol/dm}^3$ -es kénsavoldatot, majd a keletkező oldatot mérőlombikban $1,000 \text{ dm}^3$ -re hígítjuk desztillált vízzel. Milyen koncentrációjú a keletkezett oldat az egyes anyagokra nézve?

B) Összeöntünk $10,00 \text{ cm}^3$ $5,00 \text{ mol/dm}^3$ -es salétromoldatot $20,00 \text{ cm}^3$ $1,00 \text{ mol/dm}^3$ -es kálium-hidroxid-oldattal, majd desztillált vízzel $500,0 \text{ cm}^3$ -re hígítjuk a keletkező oldatot. Milyen az így elkészült oldat mol/dm^3 koncentrációja az egyes anyagokra nézve?

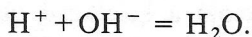
5. feladatsor: Az oldatok térfogatós elemzése (titrimetria)

Igen elterjedt módszer a kémiában az oldatok koncentrációjának meghatározása. A mérés *elvé*, hogy az ismeretlen koncentrációjú oldat ismert térfogatát ismert koncentrációjú oldattal reagáltatjuk, melynek hatóanyaga az ismeretlen oldat hatóanyagával kölcsönhatásba lép. Mérve a reakcióhoz szükséges („a reakcióban fo-

gyott”), ismert koncentrációjú oldat térfogatát, abból és a koncentrációból, a reakció-egyenlet ismeretében meghatározhatjuk az ismeretlen oldatban lévő oldott anyag mennyiségét, a vizsgált oldat térfogatának ismeretében pedig a koncentrációját. Egyéb adatok felhasználásával a módszer alkalmazásának lehetősége nagymértékben kiterjeszhető. Például kristályvíztartalmú vegyületek víztartalmát, vegyületek oldhatóságát, keverékek összetételét stb. is meghatározhatjuk e módszerrel.

A meghatározásnál felhasznált reakció típusa alapján osztályozva, például acidi-alkalimetriát (sav-bázis titrálások), oxid-reduktometriát (redoxifolyamaton alapuló titrálást) különböztetünk meg.

A *sav-bázis titrálások* lényege minden esetben az alábbi ionreakció:



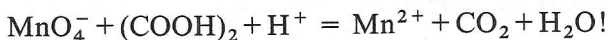
A folyamat során az oldatok kémhatása változik, így a keletkező vegyület oldatának kémhatása alapján választhatjuk meg a titrálás végpontját jelző indikátort. Példaképpen tekintsük azt a titrálást, amikor ecetsavat határozunk meg nátrium-hidroxid-oldattal. A reakció során nátrium-acetát-oldat keletkezik. A nátrium-acetát lúgosan hidrolizál, vagyis a titrálás végpontja (az ún. ekvivalenciapont) nem az erős bázisok és savak (pl. sósav és nátrium-hidroxid) reakciója során megszokott semleges (nátrium-klorid-oldat), hanem az enyhén lúgos kémhatás (l. III. fejezet *B*) témakör). Ilyen körülmények között fenolftaleinindikátort használhatunk, melynek színváltása a gyengén lúgos (8–10 pH közötti) tartományban van. Mivel a titrálások végpontja nem mindig a semleges kémhatásnál van, helyesebb a folyamatot közömbösítésnek nevezni.

A *redoxititrálások* mérőadatai között erős redukáló-, illetve oxidálószernek vannak. A permanganometria mérőadata a kálium-permanganát (KMnO_4), mely semleges közegben mangán-dioxidig (MnO_2), savas közegben Mn^{2+} -ionokig redukálódik, miközben oxidálja a vizsgálandó anyagot. A jodometria ún. segédmérőadata lehet például a nátrium-tioszulfát ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)-oldat, mely valamilyen reakcióban keletkező vagy megmaradó jódot redukálja jodidionokká, miközben a tioszulfationok tetratio-nát-ionokká ($\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$) oxidálódnak. A végpont vagy a mérőoldat színének megjelenése, illetve eltűnése (pl. a permanganationok lila színének megjelenése), vagy valamilyen indikátor (pl. a jodometriánál a keményítő, mely kék színnel indikálja a jód jelenlétét) jelzi.

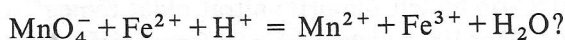
A fentiekén kívül megkülönböztetünk még csapadékképződésen, illetve komplexképződési folyamatokon alapuló titrálásokat is.

- 1.495.A)** Milyen koncentrációjú az a sósavoldat, amelynek 10,00 cm³-ét 11,50 cm³ 0,100 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat semlegesíti?
- B)** Milyen koncentrációjú az az ecetsavoldat, amelynek 10,00 cm³-ét 12,53 cm³ 0,0987 mol/dm³-es NaOH-oldat közömbösíti?
- C)** Milyen koncentrációjú az a nátrium-klorid-oldat, melynek 10,00 cm³-ét 9,85 cm³ 0,0988 mol/dm³ koncentrációjú ezüst-nitrát-oldat titrálja?
- 496.A)** Határozzuk meg annak a kénsavoldatnak a koncentrációját, melynek 10,00 cm³-ét 12,50 cm³ 0,100 mol/dm³-es NaOH-oldat semlegesíti?
- B)** Milyen koncentrációjú az az oxálsavoldat, amelynek 10,00 cm³-ét 9,85 cm³ 0,105 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldat közömbösíti?

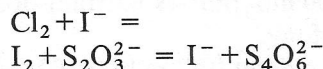
- 497.A) Határozzuk meg annak az oxálsavoldatnak a koncentrációját, melynek $10,00 \text{ cm}^3$ -ét $12,00 \text{ cm}^3$ $0,020 \text{ mol/dm}^3$ -es KMnO_4 -oldat oxidál savas közegben, az alábbi, kiegészítendő egyenlet szerint:



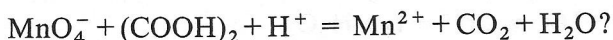
- B) Milyen annak az oldatnak a vas(II)ion-koncentrációja, melynek $10,00 \text{ cm}^3$ -ét $8,50 \text{ cm}^3$ $0,020 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú KMnO_4 -oldat oxidál, kénsavas közegben, a következő, kiegészítendő egyenlet szerint:



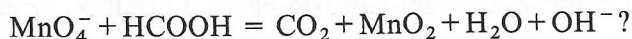
- C) Klóros víz $10,00 \text{ cm}^3$ -éhez feleslegben vett kálium-jodidot adunk, és a keletkezett jódot $15,60 \text{ cm}^3$ $0,0988 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oldattal titráljuk az alábbi, kiegészítendő egyenletek szerint:



- 2.498.A) Határozzuk meg a víz klórtartalmát mol/dm^3 -ben és g/dm^3 -ben!
Egy oxálsavoldat titrálására $8,71 \text{ cm}^3$ $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat fogyott. Hány cm^3 $0,020 \text{ mol/dm}^3$ -es KMnO_4 -oldattal oxidálható ugyanez a savoldat az alábbi, kiegészítendő reakcióegyenlet alapján:



- B) Hangyasavoldat titrálására $9,88 \text{ cm}^3$ $0,0989 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat fogyott. Hány cm^3 $0,020 \text{ mol/dm}^3$ -es, gyengén lúgos kálium-permanganát-oldattal oxidálható ugyanez a savoldat az alábbi, kiegészítendő egyenlet szerint:



- 3.499.A) Ismeretlen koncentrációjú ecetsavoldat $10,00 \text{ cm}^3$ -ét $100,0 \text{ cm}^3$ -re hígítjuk. Ebből az ún. törzsoldatból pontosan $10,00 \text{ cm}^3$ -es részleteket titrálunk $0,0987 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-hidroxid-oldattal: a fogyott térfogatok átlaga $11,06 \text{ cm}^3$.

Milyen volt a törzsoldat koncentrációja?

Mekkora tömegű ecetsavat tartalmazott a vizsgált mintánk?

Határozzuk meg a vizsgált minta koncentrációját!

- B) Ismeretlen töménységű kénsavoldat $5,00 \text{ cm}^3$ -ét $100,0 \text{ cm}^3$ -re hígítjuk. Ebből a törzsoldatból pontosan $10,00 \text{ cm}^3$ -es térfogatokat titrálunk $0,0998 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldattal: az átlagfogyás $10,08 \text{ cm}^3$.

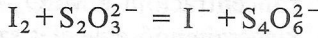
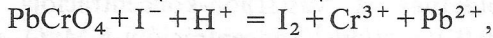
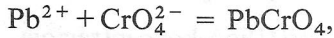
Milyen volt a törzsoldat koncentrációja mol/dm^3 -ben?

Mekkora tömegű kénsavat tartalmazott a mintánk?

Határozzuk meg a vizsgált minta koncentrációját!

- 500.A) $100,0 \text{ g}$ tömegű $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -os telített ólom-nitrát-oldatból $1000,0 \text{ cm}^3$ törzsoldatot készítünk. Ebből $25,0 \text{ cm}^3$ -es részleteket titrálunk $0,500 \text{ mol/dm}^3$

koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldattal úgy, hogy az ólomionokat előzőleg kromácionokkal lecsapjuk, majd – a kromátfelesleg eltávolítása után – a csapadék kromáttartalmával kálium-jodidból jódot választunk le, s ezt mérjük a tioszulfát mérőoldattal:



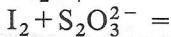
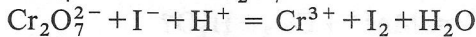
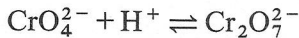
Számítsuk ki a 20 °C-on telített ólom(II)-nitrát-oldat tömeg%-os összetételét és a só oldhatóságát 100 g vízben, ha a 25,0 cm³ térfogatú ismeretlenre átlagosan 16,25 cm³ 0,500 mol/dm³-es Na₂S₂O₃-oldat fogyott!

- B)** 20 °C-on telített nátrium-kromát-oldat 1,000 g-jából 100,0 cm³ törzsoldatot készítünk. 10,00 cm³ törzsoldathoz, savanyítás után, feleslegben kálium-jodidot adunk, és az oldatot 0,100 mol/dm³-es nátrium-tioszulfát-oldattal titráljuk: 8,70 cm³ mérőoldat fogy.

100 g 20 °C-on telített nátrium-kromát-oldatot 0 °C-ra hűtve 99 g só válik ki. A maradék oldatból ismét 100 cm³ törzsoldatot készítünk, és 25,00 cm³-ét a fent leírtak szerint megtitráljuk: ekkor 7,50 cm³ mérőoldat fogy.

Hány mol kristályvízzel kristályosodik 1 mol nátrium-kromát?

A kiegészítő egyenletek:



- 501.A)** Közepes töménységű kénsavoldatból kimértünk 10,00 cm³-t és megmértük a tömegét: az eredmény 16,55 g. A kénsavoldat 10,00 cm³ desztillált vízzel 200,0 cm³-re hígítottuk és ennek a törzsoldatnak 5,00 cm³-es részleteit 0,500 mol/dm³-es nátrium-hidroxid-oldattal titráltuk: az átlagfogyás 12,46 cm³.

Hány tömeg%-os volt az eredeti kénsavoldat?

Milyen térfogatarányban kell az eredeti kénsavoldatot desztillált vízzel hígítani, hogy 20,00 tömeg%-os oldatot kapjunk!

- B)** 1,126 g/cm³ sűrűségű kénsavoldatot tízszeres térfogatúra hígítunk, majd ebből 5,00 cm³-t 0,1085 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldattal titráljuk: ebből 20,15 cm³ fogy.

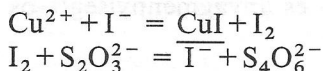
Határozzuk meg a hígítatlan kénsavoldat koncentrációját és *n/n*%-os összetételét!

Hány cm³ hígítatlan kénsavoldatot és hány cm³ desztillált vizet kell elegyítenünk, ha 1,000 dm³ pontosan 0,500 mol/dm³ koncentrációjú oldatot akarunk készíteni, melynek sűrűsége 1,030 g/cm³?

- 502.A)** Szennyeződést is tartalmazó, technikai réz-szulfát 8,000 g-jából 250,0 cm³ törzsoldatot készítünk, majd ennek 10,00 cm³-es részleteiben – 10 *m/m*%-os kénsavoldattal történő savanyítás után – a feleslegben hozzáadott kálium-jodidból leváló jódot átlagosan 11,50 cm³ 0,0985 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldattal titráljuk.

Hány $m/m\%$ szennyeződést tartalmaz a technikai rézgálic? (Feltételezzük, hogy a szennyeződés nem tartalmaz olyan anyagot, mely a mérőoldattal reagál.)

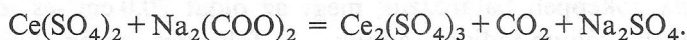
A kiegészítendő egyenletek:



- B)** Nátrium-klorid-szennyeződést tartalmazó vízmentes nátrium-karbonátból 1,2500 g-ot lemérünk, és 200 cm^3 törzsoldatot készítünk belőle. A törzsoldat 10,00 cm^3 -ét 9,95 cm^3 0,101 mol/dm^3 koncentrációjú sósavoldattal titráljuk.

Hány tömeg% nátrium-kloridot tartalmazott a mintánk?

- 503.A)** 2,0000 g kristályvíztartalmú nátrium-oxalátot vízben oldunk és 100,0 cm^3 törzsoldatot készítünk belőle. A törzsoldatból 10,00 cm^3 -t 23,50 cm^3 0,1000 mol/dm^3 -es cérium(IV)-szulfát-oldat titrálja az alábbi, kiegészítendő egyenlet alapján:



Hány mol kristályvízzel kristályosodik 1 mol nátrium-oxalát?

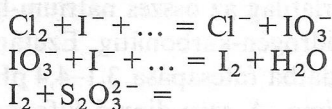
- B)** 2,500 g oxálsavból desztillált vízzel 250,0 cm^3 oldatot készítünk. Az így nyert törzsoldatból 10,00 cm^3 -t 16,14 cm^3 0,0979 mol/dm^3 -es nátrium-hidroxid-oldat közömbösít. Mi a kristályvíztartalmú oxálsav képlete?
- C)** Kristályvizét részlegesen elvesztett szóda 2,805 g-jából 250,0 cm^3 törzsoldatot készítettünk. Ennek 10,00 cm^3 -ét 12,00 cm^3 , 0,100 mol/dm^3 koncentrációjú sósavoldat mérte.

Mi a vizsgált szóda ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) képlete?

- 504.A)** Egy kétvegyértékű fém jodidjának 1,000 g-jából 100,0 cm^3 törzsoldatot készítenek. Ennek 25,00 cm^3 -én klórgázt átvezetve az oldat előbb megbarbanul, majd újra elszíntelenedik. A klórfelesleg kiforrálása után feleslegben kálium-jodidot adnak a rendszerhez, és a kivált jódot 18,80 cm^3 0,5000 mol/dm^3 -es nátrium-tioszulfát-oldat titrálja.

Melyik fém jodidját vizsgáltuk?

A kiegészítendő egyenletek:



- B)** Egy kétértékű karbonsav 696,0 mg-jából 100,0 cm^3 törzsoldatot készítünk. Ennek 10,00 cm^3 -es részleteire pontosan 12,00 cm^3 0,100 mol/dm^3 koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat fogy. Mi a kétértékű karbonsav összegképlete, és mi lehet a szerkezete?

- 505.A)** 1,2500 g vízmentes kálium-karbonátból és nátrium-karbonátból álló keveréket vízben oldunk és 200 cm^3 törzsoldatot készítünk. Ennek 10,00 cm^3 -ét 9,87 cm^3 0,100 mol/dm^3 sósavoldat titrálja. Számítsuk ki, hány tömeg-, illetve molszázalék nátrium-karbonát volt a keverékben!

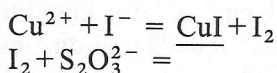
B) Vízmentes oxálsavat és vízmentes nátrium-oxalátot tartalmazó keverék 750,0 mg-jából 100,0 cm³ törzsoldatot készítettünk, és 10,00 cm³-es részleteit, kénsavas savanyítás után, 0,0200 mol/dm³-es kálium-permanganát-oldattal titráltuk: az átlagfogyás 15,00 cm³ volt.

Milyen a kiindulási keverék tömeg- és anyagmennyiség%-os összetétele?

A következő *gyakorlófeladatokban* ügyeljünk arra, hogy figyelembe kell-e venni az oldat hígítását vagy sem! A feladatok egy részének megoldásához a korábbi feladatsorokban alkalmazott ötletekre is szükség lesz.

506. A fenol 20 °C-on telített oldatának sűrűsége 1,05 g/cm³. Az oldat 5,00 cm³-ét 11,54 cm³ 0,400 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldat közömbösíti. Számítsuk ki a fenol oldhatóságát 20 °C-on 100 g vízben!

507. 500 cm³ 7,00 m/m%-os, 1,073 g/cm³ sűrűségű réz(II)-szulfát-oldatra van szükségünk. Az oldat készítéséhez egy már meglévő ismeretlen koncentrációjú réz(II)-szulfát-oldatot kívánunk felhasználni. Ennek koncentrációját a következőképpen határozzuk meg: az oldat 20,0 cm³-es részleteihez feleslegben kálium-jodidot adunk. A folyamat során kiváló jódot 12,74 cm³ 0,200 mol/dm³-es nátrium-tioszulfát-oldat titrálja:



Hány tömegszázalékos ez az oldat, ha a sűrűsége 1,019 g/cm³? Hány g CuSO₄ · 5 H₂O összetételű kristályt kell még feloldani benne, hogy 500 cm³ 7,0 m/m%-os oldatot kapjunk?

508. Benzolt brómozunk. A folyamat során keletkező gázt vízbe vezetjük és 1000 cm³ oldatot készítünk belőle. Ebből 10,00 cm³-t 20,80 cm³ 0,100 mol/dm³ nátrium-hidroxid-oldat semlegesít. Hány cm³ benzolt brómoztuk ($\rho = 0,874$ g/cm³)? (Tételezzük fel, hogy csak monobrom-benzol keletkezett.)

509. Nátrium-hidroxid karbonátszennyeződését határozzuk meg. A lemért, 1,9125 g tömegű mintából 250 cm³ törzsoldatot készítünk. Ebből 10,0 cm³-t 0,100 mol/dm³ koncentrációjú sósavval, fenolftaleinindikátor mellett titrálunk. 8–10 pH-ig gyakorlatilag az összes nátrium-hidroxidot megtitráljuk, a karbonátot pedig hidrogén-karbonátig. Ezután metilnarancs indikátort cseppentünk az oldatba (átcsapása 3,1–4,4 pH között), és tovább titrálunk az átmeneti színig. A szén-dioxid kiforralása után befejezzük a titrálást.

Fenolftalein mellett 15,00 cm³, metilnarancs mellett 2,50 cm³ savoldat fogyott.

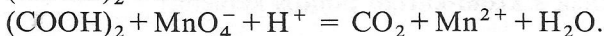
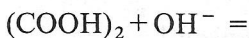
Számítsuk ki a minta karbonátszennyeződését tömeg%-ban!

510. Kristálytartalmú oxálsavat [(COOH)₂ · 2 H₂O], kristályvíztartalmú kálium-oxalátot (K₂C₂O₄ · H₂O₂) és vízmentes kálium-szulfátot tartalmazó keverék 2,5000 g-ját vízben oldottuk és 100,0 cm³ törzsoldatot készítettünk belőle.

A törzsoldat 10,00 cm³-ét megtitráltuk 0,0960 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldattal. A fogyás 15,71 cm³ volt. A törzsoldat újabb részletét, ezúttal 5,00 cm³-t, 20 tömeg%-os kénsavval megsavanyítva KMnO₄-oldattal titráltuk, amelynek koncentrációja 0,0218 mol/dm³. Az átlagfogyás 12,40 cm³ volt.

Számítsuk ki a keverék tömeg%-os összetételét a következő egyenletek felhasználásával!

A kiegészítendő egyenletek:



(A tömény kénsavas közegben a kálium-oxalátból származó anion is protonálódik.)

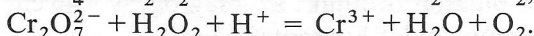
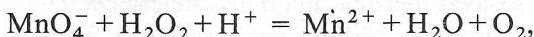
511. 25 cm³ H₂O₂-oldatból 250 cm³ törzsoldatot készítünk. A törzsoldat 10,0 cm³-ét KMnO₄-, másik 10,00 cm³-ét K₂Cr₂O₇-oldattal, savas közegben megtitráljuk. A KMnO₄-oldatból, mely 0,0500 mol/dm³ koncentrációjú, 20,3 cm³ fogy a H₂O₂ meghatározására. A K₂Cr₂O₇-oldatból 17,1 cm³-re van szükség.

a) Határozzuk meg a H₂O₂-oldat g/dm³ koncentrációját!

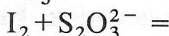
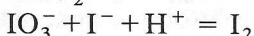
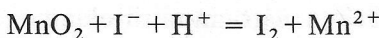
b) Határozzuk meg a K₂Cr₂O₇-oldat koncentrációját mol/dm³-ben!

c) Hány cm³-nyi eredeti H₂O₂-oldatot kell MnO₂ segítségével katalitikusan elbontani, hogy a képződött gázzal megtölthessünk egy 500 cm³-es lombikot 25 °C-on, 0,101 MPa nyomáson?

A kiegészítendő egyenletek:



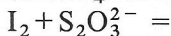
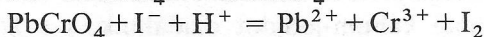
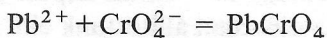
512. Állapítsuk meg annak a MnO₂-KIO₃ keveréknek a tömegszázalékos és mólszázalékos összetételét, melynek 100,0 mg-ját savban oldva és KI-ot hozzáadva, a kivált jódtitrálására 25,0 cm³ 0,100 mol/dm³ koncentrációjú Na₂S₂O₃-oldat fogy!



513. 100,0 mg tömegű bázisos ólom(II)-foszfátot [Pb_x(PO₄)_y(OH)_z] feloldunk. Az oldatból – megfelelő előkészítés után – az ólomtartalmat ólom-kromát-csapadék alakjában leválasztjuk. Ez a csapadék savas KI-oldatból annyi jódot választ ki, amennyit 11,22 cm³ 0,100 mol/dm³-es Na₂S₂O₃-oldattal színteleníthetünk el.

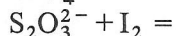
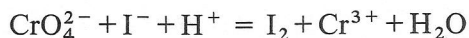
Mi a vegyület képlete? (A_r(Pb) = 207.)

A kiegészítendő egyenletek:



514. A króm egy karbidjából (Cr_xC_y) 3,00 g-ot lemérünk, a krómtartalmat kromáttá oxidáljuk, az oxidálószer feleslegét eltávolítjuk, majd $1,000 \text{ dm}^3$ törzsoldatot készítünk. Az oldat $10,00 \text{ cm}^3$ -éhez feleslegben kálium-jodidot adunk. A kivált jód titrálására $30,00 \text{ cm}^3$ $0,0500 \text{ mol/dm}^3$ -es $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oldat fogy.

A titrálás a következő két kiegészítendő egyenlet szerinti reakción alapul.



Határozzuk meg a króm-karbid pontos képletét!

6. feladatsor: Visszamérési titrálások

A titrálások egy részénél a mérőoldatot feleslegben alkalmazzák. E módszer felhasználásának több oka lehet. Feleslegét adunk például a mérőoldatból, ha a reakció nem pillanatszerű. Ilyenkor várakozási-időt kell beiktatni a mérőoldat hozzáadása és a titrálás között, esetleg melegíteni is kell a rendszert. Más esetben a vizsgálandó anyag nem oldódik vízben, s így a feleslegben bemért mérőoldatban oldjuk fel azt. Lehet az is, hogy a vizsgált anyag illékony, és a titrálás közben várható veszteségek elkerülésére alkalmazzuk a gyorsan hozzáadott mérőoldat-feleslegét.

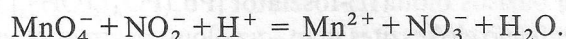
A visszamérésen alapuló titrálásoknál a mérőoldat maradékát titráljuk meg egy másik mérőoldattal.

- 1.515.A) $10,00 \text{ cm}^3$, ismeretlen koncentrációjú ammóniaoldathoz $20,00 \text{ cm}^3$ $0,1120 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavat mérünk, majd a savfeleslegét $0,0988 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-hidroxid-oldattal titráljuk: az átlagfogyás $9,46 \text{ cm}^3$.

Számítsuk ki az ammóniaoldat koncentrációját!

- B) NaCl — NH_4Cl keverék $1,00 \text{ g}$ -ját tömény NaOH -oldattal forralva a fejlődő gázt 100 cm^3 $0,2500 \text{ mol/dm}^3$ -es kénsavoldatba vezetjük. Az így képződött oldatot $33,60 \text{ cm}^3$ $0,988 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH -oldat közömbösíti. Hány tömeg% ammónium-klorid volt a kiindulási porkeverékben?

- 516.A) $10,00 \text{ cm}^3$ ismeretlen koncentrációjú nátrium-nitrit-oldathoz $20,00 \text{ cm}^3$ $0,0198 \text{ mol/dm}^3$ -es kálium-permanganát-oldatot mérünk, majd ezután 1 mol/dm^3 koncentrációjú kénsavoldattal megsavanyítjuk. Ekkor a következő reakció játszódik le:

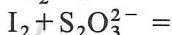
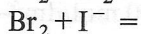
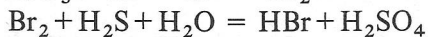
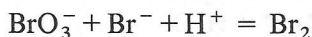


15 perc várakozás után $20,0 \text{ cm}^3$ $0,0500 \text{ mol/dm}^3$ -es oxálsavoldatot mérünk az oldathoz, és a rendszer elszíntelenedése után az oxálsavfeleslegét $9,55 \text{ cm}^3$ $0,0198 \text{ mol/dm}^3$ -es kálium-permanganát-oldattal titráljuk. Számítsuk ki a nátrium-nitrit-oldat koncentrációját!

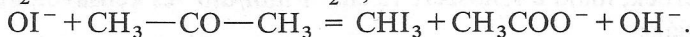
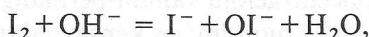
- B) Egy alkálifém-szulfidból savanyításra fejlődő dihidrogén-szulfidot brómmal oxidáljuk, melyet KBrO_3 -mérőoldat és – ehhez képest feleslegben vett – kálium-bromid reakciójával az oldatban állítottunk elő. A feleslegben megmaradó brómmal kálium-jodidot oxidálunk, s a kivált jodot nátrium-tioszulfát-oldattal titráljuk.

Melyik alkálifém szulfidjáról van szó, ha 212,0 mg mintához 30,00 cm³ 0,100 mol/dm³ koncentrációjú KBrO₃-oldatot és feleslegben vett KBr-ot adva, az utolsó lépésben 25,82 cm³ 0,100 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-tioszulfát-oldat fogy?

A kiegészítendő egyenletek:

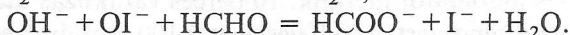


- 2.517.A)** 10,00 cm³ ismeretlen összetételű aceton-víz elegyből 100 cm³ törzsoldatot készítünk, majd ebből 10,00 cm³-t mérünk ki, 2 mol/dm³-es nátrium-hidroxid-oldattal meglúgosítjuk, és 25,00 cm³ 0,0500 mol/dm³ koncentrációjú (kálium-jodidos) jódoldatot mérünk hozzá. 10 perc állás közben az alábbi, kiegészítendő egyenletek szerinti reakciók mennek végbe:



Állás után 2 mol/dm³-es sósavval visszasavanyítjuk a rendszert, és a feleslegben lévő jódot keményítőindikátor jelenlétében 0,0978 mol/dm³ koncentrációjú Na₂S₂O₃-oldattal megtitráljuk, a fogyások átlaga 12,25 cm³. Hány mol/dm³-es a törzsoldat? Számítsuk ki, hány mg acetont tartalmazott a mintánk!

- B)** 10,00 cm³ ismeretlen koncentrációjú formalinból 100 cm³ törzsoldatot készítünk. Ennek 10,00 cm³-éhez 50,00 cm³ 0,0500 mol/dm³-es jódoldatot mérünk, majd 20 cm³ 1 mol/dm³-es NaOH-oldattal meglúgosítjuk. 15 perc várakozás alatt az alábbi, kiegészítendő egyenletek szerinti reakciók zajlanak le:



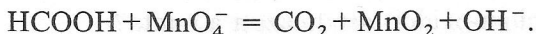
Állás után kb. 10 cm³ 20 m/m%-os kénsavoldattal megsavanyítjuk az oldatot, majd 0,0999 mol/dm³-es nátrium-tioszulfát-oldattal titráljuk a jódfelesleget. A mérőoldat átlagfogyása 12,00 cm³.

Számítsuk ki a törzsoldat koncentrációját!

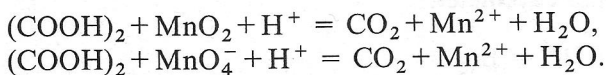
Számítsuk ki a minta koncentrációját!

Számítsuk ki a minta formaldehid-tartalmát mg-ban!

- 518.A)** 10,0380 g tömegű hangyasavoldatból 100,0 cm³ törzsoldatot készítünk. Ennek 10,00 cm³-ét 5 cm³ telített nátrium-karbonát-oldattal meglúgosítjuk, majd 25,00 cm³ 0,0200 mol/dm³-es kálium-permanganát-oldatot adunk hozzá. 10–15 perces melegítés közben a következő (kiegészítendő) reakció megy végbe:



Ezután 20 cm^3 2 mol/dm^3 -es kénsavoldattal megsavanyítjuk és $25,00 \text{ cm}^3$ $0,0500 \text{ mol/dm}^3$ -es oxálsavoldatot mérünk hozzá. Ez a permanganátfelesleggel és az előző reakcióban képződött mangán-dioxiddal is reakcióba lép:



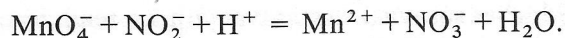
A reakció után az oxálsavfelesleget $6,50 \text{ cm}^3$ $0,0200 \text{ mol/dm}^3$ -es káliumpermanganát-oldat titrálja.

Számítsuk ki a törzsoldat koncentrációját!

Mekkora tömegű hangyasavat tartalmaz a minta?

Határozzuk meg a minta tömeg%-os összetételét!

- B)** Nitrogén-dioxiddal szennyezett nitrogén-monoxid-gáz standardállapotú $1,000 \text{ dm}^3$ -ét 100 cm^3 , híg nátrium-hidroxid-oldattal ráznak össze oxigénmentes térben. Az így keletkezett (gyakorlatilag 100 cm^3) oldat $10,0 \text{ cm}^3$ -éhez $20,0 \text{ cm}^3$ $0,0200 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú káliumpermanganát-oldatot mérnek, majd a rendszert 15 cm^3 1 mol/dm^3 -es kénsavoldattal megsavanyítják:



15 perc várakozás után $20,00 \text{ cm}^3$ $0,0500 \text{ mol/dm}^3$ -es oxálsavoldatot adunk az elegyhez, és ennek feleslegét $11,50 \text{ cm}^3$ $0,0200 \text{ mol/dm}^3$ -es KMnO_4 -oldat titrálja.

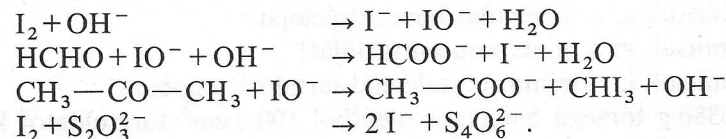
Számítsuk ki, hány térfogat% nitrogén-dioxid-szennyeződést tartalmazott a nitrogén-monoxid-gáz!

- C)** $3,45 \text{ g}$ tömegű, formaldehidet tartalmazó acetonos oldatból desztillált vízzel $200,0 \text{ cm}^3$ oldatot készítünk, majd ebből $10,0 \text{ cm}^3$ -t mérőlombikba pipetázva $100,0 \text{ cm}^3$ mérőoldatot készítünk belőle.

E kétszer hígított oldat $10,00 \text{ cm}^3$ -éhez – lúgosítás után – $37,50 \text{ cm}^3$ $0,0500 \text{ mol/dm}^3$ -es jóddoldatot mérünk. 10 perces várakozás után kénsavval megsavanyítva a rendszert, a jódfelesleget $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-tioszulfát oldattal titráljuk: a fogyások átlaga $20,00 \text{ cm}^3$.

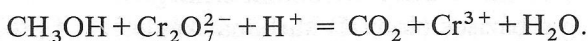
Számítsuk ki az elegy mólszázalékos összetételét!

Kiegészítendő reakcióegyenletek:

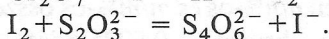
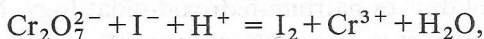


- 519.A)** $2,65 \text{ g}$ tömegű, kalcium-oxidból és bárium-oxidból álló porkeveréket $50,00 \text{ cm}^3$ $2,000 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavoldatban oldunk fel, majd a reakció után $100,0 \text{ cm}^3$ törzsoldatot készítünk a rendszerből. Ennek $10,00 \text{ cm}^3$ -es részleteit pontosan $20,00 \text{ cm}^3$ $0,200 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH -oldat semlegesíti. Hány tömeg% kalcium-oxidot tartalmazott a minta?

- B)** Két, a periódusos rendszerben közvetlenül egymás alatt lévő alkáliföldfém karbonátjából álló keverék 0,7990 g-ját $20,00 \text{ cm}^3$ $1,000 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavban oldjuk, majd $100,0 \text{ cm}^3$ törzsoldatot készítünk belőle. Ennek $20,00 \text{ cm}^3$ -ére $15,20 \text{ cm}^3$ $0,0987 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-hidroxid-oldat fogy. Melyik két karbonát alkotta a keveréket és milyen $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételben?
- 520.A)** K_2CO_3 -ból és KHCO_3 -ból álló keverék 0,9225 g-ját $10,00 \text{ cm}^3$ $1,0075 \text{ mol/dm}^3$ -es kénsavoldatban oldjuk, majd ebből $100,0 \text{ cm}^3$ törzsoldatot készítünk. Ennek $20,00 \text{ cm}^3$ -ét $18,50 \text{ cm}^3$ $0,1012 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat közömbösíti.
Határozzuk meg a keverék tömeg%-os összetételét!
- B)** Kristálysódából ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) és vízmentes nátrium-hidrogén-karbonátból álló keverék 1,64 g-ját $20,00 \text{ cm}^3$ $2,00 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavoldatban oldjuk. A reakció után az oldatot desztillált vízzel $250,0 \text{ cm}^3$ -re egészítjük ki; e törzsoldatnak $10,00 \text{ cm}^3$ -ére átlagosan $10,89 \text{ cm}^3$ $0,101 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH -oldat fogy.
Számítsuk ki a keverék tömeg- és mólszázalékos összetételét!
- 521.A)** Magnézium-, kalcium- és bárium-karbonátból álló keverék 1,1200 g-ját $520 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hevítjük. Ekkor csak a magnézium-karbonát bomlik. A hevítés során $35,3 \text{ cm}^3$ standardállapotú szén-dioxid-gáz fejlődik. A visszamaradt anyagot $20,00 \text{ cm}^3$ $2,000 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavval reagáltatjuk, és a szén-dioxid eltávolítása után 100 cm^3 -re egészítjük ki az oldatot. Ebből a törzsoldatból $10,00 \text{ cm}^3$ -t kimérve, $0,1150 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-hidroxid-oldattal titráljuk a savfelesleget: $19,40 \text{ cm}^3$ lúgoldat fogy.
Számítsuk ki a porkeverék $n/n\%$ -os és $m/m\%$ -os összetételét!
- B)** Magnézium-, kadmium- és bárium-karbonátból álló porkeverék 1,6940 g-ját $480 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hevítjük. Ekkor a magnézium- és a kadmium-karbonát bomlik. A porkeverék tömege $1,2450 \text{ g}$ -ra csökken. Ezt $20,00 \text{ cm}^3$ $2,000 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavval reagáltatjuk, a szén-dioxid eltávolítása után $100,0 \text{ cm}^3$ törzsoldatot készítünk belőle. Ennek $10,00 \text{ cm}^3$ -ét $13,80 \text{ cm}^3$ $0,1015 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-hidroxid-oldat semlegesíti.
Határozzuk meg a keverék tömeg- és mólszázalékos összetételét!
- C)** Magnézium-, kalcium- és bárium-karbonátból álló keverék 1,4330 g-ját $520 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hevítjük. Ekkor a magnézium-karbonát bomlik, miközben a porkeverék tömege $1,3450 \text{ g}$ -ra csökken. Ezután a keveréket, $20,00 \text{ cm}^3$ $2,024 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavoldatban oldjuk, $200,0 \text{ cm}^3$ törzsoldatot készítünk belőle, és ennek $10,00 \text{ cm}^3$ -es részleteit átlagosan $10,40 \text{ cm}^3$ $0,0995 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat titrálja.
Határozzuk meg a keverék tömeg- és mólszázalékos összetételét!
- 522.A)** Víz-metanol elegy 1,3650 g-os részletéből $200,0 \text{ cm}^3$ törzsoldatot készítünk. Ebből $10,00 \text{ cm}^3$ -es részleteket $25,00 \text{ cm}^3$ $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es káliumbikromát-oldattal, valamint 20 cm^3 tömény kénsavval elegyítünk, és 30 percig melegítjük. Eközben az alábbi, kiegészítendő egyenlet szerinti reakció megy végbe:



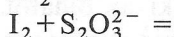
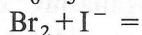
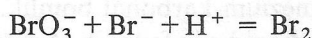
A várakozás után az oldatot 100,0 cm³-re hígítjuk és ebből mérünk ki 10,0 cm³-t. Feleslegben vett kálium-jodid hozzáadása után 6,81 cm³ 0,0962 mol/dm³-es nátrium-tioszulfát-oldattal titráljuk meg:



Számítsuk ki a kiindulási elegy mól- és tömegszázalékos összetételét!

- B)** 0,8000 g tömegű technikai fenolból 100,0 cm³ törzsoldatot készítünk. Ennek 20,00 cm³-éhez 20,00 cm³ 0,0948 mol/dm³-es savas kálium-bromát-oldatot mérünk, majd 1,15 g kálium-bromidot adunk a rendszerhez. A keletkező bróm a fenollal szubsztitúciós reakcióba lép, és 2,4,6-tribrómfenol keletkezik. Várakozás után – feleslegben – szilárd kálium-jodidot adunk az elegyhez, amivel a maradék bróm reagál. A kivált jódot 17,25 cm³ 0,1000 mol/dm³-es nátrium-tioszulfát-oldat titrálja. Hány tömeg% szennyeződést tartalmazott a fenol? (Feltételezzük, hogy a szennyeződés nem vesz részt a fenti reakciókban.)

A kiegészítendő egyenletek:



- 3.523.A)** 20 °C-on telített nátrium-karbonát-oldat 14,69 g-jához pontosan 25,00 cm³ 3,0025 mol/dm³-es sósavat mérünk. A reakció befejeztével – az összes szén-dioxid eltávolítása után – 250,0 cm³ törzsoldatot készítünk belőle, majd ebből 10–10 cm³-t körülbelül 0,1 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldattal titrálunk: az átlagfogyás 10,50 cm³. A NaOH-oldat pontos koncentrációjának meghatározására a 3,0025 mol/dm³-es sósav 10,00 cm³-es részletéből 250,0 cm³ törzsoldatot készítünk, s ennek 10,00 cm³-ét megtitráljuk a körülbelül 0,1 mol/dm³-es NaOH-oldattal: az átlagfogyás 12,12 cm³.

Határozzuk meg a NaOH-oldat pontos koncentrációját! Mekkora tömegű nátrium-karbonátot tartalmazott a kiadott minta? Milyen tömeg%-os a 20 °C-on telített oldat? 100 g víz hány g nátrium-karbonátot old 20 °C-on?

- B)** A bázisos ólom(II)-karbonát [Pb_x(CO₃)_y(OH)_z] képletének meghatározása céljából 1,55 g vegyületet 15,00 cm³ térfogatú, 1,000 mol/dm³-es kén-savoldattal reagáltatunk. Eközben 98,0 cm³ standardállapotú szén-dioxid-gáz fejlődött. A csapadék eltávolítása után az oldatot desztillált vízzel 100,0 cm³-re egészítjük ki. Ebből 10,00 cm³-t kivéve, a savfelesleget körülbelül 0,1 mol/dm³-es NaOH-oldattal megtitráljuk: 18,26 cm³ fogy a lúgoldatból. A nátrium-hidroxid pontos koncentrációjának (faktorának) meghatározására kimérünk 5,00 cm³-t az 1,0000 mol/dm³-es kén-savoldatból, és 100,0 cm³ törzsoldatot készítünk belőle. Ennek 10,00 cm³-es részleteit átlagosan 10,14 cm³ NaOH-mérőoldat semlegesít.

Határozzuk meg a bázisos ólom(II)-karbonát képletét! [*A_r*(Pb) = 207].

Ellenőrző feladatsor XII.

(Oldatok I.)

1. 100 cm^3 $0,010 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH-oldatot és 50 cm^3 $0,005 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavat keverünk össze. Számítsuk ki a keletkezett oldat koncentrációját a keletkező, illetve a feleslegben maradó vegyületekre! 5 pont
2. Milyen tömegarányban kell összekeverni 10 tömeg%-os réz(II)-szulfát-oldatot és vízmentes réz(II)-szulfátot, hogy $50 \text{ }^\circ\text{C}$ -on éppen telített oldatot kapjunk? Mi lesz a folyadék/szilárd anyag tömegaránya, ha $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtjük a rendszert?
 $50 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 100 g víz $33,3 \text{ g}$ vízmentes CuSO_4 -ot,
 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 100 g víz $14,3 \text{ g}$ vízmentes CuSO_4 -ot old és a hűtés során $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ összetételű kristályok válnak ki. 10 pont
3. $36,45 \text{ g}$ magnéziumot sztöchiometrikus mennyiségű, $4,00 \text{ mol/dm}^3$, $1,235 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű kénsavoldatban oldottunk. Az erősen felmelegedett rendszert ezután $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtöttük. Mekkora térfogatú kénsavoldatban oldottuk a magnéziumot? 1 mol magnézium-szulfát hány mol vízzel kristályosodik, ha a vizsgált oldat $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtéskor $184,0 \text{ g}$ szilárd anyag válik ki?
 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 100 g víz $40,8 \text{ g}$ MgSO_4 -ot old. [$A_r(\text{Mg}) = 24,3$.] 10 pont
4. Az óleum olyan vízmentes kénsav, mely még kén-trioxidot is tartalmaz. Hány tömeg% kén-trioxidot tartalmaz az az óleum, melynek $2,00 \text{ g}$ -jából, desztillált vízzel, 500 cm^3 oldatot készítve, annak $10,00 \text{ cm}^3$ -ét átlagosan $8,79 \text{ cm}^3$ $0,095 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH-oldat semlegesíti? 10 pont
5. $3,4660 \text{ g}$ tömegű, CaO-ból, CaCO_3 -ból és MgCO_3 -ból álló keveréket 100 cm^3 $2,0000 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavban oldjuk. Eközben $857,5 \text{ cm}^3$ standardállapotú széndioxid-gáz fejlődik. A keletkezett oldatot – a szén-dioxid eltávolítása után – desztillált vízzel 500 cm^3 -re egészítjük ki. Ennek a törzsoldatnak $10,00 \text{ cm}^3$ -ét $24,00 \text{ cm}^3$ pontosan $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH-oldat semlegesíti. Határozzuk meg a keverék tömeg- és mólszázalékos összetételét! [$A_r(\text{Mg}) = 24,3$, $A_r(\text{Ca}) = 40,0$.] 15 pont

Ellenőrző feladatsor XIII.

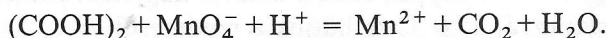
(Oldatok II.)

1. $1,00 \text{ dm}^3$ desztillált vízben elnyeletünk $1,00 \text{ dm}^3$ standardállapotú hidrogén-klorid-gázt. Mekkora térfogatú $0,103 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-hidroxid-oldat semlegesíti a keletkezett sósav $10,00 \text{ cm}^3$ -ét? 5 pont
2. A telített nátrium-hidroxid-oldat $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $52,0 \text{ m/m}$ -os. Ezek szerint 100 g vízben elvileg mekkora tömegű nátriumot oldhatunk fel anélkül, hogy megkezdődne a nátrium-hidroxid kicsapódása? 10 pont

3. Az 50 °C-on telített nátrium-acetát-oldat 45,4 m/m%-os, 20 °C-on 31,7 m/m%-os. 50 °C-on telített nátrium-acetát-oldatot 20 °C-ra hűtve kristályvíztartalmú só válik ki, miközben az oldat tömege 47,9%-kal csökken. Határozzuk meg a kristályvíztartalmú nátrium-acetát pontos képletét! 10 pont

4. Valamelyik alkálifém kristályvízmentes oxalátjának 2,00 g-jából 250 cm³ törzsol-datot készítünk. Ebből 10,0 cm³-es részleteket, kénsavas savanyítás után megtrá-lunk 0,020 mol/dm³ koncentrációjú kálium-permanganát-oldattal.

Átlagosan 9,63 cm³ mérőoldat fogy az alábbi, kiegészítendő reakcióhoz:



Melyik alkálifém oxalátjáról van szó?

10 pont

5. 100 cm³, 37,0 m/m%-os, 1,185 g/cm³ sűrűségű sósavban sztöchiometrikus mennyi-ségű vízmentes nátrium-karbonátot oldottunk fel. A reakció során gyakorlatilag a szén-dioxid teljes mennyisége eltávozik az oldatból, és a nátrium-klorid egy része kicsapódik. A visszamaradó oldat 100 cm³ térfogatú, sűrűségét 1,158 g/cm³-nek mérjük.

Számítsuk ki, mekkora tömegű a kivált nátrium-klorid és mekkora a nátrium-klorid oldhatósága az adott hőmérsékleten! [$A_r(\text{Cl}) = 35,5$] 15 pont

F) ELEKTROKÉMIA

A kémiai reakciók – pontosabban a redoxireakciók – és az elektromos energia szoros kapcsolatban vannak egymással. Kémiai reakciókkal elektromos energiát lehet termelni és fordítva, elektromos energia befektetésével kémiai reakciókat lehet indukálni.

1. feladatsor: Galvánelemek (A standard elektródpotenciál)

A galvánelekben önként lejátszódó redoxifolyamatok során elektromos ener-gia termelődik.

A két elektród fémből (vagy indifferens, a folyamatban részt nem vevő fémen adszorbeált gázból) és a megfelelő iont tartalmazó oldatból áll. Az oldat és a fém (illetve gáz) határfelületén kialakult potenciálkülönbség az elektródpotenciál (jele: ε).

Ha a két elektródot fémes vezetővel, az oldatokat ionok számára átjárható anyaggal (diafragma) összekötjük, töltésvándorlás indul meg (feltéve, hogy a két elektród potenciálja között különbség van), miközben az elektródokban a fázishatáron kémiai reakciók folynak. A negatív póluson (anód) oxidáció, a pozitív póluson (katód) redukció történik. Az így létrejött galvánelem elektromos energiát termel.

Az elektródpotenciál az egyensúlyi állapotra jellemző. Az elektródokon, illetve az elektrolitokban, azok érintkezési felületén lejátszódó egyirányú folyamatok megváltoztatják (csökkentik) a két elektród potenciálja közötti különbséget. A legna-

gyobb feszültséget tehát akkor mérjük a két pólus között, amikor a galvánelemen nem folyik át áram. Ezt a feszültséget nevezzük a galvánelem *elektromos erejének* (jele: E_{MF}). Az elektromotoros erőt az elektródpotenciálok különbsége adja meg:

$$E_{MF} = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = \varepsilon(\text{katód}) - \varepsilon(\text{anód}).$$

Az *elektródpotenciál* értéke az anyagi minőségen kívül a hőmérséklettől, (gázelektrodoknál) a nyomástól, illetve az elektrolitoldat koncentrációjától is függ.

A gimnáziumok alaptantervű osztályaiban a *standard* körülményekre vonatkoztatott galvánelemeket vizsgáljuk, azaz *standard elektródpotenciálokkal*, így standard elektromotoros erővel számolunk. Ebben az esetben a hőmérséklet 25°C , a gázok nyomása $0,101\text{ MPa}$ és a galvánelem elektrolitjában a vizsgált, redoxifolyamatban részt vevő *ionok koncentrációja* 1 mol/dm^3 . A standard elektródpotenciál jele: ε° .

Az elektródpotenciál (a kettősréteg potenciálkülönbségének) abszolút értékét meghatározni nem lehet, ezért csak a különböző elektródok potenciáljai közötti *viszonyrendszert* határozhatjuk meg. Viszonyítási alapul (0 V -os értékkel) a standard hidrogénelektrod potenciálját választották, s így az egyes *elektródpotenciálok értéke* (megfelelő előjellel) egyenlő az illető elektródból és egy standard hidrogénelektrodból álló galvánelem *elektromotoros erejével*.

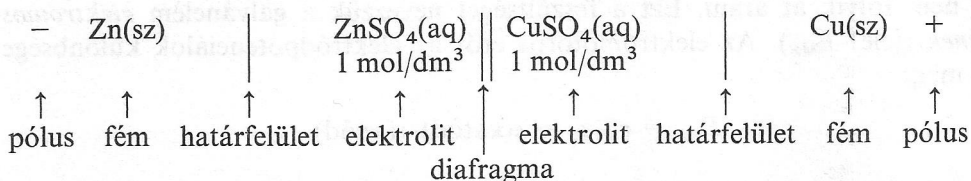
(*Megjegyzés:* Hasonló módon bármely redoxirendszer potenciálját meghatározhatjuk (ún. redoxipotenciál). A standard redoxipotenciál értéke pl. az $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$ rendszerre úgy határozható meg, hogy mérjük annak a galvánelemnek az elektromotoros erejét, amely standard hidrogénelektrodból és egy olyan elektródból áll, melynek elektrolitja $1:1$ arányban tartalmazza a két iont, s az elektrolitba indifferens, pl. platina elektród merül.)

A következő feladatokhoz szükséges standardpotenciál-értékeket táblázatba foglaltuk:

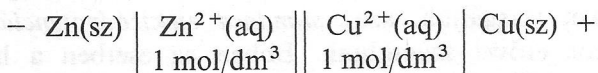
Az elemek standardpotenciál-értékei

	$\varepsilon^\circ(\text{V})$		$\varepsilon^\circ(\text{V})$
K^+/K	-2,93	Ni^{2+}/Ni	-0,23
Ca^{2+}/Ca	-2,76	Pb^{2+}/Pb	-0,13
Na^+/Na	-2,71	$\text{H}^+ / 0,5 \text{ H}_2$	0,00
Mg^{2+}/Mg	-2,38	As^{3+}/As	+0,30
Al^{3+}/Al	-1,66	Cu^{2+}/Cu	+0,34
Mn^{2+}/Mn	-1,03	$\text{I}_2(\text{sz})/\text{I}^-$	+0,54
Zn^{2+}/Zn	-0,76	Ag^+/Ag	+0,80
Cr^{3+}/Cr	-0,74	Hg^{2+}/Hg	+0,85
Fe^{2+}/Fe	-0,44	$\text{Br}_2(\text{f})/\text{Br}^-$	+1,07
Cd^{2+}/Cd	-0,40	$\text{Cl}_2(\text{g})/\text{Cl}^-$	+1,36

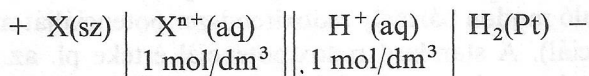
A galvánelemek jelölése (pl. a Daniell elem esetén) a következő:



Amennyiben a vegyület jól oldódik az oldószerben (vízben), csak azt az iont tüntetjük fel, amelyik a potenciál kialakításáért felelős, vagyis a fenti galvánelem még egyszerűbb jelölése:



- 1.524.A)** Standard Pb^{2+}/Pb -elektrodot készítünk ólom(II)-nitrát felhasználásával. Mekkora tömegű só szükséges 500 cm³ elektrolitoldat előállításához?
- B)** Standard hidrogénelektrodhoz 400 cm³ elektrolitot készítünk 37,0 m/m%-os, 1,185 g/cm³ sűrűségű sósavból. Hogyan készítsük el az elektrolitot?
- C)** Standard klórelektrodhoz bárium-kloridból akarunk készíteni 250 cm³ elektrolitoldatot. Hogyan járjunk el?
- 2.525.A)** Az alábbi galvánelemet állítottuk össze. A pólusokat is jelöltük:



A galvánelem elektromotoros ereje: $E_{\text{MF}} = 0,799 \text{ V}$.

Mennyi X fém standard elektródpotenciálja?

- B)** Mennyi annak a fémnek a standardpotenciálja, amely az előbbi összeállításban a negatív pólust alkotja, és az elektromotoros erő: $E_{\text{MF}} = 0,44 \text{ V}$?
- 3.526.** Számítsuk ki az alábbi, *standard* galvánelemek elektromotoros erejét, jelöljük a pólusokat, és írjuk fel az elektródokon végbemenő folyamatok egyenletét!

A)	Cu(sz)	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$	$\text{Ag}^{+}(\text{aq})$	Ag(sz)
B)	Cr(sz)	$\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$	Cu(sz)
C)	Zn(sz)	$\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$	$\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	Fe(sz)
D)	$(\text{Pt})\text{H}_2$	$\text{H}^{+}(\text{aq})$	$\text{Cl}^{-}(\text{aq})$	$\text{Cl}_2(\text{Pt})$
E)	$\text{Br}_2(\text{f})$	$\text{Br}^{-}(\text{aq})$	$\text{Cl}^{-}(\text{aq})$	$\text{Cl}_2(\text{Pt})$
F)	(Pt)	$\text{Sn}^{2+}, \text{Sn}^{4+}$	$\text{Cl}^{-}(\text{aq})$	$\text{Cl}_2(\text{Pt})$

(Az $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$ redoxirendszer standardpotenciálja:

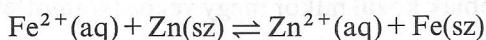
$\varepsilon^0 = +0,15 \text{ V}$.)

- 527.A)** Milyen standardpotenciálú lehet a Ni^{2+}/Ni elektród párja abban a standard galvánelemben, melynek elektromotoros ereje 0,53 V?
- B)** Milyen standardpotenciálú lehet a Mn^{2+}/Mn elektród párja abban a galvánelemben, melynek elektromotoros ereje 0,63 V?

2. feladatsor: Redoxifolyamatok irányának becslése a standardpotenciálok ismeretében I.

Láttuk a galvánelemeknél, hogy a pozitív pólusú (a *pozitívabb*, illetve kevésbé negatív *standardpotenciálú* elemből készült) elektródon *redukció*, a negatív pólusú (a *negatívabb*, illetve kevésbé pozitív *standardpotenciálú* elemből készült) elektródon *oxidáció* folyik. Általánosítva megállapíthatjuk minden redoxireakcióra (akár galvánelemben játszódik le, akár nem), hogy a *pozitívabb potenciálú redoxirendszer* oxidált alakja *oxidálja* a negatívabb (kisebb) potenciálú redoxirendszer* redukált alakját, miközben ő maga redukálódik. Mivel a redoxipotenciál a körülményektől és a koncentrációktól is függ, a standardpotenciálokból a folyamatok irányának becslése csak hozzávetőleges. Az oldatokban végbemenő reakcióknál megfelelő számítással (I. III. fejezet, D) témakör) meghatározhatjuk, hogy mekkora az a koncentrációarány, melynél a két redoxirendszer között egyensúly alakul ki.

Például a



folyamat csak akkor „áll le” (azaz akkor nem mondhatjuk sem a cinkről, sem a vasról, hogy még többet képes redukálni a másik fém ionjaiból), amikor

$$\frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} = 7 \cdot 10^{10}.$$

A cink standardpotenciálja csupán 0,32 V-tal kisebb a Fe^{2+}/Fe -rendszer standardpotenciáljánál, és mégis azt mondhatjuk a fenti adat ismeretében, hogy a cink a vas(II)ionokat tartalmazó oldatból gyakorlatilag az összes iont képes leválasztani, illetve másképpen megfogalmazva, a vas nem képes (számottevő mértékben) redukálni a cinkionokat. Két (azonos töltésű) ion egyensúlyi koncentrációjának hányadosa még 0,1 V standardpotenciál-különbség esetén is mintegy 2500, tehát jó megközelítéssel mondhatjuk azt, hogy a negatívabb standardpotenciálú fém képes redukálni a pozitívabb standardpotenciálú fém ionjait.

Olvadékban vagy gázfázisban lezajló kémiai reakciók esetén már igen nagy eltérések lehetnek az oldatokban mért standardpotenciál-értékektől, így itt ezt a módszert nem alkalmazhatjuk.

1.528.A) Állapítsuk meg, melyik esetben megy végbe (számottevő mértékben) reakció az alábbiak közül:

a) ólom(II)-nitrát-oldatba cinklemezt mártunk,

b) cink-nitrát-oldatba ólomlemezt mártunk!

$1,5 \cdot 10^{23}$ db fémion redukciója során hány db fématom oxidálódik? Mekkora tömegű az oldódó és a kiváló fém? Hogyan változik meg a lemez tömege a reakció során?

$$[A_r(\text{Zn}) = 65,4, A_r(\text{Pb}) = 207,2.]$$

* *Megjegyzés:*

A potenciálértékekből való becslés csak a folyamat lehetőségére utal. Egyéb tényezők (pl. felületi védőoxidréteg...) megakadályozhatják a folyamat tényleges végbemenetelét!

B) Állapítsuk meg, az alábbiak közül melyik esetben megy végbe (számottevő mértékben) reakció az alábbiak közül:

a) réz(II)-nitrát-oldatba mártunk ezüstlemezt,

b) rézlemezt mártunk ezüst-nitrát-oldatba!

$1,2 \cdot 10^{22}$ db fématom oxidációja során hány db fémion redukálódik? Mekkora tömegű az oldatba jutó és az oldatból kiváló fém? Hogyan változik meg a lemez tömege a reakció során? [$A_r(\text{Cu}) = 63,5$, $A_r(\text{Ag}) = 107,9$.]

2.529.A) Az alábbi fémekből 5–5 g-ot dobunk nagy mennyiségű $1,0 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavba. Melyik esetben történik változás? Állítsuk sorrendbe a fémeket a fejlesztett hidrogéngáz mennyisége szerint: cink, vas, réz, magnézium, alumínium, ezüst!

B) Nagy mennyiségű 1 mol/dm^3 -es réz(II)-szulfát-oldatba 3–3 g-nyit szórunk az alábbi fémekből: cink, alumínium, ezüst. Melyik esetben hogyan változik meg a szilárd fázis tömege?

3.530.A) Állapítsuk meg, az alábbiak közül mikor megy végbe (számottevő mértékben) reakció:

a) ezüst-nitrát-oldatba mártunk rézlemezt,

b) réz(II)-nitrát-oldatba mártunk ezüstlemezt!

Az egyik edényben a lemez tömege egy bizonyos idő alatt 3,05 g-mal változott.

Nőtt vagy csökkent a lemez tömege? Hány db ion cserélődött ki ezalatt?

B) Két edény egyikében cinklemezt mártunk réz(II)-szulfát-oldatba, a másikban rézlemezt mártunk cink(II)-szulfát-oldatba. Az egyik edényben a lemez tömege 7,2 mg-mal változott. Nőtt vagy csökkent a lemez tömege? Hány db ion ment oldatba, illetve vált ki a reakció során?

4.531.A) Ismeretlen fémből készült két lemez egyikét réz(II)-szulfát-oldatba, a másikat ólom(II)-nitrát-oldatba mártjuk. A két oldatban a réz(II)-, illetve az ólom(II)ionok koncentrációja azonos. A két oldat térfogata is megegyezik. Mire az oldatokban lévő összes fémion (gyakorlatilag) kicserélődött, a réz(II)-szulfát-oldatba mártott lemez tömege 90,0 mg-mal csökkent, az ólom(II)-nitrát-oldatba mártott lemezé pedig 7,0850 g-mal megnőtt.

Melyik fémet mártottuk az oldatokba és hány g fém oldódott? A számítás előtt becsüljük meg az ismeretlen fém standardpotenciálját!

B) Két azonos tömegű platinalemezt ismeretlen fémmel vontak be. Az így elkészült lemezek tömege is azonos. Az egyik lemezt ezután higany(II)-szulfát-oldatba mártották, a másikat pedig réz(II)-szulfát-oldatba. Mire a platinán lévő összes ismeretlen fém kicserélődött, a lemez tömege a réz(II)-só esetén 3,600%-kal csökkent, a higany(II)-só esetén 6,675%-kal nőtt.

Becsüljük meg az ismeretlen fém standardpotenciálját és számítsuk ki, melyik lehet ez a fém!

532.A) Ismeretlen fémet merítünk ezüst-nitrát-oldatba. A teljes kicserélődést követően a lemez tömege 0,1760 g-mal nagyobb. Ezután cinklemezt mártunk a – most már ismeretlen fémionokat tartalmazó – oldatba. A teljes kicseré-

lődést követően a szilárd anyag tömegnövekedése 2,8820 g. Mi volt az ismeretlen fém? A számítás előtt becsüljük meg a fém standardpotenciálját!

- B)** Egy platinalemezt, melynek felületét ismeretlen fémmel vonták be, fölös réz(II)-szulfát-oldatba mártunk. Itt addig van a lemez, amíg tömege állandóvá nem válik. Ezután a lemezt kivéve, lemosva, megszáritva, lemérjük: tömege 280,0 mg-mal nagyobb, mint az eredeti volt. Ezután fölös higany(II)-szulfát-oldatba mártjuk ezt a lemezt, és ismét megvárjuk a tömeg állandóvá válását: most az előzőhöz képest újabb 4,88 g-os növekedést tapasztalunk. Melyik fém és mekkora tömegben volt a platinán az első rétegben? A számítás előtt becsüljük meg az ismeretlen fém standardpotenciálját!

3. feladatsor: A redoxifolyamatok irányának becslése II.

1.533.A) 250 cm³ 0,100 mol/dm³ koncentrációjú ólom(II)-nitrát-oldatba 1,60 g-os tömegű darabokat teszünk az alábbi fémekből: cink, réz, nikkell. Melyik esetben hogyan változik meg a szilárd fázis tömege? [$A_r(\text{Zn}) = 65,4$, $A_r(\text{Pb}) = 207,2$, $A_r(\text{Cu}) = 63,5$, $A_r(\text{Ni}) = 58,7$.]

- B)** 25 cm³ 4,00 mol/dm³-es kénsavoldatba az alábbi fémek 3,00 g-os darabjait tesszük: vas, magnézium, alumínium. Hol és mekkora térfogatú standardállapotú hidrogéngáz fejlődik?

2.534.A) 100 cm³ 5,00 mol/dm³ koncentrációjú réz(II)-szulfát-oldatba vaslemezt mártunk. Mekkora lesz a réz(II)-, a vas(III)- és a szulfácionok koncentrációja a lemez kivétele után, ha annak tömege 770 mg-mal nőtt?

(Az oldat térfogatváltozását elhanyagolhatjuk!)

- B)** 250 cm³ 0,100 mol/dm³-es ezüst-nitrát-oldatba rézlemezt mártunk. Mekkora lesznek az egyes ionok koncentrációi, mire a lemez tömege 152,3 mg-mal megnő?

(Az oldat térfogatváltozását elhanyagolhatjuk!)

535.A) 100 cm³ 0,100 mol/dm³ koncentrációjú vas(II)-klorid-oldatba 5,00 g tömegű rézlemezt mártunk és megvárjuk, hogy tömege állandóvá váljon. Hogyan változott a lemez tömege és milyen vegyületeket, milyen koncentrációban tartalmaz az oldat? (Az oldat térfogatváltozását elhanyagolhatjuk!)

Számításainknál vegyük figyelembe az alábbi standardpotenciál-értékeket:

$$\begin{aligned} \varepsilon^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}) &= -0,036 \text{ V}, & \varepsilon^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) &= +0,345 \text{ V} \\ \varepsilon^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) &= -0,44 \text{ V}, & \varepsilon^\circ(\text{Cu}^+/\text{Cu}) &= +0,52 \text{ V}, \\ \varepsilon^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) &= +0,77 \text{ V}, & \varepsilon^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+) &= +0,16 \text{ V}. \end{aligned}$$

- B)** 250 cm³ 0,500 mol/dm³-es vas(III)-klorid-oldatba 1,00 g tömegű rezet teszünk. Hogyan változik meg a lemez tömege és milyen vegyületeket milyen koncentrációban tartalmaz az oldat, ha az oldat térfogatváltozását elhanyagoljuk?

536.A) Összeöntünk azonos térfogatú, azonos $0,20 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú SnCl_2 - és SnCl_4 -oldatot. Ezután megfelezzük a keletkezett oldatot és az egyik feléhez saját térfogatával megegyező térfogatú, $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es FeCl_2 -, a másikhoz $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es FeCl_3 -oldatot öntünk.

Melyik esetben következik be számottevő mértékű kémiai reakció és miért? Számítsuk ki a keletkező oldatban jelenlevő vegyületek koncentrációját!

Számításainkhoz az alábbi standard redoxipotenciál-értékeket használjuk:

$$\varepsilon^\circ(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = 0,15 \text{ V}, \quad \varepsilon^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ V}.$$

B) Oxigénmentes térben összeöntünk négy azonos térfogatú és azonos, $0,200 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú cérium(III)-, cérium(IV)-, vas(II)- és vas(III)ion-tartalmú oldatot. Számítsuk ki a keletkező oldatban számottevő mennyiségben jelenlevő fémionok koncentrációját!

$$[\varepsilon^\circ(\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}) = 1,44 \text{ V}, \quad \varepsilon^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ V}.]$$

537.A) 100 cm^3 ezüst-nitrát-oldatba $10,0 \text{ g}$ -os cinklemez helyezünk és megvárjuk, hogy a szilárd anyag tömegváltozása megszűnjön. $7,52 \text{ g}$ -os tömegnövekedést tapasztalunk. Hogyan változott volna meg az eredeti cinklemez tömege, ha 100 cm^3 , az előzővel megegyező koncentrációjú réz(II)-szulfát-oldatba mártottuk volna? [$A_r(\text{Zn}) = 65,4$, $A_r(\text{Cu}) = 63,5$]

B) 100 cm^3 réz(II)-szulfát-oldatba $10,0 \text{ g}$ -os cinklemez merítünk és megvárjuk, hogy a szilárd anyag tömegváltozása megszűnjön. A lemez tömege 276 mg -mal csökkent. Ha újabb $10,0 \text{ g}$ -os cinklemez mártunk ebbe az oldatba, akkor annak tömege már csak 85 mg -mal csökken. Hogyan változott volna meg az eredeti $10,0 \text{ g}$ -os cinklemez tömege, ha a réz(II)-szulfát-oldat koncentrációjával azonos mol/dm^3 -es, 100 cm^3 ezüst-nitrát-oldatba mártottuk volna? [$A_r(\text{Zn}) = 65,4$, $A_r(\text{Cu}) = 63,5$]

3.538.A) 100 cm^3 $10,0 \text{ m/m}\%$ -os, $1,117 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű réz(II)-szulfát-oldatba $10,0 \text{ g}$ vasport szórunk. A szilárd fázis tömegváltozásának befejeztével határozzuk meg annak tömegét, és az oldat tömeg%-os összetételét!

B) 100 cm^3 $12,0 \text{ m/m}\%$ -os, $1,108 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű ezüst-nitrát-oldatba $8,00 \text{ g}$ tömegű rézforgácsot szórunk. A szilárd fázis tömegváltozásának befejeződésével mekkora lesz annak tömege, és mekkora az oldat tömegszázalékos összetétele?

539.A) 250 cm^3 $16,0 \text{ m/m}\%$ -os, $1,15 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű ezüst-nitrát-oldatba $5,00 \text{ g}$ tömegű cinkport szórunk. Mekkora lesz a reakció után a szilárd fázis tömege és az oldat tömeg%-os összetétele? [$A_r(\text{Zn}) = 65,4$, $A_r(\text{Ag}) = 107,9$]

B) 250 cm^3 $16,0 \text{ m/m}\%$ -os $1,18 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű réz(II)-szulfát-oldatba $8,00 \text{ g}$ tömegű cinkport szórunk. Mekkora lesz a reakció befejeztével a szilárd fázis tömege és az oldat tömeg%-os összetétele?

4.540.A) Ismeretlen, negatív standardpotenciálú fémet 100 cm^3 $0,500 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ezüst-nitrát-oldatba mártottak. Egy idő után a lemez kivéve annak tömege $1,73 \text{ g}$ -mal nőtt. Megállapítható, hogy ekkor az

oldatban a két fémion koncentrációja azonos. Ezután rézlemez mártottak az ismeretlen fémiont és az ezüstiont tartalmazó oldatba. Ekkor a lemez tömege 1,27 g-mal nőtt. Mi az ismeretlen fém?

B) Ismeretlen, negatív standardpotenciálú fémet 300 cm^3 $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ezüst-nitrát-oldatba mártunk. Egy idő után a lemezt kivéve, annak tömege 1,5070 g-mal volt nagyobb, mint kezdetben. Megállapítható még, hogy az oldatban a két fémion koncentrációja azonos. Ezután rézlemez mártunk a fémiont és ezüstiont is tartalmazó oldatba, és ekkor a lemez tömege 0,7615 g-mal nő. Mi az ismeretlen fém atomtömege?

5.541.A) Hány g rézszeléket kell 100 g 10,0 m/m%-os ezüst-nitrát-oldatba szórni, hogy az oldat tömegszázalékos ezüst-nitrát-tartalma a felére csökkenjen?

B) Hány g vasszeléket kell 100 g 20,0 m/m%-os réz(II)-szulfát-oldatba szórni, hogy az oldat réz(II)-szulfát-tartalma 6,0 m/m%-ra csökkenjen?

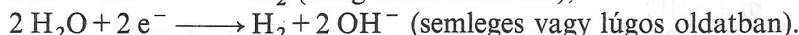
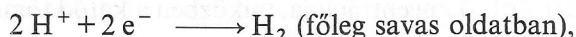
4. feladatsor: Az elektrolízis

A galvánelemekkel elvileg ellentétes folyamat az elektrolízis, amikor *elektromos energia befektetésével* mennek végbe kémiai reakciók.

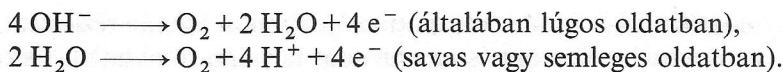
A galvánelemekben folyó elektromos árammal ellentétes irányú áram segítségével valóban megfordíthatjuk a benne lezajló reakciók irányát. Ehhez legalább akkora feszültség kell, mint amekkora a galvánelem elektromos ereje (*bomlásfeszültség*).

A gyakorlatban *általában* nem a galvánelemeknél megszokott „saját” fémet használnak elektródnak, hanem más, sokszor indifferens elektródot (pl. grafitot, platinát stb.) választanak.

Az elektród és az elektrolizáló feszültség megválasztása nagymértékben befolyásolja az elektródokon végbemenő folyamatokat. A negatív póluson (*katód*) ugyanis az a *redukciós*, a pozitív póluson (*anód*) az az *oxidációs* folyamat megy végbe, amelyhez az adott körülmények között a legkisebb energia szükséges. Egy *vegyület olvadékában egyértelmű*, hogy a kation a katódon, az anion az anódon részt vesz az elektrokémiai folyamatokban. *Vizes oldatban* viszont számolnunk kell a vízmolekulákkal, illetve az oldatban lévő oxónium- és hidroxidionok jelenlétével is. A *gyakorlatban jól alkalmazható* szabály, hogy igen negatív standardpotenciálú fémek ionjai helyett a reakcióban inkább a hidrogénionok vagy a vízmolekulák vesznek részt:



A hidrogénnek különböző elektródokon ún. túlfeszültsége van. Ez azt jelenti, hogy megfelelő – nem túl nagy – feszültséget alkalmazva negatív standardpotenciálú fémekeket (pl. cinket) is leválaszthatunk vizes oldatból. A hidrogén túlfeszültsége a higanykódon a legnagyobb, így itt még a nátriumiont is redukálhatjuk (melyet az is elősegít, hogy a redukálódó nátrium amalgámot képez a katód anyagával). Az *anódon* vizes oldatból először az egyszerű ionok (pl. klorid-, bromid-, jodidion) válnak ki. Az oldatban lévő összetett ionok (pl. szulfát, nitrát, karbonát stb.) helyett a reakcióban általában a hidroxidionok vagy a vízmolekulák vesznek részt:



Számításainknál mindig vegyük figyelembe, hogy az anódon leadott és a katódon egyidejűleg felvett elektronok száma megegyezik!

- 1.542.A)** Sósavat elektrolizálunk platinaelektrodok között. Hány cm^3 gáz fejlődik az anódon, miközben a katódon 50 cm^3 gáz keletkezik? A két gáz nyomása és hőmérséklete azonos. A gázok oldhatóságbeli különbségét számításainknál elhanyagoljuk.
- B)** Nátrium-szulfát-oldatot elektrolizálunk platinaelektrodok között. Hány cm^3 gáz fejlődik az anódon, miközben 50 cm^3 gáz keletkezik a katódon? A két gáz nyomása és hőmérséklete azonos.
- 543.A)** Grafitelektrodok között elektrolizálunk cink-jodid-oldatot. Az elektrolizáló feszültséget úgy választjuk meg, hogy a katódon gázfejlődés nem tapasztalható. Mekkora tömegű az anódtermék, ha a katódszén tömege $1,30 \text{ g}$ -mal nőtt az elektrolízis során?
- B)** Réz(II)-szulfát-oldatot elektrolizálunk grafitelektrodok között. $24,5 \text{ cm}^3$ standardállapotú oxigéngáz fejlődése közben hány grammal nő meg a katód tömege?
- 2.544.A)** Három elektrolizáló berendezést sorba kapcsolunk. Az első cella ezüst-nitrát-, a második réz(II)-szulfát-, a harmadik nátrium-szulfát-oldatot tartalmaz. Az elektrodok grafitból vannak. Elektrolíziskor mennyivel változik a katódok tömege, és mekkora térfogatú standardállapotú gáz fejlődik az első két cellában, miközben a harmadik cellában $30,0 \text{ cm}^3$ standardállapotú durranógáz fejlődött?
- B)** Három elektrolizáló berendezést sorba kapcsolunk. Az első cella higany(II)-nitrát-, a második higany(I)-nitrát-, a harmadik kénsavoldatot tartalmaz. Mekkora tömegű higany válik ki az egyes elektrodokon, miközben a harmadik cellában $73,5 \text{ cm}^3$ standardállapotú durranógáz keletkezik?
- 3.545.A)** 500 cm^3 $2,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavat elektrolizálunk. Eközben az anódon $245,0 \text{ cm}^3$ standardállapotú klórgáz fejlődött. Hogyan változott meg az oldat koncentrációja eközben, ha az oldat térfogatváltozását és a klór vízben való kis mértékű oldódását elhanyagoljuk?
- B)** 500 cm^3 $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es cink-jodid-oldatot elektrolizálunk. Hogyan változik meg az oldat ZnI_2 -koncentrációja, miközben a katód tömege $1,29 \text{ g}$ -mal nőtt?
- 4.546.A)** 100 g $10 \text{ m/m}\%$ -os kénsavoldatot elektrolizálunk. Hogyan változik meg az oldat $\%$ -os összetétele, ha az anódon $6,125 \text{ dm}^3$ standardállapotú gáz fejlődik?
- B)** 500 g $10 \text{ m/m}\%$ -os nátrium-szulfát-oldatot elektrolizálunk platinaelektrodok között. Hogyan változott meg az oldat tömeg $\%$ -os összetétele, ha az anódtermék $5,0 \text{ dm}^3$ standardállapotú gáz?
- 547.A)** 500 g $10 \text{ m/m}\%$ -os Na_2SO_4 -oldatot elektrolizálunk. Az elektrolízis során az oldat nátrium-szulfát-tartalma $15,0 \text{ m/m}\%$ -ra nő. Mekkora térfogatú standardállapotú durranógáz fejlődik eközben?

- B)** 150 g 15 $m/m\%$ -os cink-jodid-oldatot elektrolizálunk. Az elektrolízis során az oldat cink-jodid-tartalma 10 $m/m\%$ -ra csökken. Mekkora tömegű cink vált ki ezalatt a katódon? (Vegyük azt is figyelembe, hogy az anódon leváló jód az oldat jodidionjának hatására oldatba megy.)
- 5.548.A)** 150 g 10 $m/m\%$ -os réz(II)-szulfát-oldatot elektrolizálunk grafit-elektrodok között. Az elektrolízis során 500 cm^3 standardállapotú oxigéngáz fejlődik. Mekkora lesz az oldat tömeg%-os összetétele az elektrolízis befejeztével?
- B)** 120 g 10 $m/m\%$ -os nátrium-szulfát-oldatot elektrolizálunk higanykatód és grafitanód alkalmazásával. Az elektrolízis során 300 cm^3 standardállapotú oxigéngáz fejlődött. Mekkora a visszamaradó oldat tömegszázalékos összetétele?
- 549.A)** 80,0 g 12 $m/m\%$ -os réz(II)-szulfát-oldatot elektrolizálunk grafit-elektrodok között. Az elektrolízis során $1,500\text{ dm}^3$ standardállapotú oxigéngáz fejlődött. Milyen a visszamaradó oldat tömegszázalékos összetétele?
- B)** 100,0 g 8 $m/m\%$ -os ezüst-nitrát-oldatot elektrolizálunk grafit-elektrodok között. Az elektrolízis során $3,000\text{ dm}^3$ standardállapotú oxigéngáz fejlődött. Milyen a visszamaradó oldat tömegszázalékos összetétele?

5. feladatsor: A Faraday-törvények

Az elektrolízis során az elektródokon átalakuló anyag tömege (m) arányos az elektrolizáló áramerősséggel (I) és az elektrolízis időtartamával (t). Ez *Faraday I. törvénye*:

$$m \sim I \cdot t,$$

$$m = k \cdot I \cdot t.$$

Az *arányossági tényező* (k) az anyagi minőségre jellemző érték.

Faraday II. törvénye alapján 1 mol *egységnyi töltésű ion* semlegesítéséhez mintegy 96 500 coulomb töltésmennyiség szükséges. Ez könnyen kiszámítható az elektron töltése és az Avogadro-szám szorzataként. (Azaz 96 500 coulomb 1 mol e^- töltése.) A 96 500 C-t 1 Faraday-nek (1 F) is nevezik.

A fentiekből az is következik, hogy 1 mol $z \oplus$ vagy $z \ominus$ töltésű ion semlegesítéséhez zF töltés szükséges.

A k arányossági tényezőt Faraday II. törvénye segítségével számíthatjuk ki:

$$m = k \cdot I \cdot t \text{ egyenletből } k\text{-ra:}$$

$$k = \frac{m}{I \cdot t} \text{ adódik.}$$

Fizikából ismert, hogy az áramerősség a töltés és az idő (s) hányadosa:

$$I = \frac{Q}{t}, \text{ ebből } Q = I \cdot t,$$

melyet a k -ra rendezett egyenletbe helyettesítve a

$$k = \frac{m}{Q} \text{ egyenlethez jutunk.}$$

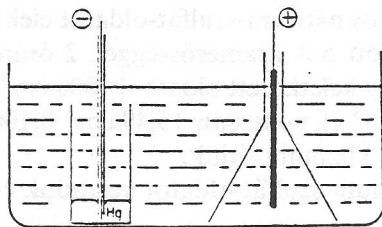
Faraday II. törvénye szerint moláris tömegű (M) ion semlegesítéséhez $z \cdot F$ töltés szükséges (ha az ion töltése z), így

$$k = \frac{m}{Q} = \frac{M}{z \cdot F}, \text{ melyet az első egyenletbe visszahelyettesíthetünk:}$$

$$m = \frac{M}{z \cdot F} \cdot I \cdot t, \text{ ahol az idő } s\text{-ban értendő.}$$

- 1.550.A)** Mekkora töltésmennyiség szükséges 0,5 mol mennyiségű alumíniumion semlegesítéséhez?
- B)** Mekkora töltésmennyiség szükséges 2,5 mol oxidion semlegesítéséhez?
- 551.A)** Mekkora töltésmennyiség szükséges 10 g réznek réz(II)-szulfát-oldatból elektrolízissel történő leválasztásához?
- B)** Mekkora töltésmennyiség szükséges 10 g ezüstnek ezüst-nitrát-oldat elektrolízisével történő leválasztásához?
- 552.A)** Nátrium-szulfát-oldatot elektrolizálva 772 C töltés haladt át az elektródokon. Mekkora a fejlődő gázok térfogata standardállapotban?
- B)** Sósavat elektrolizálva 500 C töltés haladt át az elektródokon. Mekkora térfogatú gázok fejlődtek standardállapotban? (A klór kismértékű oldódását hanyagoljuk el!)
- 553.A)** 50 g 10 $m/m\%$ -os cink-jodid-oldatot elektrolizálunk grafit elektródok között úgy, hogy az elektródokon gázfejlődés nem tapasztalható. Az elektrolízis során 193 C töltést használtunk fel. Milyen a visszamaradó oldat tömeg%-os összetétele?
- B)** 100 g 5 $m/m\%$ -os kálium-nitrát-oldatot elektrolizálunk grafit elektródok között. Az elektrolízis során 100 000 C töltést használtunk el. Hány tömeg%-os a visszamaradó oldat?
- 2.554.A)** Ezüst-nitrát-oldatot elektrolizálunk grafit elektródok között 2 órát át, 5 A áramerősséggel. Mekkora tömegű ezüst válik le és mekkora térfogatú, normálállapotú gáz fejlődik a másik elektródon?
- B)** 4 A áramerősséggel, 5 órán keresztül elektrolizálunk cink-szulfát-oldatot. Mekkora tömegű cink és mekkora térfogatú standardállapotú gáz fejlődik?
- 555.A)** Lítium-klorid olvadékát elektrolizáljuk 1 órán keresztül 3,00 A áramerősséggel. Mekkora tömegű fémet nyerünk, ha az áramkihasználás 90%-os? [$A_r(\text{Li}) = 6,94$.]
- B)** Kriolitban oldott timföldet 100 kA áramerősséggel elektrolizálnak. Számítsuk ki a napi (24 órás) alumíniumtermelést!
- 556.A)** 10 g rezet akarunk réz(II)-szulfát-oldat elektrolízisével leválasztani. Mennyi ideig kell 5 A áramerősséggel elektrolizálni?
- B)** Egy 20 cm^3 -es kémcsövet akarunk megtölteni durranógázzal standard körülmények között. Mit és mennyi ideig kell 3 A áramerősséggel elektrolizálni?

- C) Ha nikkell(II)-szulfát vizes oldatába vaskatódot helyezünk, megfelelő feszültség alkalmazása esetén nikkell válik ki a vaslemezre. Mennyi ideig kell elektrolizálni 3 A áramerősséggel, ha egy 5 cm² felületű vaslemez 0,1 mm vastag nikkellréteggel akarunk bevonni? (A nikkell sűrűsége 8,9 g/cm³.)
- D) 80 cm³ 20 m/m%-os, 1,166 g/cm³ sűrűségű kálium-jodid-oldatból az összes jódot 5 A-es áramerősséggel akarjuk leválasztani. Mennyi időre lenne ehhez szükség?
- 557.A) Hidrogéngázt fejlesztünk sósav elektrolízisével. 6 cm³ standardállapotú gáz fejlesztéséhez mekkora áramerősséggel kell elektrolizálni, ha az elektrolízist 20 perc alatt kell elvégezni?
- B) Réz(II)-szulfát-oldatot elektrolizálunk grafitelektródok között. 1 óra alatt a katódszén tömege 5 g-mal nő. Mekkora volt a hasznos elektrolizáló áramerősség?
- 558.A) Egy egyvegyértékű fém vegyületének olvadékát 10 A-es áramerősséggel elektrolizáljuk. Melyik fémről van szó, ha 1 órai elektrolízis során 2,61 g fém vált ki?
- B) Hány vegyértékű a titán abban a vegyületben, melynek olvadékából 1 óra alatt 10 A áramerősséggel 4,4760 g fémtitán vált ki?
- 559.A) 0,4000 g tömegű, ezüzből és rézből álló ötvözetet tömény salétromsavban feloldottak, majd az oldatot felhígítva elektrolizálták. Milyen volt az ötvözet összetétele, ha az oldatban lévő összes fémion leválasztása 2 A áramerősség mellett 350,3 másodpercig tartott?
- B) Egy bizmut-antimon ötvözet 1,3920 g-jának tömény, oxidáló savban való feloldása utáni elektrolíziséhez 2895 C töltésmennyiség szükséges. Mi az ötvözet összetétele? (Az oldatban mindkét ion +3 oxidációs számmal fordul elő.)
- 3.560.A) Hogyan változik meg 100 cm³ 10,0 m/m%-os 1,063 g/cm³ sűrűségű kálium-nitrát-oldat koncentrációja, ha 5 órán át 5 A áramerősséggel elektrolizáljuk? Az elektrolízishez grafitelektródokat használunk.
- B) Az alábbi ábrán látható módon 500 cm³ 10 m/m%-os konyhasóoldatot elektrolizálunk. Az elektrolízishez higanykatódot és grafitanódot használunk. Az anódot fordított üvegtölcsérral izoláljuk. Hogyan változik meg a konyhasóoldat NaCl-tartalma 2,5 órai, 2 A áramerősséggel történő elektrolízis után? Mekkora térfogatú standardállapotú klórgáz fejlődik? A 10 m/m%-os konyhasóoldat sűrűsége 1,071 g/cm³. 100 g vízben (gyakorlatilag a 100 g oldatban) 0,64 g klór oldódik és csak az üvegtölcsér körüli kb. 100 cm³-es térben telítődik klórral az oldat.



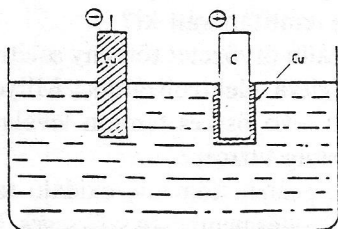
561.A) Mekkora térfogatú 5,0 m/m%-os, 1,023 g/cm³ sűrűségű kénsavoldatot elektrolizáltunk 3 órán át 10 A áramerősséggel, ha az elektrolízis végére az oldat 10,0 m/m%-os lett?

B) Mekkora térfogatú 5,0 m/m%-os, 1,054 g/cm³ sűrűségű nátronlúgot elektrolizáltunk grafitelektródok között 8 órán át 8 A áramerősséggel, ha az elektrolízis végére az oldat NaOH-tartalma tömeg%-ban a kiindulási másfélszeresére nőtt?

562.A) 200 g 10 m/m%-os réz(II)-szulfát-oldatot elektrolizálunk állandó, 6 A áramerősséggel. A berendezést az alábbi ábra szerint állítjuk össze: katódnak rezet, anódnak pedig olyan grafitot használunk, melynek 20 cm²-es, oldatba merülő részét 0,5 mm vastag rézbevonat borítja. (A réz sűrűsége 8,96 g/cm³.)

a) Mennyi ideig nem fejlődik gáz az anódon?

b) Számítsuk ki az oldat tömegszázalékos összetételét az elektrolízis kezdete után 30 perccel, a gázfejlődés kezdetekor és az elektrolízis kezdete után két órával!



B) 100 cm³ 8 m/m%-os, 1,083 g/cm³ sűrűségű réz(II)-szulfát-oldatot elektrolizálunk grafitelektródok között. Az elektrolizáló áramerősség 2 A.

a) Számítsuk ki az oldat tömegszázalékos összetételét az elektrolízis kezdete után 1 órával!

b) Számítsuk ki az oldat összetételét és az anódon a reakció kezdete óta fejlődött gáz standard térfogatát akkor, amikor éppen megindul a katódon a gázfejlődés!

c) Számítsuk ki az oldat tömeg%-os összetételét abban az időpillanatban, amikor éppen annyi idő telt el a katódon való gázfejlődés megindulás óta, mint amennyi az összes réz leválásáig telt el az elektrolízis kezdete óta! Mekkora térfogatú standardállapotú gáz fejlődött ezalatt a katódon, illetve az anódon?

4.563.A) 1,10 g/cm³ sűrűségű, 10 m/m%-os nátrium-szulfát-oldatot elektrolizálunk higanykatód és grafitanód között 5 A áramerősséggel, 2 órán keresztül, teljes áramkihasználással. Az így keletkezett oldatból 1000 cm³ törzsoldatot készítünk, és annak 5,00 cm³-ét pontosan 15,49 cm³ 0,100 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldattal közömbösítjük.

a) Hány cm³ 10 m/m%-os nátrium-szulfát-oldatot kezdtünk elektrolizálni?

b) Milyen lett az elektrolízis után az oldat tömegszázalékos összetétele?

- c) Ha az elektrolízis befejeztével a katód anyagát 100 cm^3 desztillált vízzel hoznánk érintkezésbe, a reakció befejeztével milyen tömeg%-os összetételű oldatot kapnánk?
- B)** $5,0 \text{ m/m}\%$ -os, $1,04 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű ezüst-nitrát-oldatot elektrolizálunk grafit-elektrodok között 4 A állandó áramerősséggel, teljes áramerősséggel. Az anódon fejlődő gázt felfogjuk. Bizonyos idő elteltével azt tapasztaljuk, hogy nemcsak az anódon fejlődik gáz, hanem a katódon is. Amikor már biztos, hogy az oldat gyakorlatilag nem tartalmaz ezüstionokat, kikapcsoljuk az áramot és megmérjük az anódterméket: 914 cm^3 standardállapotú gázt mérünk. Az elektrolizáló cellában lévő elektrolitot maradéktalanul átmoszuk egy 500 cm^3 -es mérőlombikba és azt jelig töltjük desztillált vízzel. Ebből a törzsoldatból $20,00 \text{ cm}^3$ -re $12,24 \text{ cm}^3$ $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH -oldat fogy átlagosan.
- a) Mennyi ideig elektrolizáltunk?
- b) Hány cm^3 $5,0 \text{ m/m}\%$ -os ezüst-nitrát-oldatot elektrolizáltunk?
- c) Hány grammal nőtt a katód tömege az elektrolízis során?
- d) Milyen az elektrolízis befejeztekor az oldat tömegszázalékos összetétele?
- C)** $10,0$ tömeg%-os, $1,12 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű CuSO_4 -oldatot elektrolizálunk grafit-elektrodok között $5,00 \text{ A}$ hasznos áramerősséggel 5 napon keresztül. Az elektrolízis végén az elektrolit-oldatunk $10,0$ tömeg%-os, $1,07 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű kénsavoldat.
- a) Mekkora térfogatú réz-szulfát-oldatot kezdtünk elektrolizálni?
- b) Mekkora az oldat térfogatcsökkenése?
- (Az elektrolízis teljes időtartama alatt gondoskodunk arról, hogy az oldat ne melegedjen túl, így a víz párolgásától eltekinthetünk.) [$A_r(\text{Cu}) = 63,5$]

G) GÁZTÖRVÉNYEK

1. feladatsor: Gáztörvények

A gázok állapotjelzői közötti összefüggéseket Boyle, Mariotte és Gay-Lussac írták le.

Adott anyagmennyiségű (n) és hőmérsékletű (T) tökéletes gáz nyomása (p) és térfogata (V) között fordított arányosság áll fenn:

$$p \cdot V = \text{állandó} \quad (\text{Boyle-Mariotte törvénye.}) \\ (n \text{ és } T \text{ állandó})$$

Gay-Lussac az adott anyagmennyiségű gáz nyomása, illetve térfogata és hőmérséklete közti egyenes arányosságot írta le:

$$\frac{p}{T} = \text{állandó} \quad (\text{ha } n \text{ és } V \text{ állandó}),$$

$$\frac{V}{T} = \text{állandó} \quad (\text{ha } n \text{ és } p \text{ állandó}).$$

A hőmérsékletet ezekbe az összefüggésekbe Kelvin-fokokban kell behelyettesíteni:

$$T(\text{K}) = 273 + t(^{\circ}\text{C}).$$

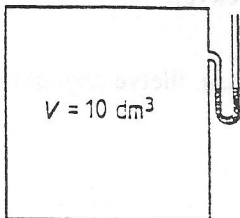
Nehézséget okoz a sokféle nyomásmértékegység használata. A nyomás SI-mértékegysége a pascal, jele Pa. A célszerűségi okokból bevezetett (pl. Hgmm, vízoszlop mm), illetve a hagyományos nyomásegységek átváltására tekintsünk néhány segítő példát: $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$,

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ torr} = 101\,325 \text{ Pa},$$

$$1 \text{ torr} = 1 \text{ mmHg} = 133,322 \text{ Pa},$$

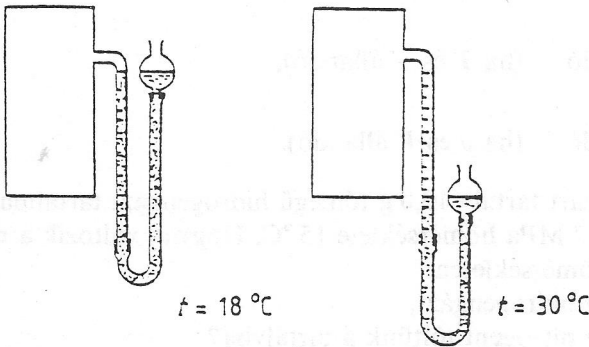
$$1 \text{ kp} \cdot \text{m}^{-2} = 1 \text{ mm vízoszlop} = 9,806\,65 \text{ Pa}.$$

- 1.564.A)** Meghatározott mennyiségű nitrogéngáz térfogata 0,0977 MPa nyomáson $32,0 \text{ cm}^3$. Mekkora térfogatú ez a gáz 0,1010 MPa nyomáson, ha a hőmérséklet változatlan?
- B)** Egy $10,1 \text{ MPa}$ nyomású gázzal töltött, 50 dm^3 térfogatú tartályt mekkora térfogatú „légüres” (elhanyagolhatóan kis nyomású) tartállyal kötöttünk össze, ha a két edényben a gáz közös nyomása ugyanazon a hőmérsékleten $0,505 \text{ MPa}$ lett?
- 565.A)** Zárt tartályban levő nitrogéngáz nyomása 50°C -on $101,0 \text{ kPa}$. Hány fokon lesz a nyomása $0,0707 \text{ MPa}$?
- B)** 10 m^3 -es tartály 25°C -on $2,5 \text{ MPa}$ nyomású hidrogéngázt tartalmaz. Mekkora hőmérsékletig melegedhet a tartály, ha $5,0 \text{ MPa}$ fölött a tartály már nem biztonságos? (A tartály hőtágulásából adódó térfogatváltozás elhanyagolható.)
- 566.A)** Hány fokra kell felmelegíteni állandó nyomáson 786 cm^3 0°C -os hidrogéngázt, hogy térfogata $1,000 \text{ dm}^3$ legyen?
- B)** Mekkora lesz annak a szén-dioxid-gáznak a térfogata, melynek 500 cm^3 -ét állandó nyomáson 20°C -ról 100°C -ra melegítjük?
- 2.567.A)** Az ábrán látható, 10 dm^3 -es tartályban hidrogéngáz van. Az 1 cm^2 belső keresztmetszetű manométerben lévő higanyszintek kiegyenlítettek, a légköri nyomás $96,0 \text{ kPa}$. Hogyan változik meg az edényben a nyomás, és mi történik a higanyal a manométerben, ha a gázt 25°C -ról 15°C -ra hűtjük? A légnyomás közben változatlan. (A manométer térfogata a tartály térfogatához képest elhanyagolható. Szintén elhanyagolhatjuk a higany párolgásából adódó nyomásváltozást.)



- B)** Hogyan változik meg az előző esetben a nyomás, ha a gázt 25°C -ról 35°C -ra melegítjük?

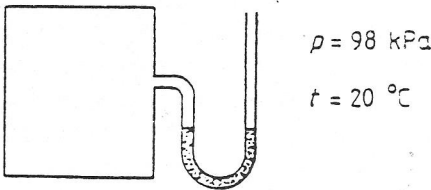
- 568.A) A következő ábrán látható tartályban és a hozzá kapcsolódó, 1 cm^2 belső keresztmetszetű, vizet tartalmazó bürettának a tartállyal kapcsolódó részében együttesen 200 cm^3 hidrogéngáz van. A hőmérséklet $18 \text{ }^\circ\text{C}$, a légnyomás $100,0 \text{ kPa}$. A gázbürettában a vízszintek kiegyenlítettek.



Hány cm^3 -t süllyed a gázbürettában a vízszint, ha a tartályban lévő gázt $30 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra melegítjük és ügyelünk arra is, hogy a gázbürettában továbbra is kiegyenlítettek legyenek a folyadékszintek? (A víz párolgásától eltekintünk és feltételezzük, hogy a bürettában lévő gáz is $30 \text{ }^\circ\text{C}$ -os.)

- B) Hogyan változna a bürettában a vízszint, ha $18 \text{ }^\circ\text{C}$ -ról $6 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtenénk a gázt?

- 569.A) Az ábrán látható tartályban 2 dm^3 $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -os gáz, a manométerben víz van, a vízszintek kiegyenlítettek. Hogyan változik meg a tartályban a nyomás és hogyan változnak meg a manométerben a folyadékszintek, ha az 1 cm^2 belső keresztmetszetű manométer szárába még 10 cm^3 desztillált vizet öntünk? A légnyomás $98,0 \text{ kPa}$.



- B) Mi történne, ha az előző berendezésben a manométer higanyt tartalmazna, és ebből öntenénk még 1 cm^3 -nyit a manométer nyitott szárába.

2. feladatsor: A gázok állapotjelzői és a gázok anyagmennyisége közti összefüggés

Avogadro törvénye szerint (I. I. fejezet 3. feladatsor) a gázok azonos térfogatai azonos hőmérsékleten és nyomáson azonos számú molekulát tartalmaznak. Könnyű belátni ebből, hogy két azonos hőmérsékletű és nyomású gáz közül a kétszer nagyobb térfogatú kétszeres anyagmennyiségű gázt tartalmaz, vagyis az egyenes arányosság matematikai formulája szerint:

$$\frac{n}{V} = \text{állandó} \quad (\text{ha } T \text{ és } p \text{ állandó}).$$

Hasonló módon lehet belátni a gázok anyagmennyisége és nyomása, illetve hőmérséklete közti összefüggéseket is:

$$\frac{n}{p} = \text{állandó} \quad (\text{ha } T \text{ és } V \text{ állandó}),$$

$$n \cdot T = \text{állandó} \quad (\text{ha } p \text{ és } V \text{ állandó}).$$

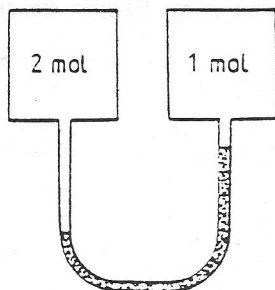
1.570.A) 1,00 dm³-es, zárt tartály 10,0 g tömegű hidrogéngázt tartalmaz, melynek nyomása 11,97 MPa hőmérséklete 15 °C. Hogyan változik a nyomás, ha változatlan hőmérsékleten:

a) még 10,0 g hidrogéngázt,

b) még 10,0 g nitrogént töltünk a tartályba?

B) 15 dm³-es tartályban 171,9 g tömegű klórgáz van. A hőmérséklet 25 °C, a gáz nyomása 400,0 kPa. Kémiai kísérlethez kiengedünk a tartályból 1,000 dm³ standardállapotú gázt. Hogyan változik meg a tartályban levő gáz nyomása?

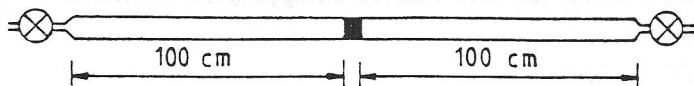
571.A) Az ábrán látható 27 °C-os berendezés egyik edényében 1,00 mol, a másikban 2,00 mol gáz van. A két edény térfogata azonos, a csövek keresztmetszete állandó. Hogyan kell megváltoztatni az egyik gáz hőmérsékletét – miközben a másikat változatlanul hagyjuk –, hogy a higanyszintek kiegyenlítődjenek? (A higany párolgásától eltekintünk.)



B) A fenti ábra szerinti két tartály – egy másik kísérletben – 1–1 mol oxigént tartalmaz. Az egyik tartály hőmérséklete +10 °C, a másiké –25 °C. Mekkora tömegű gázt kell kiengedni az egyik tartályból, hogy a higanyszintek kiegyenlítődjenek?

C) Két azonos térfogatú tartály egyike szén-monoxidot, a másik hidrogént tartalmaz. A szén-monoxidot tartalmazó tartály 52 °C-os, a hidrogént tartalmazó –23 °C-os. A nyomás azonos a két tartályban. Mekkora lesz a keletkező gázelegy hidrogéngázra vonatkoztatott sűrűsége, ha a két tartályt összekötő vékony, elhanyagolható térfogatú csövet kinyitjuk? (A keveredés során kémiai reakció nem következik be.)

- 572.A) Az alábbi ábrán látható 1 cm^2 belső keresztmetszetű üvegcsőben lévő gázteret higanycsepp választja ketté. A cső mindkét részében azonos hőmérsékletű és azonos anyagmennyiségű, $0,01 \text{ mol}$ hidrogéngáz van:



Hány mg hidrogént kell a jobb oldali térrészbe juttatni, hogy a higanycsepp 5 cm -rel elmozduljon?

- B) Hány cm-rel mozdul el a higanycsepp az eredeti állapothoz képest a fenti berendezésben, ha $1,00 \text{ g}$ cinkkel sósavból fejlesztett hidrogéngázt töltünk még a baloldali gázterbe?
- 573.A) Zárt tartály hidrogénből és oxigénből álló gázelegyet tartalmaz. A tartályban $110,0 \text{ kPa}$ nyomás uralkodik. Ha szikrával meggyújtjuk az elegyet, majd a reakció után a rendszert az eredeti hőmérsékletre hűtjük, akkor – a víz eltávolítása után – a nyomás $88,0 \text{ kPa}$ -ra csökken a tartályban. Számítsuk ki a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét!
- B) $101,0 \text{ kPa}$ nyomású oxigéngázban ultraibolya sugárzás hatására bekövetkező ózonképződés ($3 \text{ O}_2 = 2 \text{ O}_3$) miatt a nyomás változatlan hőmérsékleten mérve $98,0 \text{ kPa}$ -ra csökkent. Az oxigén hány %-a alakult ózonná, és milyen az elegy térfogatszázalékos összetétele?

3. feladatsor: A gáztörvények egyesítése

A Boyle–Mariotte- és a Gay-Lussac-törvények egyesítése során a

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{állandó} \quad (\text{ha } n \text{ állandó})$$

összefüggéshez jutunk. Ha tehát kiindulunk bármely p_0 , V_0 , T_0 állapotjelzőkkel jellemezhető gázból és V_1 térfogatúvá alakítjuk, miközben a hőmérséklete T_1 , nyomása pedig p_1 lesz, akkor igaz, hogy

$$(*) \frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1}$$

Ha közben a gáz anyagmennyisége is változik, a V_0 térfogathoz tartozónak n -szeresére, akkor

$$V'_0 = n \cdot V_0$$

összefüggés alapján az előbbi, (*)-gal jelölt egyenlőség csak akkor áll fenn, ha

$$\frac{p_0 \cdot n \cdot V_0}{T_0} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1}$$

Ha p_0 , V_0 és T_0 1 mol gáz állapotjelzői, akkor a belőlük képzett tört állandó (R : egyetemes gázállandó) és n az adott gáz anyagmennyisége:

$$n \cdot R = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1}$$

Ebből, a most már feleslegessé vált indexek elhagyásával és átrendezéssel adódik a jól ismert összefüggés:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Az egyetemes gázállandó értéke és mértékegysége:

$$R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} = 8,314 \frac{\text{kPa} \cdot \text{dm}^3}{\text{K} \cdot \text{mol}} = 8,314 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{K} \cdot \text{mol}}$$

Felhasználva az $n = \frac{m}{M}$ összefüggést (I. fejezet 1. feladatsor), a fenti egyenletet – szükség szerint – átalakíthatjuk:

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

Ebből az egyenletből egyszerű átrendezéssel a gáz moláris tömegét is kiszámíthatjuk, de számolhatunk gázsűrűséget $\left(\frac{m}{V}\right)$ vagy koncentrációt $\left(\frac{n}{V}\right)$ is.

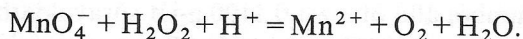
- 1.574.A)** Elpárologtatunk $0,50 \text{ cm}^3$, $3,12 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű brómot. Mekkora térfogatot tölt ez be
- $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -on, $101,3 \text{ kPa}$ nyomáson (standardállapot)?
 - $3 \text{ }^\circ\text{C}$ -on, $95,0 \text{ kPa}$ nyomáson?
- B)** Mekkora a nyomása egy $3,000 \text{ dm}^3$ -es tartályban lévő, $10,0 \text{ g}$ tömegű, $40 \text{ }^\circ\text{C}$ -os oxigéngáznak?
- 575.A)** Mekkora a metángáz sűrűsége $5 \text{ }^\circ\text{C}$ -on, 96 kPa nyomáson?
- Mekkora a hidrogéngáz sűrűsége $500 \text{ }^\circ\text{C}$ -on, $20,2 \text{ MPa}$ nyomáson?
 - Hogyan változik egy gáz sűrűsége, ha változatlan nyomáson a hőmérsékletét $50 \text{ }^\circ\text{C}$ -ról $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra emeljük?

A következő feladatokban a korábbi témakörök példatípusait találjuk, kiegészítve a gáztörvények alkalmazását igénylő rész kérdésekkel.

- 2.576.A)** Feleslegben lévő sósavba $2,00 \text{ g}$
- rezet,
 - cinket,
 - vasat dobunk.
- Melyik esetben hány cm^3 $18 \text{ }^\circ\text{C}$ -os, $0,099 \text{ MPa}$ nyomású hidrogéngáz fejlődik?
- B)** Nátrium-hidroxid-oldatot elektrolizálunk 2 A áramerősséggel, 1 óra n keresztül, grafit-elektrodok között. A keletkezett gázokat – szárítás után – $1,000 \text{ dm}^3$ -es „légüres” (elhanyagolhatóan kis nyomású) tartályba vezetjük. Mekkora ebben a nyomás, ha a hőmérséklet $22 \text{ }^\circ\text{C}$?

- 577.A)** Ismeretlen fém 0,2239 g-ját vízzel reagáltattak. Eközben 122,0 cm³ hidrogéngáz fejlődött. A laboratóriumban 21 °C volt. A légnyomás 112,0 kPa. Melyik fémről volt szó?
- B)** Cinkből és alumíniumból álló ötvözet 0,1190 g-ját sósavoldatban teljesen feloldjuk. Ekkor 119,0 cm³ 28 °C-os és 1050 hPa nyomású hidrogéngáz keletkezik. Mi volt az ötvözet tömegszázalékos összetétele? [$A_r(\text{Zn}) = 65,4$, $A_r(\text{Al}) = 27,0$.]
- 578.A)** Milyen hőmérsékleten lesz 2,0 MPa nyomású 1,5 kg hidrogéngáz egy 1,000 m³-es tartályban?
- B)** 1,000 m³-es tartály 15 MPa nyomást visel el. Milyen hőmérsékletre lehet felmelegíteni a tartályt, ha 10 kg hidrogént tartalmaz?
- C)** Ismeretlen C_xH_yO molekulaképletű, a vizsgálat hőmérsékletén gáz-halmazállapotú szerves vegyület 10,0 cm³-ét 50,0 cm³ azonos állapotú oxigéngázzal kevertünk össze és elégettük. A reakció lezajlása után megvártuk, hogy lecsapódjon a víz: 21,6 mg-ot mértünk. A kiindulási körülmények között a maradék gáz 40,0 cm³ térfogatú, melyet KOH-oldaton átvezetve a térfogat a felére csökken.
- a) Határozzuk meg a vegyület molekulaképletét!
- b) Hány fokon mértük a gáztérfogatot, ha tudjuk, hogy a gázok nyomása 101,3 kPa?
- c) Írjuk fel a vegyület valószínű szerkezetét, és adjuk meg a nevét!
- 579.A)** Melyik az az elemi gáz, amelyiknek 1,000 dm³-es térfogata 23 °C-on, 250 kPa nyomáson 3,2550 g tömegű?
- B)** Melyik az a telített, nyílt láncú szénhidrogén, ha 1,000 g-jának gőze 150 °C-on, 108 kPa nyomáson 378,6 cm³ térfogatú?
- C)** Ismeretlen, közönséges körülmények között folyékony szénhidrogén 1,000 g-os részleteit vizsgálták:
- a) az első részletet elégetve 3,38 g szén-dioxidot és 0,690 g vizet kaptak.
- b) a második részlet 48,08 cm³ 0,200 mol/dm³-es brómoldatot addicionált.
- c) a harmadik részletet elpárologtatva 200 °C-on, 101,0 kPa nyomáson 373,9 cm³ térfogatot töltött be.
- Mi a szénhidrogén összegképlete, konstitúciója és neve?
- 580.A)** Melyik az az elemi gáz, amelyiknek sűrűsége 15 °C hőmérsékleten és 96 kPa nyomáson 1,283 g/dm³?
- B)** Metán-propán gázelegy sűrűsége 17 °C hőmérsékleten és 1020 hPa nyomáson 1,269 g/dm³. Határozzuk meg a gázelegy térfogatszázalékos összetételét!
- C)** 1,8635 g/dm³ sűrűségű, 15 °C-os, 97,0 kPa nyomású propán-bután gázelegyet feleslegben vett, 21 V/V% O₂- és 79 V/V% N₂-t tartalmazó levegővel keverve elégettünk. A keletkező száraz füstgáz összetétele: 17,53 V/V% CO₂, 4,38 V/V% O₂, 78,08 V/V% N₂.
Hány %-os levegőfeleslegét alkalmaztunk?
- 581.A)** 3 dm³ 20 °C hőmérsékletű, 1,218 · 10⁵ Pa nyomású dihidrogén-szulfid-gáz előállításához mekkora tömegű 80 m/m% tisztaságú vas(II)-szulfidra van szükség?

- B)** Mekkora térfogatú 18 °C-os, 98,0 kPa nyomású oxigéngázt állíthatunk elő 100 g 40 m/m%-os hidrogén-peroxid-oldatból kálium-permanganáttal, savas közegben, az alábbi, kiegészítendő egyenlet szerint?



- 582.A)** 5,00 dm³-es tartály, melyben 25 °C-on 3,00 · 10⁶ Pa nyomású oxigéngáz volt, kilyukadt. Mire a gáz szivárgását megszüntették, tömege 66,0 g-mal csökkent. Mekkora a megmaradt gáz nyomása 25 °C-on?

- B)** 1,00 m³-es tartály 25 °C-on 2,50 MPa nyomású oxigéngázt tartalmaz. A tartály használata 5,00 MPa felett már nem biztonságos. Mekkora tömegű oxigént kell kiengedni, hogy a tartály a 400 °C-os hőmérsékletet is elviselje?

- 583.A)** Az $x\text{MgCO}_3 \cdot y\text{Mg(OH)}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ összetételű bázisos magnézium-karbonát összetételének meghatározására a következő kísérletet végeztük el: 1,0000 g vegyületet 20,00 cm³ 2,047 mol/dm³-es sósavban oldottunk, majd az elegyet 100,0 cm³-es mérőlombikban desztillált vízzel jelig töltöttük és jól összeráztuk. Ebből a törzsoldatból 10,00 cm³-es részleteket 0,0973 mol/dm³-es NaOH-oldattal metilnarancs indikátor mellett megtitráltunk: átlagosan 20,92 cm³ lúgoldat fogyott.

Újabb, 0,8429 g-os mintát fölös mennyiségű sósavban oldottuk és mértük az így keletkezett szén-dioxid mennyiségét: ez 22,5 °C-on és 102,9 kPa nyomáson 165,7 cm³-nek adódott. Számítsuk ki a bázisos magnézium-karbonát képletét!

- B)** Szenet, hidrogént és klórt tartalmazó, illékony vegyület 0,2200 g-ját oxigénben elégetve 0,1956 g szén-dioxidot és 0,0800 g vizet kapunk. A vegyület 0,1098 g-nyi mennyiségét elpárologtatva 135 °C-on, 102,2 kPa nyomáson 36,81 cm³ térfogatot tölt be.

Mi a vegyület képlete és mi lehet a neve?

- 584.A)** 250,0 cm³-es zárt tartályban lévő, 21 °C-os, 100,0 kPa nyomású ismeretlen szénhidrogéngázhoz annyi oxigéngázt töltünk, hogy a nyomás, változatlan hőmérsékleten 650,0 kPa legyen. Ezután szikrával meggyújtjuk az elegyet. A reakció után a tartályban lévő gázok nyomása 200 °C-on 1206,6 kPa. Ha a gázelegyet tömény kénsavoldaton vezetjük át, a maradék gáz az eredeti edénybe visszavezetve, 21 °C-ra hűtve, 350,0 kPa nyomást gyakorol a tartály falára. Ha ezt a gázelegyet NaOH-ot tartalmazó csövön vezetjük át, akkor 125,0 cm³, 21 °C-os, 100,0 kPa nyomású gáz marad vissza.

Állapítsuk meg a szerves vegyület képletét, az elégetett minta tömegét és az oxigénfelesleget!

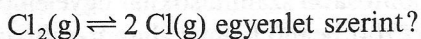
- B)** Zárt, 200,0 cm³-es tartályban lévő 27 °C-os, 250,0 kPa nyomású oxigéngázba bizonyos mennyiségű, cseppfolyós, szenet, hidrogént és oxigént tartalmazó szerves vegyületet fecskendezünk, majd meggyújtva tökéletesen elégetjük. A reakció lejátszódása után a tartályban lévő gáz nyomása 200 °C-on 590,8 kPa. Tömény kénsavon átvezetve, a száraz gáz nyomása az eredeti, 200,0 cm³-es tartályban, 27 °C-on 187,6 kPa lesz. Ha ezt a

gázelegyet NaOH-oldaton vezetjük át, 124,3 cm³ térfogatú, 101,3 kPa nyomású, 27 °C-os gáz marad vissza.

Állapítsuk meg a szerves vegyület képletét, az elégetett minta tömegét és az oxigénfelesleget!

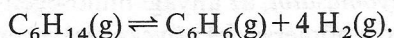
585.A) 1,00 dm³-es zárt tartályban standardállapotú klórgáz van. Ha a tartályt 1727 °C-ra melegítjük, akkor a nyomás 101,3 kPa-ról 770,0 kPa-ra nő.

a) A klórmolekulák hány %-a disszociált 1727 °C-on a



b) Mekkora 1727 °C-on a klór disszociációállandója?

B) A hexán termikus disszociációja:



Számítsuk ki az egyensúlyi koncentrációkat és az egyensúlyi állandót 1000 K-en, ha ezen a hőmérsékleten, 80,0%-os disszociáció mellett az egyensúlyi össznyomás 15,76 MPa!

3.586.A) Egy 10,0 dm³-es és egy 30,0 dm³-es gáztartályt vékony, csappal ellátott cső köt össze. A 10,0 dm³-es tartályban 0,505 MPa nyomású, a 30,0 dm³-es tartályban 6,06 MPa nyomású nitrogéngáz van. A két tartály hőmérséklete azonos. Számítsuk ki, mekkora lesz a két edényben a nyomás, ha a csapot kinyitjuk! A hőmérséklet változatlan.

B) Mekkora nyomás uralkodott abban a 2,00 dm³-es, oxigént tartalmazó tartályban, melyet egy 3,00 dm³-es, 0,303 MPa nyomású, nitrogént tartalmazó tartállyal összekötve a kialakuló közös nyomás 0,202 MPa lett?

A hőmérséklet változatlan.

587.A) Két azonos térfogatú tartályt vékony cső köt össze. A két tartály összesen 4,0 mol gázt tartalmaz.

a) Hány mol gáz lesz az egyik, illetve a másik edényben, ha az egyiket 0 °C-ra hűtjük, a másikat pedig 100 °C-ra melegítjük?

b) Mekkora a nyomás a tartályokban kiinduláskor (25 °C), és mekkora a fenti állapotban, ha tudjuk, hogy egy-egy tartály 10 dm³-es? (Az összekötőcső térfogata elhanyagolhatóan kicsi.)

B) Egy 18 dm³-es és egy 4 dm³-es edényt vékony cső köt össze. Az edények összesen 3,4 mol metánt tartalmaznak. Mekkora lesz a nyomás, ha a nagyobb edényt 20 °C-on, a kisebbiket 100 °C-on tartjuk?

4.588.A) 15,5 dm³-es gázipalackban 10,0 kg tiszta szén-dioxid van. Ennek hány %-a van cseppfolyós halmazállapotban 20 °C-on, ha ezen a hőmérsékleten a szén-dioxid telített gőznyomása (tenziója) 5,85 MPa, a folyékony szén-dioxid sűrűsége 0,77 kg/dm³?

B) 20,0 dm³-es gázipalackban lévő 7,0 kg tiszta kén-dioxidnak hány %-a van cseppfolyós halmazállapotban 20 °C-on, ha ezen a hőmérsékleten a kén-dioxid tenziója 0,63 MPa, a cseppfolyós kén-dioxid sűrűsége pedig 1,38 kg/dm³?

4. feladatsor: A gázelegyek összetétele; parciális nyomás; tenzió

A gázelegyek összetételét jellemezhetjük a komponensek parciális nyomásával. A *parciális nyomás* az a nyomás, amit az *adott gázkomponens* akkor fejtene ki a tartály falára, ha *egyedül töltené ki a gáztér*. Mivel a gázok nyomása a molekulák számával (azaz az anyagmennyiségükkel) egyenesen arányos, a parciális nyomás *kiszámítható az össznyomásból az $n/n\%$ -os, illetve a $V/V\%$ -os összetétel ismeretében*.

Ha egy gáz más halmazállapotú anyaggal (folyadékkal vagy könnyen szublimáló szilárd anyaggal) áll érintkezésben, pontosabb számításoknál figyelembe kell venni a folyadék (szilárd anyag) és a gáztér között beálló halmazállapot-változási egyensúlyt is. A telített gőz nyomását, mely *adott hőmérsékleten* a folyadék és a gáztér (gőztér) között beálló egyensúlyra jellemző parciális nyomás, *tenzió*nak nevezzük.

Ez független a gázelegy aktuális össznyomásától, az anyagi minőségen kívül csak a hőmérséklet befolyásolja értékét. (A tenzió a hőmérséklet növekedésével exponenciálisan növekedik, és a folyadék forráspontján éri el a légköri nyomás értékét. Ezen a hőmérsékleten már a folyadék belsejében is keletkeznek gőzbuborékok.)

1.589.A) Számítsuk ki a 96,00 kPa nyomású, 23 °C-os levegőben az egyes komponensek parciális nyomását! A levegő térfogatszázalékos összetétele: 20,99% O₂, 78,03% N₂, 0,03% CO₂, 0,94% Ar.

B) A periódusos rendszerben két egymást követő rendszámú elem (mindkettő gáz-halmazállapotú közönséges körülmények között) elegyének 1021 hPa nyomású, 35 °C-os elegye 0,9968 g/dm³ sűrűségű. Melyik két gáz alkotta az elegyet és mi a komponensek parciális nyomása?

C) Standardállapotú, nitrogént, hidrogént és ammóniát tartalmazó gázelegyben a nitrogén : hidrogén parciálisnyomás-aránya 1 : 3. A gázelegy levegőre vonatkoztatott sűrűsége 0,5276.

Számítsuk ki az egyes gázkomponensek parciális nyomását!

(A levegő átlagos moláris tömege 29 g/mol.)

2.590.A) Az 1,000 dm³ térfogatú szódásüvegben 900 cm³ víz, felette 1,013 · 10⁵ Pa nyomású levegő van. A rendszer hőmérséklete 17 °C. 34,20 g össztömegű patronból a szén-dioxid-gázt a szódásüvegbe engedve, a patron tömege 29,80 g-ra csökken. Az egyensúly beállta után a szódásüvegben a gázelegy nyomása 1,317 · 10⁵ Pa.

a) Mekkora a szén-dioxid parciális nyomása a légtérben?

b) A szén-dioxid hány %-a oldódott a szódavíz készítése során?

Számításainkban a patron térfogatától és a víz tenziójától tekintünk el!

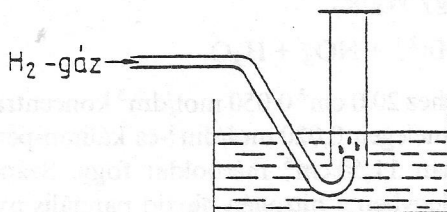
B) 2,00 dm³-es zárt tartályban, mely előzőleg normálállapotú levegőt tartalmazott, szárazjeget szublimáltattunk el. (A szárazjég térfogata a gáztérhez képest elhanyagolható.)

Mekkora tömegű szárazjeget szublimáltattunk el, ha megvárva, hogy visszaálljon az eredeti hőmérséklet, a nyomás 250 kPa lett?

591.A) Standard nyomású, száraz levegőt tartalmazó, 1,000 dm³-es, zárt tartályba 250 cm³ desztillált vizet fecskendezünk úgy, hogy közben levegő nem távozik a tartályból. Számítsuk ki, mekkora nyomás uralkodik a tartályban, egyensúlyban, 20 °C-on, ha ezen a hőmérsékleten a víz tenziója 2,3 kPa.

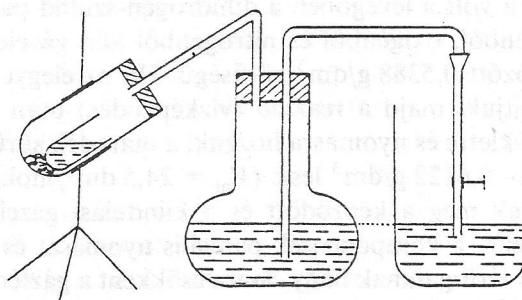
B) $1,00 \text{ dm}^3$ -es $98,0 \text{ kPa}$ nyomású, $20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ -os levegőt tartalmazó edénybe hirtelen kevés etilacetátot öntünk, majd az edényt gyorsan lezárjuk. Mekkora nyomás alakul ki az edényben, ha nem párolog el az összes észter? Az etil-acetát tenziója ezen a hőmérsékleten $9,7 \text{ kPa}$. (A folyadékfázisú etil-acetát térfogata elhanyagolható a gáztérfogathoz képest.)

592.A) $100,0 \text{ cm}^3$ standardállapotú hidrogéngázt állítunk elő, és az alábbi módon, víz alatt fogjuk fel.



Mekkora gáztérfogatot olvasunk le $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -on, standard légköri nyomásnál, ha ügyelünk, hogy a felfogó üveghengert a térfogat leolvasásánál úgy tartjuk, hogy a vízszintek kiegyenlítettek legyenek? A víz tenziója $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $3,2 \text{ kPa}$.

B) Ismeretlen fém atomtömegét határozzuk meg az alábbi berendezés segítségével:



Az ábrán látható nagy kémcsőbe $0,5045 \text{ g}$ fémot mérünk, majd a nagy kémcső megdöntésével a kis kémcsőben lévő sósavoldatot a fémre öntjük. A reakció befejeztével és az eredeti hőmérséklet visszaállítása után elzárjuk a lombikból a főzőpohárba vezető csövet, ügyelve arra, hogy közben a lombikban és a főzőpohárban lévő desztillált víz szintje megegyezzen. A főzőpohárba került víz tömegéből megállapítható volt, hogy a fejlődött gáz $526,2 \text{ cm}^3$ desztillált vizet szorított ki.

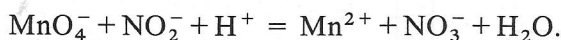
Számítsuk ki a fém atomtömegét!

A laboratóriumban a hőmérséklet $27 \text{ }^\circ\text{C}$, a légnyomás $102,0 \text{ kPa}$ volt. $27,0 \text{ }^\circ\text{C}$ -on a víz tenziója $3,6 \text{ kPa}$.

593.A) $7,00 \text{ dm}^3$ -es edény $0,40 \text{ g}$ hidrogént és $3,15 \text{ g}$ nitrogént tartalmaz $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -on. Mennyi az elegy össznyomása, mekkorák a parciális nyomások? Határozzuk meg az elegy térfogat%-os összetételét!

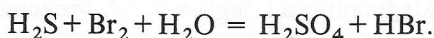
B) Határozzuk meg annak a gázelegynek a térfogat%-os összetételét, össznyomását és a komponensek parciális nyomását $10\text{ }^\circ\text{C}$ -on, melynek sűrűsége $2,00\text{ g/dm}^3$ és $50\text{--}50\text{ m/m}\%$ O_2 -t, illetve H_2 -t tartalmaz!

594.A) Nitrogén-dioxiddal szennyezett nitrogén-monoxid-gáz standardállapotú $1,000\text{ dm}^3$ -ét – oxigénmentes térben – NaOH -oldattal rázunk össze, majd az oldatot 100 cm^3 -re egészítjük ki. Az így keletkezett oldat $10,00\text{ cm}^3$ -éhez $20,00\text{ cm}^3$ $0,020\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kálium-permanganát-oldatot és kb. 15 cm^3 1 mol/dm^3 -es kénsavoldatot öntünk. Ekkor a következő, kiegészítendő reakció megy végbe:



Várakozás után a rendszerhez $20,0\text{ cm}^3$ $0,050\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oxálsavoldatot öntünk, majd melegen $0,020\text{ mol/dm}^3$ -es kálium-permanganát-oldattal titráljuk: átlagosan $11,50\text{ cm}^3$ mérőoldat fogy. Számítsuk ki a kiindulási nitrogén-oxid-elegyben a nitrogén-dioxid parciális nyomását!

B) Dihidrogén-szulfidot tartalmazó levegő standardállapotú $1,000\text{ m}^3$ -ét brómos vízbe vezették. Itt a következő, kiegészítendő egyenlet szerinti reakció játszódott le:



A feleslegben maradt bróm eltávolítása után a keletkezett savakat az oldat tizedrészében $11,20\text{ cm}^3$ $0,100\text{ mol/dm}^3$ -es NaOH -oldat semlegesítette. Mekkora volt a levegőben a dihidrogén-szulfid parciális nyomása?

595.A) Hidrogénből, oxigénből és nitrogénből álló gázelegy standard körülmények között $0,5388\text{ g/dm}^3$ sűrűségű. Ha az elegyet elektromos szikrával meggyújtjuk, majd a reakció (vízképződés) után a rendszert az eredeti hőmérsékletre és nyomásra hozzuk, a maradék sűrűsége – a víz eltávolítása után – $0,6122\text{ g/dm}^3$ lesz. ($V_m = 24,5\text{ dm}^3/\text{mol}$.)

Állapítsuk meg a képződött és a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét, a komponensek parciális nyomását és azt, hogy a kiindulási gázelegy térfogatának hány %-ára csökkent a gáztérfogat a reakció végére!

B) Metánt, oxigént és szén-monoxidot tartalmazó gázelegy térfogata normálállapotban 1100 cm^3 . A gázelegyen szikrát üttetünk át. A vízgőz lecsapódása után a szárított gázelegy térfogata normálállapotban 525 cm^3 , benne a szén-dioxid parciális nyomása $77,2\text{ kPa}$, az oxigéné $24,1\text{ kPa}$. Határozzuk meg a kiindulási elegyben a komponensek parciális nyomását!

3.596.A) $1,000\text{ dm}^3$ -es edény hidrogént, oxigént és nitrogént tartalmaz, melyben a hidrogén és az oxigén parciális nyomása megegyezik. Az elegy sűrűsége $22\text{ }^\circ\text{C}$ -on, $102,0\text{ kPa}$ nyomáson $1,120\text{ g/dm}^3$.

Mi a gázelegy térfogatszázalékos összetétele és a komponensek parciális nyomása?

A gázelegyen szikrát üttetünk át, majd a $2\text{ H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{ H}_2\text{O}$ reakció lejátszódása után a hőmérsékletet az eredeti $22\text{ }^\circ\text{C}$ -ra állítjuk vissza. Mekkora lesz a nyomás a tartályban? A víz tenziója $22\text{ }^\circ\text{C}$ -on $2,7\text{ kPa}$.

(A lecsapódó víz térfogatát elhanyagolhatjuk.)

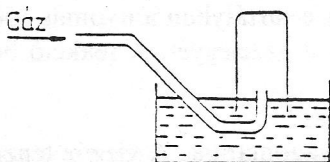
B) $0,8590 \text{ g/dm}^3$ sűrűségű, normálállapotú hidrogén-klór gázelegyet felrobantunk. A reakció után a gázelegyet vízben buborékoltatjuk át és többszöri mosás után a vízgőzzel telített gázt az eredeti tartályba töltjük vissza. Mekkora lesz ekkor a tartályban a gáz nyomása? A víz tenziója 0°C -on $0,60 \text{ kPa}$.

597.A) $120,00 \text{ g}$ $5,00 \text{ m/m}\%$ -os nátrium-szulfát-oldatot elektrolizálunk 5 A áramerősséggel $0,5$ óráig.

a) Mekkora térfogatú lenne a fejlődő gázok elegye standard körülmények között?

b) Hogyan változott meg az oldat összetétele?

c) A fejlődő gázokat a valóságban víz fölött fogjuk föl – ügyelve, hogy a vízszintek kiegyenlítettek legyenek a leolvasásnál. Mekkora térfogatú a gázelegy és milyen az egyes komponensek parciális nyomása, ha a hőmérséklet 22°C , a légnyomás $98,0 \text{ kPa}$ és a víz tenziója ezen a hőmérsékleten $2,7 \text{ kPa}$.



B) Egy tartály sósavoldat elektrolíziséből származó, szárított hidrogén-klór elegyét, valamint argongázt tartalmaz. A tartály térfogata, $1,000 \text{ dm}^3$, hőmérséklete 22°C , nyomása 200 kPa . A tartályban elektromos szikrával megindítjuk a reakciót, majd a folyamat befejeztével a rendszert az eredeti hőmérsékletre hűtjük.

a) Nő, csökken vagy változatlan ekkor a nyomás a kiindulási állapothoz képest?

A gázelegyet ezután vízben buborékoltatjuk át, és többszöri desztillált vizes mosás után víz felett fogjuk fel. A gáz térfogata 22°C -on, 100 kPa légköri nyomáson $1,646 \text{ dm}^3$. A víz tenziója ezen a hőmérsékleten $2,7 \text{ kPa}$.

b) Milyen az egyes komponensek parciális nyomása a víz felett felfogott gázban?

c) Mi volt a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetétele és benne az egyes komponensek parciális nyomása?

d) Mennyi ideig kellett a sósavoldatot elektrolizálni 2 A áramerősséggel, hogy a kiindulási gázelegy megfelelő komponenseit előállíthassuk?

4.598.

20 km^2 területű város húszezer lakásában lakásonként egyidejűleg $20\text{--}20 \text{ kg}$ szénét égettek el ugyanabból a fajtából, melynek éghető kéntartalma $2 \text{ m/m}\%$. Az égéstermék a város feletti 100 m vastagságú légrétegében maradt, mely 10°C hőmérsékletű volt, s vízgőzzel telített. Mi lesz a lehulló harmat kénsav-koncentrációja, ha 1°C -ra hűl le a levegő, s az egész kén-dioxid-mennyiség a lecsapódó harmatba kerül és oxidálódik?

Mennyi kénsav lepi el a várost?

A telített vízgőz nyomása $10\text{ }^\circ\text{C}$ -on: $1,23\text{ kPa}$,

$1\text{ }^\circ\text{C}$ -on: $0,66\text{ kPa}$.

599.A) Ha $10,0\text{ m}^3$ $25\text{ }^\circ\text{C}$ -os, CH_2Cl_2 -dal telített, 100 kPa nyomású levegőt állandó nyomáson $-10\text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtünk, a CH_2Cl_2 egy része kondenzál. Hány kg cseppfolyós CH_2Cl_2 -ot kapunk, ha ennek tenziója $25\text{ }^\circ\text{C}$ -on $57,2\text{ kPa}$, $-10\text{ }^\circ\text{C}$ -on $11,3\text{ kPa}$? Mekkora lesz a gázfázis térfogata?

B) Hány %-a csapódik le az acetonnak akkor, ha $40\text{ }^\circ\text{C}$ -on acetonnal telített levegőt $+5\text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtünk le állandó nyomáson? Hogyan változik eközben ennek a levegőnek a térfogata? A légnyomás $101,3\text{ kPa}$.

Az aceton tenziója $40\text{ }^\circ\text{C}$ -on $56,2\text{ kPa}$,

$5\text{ }^\circ\text{C}$ -on $11,9\text{ kPa}$.

Ellenőrző feladatsor XIV.

(Elektrokémia, gáztörvények)

1. Zárt, $1,000\text{ dm}^3$ -es edény $25\text{ }^\circ\text{C}$ -os, 100 kPa nyomású oxigéngázt tartalmaz. Az edénybe annyi hidrogéngázt töltünk, hogy a tartályban a nyomás 150 kPa legyen. Ezután elektromos szikrával meggyújtjuk a gázelegyet. A reakció befejeztével az edényt ismét lehűtjük $25\text{ }^\circ\text{C}$ -ra.

Mekkora lesz akkor az edényben a nyomás?

(A lecsapódó víz csekély térfogatát elhanyagolhatjuk. A vízgőz tenziója $25\text{ }^\circ\text{C}$ -on $3,17\text{ kPa}$.)

5 pont

2. $67,96\text{ g}$ ezüst-nitrátból oldatot készítettünk. Ennek 100 cm^3 -ét 1 óra n keresztül 2 A hasznos áramerősséggel elektrolizáltuk. A folyamat teljes időtartama alatt a katódon gázfejlődés nem volt tapasztalható. Ugyanebbe a megmaradt, elektrolizált oldatba – feleslegben – rézforgácsot szór.

A szilárd anyag tömege a reakció után $1,93\text{ g}$ -mal nagyobb lett.

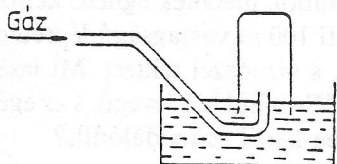
Határozzuk meg az ezüst-nitrát-oldat koncentrációját, az elektrolízis során fejlődött gáz standard térfogatát és azt, hogy mekkora térfogatú oldatot készítettünk a $67,96\text{ g}$ ezüst-nitrátból!

$[A_r(\text{Cu}) = 63,5 \quad A_r(\text{Ag}) = 107,9, \quad A_r(\text{O}) = 16,0, \quad A_r(\text{N}) = 14,0;$

$\varepsilon^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,799\text{ V}, \quad \varepsilon^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,345\text{ V}.]$

10 pont

3. $5\text{ tömeg}\%$ -os réz(II)-szulfát-oldatot elektrolizálunk grafitelektródok között, 2 A áramerősséggel. Az anódon fejlődő gázt víz alatt fogjuk fel az ábrán látható berendezésben. A fejlődő gáz térfogata $17\text{ }^\circ\text{C}$ -on, $98,0\text{ kPa}$ légnyomás mellett $1,000\text{ dm}^3$. (A vízgőz tenziója $17\text{ }^\circ\text{C}$ -on $1,95\text{ kPa}$.) Eközben az oldat tömeg%-os réz(II)-szulfát-tartalma a felére csökkent.



a) Mennyi ideig tartott az elektrolízis?

b) Mekkora tömegű réz(II)-szulfát-oldatot elektrolizáltunk?

$[A_r(\text{Cu}) = 63,5.]$

10 pont

4. Acetont égettünk el oxigénfeleslegben. Az 500 °C-os, 270 kPa nyomású forró gáz-elegy, mely a keletkezett szén-dioxid és a vízgőz mellett a maradék oxigént is tartalmazza, 1,313 g/dm³ sűrűségű. Mekkora tömegű acetont égettünk el az 500 cm³-es térfogatú tartályban? Hány %-os oxigénfelesleget alkalmaztunk?

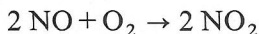
10 pont

5. 5,0 dm³-es kuktába 20 °C-on, 101,3 kPa légköri nyomáson 0,2 dm³ vizet öntünk, az edényt gyorsan lezárjuk, majd 100 °C-ra melegítjük. Mekkora a nyomás az edényben? Milyen a 100 °C-os gáztér V/V%-os összetétele? Mekkora a folyadékfázis térfogata? Számításainknál megengedhető elhanyagolásokkal élhetünk. (A levegő kezdetben száraz, 21 V/V% O₂-t és 79 V/V% N₂-t tartalmaz. A víz sűrűsége 20 °C-on 0,998 g/cm³, 100 °C-on 0,958 g/cm³.)

15 pont

Ellenőrző feladatsor XV.

1. Mekkora lesz a nyomás, ha az alábbi tartályt két részre osztó válaszfal eltávolítása után a következő kémiai reakció játszódik le:



V	2 V
NO	O ₂
100 kPa	100 kPa

Mekkora lesz a keletkező gázelegyben az egyes komponensek parciális nyomása és mekkora lesz a gázelegy sűrűsége? (A hőmérséklet állandó: 100 °C. Tekintsük úgy, hogy a megadott reakció teljesen végbemegy, és hanyagoljuk el a nitrogén-dioxid esetleges dimerizálódását is!)

10 pont

2. 100 kA áramerősséggel történő timfölelektrolízis közben 1 tonna alumínium képződött, és közben az anód tömege 420 kg-mal csökkent.

a) Mennyi ideig tartott az elektrolízis?

b) Határozzuk meg az anódon képződött szén-monoxid–szén-dioxid gázelegy térfogat%-os összetételét!

10 pont

3. Mennyi ideig kell 2 A áramerősséggel 200 g 10,0 tömeg%-os réz(II)-klorid-oldatot elektrolizálni, hogy az oldat tömeg%-os réz-klorid-tartalma a felére csökkenjen? Mekkora tömegű réz és mekkora térfogatú, standardállapotú gáz fejlődik eközben?

10 pont

4. Egy oldat ezüst-szulfátot és réz(II)-szulfátot tartalmaz, ismeretlen koncentrációban. Az oldat 250 cm³-ébe – feleslegben – vasforgácsot szórva a reakció befejeztével

a szilárd fém tömege 477,5 mg-mal nagyobb, mint kezdetben volt. A kiindulási oldat másik 250 cm^3 -éből a fémionokat elektrolízissel választjuk le: ehhez 2412 C töltésre van szükség. Hány mol/dm^3 ezüst-szulfátot, illetve réz(II)-szulfátot tartalmazott az oldat?

(Atomtömegek: Fe – 55,8, Ag – 108, Cu – 63,5)

10 pont

5. Mennyi ideig kell elektrolizálni nátrium-szulfát-oldatot (grafitelektrodok között), ha 100 dm^3 standardállapotú durranógázt akarunk előállítani? Az elektrolizáló áramerősség 5 A. Mekkora tömegű 5,0 tömeg%-os nátrium-szulfát-oldatot kezdtünk elektrolizálni, ha a folyamat végére az oldat sótartalma, 8,0 tömeg%-ra növekedett?

10 pont

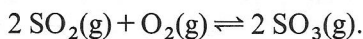
III. KÉMIAI EGYENSÚLYOK

A) HOMOGEN (GÁZ)EGYENSÚLYOK

A feladatsorok megoldása előtt ismételjük át az I. fejezet 22. és 23. és a II. fejezet A/7. feladatsorát!

1. feladatsor: A kémiai egyensúly kialakulása és megzavarása I.

1.600.A) Tekintsük az alábbi, egyensúlyra vezető folyamatot!



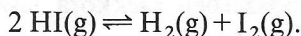
3,00 dm³-es tartályban adott T hőmérsékleten a következő anyagmennyiségek vannak a gázelegyenben:

	$n(\text{SO}_2)$	$n(\text{O}_2)$	$n(\text{SO}_3)$
kiindulás:	1,00 mol	0,25 mol	–
egyensúly:	0,05 mol

a) Számítsuk ki a hiányzó adatokat és határozzuk meg, hány %-os a kén-dioxid, illetve az oxigén átalakulása!

b) Mekkora – adott T hőmérsékleten – a folyamat egyensúlyi állandója?

B) Tekintsük az alábbi, egyensúlyra vezető folyamatot!



13,00 dm³-es tartályban, adott T hőmérsékleten az alábbi anyagmennyiségek ismertek:

	$n(\text{HI})$	$n(\text{H}_2)$	$n(\text{I}_2)$
kiindulás:	3,0 mol	1,0 mol	–
egyensúly:	1,4 mol

a) Határozzuk meg a hiányzó adatokat és az egyensúlyi koncentrációkat!

b) Mekkora – az adott T hőmérsékleten – a folyamat egyensúlyi állandója?

601.A) Mekkora 3000 °C-on a $2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ folyamat egyensúlyi állandója, ha egy 50 dm³-es, zárt edényben 10,9 g vizet hevítve a fenti hőfokon 10%-os disszociáció következik be?

B) 250 cm³-es, zárt edénybe 0,4970 g jódot mérünk, majd 1200 °C-ra hevítjük. Ezen a hőmérsékleten a $\text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{I}(\text{g})$ folyamat szerint a jódmolekulák 41,5%-a disszociál. Számítsuk ki az egyensúlyi állandót!

2.602.A) $897\text{ }^\circ\text{C}$ -on a $2\text{ SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{ SO}_3(\text{g})$ egyenlet szerinti egyensúlyi folyamatban az egyensúlyi koncentrációk a következők:

$$[\text{SO}_2]_e = [\text{SO}_3]_e = 1,63 \cdot 10^{-1} \text{ mol/dm}^3, \quad [\text{O}_2]_e = 8,15 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3.$$

- Mekkora $897\text{ }^\circ\text{C}$ -on a folyamat egyensúlyi állandója?
- Milyenek voltak a kiindulási SO_2 - és O_2 -koncentrációk és hány %-os volt az átalakulás?
- 5 dm^3 -es tartályba tiszta kén-trioxidot töltünk, majd a rendszert $897\text{ }^\circ\text{C}$ -ra melegítjük. Hány mol kén-trioxidot tartalmazott eredetileg a tartály, ha annak $2/3$ -a disszociált egyensúlyig?
- Lehet-e olyan eset zárt tartályban, $897\text{ }^\circ\text{C}$ -on, hogy egyensúlyi rendszerben mindhárom komponens koncentrációja azonos? Hogyan lehet ezt a legkevesebb fajta anyag felhasználásával előállítani?

B) $527\text{ }^\circ\text{C}$ -on a $\text{C}_6\text{H}_{12}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6(\text{g}) + 3\text{ H}_2(\text{g})$ egyenlet szerinti egyensúlyi folyamatban az egyensúlyi koncentrációk:

$$[\text{C}_6\text{H}_{12}]_e = 1,000 \text{ mol/dm}^3, \quad [\text{C}_6\text{H}_6]_e = 0,768 \text{ mol/dm}^3, \\ [\text{H}_2]_e = 2,304 \text{ mol/dm}^3.$$

- Mekkora $527\text{ }^\circ\text{C}$ -on a folyamat egyensúlyi állandója?
- A kiindulási ciklohexán hány %-a disszociált?
- Lehet-e olyan eset zárt rendszerben, $527\text{ }^\circ\text{C}$ -on, hogy egyensúlyban mindegyik gázkomponens koncentrációja azonos? Hogyan lehetne ezt az állapotot a lehető legkevesebb fajta anyag felhasználásával előállítani?

3.603.A) A $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ folyamat egyensúlyi állandója $830\text{ }^\circ\text{C}$ -on: $K = 1,00$.

- Kísérletünkben egy tartályt szén-dioxiddal és hidrogéngázzal töltötünk meg $0,5 - 0,5\text{ mol/dm}^3$ koncentrációban. Számítsuk ki, hogy a $830\text{ }^\circ\text{C}$ -on kialakuló egyensúlyi rendszerben mekkora lesz az egyes komponensek koncentrációja!
- Számítsuk ki azt is, hogy milyen arányban kell összekeverni szén-dioxidot és hidrogént, hogy a szén-dioxid 90% -a átalakuljon egyensúlyig!

B) Az etanol + ecetsav \rightleftharpoons etil-acetát + víz folyamat egyensúlyi állandója $25\text{ }^\circ\text{C}$ -on: $K = 4,00$.

- $1-1\text{ mol}$ etanol és ecetsav reakciójakor hány %-os átalakulást tapasztalunk?
- $50-50\text{ g}$ etanolt és ecetsavat elegyítve mekkora tömegű etil-acetát keletkezik az egyensúly beálltáig?
- Milyen tömegarányban kell az etanolt és az ecetsavat alkalmazni, hogy az etanol 90% -a átalakuljon?

(A reakció során bekövetkező térfogatváltozás elhanyagolható.)

604.A) Hány g nitrozil-bromidot (NOBr) kell 10 dm^3 -es, zárt edénybe tenni, hogy $240\text{ }^\circ\text{C}$ -on éppen $1,00\text{ mol}$ brómot tartalmazzon az egyensúlyi elegy?

A $2\text{ NOBr}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{ NO}(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g})$ folyamat egyensúlyi állandója $240\text{ }^\circ\text{C}$ -on: $K = 0,72$.

B) A $\text{CO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{COCl}_2\text{(g)}$ folyamat egyensúlyi állandója 481°C -on: $K = 151,3$.

5 dm^3 -es tartályba hány mol CO -ot és Cl_2 -t kell tölteni (1:1 anyagmennyiség-arányban), ha 481°C -ra melegítve a rendszert, $10,0\text{ g}$ foszgént (COCl_2) akarunk előállítani?

605.A) A $\text{C}_6\text{H}_6\text{(g)} \rightleftharpoons 3\text{ C}_2\text{H}_2\text{(g)}$ folyamat egyensúlyi állandója 1507°C -on: $K = 4,73 \cdot 10^{-5}$. Hány g tiszta benzol volt eredetileg a 10 dm^3 -es tartályban, melyben az egyensúlyi elegy háromszor több acetilénmolekulát tartalmaz, mint benzolt?

B) Hány g tiszta ciklohexánt tartalmazott dm^3 -enként eredetileg az a tartály, amelyben 527°C -on ugyanannyi ciklohexán-molekula van, mint amennyi hidrogén?

A $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{(g)} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6\text{(g)} + 3\text{ H}_2\text{(g)}$ folyamat egyensúlyi állandója 527°C -on: $K = 9,4$.

4.606.A) A $\text{CO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{COCl}_2\text{(g)}$ folyamat egyensúlyi állandója adott T hőmérsékleten: $K = 6,0$.

Három edény az alábbi három összetételben tartalmazza a három anyagot (az adatok mol/dm^3 -ben értendőek):

	$[\text{CO}]$	$[\text{Cl}_2]$	$[\text{COCl}_2]$
I.	1,00	0,50	3,00
II.	0,50	0,50	2,00
III.	1,00	1,00	1,00

a) Ha a három tartályt adott T hőmérsékletre melegítjük, milyen irányban játszódik le a folyamat az egyes esetekben?

b) Számítsuk ki – adott T hőmérsékleten – az egyensúlyi foszgén (COCl_2)-koncentrációt mindhárom esetben!

B) A $2\text{ SO}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{ SO}_3\text{(g)}$ folyamat egyensúlyi állandója 897°C -on: $K = 12,27$.

Három edény az alábbi három összetételben tartalmazza a három anyagot (az adatok mol/dm^3 -ben értendőek):

	$[\text{SO}_2]$	$[\text{O}_2]$	$[\text{SO}_3]$
I.	1,00	1,00	2,00
II.	0,50	0,50	1,50
III.	1,00	0,50	0,50

Ha a három tartályt 897°C -ra melegítjük, milyen irányban játszódik le a folyamat az I., a II. és a III. esetben?

5.607. A $\text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$ folyamat egyensúlyi állandója 830°C -on: $K = 1,00$. Számítsuk ki a szén-dioxid és a hidrogén átalakulási százalékát:

A) $1,0$ – $1,0\text{ mol/dm}^3$ kiindulási CO_2 és H_2 esetén!

B) $1,0\text{ mol/dm}^3\text{ CO}_2$ és $5,0\text{ mol/dm}^3\text{ H}_2$ esetén!

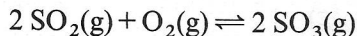
C) $5,0$ – $5,0\text{ mol/dm}^3\text{ CO}_2$ és H_2 esetén!

608. $\text{A } \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$ folyamat egyensúlyi állandója 445°C -on: $K = 50,2$. Számítsuk ki a hidrogén és a jód átalakulási százalékát:
- A) $1,0\text{--}1,0 \text{ mol/dm}^3$ kiindulási hidrogén- és jódkoncentráció esetén!
- B) ha az előző rendszerhez még $3,0 \text{ mol}$ hidrogént töltünk dm^3 -enként!
- C) ha az első (A) rendszer térfogatát a felére csökkentjük!
- 6.609. $\text{A } \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ egyensúlyi folyamatra 1227°C -on: $K = 0,926$. Hány %-os az etilén és a hidrogén átalakulása 1227°C -on, ha a tartályban kezdetben
- A) $0,10\text{--}0,10 \text{ mol/dm}^3$ etilén, illetve hidrogén volt?
- B) ha az előző rendszerhez még $0,30 \text{ mol}$ hidrogént töltöttünk dm^3 -enként?
- C) ha a kiindulási A elegy térfogatát a tizedére csökkentjük?

2. feladatsor: A kémiai egyensúly kialakulása és megzavarása II.

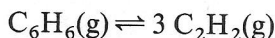
- 1.610A) Hány %-os a nitrogén és a hidrogén átalakulása a
- $$\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$$
- egyensúlyi reakcióban, ha $1:3$ anyagmennyiség-arányban alkalmazott nitrogén és hidrogén esetén az egyensúlyi gázelegy $80 \text{ V/V}\%$ ammóniát tartalmaz? Hány %-kal változott a reakcióterben a molekulák száma? Meg tudjuk-e adni az egyensúlyi állandót?
- B) Hány %-os a CS_2 , illetve a hidrogén átalakulása a
- $$\text{CS}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{S}(\text{g})$$
- egyensúlyi reakcióban, ha kezdeti $1:4 \text{ CS}_2:\text{H}_2$ anyagmennyiség-arányból kiindulva az egyensúlyi gázelegy $25 \text{ V/V}\%$ -a metán? Hány %-kal változott a reakcióterben a molekulák száma? Megadható-e az egyensúlyi állandó?
- 611.A) Milyen az egyensúlyi gázelegy $\text{V/V}\%$ -os összetétele, és hányadrészére csökken egyensúlyig a molekulák száma, ha $3:1$ kiindulási $\text{N}_2:\text{H}_2$ térfogatarány esetén a
- $$\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$$
- reakcióban 50% -os az átalakulás?
- B) Milyen az egyensúlyi gázelegy $\text{V/V}\%$ -os összetétele, és hányadrészére csökken a rendszerben a molekulák száma, ha $1:1$ kiindulási $\text{SO}_2:\text{O}_2$ térfogatarány esetén a
- $$2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$$
- reakcióban 50% -os az átalakulás?
Meg tudjuk-e adni az egyensúlyi állandót?
- 612.A) Milyen volt a kiindulási $\text{N}_2:\text{H}_2$ térfogatarány, és egyensúlyig hányadrészére csökkent a molekulák száma a
- $$\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$$
- reakció szerint, ha egyensúlyban minden komponens koncentrációja azonos? (Kiindulási állapotban a tartály ammóniát nem tartalmazott.)

- B)** Milyen volt a kiindulási $\text{SO}_2 : \text{O}_2$ térfogatarány, és egyensúlyig hányadrésére csökkent a molekulák száma a



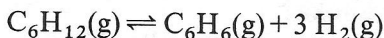
reakcióban, ha egyensúlyban minden komponens koncentrációja azonos?
(A kiindulási elegy kén-trioxidot nem tartalmaz.)

- 613.A)** Hányszorosára nő a molekulák száma abban a rendszerben, melyben a



reakció szerint a benzol 10%-a disszociál?

- B)** Hányszorosára nő a molekulák száma abban a rendszerben, melyben a



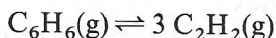
reakció szerint a ciklohexán 50%-a disszociál?

A disszociáció mértékének jellemzésére használjuk a *disszociációfokot* (jele: α), mely definíció szerint:

$$\alpha = \frac{\text{a disszociált molekulák száma}}{\text{az összes (kiindulási) molekulák száma}}$$

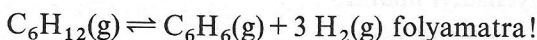
A disszociációfok tehát tulajdonképpen a százalékban kifejezett disszociáció értékének századrésze.

- 2.614.A)** Fejezzük ki paraméteresen a disszoció fok segítségével, hányszorosára nő a molekulák száma, ha a benzol a

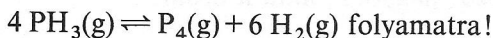


egyenlet szerint c kiindulási koncentráció alkalmazása esetén disszociál!

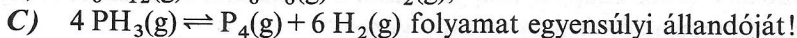
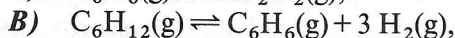
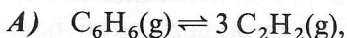
- B)** Végezzük el a fenti műveletet a



- C)** Végezzük el a fenti számítást a



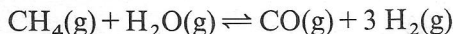
- 615.** Fejezzük ki c kiindulási koncentráció esetén, paraméteresen, a disszociációfokkal a



- 3.616.A)** A $\text{C}_6\text{H}_{12}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g})$ folyamat egyensúlyi állandója 800 K-on: $K = 9,4$.

Mekkora a ciklohexán disszociációfoka és az egyensúlyi gázelegy térfogatszázalékos összetétele, ha az egyensúlyi rendszer kialakulása 800 K-en háromszoros anyagmennyiség-növekedéssel jár? Határozzuk meg a ciklohexán kiindulási koncentrációját!

- B)** 1:1 térfogatarányban összekevert metán-vízgőz reakcióelegyet 1200 °C-ra hevítve, a



egyenlet szerint az egyensúlyig 1,5-szeres anyagmennyiség-növekedést tapasztalunk. Ezen a hőmérsékleten a folyamat egyensúlyi állandója: $K = 0,255$.

Mi a keletkező gázelegység térfogat%-os összetétele és hány mol molekulát tartalmaz 1 dm³ egyensúlyi elegy? Számítsuk ki a metán és a vízgőz átalakulásának mértékét!

- 4.617.A)** A $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ folyamat egyensúlyra vezet. Zárt, 20 °C-os tartályt megtöltünk 250,0 kPa nyomású etángázzal. Ezután 1227 °C-ra melegítjük a rendszert. Ekkorra a nyomás 2,457 MPa-ra növekszik.

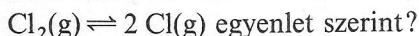
a) Mekkora az etán disszociációfoka?

b) Mekkora 1227 °C-on a folyamat egyensúlyi állandója?

c) Hogyan változik meg az etán disszociációfoka és a nyomás, ha az 1227 °C-on egyensúlyi gázelegység térfogatát, állandó hőmérsékleten a kétszeresére növeljük?

- B)** 1,00 dm³-es, zárt tartályt standardállapotú klórgázzal töltünk meg. Ha a tartály hőmérsékletét 1727 °C-ra emeljük, akkor a nyomás 101,3 kPa-ról 770,0 kPa-ra nő.

a) A klórnak hány %-a disszociál 1727 °C-on a



b) Mekkora ezen a hőmérsékleten az egyensúlyi állandó?

c) Hogyan változik a disszociációfok és mekkora lesz a nyomás 1727 °C-on, ha a gáz térfogatát a felére csökkentjük?

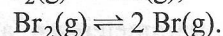
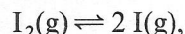
- C)** 25 °C-os, tiszta ammóniagázt tartalmazó tartályt 450 °C-ra melegítünk. Eközben a nyomása 1,570 MPa-ról 5,715 MPa-ra nő.

a) Mekkora az ammónia disszociációfoka?

b) Mekkora az egyensúlyi állandó :



- 5.618.** 1500 K-en az alábbi két egyensúlyi folyamathoz tartozó egyensúlyi állandók közül a jódé 28-szor nagyobb, mint a brómé :

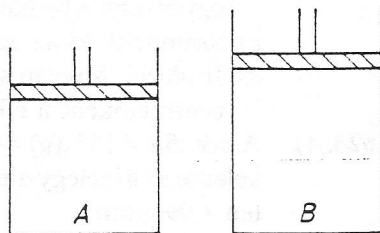


Ha két egyenlő térfogatú tartályba külön-külön 1–1 mol jódot, illetve brómot teszünk, akkor 1500 K-en a jódot tartalmazó tartályban ötször több az atomos állapotú halogén, mint a másikban. Hányszoros a nyomás és a disszociációfok a bróméhoz képest?

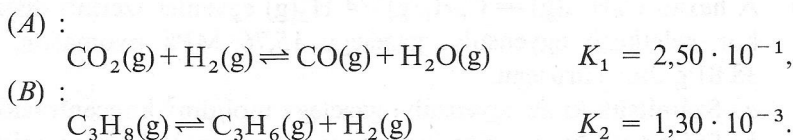
- 619.** Egyensúlyban lévő, NO₂-ot és N₂O₄-ot tartalmazó, 70 °C-os gázelegységben a dinitrogén-tetraoxid disszociációfoka 2/3. Ha a gázelegyet 40 °C-ra hűtjük, akkor állandó térfogaton a nyomás az eredeti 77,0%-ára csökken. Hogyan változik meg a dinitrogén-tetraoxid disszociációfoka a $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$ egyenlet szerint? Meg tudjuk-e adni valamelyik hőmérséklethez tartozó disszociációállandó értékét, vagy a két állandó arányát?

620. Egyensúlyi gázelegy – adott (T) hőmérsékleten – 1 mol dinitrogén-tetraoxidot és 2 mol nitrogén-dioxidot tartalmaz.
- Mekkora a disszociációfok?
 - Hogyan változik meg a disszociációfok és a nyomás, ha a gázelegy térfogatát, állandó hőmérsékleten, kétszeresére növeljük?

621. Két különböző nagyságú, zárt, de dugattyú segítségével változtatható térfogatú edény egyikét A 1:1 anyagmennyiség-arányú $\text{CO}_2\text{-H}_2$ elegyet, a másikba B tiszta propángázt töltünk, majd mindkét edény hőmérsékletét – változatlan térfogaton – 527°C -ra emeljük.



A két edényben lejátszódó egyensúlyi folyamatok és egyensúlyi állandók (527°C -on):



Az 527°C -on kialakuló egyensúlyi rendszerben a B edényben 80,0 térfogat% C_3H_8 van. A két edényben az egyensúlyi gázelegy nyomása azonos.

- Számítsuk ki a B edényben az egyensúlyi koncentrációkat és az egyensúlyi össznyomást!
- Határozzuk meg az A edényben az egyensúlyi koncentrációkat!
- Számítsuk ki, mekkora lesz az egyes tartályokban az újonnan kialakuló egyensúlyi elegy nyomása, ha a fenti, egyensúlyban lévő tartályok térfogatát – változatlan hőmérsékleten – a dugattyú segítségével a felére csökkentjük!

3. feladatsor: A gázelegysúlyok jellemzése a komponensek parciális nyomásával

- 1.622.A) Köbméterenként 123 mol foszfor-pentakloridot tartalmazó zárt edényt 250°C -ra hevítve a vegyület foszfor-trikloridra és klórmolekulákra disszociál. A disszociációfok 0,50.
- Számítsuk ki az egyensúlyi elegyben lévő elemi egységek összanyagmennyiségét és a tartályban uralkodó egyensúlyi nyomást!
 - Mekkorák egyensúlyban az egyes komponensek parciális nyomásai?
 - Számítsuk ki az egyensúlyi állandót!
 - Mekkora lenne a disszociációfok, az egyensúlyi össznyomás és a komponensek parciális nyomása ugyanezen a hőmérsékleten, ha kezdetben $1,000 \text{ kmol/m}^3$ lenne a PCl_5 -koncentráció?

- B)** 100 dm³-es edény 130 mol ciklohexánt tartalmaz. Ha 1000 K-re hevítjük, a vegyület etilénre disszociál. Az egyensúlyi elegyben az etilén koncentrációja háromszorosa a ciklohexánénak.
- Mekkora a disszociációfok?
 - Számítsuk ki az egyensúlyi összkoncentrációt és a tartályban uralkodó egyensúlyi nyomást!
 - Számítsuk ki az egyensúlyi állandót!
 - Írjuk fel, hogyan számítanánk ki a disszociációfokot, ha kezdeti koncentrációként a ciklohexán tizedét alkalmaznánk?
- 2.623.A)** A foszfin $4 \text{PH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{P}_4(\text{g}) + 6 \text{H}_2(\text{g})$ egyenlet szerinti disszociációjakor keletkező gázelegy sűrűsége 0,303 MPa nyomáson és 300 °C hőmérsékleten 1,99 g/dm³.
- Számítsuk ki 1 dm³ gáztérben lévő egyensúlyi összanyagmennyiséget!
 - Milyenek az egyensúlyi koncentrációk?
 - Mekkora a disszociációfok és a disszociációállandó?
- B)** A hexán $\text{C}_6\text{H}_{14}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6(\text{g}) + 4 \text{H}_2(\text{g})$ egyenlet szerinti disszociációjakor keletkező egyensúlyi gázelegy 15,76 MPa nyomáson, 727 °C-on 38,81 g/dm³ sűrűségű.
- Számítsuk ki az egyensúlyi gázelegy mol/dm³ koncentrációját!
 - Számítsuk ki az egyes komponensek egyensúlyi koncentrációját!
 - Mekkora a disszociációfok és a disszociációállandó?
- 624.A)** 650 °C-on az ammónia a $2 \text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g})$ egyenlet szerint disszociál. Az egyensúlyi elegy sűrűsége 0,30 g/dm³, ammóniatartalma 20 V/V%.
- Számítsuk ki az egyensúlyi elegy nyomását!
 - Határozzuk meg az egyensúlyi koncentrációkat!
 - Mekkora az ammónia disszociációfoka és a disszociációállandó értéke?
 - Számítsuk ki a gázelegyben az egyes komponensek parciális nyomását!
- B)** 327 °C-on a hidrogén-jodid $2 \text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ egyenlet szerint disszociál. Az egyensúlyi elegy sűrűsége 12,8 g/dm³, hidrogén-jodid-tartalma 80,6 V/V%.
- Számítsuk ki a gázelegy egyensúlyi nyomását!
 - Határozzuk meg az egyensúlyi koncentrációkat!
 - Mekkora a hidrogén-jodid disszociációfoka és a disszociációállandó értéke?
 - Számítsuk ki a gázelegyben az egyes komponensek parciális nyomását!

Gázegyensúlyok esetén az egyensúlyi állandót nemcsak az egyensúlyi koncentrációkkal, hanem az egyensúlyi gázelegyben lévő komponensek parciális nyomásával is megadhatjuk. Az előbbi (K_c) és az utóbbi (K_p) állandó számértéke természetesen nem feltétlenül egyezik meg (l. a 195. oldalon).

Fontos megjegyezni, hogy szabályosan K_p kiszámításánál is minden egyes komponens egyensúlyi parciális nyomását a standard nyomás értékével elosztva kell beírni az egyensúlyi állandó törtjébe. Számításainknál ez az érték a standard légköri nyomás ($p^\circ = 101,3 \text{ kPa} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 0,1013 \text{ MPa}$) legyen.

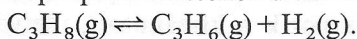
— Az I. fejezet 22. feladatsorának bevezetőjében leírtak alapján K_c számértéke nem különbözik a hagyományosan, koncentrációkkal kifejezett tört értékétől, mivel standard koncentrációnak $1,00 \text{ mol/dm}^3$ -t választottunk. K_p értéke viszont csak akkor egyezne meg az egyensúlyi parciális nyomásokkal kifejezett tört értékével, ha a standard nyomásokat atmoszférában helyettesítenénk be, és standard értéknek a standard légköri nyomás értékét, 1 atm -t vennénk. Az SI-mértérendszer szerint alkalmazható mértékegységek miatt K_p értéke nem egyezik meg az egyensúlyi parciális nyomásokból képzett tört értékével.

3.625.A) Számítsuk ki a **624.A)** feladatban szereplő folyamat parciális nyomásokkal kifejezett egyensúlyi állandóját (K_p) 650°C -ra!

B) Számítsuk ki K_p -t a **624.B)** feladatban szereplő egyensúly esetén, 327°C -ra!

C) Határozzuk meg a **623.B)** feladatban szereplő egyensúlyra K_p -t!

626.A) A propán hevítéskor disszociál:



1172°C -on, $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomás mellett a gázelegy levegőre vonatkoztatott sűrűsége $0,92$. (Egyensúlyban!)

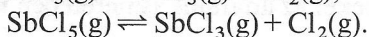
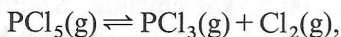
a) Határozzuk meg a propán disszociációfokát!

b) Számítsuk ki a gázelegyben a komponensek parciális nyomását!

c) Adjuk meg K_c -t és K_p -t!

d) Mekkora lenne a propán disszociációfoka, az egyes parciális nyomások és K_p , ha az egyensúlyi elegy térfogatát a felére csökkentenénk? A folyamat közben a hőmérséklet állandó.

B) A foszfor-, illetve az antimón-pentaklorid disszociációja:



485 K -en a foszfor-pentakloridot tartalmazó edényben $1,084 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ nyomáson az elegy átlagos moláris tömege 145 g/mol , az antimón-pentakloridot tartalmazó, $6,44 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ nyomású elegy átlagos moláris tömege 156 g/mol . (Mindkét elegy egyensúlyi állapotban van.)

a) Határozzuk meg mindkét esetben a disszociációfokot, K_c és K_p értékét!

b) Határozzuk meg a parciális nyomásokat és a disszociációfokot, ha a PCl_5 és az SbCl_5 kezdeti koncentrációja változatlan hőmérsékleten $1,00$ – $1,00 \text{ mol/dm}^3$ lenne! Mekkora lenne ekkor a két K_p ?

Mi az összefüggés K_p és K_c között?

Figyelembe véve, hogy a koncentráció $c = \frac{n}{V}$, valamint, hogy az egyesített gáztörvény szerint $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ -ből a koncentráció: $c = \frac{p}{R \cdot T}$, megadhatjuk K_c és K_p értéke közötti összefüggést. **ÜGYELJÜNK A MÉRTÉKEGYSÉGEKRE!** (lásd a **627.** feladat megoldását!)

- 4.627. Adjuk meg paraméteresen, milyen összefüggés van K_p és K_c között az alábbi reakciók esetében!
(A koncentrációk mol/dm³-ben, a nyomások Pa-ban értendők.)
- A) $C_2H_6(g) \rightleftharpoons C_2H_4(g) + H_2(g)$,
 B) $C_6H_{12}(g) \rightleftharpoons C_6H_6(g) + 3 H_2(g)$,
 C) $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2 HI(g)$,
 D) $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$.
- 628.A) A $C_6H_{12}(g) \rightleftharpoons C_6H_6(g) + 3 H_2(g)$ folyamat egyensúlyi állandója: $K_c = 9,48$. Hány fokra vonatkozik ez az állandó, ha az egyensúlyi gázelegyenben 1,33 V/V% C_6H_{12} mellett a hidrogén parciális nyomása 6202,6 kPa? Mekkora a disszociációfok?
- B) A $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2 NO_2(g)$ folyamat egyensúlyi állandója: $K_c = 7,0$. Egy kísérletben kialakult egyensúlyi rendszerben a NO_2 - és N_2O_4 -molekulák számaránya 10 : 1, a dinitrogén-tetraoxid parciális nyomása 228,7 kPa. Mekkora K_p és hány fokra vonatkozik a kiszámított, illetve megadott egyensúlyi állandó?
- C) A $CO_2(g) + CS_2(g) \rightleftharpoons 2 COS(g)$ folyamat egyensúlyi állandója $K_c = 0,070$.
- a) Milyen anyagmennyiség-arányban kevertünk össze szén-dioxidot és szén-diszulfidot, ha a kialakuló egyensúlyi elegy átlagos moláris tömege 68,0 g/mol?
- b) Hány °C-ra vonatkozik a fenti egyensúlyi állandó, ha tudjuk, hogy a zárt, állandó térfogatú tartályban lévő, egyensúlyi gázelegyen nyomása 196,2 kPa, sűrűsége 2,80 g/dm³.
Mekkora adott körülmények között a K_p értéke?
- c) Az elegy hőmérsékletét ezután 100 °C-kal emeljük. Számítsuk ki az alábbiak közül azokat, amelyeket az adataink ismeretében kiszámíthatunk:
- az újonnan kialakult elegy átlagos moláris tömege,
 - az egyensúlyi koncentrációk,
 - az egyensúlyi össznyomás.

B) A SAV-BÁZIS EGYENSÚLYOK

1. feladatsor: A vizes oldatok kémhatása; a pH

Kémiai és biológiai szempontból is gyakran kell számításba venni az oldatok kémhatását.

A savak vizes oldatban protont adnak át a vízmolekuláknak és így megnövelik az oldat hidrogén-, pontosabban oxóniumion-koncentrációját: pl. $HCl + H_2O = H_3O^+ + Cl^-$. Erős savak esetén, híg oldatokban a protonátadás gyakorlatilag teljes (a disszociációfok 1,00), így az oldat H_3O^+ -ion-koncentrációja megegyezik a bemért sav koncentrációjával.

Az oldatok kémhatásának jellemzésére – célszerűségi okokból – bevezették a pH fogalmát. A tiszta víz is tartalmaz kevés oxóniumiont a $H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$

egyenlet szerinti reakcióból; 25 °C-on az oxóniumion-koncentráció 10^{-7} mol/dm³. A nehezen kezelhető, hatványkitevős koncentrációértékek helyett bevezetett pH az oxóniumion-(hidrogénion-)koncentráció tízes alapú, negatív logaritmusával egyezik meg:

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+],$$

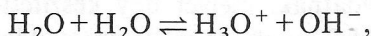
vagyis a **tiszta víz pH-ja** a $[\text{H}^+] = 10^{-7}$ mol/dm³ miatt, **pH = 7** (25 °C-on).

- 1.629.A) Mekkora a pH-ja a 0,10 mol/dm³ koncentrációjú sósavnak?
 B) Mekkora a pH-ja a 0,05 mol/dm³-es salétromsavoldatnak?
 C) Mekkora a pH-ja az $5 \cdot 10^{-4}$ mol/dm³-es kénsavoldatnak? (Tételezzük fel, hogy a kénsav teljesen disszociál.)
- 630.A) Mekkora a pH-ja az 1,0 m/m%-os sósavnak, ha a sűrűsége gyakorlatilag 1,00 g/cm³?
 B) Mekkora a pH-ja az 1,0 m/m%-os, 1,00 g/cm³ sűrűségű salétromsavoldatnak?
- 631.A) Mekkora annak az oldatnak a pH-ja, amelyet úgy készítettünk, hogy 1,00 cm³, 1,185 g/cm³ sűrűségű, 37 m/m%-os sósavból 5,00 dm³ oldatot készítettünk?
 B) Mekkora a pH-ja annak az oldatnak, melyet úgy készítettünk, hogy 1,00 cm³, 1,40 g/cm³ sűrűségű, 65,0 m/m%-os salétromsavoldatot desztillált vízzel 1,00 dm³-re hígítottunk?
632. 2,0 pH-jú oldat 3,0 dm³-ének előállításához mekkora térfogatú
 A) 20 m/m%-os, 1,1 g/cm³ sűrűségű sósavra van szükség?
 B) 65 m/m%-os, 1,4 g/cm³ sűrűségű salétromsavoldatot kell felhígítani?
- 2.633.A) 2,00 pH-jú sósavoldatot akarunk előállítani. Ehhez a rendelkezésünkre áll 100 cm³ olyan sósavoldat, amelynek 10,00–10,00 cm³-ét – három párhuzamos mérésben – 0,1010 mol/dm³-es NaOH-oldattal megtitrálunk: az átlagfogyás 13,60 cm³. Mekkora térfogatú pH = 2,00-es savoldatot készíthetünk a titrálás után megmaradt sósavból?
 B) 5,00 dm³ 1,00 pH-jú sósavra van szükség. Rendelkezésünkre áll 2000 cm³ ismeretlen koncentrációjú sósav. Ennek pontos koncentrációját úgy határozzuk meg, hogy 10,00 cm³-éből 100,0 cm³ törzsoldatot készítünk, majd a törzsoldat 10,00–10,00 cm³-ét 0,098 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldattal titráljuk: az átlagfogyás 7,85 cm³. Számítsuk ki és írjuk le, hogyan készítsük el az 5,00 dm³ 1,00-es pH-jú oldatot!
- 3.634.A) 1,00-es pH-jú, erős savból készült oldatot tízszeresére hígítjuk. Mekkora a keletkezett oldat pH-ja?
 B) 2,00-es pH-jú, erős savból készült oldatot kétszeres térfogatra hígítunk. Mekkora lesz a keletkező oldat pH-ja?
 C) Hányszoros térfogatra kell hígítani a pH = 1,00-es, erős savból készült oldatot, hogy a pH-ja 3,00 egységgel változzék?
- 4.635.A) Összeöntünk azonos térfogatú pH = 1,00-es és pH = 2,00-es sósavat. Mekkora a keletkező oldat pH-ja?
 B) Összeöntünk azonos térfogatú pH = 1,00-es és pH = 3,00-as sósavat. Mekkora a keletkező oldat pH-ja?

- 636.A) Milyen térfogatarányban kell összeönteni 2,0-es és 3,0-as pH-jú oldatot, hogy a pH 2,5 legyen?
- B) 1,00 dm³ 1,1-es pH-jú oldat előállításához mekkora térfogatú 1,0-es és 2,0-es pH-jú oldatra van szükség?
- 5.637.A) V térfogatú, pH = 1,00-es sósavhoz 1,00 cm³ 20 m/m%-os, 1,1 g/cm³ sűrűségű sósavat öntünk, majd az így kapott oldatot desztillált vízzel $5V$ térfogatra töltjük fel. A keletkezett oldat pH-ja ismét 1,00. Mekkora térfogatú sósavból indultunk ki?
- B) 10,00 cm³ pH = 1,000-es sósavhoz olyan sósavat öntöttünk, amelyiknek a pH-ja 2,000. A keletkezett oldatot ezután kétszeresére hígítottuk és megmértük a pH-ját: 2,229-nek adódott. Mekkora térfogatú 2,00-es pH-jú sósavhoz öntöttük az 1,000-es pH-jú oldatot?

2. feladatsor: Lúgoldatok pH-ja; a víz autoprotolízise

Minden vizes oldatban fennáll a víz amfotériájából adódó autoprotolitikus egyensúly:



vagy egyszerűbben $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$.

Erre felírva az egyensúlyi állandót, a

$$K_d = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} \text{ kifejezéshez jutunk.}$$

A víz disszociációjának mértéke igen kicsi (tisztá vízben, 25 °C-on $[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-7}$ mol/dm³), a víz „koncentrációja” pedig 1,000 dm³ = 1000 cm³ → 1000 g = $\frac{1000}{18} = 55,5$ mol, tehát 55,5 mol/dm³, ennek értéke az egyensúly beállta-ig még akkor sem változna számottevő mértékben, ha azt az – egyébként lehetetlen – esetet tekintenénk, hogy az összes H⁺-ion visszaalakulna vízzé: $55,5 \pm 10^{-7} = 55,5$.

A fentiek értelmében $[\text{H}_2\text{O}]$ a híg vizes oldatokban lezajló reakciók során állandónak tekinthető, így az egyensúlyi állandó egyenletét átrendezve:

$$K_d \cdot [\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$$

kifejezést kapjuk, melyben a két állandó szorzatát új állandóként:

$$K_v \cdot [\text{H}_2\text{O}] = K_v \text{-vel jelöljük.}$$

Ezek alapján

$$K_v = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] \text{ kapjuk az ún. víziionszorzatot.}$$

25 °C-on 1,000 dm³ víz 10⁻⁷ mol H⁺-iont, ennek következtében ugyanennyi OH⁻-iont tartalmaz, vagyis

$$K_v = 10^{-7} \cdot 10^{-7} = 10^{-14}.$$

A szorzat értéke 25 °C-on akkor is 10⁻¹⁴, ha a vízbe savat vagy bázist juttatunk. Mivel az oldatok kémhatását általában a pH-val jelöljük, a bázisból származó OH⁻-ionok koncentrációjából a K_v állandó segítségével számíthatjuk ki a $[\text{H}^+]$ -t, és ebből a pH-t.

Megjegyzés: Egyszerűbben számíthatjuk a pH-t logaritmikus kifejezésekkel:

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\lg [\text{H}^+], \\ \text{pOH} &= -\lg [\text{OH}^-], \\ \text{p}K_v &= -\lg K_v = 14 \quad (25^\circ\text{C-on}). \end{aligned}$$

Felhasználva a $\lg(a \cdot b) = \lg a + \lg b$ matematikai összefüggést:

$$\text{p}K_v = \text{pH} + \text{pOH}.$$

Így 25°C-on : $\text{pH} + \text{pOH} = 14$.

- 1.638.A) Mekkora a pH-ja 25°C-on a $0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH-oldatnak?
B) Mekkora a pH-ja 25°C-on az $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ -es meszes víznek?
C) Mekkora pH-ja van 25°C-on az $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH-oldatnak?
- 639.A) A $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH-oldat pH-ja 50°C-on 12,25. Mekkora a vízionszorzat értéke 50°C-on ?
B) Mekkora a pH-ja 70°C-on a $0,010 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú KOH-oldatnak, ha ezen a hőmérsékleten a vízionszorzat: $K_v = 2,1 \cdot 10^{-13}$?

A további feladatokban az adatok 25°C-ra vonatkoznak!

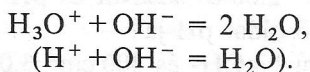
- 2.640.A) $0,50 \text{ g}$ NaOH-ot vízben oldunk és desztillált vízzel 500 cm^3 -re hígítjuk az oldatot. Mekkora a keletkezett oldat pH-ja?
B) $0,50 \text{ g}$ KOH-dal végezzük el a fenti műveleteket. Számítsuk ki a pH-t!
- 641.A) $2,000 \text{ dm}^3$; $11,5$ -ös pH-jú oldat előállításához mekkora tömegű NaOH-ra van szükség?
B) Mekkora tömegű kálium-hidroxidból lehet előállítani 10 dm^3 $11,0$ -es pH-jú oldatot?
- 642.A) Rendelkezésünkre áll 100 cm^3 , $5,0 \text{ m/m}\%$ -os $1,05 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű NaOH-oldat. Mekkora térfogatú $13,0$ -as pH-jú oldat készíthető ebből?
B) $10,0 \text{ m/m}\%$ -os, $1,09 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű kálium-hidroxid-oldatot $5,000 \text{ dm}^3$ -re hígítottunk. A keletkező oldat pH-ja $11,3$ lett. Mekkora térfogatú a kiindulásnál vett $10,0 \text{ m/m}\%$ -os lúgoldat?
- 643.A) $10,00 \text{ dm}^3$ $13,0$ -as pH-jú oldatot akarunk készíteni. Ehhez olyan kálium-hidroxid-oldat áll a rendelkezésünkre, amelynek $10,00 \text{ cm}^3$ -éből $250,0 \text{ cm}^3$ törzsoldatot készítve, annak $20,00 \text{ cm}^3$ -ét megtrálva, a $0,098 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kénsavoldatból $11,50 \text{ cm}^3$ fogyást mérünk. Hogyan készíthető el a $13,0$ -as pH-jú oldat?
B) Mekkora térfogatú, $12,0$ -es pH-jú oldatot készíthetünk abból a $250,0 \text{ cm}^3$ nátrium-hidroxid-oldatból, melyből előbb – a pontos koncentráció meghatározásához – háromszor $10,00 \text{ cm}^3$ -t elhasználunk és $0,105 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavval megtrálunk: a mérés során $9,85 \text{ cm}^3$ -es átlagfogyást tapasztalunk?
- 644.A) Pontosan $1,00 \text{ g}$ tömegű kálium- és nátrium-hidroxidból álló keveréket vízben oldunk, és az oldatot pontosan $1,000 \text{ dm}^3$ -re hígítjuk. A pH-t megmérve $12,35$ -nek adódik. Számítsuk ki a keverék $\text{m/m}\%$ -os és $\text{n/n}\%$ -os összetételét!

- B)** Pontosan 0,5800 g kálium-nátrium ötvözetet vízzel reagáltatunk, majd az oldatot 2,000 dm³-re hígítjuk. A keletkező oldat pH-ja 12,00. Számítsuk ki a fémötvözet összetételét $m/m\%$ -ban és $n/n\%$ -ban!
- 3.645.A)** Hányszorosára kell hígítani a 12-es pH-jú, erős bázisból készült lúgoldatot, hogy pH-ja 2 egységgel változzon?
- B)** 11-es pH-jú NaOH-oldatot háromszorosára hígítunk. Mekkora a keletkező oldat pH-ja?
- 4.646.A)** Két kálium-hidroxid-oldatot 1:10 térfogatarányban összeöntve 10,00-es, 10:1 térfogatarányban összeöntve 10,96-os pH-jú oldatot kapunk. Mi volt a két kiindulási oldat pH-ja?
- B)** Két nátrium-hidroxid-oldat azonos térfogatait keverjük össze: a keletkezett oldat pH-ja 12,00. Ha 3:1 térfogatarányban öntjük össze a két oldatot, akkor 12,16-os pH-t mérünk. Milyen volt a két nátrium-hidroxid-oldat pH-ja, illetve koncentrációja?
- 647.A)** Két nátrium-hidroxid-oldat közül az egyiknek A 5,00 cm³-ét 1,000 dm³-re hígítva olyan oldathoz jutunk, amelyhez a másik B oldat azonos térfogatát keverve 11,0-es pH-jú oldathoz jutunk. Ha A -oldat 5,00 cm³-ét csak 500,0 cm³-re hígítjuk, akkor a keletkező oldatot azonos térfogatú B -oldattal összekeverve 11,29-es pH-jú oldathoz jutunk. Hány mol/dm³-es volt az A -oldat, és mekkora volt a B -oldat pH-ja?
- B)** Ha két nátrium-hidroxid-oldat közül az egyik A 10,00 cm³-ét 100,0 cm³-re hígítjuk és ennek 10,00 cm³-ét 10,00 cm³ B -oldattal keverjük össze, akkor 11,00 pH-jú oldatot kapunk. Ha a B -oldatot hígítjuk fel tízszeresére és ennek 10,00 cm³-ét keverjük az A -oldat 10,00 cm³-ével, akkor 11,70-es pH-jú oldathoz jutunk. Hányas pH-jú volt az A - és a B -oldat?
- 648.A)** Ismeretlen térfogatú, 12,00-es pH-jú nátrium-hidroxid-oldatban 15,0 mg szilárd nátrium-hidroxidot oldottunk, majd az oldatot 1,000 dm³-re egészítettük ki desztillált vízzel. Ekor olyan oldatot kaptunk, amelynek pH-ja megegyezik annak az oldatnak a pH-jával, melyet úgy kapunk, hogy az eredeti, 12,00-es pH-jú oldatot ötszörösére hígítjuk. Mekkora térfogatú 12,00-es pH-jú oldatból indultunk ki, és mekkora lett az oldat pH-ja?
- B)** Ismeretlen térfogatú, 11,00-es pH-jú nátrium-hidroxid-oldatban 19,2 mg szilárd nátrium-hidroxidot oldunk, majd az oldatot – desztillált vízzel – 5,000 dm³-re hígítjuk. Ekkor olyan oldatot kapunk, melynek pH-ja megegyezik az eredeti, 11,00-es pH-jú oldat tízszeres hígításával létrejövő oldat pH-jával. Mekkora térfogatú 11,00-es pH-jú oldatból indultunk ki, és mekkora lett az oldat pH-ja?

3. feladatsor: Erős savak és erős bázisok reakciói

Erős savak, illetve bázisok híg vizes oldataiban disszociálatlan molekulák gyakorlatilag nincsenek (a vízmolekulákon kívül). Amikor tehát valamely erős savból készült oldatot egy erős bázisból készült oldattal öntünk össze, az összeöntendő

oldatokban lévő oxónium-, illetve hidroxidionok koncentrációja egyértelműen meghatározza a kémiai reakcióban részt vevő ionok arányát:



Ha az oldatok térfogatából és koncentrációjából kiszámított oxónium- és hidroxidionok mennyisége nem egyenlő, akkor a feleslegben lévő ion határozza meg, hogy a semlegestől milyen irányban tér el a keletkező oldat pH-ja.

Ne feledjük az oldatok összeöntésekor bekövetkező hígulást sem!

- 1.649.A)** 10,0 cm³ 1,0-es pH-jú sósavat 10,0 cm³ NaOH-oldat semlegesít. Mekkora ennek a lúgoldatnak a pH-ja?
- B)** 10,00 cm³ 12,00-es pH-jú NaOH-oldatot 9,00 cm³ hidrogén-jodid-oldat semlegesít. Hányas pH-jú ez a HI-oldat?
- 650.A)** 10,00 cm³ 12,00-es pH-jú NaOH-oldatot mekkora térfogatú, 1,00-es pH-jú hidrogén-bromid-oldat semlegesít?
- B)** 10,00 cm³ 2,0-es pH-jú sósavat hány cm³ 13,00-as pH-jú NaOH-oldat semlegesít?
- 2.651.A)** 100,0 cm³ 13,0-as pH-jú NaOH-oldaton 1,000 dm³ térfogatú, standardállapotú hidrogén-kloridot tartalmazó levegőt buborékoltatunk át. Ezután megmérjük a – gyakorlatilag változatlan térfogatú – oldat pH-ját, mely 7,00-nek adódik. Hány V/V% hidrogén-kloridot tartalmazott a gázelegy? (A hidrogén-klorid oldódása közben bekövetkező csekély térfogatváltozást elhanyagolhatjuk.)
- B)** Hány g NaOH-ot oldottunk fel abban az 500 cm³ 3,0-as pH-jú sósavban, melynek pH-ja ennek következtében 7,0-re nőtt? (A NaOH oldása során bekövetkező csekély térfogatváltozás elhanyagolható.)
- 3.652.A)** Hány g NaOH-ot oldottunk fel abban az 500 cm³ 1,0-es pH-jú sósavban, melynek pH-ja ennek következtében 12,0-re nőtt? (Az oldás során bekövetkező térfogatváltozást elhanyagolhatjuk.)
- B)** 100 cm³ 12,0-es pH-jú NaOH-oldaton 1,000 dm³ standardállapotú hidrogén-kloridot tartalmazó levegőt vezetünk át, miközben az oldat pH-ja 3,0-ra csökken. Hány V/V% hidrogén-kloridot tartalmazott a levegő? (A gáz oldódása során bekövetkező térfogatváltozást elhanyagolhatjuk.)
- 653.A)** NaHCO₃–Na₂CO₃ keverék 1,00 g-ját 200 cm³ 1,0-es pH-jú sósavban oldunk, melynek kémhatása – gyakorlatilag változatlan térfogatban – 1,9-es pH-ra nő eközben. Határozzuk meg a kiindulási keverék tömeg- és mólszázalékos összetételét!
- B)** Kálium-nátrium ötvözet 0,50 g-ját 300 cm³ 1,0-es pH-jú sósavban oldjuk, melynek pH-ja eközben 1,4-re nő. Mi volt a kiindulási keverék tömeg- és mólszázalékos összetétele?
- 654.A)** KOH-ot és NaOH-ot tartalmazó keverék 1,00 g-ját feloldjuk 150 cm³ 1,00-es pH-jú sósavban. Eközben az oldat pH-ja – gyakorlatilag változatlan térfogatban – 12,52-re nő. Számítsuk ki a kiindulási keverék összetételét tömeg- és anyagmennyiség-százalékban!

- B)** K–Na ötvözet 1,00 g-ját feloldjuk 500 cm³ 2,00-es pH-jú sósavban. A keletkező oldat pH-ja 12,70. Számítsuk ki a kiindulási keverék összetételét!
- 4.655.A)** Összeöntünk azonos térfogatú pH = 2,00-es sósavat és pH = 13,00-as NaOH-oldatot. Mekkora a keletkező oldat pH-ja?
- B)** Összeöntünk 200 cm³ 12,00-es pH-jú NaOH- és 400 cm³ 3,00-as pH-jú HBr-oldatot. Mekkora a keletkező oldat pH-ja?
- 656.A)** Összeöntünk 500 cm³ 12,00-es pH-jú NaOH-, 200 cm³ 3,00-as és 300 cm³ 5,00-ös pH-jú HBr-oldatot. Mekkora a keletkező oldat pH-ja?
- B)** Összeöntünk három azonos térfogatú oldatot:

pH₁ = 1,00 sósavat,
 pH₂ = 13,00 NaOH-oldatot,
 pH₃ = 3,00 sósavat.

- Mekkora lesz az így keletkező oldat pH-ja?
- 657.A)** 10,00 cm³ 0,100 mol/dm³ koncentrációjú sósavat titrálunk pontosan 0,100 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldattal. Számítsuk ki a titrálólombikban lévő oldat pH-ját a titráltság mértékének függvényében: 5,00 cm³ NaOH-oldat (50%-os titráltság), 9,00 cm³, 9,90 cm³, 9,99 cm³, 9,999 cm³, 10,000 cm³, 10,001 cm³, 10,01 cm³, 10,10 cm³, 11,00 cm³ NaOH-oldat hozzáadása után!
- Ábrázoljuk grafikusán a pH változását a titráltság %-ának függvényében (ún. titrálási görbe)!
- B)** Végezzük el a számítást 0,010 mol/dm³-es oldatok esetén is!
- C)** Végezzük el a számítást arra az esetre, amikor 0,100 mol/dm³-es NaOH-oldatot titrálunk 0,100 mol/dm³-es sósavval!
- 5.658.A)** Két sósav közül az egyik *A* 10,00 cm³-ét 20,00 cm³, a másik *B* 50,0 cm³-ét 5,00 cm³ pH = 13,00-as NaOH-oldat semlegesíti.
- a)** Hány cm³ 13,0-as pH-jú NaOH-oldat semlegesíti annak az oldatnak a 10,00 cm³-ét, amelyet úgy készítettünk, hogy összeöntöttünk azonos térfogatú *A*- és *B*-oldatot?
- b)** Mekkora térfogatú *A*- és *B*-oldat 1:1 térfogatarányú elegye szükséges 1,000 dm³ 2,30-as pH-jú oldat készítéséhez?
- B)** Két NaOH-oldat közül az egyik *A* 5,00 cm³-ét, a másiknak *B* 20,00 cm³-ét semlegesíti 10,00 cm³ 1,00-es pH-jú sósav.
- a)** Hány cm³ 1,00-es pH-jú sósav semlegesíti annak az oldatnak a 10,00 cm³-ét, amelyet úgy készítettünk, hogy *A*- és *B*-oldatot 1:3 térfogatarányban kevertünk össze?
- b)** Mekkora térfogatú *A*, *B*, illetve 1:3 térfogatarányú oldatkeverék szükséges külön-külön 2,000 dm³ 12,00-es pH-jú oldat készítéséhez?
- 6.659.A)** 1,00-es pH-jú sósavban feloldunk bizonyos tömegű NaOH-ot, majd az oldatot 100,0 cm³-re töltjük fel. Ekkor az oldat pH-ja 12,30 lesz. Ha ebben az oldatban az előzővel azonos tömegű NaOH-ot oldunk fel és az oldatot 500 cm³-re hígítjuk, akkor az oldat pH-ja 12,00 lesz. Mekkora térfogatú 1,00-es pH-jú sósavból és mekkora tömegű NaOH-ból indultunk ki?

- B) V_1 térfogatú, 14,00-es pH-jú NaOH-oldathoz V_2 térfogatú, 1,185 g/cm³ sűrűségű, 37 m/m%-os tömény sósavat öntünk és az oldatot desztillált vízzel 200 cm³-re hígítjuk. Ekkor az oldatban 2,00-es pH-t mérünk. Ha ehhez az oldathoz az előzővel megegyező, V_2 térfogatú és összetételű tömény sósavat öntünk, majd az oldatot 500 cm³-re egészítjük ki desztillált vízzel, 1,55-ös pH-jú oldatot kapunk.
Mekkora térfogatú NaOH-oldatból, illetve tömény sósavból indultunk ki?

Ellenőrző feladatsor XVI.

(Homogén egyensúlyok, erős savak és bázisok pH-ja)

- Hidrogén-kloridot tartalmazó, 25 °C-os, 0,101 MPa nyomású levegő 100 dm³-ét 2,00 dm³ 13,0-as pH-jú NaOH-oldaton vezettük át, miközben a – gyakorlatilag változatlan térfogatú – oldat pH-ja 1 egységgel változott. Számítsuk ki, hány V/V% HCl-ot tartalmazott a vizsgált levegő! 5 pont
- 1,000 dm³ 1,0497 g/cm³ sűrűségű jégcethez mekkora térfogatú, 0,7893 g/cm³ sűrűségű abszolút alkoholt kell kevernünk, hogy az ecetsav 90%-a átalakuljon? Mekkora térfogatú etanol szükséges 1,000 dm³ 50 m/m%-os ecetsavoldathoz, melynek sűrűsége 1,0575 g/cm³?
Az észteresítési reakció egyensúlyi állandója: $K = 4$. 10 pont
- 5,00 g nátrium-hidroxidból oldatot készítünk. Ebből kimérünk 10,0 cm³-t és desztillált vízzel 500,0 cm³-re hígítjuk. Ekkor 12,0-es pH-jú oldatot kapunk. Mekkora térfogatú és milyen koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatot készítettünk az 5,00 g NaOH-ból? 10 pont
- 100 cm³ 2,0-es pH-jú sósavhoz 100 cm³ ismeretlen koncentrációjú kálium-hidroxid-oldatot öntve, a keletkező oldat pH-ja 3,0.
a) Számítsuk ki a kálium-hidroxid-oldat koncentrációját és pH-ját!
b) Mekkora lesz az oldat pH-ja, ha az előbb keletkezett 200 cm³ 3,0-as pH-jú oldathoz még 100 cm³ kálium-hidroxid-oldatot öntünk? 10 pont
- Azonos térfogatú, 20 m/m%-os, 1,1 g/cm³ sűrűségű sósavat és 5,627 mol/dm³-es NaOH-oldatot külön-külön 1,000–1,000 dm³-re hígítva, majd a keletkezett oldatok azonos térfogatú részleteit összeöntve 3,0-as pH-jú oldathoz jutunk. Mekkora térfogatú sav- és lúgoldatból indultunk ki? Mekkora volt a hígított (1,000 dm³ térfogatú) oldatok pH-ja? Mekkora térfogatra kellett volna (1,000 dm³ helyett) hígítani a kiindulási sósavmennyiséget, hogy a 3,0-as pH-jú oldatot megkapjuk? 15 pont

Ellenőrző feladatsor XVII.

- Azonos térfogatú és tömegkoncentrációjú sósavat és KOH-oldatot összeöntve olyan oldatot kapunk, amelyiknek a pH-ja 4,0 egységgel tér el a tiszta víz pH-jától. Milyen koncentrációjú oldatokat öntöttünk össze? (Az elegyítés során bekövetkező kontrakciótól eltekinthetünk!)
($A_r(\text{Cl}) = 35,5$, $A_r(\text{K}) = 39,1$) 5 pont

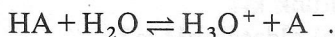
2. Mennyi ideig kell elektrolizálni 2 A áramerősséggel 100 cm^3 $\text{pH} = 13,00$ -as NaOH-oldatot, hogy a pH -ja 0,10 egységgel változzon? Mekkora térfogatú durranógáz fejlődik ezalatt? (Az elektrolízist grafitelektródok között végezzük, standard nyomáson, 25°C -on. Az oldatok sűrűsége gyakorlatilag 1 g/cm^3 .) 10 pont
3. Azonos tömegű ecetsavoldatot és etanol-víz elegyet összekeverve az egyensúly kialakulása után a rendszerben lévő három szerves vegyület *anyagmennyisége* megegyezik. Hány tömeg%-os volt az ecetsavoldat és hány tömeg% alkoholt tartalmazott az etanol-víz elegy az összeöntést megelőzően? Az etil-acetát képződésének egyensúlyi állandója: $K = 4$. 10 pont
4. $90,0 \text{ mg}$ tömegű CaO-BaO keveréket $100,0 \text{ cm}^3$ $\text{pH} = 2,00$ -es sósavban oldunk. A keletkező, gyakorlatilag változatlan térfogatú oldat pH -ja pontosan 4,50 egységgel tér el a tiszta víz pH -jától.
 a) Mekkora a keletkező oldat pH -ja? Miért?
 b) Határozzuk meg a keverék tömeg%-os összetételét! 10 pont
5. Egy alkálifém-karbonát $311,0 \text{ mg}$ -ját 500 cm^3 $\text{pH} = 2,00$ -es sósavban feloldva, a gyakorlatilag változatlan térfogatú oldat pH -ja 1,00 egységgel változott meg.
 a) Melyik alkálifém karbonátjáról van szó?
 b) Mekkora térfogatú $\text{pH} = 12,00$ -es NaOH-oldatot kellett volna a kiindulási, 500 cm^3 sósavhoz adni, hogy a keletkező oldat pH -ja szintén 1,00 egységgel térjen el a 2,00-es pH -tól?
 (Az elegyítés során bekövetkező kontrakciótól eltekinthetünk!) 15 pont

4. feladatsor: Gyenge savak és bázisok

Azokat a savakat, amelyek híg oldatukban sem adják át teljes mértékben a víznek protonjukat, gyenge savnak, azokat a bázisokat, melyeknek híg vizes oldatában sem protonálódik összes molekulája, gyenge bázisnak nevezzük.

Gyenge savak és gyenge bázisok erősségének jellemzésére bevezethetjük a savi disszociációállandó (K_a vagy K_s), illetve bázisállandó (K_b vagy K_b) fogalmát:

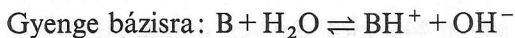
például az egyértékű, gyenge savra (HA) a



illetve a $\text{HA} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^-$

egyenlet alapján: $K_s = \frac{[\text{H}^+]_e \cdot [\text{A}^-]_e}{[\text{HA}]_e}$.

(**Megjegyzés:** a vízmolekulákat is tartalmazó egyenletben az egyensúlyi vízkoncentráció – a 2. feladatsornál elmondottak alapján – itt is állandónak tekinthető, így mindkét egyenletre ugyanazt a K_s állandó értéket számíthatjuk.)

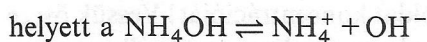
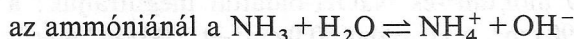


egyenlet alapján: $K = \frac{[BH^+]_e \cdot [OH^-]_e}{[B]_e \cdot [H_2O]_e}$ egyenlet adódik,

melyből a bázisállandó – a víz állandónak tekinthető koncentrációja miatt –

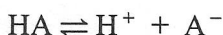
$$K \cdot [H_2O]_e = K_b = \frac{[BH^+]_e \cdot [OH^-]_e}{[B]_e}$$

(Megjegyzés: a K_d – disszociációállandó – arra utal, hogy az arrheniusi bázisfogalom szerint OH-csoportot, illetve -iont tartalmazó, arra disszociáló vegyületről van szó, így pl.



„disszociációs” egyenletet használták, melyből a számított egyensúlyi állandó értéke természetesen megegyezik a ma használatos K_b értékével.)

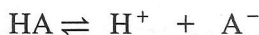
HA képletű, egyértékű, gyenge sav disszociációs egyensúlyi állandója meghatározható c kiindulási (ún. bemérési) koncentrációjú oldatából, ha ismerjük a disszociált molekulák koncentrációját (x):



bemérés:	c	–	–
disszociál:	$-x$	$\rightarrow +x$	$\rightarrow +x$
egyensúly:	$c-x$	x	x

Ezekből: $K_s = \frac{x^2}{c-x}$

Az egyensúlyi állandót kiszámíthatjuk a disszociációfok (α) ismeretében is:



bemérés:	c	–	–
disszociál:	$-\alpha \cdot c$	$\rightarrow \alpha \cdot c$	$\rightarrow \alpha \cdot c$
egyensúly:	$c - \alpha \cdot c$	$\alpha \cdot c$	$\alpha \cdot c$

↓
(1- α) · c

Ezekből: $K_s = \frac{\alpha^2 \cdot c^2}{(1-\alpha) \cdot c} = \frac{\alpha^2}{1-\alpha} \cdot c$

(Megjegyzés: Hasonló módon írható fel elvileg az erős bázisokra és az erős savakra is az egyensúlyi állandó, de itt $\alpha \cong 1$ miatt $K = \infty$.)

- 1.660.A)** Ismeretlen egyértékű, gyenge sav $0,445 \text{ mol/dm}^3$ -es oldatának pH-ja megegyezik a $0,010 \text{ mol/dm}^3$ -es sósav pH-jával. Számítsuk ki a gyenge sav disszociációfokát ebben az oldatban! Mekkora a savállandó értéke?
- B)** A piridin $7,14 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ -es oldatának pH-ja 9,0. Számítsuk ki a piridin bázisállandóját és a disszociációfokot az oldatban!
- C)** A diklór-ecetsav $1,18 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ -es oldatának pH-ja 2,0. Számítsuk ki a disszociációfokot és a vegyület savállandóját!
- 661.A)** A 3,0-as pH-jú ecetsavoldat $10,00 \text{ cm}^3$ -ét $5,63 \text{ cm}^3$ $0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es, 0,987-es faktorú NaOH-oldat közömbösíti. Számítsuk ki az ecetsav disszociációfokát ebben az oldatban és határozzuk meg a savállandót!
- B)** Ismeretlen koncentrációjú hidrogén-fluorid- és hidrogén-jodid-oldat pH-ja is 2,00.
Mindkét savoldatot $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH-oldattal megtitráljuk: a HF-oldat $10,00 \text{ cm}^3$ -ét $14,90 \text{ cm}^3$, a HI-oldat $50,0 \text{ cm}^3$ -ét $5,00 \text{ cm}^3$ mérőoldat közömbösíti. Számítsuk ki a két oldat koncentrációját! Vessük össze a két sav erősségét! Számítsuk ki – ahol van értelme – a savállandót!
- 662.A)** 2,00-es pH-jú hangyasavoldat $10,00 \text{ cm}^3$ -éből $100,0 \text{ cm}^3$ törzsoldatot készítünk. A hígított oldat $10,00 \text{ cm}^3$ -éhez $25,00 \text{ cm}^3$ $0,020 \text{ mol/dm}^3$ -es kálium-permanganát-oldatot adunk. A permanganátfelesleg és a keletkezett mangán-dioxid titrálására – kénsavas savanyítás után – $13,50 \text{ cm}^3$ oxálsavoldat fogyott, amelynek koncentrációja $0,050 \text{ mol/dm}^3$.
Számítsuk ki a 2,00-es pH-jú hangyasavoldat koncentrációját, a hangyasav disszociációfokát és a savállandót!
A kiegészítendő reakcióegyenletek:

$$\text{MnO}_4^- + \text{HCOOH} = \text{MnO}_2 + \text{CO}_2,$$

$$\text{MnO}_2 + (\text{COOH})_2 = \text{Mn}^{2+} + \text{CO}_2,$$

$$\text{MnO}_4^- + (\text{COOH})_2 = \text{Mn}^{2+} + \text{CO}_2.$$
- B)** A 12,0-es pH-jú ammóniaoldat $10,00 \text{ cm}^3$ -éből $250,0 \text{ cm}^3$ törzsoldatot készítünk, majd ennek $10,0 \text{ cm}^3$ -ét $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es kénsavoldattal megtitráljuk, melyből átlagosan $11,10 \text{ cm}^3$ fogy. Számítsuk ki az ammónia disszociációfokát és bázisállandóját!
- 2.663.A)** Számítsuk ki a $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ecetsavoldat pH-ját!
 $K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$.
- B)** Számítsuk ki az $1,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ammóniaoldat pH-ját!
 $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$.
- 664.A)** Számítsuk ki a tejsavoldatban a disszociációfokot és a pH-t, ha a tejsav bemérési koncentrációja:
a) $1,00 \text{ mol/dm}^3$, b) $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$, c) $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$
($K_s = 1,4 \cdot 10^{-4}$)!
- B)** Számítsuk ki a lehető legegyszerűbb módon, megengedett (1–2%-os) hibával az alábbi ecetsavoldatokban a sav disszociációfokát és az oldat pH-ját!
A bemérési koncentráció mol/dm^3 -ben:
a) $1,0 \cdot 10^{-1}$, b) $1,0 \cdot 10^{-2}$, c) $1,0 \cdot 10^{-3}$, d) $1,0 \cdot 10^{-4}$
e) $1,0 \cdot 10^{-5}$; ($K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$).
(Vegyük figyelembe az A) feladat megoldásánál található megjegyzéseket!)

- 665.A)** Hány cm^3 30 $m/m\%$ -os, $0,892 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű ammóniaoldatra van szükség $1,0 \text{ dm}^3$ 11,0-es pH-jú oldat előállításához? ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$.)
- B)** Mekkora térfogatú $1,05 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű jégcet szükséges 100 dm^3 pH = 4,0-es oldat előállításához? ($K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$.)
- 3.666.A)** A $0,010 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú perjósav (HIO_4)-oldatban az anion-koncentráció $7,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$.
Hányszorosára kell az oldatot hígítani, hogy a disszociáció 90%-os legyen?
- B)** Egyértékű sav $1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ -es oldatának pH-ja 2,03.
a) Mekkora a sav disszociációfoka ebben az oldatban?
b) Hányszorosára kell hígítani az oldatot, hogy pH-ja 1 egységgel változzék? Mekkora lesz ekkor a disszociációfok?
c) Hányszorosára kellett hígítani azt az oldatot, amelyből az eredeti, 2,03-as pH-jú oldatot készítettük, ha abban a sav disszociációfoka a 2,03-as pH-jú oldatban mérhetőnek a fele volt?
- 667.A)** Ismeretlen egyértékű, gyenge bázis $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es oldatát ötvenszeres térfogatra hígítva a pH 1 egységgel változik.
a) Hogyan változik eközben a bázis disszociációfoka?
b) Mekkora volt a kiindulási és mekkora a keletkezett oldat pH-ja?
c) Mekkora a vegyület bázisállandója?
- B)** Ismeretlen egyértékű, gyenge sav $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es oldatát ötszázszoros térfogatra hígítva, pH-ja 2 egységgel változik.
a) Hogyan változik eközben a disszociációfok?
b) Mekkora a két pH?
c) Mekkora a savállandó?

5. feladatsor: A sav-bázis egyensúlyok kölcsönhatásai; többértékű savak

- 1.668.** Mekkora a víz disszociációfoka a tiszta vízben (25°C -on)?
- 2.669.A)** Mekkora a víz disszociációfoka a pH = 1,00-es sósavban?
B) Mekkora a víz disszociációfoka a 11,0-es pH-jú nátrium-hidroxid-oldatban?
- 670.A)** Mekkora a víz disszociációfoka a $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ -es ecetsavoldatban? ($K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$.)
B) Mekkora a víz disszociációfoka az 5 $m/m\%$ -os, $1,0055 \text{ g/dm}^3$ sűrűségű ecetsavoldatban?
- 3.671.A)** Számítsuk ki az $1,0 \cdot 10^{-1}$, $1,0 \cdot 10^{-3}$, $1,0 \cdot 10^{-5}$ és az $1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH-oldat pH-ját!
B) Számítsuk ki az $1,0 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$ -es sósav pH-ját!
C) Hány dm^3 víz szükséges 6,50-ös pH-jú oldathoz, ha 10 cm^3 $0,050 \text{ mol/dm}^3$ -es sósav áll a rendelkezésünkre?
- 672.A)** Mekkora a hangyasav disszociációfoka abban a $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es hangyasavoldatban, amely hidrogén-kloridot is tartalmaz $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ koncentrációban? Mekkora ennek az oldatnak a pH-ja? ($K_{\text{HCOOH}} = 1,8 \cdot 10^{-4}$.)

- B)** Számítsuk ki az alábbi oldatpárok összeöntésekor keletkező oldatok pH-ját és bennük az ecetsav disszociációfokát! ($K_{\text{ecetsav}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$.)
- a) 100 cm^3 $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es ecetsavoldat + 100 cm^3 pH = 4,0-es sósav.
 b) 100 cm^3 3,0-as pH-jú ecetsavoldat + 100 cm^3 3,0-as pH-jú sósav.
 c) 100 cm^3 3,0-as pH-jú ecetsavoldat + 100 cm^3 2,0-es pH-jú sósav.
- 4.673.A)** Írjuk fel, hogyan számítanánk ki az $1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ecetsavoldat pH-ját! ($K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$.)
 (Számszerű végeredményt nem szükséges megadni!)
- B)** Írjuk fel, hogyan számítanánk ki annak az oldatnak a pH-ját, amelyik ecetsavra és hangyasavra egyaránt $0,01 \text{ mol/dm}^3$ -es! ($K_{\text{HCOOH}} = 1,8 \cdot 10^{-4}$, $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$.)
- 674.A)** Egy oldat triklór-ecetsavat (TCA) és ecetsavat tartalmaz $0,100 \text{ mol/dm}^3$ azonos koncentrációban. Számítsuk ki a két sav disszociációfokát és az oldat pH-ját! ($K_{\text{TCA}} = 1,3 \cdot 10^{-1}$, $K_{\text{ecetsav}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$.)
- B)** Számítsuk ki a $0,050 \text{ mol/dm}^3$ -es kénsavoldat pH-ját és a benne lévő ionok mol/dm^3 -es koncentrációját! ($K_s(\text{HSO}_4^-) = 1,9 \cdot 10^{-2}$.)
- 5.675.** Írjuk fel, hogyan számítanánk ki a *c* bemérési koncentrációjú, kétértékű, gyenge savból készült oldat pH-ját és a különböző mértékben protonált anionok, valamint a disszociálatlan molekulák koncentrációját! Legyen a H_2A sav első és második disszociációs állandója K_1 , illetve K_2 !
 Tekintsük az oxálsav és a borkősav azonos, $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatát! Állapítsuk meg, melyik esetben lehet viszonylag egyszerűen, megengedhető elhanyagolásokkal megoldani a feladatot! Adjuk meg erre a savra a keresett koncentrációkat!
 Az oxálsav savállandói: $K_1 = 3,8 \cdot 10^{-2}$, $K_2 = 5,0 \cdot 10^{-5}$.
 A borkősav savállandói: $K_1 = 9,6 \cdot 10^{-4}$, $K_2 = 2,9 \cdot 10^{-5}$.
- 676.A)** Számítsuk ki a $0,01 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú szénsavoldat pH-ját és a benne oldott szénsavmolekulák, karbonát- és hidrogén-karbonát-ionok koncentrációját! ($K_1 = 4,3 \cdot 10^{-7}$, $K_2 = 5,6 \cdot 10^{-11}$.)
- B)** Számítsuk ki a bomlatlan molekulák és a különböző anionok koncentrációját, valamint a pH-t a $0,01 \text{ mol/dm}^3$ -es foszforsavoldatban!
 ($K_1 = 7,5 \cdot 10^{-3}$, $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$, $K_3 = 4,8 \cdot 10^{-13}$.)
- 6.677.A)** Hány mol/dm^3 -es a $4,00$ pH-jú citromsavoldat? Milyen arányban tartalmazza az oldat a különböző mértékben protonált anionokat? Számítsuk ki a különböző elemi egységek abszolút koncentrációját is!
 ($K_1 = 8,7 \cdot 10^{-4}$, $K_2 = 1,8 \cdot 10^{-5}$, $K_3 = 4,0 \cdot 10^{-6}$.)
- B)** Végezzük el a fenti számítást a $3,00$ -as pH-jú foszforsavoldatra is! (A savállandókat lásd a **676.B)** feladatnál!)
- Az előző feladatok alapján kiderült, hogy csak akkor tudjuk kiszámítani adott bemérési koncentrációjú, többértékű savat tartalmazó oldat pH-ját, ha a savállandók értékei több nagyságrenddel eltérnek egymástól. Többértékű savból (vagy bázisból) készített, adott pH-jú oldatnak viszont meghatározhatjuk a bemérési koncentrációját, és a benne lévő ionok, molekulák pontos egyensúlyi koncentrációját is.
- 678.A)** Fejezzük ki a H_2A képlettel szimbolizálható, kétértékű savból készült, adott pH-jú oldat bemérési koncentrációját (*c*) és az egyes részecskék

(ionok, molekulák) egyensúlyi koncentrációját a sav disszociációs állandói, valamint a pH (azaz a hidrogénion-koncentráció) segítségével!

- B)** Végezzük el a fenti számítást egy háromértékű savra (H_3A)!
- 679.A)** Határozzuk meg a 2,00-es pH-jú borkősavoldat bemérési koncentrációját és az egyes molekulák, ionok koncentrációját! (Az adatokat l. a **675.** feladatban.)
- B)** Határozzuk meg a 3,00-as pH-jú borkősavoldat bemérési koncentrációját és az egyes molekulák, ionok koncentrációját! (Az adatokat l. a **675.** feladatban.)
- 680.** Mekkora tömegű fumársavból készült a 6,50-es pH-jú fumársavoldat 1,00 dm³-e? ($K_{s1} = 9,3 \cdot 10^{-4}$, $K_{s2} = 3,4 \cdot 10^{-5}$, $K_v = 1 \cdot 10^{-14}$.)

6. feladatsor: Sók hidrolízise

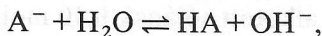
Erős savak és erős bázisok reakciója során képződött sók vizes oldata semleges kémhatású. (Például a 3. feladatsorban többször szereplő sósav és nátrium-hidroxid-oldat között végbemenő reakció eredményeképpen képződő nátrium-klorid-oldat pH-ja 7.)

Ha egy só valamelyik ionja protolitikus reakcióba lép a vízzel, akkor az oldat kémhatása savas vagy lúgos lesz. Ennek az a feltétele, hogy az a molekula, amelyből az ion származik, a vízzel szemben *gyenge* savként, illetve bázisként viselkedjen. Ez esetben ugyanis a gyenge savból származó anion bázisként, illetve a gyenge bázisból származó kation savként viselkedik, azaz protont képesek megkötni, illetve leadni. Azokat a reakciókat, melyben ionok protolitikus reakcióba lépnek a vízmolekulákkal, *hidrolízisnek* nevezzük.

Gyenge sav (HA) és *erős bázis* (pl. NaOH) sója (NaA) a vízben



egyenlet szerint teljesen disszociál, és a gyenge savból származó anion a vízzel szemben bázisként viselkedik:



az oldat *lúgos kémhatású* lesz.

A folyamatra felírható a hidrolízisállandó (K_h), ami nem más, mint a gyenge savból származó anionnak, mint Brönsted-bázisnak a bázisállandója:

$$K_h = K_b(A^-) = \frac{[HA] \cdot [OH^-]}{[A^-]}.$$

Az egyenletet $\frac{[H^+]}{[H^+]}$ -vel szorozva, majd átrendezve, a következő összefüggéshez jutunk:

$$K_h = \frac{[HA] \cdot [OH^-] \cdot [H^+]}{[A^-] \cdot [H^+]} = \frac{[HA]}{[A^-] \cdot [H^+]} \cdot [H^+] \cdot [OH^-],$$

azaz $K_h = \frac{K_v}{K_s}$, ahol K_v a vízionszorzat, K_s az adott gyenge sav disszociációállandója.

Hasonló módon vezethető le a *gyenge bázisból* és *erős savból* származtatható só *savas hidrolízisét* leíró egyensúlyi állandó:

$$K_h = K_s(\text{BH}^+) = \frac{K_v}{K_b}, \text{ ahol } K_b \text{ az adott gyenge bázis disszociációállandója.}$$

A hidrolízisállandó a sav- és a bázisállandóval analóg használható (1. 4. feladatsor):

$$K_h = \frac{x^2}{c-x}, \text{ illetve } K_h = \frac{\delta^2}{1-\delta} \cdot c,$$

ahol: c – a só bemérési koncentrációja,
 x – a hidrolizált ion koncentrációja,
 δ – a hidrolízisfok.

- 1.681.A)** Számítsuk ki a $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-acetát-oldat pH-ját! Mekkora az acetátionok hidrolízisfoka? ($K_s(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.)
- B)** Számítsuk ki a $0,010 \text{ mol/dm}^3$ -es ammónium-klorid-oldat pH-ját és a hidrolízisfokot! ($K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.)
- 682.A)** A $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es NaCN-oldatban a cianidionok 1,18%-a hidrolizál. Számítsuk a hidrogén-cianid savállandóját! Hány %-a hidrolizál a cianidionoknak, ha az oldatot desztillált vízzel tízszeresére hígítjuk?
- B)** Az $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-fenolát-oldatban a hidrolízisfok 0,088. Számítsuk ki a fenol savállandóját, és ezután az $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-fenolát-oldatban a fenolát-ionok hidrolízisfokát!
- 683.A)** A $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-benzoát-oldat pH-ja 8,60. Mekkora a benzoésav savállandója és mekkora lenne a tízszeres hígítású oldat pH-ja?
- B)** A trimetil-ammónium-klorid $5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ -es oldata 5,51-es pH-jú. Mekkora a trimetil-amin bázisállandója és hogyan változna az oldat pH-ja, ha $20,0 \text{ cm}^3$ -es részletét desztillált vízzel 100 cm^3 -re hígítanánk?
- 684.A)** Egyértékű, gyenge bázis erős savval alkotott sójának $0,20 \text{ mol}$ mennyiségéből 400 cm^3 oldatot készítünk. Az így nyert oldat pH-ja 1,5 egységgel tér el a tiszta víz pH-jától. Mekkora a gyenge bázis K_b -értéke?
- B)** Egyértékű, gyenge sav erős bázissal alkotott sójának $0,10 \text{ mol}$ -ját vízben oldjuk és 500 cm^3 -es mérőlombikban desztillált vízzel jelig töltjük. Az így elkészített oldat pH-ja 1,6 egységgel tér el a tiszta víz pH-jától. Mekkora a gyenge sav disszociációállandója?
- 2.685.A)** Összeöntünk 100 cm^3 $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es ammóniaoldatot és sztöchiometrikus térfogatú
- a) $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es,
 b) $0,050 \text{ mol/dm}^3$ -es,
 c) $0,010 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavat. Mekkora a keletkező oldat pH-ja és a hidrolízisfok az egyes esetekben? [$K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.]
- B)** 50 cm^3 $0,050 \text{ mol/dm}^3$ -es fenololdathoz sztöchiometrikus térfogatú
- a) $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es,
 b) $0,050 \text{ mol/dm}^3$ -es,
 c) $0,010 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH-oldatot öntünk. Mekkora a keletkező oldatok pH-ja, illetve a hidrolízisfok? [$K_s(\text{fenol}) = 1,3 \cdot 10^{-10}$.]

- 686.A)** 200 cm³ 2,70-es pH-jú ecetsavoldat közömbösítéséhez hány cm³ NaOH-oldat szükséges, ha koncentrációja 0,200 mol/dm³? Mennyi a közömbösített oldat pH-ja? ($K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$.)
- B)** 100 cm³ 10,3-as pH-jú ammóniaoldat közömbösítéséhez mekkora térfogatú 0,010 mol/dm³-es sósav szükséges? Mennyi a keletkező oldat pH-ja? ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$.)
- 3.687.** Mekkora annak a gyenge savnak a savállandója, amelyik 0,100 mol/dm³ koncentrációjú vizes oldatának, valamint nátriumsója 0,100 mol/dm³-es oldatának pH-ja ugyanolyan mértékben tér el a semlegestől?
- 4.688.A)** Mekkora a 0,100 mol/dm³-es nátrium-karbonát-oldat pH-ja és az egyes ionok, valamint a szénsavmolekulák koncentrációja?
(A szénsav disszociációállandói: $K_1 = 4,31 \cdot 10^{-7}$,
 $K_2 = 5,65 \cdot 10^{-11}$.)
- B)** Végezzük el a fenti számítást a 0,010 mol/dm³-es nátrium-karbonát-oldatra!
- C)** Végezzük el a fenti számítást a 0,100 mol/dm³-es trinátrium-foszfát-oldatra!
(A foszforsav savállandói: $K_1 = 7,5 \cdot 10^{-3}$,
 $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$,
 $K_3 = 1,0 \cdot 10^{-12}$.)
- 689.A)** Számítsuk ki annak az oldatnak a pH-ját, az ionok és a molekulák egyensúlyi koncentrációját, amely 0,100–0,100 mol/dm³ koncentrációban tartalmaz nátrium-hidrogén-karbonátot és nátrium-karbonátot!
(A szénsav savállandóit l. a **688.A**) feladatban!)
- B)** Számítsuk ki annak az oldatnak a pH-ját, az ionok és a molekulák egyensúlyi koncentrációját, amely trinátrium-foszfátot és dinátrium-hidrogén-foszfátot egyaránt 0,10 mol/dm³-es koncentrációban tartalmaz!
(A foszforsav savállandóit lásd a **688.C**) feladatban!)
- 690.A)** Határozzuk meg a 0,100 mol/dm³ koncentrációjú NaHCO₃-oldat pH-ját!
A szénsav savállandói:
 $K_{s1} = 4,3 \cdot 10^{-7}$ $K_{s2} = 5,6 \cdot 10^{-11}$.
- B)** Számítsuk ki a 0,050 mol/dm³ koncentrációjú K₂HPO₄-oldat pH-ját!
A foszforsav savi disszociációs állandói:
 $K_{s1} = 7,5 \cdot 10^{-3}$ $K_{s2} = 6,2 \cdot 10^{-8}$ $K_{s3} = 1,0 \cdot 10^{-12}$.

7. feladatsor: Pufferoldatok

Ha egy gyenge sav (HA) vizes oldata a gyenge savból származó, erős bázissal alkotott sót (pl. NaA) is tartalmaz, akkor a



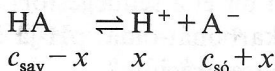
egyensúly a NaA-ból származó A⁻-ionok koncentrációjának növekedése miatt viszszatolódik, vagyis az oldat oxóniumion-koncentrációja csökken, a pH nő!

1.691. Számítsuk ki az oldat pH-ját, ha a $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ecetsav-oldat dm^3 -enként még

a) $1,0 \cdot 10^{-5}$, b) $1,0 \cdot 10^{-4}$, c) $1,0 \cdot 10^{-3}$, d) $1,0 \cdot 10^{-2}$, e) $1,0 \cdot 10^{-1}$ mol nátrium-acetátot is tartalmaz!

$[K_s(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}]$

Az előző feladatból láttuk, hogy ha az oldat savat és sót összemérhető (pl. 1 : 1, 1 : 4 vagy akár 1 : 10) mennyiségben tartalmaz, akkor az egyensúlyi



koncentrációkra jó közelítéssel igaz, hogy

$$c_{\text{sav}} - x \cong c_{\text{sav}}$$

$c_{\text{só}} + x \cong c_{\text{só}}$, vagyis a savállandóba helyettesítve gyakorlatilag helyes eredményt kapunk, ha a

$$K_s = \frac{[\text{só}] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{sav}]} \quad \text{egyenlet szerint számolunk.}$$

Hasonlóképpen vezethetjük le a gyenge bázist és a belőle származó, erős savval alkotott sót tartalmazó oldat pH-ját is:

$$K_b = \frac{[\text{só}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{bázis}]}$$

2.692.A) Mekkora annak az oldatnak a pH-ja, amely $0,01 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációban tartalmaz ecetsavat és nátrium-acetátot? ($K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$.)

B) Mekkora annak az oldatnak a pH-ja, amely nátrium-acetátra és ecetsavra egyaránt $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ -es?

C) Számítsuk ki a fenolt és nátrium-fenolátot 1 : 1 arányban tartalmazó oldat pH-ját! ($K_s(\text{fenol}) = 1,3 \cdot 10^{-10}$)

693.A) Mekkora a pH-ja az ammóniára és ammónium-kloridra nézve egyaránt $0,10 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatnak? ($K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$)

B) Egy oldat metil-amint és metil-ammónium-kloridot ($\text{CH}_3\text{-NH}_3\text{Cl}$) azonos, $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációban tartalmaz. Mekkora a pH-ja? ($K_b(\text{CH}_3\text{-NH}_2) = 4,38 \cdot 10^{-4}$)

694.A) Mekkora annak az oldatnak a pH-ja, amely ecetsavra nézve $0,05$, nátrium-acetátra nézve $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es?

B) Mekkora annak az oldatnak a pH-ja, amely 1 : 4 anyagmennyiség-arányban tartalmaz ecetsavat és nátrium-acetátot?

C) Mekkora annak az oldatnak a pH-ja, amely 4 : 1 anyagmennyiség-arányban tartalmaz ecetsavat és nátrium-acetátot?

695.A) Mekkora annak az oldatnak a pH-ja, amely 100 cm^3 $0,050 \text{ mol/dm}^3$ -es ammóniaoldatból és $0,30 \text{ g}$ ammónium-kloridból készült? (Az ammónium-klorid oldása során bekövetkező térfogatváltozástól eltekinthetünk.)

- B)** Mekkora annak az oldatnak a pH-ja, amelyet úgy készítettünk, hogy 250 cm^3 $0,040 \text{ mol/dm}^3$ -es ecetsavoldatban $1,00 \text{ g}$ vízmentes nátrium-acetátot oldottunk fel? (Az oldódás során bekövetkező térfogatváltozást elhanyagolhatjuk.)
- 696.A)** $1,00 \text{ dm}^3$ térfogatú, ecetsavat és nátrium-acetátot tartalmazó, $4,40$ -es pH-jú oldatot készítünk. Rendelkezésünkre áll 100 cm^3 $1,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ecetsavoldat és vízmentes nátrium-acetát. Mekkora tömegű sót kell felhasználni és hogyan készítjük el az oldatot, ha az összes ecetsavoldatot felhasználjuk?
- B)** 150 cm^3 $2,00 \text{ mol/dm}^3$ -es ammóniaoldatból $1,00 \text{ dm}^3$ $10,0$ -es pH-jú oldatot készítünk. Hány g ammónium-kloridra van ehhez szükségünk?
- 3.697.A)** Mekkora annak az oldatnak a pH-ja, amely NaH_2PO_4 -ot és Na_2HPO_4 -ot azonos, $0,010 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációban tartalmaz? (A foszforsav saválándóit l. **688.C**) feladatnál!)
- B)** Mekkora annak az oldatnak a pH-ja, amelyet úgy készítettünk, hogy vízben azonos tömegű Na_2HPO_4 -ot és NaH_2PO_4 -ot oldottunk?
- 4.698.A)** 100 cm^3 $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-acetát- és 50 cm^3 $0,050 \text{ mol/dm}^3$ -es ecetsavoldat összeöntésekor mekkora pH-jú oldat keletkezik?
- B)** Összeöntünk 100 cm^3 $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es ecetsav- és 50 cm^3 $0,05 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-acetát-oldatot. Mekkora a keletkező oldat pH-ja?
- C)** 100 cm^3 $0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es Na_2HPO_4 - és 150 cm^3 $0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es NaH_2PO_4 -oldatot összeöntve mekkora pH-jú elegyet kapunk?
- 5.699.A)** 100 cm^3 $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH - és 150 cm^3 $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es ecetsavoldat összeöntésekor mekkora pH-jú oldat keletkezik?
 $[K_s(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}.]$
- B)** 150 cm^3 $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es ammóniaoldat és 50 cm^3 $0,20 \text{ mol/dm}^3$ -es sósav elegyítésekor mekkora a keletkező oldat pH-ja?
- C)** Összeöntünk 100 cm^3 $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es fenol- és 80 cm^3 $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH -oldatot.
Mekkora a keletkező oldat pH-ja? $[K_s(\text{fenol}) = 1,3 \cdot 10^{-10}.]$
- 700.A)** 700 cm^3 $3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ -es ecetsavoldatban feloldottunk $55,0 \text{ mg}$ NaOH -ot. Mekkora a keletkező oldat pH-ja? ($K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$.)
- B)** 500 cm^3 $0,010 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavhoz $1,0 \text{ cm}^3$ $28 \text{ m/m}\%$ -os $0,898 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű ammóniaoldatot öntünk. Mekkora a keletkezett oldat pH-ja? ($K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$.)
- 701.A)** Hány cm^3 $0,040 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH -oldatot kell önteni 100 cm^3 $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es ecetsavoldathoz, hogy az oldatelegy pH-ja $5,00$ legyen?
- B)** Milyen térfogatarányban kell összeönteni $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es ecetsav- és $0,20 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH -oldatot, hogy $4,0$ -es pH-jú oldatot kapjunk?
- 702.A)** Milyen térfogatarányban kell elegyíteni $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH - és $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es foszforsavoldatot, hogy a keletkező oldat pH-ja $7,0$ legyen?
- B)** Milyen térfogatú $0,010 \text{ mol/dm}^3$ -es foszforsav- és $0,020 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH -oldatot kell összeönteni $2,00 \text{ dm}^3$ $7,50$ -ös pH-jú oldat készítéséhez?

- 6.703. 100 cm^3 $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ -es ecetsavoldatot 50 cm^3 $0,020 \text{ mol/dm}^3$ -es hangyasavoldattal és 50 cm^3 $0,020 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH-oldattal elegyítünk. Mekkora a keletkező oldat pH-ja?
 $[K_s(\text{HCOOH}) = 1,8 \cdot 10^{-4}, K_s(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}]$

Mi történik, ha HA gyenge savat és NaA sót egyaránt tartalmazó oldatba oxónium- vagy hidroxid-ionokat juttatunk?



A H^+ -ionok adagolására az egyensúly a visszaalakulás, az OH^- -ionok hatására (mivel azok csökkentik a H^+ -ionok koncentrációját a $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ reakció miatt) az átalakulás (disszociáció) irányába tolódik el. Ha viszonylag nagy mennyiségben található az oldatban HA, illetve A^- , kis mennyiségű H^+ - vagy OH^- -iont a rendszer „el tud nyelni” anélkül, hogy a pH számottevő mértékben megváltozna (l. 704–707. feladatot).

Az oldat hidrogénion-koncentrációját egyszerűen úgy tudjuk számolni, hogy feltételezzük: gyakorlatilag az összes beadagolt ion, pl. H^+ -ion (y) protonálja az A^- -anionok egy részét és így a kezdeti savkoncentráció (c_{sav}) ennyivel nagyobb ($c_{\text{sav}} + y$), a kezdeti sókoncentráció ($c_{\text{só}}$) pedig ugyanennyivel kisebb ($c_{\text{só}} - y$), mint a hidrogénionok bevitelére előtt. (Ha a hidrogénionokat híg oldattal vittük be, természetesen a hígulást is figyelembe kell venni!) Ha $c_{\text{sav}} + y$ és $c_{\text{só}} - y$ még mindig összemérhető (1 : 1 és kb. 1 : 10 közötti), akkor itt is élhetünk a feladatsor elején levezetett elhanyagolással, vagyis a bemérési koncentrációk egyben az egyensúlyi koncentrációk:

$$K_s = \frac{(c_{\text{só}} - y) \cdot [\text{H}^+]}{(c_{\text{sav}} + y)}$$

Az ebből kiszámolt hidrogénion-koncentráció természetesen eltér az eredeti oldat pH-jától, de nem olyan nagy mértékben, mintha a savat (H^+) tiszta vízbe, vagy akár erős bázis vagy erős sav vizes oldatába adagoltuk volna. A következő feladatok ezt a megállapítást bizonyítják.

[Megjegyzés: A fentiekhez hasonlóan lehet levezetni a OH^- -ionok (y) hatását az egyensúlyra:

$$K_s = \frac{(c_{\text{só}} + y) \cdot [\text{H}^+]}{c_{\text{sav}} - y}$$

- 7.704.A) Számítsuk ki, hogyan változik meg a pH, ha $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol H}^+$ -iont juttatunk 500 cm^3
- desztillált vízbe,
 - 11,0-es pH-jú NaOH-oldatba,
 - olyan oldatba, amely ammóniára és ammónium-kloridra nézve egyaránt $0,200 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú!

(A hidrogénionok bevitelkor bekövetkező oldattérfogat-változást elhanyagoljuk.)

$$[K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}]$$

- B)** 0,100 g NaOH-ot oldunk fel 500 cm³
 a) desztillált vízben,
 b) 3,00-as pH-jú sósavban,
 c) olyan oldatban, mely 0,100–0,100 mol/dm³ koncentrációban tartalmaz ecetsavat és nátrium-acetátot.

Hogyan változik meg az egyes esetekben a pH? [$K_s(\text{ecetsav}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.]

- 705.A)** Hány mol ecetsavat, illetve hány mol nátrium-acetátot tartalmazott az a 4,40-es pH-jú oldat, melynek 1 dm³-ében 20,0 mg nátrium-hidroxidot feloldva a pH 0,6 egységgel változott meg?

Hogyan változott volna meg a 4,40-es pH-jú sósav kémhatása, ha 1 dm³-ében a fenti 20,0 mg tömegű nátrium-hidroxidot oldottuk volna? [K_s -t l. a **704.B)** feladatban!]

- B)** Számítsuk ki a fenti adatokkal, mi lenne a helyzet, ha az oldat hangyasa-
 vat és nátrium-formiátot tartalmazna? [$K_s(\text{HCOOH}) = 1,8 \cdot 10^{-4}$.]

- 706.A)** Öntsünk 200 cm³ 0,100 mol/dm³-es nátrium-acetát-oldathoz 100 cm³
 0,200 mol/dm³-es ecetsavoldatot, majd oldjunk fel 0,036 g nátrium-hidri-
 det az elegyben. Mekkora lesz ekkor a pH változása? (K_s -t l. a **704.**
 feladatnál!)

- B)** 300 cm³ 0,050 mol/dm³-es ammónia- és 200 cm³ 0,100 mol/dm³-es ammó-
 nium-klorid-oldat elegyítésével készült oldatban elnyeletünk 200 cm³
 standardállapotú hidrogén-klorid-gázt. Hogyan változik eközben az oldat
 pH-ja? (A gáz oldódásakor bekövetkező csekély térfogatváltozás elhanya-
 golható.) (K_b -t l. a **704.** feladatnál!)

- 707.A)** 50 cm³ 0,200 mol/dm³-es ecetsav- (A), 50 cm³ 0,500 mol/dm³-es nátrium-
 acetát- (B) és 100 cm³ 0,010 mol/dm³-es nátrium-hidroxid-oldatot (C)
 öntünk össze. Mekkora az A-oldat, az A + B és az A + B + C oldatelegy
 pH-ja? (Az elegyítés során bekövetkező kontrakciótól tekintsünk el!
 [$K_s(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.])

- B)** Számítsuk ki, mi történne a fenti esetben, ha C-oldatként 100 cm³ 0,010
 mol/dm³-es sósavat öntenénk A- és B-oldat elegyéhez!

- C)** 0,100 mol/dm³-es ammónia- (A), 0,050 mol/dm³-es ammónium-klorid-
 oldat (B) és 0,010 mol/dm³-es sósav (C) 100–100 cm³-ét öntjük össze.
 Mekkora az A-oldat, az A + B és az A + B + C oldatelegy pH-ja?
 [$K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.]

Az előző négy feladat egyértelműen bizonyítja, hogy gyenge savat és erős bázissal alkotott sóját, vagy gyenge bázist és erős savval alkotott sóját egyaránt tartalmazó oldat pH-ját sav, illetve lúg hozzáadása csak kis mértékben változtatja meg. Az ilyen oldatokat „kiegyenlítő”, azaz *puffer* rendszereknek nevezzük. A pufferoldat pH-ja az alkalmazott sav: só anyagmennyiség-aránytól, kiegyenlítő hatása pedig a koncentrációk abszolút értékétől függ.

A pufferoldat pH-kiegyenlítő hatásának mértékét a *pufferkapacitással* jellemezzük, ami azt a H⁺-, illetve OH⁻-ion-mennyiséget jelenti, amit dm³-enként az adott pufferoldathoz adagolva, annak pH-ját 1 egységgel változtatja meg.

8.708.A) Számítsuk ki az ecetsavat és nátrium-acetátot egyaránt $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációban tartalmazó oldat pufferkapacitását lúgos és savas irányban! [$K_s(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.]

B) Végezzük el a számítást $0,010$ – $0,010 \text{ mol/dm}^3$ -es ecetsav–nátrium-acetát-oldatra is!

709.A) Számítsuk ki az ecetsavat és nátrium-acetátot $0,100$, illetve $0,200 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációban tartalmazó oldat pufferkapacitását mindkét irányban! (K_s -t l. előbb!)

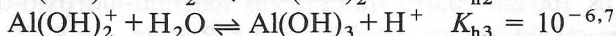
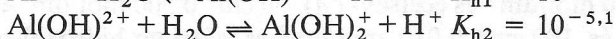
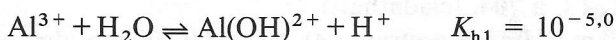
B) Végezzük el a fenti számítást $0,020 \text{ mol/dm}^3$ -es ecetsavra és $0,010 \text{ mol/dm}^3$ nátrium-acetátot is tartalmazó oldatra!

C) $3,00$ – $3,00 \text{ g}$ benzooesavból és nátrium-benzoátból 250 cm^3 oldatot készítünk. Számítsuk ki ennek az oldatnak a pufferkapacitását! [$K_s(\text{benzooesav}) = 6,6 \cdot 10^{-5}$.]

710.A) 150 cm^3 $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-acetát-oldathoz 50 cm^3 $0,15 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavat öntünk. Mekkora a keletkezett oldat pH-ja és pufferkapacitása? [$K_s(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.]

B) 250 cm^3 $0,10 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ammónium-klorid-oldathoz 50 cm^3 $0,30 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatot öntve mekkora pH-jú és milyen pufferkapacitású oldatot kapunk? [$K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.]

711.A) Az alumíniumionok vizes oldatban savasan hidrolizálnak. A hidrolízis lépései (Arrhenius szerint):



a) Mekkora a $5,00$ -ös pH-jú alumínium-nitrát-oldat koncentrációja? Milyen arányban tartalmazza a különböző alumíniumtartalmú részecskéket (ún. specieszeket) ez az oldat?

b) Milyen arányban tartalmazza az egyes specieszeket az az oldat, amelyet úgy készítettünk, hogy $0,200 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú alumínium-nitrát-oldat pH-ját NaOH-oldat adagolásával $5,00$ -re állítottuk be?

c) Hogyan változnak az arányok, miközben az oldatot lúgosítva $6,00$ -ra, illetve $12,00$ -re nő a pH?

B) Számítsuk ki pH = $1,00$ és pH = $14,00$ között a foszforsavoldat lúgosítása során a különböző specieszek előfordulási arányait! Ábrázoljuk grafikonon az egyes specieszek százalékos előfordulását a pH függvényében! (A foszforsav savállandóit l. a 721. feladatban.)

8. feladatsor: Gyakorlás

A következő feladatokban az 1–7. feladatsorban megtanultakat gyakoroljuk. Döntsük el, hogy teljesen vagy nem teljesen disszociáló vegyületekről (erős vagy gyenge savakról, bázisokról) van-e szó! Különböztessük meg a hidrolízist és a pufferoldatokat, és – ha szükséges – vegyük figyelembe az oldatok elegyítésénél bekövetkező hígulást! Nagyon híg oldatoknál ne hanyagoljuk el a víz autoprotolízisét!

- 712.** Számítsuk az alábbi oldatok pH-ját!
Összeöntünk $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es ammóniaoldatból és $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavból:
- $100\text{--}100 \text{ cm}^3$ -t.
 - 100 cm^3 ammóniaoldatot és 50 cm^3 sósavat.
 - 50 cm^3 ammóniaoldatot és 100 cm^3 sósavat.
 - 150 cm^3 ammóniaoldatot és 50 cm^3 sósavat.
[$K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.]
- 713.**
- 200 cm^3 $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es ecetsavoldathoz 50 cm^3 $0,300 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-hidroxid-oldatot öntünk.
Mekkora az így keletkezett oldat pH-ja? [$K_s(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.]
 - Hány cm^3 $0,30 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-hidroxid-oldatot kell önteni 150 cm^3 $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es ecetsavoldathoz, hogy az így keletkezett pufferoldat pH-ja 4,22 legyen?
 - Hány g NaOH-ot kell feloldani a b) feladatban szereplő pufferoldatban, hogy pH-ja 1 egységgel változzék? (Az elegyítés során bekövetkező kontrakció elhanyagolható.)
- 714.** $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es ecetsavoldat $10,00 \text{ cm}^3$ -ét pontosan $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH-oldattal titrálunk. Számítsuk ki az oldat pH-ját 0%-os, 50%-os, 90%-os, 100%-os, 101%-os és 110%-os titráltság esetén! Ábrázoljuk grafikonon az oldat pH-ját a fogyott NaOH-oldat térfogatának (a titráltság mértékének) függvényében, és vessük össze a görbét a **657.** feladatban kiszámítottakkal!
- 715.** Összeöntünk 400 cm^3 $3 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ammónium-klorid- és 150 cm^3 $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es kálium-hidroxid-oldatot. Számítsuk ki a keletkező oldat pH-ját, ammóniumion- és ammóniakoncentrációját!
[$K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.]
- 716.** Hogyan változik meg az 1,00-es pH-jú sósav pH-ja, ha 500 cm^3 -ét 5 A erősségű árammal 15 percen át elektrolizáljuk grafitelektródok között? (Az elektrolízis során az oldat térfogata gyakorlatilag nem változik. A fejlődő klór kismértékű oldódásától, annak pH-t módosító hatásától eltekintünk.)
- 717.** $50 \text{ n/n}\%$ -os nátrium-hidroxid-oldat $1,00 \text{ g}$ -ját desztillált vízzel 500 cm^3 -re hígítjuk. Hány cm^3 $1,75$ -ös pH-jú sósavval semlegesíthető a hígított lúg-oldat $20,0 \text{ cm}^3$ -e?
- 718.**
- Hány mol/dm^3 -es az a sósav, amelynek pH-ja megegyezik egy olyan oldatével, amely $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es az ecetsavra és a nátrium-acetátra nézve? (K_s -t l. **713.** feladatnál!)
 - Mekkora lesz a fenti két oldat pH-ja, ha mindkettő $1\text{--}1 \text{ dm}^3$ -ében $100\text{--}100 \text{ mg}$ NaOH-ot oldunk fel?

719. Összeöntünk 100 cm^3 pH = 3,0-as sósavat és
- 100 cm^3 11,0-es pH-jú nátrium-hidroxid-oldatot,
 - 100 cm^3 11,0-es pH-jú ammóniaoldatot, ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$),
 - 100 cm^3 10^{-3} mol/dm^3 -es ammóniaoldatot,
 - 100 cm^3 10^{-3} mol/dm^3 -es ammónium-klorid-oldatot.
- Számítsuk ki az egyes oldatelegek pH-ját!
720. Rendelkezésünkre áll $1,00 \text{ mol/dm}^3$ -es sósav és $1,00 \text{ mol/dm}^3$ -es hangyasavoldat.
- Mekkora térfogatú sósavból, illetve hangyasavoldatból kell kiindulni 500 cm^3 2,00-es pH-jú oldat készítésekor? [$K_s(\text{HCOOH}) = 1,8 \cdot 10^{-4}$.]
 - A fenti 2,00-es pH-jú oldatok 10 cm^3 -éhez külön-külön 10 cm^3 13,00-as pH-jú NaOH-oldatot öntünk. Mekkora az így keletkező oldatok pH-ja?
 - Hány cm^3 13,00-as pH-jú NaOH-oldatot kellene a 2,00-es pH-jú hangyasavoldat $10,0 \text{ cm}^3$ -éhez önteni, hogy a hangyasav és a nátrium-hidroxid éppen sztöchiometrikus mennyiségben reagáljon? Mekkora lesz az így keletkező oldat pH-ja?
721. 500 cm^3 $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH-oldatban $2,37 \text{ g}$ difoszfor-pentaoxidot oldunk. Mekkora a keletkező oldat pH-ja? (Az oldás során az oldat térfogata gyakorlatilag nem változik.)
(A foszforsav disszociációállandói: $K_1 = 7,5 \cdot 10^{-3}$,
 $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$.
 $K_3 = 1,0 \cdot 10^{-12}$.)
722. Az izom intenzív, anaerob anyagcserefolyamatai során tejsav keletkezik. A vérben a tejsav a hidrogén-karbonát-ionokkal reagálva semlegesítődik. Ezt modellezzük ezzel a számítással.
- A tejsav egyértékű sav, amelyet a továbbiakban HL-lel jelölünk, és a savállandója: $K(\text{HL}) = 1,4 \cdot 10^{-4}$. A szénsav disszociációs állandói: $K_{s1} = 4,5 \cdot 10^{-7}$ és $K_{s2} = 4,7 \cdot 10^{-11}$. Feltételezzük, hogy a reakciók során az összes szén-dioxid az oldatban marad.
- Számítsuk ki a $3,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ -es HL-oldat pH-ját!
 - Számítsuk ki a tejsav és a hidrogén-karbonát-ion között végbemenő reakció egyensúlyi állandóját!
 - $3,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ tejsavat (HL) adunk $1,00 \text{ dm}^3$ $0,024 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaHCO_3 -oldathoz (az oldat térfogata változatlan marad, és a HL gyakorlatilag teljesen „semlegesítődik”).
– Számítsuk ki a NaHCO_3 -oldat pH-ját a HL hozzáadása előtt!
– Számítsuk ki a pH-t a HL hozzáadása után!
 - Tegyük fel, hogy egy ember vérében a fizikai munka következtében a keletkező tejsav miatt a pH 7,40-ről 7,00-re csökkent. A következő számítás során tekintsük úgy, hogy a vért modellező vizes oldatban a pH = 7,40 és a $[\text{HCO}_3^-] = 0,022 \text{ mol/dm}^3$. Hány mól tejsav került $1,00 \text{ dm}^3$ ilyen oldatba, ha a pH 7,00-re változott?

723. Az EDTE (etilén-diamin-tetraecetsav) a kémiai analitika egyik fontos komplexképző vegyülete. A komplexképző hajlamát jelentősen befolyásolja a pH, hiszen a különböző kémhatású oldatokban az EDTE különböző mértékben protonált alakjai különböző arányban fordulnak elő.

Számítsuk ki a lehető legtöbb elhanyagolással a $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú EDTE-oldat „titrálási görbéjét”. Tételezzük fel, hogy tömény lúgot adunk az oldathoz, tehát a térfogata, így a bemérési összkoncentráció változatlan. Ábrázoljuk a pH-t kiindulási állapotban, majd akkor, amikor a dm^3 -enként $0,100 \text{ mol}$ anyagmennyiségű EDTE-oldathoz $0,100 \text{ mol}$, $0,150 \text{ mol}$, $0,200 \text{ mol}$, $0,250 \text{ mol}$, $0,300 \text{ mol}$, $0,350 \text{ mol}$, $0,400 \text{ mol}$, illetve $0,500 \text{ mol}$ hidroxidiont adagoltunk!

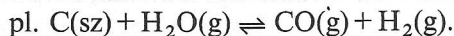
Milyen pH-tartományban lesz domináns szerepe az egyes EDTE-specieseknek?

Az EDTE savállandói:

$$K_{s1} = 1,0 \cdot 10^{-2}, \quad K_{s2} = 2,1 \cdot 10^{-3}, \quad K_{s3} = 6,9 \cdot 10^{-7}, \\ K_{s4} = 5,5 \cdot 10^{-11}$$

C) HETEROGÉN EGYENSÚLYOK

Ha egy egyensúlyban lévő rendszerben a reagáló anyagok vagy a termékek valamelyike más fázisban található, akkor heterogén egyensúlyról beszélünk:



A tömeghatás törvényét alkalmazva, azaz az egyensúlyi állandót felírva:

$$K = \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2]}{[\text{H}_2\text{O}]} \text{ összefüggéshez jutunk.}$$

A szilárd fázis meghatározott, állandó koncentrációjú, így az egyensúlyt csak a gáz-halmazállapotú komponensek koncentrációjával befolyásolhatjuk.

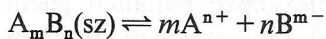
Ehhez hasonlóan például a $\text{CaCO}_3(\text{sz}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{sz}) + \text{CO}_2(\text{g})$ folyamat egyensúlyi állandója:

$$K = [\text{CO}_2].$$

1. feladatsor: Az oldhatósági szorzat

Elméleti és gyakorlati szempontból fontosak az oldhatósági egyensúlyok. A vízben jól oldódó vegyületek oldhatóságát tömegszázalékban vagy 100 g oldószerre vonatkoztatva adják meg (l. I. fejezet, 13. feladatsor). A vízben rosszul oldódó (gyakran hibásan „oldhatatlan”-nak titulált) vegyületek, azaz a még híg oldatból is csapadékként kiváló anyagok esetén a telített oldat gyakran érintkezik a feloldatlan anyaggal, így célszerű az egyensúlyi állandóval dolgozni.

A heterogén egyensúlyok bevezetésében említettek miatt a



folyamat egyensúlyi állandója

$L = [A^{n+}]^m \cdot [B^{m-}]^n$, ahol a folyamat egyensúlyi állandóját (L) *oldhatósági szorzatnak* nevezzük.

Ha 1 dm^3 vízben x mol vegyület oldódik adott hőmérsékleten, akkor egyensúlyban:

$$[A^{n+}] = m \cdot x \text{ és } [B^{m-}] = n \cdot x,$$

vagyis az oldhatósági szorzat:

$$L = (m \cdot x)^m \cdot (n \cdot x)^n = m^m \cdot n^n \cdot x^{(m+n)}.$$

Elvileg bármelyik vegyület oldhatósági szorzatát megadhatjuk: például a nátrium-kloridét az $L = [Na^+] \cdot [Cl^-]$ egyenlet írja le. A gyakorlatban azonban ezeknél inkább a korábbiakban említett adatokat használjuk az oldhatóságra (l. I. fejezet 13. feladatsor).

1.724.A) 30 dm^3 vízben, 20°C -on $1,00 \text{ g}$ ezüst-kromát (Ag_2CrO_4) oldódik. Mekkora az egyensúlyi ionkoncentrációk, és mekkora az oldhatósági szorzat értéke?

B) $1,0 \text{ dm}^3$ vízben $1,44 \text{ g}$ lantán(III)-jodát [$La(IO_3)_3$] oldódik. Számítsuk ki a lantán-jodát oldhatósági szorzatát!

725.A) Mekkora az alumínium-hidroxid oldhatósági szorzata, ha a telített oldat pH-ja $10,51$?

B) A telített meszes víz pH-ja $12,35$. Hány g kalcium-hidroxidot tartalmaz $1,00 \text{ dm}^3$ oldat, és mekkora a vegyület oldhatósági szorzata?

2.726.A) Hány mol kalcium-karbonátot old 1 dm^3 víz?

$$[L(CaCO_3) = 8,7 \cdot 10^{-9}.]$$

B) Hány mol $PbClF$ oldódik 1 dm^3 25°C -os vízben, ha az oldhatósági szorzata $2,8 \cdot 10^{-9}$?

3.727.A) Hány mg ezüst-arsenátot (Ag_3AsO_4) tartalmaz 20°C -on $1,00 \text{ dm}^3$ telített oldat, ha az oldhatósági szorzat értéke $1,0 \cdot 10^{-19}$?

B) Hány g bizmut-szulfid oldódik 20°C -on $1,0 \text{ m}^3$ vízben?

$$[L(Bi_2S_3) = 1,0 \cdot 10^{-97}.]$$

728.A) Melyik oldat lúgosabb: a telített bizmut- vagy mangán-hidroxidé?

$$[L(Bi(OH)_3) = 2,2 \cdot 10^{-16}, L[Mn(OH)_2] = 4,0 \cdot 10^{-14}.]$$

B) Melyik oldat lúgosabb: a telített vas(II)-hidroxidé vagy az ólom(II)-hidroxidé?

$$[L(Fe(OH)_2) = 1,64 \cdot 10^{-14}, L(Pb(OH)_2) = 6,8 \cdot 10^{-13}.]$$

4.729.A) Mekkora tömegű ezüst-klorid ($L = 1,56 \cdot 10^{-10}$) oldódik 25°C -on

a) $1,00 \text{ dm}^3$ vízben,

b) $1,00 \text{ dm}^3$ $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es ezüst-nitrát-oldatban,

c) $1,00 \text{ dm}^3$ $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-klorid-oldatban,

d) $1,00 \text{ dm}^3$ 10^{-5} mol/dm^3 -es ezüst-nitrát-oldatban?

- B)** Mekkora tömegű ezüst-bromid ($L = 7,7 \cdot 10^{-13}$) oldódik 25°C -on
- $1,00 \text{ dm}^3$ vízben,
 - $1,00 \text{ dm}^3$ $0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es ezüst-nitrát-oldatban,
 - $1,00 \text{ dm}^3$ $0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-bromid-oldatban,
 - $1,00 \text{ dm}^3$ 10^{-5} mol/dm^3 -es ezüst-nitrát-oldatban?
- 730.A)** $1,0 \text{ mmol}$ ezüst-jodidot ($L = 1,5 \cdot 10^{-16}$) mekkora térfogatú 25°C -os
- desztillált víz,
 - $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ -es ezüst-nitrát-oldat képes feloldani?
- B)** $1,00 \text{ g}$ cink-szulfidot 18°C -on ($L = 1,2 \cdot 10^{-23}$) mekkora térfogatú
- desztillált vízben
 - $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ -es cink-szulfát-oldatban lehet maradéktalanul feloldani? (A cinkionok hidrolízisétől eltekintünk.)
- 5.731.A)** Hány mol ólom(II)-jodid ($L = 8,7 \cdot 10^{-9}$) oldódik 25°C -on $1,0 \text{ dm}^3$
- desztillált vízben,
 - $1,0 \text{ mol/dm}^3$ -es ólom(II)-nitrát-oldatban,
 - $0,5 \text{ mol/dm}^3$ -es kálium-jodid-oldatban?
- B)** Hány mol kalcium-foszfát ($L = 2,0 \cdot 10^{-29}$) oldódik 20°C -on, $2,0 \text{ dm}^3$
- desztillált vízben,
 - $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es kalcium-klorid-oldatban,
 - $0,10 \text{ mol/dm}^3$ -es trinátrium-foszfát-oldatban?
- (A foszfátionok hidrolízisétől eltekintünk.)
- C)** Az ezüst-kromát (Ag_2CrO_4) oldhatósági szorzata: $L = 1,1 \cdot 10^{-12}$. Számítsuk ki az ezüstionok koncentrációját az alábbi esetekben!
- Ezüst-kromát csapadékot (feleslegben) vízbe szórunk.
 - Ezüst-kromátot (feleslegben) $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-kromát-oldatba szórunk.
 - A *b)* esetben kapott oldatot desztillált vízzel kétszeresére hígítjuk (miközben az edényben még csapadék is marad).
- 6.732.A)** A telített mangán(II)-hidroxid-oldat pH-ja $9,63$. Mennyivel változik meg a $10,0 \text{ dm}^3$ telített oldattal érintkező szilárd fázis tömege, ha az oldat pH-ját
- $9,00$ -re csökkentjük,
 - $10,00$ -re növeljük?
- B)** A kalcium-kromát oldhatósági szorzatának megállapítására $5,00 \text{ cm}^3$ térfogatú, CaCrO_4 -tal telített $0,2500 \text{ mol/dm}^3$ -es kálium-kromát-oldatot erősen savas közegben $0,3000 \text{ mol/dm}^3$ -es vas(II)-szulfát-oldattal titráljuk: $\text{CrO}_4^{2-} + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$. $16,02 \text{ cm}^3$ fogyást tapasztalunk. Határozzuk meg az oldhatósági szorzat értékét és azt, mekkora térfogatú vas(II)-oldat fogyott volna $5,00 \text{ cm}^3$ olyan telített kalcium-kromát-oldatra, amely
- kálium-kromátot nem tartalmaz,
 - $0,1250 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációban tartalmaz kálium-kromátot!
- 7.733.A)** Ezüst-jodid–ezüst-nitrit porkeverékre desztillált vizet öntünk. Mekkora az oldat ezüst-, jodid- és nitrition-koncentrációja az egyensúly beállta után? $L(\text{AgI}) = 1,5 \cdot 10^{-16}$, $L(\text{AgNO}_2) = 5,86 \cdot 10^{-4}$.

- B) Kálium-kloridra és kálium-jodidra egyaránt $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú, 100 cm^3 térfogatú oldatban $3,4000 \text{ g}$ ezüst-nitrátot oldunk. Számítsuk ki az oldatban lévő ezüst-, jodid- és kloridion-koncentrációt a reakció lezajlása után!

$$L(\text{AgCl}) = 1,56 \cdot 10^{-10}, L(\text{AgI}) = 1,5 \cdot 10^{-16}.$$

- 8.734.A) Kálium-kloridra és kálium-jodidra egyaránt $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú, 100 cm^3 térfogatú oldatban $1,0000 \text{ g}$ ezüst-nitrátot oldunk fel. Számítsuk ki az egyes ionok koncentrációját a reakció után! (Az oldat térfogatváltozását elhanyagolhatjuk.)

$$L(\text{AgCl}) = 1,56 \cdot 10^{-10}, L(\text{AgI}) = 1,5 \cdot 10^{-16}.$$

- B) Milyen csapadék keletkezik a fenti oldatban, ha $1,0000 \text{ g}$ helyett $1,7000 \text{ g}$ ezüst-nitrátot oldunk benne?

- C) 100 cm^3 $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ezüst-nitrát-oldatban feloldunk $3,0 \text{ mmol}$ kálium-jodidot, $3,0 \text{ mmol}$ kálium-bromidot és $3,0 \text{ mmol}$ kálium-kloridot. Számítsuk ki az egyes ionok koncentrációját az oldatban?

$$L(\text{AgBr}) = 7,7 \cdot 10^{-13}.$$

- D) 100 cm^3 $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ezüst-nitrát-oldatban feloldunk kálium-kloridból, kálium-bromidból és kálium-jodidból egyaránt $0,5000 \text{ g}$ -ot. Számítsuk ki az egyes ionok koncentrációját az oldatban!

- 9.735. Bromidionok argentometriás, csapadékos titrálását végezhetjük visszaméréses titrálással úgy, hogy az ismeretlen, bromidion-tartalmú oldathoz ismert térfogatú és koncentrációjú ezüst-nitrát-oldatot adunk, majd az ezüstionok feleslegét kálium-rodanid (kálium-tiocianát: KSCN) mérőoldattal határozzuk meg. Határozzuk meg, mekkora az oldat ezüst-, bromid- és rodanidion-koncentrációja a titrálás végpontjában!

$$L(\text{AgBr}) = 5,00 \cdot 10^{-13} \quad L(\text{AgSCN}) = 1,00 \cdot 10^{-12}.$$

2. feladatsor: Leválik vagy nem válik le?

Ha egy oldatban a *bevitt ionok* olyan koncentrációban vannak jelen, hogy a belőlük *megfelelő módon* (hatványon) *képzett szorzat meghaladja* egy vegyület *oldhatósági szorzatának* értékét, akkor *csapadékkiválást* észlelünk.

- 1.736.A) Egy oldat azonos, $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ koncentrációban tartalmaz Mn^{2+} - és Cr^{3+} -ionokat. Számítsuk ki, hogy az oldatot fokozatosan lúgosítva, hányas pH-nál és melyik csapadék kezd leválni először? Számítsuk ki ezután azt is, hogy sztöchiometrikus mennyiségű lúg hozzáadása után milyen lesz a csapadékos rendszer feletti oldat pH-ja!

$$L[\text{Mn}(\text{OH})_2] = 4 \cdot 10^{-14}, L[\text{Cr}(\text{OH})_3] = 5,4 \cdot 10^{-31}.$$

(A lúgosítást tömény NaOH-dal végezzük, így az oldat térfogatváltozását elhanyagolhatjuk.)

- B) Az ón(II)-klorid a vízben erőteljesen hidrolizál. $1,19 \text{ g}$ $\text{SnCl}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$ -t $1,0 \text{ dm}^3$ vízben nem tudjuk csapadék képződése nélkül feloldani. Tömény sósavval savanyítva az oldatot, hányas pH-nál oldódik fel az összes csapadék? $L[\text{Sn}(\text{OH})_2] = 1,4 \cdot 10^{-28}$.

- 2.737.A) 1 dm^3 telített ezüst-szulfát-oldatban feloldunk $5,0 \text{ mg}$ kalcium-kloridot. Milyen csapadék válik ki?
 $L(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10}$, $L(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 1,6 \cdot 10^{-5}$, $L(\text{CaSO}_4) = 1,2 \cdot 10^{-6}$.
- B) 100 cm^3 telített ólom-klorid-oldatban $1,0 \text{ mg}$ ezüst-szulfátot oldunk. Milyen csapadék válik ki?
 $L(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 1,6 \cdot 10^{-5}$, $L(\text{PbCl}_2) = 1,0 \cdot 10^{-4}$, $L(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10}$,
 $L(\text{PbSO}_4) = 1,6 \cdot 10^{-8}$.
- 3.738.A) Leválik-e csapadék, ha $10,0 \text{ cm}^3$ $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$ -es ólom(II)-nitrát-oldathoz $10,0 \text{ cm}^3$ $10,0$ -es pH-jú NaOH-oldatot öntünk?
 $L[\text{Pb}(\text{OH})_2] = 6,8 \cdot 10^{-13}$.
- B) Leválik-e csapadék, ha $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ -es kénsavoldat 100 cm^3 -éhez 50 cm^3 $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es ezüst-nitrát-oldatot öntünk?
 $L[\text{Ag}_2(\text{SO}_4)] = 1,6 \cdot 10^{-5}$.
(Tekintsük teljesnek a kénsav disszociációját!)
- 739.A) Hány mol/dm^3 -es volt az a nátrium-klorid-oldat, amelyhez azonos térfogatú, $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ -es koncentrációjú ólom(II)-nitrát-oldatot öntve csapadék leválását még éppen nem tapasztalunk? $L(\text{PbCl}_2) = 1,0 \cdot 10^{-4}$.
- B) Hány mol/dm^3 -es volt az a nátrium-hidroxid-oldat, amelyhez azonos térfogatú, $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kalcium-klorid-oldatot öntve csapadékkiválást még éppen nem tapasztalunk? $L[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 5,5 \cdot 10^{-6}$.
- 4.740.A) 100 cm^3 $0,05 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú stroncium-klorid-oldathoz hány cm^3 telített gipszes vizet kell önteni, hogy a csapadékkiválás meginduljon?
 $L(\text{CaSO}_4) = 1,2 \cdot 10^{-6}$, $L(\text{SrSO}_4) = 3,2 \cdot 10^{-7}$.
- B) Ezüst-nitrát- és nátrium-klorid-oldat reakciója során keletkező csapadékot leszűrjük, desztillált vízzel mossuk, majd a szűrőpapíron lévő anyagot desztillált vízbe szórjuk és alaposan összerázzuk. A telítési egyensúly beállta után ismét leszűrjük, s továbbiakban a szűrlettel dolgozunk. A fenti szűrletnek hány cm^3 -e elegendő ahhoz, hogy $1,0 \text{ dm}^3$ $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kálium-bromid-oldatban megindítsa a csapadék leválását?
 $L(\text{AgCl}) = 1,56 \cdot 10^{-10}$, $L(\text{AgBr}) = 7,7 \cdot 10^{-13}$.
- C) Milyen térfogatarányban kell összeönteni $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kalcium-klorid- és $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ -es kénsavoldatot, hogy csapadékkiválás még éppen ne következzen be?
 $L(\text{CaSO}_4) = 1,2 \cdot 10^{-6}$.
(A kénsav disszociációját tekintsük teljesnek!)
741. $1,0 \text{ dm}^3$ $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ -es kénsavoldatba $0,50 \text{ g}$ kalciumot teszünk.
a) Leválik-e kalcium-hidroxid- vagy kalcium-szulfát-csapadék?
b) Mekkora az oldat pH-ja?
c) Mekkora az oldatban a kalcium- és a szulfation-koncentráció? (A kénsav disszociációja teljes!)
 $L[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 5,5 \cdot 10^{-6}$, $L(\text{CaSO}_4) = 1,2 \cdot 10^{-6}$.
742. Összeöntünk azonos térfogatú, telített ezüst-szulfát- és telített ólom(II)-klorid-oldatot. Milyenek lesznek a kialakuló ionkoncentrációk?
 $L(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 7,7 \cdot 10^{-5}$, $L(\text{PbCl}_2) = 1,0 \cdot 10^{-4}$
 $L(\text{AgCl}) = 1,6 \cdot 10^{-10}$, $L(\text{PbSO}_4) = 1,6 \cdot 10^{-8}$

3. feladatsor: Más kémiai egyensúlyok hatása az oldhatóságra

A csapadékok kiválását, illetve feloldódását nemcsak az oldhatósági szorzat határozza meg. Az alkalmazott ionkoncentráció csökkenését nemcsak a hígítás, hanem más tényezők, például komplexképződés vagy egyéb reakciók is előidézhetik.

743.A) A nikkell-szulfid oldhatósági szorzata $20\text{ }^\circ\text{C}$ -on $1,4 \cdot 10^{-24}$.
A dihidrogén-szulfid telített oldata $20\text{ }^\circ\text{C}$ -on, $0,101\text{ MPa}$ nyomáson közelítőleg $0,1\text{ mol/dm}^3$. A savállandói:
 $K_1 = 9,5 \cdot 10^{-8}$, $K_2 = 1,2 \cdot 10^{-15}$.

Leválna-e nikkell-szulfid-csapadék a $1,0 \cdot 10^{-3}\text{ mol/dm}^3$ -es nikkell(II)-szulfát-oldatból H_2S -gáz bevezetésekor, ha az oldat pH-ja $1,00$?

B) Végezzük el a fenti számítást ezüst-szulfidra is! Az ezüst-nitrát koncentrációja $1,0 \cdot 10^{-3}\text{ mol/dm}^3$, a salétromsavoldattal savanyított oldat pH-ja $1,00$.

$$L(\text{Ag}_2\text{S}) = 1,6 \cdot 10^{-49}$$

C) Számítsuk ki, hányas pH-júra kell salétromsavoldattal csökkenteni azt a $0,05\text{ mol/dm}^3$ -es vas(II)-szulfát-oldatot, hogy csapadék még éppen ne váljon le H_2S -gáz bevezetésekor?

$$L(\text{FeS}) = 6 \cdot 10^{-18}. \text{ (A savanyítás közben a térfogatváltozás elhanyagolható.)}$$

744.A) $1,00\text{ cm}^3$ $0,10\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ezüst-nitrát-oldathoz éppen annyi $0,10\text{ mol/dm}^3$ -es

a) NaCl ,

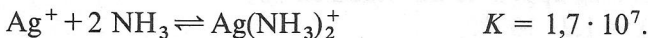
b) NaBr ,

c) NaI -oldatot öntünk, hogy az összes csapadék leváljon (sztöchiometrikus mennyiség). Ezután $2,00\text{--}2,00\text{ cm}^3$ $2,00\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ammóniaoldatot öntünk a csapadékos rendszerhez.

$$K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}, L(\text{AgCl}) = 1,6 \cdot 10^{-10}, L(\text{AgBr}) = 7,7 \cdot 10^{-13},$$

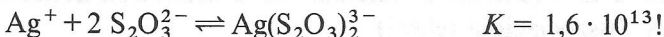
$$L(\text{AgI}) = 1,5 \cdot 10^{-16}.$$

Feloldódik-e a csapadék az egyes esetekben? (Az oldatok elegyítése során bekövetkező kontrakciótól, illetve dilatációtól eltekintünk.) Az ezüst-diammin-komplex stabilitási állandója:



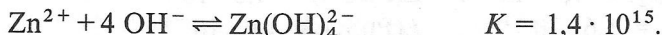
(A két lépés stabilitási állandója: $K_1 = 2,04 \cdot 10^3$,
 $K_2 = 8,13 \cdot 10^3$.)

B) Végezzük el a fenti számításokat akkor, ha $1,00\text{ cm}^3$ $0,50\text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-tioszulfát-oldatot alkalmazunk az ammóniaoldat helyett:



745. Feloldható-e $1,00\text{ g}$ cink-szulfid 100 cm^3 $2,00\text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-hidroxid-oldatban? (A bekövetkező térfogatváltozás elhanyagolható!)

$$L(\text{ZnS}) = 3,0 \cdot 10^{-22},$$



746. $1,00 \text{ cm}^3$ $0,200 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú magnézium-klorid-oldatból $4,00 \text{ cm}^3$ $0,100 \text{ mol/dm}^3$ ammóniaoldattal csapadékot választunk le. A csapadékos rendszerhez mekkora tömegű ammónium-kloridot kell adnunk legalább, hogy a csapadék teljesen feloldódjék?
 $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$, $L[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 1,8 \cdot 10^{-11}$.
747. A telített benzooesavoldat pH-ja 2,90. A savállandó: $6,5 \cdot 10^{-5}$. 50 cm^3 $0,10 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-benzoát-oldatot cseppenként adagolt $0,50 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavval elegyítünk. Megengedhető elhanyagolásokkal számítsuk ki:
 a) hány cm^3 sósav adagolása után indul meg a benzooesav kicsapódása az oldatból!
 b) mekkora lesz ekkor az oldat pH-ja!
748. A mézskő $[\text{CaCO}_3(\text{sz})]$ telített oldatának pH-ja 9,95.
 a) Számítsuk ki a telített oldat koncentrációját, és számítsuk ki oldhatósági szorzat értékét!
 b) A vér kalciumot is tartalmaz. Határozzuk meg a „szabad” kalciumionok maximális koncentrációját a 722. kérdésben szereplő, vért modellező oldatban (pH = 7,40 és $[\text{HCO}_3^-] = 0,022 \text{ mol/dm}^3$).
 A szénsav disszociációs állandói: $K_{s1} = 4,5 \cdot 10^{-7}$ és $K_{sz} = 4,7 \cdot 10^{-11}$. Feltételezzük, hogy a reakciók során az összes szén-dioxid az oldatban marad.
749. 100 cm^3 telített kén-hidrogénes vízhez ($0,10 \text{ mol/dm}^3$) $10,0 \text{ cm}^3$ kadmium-nitrát-oldatot öntünk, amelynek koncentrációja $0,50 \text{ mol/dm}^3$. Számítsuk ki az oldat pH-ját és az egyes ionok koncentrációját, ha a kadmium-nitrát disszociációját teljesen tekintjük és elhanyagoljuk az oldat esetleges térfogati kontrakcióját. $L(\text{CdS}) = 2,0 \cdot 10^{-28}$, a H_2S savállandói 25°C -on: $K_1 = 9,5 \cdot 10^{-8}$; $K_2 = 1,2 \cdot 10^{-15}$.

D) ELEKTROKÉMIAI EGYENSÚLYOK

1. feladatsor: Az elektródpotenciál koncentrációfüggése

Az elektródpotenciál értéke, mint azt már a II. fejezet *F*) témakörénél említettük, nemcsak az anyagi minőségtől, hanem a hőmérséklettől, a nyomástól és az elektrolit koncentrációjától is függ.

Az elektródpotenciál (ε) koncentrációfüggését 25°C -on a Nernst-egyenlet megfelelő módon átalakított képlete alapján számíthatjuk:

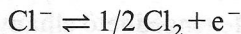
$$\varepsilon = \varepsilon^\circ + \frac{0,059}{z} \cdot \lg \frac{c_{\text{ox}}}{c_{\text{red}}},$$

- ahol ε° : az adott rendszer standardpotenciálja,
 c_{ox} : az oxidált elemi egységek koncentrációja,
 c_{red} : a redukált elemi egységek koncentrációja,
 z : az oxidációszám-változás.

Az Me^{z+}/Me fémelektrod potenciálja, tekintettel arra, hogy a fém szilárd fázisának koncentrációja meghatározott, állandó érték:

$$\varepsilon = \varepsilon^\circ + \frac{0,059}{z} \cdot \lg [\text{Me}^{z+}].$$

Nemfémek, például a



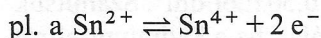
rendszer elektrodpotenciálja:

$$\varepsilon = \varepsilon^\circ + 0,059 \cdot \lg \frac{\sqrt{p(\text{Cl}_2)}}{[\text{Cl}^-]},$$

ahol $p(\text{Cl}_2)$ a klórgáz parciális nyomása. A klórgáz parciális nyomása standard körülmények között meghatározott, állandó, így

$$\varepsilon = \varepsilon^\circ + 0,059 \cdot \lg \frac{1}{[\text{Cl}^-]} = \varepsilon^\circ - 0,059 \cdot \lg [\text{Cl}^-].$$

Olyan redoxirendszerek esetén, ahol többféle ion is szerepel a reakcióban, ezzel az elhanyagolással már nem élhetünk:



rendszer esetén

$$\varepsilon = \varepsilon^\circ + \frac{0,059}{2} \cdot \lg \frac{[\text{Sn}^{4+}]}{[\text{Sn}^{2+}]}.$$

Egyes esetekben a redoxipotenciál a pH-tól is függ.

A $\text{MnO}_4^- + 8 \text{H}^+ + 5 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4 \text{H}_2\text{O}$ rendszer esetén ($[\text{H}_2\text{O}] \approx$ állandó):

$$\varepsilon = \varepsilon^\circ + \frac{0,059}{5} \cdot \lg \frac{[\text{MnO}_4^-] \cdot [\text{H}^+]^8}{[\text{Mn}^{2+}]},$$

tehát a redoxipotenciál a pH-tól igen nagy mértékben függ.

A fenti példák mindegyikénél az is látható, hogy az elektrodpotenciál értéke akkor egyezik meg a standardpotenciállal, ha a logaritmikus tag értéke zérus. Ez akkor lehetséges, ha $\lg \frac{c(\text{ox})}{c(\text{red})} = 0$, azaz $\frac{c(\text{ox})}{c(\text{red})} = 1$. Ez a fémelektrodok esetén csak akkor valósul meg, ha a fémion-koncentráció 1 mol/dm^3 . Egyéb redoxirendszereknél, pl. az $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$ rendszer esetén minden olyan esetben lehetséges, ha a két ion koncentrációja megegyezik.

A további feladatokhoz szükséges standardpotenciál-értékek a 159. oldalon találhatóak.

- 750.A)** Számítsuk ki annak a Fe^{2+}/Fe és Zn^{2+}/Zn elektródból álló galvánelemnek az elektromotoros erejét, amelynek
- elektrolitjai $1,00\text{--}1,00\text{ mol/dm}^3$ fémiont tartalmaznak,
 - az egyik,
 - a másik,
 - mindkét standard elektrolitját tízszeresére hígítjuk!

Végezzük el a fenti számításokat.

- B)** egy Ag^+/Ag és Cu^{2+}/Cu elektródból álló galvánelemre!
- C)** olyan, $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$ és Cu^{2+}/Cu elektródból álló galvánelemre, melyben kezdetben mindegyik ion koncentrációja $1,00\text{--}1,00\text{ mol/dm}^3$.
($\varepsilon^\circ(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = 0,15\text{ V}$.)
- D)** hidrogén- és klórelektrodból álló galvánelemre.
- 751.A)** Hogyan változik a $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ rendszer oxidálóképessége, ha a – mindkét iont $1,00\text{--}1,00\text{ mol/dm}^3$ koncentrációban tartalmazó – oldat pH-ját semlegesről $\text{pH} = 1,00$ -re változtatjuk? $\varepsilon^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = +1,52\text{ V}$.
- B)** Végezzük el a számítást olyan oldatra, amelyik $0,10\text{--}0,10\text{ mol/dm}^3$ koncentrációban tartalmazza a MnO_4^- és Mn^{2+} -ionokat!
- C)** Hogyan változik a $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$ rendszer oxidálóképessége, ha $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ - és Cr(III) -iont $100 : 1$ arányban tartalmazó oldat pH-ját $5,00$ -ról $1,00$ -re csökkentjük? ($c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 1,00\text{ mol/dm}^3$)
A $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ rendszer standardpotenciálja: $\varepsilon^\circ = +1,36\text{ V}$.
- 752.A)** Ólom(II)-hidroxid-csapadék feletti telített oldatba merülő ólomelektrod potenciálja $-0,255\text{ V}$. Számítsuk ki az oldat pH-ját és az ólom(II)-hidroxid oldhatóságát szorzatát!
- B)** Mekkora a triklór-ecetsav ($\text{CCl}_3\text{—COOH}$) disszociációállandója és diszszociációfoka abban a $0,300\text{ mol/dm}^3$ -es oldatban, melybe platinaelektrodot mártva és standard hidrogénelektroddal galvánelemmé kapcsolva, az elektromotoros erő 72 mV ?
- 753.A)** $0,340\text{ V}$ elektródpotenciálú viszonyítási (ún. referencia) Cu^{2+}/Cu elektróddal összekötünk egy olyan ezüstelektrodot, amelyiknek az elektrolitja 100 cm^3 $0,10\text{ mol/dm}^3$ -es ezüst-nitrát-oldat.
- Állapítsuk meg a pólusokat, írjuk fel az elektródfolyamatokat! Számítsuk ki az elektromotoros erőt!
Végezzük el a fenti számítást arra az esetre, ha az előző ezüst-elektrolithoz
 - 100 cm^3 $0,10\text{ mol/dm}^3$ -es kálium-jodid-,
 - 100 cm^3 $0,20\text{ mol/dm}^3$ -es kálium-jodid-,
 - 200 cm^3 $0,10\text{ mol/dm}^3$ -es NaCl -oldatot öntünk!
 $L(\text{AgCl}) = 1,56 \cdot 10^{-10}$, $L(\text{AgI}) = 1,5 \cdot 10^{-16}$.
- B)** Olyan galvánelemet állítsunk össze, amelynek egyik elektródja standard hidrogénelektrod, a másik olyan $0,100\text{ mol/dm}^3$ -es KBr -oldat, melynek alján ezüst-bromid-csapadék van és az oldatba merülő fém ezüst. Állapítsuk meg a pólusokat, az elektródfolyamatokat és az elektromotoros erőt!
[$L(\text{AgBr}) = 7,7 \cdot 10^{-13}$.]

754. FeCl_2 -ot és FeCl_3 -ot tartalmazó oldat összes vasion-koncentrációja $0,100 \text{ mol/dm}^3$. Ebbe platinalamezt mártva és standard hidrogénelektroddal galvánelemmé kapcsolva, az elektromotoros erő $0,75 \text{ V}$ -nak adódik. Mekkora az oldat összes kloridion-koncentrációja és az FeCl_2 — FeCl_3 keverék $n/n\%$ -os összetétele?

$$\varepsilon^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0,77 \text{ V.}$$

755. Ismeretlen fém egy részét oxidáljuk és oldatot készítünk belőle. A keletkezett híg oldatba belemártjuk a fém másik részét, majd standard hidrogénelektroddal galvánelemmé kapcsoljuk: $0,3105 \text{ V}$ elektromos erőt mérünk, ahol az ismeretlen fémelektrod a pozitív pólus. Ezután a fémiont tartalmazó elektrolitot tízszeresére hígítjuk: ekkor $0,2810 \text{ V}$ elektromotoros erőt mérünk (a pólusok változatlanok).

Hányszoros pozitív töltésű az ismeretlen fémion? Mekkora a fém standardpotenciálja, ha 200 cm^3 , tízszeres hígítású oldatból az összes fémion leválasztásához 386 C töltésmennyiség szükséges?

2. feladatsor: Koncentrációs elemek

Koncentrációs elemnek nevezzük azokat a galvánelemeket, amelyek elektrodjainak anyagi minősége azonos, de a két elektrolitoldat koncentrációja különbözik.

756. Két standardállapotú ezüstelektrodot galvánelemmé kapcsolunk össze.

a) Mekkora ennek a galvánelemnek az elektromotoros ereje?

Állapítsuk meg a pólusokat, az elektrod folyamatokat és az elektromotoros erőt, ha az egyik elektrolitot változatlanul hagyva, a másik oldatot

b) tízszeresére,

c) százszorosára hígítjuk!

A koncentrációs elemek esetén az elektromotoros erő kiszámításánál az alábbiak szerint egyszerűsíthetjük számításainkat:

$$E_{\text{MF}} = \varepsilon_{\oplus} - \varepsilon_{\ominus} \text{ (l. 133. oldal),}$$

$$E_{\text{MF}} = \varepsilon^\circ + \frac{0,059}{z} \cdot \lg c_{\oplus} - \left(\varepsilon^\circ + \frac{0,059}{z} \cdot \lg c_{\ominus} \right).$$

A két elektrod anyagi minősége, így standardpotenciálja is azonos, így:

$$E_{\text{MF}} = \frac{0,059}{z} \cdot \lg c_{\oplus} - \frac{0,059}{z} \cdot \lg c_{\ominus}, \text{ melyből}$$

$$E_{\text{MF}} = \frac{0,059}{z} \cdot \lg \frac{c_{\oplus}}{c_{\ominus}} \text{ adódik.}$$

A koncentrációs elemek *elektromotoros ereje* tehát csak az oxidációszám-változástól (z) és a két elektrolit koncentrációjának (c_{\oplus} , c_{\ominus}) arányától függ. (c_{\ominus} az anód, c_{\oplus} a katód elektrolitjának koncentrációja, így:

$$\frac{c_{\oplus}}{c_{\ominus}} > 1,$$

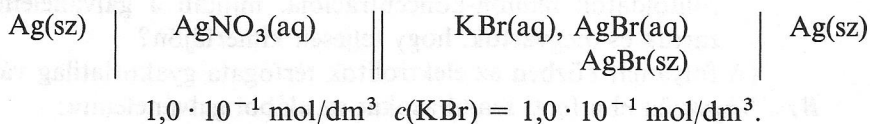
s az elektromotoros erő mindig pozitív érték.)

- 757.A) Galvánelemet állítunk össze, melynek mindkét elektródja hidrogénelektrod, az egyik elektrolit 7,00-es pH-jú pufferoldat, a másik
- 1,00 mol/dm³-es,
 - 0,10 mol/dm³-es,
 - 0,01 mol/dm³-es ecetsavoldat. ($K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$.)
 - 0,01 mol/dm³-es ammóniaoldat. ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$.)
- Állapítsuk meg a pólusokat és az elektromotoros erőt!

- B) 10,11 g tömegű pikrinsavat (2,4,6-trinitro-fenol) desztillált vízben oldunk és 500 cm³ oldatot készítünk belőle.

Ezt az oldatot olyan galvánelem elektrolitjának használjuk fel, melynek mindkét elektródja hidrogénelektrod, a másik elektrolit 7,60-as pH-jú pufferoldat. A hidrogéngáz standard nyomású, hőmérséklete 25 °C. A galvánelem elektromotoros ereje 0,382 V, a pozitív pólus a pikrinsavoldatba merülő elektród. Határozzuk meg a pikrinsav disszociációállandóját!

- C) Az alábbi galvánelemet állítottuk össze:



Az elem elektromotoros ereje 597 mV.

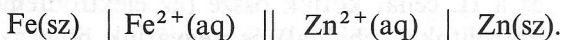
Határozzuk meg az ezüst-bromid oldhatósági szorzatát!

3. feladatsor: Az elektrokémiai folyamatok egyensúlya

A redoxifolyamatok egy része a gyakorlatban egyirányúnak tekinthető. Például vaslemezt réz(II)-szulfát-oldatba mártva szemmel is jól megfigyelhető változás következik be, míg ha rézlemezt mártunk vas(II)-szulfát-oldatba, akkor látszólag semmilyen reakció nem történik.

Elvileg azonban még ezek a folyamatok is megfordíthatók, egyensúlyra vezetnek.

- 758.A) Számítsuk ki, milyen koncentrációarányban kell tartalmaznia a fémionokat az alábbi galvánelem két elektrolitjának ahhoz, hogy a galvánelem pólusainak rövidrezárásakor se folyjon áram a galvánelemben:



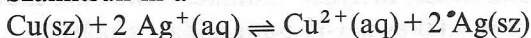
- B) Végezzük el a számítást a



galvánelemre!

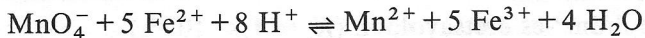
Galvánelemben akkor áll be egyensúly, ha a pólusok között nincs potenciálkülönbség, azaz az elektromotoros erő zérus. Ekkor egyik irányban sem folyik áram. Az ehhez az állapothoz tartozó, megfelelő hatványra emelt (egyensúlyi) koncentrációkból képzett tört értéke az egyensúlyi állandót adja.

759.A) Számítsuk ki a



folyamat egyensúlyi állandóját!

B) Számítsuk ki a

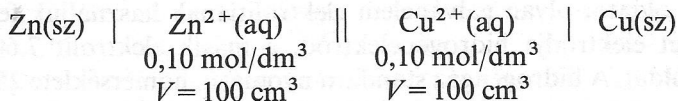


folyamat egyensúlyi állandóját:

$$\varepsilon^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = +1,52 \text{ V},$$

$$\varepsilon^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0,77 \text{ V}.$$

760.A) Az alábbi galvánelemet állítottuk össze:

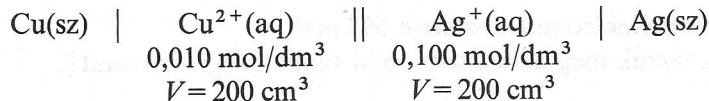


a) Állapítsuk meg a pólusokat és az elektromotoros erőt!

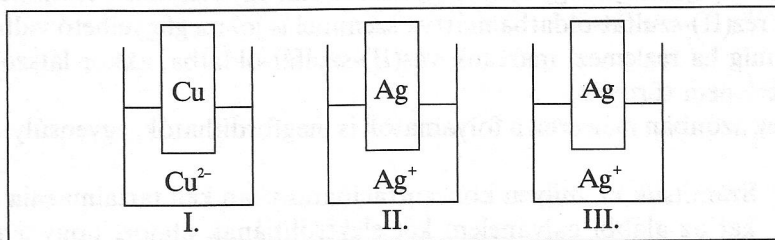
b) Hogyan változik meg az elektródok tömege, és mekkora lesz az elektrolitoldatok fémion-koncentrációja, miután a galvánelemet rövidre zártuk és megvártuk, hogy teljesen kimerüljön?

(A folyamat közben az elektrolitok térfogata gyakorlatilag változatlan.)

B) Végezzük el a fenti számításokat az alábbi galvánelemre:



761. Az ábrán látható edények mindegyikében $100\text{--}100 \text{ cm}^3$, a fémionra nézve $0,010 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldat van. Ezekbe $5,00\text{--}5,00 \text{ g}$ tömegű fémlemez merítünk:



a) Először az I. és a II. cellát kötjük össze (az elektródfémeket fémes vezetővel, az elektrolitokat sóhíddal), és megvárjuk, hogy az így képződött galvánelem kimerüljön. Határozzuk meg ekkor a két elektrolitoldat réz(II)-, illetve ezüstion-koncentrációját!

b) Ezután megszüntetjük a két cella kapcsolatát, és a II. cellát a III. cellával kötjük össze. Mekkora térfogatú HCl-gázt kell előzőleg a III. cella elektrolit-oldatában elnyelelni, hogy a II. és a III. cella között a potenciálkülönbség 0 V legyen?

$$L(\text{AgCl}) = 1,6 \cdot 10^{-10}, \varepsilon^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}, \varepsilon^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}.$$

762. Azt szoktuk mondani, hogy az ón(II)-vegyületek erős redukálószer. Az ón(II)ionok már a levegő oxigénje hatására is oxidálódnak ón(IV)ionokká.

Az eredetileg $1,0 \cdot 10^{-2}$ mol/dm³-es SnCl₂-oldatban, amelyhez azonos térfogatú, vasionokra nézve $1,0 \cdot 10^{-2}$ mol/dm³-es oldatot (melyben $n(\text{Fe}^{2+}) : n(\text{Fe}^{3+}) = 1 : 100$) öntünk, és nem tapasztalunk reakciót. Az ón(II)ionok hány %-a oxidálódott?

$$\varepsilon^\circ(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = +0,15 \text{ V}, \quad \varepsilon^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0,77 \text{ V}.$$

763.A) Összeöntjük az alábbi oldatokat:

100 cm³ 0,030 mol/dm³-es FeCl₃-,

100 cm³ 0,030 mol/dm³-es FeCl₂-,

100 cm³ 0,015 mol/dm³-es SnCl₂-oldatot. Számítsuk ki az összeöntés után kialakuló egyensúlyi koncentrációkat! (A standardpotenciálokat l. az előző feladatnál!)

B) 100 cm³ 0,10 mol/dm³-es ezüst-nitrát- és 100 cm³ 0,10 mol/dm³-es réz(II)-nitrát-oldatot öntünk össze, majd az oldatok elegyébe 1,00 g cinkreszeléket szórunk. Számítsuk ki az egyensúly beállta után a szilárd fázis tömegét, és az oldat ezüst-, réz(II)- és cinkion-koncentrációját!