

Felkészítés szakmai vizsgára, vegyipari területre

KÉMIAI ÉS FIZIKAI KÉMIAI SZAKMAI VIZSGAFELADATOK

II/14. ÉVFOLYAM

TANULÓI JEGYZET

Szerző: Dr. Stankovics Éva

Lektor: Dr. Dóbéné Cserjés Edit
Fogarasi József

TARTALOMJEGYZÉK

Bevezetés.....	3
I. Elemek, vegyületek fizikai, kémiai és élettani tulajdonságai	5
1. Kémiai elemek, szervesetlen kémiai vegyületek.....	5
2. Szerves vegyületek	13
II. Kémiai számítások	20
1. Mértékegységek.....	20
2. Oldatok összetételének számítása, hígítás, töményítés, keverés.....	22
3. Sztöchiometriai számítások.....	49
4. Termokémiai számítások	56
III. Fizikai kémiai számítások, folyamatok, diagramok, adatok értelmezése.....	63
1. Homogén egykomponensű rendszerek, gázok, gáztörvények	63
2. Halmazállapot-változások.....	74
3. Heterogén rendszerek	77
4. Homogén többkomponensű rendszerek, elegyek	80
5. Híg oldatok törvényei	97
6. Reakciósebesség	108
7. Kémiai egyensúlyok	115
8. Elektrolit-egyensúlyok.....	126
9. Elektrokémia	141
Felhasznált Irodalom	158

BEVEZETÉS

Ez a jegyzet elsősorban azoknak készült, akik a vegyésztechnikai képzés lezárását követő laboratóriumi technikus és vegyipari technikus feladatok c. modulvizsga írásbeli részére készülnek.

A példatár segíteni kíván a technikus jelölteknek az írásbeli vizsgára való felkészülésben. A jegyzet egyfajta logikai rend szerint készült, így a kiadvány először feldolgozza a szervetlen és szerves kémiai ismereteket feleletválasztós, tesztfeladatok formájában, majd a továbbiakban tartalmazza a mértékegységek, az oldatok, a sztöchiometria és a termokémia témaköreit. A példatár a továbbiakban a fizikai kémia fontosabb fejezeteivel, így a gázokkal, a halmazállapot-változással, a heterogén egyensúlyokkal, a híg oldatok törvényeivel, a reakciósebességgel, a kémiai egyensúlyokkal, az elektrolitok egyensúlyaival és az elektrokémiával foglalkozik.

A technikai vizsga letételéhez elengedhetetlenül szükséges a technikai képzés során megismert általános, szervetlen, szerves kémiai és fizikai kémiai ismeretek, összefüggések szintézise. A kiadványban a feladatok megoldásához szükséges elméleti ismeretek összefoglalásában, a kémiai és fizikai kémiai számítási feladatok eredményes megoldásához szükséges tanult fogalmak, ismeretek, összefüggések rendszerezése és ismétlése valósul meg. A példatárban az elméleti ismeretek összefoglalása után a *Minta feladatok* c. részben számos kidolgozott feladatot találunk. Minden fejezetben a *Gyakorló feladatok* alkalmasak a további eredményes felkészüléshez, mert ezeknél is megtalálhatók a kérdések és a feladatok megoldásai.

A példatár módszertani felépítése – az elméleti összefoglalók, a minta- és gyakorló feladatok – lehetővé teszi az egyéni tanulást. A feladatok között találunk az eddig már megjelent vizsgafeladatok közül is jó néhányat.

A kiadványban található feladatok alkalmasak arra, hogy a jelölt a példatárban feldolgozott témakörökből az írásbeli képesítő vizsgára felkészüljön.

A jegyzet feladatainak megoldása révén mindenki ellenőrizheti a jártasságát a technikus vizsgára való felkészülés közben. A példatár segíti a tesztmegoldási- problémamegoldó, diagramszerkesztő, -elemző és feladat-megoldási készség fejlesztését.

A feladatok nehézsége különböző, egy-egy fejezetben belül általában a különböző témakörű példák fokozatosan nehezednek.






Minden fejezetben először a szükséges elméleti tudnivalókat kell átismételni majd a kidolgozott mintafeladatok áttanulmányozása ajánlott, és csak ezután érdemes a gyakorló feladatokhoz hozzáférni.

A feladatok megoldásához kikeresett adatok a különböző szakirodalmi forrásokban kis mértékben eltérhetnek egymástól. Ezért a megadott és az Ön által kiszámított eredmények is kis mértékben különbözhetnek egymástól.

Jelmagyarázat

A tanulói jegyzetben a tananyag fontos elemeit, a példákat és a tanulási tippeket különböző ikonok jelölik.

Ikon	Jelentés
	A fejezet célmeghatározása. Figyelmesen olvassa el, így megismeri a fejezet fókuszpontjait.
	Az ikon fontos, jól megjegyzendő, megtanulandó ismereteket jelez.
	Az ikon tanulási tippet jelöl.

I. ELEMEEK, VEGYÜLETEK FIZIKAI, KÉMIAI ÉS ÉLETTANI TULAJDONSÁGAI

1. KÉMIAI ELEMEEK, SZERVETLEN KÉMIAI VEGYÜLETEK



Ennek a témakörnek az a célja, hogy

- átismételjük az elemekkel és a szervetlen vegyületekkel kapcsolatos elméleti ismereteket,
- alkalmazzuk a problémamegoldást az elemek és a szervetlen vegyület témaköreinél,
- magyarázzuk az összefüggéseket az anyagok szerkezete és a tulajdonságai között,
- értelmezzük a fizikai, kémiai adatokat, folyamatokat és diagramokat megadott szempontok alapján.

Minden feladatnál a betűjel bekarikázásával jelölje meg az egyetlen helyes vagy az egyetlen helytelen választ!

1. Mekkora tömegű oxidion tartalmaz $1 \cdot 10^{23}$ db elektront?

- A) 266,7 mg
- B) 2,67 g
- C) 333 mg
- D) 26,7 g
- E) 21,3 g

2. Az alábbiak közül melyik molekulában van a legerősebb kötés?

- A) Cl_2
- B) O_2
- C) N_2
- D) H_2
- E) F_2

3. A deutérium:

- A) az atomos hidrogén neve
- B) a durranógáz másik neve
- C) az egyik hidrogénizotóp neve
- D) hidrogén és az oxigén keveréke
- E) a hidrogén vegyülete

4. A vízben a legjobban oldódik:
- A) az oxigén
 - B) a hidrogén
 - C) a szén-monoxid
 - D) a hidrogén-klorid
 - E) a nitrogén
5. Az alábbiak közül a legnagyobb a sűrűsége:
- A) a klórnak
 - B) a hidrogénnek
 - C) a héliumnak
 - D) a nitrogénnek
 - E) az oxigénnek
6. Ha NaCl-oldatot higany katód és grafit anód között elektrolizálunk (megfelelő, nem túl nagy feszültséggel), akkor
- a katódon a nátriumionok redukálódnak..... (a)
 - az anódon a kloridionok semlegesítődnék (b)
 - az anód környezetében az oldat gyengén savas lesz (c)
 - a katód környezetében az oldat lúgosodik (d)
- Melyek az előzőek közül a helyes megállapítások?
- A) (a), (b), (c)
 - B) csak (a) és (b)
 - C) csak a (b) és (c)
 - D) csak a (b) és (d)
 - E) mindegyik igaz
7. Egy vegyület halványzöld színű, vizes oldatából NaOH hatására zöld színű, AgNO₃-oldat hatására fehér csapadék válik le. Ha a halványzöld oldatba klórgázt vezetünk vagy hidrogén-peroxid-oldatot öntünk, akkor az oldat színe sárgára változik. Mi lehetett a halványzöld vegyület?
- A) Fe(NO₃)₂
 - B) FeCl₃
 - C) FeCl₂
 - D) NiCl₂
 - E) Ni(NO₃)₂
8. Melyik sor tartalmazza csupa olyan elem vegyjelét, amelynek alapállapotú atomjai 2 párosítatlan elektront tartalmaznak?
- A) Ca, C, O, S
 - B) Ni, Si, S, C
 - C) Mg, C, O, Zn
 - D) Ca, Mg, Sr, Ba
 - E) minden páros rendszámú elem

9. Melyikben +4 a S oxidációs száma?
- A) H_2S
 - B) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
 - C) Na_2SO_3
 - D) SO_3
 - E) SO_4^{2-}
10. Melyik esetben NEM válik le csapadék?
- A) ezüst-nitrát-oldat + sósav
 - B) bárium-klorid-oldat + kénsavoldat
 - C) vas(II)-szulfát-oldat + nátrium-hidroxid-oldat
 - D) kálium-nitrát-oldat + nátrium-hidroxid-oldat
 - E) kalcium-klorid-oldat + trinátrium-foszfát-oldat
11. Melyik fém hevítésekor NEM a feltüntetett reakció megy végbe?
- A) $4 \text{Na} + \text{O}_2 = 2 \text{Na}_2\text{O}$
 - B) $4 \text{Al} + 3\text{O}_2 = 2 \text{Al}_2\text{O}_3$
 - C) $2 \text{Ca} + \text{O}_2 = 2 \text{CaO}$
 - D) $2 \text{Mg} + \text{O}_2 = 2 \text{MgO}$
 - E) $2 \text{Pb} + \text{O}_2 = 2 \text{PbO}$
12. Melyik molekulában van a legtöbb nemkötő elektronpár?
- A) CH_4
 - B) CO_2
 - C) PCl_3
 - D) H_2S
 - E) SO_2
13. Melyik sor tartalmaz minden rács típusra példát?
- A) KCl , Ne , CO_2 , Fe
 - B) NaCl , C_{gyémánt}, Al , H_2O
 - C) Na_2SO_4 , NH_3 , P_4 , Fe
 - D) P_4 , SiO_2 , NO_2 , Cu
 - E) He , CO_2 , NaNO_3 , Na
14. Melyik vegyület, illetve ion amfoter tulajdonságú?
- A) NH_4^+
 - B) HCl
 - C) H_2S
 - D) H_2O
 - E) OH^-

15. Melyik állítás igaz egyaránt a $0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es HCl- és a $0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH-oldatok azonos térfogataira?
- A két oldatnak azonos a OH^- koncentrációja.
 - A két oldatnak azonos a pH-ja.
 - Mindkét oldatra érvényes, hogy a pH és a pOH összege 14.
 - A két oldatnak azonos a sűrűsége.
 - A két oldatban azonos tömegű oldott anyag van.
16. Egy szintelen, szúrós szagú gáz vízben oldódik, vizes oldatában a fenolftalein indikátor liláspiros elszíneződést mutat. Melyik ez a gáz?
- a kén-dioxid
 - a hidrogén-klorid
 - a dihidrogén-szulfid
 - a szén-dioxid
 - az ammónia
17. $2,3 \text{ g}$ nátrium (${}^{23}_{11}\text{Na}$) hány darab *neutron* tartalmaz?
- $6,6 \cdot 10^{23}$ db
 - $1,38 \cdot 10^{24}$ db
 - $7,2 \cdot 10^{23}$ db
 - $6 \cdot 10^{22}$ db
 - $7,2 \cdot 10^{24}$ db
18. A felsorolt vegyületeket vízben oldjuk. Melyik esetekben tér el az oldat pH-ja a semlegességi ponttól?
- a)** NH_3 **b)** KNO_3 **c)** Na_2CO_3 **d)** NaCl **e)** NH_4Cl
- mindegyiknél
 - a**, **c** és **e** esetében
 - b** és **d** esetében
 - csak az **a**-nál
 - b** és **c** esetében
19. Melyik állítás igaz?
- A víz apoláris molekula.
 - A hidrogén-fluorid asszociátumokat képez.
 - A hidrogén-klorid nehezen cseppfolyósítható.
 - Az H_3O^+ -ionok savként és bázisként is viselkedhetnek.
 - A hidrogén-fluorid erősebb sav, mint a hidrogén-jodid.
20. Az oxigént *nem* lehet előállítani:
- kálium-permanganátból,
 - hidrogén-peroxidból,
 - mangán-dioxidból,
 - higany-oxidból,
 - levegőből.

21. Mekkora a tömege $12,25 \text{ dm}^3$ $25 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű és $0,1 \text{ MPa}$ nyomású neongáznak?
 $A_r(\text{Ne}) = 20$
- A) 1,0 g
 - B) 20 g
 - C) 2,0 g
 - D) 10 g
 - E) 0,10 g
22. Melyik állítás igaz minden fémre?
- A) A fémek mindegyike jó mechanikai tulajdonságú, szilárd halmazállapotú anyag.
 - B) Korróziójukat a környezet redukáló hatása okozza.
 - C) Oxigénnel magas hőmérsékleten mindegyik stabil oxidot ad.
 - D) Standard elektródpotenciáljuk negatív.
 - E) Előállításuk vegyületeikből minden esetben redukcióval történik.
23. Melyik sorban vannak azonos oxidációs számú központi atomok?
- A) KMnO_4 $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$ KClO_4
 - B) H_2SO_4 HClO_3 H_2CO_3
 - C) K_2MnO_4 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
 - D) H_2SO_3 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ H_2SiO_3
 - E) $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ Fe_3O_4 NaClO_2
24. Brómos vizet öntünk hidrogén-jodid-oldatba. Melyik megállapítás igaz a lejátszódó folyamatra?
- A) A hidrogén-jodid oxidálja a brómot.
 - B) Csak protolitikus folyamat játszódik le, és hidrogén-bromid keletkezik.
 - C) A bróm redukálja a jódot.
 - D) A jodidion oxidálódik, a bróm redukálódik.
 - E) A jód kiválik, mert az erősebb sav kiszorítja a gyengébbet a vegyületéből.
25. Az alábbi állítások közül melyik igaz a kénre?
- A) Atomosan fordul elő.
 - B) Elégetve kén-trioxid keletkezik belőle.
 - C) Vízben jól oldódik.
 - D) A természetben elemi állapotban előfordul.
 - E) Nincs allotrop módosulata.
26. Hány darab iont tartalmaz 1 mol nátrium-klorid?
- A) 2
 - B) 1
 - C) $2 \cdot 10^{23}$
 - D) $6 \cdot 10^{23}$
 - E) $1,2 \cdot 10^{24}$

27. Az alábbi megállapítások közül melyik állítás *hibás*?
- A) A mészégetés redoxireakció.
 - B) A mészoltás sav-bázis reakció.
 - C) Az oltott mész képes megkötni a levegő szén-dioxid-tartalmát.
 - D) A mészoltás exoterm folyamat.
 - E) A mészégetés endoterm folyamat.
28. Az alábbiak közül melyik fém reagál vízzel a leghevesebben?
- A) a kalcium
 - B) a vas
 - C) a réz
 - D) a nátrium
 - E) az alumínium
29. Azonos tömegű hidrogén- és szén-monoxid-gáz térfogataránya (azonos hőmérsékleten és nyomáson)?
- A) 1 : 14
 - B) 1 : 2
 - C) 28 : 1
 - D) 14 : 1
 - E) 1 : 1
30. Melyik reakció endoterm?
- A) $\text{Fe} + \text{S} = \text{FeS}$
 - B) $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 = 2 \text{NH}_3$
 - C) $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{NO}$
 - D) $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$
 - E) $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$
31. Az alábbiak közül melyik vegyület vízben oldásakor kapjuk a legnagyobb pH-jú oldatot?
- A) SO_2
 - B) NaCl
 - C) HCl
 - D) P_2O_5
 - E) CaO

32. Ammóniával *nem* lép reakcióba:

- A) az oxigén
- B) a víz
- C) a hidrogén-klorid
- D) a nátrium-hidroxid
- E) a kénsav

33. Az ipari salétromsavgyártás fő lépései:

- A) $\text{N}_2 \xrightarrow{\text{ox.}} \text{NO} \xrightarrow{\text{ox.}} \text{NO}_2 \xrightarrow{\text{víz} + \text{ox.}} \text{HNO}_3$
- B) $\text{N}_2 \xrightarrow{\text{red.}} \text{NH}_3 \xrightarrow{\text{ox.}} \text{NO} \xrightarrow{\text{ox.}} \text{NO}_2 \xrightarrow{\text{víz} + \text{ox.}} \text{HNO}_3$
- C) $\text{N}_2 \xrightarrow{\text{ox.}} \text{NO} \xrightarrow{\text{ox.}} \text{NO}_2 \xrightarrow{\text{ox.}} \text{N}_2\text{O}_5 \xrightarrow{+\text{víz}} \text{HNO}_3$
- D) $\text{N}_2 \xrightarrow{\text{ox.}} \text{NO} \xrightarrow{+\text{víz} + \text{cc H}_2\text{SO}_4} \text{HNO}_3$
- E) $\text{N}_2 \xrightarrow{+\text{víz} + \text{O}_3} \text{HNO}_3$

34. Melyik gázzal végezhető el a szökőkút kísérlet?

- A) NH_3
- B) N_2
- C) CO
- D) O_2
- E) Ar

35. Az alábbiakban két elemet kell összehasonlítani. Írja a megfelelő betűt a kipontozott helyre!

- A) fehér foszfor
- B) nitrogén
- C) mindkettő
- D) egyik sem

.....Molekularácsos.

.....Molekulájában 2 db π -kötés van.

.....Égésekor fehér szilárd anyag keletkezik.

.....Mérgező.

.....Szobahőmérsékleten kicsi a reakcióképessége.

.....Molekulája poláris.

.....Apoláris oldószerben oldódó szilárd anyag.

.....Ammónia állítható elő belőle.

.....Petróleum alatt tárolják.

.....A vízzel reakcióba lép.

36. Az alábbiakban két fémeket kell összehasonlítani. Írja a megfelelő betűt a kipontozott helyre!

A) nátrium.

B) vas

C) mindkettő

D) egyik sem

..... Fémrácsos

..... Vízrel hevesen reagál.

..... Víz alatt tárolják.

..... Két és három pozitív töltésű ionja van.

..... Szobahőmérsékleten szilárd.

..... A természetben előfordul elemi állapotban.

..... Szobahőmérsékleten nagy reakciókészségű.

..... Apoláris oldószerben oldódó szilárd anyag.

..... A standard potenciálja pozitív.

..... Petróleum alatt tárolják.

Megoldások

1. A)	11. A)	21. D)	31. E)	35. C)	36. C)
2. C)	12. C)	22. E)	32. D)	B)	A)
3. c)	13. B)	23. C)	33. B)	A)	D)
4. D)	14. D)	24. D)	34. A)	A)	B)
5. A)	15. C)	25. D)		B)	C)
6. B)	16. E)	26. E)		D)	D)
7. C)	17. C)	27. A)		A)	A)
8. B)	18. B)	28. D)		B)	D)
9. C)	19. B)	29. D)		D)	D)
10. D)	20. C)	30. C)		D)	A)

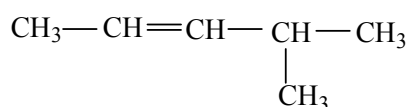
2. SZERVES VEGYÜLETEK



Ennek a témakörnek az a célja, hogy

- átismételjük a szerves vegyületekkel kapcsolatos elméleti ismereteket,
- alkalmazzuk a problémamegoldást a szerves vegyület témaköreinél,
- magyarázzuk az összefüggéseket az anyagok szerkezete és a tulajdonságai között,
- értelmezzük a fizikai, kémiai adatokat, folyamatokat és diagramokat megadott szempontok alapján.

Az 1–7. feladatokhoz tekintsük az alábbi vegyületet!



1. Adjuk meg a vegyület szabályos nevét:
 - A) 2-hexén
 - B) 2-metilprop-3-én
 - C) 2-metilpent-3-én
 - D) 4-metilpent-2-én
 - E) 3-pentén
2. Melyik a konstitúciós izomere?
 - A) hex-2-én
 - B) pent-1-én
 - C) 4-metilbut-2-én
 - D) 2-metilbut-3-én
 - E) 3-metilpentán
3. Hány darab szigma kötés található benne?
 - A) 12
 - B) 17
 - C) 5
 - D) 16
 - E) 18
4. Melyik állítás a helyes?
 - A) Nincs optikai izomere.
 - B) Nincs cisz-transz izomere.
 - C) Nincs szerkezeti izomere.
 - D) Van szerkezeti, cisz-transz és optikai izomere is.
 - E) Nincs szerkezeti, cisz-transz és optikai izomere.

5. Van a szerkezeti izomerei között:
- A) alkán típusú vegyület
 - B) alkin típusú vegyület
 - C) cikloalkén típusú vegyület
 - D) cikloalkán típusú vegyület
 - E) aromás vegyület
6. Jellemző reakciója:
- A) a szubsztitúció
 - B) az elimináció
 - C) a kondenzáció
 - D) a ciklizáció
 - E) az addíció és a polimerizáció
7. A Br_2 -mal reagáltatva a termék:
- A) 2,2-dibróm-4-metilpentán
 - B) 2,3-dibróm-4-metilpropán
 - C) 2,3-dibróm-4-metilpentán
 - D) 2-bróm-4-metilpentán
 - E) 3-bróm-4-metilpentán
8. A krakkolás:
- A) a bakelit típusú műanyagok térhálósítási folyamata
 - B) a földgáz egyik tisztítási folyamata az acetilének hőbontással történő átalakítása olefinekké
 - D) az olefinek hőbontással történő átalakítása közepes szénatomszámú paraffinokká
 - E) a paraffinok hőbontással történő átalakítása kis szénatomszámú olefinekké (főként etilénné) és a kiindulásinál kisebb szénatomszámú paraffinokká
9. Melyik termék keletkezik (főként) a propén és a hidrogén-klorid reakciójakor?
- A) 1-klórpropán
 - B) 2-klórpropán
 - C) allil-klorid
 - D) vinil-klorid
 - E) 1,2-diklórpropán
10. 1,1-diklóretán előállításához melyik lehet a legcélravezetőbb út?
- A) $\text{C}_2\text{H}_6 + 2\text{HCl}$
 - B) $\text{C}_2\text{H}_4 + 2\text{HCl}$
 - C) $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Cl}_2$
 - D) $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{Cl}_2$
 - E) $\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{HCl}$

11. Melyik az a C_5H_{12} összegképletű molekula, amelyiknek bármelyik hidrogénjét cseréljük ki klóratomra, mindig ugyanahhoz a molekulához jutunk?
- n-pentán
 - 2-metil-bután
 - 2,2-dimetil-propán
 - mindhárom
 - nincs ilyen
12. Milyen viszonyban van egymással a nyílt láncú D-glükóz és az α -D-glükóz?
- konstitúciós izomerek
 - enantiomerpár
 - konfigurációs izomerek
 - konformerek
 - azonos a konstitúciójuk, a konfigurációjuk és a konformációjuk
13. Melyik vegyületnek nincs cisz-transz izomerje?
- 3-metil-3-hexén
 - pent-2-én
 - 3-etilpent-2-én
 - 3,4-dimetilhex-3-én
 - hex-3-én
14. Mi az ezüsttükörpróba lényege?
- Ammóniás közegben az ezüstionokat redukálja az aldehidcsoport.
 - Lúgos közegben a ketonok karbonsavakká oxidálódnak.
 - Ammóniás közegben az ezüstion oxidálja a szerves vegyületeket.
 - Ammóniás közegben a hidroxilcsoport oxidálódik.
 - Ezüst-nitrát-oldatból az ezüstionok ezüstitté redukálódnak.
15. A felsorolt vegyületeket vízben oldjuk. Melyik esetben tér el az oldat pH-ja a semlegességi ponttól?
- a)** CH_3COOH **b)** $C_6H_5CH_2OH$ **c)** CH_3NH_2 **d)** CH_3OH **e)** fenol
- mindegyiknél
 - a**, **c** és **e** esetében
 - b** és **d** esetében
 - csak az **a**-nál
 - b** és **c** esetében
16. Melyik sorban vannak kizárólag olyan anyagok, amelyek adják az ezüsttükörpróbát?
- hangyasav, glükóz, formalin
 - benzoesav, etanal, formaldehid
 - etanol, répacukor, glicerin
 - ecetsav, hangyasav, propionsav
 - anilin, etilén-diamin, piridin

17. Melyik sorban folytatódik helyesen a megkezdett mondat?

A primer aminok...

- A) ...azok a szerves vegyületek, amelyekben az ammónia primer szénatomhoz kapcsolódik.
- B) ...azok a szerves vegyületek, amelyekben a nitrogénatom primer szénatomhoz kapcsolódik, és salétromossavval diazónium sót képeznek.
- C) ...azok a szerves vegyületek, melyekben az aminocsoport a szénláncban van.
- D) ...azok a szerves vegyületek, amelyekben az ammónia egy hidrogénjét szénhidrogéncsoporttal helyettesítjük.
- E) ...egy aminocsoportot tartalmazó szerves vegyületek.

18. Melyik sorban vannak csak olyan anyagok, amelyek fém nátriummal hidrogént fejlesztenek?

- A) etanol, karbolsav, formalin
- B) acetón, fenol, faszesz
- C) fenol, etanol, ecetsav
- D) formaldehid, glikol, glicerin
- E) dimetil-ke-ton, ecetsav, kalbolsav

19. Melyik sorban vannak csak olyan anyagok, amelyek egy homológ-sorba tartoznak?

- A) fenol, faszesz, formalin
- B) acetón, etanol, faszesz
- C) pirokatechin, rezorcin, hidrokinon
- D) formaldehid, glikol, glicerin
- E) dimetil-ke-ton, ecetsav, kalbolsav

20. Melyik sorban vannak csak olyan anyagok, amelyek kétértékűek a saját homológ-sorukban?

- A) glikol, oxálsav, rezorcin
- B) formalin, fenol, faszesz
- C) glicerin, etán-1,2-diol, borostyánkő-sav
- D) karbolsav, hidrokinon, glikol
- E) dimetil-ke-ton, formalin, kalbolsav

21. Melyik sorban vannak csak olyan anyagok, amelyek nátrium-hidroxiddal reagálnak?

- A) hangyasav, etanol, karbolsav
- B) acetón, fenol, ecetsav
- C) fenol, hangyasav, ecetsav
- D) karbolsav, glikol, glicerin
- E) hangyasav, ecetsav, metanol

22. A fenil-csoport összegképlete:

- A) C_5H_{11} -
- B) C_6H_5 -
- C) C_7H_7 -
- D) C_2H_3 -
- E) C_6H_5O

23. Melyik anyag az, amelyik brómos vízzel közönséges körülmények között nem reagál?

- A) C_2H_2
- B) C_2H_4
- C) C_3H_6
- D) C_6H_6
- E) Mindegyik felírt anyag reakcióba lép.

24. Az alábbi molekulák közül melyik az, amelyiknek minden atomja egy síkban van?

- A) 1,2-dibrómetán
- B) toluol
- C) 1,2-dibrómetén
- D) etán
- E) 1,1-dibrómetán

25. Az alábbi reakciók közül melyik az, amelyiknél a Markovnyikov-szabályt kell alkalmazni?

- A) etén HCl addíciójakor
- B) but-2-én Cl_2 addíciójakor
- C) but-1-én HCl addíciójakor
- D) etén H_2O addíciójakor
- E) Mindegyik felírt reakciónál.

26. Melyik a hőre keményedő műanyag?

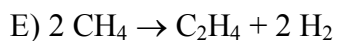
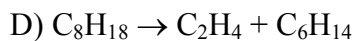
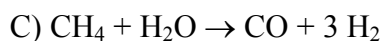
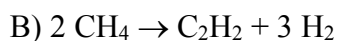
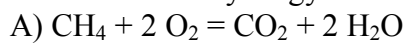
- A) PVC
- B) polipropilén
- C) polisztirol
- D) bakelit
- E) nejlón 66

27. Melyik állításban van hiba?

- A) A CCl_4 tűzoltószer.
- B) A C_2H_4 gyümölcs érlelő.
- C) A C_6H_6 rákkeltő.
- D) A glikol mérgező.
- E) A glükóz a gyümölcscukor.

28. Az alábbi műanyagok elégetése során melyik esetben kerülhet klórszennyezés a levegőbe?
- A) bakelit
 - B) polietilén
 - C) gumi
 - D) PVC
 - E) polisztirol
29. Az alábbi vegyületek közül melyik *nem* mérgező vagy veszélyes az emberi szervezetre? (Melyik a legkevésbé veszélyes anyag?)
- A) a metanol
 - B) az alanin
 - C) a fenol
 - D) a benzol
 - E) a metanal
30. Az etinre vonatkozó állítások közül melyik állítás *helytelen*?
- A) Telítetlen szénhidrogén.
 - B) Égése erősen kormozó.
 - C) A brómmal szobahőmérsékleten addíciós reakcióba lép.
 - D) Köznapi neve etilén.
 - E) Molekulája lineáris.
31. Melyik reakció *nem* megy végbe az alábbiak közül (még melegítés vagy katalizátor hatására sem)?
- A) $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$
 - B) $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{Cl}$
 - C) $\text{CH}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{H}_2$
 - D) $2 \text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + 3 \text{H}_2$
 - E) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
32. Hány különböző nyílt láncú, C_4H_{10} összegképletű vegyület létezik?
- a) 2
 - B) 3
 - C) 4
 - D) 5
 - E) 6
33. Az alábbi vegyületek közül melyik *nem* mérgező vagy veszélyes az emberi szervezetre? (Melyik a legkevésbé veszélyes anyag?)
- A) a formaldehid
 - B) a glicin
 - C) a fenol
 - D) a benzol
 - E) a metil-alkohol

34. Az alábbiak közül melyik egyenlet írja le a szintézisgáz előállítását?



35. Molekulája *nem* tartalmaz pi-kötést:

A) az etén

B) a toluol

C) a vinil-klorid

D) a polietilén

E) a kaucsuk

Megoldások

1. D)	11. C)	21. C)	31. C)
2. A)	12. A)	22. B)	32. A)
3. B)	13. C)	23. D)	33. B)
4. A)	14. A)	24. C)	34. C)
5. D)	15. B)	25. C)	35. D)
6. E)	16. A)	26. D)	
7. C)	17. D)	27. E)	
8. E)	18. C)	28. D)	
9. B)	19. C)	29. B)	
10. E)	20. A)	30. D)	

II. KÉMIAI SZÁMÍTÁSOK

1. MÉRTÉKEGYSÉGEK



Ennek a témakörnek az a célja, hogy átismételjük az SI-ben használatos fizikai, kémiai alammennyiségeket, a származtatott fizikai mennyiségeket, a mértékegységeket és a prefixumokat.

A fizikában, a kémiában, a műszaki tudományokban és a mindennapi életben előforduló mennyiségeknek gyakran többféle mértékegysége alakult ki. A nemzetközi mértékegységrendszer (Système International d'Unités) (rövidítve SI) az MSZ 4900/8-79. magyar szabvány szerint hazánkban 1980-ban vezették be.

A fizikai mennyiség a fizikai jelenségek és fogalmak mérhető tulajdonsága. A mennyiség a számérték (mérőszám) és a mértékegység szorzata.

Hét, egymástól független *fizikai alammennyiséget* használunk.

Fizikai mennyiség			
Neve	Jele	Alapegysége	Az alapegység jele
Hosszúság	l	méter	m
Tömeg	m	kilogramm	kg
Idő	t	másodperc	s
Elektromos áramerősség	I	amper	A
Termodinamikai hőmérséklet	T	kelvin	K
Fényerősség	I_v	kandela	cd
Anyagmennyiség	n	mól	mol

Minden alapegység valamely természeti állandóhoz kötött. Pl. a méter a fényhez, a kelvin a víz hármaspontjához, az idő egy adott atom meghatározott sugárzásához. A pontos definíciók pl. a *Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok* c. kiadványban, röviden a Függvénytáblázatban megtalálhatók.

Az alammennyiségekből származtatják az összes többi fizikai mennyiséget, ezek a *származtatott mennyiségek*. A származtatott mennyiségek mértékegységének meghatározása a képlet alapján történik.

Például a sűrűség kiszámításának képlete, $\rho = \frac{m}{V}$ alapján lett a sűrűség egyik mértékegysége a $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

A származtatott SI-egységek egy részének külön neve és jele van.

Például: a nyomás kiszámításának képlete $p = \frac{F}{A}$, a mértékegysége $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$, amelynek a neve pascal és a jele Pa.

Ha olyan mennyiséget akarunk kifejezni, amelynek a nagyságrendje kisebb vagy nagyobb, mint az SI-egység, akkor az egység neve elé illesztett *prefixumok* segítségével képezzük a megfelelő mértékegységet.

Prefixum	Érték	Jele	Prefixum	Érték	Jele
exa-	10^{18}	E	deci-	10^{-1}	d
peta-	10^{15}	P	centi-	10^{-2}	c
tera-	10^{12}	T	milli-	10^{-3}	m
giga-	10^9	G	mikro-	10^{-6}	μ
mega-	10^6	M	nano-	10^{-9}	n
kilo-	10^3	k	piko-	10^{-12}	p
hekto-	10^2	h	femto-	10^{-15}	f
deka-	10^1	da (dkg)	atto-	10^{-18}	a

A prefixumot egybeírjuk a mértékegység nevével, például kilogramm, centiméter.

Vannak a nemzetközi mértékegységrendszeren kívüli, de korlátozás nélkül használható mértékegységek, például a Celsius-fok, a liter, a perc, a tonna stb., amelyek a Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok c. kiadványban megtalálhatók.

2. OLDATOK ÖSSZETÉTELÉNEK SZÁMÍTÁSA, HÍGÍTÁS, TÖMÉNYÍTÉS, KEVERÉS



Ennek a témakörnek az a célja, hogy átismételjük

- az oldatok összetételét jellemző töménységegységeket,
- az eredmények szakszerű dokumentálását
- értelmezzük az oldatokkal kapcsolatos adatokat, diagramokat.

A feladatok megoldásához szükséges elméleti ismeretek összefoglalása

Oldatok: homogén, többkomponensű folyékony halmazállapotú rendszerek. Oldószerből és oldott anyagokból állnak, melyekben az egyik komponenst oldószernek szokás nevezni. Az oldószer folyékony halmazállapotú, az oldott anyag lehet légnemű, folyékony és szilárd anyag is.

Az oldatok összetételét (töménységét) többféleképpen fejezhetjük ki.

Tömegettört:

Jele: w_B

$$w_B = \frac{m_B}{m_o},$$

ahol m_B = a B anyag tömege,

m_o = az oldat (elegy) tömege.

A tömegettört százszorosa a tömegszázalék.



Tömegszázalék:

Jele: $w_B\%$

$$w_B\% = \frac{m_B}{m_o} \cdot 100$$

Jelentése: 100 tömegegységnyi oldatban (elegyben) hány tömegegységnyi adott komponens van.

Térfogattört:

Jele: φ_B

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V_o},$$

ahol V_B = a B anyag térfogata,

V_o = az oldat (elegy) térfogata.

A térfogattört százszorosa a térfogatszázalék.

Térfogatszázalék:

Jele: $\varphi_B\%$

$$\varphi_B\% = \frac{V_B}{V_o} \cdot 100$$

Jelentése: 100 térfogategységnyi oldatban (elegyben) hány térfogategységnyi adott komponens van.

Anyagmennyiség-tört (móltört):

Jele: x_B

$$x_B = \frac{n_B}{n_o},$$

ahol n_B = a B anyag anyagmennyisége,

n_o = az összes anyagmennyiség.

A móltört százszorosa a mólszázalék.

Mólszázalék:

Jele: $x_B\%$

$$x_B\% = \frac{n_B}{n_o} \cdot 100$$

Jelentése: 100 mol oldatban (elegyben) hány mól az adott komponens.

Tömegkoncentráció:

Jele: ρ_B ,

Mértékegysége: g/dm³

$$\rho_B = \frac{m_B}{V_o},$$

ahol m_B = a B anyag tömege,

V_o = az oldat (elegy) térfogata.

Jelentése: 1 dm³ (1000 cm³) oldat (elegy) hány g adott komponenst tartalmaz.

Anyagmennyiség-koncentráció, koncentráció (molaritás):

Jele: c_B

Mértékegysége: mol/dm³

$$c_B = \frac{n_B}{V_o},$$

ahol n_B = a B anyag anyagmennyisége,

V_o = az oldat (elegy) térfogata.

Jelentése: 1 dm³ (1000 cm³) oldat (elegy) hány mól adott komponenszt tartalmaz.

Raoult-töménység (-koncentráció), molalitás:

Jele: m_B

Mértékegysége: mol/kg oldószer

$$m_B = \frac{n_B}{m_{\text{oldószer}}},$$

ahol n_B = a B anyag anyagmennyisége,

$m_{\text{oldószer}}$ = az oldószertömege.

Jelentése: 1 kg oldószer hány mól adott komponenszt old.

Keverési egyenlet (két oldat keverése esetén):

a) tömegszázalékos oldatok esetén: $m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$,

ahol:

m_1 és m_2 a kiindulási oldatok tömegei,

w_1 és w_2 a kiindulási oldatok tömegszázalékai,

w_3 a keletkező oldat tömegszázalékos összetétele.

b) anyagmennyiség-koncentrációs oldatok esetén (híg oldatoknál, ahol a térfogatok összegezhetőek): $V_1 \cdot c_1 + V_2 \cdot c_2 = (V_1 + V_2) \cdot c_3$,

ahol:

V_1 és V_2 a kiindulási oldatok térfogatai,

c_1 és c_2 a kiindulási oldatok anyagmennyiség-koncentrációi,

c_3 a keletkező oldat anyagmennyiség-koncentrációja.

Hígítási egyenlet:

a) tömegszázalékos oldatok esetén: $m_1 \cdot w_1 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$,

ahol:

m_1 = a hígítandó oldat tömege,

w_1 = a hígítandó oldat tömegszázaléka,

m_2 = a hígításhoz használt oldószer tömege,

w_3 = a hígított oldat tömegszázaléka.

b) anyagmennyiség-koncentrációs oldatok esetén (híg oldatok esetén, ahol a térfogatok összegezhetőek): $V_1 \cdot c_1 = V_2 \cdot c_2$,

ahol:

V_1 és V_2 a kiindulási és keletkező oldat térfogata

c_1 és c_2 a kiindulási és keletkező oldat anyagmennyiség-koncentrációja.

Oldhatóság:

Valamely anyag oldhatóságát vízben (vagy más oldószerben) adott hőmérsékleten a telített oldatának összetételével jellemezhetjük.

Az oldhatóság megadható:

a) adott hőmérsékleten hány gramm anyag oldódik 100 g oldószerben, mértékegysége: g/100 g oldószer.

b) adott hőmérsékleten a telített oldat tömegszázalékos összetételével.

A sűrűség adatok a Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok c. kiadványban megtalálhatók.

Mintafeladatok

1. Számítsa ki az alábbi oldat tömegszázalékos összetételét, és adja meg, hogy hány gramm vizet használtunk fel az oldat készítéséhez, ha 250 g oldat 50,0 g NaCl-ot tartalmaz!

Megoldás:

$$m_o = 250 \text{ g}$$

$$m_{o.a} = 50,0 \text{ g NaCl}$$

$$w_{o.a} = ?$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ? \text{ g}$$

$$w(\text{NaCl}) = \frac{m_{\text{NaCl}}}{m_o} \cdot 100 = \frac{50,0 \text{ g}}{250 \text{ g}} \cdot 100 = 20,0\%$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ g} - 50,0 \text{ g} = 200 \text{ g}$$

2. Hány gramm oldott anyag és hány gramm víz szükséges az alábbi oldatok elkészítéséhez?
a) 150 g $w = 10,0\%$ -os NaCl-oldat
b) 150,0 cm³ $w = 10,00\%$ -os KCl-oldat

Megoldás:

a)

$$m_o = 150 \text{ g}$$

$$w(\text{NaCl}) = 10,0\%$$

$$m_{o.a} = ? \text{ g NaCl}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ? \text{ g}$$

$$w(\text{NaCl}) = \frac{m_{\text{NaCl}}}{m_o} \cdot 100 =$$

$$10,0\% = \frac{m_{\text{NaCl}}}{150 \text{ g}} \cdot 100$$

$$m(\text{NaCl}) = 15,0 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 150 \text{ g} - 15,0 \text{ g} = 135 \text{ g}$$

b)

$$V_o = 150,0 \text{ cm}^3$$

$$w(\text{KCl}) = 10,00\%$$

$$m_{o.a} = ? \text{ g KCl}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ? \text{ g}$$

A Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok c. kiadványból $\rho(w = 10,0\%$ -os KCl-oldat) = 1,063 g/cm³

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

$$m_o = \rho \cdot V = 1,063 \text{ g/cm}^3 \cdot 150,0 \text{ cm}^3 = 159,45 \text{ g}$$

$$m_{o.a.} = 15,95 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 159,45 \text{ g} - 15,95 \text{ g} = 143,5 \text{ g}$$

3.

a) Hány gramm $w = 10,0\%$ -os oldat készíthető 12,0 g CaCl₂-ből, és hány gramm víz szükséges hozzá?

b) Hány cm³ $w = 12,0\%$ -os KI-oldat készíthető 50,0 g KI-ból?

Megoldás:

a)

$$m_o = ? \text{ g}$$

$$w(\text{CaCl}_2) = 10,0\%$$

$$m(\text{CaCl}_2) = 12,0 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ? \text{ g}$$

$$w(\text{CaCl}_2) = \frac{m_{\text{CaCl}_2}}{m_o} \cdot 100 =$$

$$10\% = \frac{12,0 \text{ g}}{m_o} \cdot 100$$

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

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 120 \text{ g} - 12,0 \text{ g} = 108 \text{ g}$$

b)

$$V_o = ? \text{ cm}^3$$

$$w(\text{KI}) = 12,0\%$$

$$m(\text{KI}) = 50,0 \text{ g}$$

$$w(\text{KI}) = \frac{m_{\text{KI}}}{m_o} \cdot 100 =$$

$$12,0\% = \frac{50,0 \text{ g}}{m_o} \cdot 100$$

$$m_o = 417 \text{ g}$$

A Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok c. kiadványból a $\rho(w = 12\text{-os KI-oldat}) = 1,093 \text{ g/cm}^3$

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

$$V_o = \frac{m}{\rho} = \frac{417 \text{ g}}{1,093 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 382 \text{ cm}^3$$

4. Készíteni kell 250 g $w = 10,0\text{-os CaCl}_2$ ($M_r = 111$) oldatot. Hány gramm $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($M_r = 147$) és hány gramm víz kell hozzá?

Megoldás:

$$m_o = 250 \text{ g}$$

$$w(\text{CaCl}_2) = 10,0\%$$

$$m(\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = ? \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ? \text{ g}$$

$$w(\text{CaCl}_2) = \frac{m_{\text{CaCl}_2}}{m_o} \cdot 100 =$$

$$10,0\% = \frac{m_{\text{CaCl}_2}}{250 \text{ g}} \cdot 100$$

$$m(\text{CaCl}_2) = 25,0 \text{ g}$$

1 mol CaCl_2 1 mol $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -ban van

$$n(\text{CaCl}_2) = \frac{m}{M} = \frac{25,0 \text{ g}}{111 \text{ g/mol}} = 0,225 \text{ mol}$$

ez megfelel $n(\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0,225$ mólnak.

$$m(\text{CaCl}_2) = n \cdot M = 0,225 \text{ mol} \cdot 147 \text{ g/mol} = 33,1 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ g} - 33,1 \text{ g} = 216,9 \text{ g} = 217 \text{ g}$$

5. Számítsa ki, hogy 1,00 dm³ térfogatú, 1,00 mg Cu²⁺/cm³ töménységű oldat készítéséhez hány gramm CuSO₄·5H₂O-t kell bemérni!

Megoldás:

$$1,00 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3 \text{ oldathoz } 1000 \text{ mg} = 1,00 \text{ g Cu}^{2+} \text{ kell és}$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,5 \text{ g/mol} \quad M(\text{Cu}^{2+}) = 63,5 \text{ g/mol}$$

$$\text{A szükséges CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O mennyisége: } m = 1,00 \text{ g} \cdot \frac{249,5 \text{ g}}{63,5 \text{ g}} = 3,93 \text{ g.}$$

6. Készítendő 5,00 dm³ 2,00 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldat. Hány gramm NaOH-t kell bemérni?

Megoldás:

$$V_o = 5,00 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{NaOH}) = 2,00 \text{ mol/dm}^3$$

$$m(\text{NaOH}) = ? \text{ g}$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n}{V}$$

$$n(\text{NaOH}) = c \cdot V = 2,00 \text{ mol/dm}^3 \cdot 5,00 \text{ dm}^3 = 10,0 \text{ mol}$$

$$m(\text{NaOH}) = n \cdot M = 10,0 \text{ mol} \cdot 40,0 \text{ g/mol} = 400 \text{ g}$$

7. Számítsa ki az oldat anyagmennyiség-koncentrációját, ha 500 cm³ oldat 80,0 g NaOH-ot tartalmaz!

Megoldás:

$$V_o = 500 \text{ cm}^3$$

$$c(\text{NaOH}) = ? \text{ mol/dm}^3$$

$$m(\text{NaOH}) = 80,0 \text{ g}$$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{m}{M} = \frac{80,0 \text{ g}}{40,0 \text{ g} \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,00 \text{ mol}$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n}{V} = \frac{2,00 \text{ mol}}{0,500 \text{ dm}^3} = 4,00 \text{ mol/dm}^3$$

8. a) Készíteni kell 250 cm^3 $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavat. Hány cm^3 $31,52\%$ tömegszázalékos oldat szükséges?

Megoldás:

$$V_o = 250 \text{ cm}^3$$

$$c(\text{HCl}) = 0,100 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{cc.HCl}) = ? \text{ cm}^3 \text{ a bemérés a } w(\text{HCl}) = 31,52\text{-osból}$$

A példa megoldásához kell a $w = 31,52\%$ -os oldat sűrűsége, ha nincs megadva a feladatban, a Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok c. kiadványban megtaláljuk: $\rho = 1,16 \text{ g/cm}^3$.

(Ha nem szerepel a táblázatban a megadott sűrűségadat, *interpolálni* kell, látjuk később pl. a 8. b) feladatnál.)

Az a) feladat megoldásának menete:

I. Ki kell számítani a szükséges oldott anyag mennyiségét.

$$c(\text{HCl}) = \frac{n}{V}$$

$$n(\text{HCl}) = c \cdot V = 0,100 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,250 \text{ dm}^3 = 0,0250 \text{ mol}$$

$$m(\text{HCl}) = n \cdot M = 0,0250 \text{ mol} \cdot 36,5 \text{ g/mol} = 0,913 \text{ g}$$

Tehát az oldathoz $0,913 \text{ g}$ 100% -os HCl szükséges.

II. Ki kell számítani, hogy a szükséges oldott anyag hány gramm $w = 31,52\%$ -os oldatban van.

$$31,52 = \frac{0,913 \text{ g}}{m_o} \cdot 100$$

$$m_o = 2,90 \text{ g}$$

Tehát $2,90 \text{ g}$ $w = 31,52\%$ -os sósav tartalmazza a $0,913 \text{ g}$ HCl-ot.

III. Ki kell számítani a $w = 31,52\%$ -os sav térfogatát.

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

$$V(\text{cc. HCl}) = \frac{m}{\rho} = \frac{2,90 \text{ g}}{1,16 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 2,50 \text{ cm}^3 \text{ } w = 31,52\text{-os sósavat kell bemérni az oldat}$$

készítéséhez.

b) Készíteni kell 2000 cm^3 $5,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavat. Hány cm^3 $1,158 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű cc. HCl-at kell bemérni?

Megoldás:

Mivel a Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok c. kiadványban ez a sűrűségadat nem szerepel, ezért interpolálni kell.

Interpolálás: két szélső adatból következtetünk egy közbülsőre.

A Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok c. kiadvány adatai: a sósav $w\%$ - és a sűrűségadatai között:

	Sűrűség g/cm^3		$w\%$	
$\Delta\rho = 0,005 \text{ g/cm}^3$	1,155		30,55	$\Delta w\% = 0,97\%$
	1,160		31,52	

A Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok c. kiadvány adatai alapján következtetünk a $\rho = 1,158 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű sósav tömegszázalékára.

A táblázatból a $\Delta\rho = 0,005 \text{ g/cm}^3$ megfelel $\Delta w\% = 0,97\%$ -nak,

akkor $(1,158 - 1,155) \text{ g/cm}^3 = 0,003 \text{ g/cm}^3$ megfelel Δw -nek

$$\Delta w = 0,58\%$$

Tehát a $1,158 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű sósav $w = (30,55 + 0,58)\% = 31,13\%$ -os.

A feladat további megoldása az *a)* példa megoldása alapján történik. (1013 cm^3)

9. 200 g $w = 50,0\%$ -os kénsavoldatot 300 g $w = 10,0\%$ -os kénsavoldattal elegyítünk. Hány tömegszázalékos lesz az oldat?

Megoldás:

A keverési egyenlet segítségével: $m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$

$$m_1 = 200 \text{ g}$$

$$w_1 = 50,0\%$$

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

$$w_2 = 10,0\%$$

$$w_3 = ?$$

$$200 \text{ g} \cdot 50,0\% + 300 \text{ g} \cdot 10,0\% = (200 \text{ g} + 300 \text{ g}) \cdot w_3$$

$$w_3 = 26,0\%$$

Tehát a kevert oldat $w = 26,0\%$ -os lett.

10. 300 g $w = 30,0\%$ -os KNO_3 -oldathoz 400 g vizet öntve, hány tömegszázalékos lesz az oldat?

Megoldás:

A hígítási egyenlet: $m_1 \cdot w_1 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$

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

$$w_1 = 30,0\%$$

$$m_2 = 400 \text{ g}$$

$$w_2 = ?\%$$

$$300 \text{ g} \cdot 30,0\% = (300 \text{ g} + 400 \text{ g}) \cdot w_3$$

$$w_2 = 12,9\%$$

Tehát a hígított oldat $w = 12,9\%$ -os lett.

11. Hány tömegszázalékos lesz az oldat, ha 300 g $w = 10,0\%$ -os KI-oldatba még 3,00 g KI-ot oldunk?

Megoldás:

A feladatot a keverési egyenlettel is meg lehet oldani, de itt a szilárd anyag (a KI) tömegszázaléka = 100%.

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

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

$$w_1 = 10,0\%$$

$$m_2 = 3,00 \text{ g}$$

$$w_2 = 100\%$$

$$w_3 = ? \%$$

$$300 \text{ g} \cdot 10,0\% + 3,00 \text{ g} \cdot 100\% = (300 \text{ g} + 3,00 \text{ g}) \cdot w_3$$

$$w_3 = 10,9\%$$

Tehát a töményített oldat $w = 10,9\%$ -os lett.

12. Hányszorosra kell hígítani az $w = 50,0\%$ -os, $1,28 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű ammónium-szulfát-oldatot, ha $2,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatot akarunk készíteni?

„A” megoldás:

$w = 50,0\%$ -os 100 g oldatban 50,0 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ van

$$M_r[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4] = 132$$

$$V_1 = \frac{m}{\rho} = \frac{100 \text{ g}}{1,28 \text{ g/cm}^3} = 78,1 \text{ cm}^3$$

2,00 mol/dm³-es az oldat, ha

$$1000 \text{ cm}^3 \text{ oldatban} \quad 2,00 \text{ mol} \cdot 132 \text{ g/mol} = 264 \text{ g (NH}_4\text{)}_2\text{SO}_4 \text{ van}$$

$$V_2 \text{ cm}^3 \text{ oldatban lesz az} \quad 50,0 \text{ g (NH}_4\text{)}_2\text{SO}_4$$

$$V_2 = 189 \text{ cm}^3$$

A hígítás mértéke $V_2/V_1 = 189 \text{ cm}^3/78,1 \text{ cm}^3 = 2,42$ -szoros.

„B” megoldás:

$$\text{A hígítás mértéke} = \frac{c_1}{c_2}$$

w = 50,0%-os 100 g oldatban 50,0 g (NH₄)₂SO₄ van

$$M_r[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4] = 132$$

$$V_1 = \frac{m}{\rho} = \frac{100 \text{ g}}{1,28 \text{ g/cm}^3} = 78,1 \text{ cm}^3$$

Az (NH₄)₂SO₄ anyagmennyisége:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{50,0 \text{ g}}{132 \text{ g/mol}} = 0,379 \text{ mol}$$

A kiindulási oldat koncentrációja:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0,379 \text{ mol}}{0,0781 \text{ dm}^3} = 4,85 \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{A hígítás mértéke} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{4,85 \text{ mol/dm}^3}{2,00 \text{ mol/dm}^3} = 2,43$$

13. 10,00 $\frac{\text{mol}}{\text{kg}}$ Raoult-koncentrációjú, 1,34 g/cm³ sűrűségű foszforsavoldatot tízszeresre hígítunk. Számítsa ki az oldat anyagmennyiség-koncentrációját!

Megoldás:

10,00 $\frac{\text{mol}}{\text{kg}}$ Raoult-koncentrációjú oldat azt jelenti, hogy 1,000 kg = 1000 g víz 10,00 mol foszforsavat old.

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = n \cdot M = 10,00 \text{ mol} \cdot 98,0 \text{ g/mol} = 980 \text{ g}$$

$$m_{\text{oldat}} = 980 \text{ g} + 1000 \text{ g} = 1980 \text{ g}$$

$$V_{\text{oldat}} = \frac{1980 \text{ g}}{1,34 \text{ g/cm}^3} = 1478 \text{ cm}^3$$

Ha tízszeresre hígítjuk, a térfogata 14780 cm^3 lesz.

$$\text{Az oldat anyagmennyiség-koncentrációja } c = \frac{n}{V} = \frac{10,00 \text{ mol}}{14,78 \text{ dm}^3} = 0,677 \text{ mol/dm}^3$$

14. $20,0 \text{ g NaHCO}_3$ -ból kell telített oldatot készíteni. Hány gramm víz kell hozzá? Az oldhatóság $60 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten $16,4 \text{ g NaHCO}_3/100 \text{ g víz}$.

Megoldás:

100 g víz 16,4 g NaHCO_3 -at képes oldani.

m g víz oldja a $20,0 \text{ g NaHCO}_3$ -at

$$m = 122 \text{ g víz}$$

15. $90 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten a telített $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ oldat $w = 54,0\%$ -os, $18 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten a telített oldat $w = 33,0\%$ -os, 200 g oldat lehűtésekor hány gramm só válik ki?

Megoldás:

A 200 g oldatban 108 g só és $92,0 \text{ g}$ víz van $90 \text{ }^\circ\text{C}$ -on.

$18 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $67,0 \text{ g}$ víz $33,0 \text{ g}$ sótt old.

$92,0 \text{ g}$ $m = 45,3 \text{ g}$ sót képes oldani

Kiválik: $108 \text{ g} - 45,3 \text{ g} = 62,7 \text{ g Pb}(\text{NO}_3)_2$.

16. 600 g $80 \text{ }^\circ\text{C}$ -os telített NaCl -oldatot $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtünk. Hány gramm só válik ki?

Az oldhatóságok: $80 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $38,4 \text{ g NaCl}/100 \text{ g víz}$, $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $36,0 \text{ g NaCl}/100 \text{ g víz}$

Megoldás:

$80 \text{ }^\circ\text{C}$ -on $138,4 \text{ g}$ oldat $38,4 \text{ g NaCl}$ -ot old.

600 g oldat $m = 166,5 \text{ g NaCl}$ -ot old, és mellette a víz mennyisége $433,5 \text{ g}$.

$20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 100 g víz $36,0 \text{ g NaCl}$ -ot old.

$433,5 \text{ g}$ víz $m = 156 \text{ g NaCl}$ -ot képes oldatban tartani.

Kiválik: $166,5 - 156 \text{ g} = 10,5 \text{ g NaCl}$.

17. 20,0 g K_2SO_4 -ot szeretnénk átkristályosítani.

- Számítsa ki, hogy hány gramm vízben kell feloldani a 20,0 g K_2SO_4 -ot, hogy 85 °C hőmérsékleten telített oldatot kapjunk!
- Adja meg, hogy hány gramm K_2SO_4 kristályosodik ki, ha fenti oldatot 15 °C-ra hűtjük!
- Legfeljebb hány %-át lehet kinyerni az átkristályosítással a K_2SO_4 -nak?

Oldhatósági adatok:

85 °C-on 22,0 g K_2SO_4 /100g víz

15 °C-on 10,0 g K_2SO_4 /100 g víz

Megoldás:

a) 85 °C-on 100 g víz 22 g K_2SO_4 -ot old.

m g víz 20 g K_2SO_4

$m = 90,9$ g víz oldja.

b) 15 °C-on 100 g víz 10 g K_2SO_4 -ot old

90,9 g víz m g K_2SO_4 -ot képes oldatban tartani.

$m = 9,09$ g K_2SO_4

Kiválik: 20,0 g – 9,09 g = 10,91 g = 10,9 g K_2SO_4 .

c) Az átkristályosítással a K_2SO_4 $\frac{10,9g}{20,0g} \cdot 100 = 54,5\%$ -a nyerhető ki.

18. 20,0 g bórsavat (H_3BO_3) kell átkristályosítani.

- Hány g vízben kell oldani, hogy 60 °C-os telített oldatot kapjunk?
- Legfeljebb a bórsav hány százaléka válik ki 20 °C-ra való hűtéskor?
- Számítsa ki, hogy hány gramm vizet kell elpárologtatni a 20 °C-on telített oldatból, hogy 60 °C-on telített oldatot kapjunk!
- Adja meg a II. frakció (a másodszor kikristályosodó anyag) tömegét, ha az oldatot ismét 20 °C-ra hűtjük!

Oldhatósági adatok:

60°C-on 14,8 g H_3BO_3 /100g víz

20 °C-on 5,00 g H_3BO_3 /100 g víz

Megoldás:

a) 60 °C-on 100 g víz 14,8 g H₃BO₃-at old.

m g víz 20,0 g H₃BO₃

$m = 135$ g víz oldja.

b) 20 °C-on 100 g víz 5,00 g H₃BO₃-at old.

135 g víz m g H₃BO₃-at képes oldatban tartani.

$m = 6,75$ g H₃BO₃

Kiválik: 20,0 g – 6,75 g = 13,25 g H₃BO₃.

$\frac{13,25 \text{ g}}{20,0 \text{ g}} \cdot 100 = 66,3\%$ kristályosodik ki.

c)

60 °C-on 100 g víz 14,8 g H₃BO₃-at old.

m g víz oldja a 6,75 g H₃BO₃-at.

$m = 45,6$ g víz.

El kell párologtatni: 135 g – 45,6 g = 89,4 g vizet.

d)

20 °C-on 100 g víz 5,00 g H₃BO₃-at old.

45,6 g m g H₃BO₃-at tart oldatban.

$m = 2,28$ g H₃BO₃.

A II. frakció tömege: 6,75 g – 2,28 g = 4,47 g H₃BO₃

19. Hány gramm KAl(SO₄)₂·12H₂O kristályosodik ki, ha 100 g 80 °C-on telített oldatot 20 °C-ra hűtünk?

Az oldhatóságok: 80 °C-on 71,0 g KAl(SO₄)₂/100 g víz, 20 °C-on 5,90 g KAl(SO₄)₂/100 g víz

Megoldás:

A feladatot keverési egyenlettel a legegyszerűbb megoldani. A kristályvizes só összetételét tekintve oldatnak foghatjuk fel, sóból [$M_r(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2) = 258$] és vízből áll.

A kristályvizes só [$M_r(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 474$], sóra nézve 54,4 w % töménységű.

80 °C-on a telített oldat 41,5 w%-os, 20 °C-on a telített oldat 5,57 w%-os.

m_1 g kristályvizes só válik ki $w_1 = 54,4\%$,

$m_2 = (100 \text{ g} - x \text{ g})$ a 20 °C-on telített oldat $w_2 = 5,57\%$,

$m_3 = 100 \text{ g}$ a 80 °C-on telített oldat $w_3 = 41,5\%$.

$$m_3 \cdot w_3 = m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2$$

$$100 \text{ g} \cdot 41,5\% = m_1 \cdot 54,4\% + (100 \text{ g} - m_1 \text{ g}) \cdot 5,57\%$$

$m_1 = 73,6 \text{ g}$ $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ válik ki.

20. A $w = 10,0\%$ -os kénsavoldat sűrűsége $1,10 \text{ g/cm}^3$. Számítsa ki az oldat anyagmennyiség-koncentrációját, tömegkoncentrációját, móltörtjét, mólszázalékát, Raoult-töménységét!

Megoldás:

A $w = 10\%$ -os oldat azt jelenti, hogy 100 g oldatban 10,0 g kénsav és 90,0 g víz van

$$n(\text{kénsav}) = \frac{m}{M} = \frac{10,0 \text{ g}}{98,0 \text{ g/mol}} = 0,102 \text{ mol}$$

$$\text{A } 100 \text{ g oldat térfogata: } V = \frac{m}{\rho} = \frac{100 \text{ g}}{1,10 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 90,9 \text{ cm}^3$$

$$\text{Az anyagmennyiség-koncentráció: } c(\text{kénsav}) = \frac{n}{V} = \frac{0,102 \text{ mol}}{0,0909 \text{ dm}^3} = 1,12 \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{A tömegkoncentráció: } \rho(\text{kénsav}) = \frac{m_B}{V_o} = \frac{10,0 \text{ g}}{0,0909 \text{ dm}^3} = 110 \text{ g/dm}^3$$

$$n(\text{víz}) = \frac{m}{M} = \frac{90,0 \text{ g}}{18,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 5,00 \text{ mol}$$

$$n_{\text{összes}} = 0,102 \text{ mol} + 5,00 \text{ mol} = 5,102 \text{ mol}$$

$$\text{A móltört: } x(\text{kénsav}) = \frac{n(\text{kénsav})}{n(\text{összes})} = \frac{0,102 \text{ mol}}{5,102 \text{ mol}} = 0,0200$$

$$x(\text{kénsav}) = 2,00\%$$

$$\text{A Raoult-koncentráció: } m(\text{kénsav}) = \frac{n(\text{kénsav})}{m(\text{víz})} = \frac{0,102 \text{ mol}}{0,0900 \text{ kg}} = 1,13 \text{ mol/kg víz}$$

21. 2,00 mol/dm³ koncentrációjú oldatból a) 2,00 cm³-t, b) 5,00 cm³-t egy-egy 100 cm³-es mérőlombikba mérünk. Jelig töltve mennyi lesz az anyagmennyiség-koncentráció?
„A” megoldás:

$$V = 2,00 \text{ cm}^3 = 0,00200 \text{ dm}^3$$

$$c = 2,00 \text{ mol/dm}^3$$

Az oldatban $n = c \cdot V = 2,00 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,00200 \text{ dm}^3 = 0,00400 \text{ mol}$ oldott anyag van.

a) A hígított oldat koncentrációja: $c = \frac{n}{V} = \frac{0,00400 \text{ mol}}{0,100 \text{ dm}^3} = 0,0400 \text{ mol/dm}^3$

b) A hígított oldat koncentrációja 2,5-szer töményebb az előzőnél:

$$c = 2,5 \cdot 0,0400 \text{ mol/dm}^3 = 0,100 \text{ mol/dm}^3$$

„B” megoldás:

a) Azonos és egyenértékű oldatoknál lehet a hígítási szabállyal számolni:

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2, \quad c_2 \text{ a kérdés}$$

$$2,00 \text{ mol/dm}^3 \cdot 2,00 \text{ cm}^3 = c_2 \cdot 100 \text{ cm}^3, \text{ ahol } c_2 = 0,0400 \text{ mol/dm}^3\text{-nek adódik.}$$

b) A hígított oldat koncentrációja 2,5-szer töményebb az előzőnél:

$$c = 2,5 \cdot 0,0400 \text{ mol/dm}^3 = 0,100 \text{ mol/dm}^3$$

22. Számítsa ki az elegyítéskor bekövetkező térfogatváltozást, ha 100 g, $w = 100\%$ -os, 1,05 g/cm³ sűrűségű ecetsavat 100 g tömegű, 0,998 g/cm³ sűrűségű desztillált vízzel elegyítünk, és a keletkező oldat sűrűségét 1,06 g/cm³-nek mértük!

Megoldás:

$$V(\text{ecetsav}) = \frac{100 \text{ g}}{1,05 \text{ g/cm}^3} = 95,2 \text{ cm}^3$$

$$V(\text{desztillált víz}) = \frac{100 \text{ g}}{0,998 \text{ g/cm}^3} = 100,2 \text{ cm}^3$$

$$\text{Az elméleti összes térfogat: } V = 95,2 \text{ cm}^3 + 100,2 \text{ cm}^3 = 195,4 \text{ cm}^3$$

$$\text{Az elegy tömege: } m_o = 200 \text{ g}$$

$$\text{A tényleges összes térfogat: } V = \frac{200 \text{ g}}{1,06 \text{ g/cm}^3} = 188,7 \text{ cm}^3$$

A bekövetkező térfogatváltozás: $\Delta V = 195,4 \text{ cm}^3 - 188,7 \text{ cm}^3 = 6,7 \text{ cm}^3$, ennyivel csökken a térfogat az elegyítés során.

23. Készítsünk 100 g $w = 32,0\%$ -os etanol-tartalmú, $0,948 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű etanol–víz-elegyet! Számítsa ki, hogy hány gramm, illetve hány cm^3 $0,789 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű etanol és $0,998 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű víz szükséges hozzá! Adja meg az elegyítés közben bekövetkező térfogatváltozást!

Megoldás:

100 g elegyhez 32,0 g etanol és 68,0 g víz szükséges.

$$V(\text{etanol}) = \frac{32,0 \text{ g}}{0,789 \text{ g/cm}^3} = 40,6 \text{ cm}^3\text{-t kell bemérni és}$$

$$V(\text{víz}) = \frac{68,0 \text{ g}}{0,998 \text{ g/cm}^3} = 68,1 \text{ cm}^3\text{-t kell bemérni}$$

Az elméleti összes térfogat: $V = 40,6 \text{ cm}^3 + 68,1 \text{ cm}^3 = 108,7 \text{ cm}^3$

Az elegyítés utáni tényleges térfogat: $V_o = \frac{100 \text{ g}}{0,948 \text{ g/cm}^3} = 105,5 \text{ cm}^3$

A térfogatcsökkenés: $\Delta V = 108,7 \text{ cm}^3 - 105,5 \text{ cm}^3 = 3,2 \text{ cm}^3$

24. 100 cm^3 96,0 tömegszázalékos, $1,84 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű kénsavoldatot nyitott edényben állni hagyunk. Egy idő múlva az oldat sűrűségét $1,73 \text{ g/cm}^3$ -nek találjuk. Ez a sűrűség a 80,0 tömegszázalékos kénsavoldatra jellemző. Hány grammal és hány cm^3 -rel nőtt meg állás közben a kénsavoldat tömege, illetve a térfogata?

Megoldás:

A kiindulási kénsavoldat tömege: $m_o = 100 \text{ cm}^3 \cdot 1,84 \text{ g/cm}^3 = 184 \text{ g}$.

A kénsavtartalom: $184 \text{ g} \cdot 0,960 = 177 \text{ g}$.

A felhígult kénsavoldat is ugyanennyi kénsavat tartalmaz, az oldat tömege:

$$80,0 = \frac{177 \text{ g}}{m_o} \cdot 100$$

$$m_o = 221 \text{ g}$$

A hígult oldat térfogata: $V = \frac{221 \text{ g}}{1,73 \text{ g/cm}^3} = 128 \text{ cm}^3$.

A tömegnövekedés: $\Delta m = 221 \text{ g} - 184 \text{ g} = 37 \text{ g}$

A térfogat növekedés: $\Delta V = 128 \text{ cm}^3 - 100 \text{ cm}^3 = 28 \text{ cm}^3$

25. Számítsa ki a sav moláris tömegét, ha a 17,59 tömegszázalékos és 1,10 g/cm³ sűrűségű oldatának a koncentrációja 3,07 mol/dm³!

Megoldás:

100 g oldat 17,59 g savat tartalmaz.

Az oldat térfogata:

$$V_o = \frac{100 \text{ g}}{1,10 \text{ g/cm}^3} = 90,9 \text{ cm}^3.$$

Ebben a sav anyagmennyisége:

$$n(\text{sav}) = c \cdot V = 3,07 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0909 \text{ dm}^3 = 0,279 \text{ mol}.$$

A sav moláris tömege:

$$M(\text{sav}) = \frac{17,59 \text{ g}}{0,279 \text{ mol}} = 63,0 \text{ g/mol}$$

26. Egy bázis 18,0 tömegszázalékos oldata 8,99 mólszázalékos. Adja meg a bázis moláris tömegét!

Megoldás:

100 g oldatban 18,0 g bázis és 82,0 g víz van.

100 mol oldatban 8,99 mol bázis és 91,01 mol víz van, ennek a víznek a tömege:

$$m(\text{víz}) = 91,01 \text{ mol} \cdot 18 \text{ g/mol} = 1638 \text{ g}$$

1638 g víz old 8,99 mol bázist.

82,0 g víz n mol bázist old.

$$n = 0,450 \text{ mol bázis}$$

$$\text{A bázis moláris tömege: } M(\text{bázis}) = \frac{18,0 \text{ g}}{0,450 \text{ mol}} = 40,0 \text{ g/mol}.$$

Gyakorló feladatok

27. Számítsa ki az alábbi oldatok tömegszázalékos összetételét, és adja meg, hogy hány gramm vizet használtunk fel az oldatok készítéséhez?
- a) 160 g oldat 8,00 g KI-ot tartalmaz ($w = 5,00\%$, 152 g)
 - b) 15,0 g oldat 1,00 g KCl-ot tartalmaz ($w = 6,67\%$, 14,0 g)
 - c) 270 g oldat 10,0 g CaCl_2 -ot tartalmaz? ($w = 3,70\%$, 260 g)
 - d) 1,20 kg oldat 40,0 g NaNO_3 -ot tartalmaz ($w = 3,33\%$, 1160 g)
 - e) 0,500 kg oldat 12,0 g CuSO_4 -ot tartalmaz ($w = 2,40\%$, 488 g)
28. Számítsa ki az alábbi oldatok tömegszázalékos összetételét!
- a) 220 g oldószer 10,0 g CuSO_4 -ot oldott fel ($w = 4,35\%$)
 - b) 3,20 kg oldószer 100 g KBr-ot tartalmaz ($w = 3,03\%$)
29. Hány gramm oldott anyag és hány gramm víz szükséges az alábbi oldatok elkészítéséhez?
- a) 500 g $w = 5,00\%$ -os CuSO_4 -oldathoz? (25,0 g, 475 g)
 - b) 160 g $w = 15,0\%$ -os KF-oldathoz? (24,0 g, 136 g)
 - c) 300 cm^3 $w = 12,0\%$ -os NaCl-oldathoz? (39,1 g, 287 g)
 - d) 500 cm^3 $w = 10\%$ -os KI-oldathoz? (53,8 g, 484 g)
30. a) Hány gramm $w = 8,00\%$ oldat készíthető 12,0 g BaCl_2 -ből, és hány gramm víz szükséges hozzá? (150 g, 138 g)
- b) Hány gramm $w = 15,0\%$ oldat készíthető 125 g FeSO_4 -ből, és hány gramm víz szükséges hozzá? (833 g, 708 g)
 - c) Hány gramm $w = 5,00\%$ oldat készíthető 22,0 g MgCl_2 -ből, és hány gramm víz szükséges hozzá? (440 g, 418 g)
 - d) Hány cm^3 $w = 8,00\%$ -os KCl-oldat készíthető 50,0 g KCl-ből? (595 cm^3)
31. Töltse ki a táblázat hiányzó adatait!

	Oldott anyag tömege	Víz tömege	Oldat tömege	Oldat összetétele tömegszázalékban
a)	10,0 g KI	90,0 g		
b)	10,0 g NaCl	100 g		
c)	120 g NaBr	480 g		

	Oldott anyag tömege	Víz tömege	Oldat tömege	Oldat összetétele tömegszázalékban
d)	50,0 g KCl		200 g	
e)	20,0 g LiCl		180 g	
f)	NaI	70,0 g	100 g	
g)	AgNO ₃	120 g	150 g	
h)	30,0 g KBr		220 g	
i)	5,00 g NH ₄ NO ₃		75,0 g	
j)	20,0 g Na ₂ CO ₃			4,00%
k)	220 g KCl			15,0%
l)	KI	80,0 g		20,0%
m)	K ₂ CrO ₄	120 g		12,0%

Megoldás:

	Oldott anyag tömege	Víz tömege	Oldat tömege	Oldat összetétele tömegszázalékban
a)	10,0 g KI	90,0 g	100 g	10,0%
b)	10,0 g NaCl	100 g	110 g	9,09%
c)	120 g NaBr	480 g	600 g	20,00%
d)	50,0 g KCl	150 g	200 g	25,0%
e)	20,0 g LiCl	160 g	180 g	11,1%
f)	30,0 g NaI	70,0 g	100 g	30,0%
g)	30,0 g AgNO ₃	120 g	150 g	20,0%
h)	30,0 g KBr	190 g	220 g	13,6%
i)	5,00 g NH ₄ NO ₃	70,0 g	75,0 g	6,67%
j)	20,0 g Na ₂ CO ₃	480 g	500 g	4,00%

	Oldott anyag tömege	Víz tömege	Oldat tömege	Oldat összetétele tömegszázalékban
k)	220 g KCl	1247 g	1467 g	15,0%
l)	20,0 g KI	80,0 g	100 g	20,0%
m)	16,4 g K ₂ CrO ₄	120 g	136,4 g	12,0%

32.

- a) Készíteni kell 550 g $w = 15,0\%$ -os Na₂CO₃ ($M_r = 106$) oldatot. Hány gramm Na₂CO₃·10H₂O ($M_r = 286$) és hány gramm víz kell hozzá? (223 g, 327 g)
- b) Készíteni kell 1250 g $w = 10,00\%$ -os CuSO₄ ($M_r = 159,5$) oldatot. Hány gramm CuSO₄·5H₂O ($M_r = 249,5$) és hány gramm víz kell hozzá? (195,5 g, 1054 g)
- c) Készíteni kell 200 cm³ $w = 10,0\%$ -os CaCl₂ ($M_r = 111$) oldatot. Hány gramm CaCl₂·2H₂O ($M_r = 147$) és hány gramm víz kell hozzá? (28,7 g, 188 g)
- d) Készíteni kell 250 cm³ $w = 10,0\%$ -os Na₂CO₃-oldatot. Hány gramm Na₂CO₃·10H₂O és hány gramm víz kell hozzá? (74,3 g, 201 g)
- e) Készíteni kell 250 cm³ 0,200 mol/dm³ koncentrációjú CaCl₂-oldat. Hány gramm CaCl₂·2H₂O kell hozzá? (7,35 g)
- f) Számítsa ki, hogy hány tömegszázalékos az oldat, amelynek 700 g-ja 40,0 g CaCl₂·2H₂O-ból készült! ($w = 4,3\%$)
- g) Adja meg, hogy hány tömegszázalékos az oldat. Ha 50,0 g CuSO₄·5H₂O-ot és 700 g vizet elegyítettünk! ($w = 4,26\%$)

33. Töltse ki a táblázat hiányzó adatait!

	Kristályvizes anyag tömege	Vízmentes oldott anyag tömege	Kristályvíz tömege	Hozzáadott víz tömege	Összes víz tömege	Oldat tömege	w
a)	10,0 g Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O					90,0 g	
b)	10,0 g CaCl ₂ ·2H ₂ O					100 g	
c)	50,0 g CaCl ₂ ·6H ₂ O			100 g			
d)	20,0 g			200 g			

	Kristályvizes anyag tömege	Vízmentes oldott anyag tömege	Kristályvíz tömege	Hozzáadott víz tömege	Összes víz tömege	Oldat tömege	w
	Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O						
e)	CuSO ₄ ·5H ₂ O	70,0 g CuSO ₄		100 g			
f)	CaCl ₂ ·2H ₂ O	120 g CaCl ₂				500 g	
g)	5,00 g Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O					200 g	
h)	20,0 g CuSO ₄ ·5H ₂ O						4,00%
i)	CaCl ₂ ·2H ₂ O			100 g			15,0%
j)	Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O	80 g					20,0%

Megoldás:

	Kristályvizes anyag tömege	Vízmentes oldott anyag tömege	Kristályvíz tömege	Hozzáadott víz tömege	Összes víz tömege	Oldat tömege	w
a)	10,0g Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O	3,71 g	6,29 g	80,0 g	86,3 g	90,0 g	4,12%
b)	10,0 g CaCl ₂ ·2H ₂ O	7,55 g	2,45 g	90,0 g	92,45 g	100 g	7,55%
c)	50,0 g CaCl ₂ ·6H ₂ O	25,3 g	24,7 g	100 g	124,7 g	150 g	16,9%
d)	20,0 g Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O	7,41 g	12,6 g	200 g	212,6 g	220 g	3,37%
e)	109 g CuSO ₄ ·5H ₂ O	70 g CuSO ₄	39 g	100 g	139 g	209 g	33,5%
f)	159 g CaCl ₂ ·2H ₂ O	120 g CaCl ₂	39,0 g	341 g	380 g	500 g	24,0%

	Kristályvizes anyag tömege	Vízmentes oldott anyag tömege	Kristályvíz tömege	Hozzáadott víz tömege	Összes víz tömege	Oldat tömege	w
g)	5,00 g Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O	1,85 g	3,15 g	195 g	198,2 g	200 g	0,925%
h)	20,0 g CuSO ₄ ·5H ₂ O	12,8 g	7,20 g	300 g	307,2 g	320 g	4,00%
i)	24,8 g CaCl ₂ ·2H ₂ O	18,7 g	6,1 g	100 g	106,1 g	124,8 g	15%
j)	216 g Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O	80 g	136 g	184 g	320 g	400 g	20%

34. Hány gramm NaOH-t kell bemérni

- 2,0 dm³ 0,50 mol/dm³ koncentrációjú oldathoz? (40 g)
- 500 cm³ 0,400 mol/dm³ koncentrációjú oldathoz? (8,00 g)
- 250 cm³ 0,80 mol/dm³ koncentrációjú oldathoz? (8,0 g)
- 500 cm³ 4,0 mol/dm³ koncentrációjú oldathoz? (80 g)

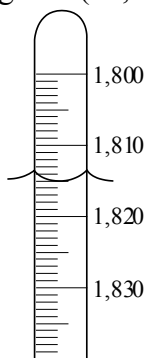
35. Számítsa ki az oldat anyagmennyiség-koncentrációját, ha

- 5,0 dm³ oldat 60 g KI-ot tartalmaz? (0,072 mol/dm³)
- 2,00 dm³ oldat 100 g NaCl-ot tartalmaz? (0,855 mol/dm³)
- 250 cm³ oldat 80,0 g KOH-ot tartalmaz? (5,71 mol/dm³)

36. a) Mennyi annak a savnak a moláris tömege, amelynél 5,0 dm³ 0,10 mol/dm³ koncentrációjú savoldat 49 g savat tartalmaz? ($M = 98$ g/mol)

b) Mennyi annak a savnak a moláris tömege, amelynél 4,0 dm³ 0,50 mol/dm³ koncentrációjú savoldat 126 g savat tartalmaz? ($M = 63$ g/mol)

37. a) Készíteni kell 500 cm^3 $0,4 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kénsavoldatot. Hány cm^3 cc. kénsavat kell bemérni, ha az ábrán a cc. sav sűrűség meghatározásánál az areométer szára látható? Az ábra és a táblázat segítségével határozza meg a cc. kénsavoldat sűrűségét és tömegszázalékos összetételét, majd számolja ki fenti oldathoz szükséges cc. sav térfogatát! ($12,1 \text{ cm}^3$)



$\rho \text{ (g/cm}^3\text{)}$	w
1,800	86,92%
1,805	87,60%
1,810	88,30%
1,815	89,16%
1,820	90,05%
1,825	91,00%
1,830	92,10%

- b) Készíteni kell $2,00 \text{ dm}^3$ $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavat. Hány cm^3 $w = 38,16\%$ -os $1,195 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű sósavat kell bemérni? ($16,0 \text{ cm}^3$)
- c) Készíteni kell 500 cm^3 $0,500 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kénsavoldatot. Hány cm^3 $w = 95,6 \text{ w}\%$ -os, $\rho = 1,84 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű cc. H_2SO_4 -t kell bemérni? ($13,9 \text{ cm}^3$)
- d) Készíteni kell 200 cm^3 $2,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú salétromsavoldatot. Hány cm^3 $w = 65,3\%$ -os, $\rho = 1,4 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű cc. HNO_3 -t kell bemérni? ($27,6 \text{ cm}^3$)

38. Hány cm^3 alkoholt tartalmaz a $\varphi = 25,0\%$ -os oldat $3,00 \text{ dm}^3$ -e? (750 cm^3)
39. Számítsa ki, hogy $3,00 \text{ dm}^3$ $40,0 \text{ g/dm}^3$ tömegkoncentrációjú oldat készítéséhez hány g NaCl kell! (120 g)
40. Adja meg az oldat sűrűségét, ha $1,00 \text{ cm}^3$ $w = 25,0\%$ -os oldat $0,458 \text{ g}$ oldott anyagot tartalmaz! ($1,83 \text{ g/cm}^3$)
41. Egy $w = 34,0\%$ -os oldat $1,00 \text{ cm}^3$ -e $0,426 \text{ g}$ oldott anyagot tartalmaz. Számítsa ki a sóoldat sűrűségét! ($1,25 \text{ g/cm}^3$)
42. Hány tömegszázalékos lesz az oldat, ha 200 g $w = 93,0\%$ -ost, 260 g $w = 15,0\%$ -ost, valamint $80,0 \text{ g}$ $w = 14,0\%$ -ost elegyítünk? ($w = 43,7\%$)
43. 200 g $w = 10,0\%$ -os oldathoz hány g $w = 50,0\%$ -os oldatot kell elegyíteni, hogy $w = 32,0\%$ -os legyen az oldat? (244 g)
44. 200 cm^3 $w = 10,0\%$ -os NaCl oldathoz 300 cm^3 $w = 18,0\%$ -os NaCl oldatot öntve hány tömegszázalékos lesz a kevert oldat? ($w = 14,9\%$)
45. Készíteni kell 250 g $w = 20,0\%$ -os sósavat. Hány cm^3 a bemérés a $w = 38,3\%$ -os oldatból? (110 cm^3)
46. Készíteni kell $2,00 \text{ dm}^3$ $2,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kénsavoldatot. Hány cm^3 a bemérés a $w = 95,6\%$ -osból? (223 cm^3)

47. Készíteni kell 500 cm^3 $3,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavat. Hány cm^3 a bemérés a $w = 32,14\%$ -osból? (147 cm^3)
48. 20 g $w = 40\%$ -os oldatból hány gramm $w = 25\%$ -os oldat készíthető? (32 g)
49. 50 g $w = 50\%$ -os oldathoz hány gramm $w = 10\%$ -os szükséges, hogy az oldat $w = 40\%$ -os legyen? ($16,7 \text{ g}$)
50. Hány gramm víz kell $50,0 \text{ cm}^3$ $w = 8,00\%$ -os, $1,06 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű oldathoz, hogy $w = 3,00\%$ -os legyen? ($88,3 \text{ g}$)
51. Hány tömegszázalékos lesz az oldat, ha a $w = 8,00\%$ -os, $1,06 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű NaCl-oldat 30 cm^3 -ében $2,00 \text{ g}$ NaCl-ot oldunk? ($w = 13,4\%$)
52. $2,00 \text{ kg}$ tömegű, $w = 10,0\%$ -os oldatból $0,500 \text{ kg}$ vizet elpárologtatva, hány tömegszázalékos lesz az oldat? ($w = 13,3\%$)
53. 100 g $w = 15\%$ -os oldatot töményítünk $w = 60\%$ -osra. Hány gramm vizet kell elpárologtatni? (75 g)
54. 80 g $w = 10\%$ -os oldat töményítendő $w = 16\%$ -osra, hány gramm szilárd anyag szükséges? ($5,7 \text{ g}$)
55. A: KNO_3 B: NaCl C: AgNO_3
 a) Szerkessze meg a fenti anyagok oldhatósági görbéjét! A Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok c. kiadványban található adatok segítségével ábrázolja a hőmérséklet függvényében ($0\text{--}50 \text{ }^\circ\text{C}$ -ig) a telített oldatok tömegszázalékos összetételét!
- b) Milyen előjelű a felsorolt anyagok oldáshője?
56. A: O_2 B: Cl_2 C: NH_3 D: HCl
 a) Szerkessze meg a fenti gázok oldhatósági görbéjét! A Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok c. kiadványban található adatok felhasználásával ábrázolja a hőmérséklet függvényében ($0\text{--}60 \text{ }^\circ\text{C}$ -ig) a gázok oldhatóságát $\text{g}/100 \text{ g}$ víz egységben!
- b) Hasonlítsa össze egy adott hőmérsékleten az O_2 és a HCl vízben való oldhatósági adatait! Mi az oka az eltérésnek?
57. Az oldhatóság $25 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten $13,1 \text{ g}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/100 \text{ g}$ víz. 350 g víz hány gramm $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ot old, hány tömegszázalékos a telített oldat? ($45,9 \text{ g}$, $w = 11,6\%$)
58. Hány tömegszázalékosak $50 \text{ }^\circ\text{C}$ -on az alábbi telített oldatok? Az oldhatósági adatok:
 a) $121,2 \text{ g}$ $\text{K}_2\text{CO}_3/100 \text{ g}$ víz ($w = 54,8\%$)
 b) $43,5 \text{ g}$ $\text{KCl}/100 \text{ g}$ víz ($w = 30,3\%$)
 c) $42,6 \text{ g}$ $\text{KMnO}_4/100 \text{ g}$ víz ($w = 29,9\%$)
59. 168 g $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ feloldásához 200 g víz szükséges. Mennyi a vízmentes SrCl_2 oldhatósága? ($37,2 \text{ g}/100 \text{ g}$ víz vagy $w = 27,1\%$)

60. Hány gramm KNO_3 válik ki, ha 840 g $50\text{ }^\circ\text{C}$ -on telített oldatot $20\text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtünk? Hány tömegszázalékos a lehűlt oldat? (244 g, $w = 24,0\%$)
Az oldhatóságok: $50\text{ }^\circ\text{C}$ -on 85,5 g $\text{KNO}_3/100\text{ g}$ víz, $20\text{ }^\circ\text{C}$ -on 31,6 g $\text{KNO}_3/100\text{ g}$ víz
61. 500 g $w = 15,0\%$ -os, $20\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű NaCl -oldatból el lehet-e párologtatni 300 g vizet anélkül, hogy a kristálykiválás meginduljon? Az oldhatóság 36,0 g $\text{NaCl}/100\text{ g}$ víz. (A 75 g NaCl -ot 284 g oldat képes oldva tartani, tehát nem lehet elpárologtatni 300 g vizet.)
62. 300 g $80\text{ }^\circ\text{C}$ -on telített CuSO_4 -oldatból hány gramm $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ válik ki, ha $20\text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtjük az oldatot? (114 g)
Az oldhatóságok: $80\text{ }^\circ\text{C}$ -on 53,6 g $\text{CuSO}_4/100\text{ g}$ víz, $20\text{ }^\circ\text{C}$ -on 20,7 g $\text{CuSO}_4/100\text{ g}$ víz.
63. A 10,0 mólszázalékos NaOH -oldat sűrűsége $1,20\text{ g/cm}^3$. Számítsa ki az oldat tömegszázalékos összetételét, tömegkoncentrációját, anyagmennyiség-koncentrációját! ($w = 19,8\%$, 238 g/dm^3 , $5,94\text{ mol/dm}^3$)
64. A 20 g/dm^3 -es NaOH -oldat sűrűsége $1,05\text{ g/cm}^3$. Számítsa ki az oldat tömegszázalékát, anyagmennyiség-koncentrációját, a NaOH móltörtjét és mólszázalékát! ($w = 1,9\%$, $0,50\text{ mol/dm}^3$, $x(\text{NaOH}) = 0,0087 = 0,87\%$)
65. Állítsa csökkenő tömegszázalékos sorrendbe a következő NaOH -oldatokat!
a) $\rho(\text{NaOH}) = 10,0\text{ g/dm}^3$ (az oldat sűrűsége $1,01\text{ g/cm}^3$)
b) $w(\text{NaOH}) = 10,0\%$ -os
c) $x(\text{NaOH}) = 10,0\%$ -os
d) $m(\text{NaOH}) = 10,0\text{ mol/kg}$ víz;
e) $c(\text{NaOH}) = 10,0\text{ mol/dm}^3$ (az oldat sűrűsége $1,33\text{ g/cm}^3$)

(A sorrend: $e > d > c > b > a$, mert az a) $w = 0,990\%$, a b) $w = 10,0\%$, a c) $w = 19,8\%$, d) $w = 28,6\%$ és az e) $w = 30,08\%$.)
66. Számítsa ki az anyagmennyiség-koncentrációját a cc. HNO_3 -nak, ha $w = 65,3\%$ -os és a sűrűsége $1,4\text{ g/cm}^3$? ($14,5\text{ mol/dm}^3$)
67. Számítsa ki az anyagmennyiség-koncentrációját cc. sósavnak, ha a tömegkoncentrációja 470 g/dm^3 ? ($12,88\text{ mol/dm}^3$)
68. Az oldatból a) tízszeres, b) százszoros hígítást kell készíteni. Hány cm^3 -t kell bemérni egy-egy 100 cm^3 -es mérőlombikba? ($10,0\text{ cm}^3$, $1,00\text{ cm}^3$)
69. Az $1,0\text{ g/dm}^3$ -tömegkoncentrációjú oldatból tízszeres hígítás után $1,0\text{ cm}^3$ oldatot mérünk egy 100 cm^3 -es mérőlombikba, jelig töltve, homogenizálva hány mg/cm^3 lesz a hígított oldat tömegkoncentrációja? ($0,0010\text{ mg/cm}^3$)
70. Egy sav $5,78$ tömegszázalékos oldatának sűrűsége $1,03\text{ g/cm}^3$, és az oldat anyagmennyiség-koncentrációja, a $c = 0,946\text{ mol/dm}^3$.
a) Számítsa ki az oldat tömegkoncentrációját! ($59,5\text{ g/dm}^3$)
b) Adja meg a sav moláris tömegét! ($62,9\text{ g/mol}$)
c) Számítsa ki az oldat mólszázalékát! ($1,72\%$)
71. Egy bázis 18 tömegszázalékos oldata $8,99$ mólszázalékos és $5,4\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú.
a) Számítsa ki a bázis moláris tömegét! (40 g/mol)
b) Adja meg lúgoldat sűrűségét! ($1,2\text{ g/cm}^3$)

3. SZTÖCHIOMETRIAI SZÁMÍTÁSOK



Ennek a témakörnek az a célja, hogy átismételjük

- a vegyjelekről, a képletekről, a kémiai változásokról tanultakat és
- a feladatok megoldását a vegyjelekkel, a képletekkel és a kémiai változások mennyiségi viszonyait leíró reakcióegyenletek alapján.

A feladatok megoldásához szükséges elméleti ismeretek összefoglalása

Vegyjel:

A kémiai elemek nevének nemzetközileg elfogadott rövidítése. Például a fluor és a hélium vegyjele az F és He.

Képlet (összegképlet, tapasztalati képlet):

Több atomból felépülő elemi egységek s ezen egységekből felépülő halmazok jelölésére szolgál. Például a hidrogéngáz, a víz és a nátrium-klorid képlete: H_2 , H_2O és $NaCl$.

A kémiai reakcióegyenlet:

A kémiai változásokat írja le. Például: $a A + b B = c C$, ahol

A és B kiindulási anyagokból C termék keletkezik és a , b , c az egyenlet *sztoichiometriai számai*. A sztoichiometriai számok feltüntetik a reakcióban szereplő anyagok anyagmennyiség arányait. A kémiai reakcióegyenlet a tömegmegmaradás- és atommegmaradás elvének megfelelően felírható összefüggés.



Alapösszefüggések:

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

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

$$n = \frac{N}{N_A},$$

ahol n az anyagmennyiség,

m a tömeg,

M a moláris tömeg,

V a térfogat,

V_m a moláris térfogat, például $V_m(25^\circ C, 0,1 \text{ MPa}) = 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$,

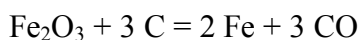
N a részecskeszám,

N_A az Avogadro-állandó, amelynek az értéke $6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$.

Mintafeladatok

1. 0,500 mol CO előállításához a vas(III)-oxid szenes redukciójánál hány mól, hány gramm vas(III)-oxid kell?

Megoldás:

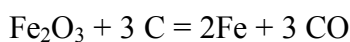


$$0,500 \text{ mol CO előállításához } n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{1,00 \text{ mol}}{6,00} = 0,167 \text{ mol szükséges,}$$

$$\text{ennek a tömege: } m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,167 \text{ mol} \cdot 160 \text{ g/mol} = 26,7 \text{ g.}$$

2. Számítsa ki, hogy 70,0 g 90,0%-os tisztaságú Fe_2O_3 -ból hány mól, hány gramm vas lesz!

Megoldás:



$$m(\text{tisza Fe}_2\text{O}_3 \text{ tömege}) 70,0 \text{ g} \cdot 0,900 = 63,0 \text{ g}$$

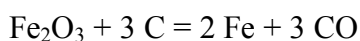
$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{m}{M} = \frac{63,0 \text{ g}}{160 \text{ g/mol}} = 0,394 \text{ mol}$$

$$n(\text{Fe}) = 2 \cdot 0,394 \text{ mol} = 0,788 \text{ mol keletkezik,}$$

$$\text{ennek a tömege: } m(\text{Fe}) = 0,788 \text{ mol} \cdot 56,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 44,1 \text{ g}$$

3. Adja meg, hogy 60,0 g Fe_2O_3 -ból 70,0%-os kitermelésnél hány mól, hány gramm vas lesz!

Megoldás:



$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{60,0 \text{ g}}{160 \text{ g/mol}} = 0,375 \text{ mol}$$

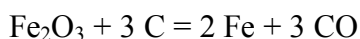
$$n(\text{Fe}) = 2 \cdot 0,375 \text{ mol} = 0,750 \text{ mol keletkezik,}$$

$$\text{ha a kitermelés } 70,0\% \text{-os } n(\text{Fe}) = 0,750 \text{ mol} \cdot 0,700 = 0,525 \text{ mol,}$$

$$\text{ennek a tömege: } m(\text{Fe}) = 0,525 \text{ mol} \cdot 56,0 = 29,4 \text{ g.}$$

4. 50,0 g vas előállításához hány gramm 80,0% tisztaságú Fe_2O_3 kell?

Megoldás:



$$n(\text{Fe}) = \frac{m}{M} = \frac{50,0 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}} = 0,893 \text{ mol}$$

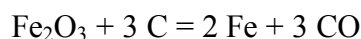
$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{0,893 \text{ mol}}{2} = 0,447 \text{ mol}$$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,447 \text{ mol} \cdot 160 \text{ g/mol} = 71,5 \text{ g}$$

$$\text{A } \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ 80,0\% tisztaságú, a szükséges szennyezett } \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ } m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{71,5 \text{ g}}{0,800} = 89,4 \text{ g.}$$

5. Számítsa ki, hogy 80,0 g vas előállításához 80,0%-os kitermelésnél hány gramm Fe_2O_3 kell!

Megoldás:



80,0% kitermelésnél 80,0 g Fe lett, ha nincs a veszteség, ehhez

100%-ot, azaz 100 g vasat kell előállítani.

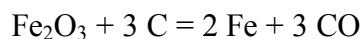
$$n(\text{Fe}) = \frac{m}{M} = \frac{100 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}} = 1,79 \text{ mol}$$

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{1,79 \text{ mol}}{2} = 0,895 \text{ mol}$$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,895 \text{ mol} \cdot 160 \text{ g/mol} = 143 \text{ g.}$$

6. Számítsa ki, hogy 70,0 g Fe_2O_3 -ból hány gramm 90,0% vastartalmú nyersvas lesz!

Megoldás



$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{m}{M} = \frac{70,0 \text{ g}}{160 \text{ g/mol}} = 0,438 \text{ mol}$$

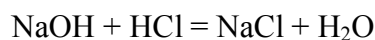
$$n(\text{Fe}) = 2 \cdot 0,438 \text{ mol} = 0,876 \text{ mol}$$

$$m(\text{Fe}) = 0,876 \text{ mol} \cdot 56 \text{ g/mol} = 49,1 \text{ g ez 100\% vas}$$

$$\text{A 90\% vastartalmú nyersvas tömege: } \frac{49,1 \text{ g}}{0,900} = 54,6 \text{ g.}$$

7. 200 g $w=10,0\%$ -os NaOH-oldathoz 400 cm^3 $0,100 \text{ mol/m}^3$ koncentrációjú HCl-oldatot öntünk. Milyen lesz a kémhatás? Melyik anyagból és hány mól marad feleslegben?

Megoldás:



Az oldott anyag tömege: $m(\text{NaOH}) = 20,0 \text{ g.}$

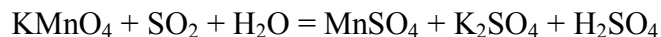
$$n(\text{NaOH}) = \frac{m}{M} = \frac{20,0 \text{ g}}{40,0 \text{ g/mol}} = 0,500 \text{ mol}$$

$$n(\text{HCl}) = 0,100 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,400 \text{ dm}^3 = 0,0400 \text{ mol}$$

A sósavval reagáló NaOH $n(\text{NaOH}) = 0,0400 \text{ mol.}$

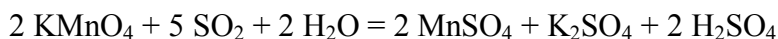
A NaOH-felesleg $n(\text{NaOH}) = 0,500 \text{ mol} - 0,0400 \text{ mol} = 0,460 \text{ mol}$, lúgos lesz a kémhatás.

8. A levegőminőségi határérték kén-dioxid gáznál $1,00 \text{ m}^3$ levegőben $0,150 \text{ mg}$. A levegő kén-dioxid-tartalmának meghatározása kálium-permanganát-oldattal történik az alábbi, kiegészítendő egyenlet szerint:



Budapest belvárosában 2009. március 16-án a határérték $17,0\%$ -át mérték. 100 m^3 levegő átbuborékolása során hány cm^3 $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kálium-permanganát-mérőoldat színtelenedik el?

Megoldás:



$1,00 \text{ m}^3$ levegőben $0,150 \text{ mg} \cdot 0,170 = 0,0255 \text{ mg}$ SO_2 -ot mértek.

100 m^3 levegőben $0,0255 \text{ mg} \cdot 100 = 2,55 \text{ mg} = 2,55 \cdot 10^{-3} \text{ g}$ van.

$$n(\text{SO}_2) = \frac{m}{M} = \frac{2,55 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{64,0 \text{ g/mol}} = 3,98 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n(\text{KMnO}_4) = \frac{3,98 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{2,5} = 1,59 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$\text{A KMnO}_4\text{-oldat térfogata: } V(\text{KMnO}_4) = \frac{n}{c} = \frac{1,59 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3} = 0,0159 \text{ dm}^3 = 15,9 \text{ cm}^3.$$

Gyakorló feladatok

9. Számítsa ki, hogy $80,0 \text{ g}$ Fe_2O_3 -ból hány gramm vas lesz, ha a kitermelés $90,0\%$ -os!
($50,4 \text{ g}$)
10. Adja meg, hogy 100 g vas előállításához hány gramm $70,0\%$ -os tisztaságú Fe_2O_3 kell!
(204 g)
11. Számítsa ki, hogy $80,0 \text{ g}$ vas előállításához, $80,0\%$ -os kitermelésnél hány gramm Fe_2O_3 kell! (143 g)
12. Adja meg, hogy $80,0 \text{ g}$ $90,0\%$ tisztaságú Fe_2O_3 -ból, ha a kitermelés $70,0\%$ -os, hány gramm $80,0\%$ vastartalmú nyersvas lesz! ($44,1 \text{ g}$)
13. Számítsa ki, hogy $90,0 \text{ g}$ Fe_2O_3 -ból hány dm^3 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -os és standard nyomású CO lesz!
($41,2 \text{ dm}^3$)
14. Hány gramm Fe_2O_3 kell $20,0 \text{ dm}^3$ $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -os, $0,100 \text{ MPa}$ nyomású CO előállításához, ha kitermelés $70,0\%$ -os? ($62,4 \text{ g}$)
15. Számítsa ki, hogy 100 dm^3 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -os és $0,100 \text{ MPa}$ nyomású CO előállításához hány gramm $80,0\%$ -os tisztaságú Fe_2O_3 kell! (272 g)

16. Számítsa ki, hogy 80,0 g 70,0% tisztaságú Fe_2O_3 -ból hány gramm vas lesz, ha a kitermelés 90,0%-os! (35,2 g)
17. Adja meg, hogy 5,00 g benzol brómozásához (vas katalizátor mellett) hány gramm Br_2 szükséges, ha a brómot 20,0%-os feleslegben alkalmazzuk? (12,4 g)
18. Számítsa ki, hogy 30,0 cm^3 (sűrűsége 0,874 g/cm^3) benzolból hány gramm nitrobenzol lesz! (41,3 g)
19. Kalcium-karbonátot sósavval reagáltatunk. Számítsa ki, hogy 20,0 g kalcium-karbonáthoz hány cm^3 $w = 28,0\%$ -os, $\rho = 1,14 \text{ g}/\text{cm}^3$ sűrűségű HCl-oldat szükséges? (45,7 cm^3)
20. Adja meg, hogy 500 cm^3 térfogatú, 0,100 mol/dm^3 koncentrációjú kénsav oldat semlegesítéséhez hány gramm $w = 15,0\%$ -os nátrium-hidroxid-oldat szükséges? (26,7 g)
21. Számítsa ki, hogy 80,0 g benzolból hány gramm klórbenzol keletkezik, ha a veszteség 20,0%-os? (92,7 g)
22. Adja meg, hogy 300 cm^3 0,50 mol/dm^3 koncentrációjú kénsavoldat közömbösítéséhez hány gramm NaOH-ot kell adni? (12 g)
23. 200 g acetaldehid-oldat lúgos ezüst-nitrát-oldatából 20,0 g ezüstöt választ ki. Hány tömegszázalék acetaldehidet tartalmaz az oldat? ($w = 2,02\%$)
24. Számítsa ki, hogy 30,0 g $w = 33,0\%$ -os formalinoldat a lúgos ezüst-nitrát-oldatból hány gramm ezüstöt választ ki? (143 g)
25. 2,00 g hangyasavat és ecetsavat tartalmazó vizes oldat tizedét először megtitráljuk 0,100 mol/dm^3 koncentrációjú NaOH-oldattal, a fogyás 22,2 cm^3 . Az oldat újabb tizedéből a lúgos ezüst-nitrát-oldat hatására 0,108 g Ag vált ki. Hány tömegszázalékban tartalmazta az egyes savakat a kiindulási oldat? ($w(\text{ecetsav}) = 51,5\%$, $w(\text{hangyasav}) = 11,5\%$)
26. 2,00 g hangyasavat és oxálsavat tartalmazó vizes oldat tizedét először megtitráljuk 0,100 mol/dm^3 koncentrációjú NaOH-oldattal, a fogyás 22,2 cm^3 . Az oldat újabb tizedéből a lúgos ezüst-nitrát-oldat hatására 0,108 g Ag vált ki. Hány tömegszázalékban tartalmazta az egyes savakat a kiindulási oldat? ($w(\text{hangyasav}) = 11,5\%$, $w(\text{oxálsav}) = 38,7\%$)
27. Adja meg, hogy 10,0 g Na_2CO_3 -hoz hány cm^3 $w = 37,0\%$ -os, $\rho = 1,18 \text{ g}/\text{cm}^3$ sűrűségű cc. sósavat kell bemérni, ha a savat 10,0%-os feleslegben alkalmazzuk! Számítsa ki, hogy hány dm^3 25 °C-os és 0,100 MPa nyomású CO_2 keletkezik? (17,4 cm^3 , 2,31 dm^3)
28. KMnO_4 -ból cc. sósavval Cl_2 -t állítunk elő. 31,6 g KMnO_4 -hoz hány cm^3 cc. sósavat kell bemérni, ha $w = 37,0\%$ -os, és a sűrűsége 1,18 g/cm^3 ? (133,8 cm^3)
Kiegészítendő egyenlet: $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
29. MnO_2 -ből és sósavból Cl_2 -t állítunk elő. 20,0 dm^3 25 °C hőmérsékletű és 0,100 MPa nyomású Cl_2 előállításához hány gramm MnO_2 és hány cm^3 cc. sósav szükséges, ha a sav $w = 38,3\%$ -os és 1,19 g/cm^3 sűrűségű? (71,0 g, 261 cm^3)
Kiegészítendő egyenlet: $\text{MnO}_2 + \text{HCl} = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

30. Az alumíniumbronz rezet és alumíniumot tartalmaz. Az ötvözetből 2,424 grammot sósavban feloldanak, és 362 cm^3 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű és standard nyomású hidrogéngáz fejlődik.
- Adja meg a lejátszódó folyamat(ok) reakcióegyenleteit!
 - Számítsa ki az ötvözet alkotóelemeinek tömegeit és anyagmennyiségeit! (Al: $0,266 \text{ g}$, $9,87 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, Cu: $2,158 \text{ g}$, $3,40 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$)
 - Mekkora az ötvözet tömeg- és mólszázalékos összetétele? (Al: 11,0%, 22,5 mol% Cu: 89,0%, 77,5 mol%)

31. a) Számítsa ki, hogy hány cm^3 10 tömegszázalékos sósav szükséges 132 g 95,0%-os tisztaságú ZnCO_3 oldásához, ha 15,0%-os feleslegben alkalmazzák! (800 cm^3)

b) Számítsa ki, hogy a keletkezett oldatban hány tömegszázalék ZnCl_2 van feloldva, ha a ZnCO_3 szennyezése a sósavban nem oldódik! ($w = 14,7\%$)

A 10 tömegszázalékos sósav sűrűsége: $1,05 \text{ g/cm}^3$

32. A 3,00 tömegszázalékos KMnO_4 -oldat $10,0 \text{ cm}^3$ -ét 200 cm^3 -re hígítjuk. A keletkező oldat $50,00 \text{ cm}^3$ -e $12,5 \text{ cm}^3$ $0,200 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú FeSO_4 -oldattal reagál savas közegben az alábbi kiegészítendő reakcióegyenlet szerint. Számítsa ki az anyagmennyiség-koncentrációját és sűrűségét a 3,00 tömegszázalékos KMnO_4 -oldatnak! ($0,200 \text{ mol/dm}^3$, $1,05 \text{ g/cm}^3$)

Rendezendő egyenlet: $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

33. Mekkora a kálium-dikromát-mérőoldat anyagmennyiség-koncentrációja, ha $10,0 \text{ cm}^3$ -t kipipettázva belőle, majd ezt 100 cm^3 -re hígítva az így elkészített oldatból $22,0 \text{ cm}^3$ fogyott $0,0630 \text{ g}$ oxálsavra. ($0,0758 \text{ mol/dm}^3$)

Egészítse ki a folyamat reakcióegyenletét!

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + (\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

34. Egy nyílt szénláncú, telített szénhidrogént tökéletesen égetünk el sztöchiometrikus mennyiségű levegőben.

a) Mi az összegképlete a telített szénhidrogénnek, ha $1,00 \text{ m}^3$ $25 \text{ }^\circ\text{C}$ és $0,100 \text{ MPa}$ nyomású szénhidrogén gáz égéstermékéből $2,939 \text{ kg}$ víz kondenzál ki? (C_3H_8)

b) Hány kg $10,0$ tömegszázalékos kálium-karbonát-oldat szükséges a keletkezett széndioxid gáz elnyeléséhez?

Az elnyelési reakció: $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2 \text{ KHCO}_3$

A CO_2 tökéletes elnyelése érdekében a K_2CO_3 -t $25,0\%$ -os feleslegben alkalmazzuk. (211 kg)

c) Hány m^3 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű és standard nyomású levegő kell az égetéshez, ha az összetételében $21,0$ térfogatszázalék az oxigén? ($23,8 \text{ m}^3$)

35. a) Hány cm^3 98,0 tömegszázalékos $1,84 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű kénsavoldat szükséges 250 cm^3 $0,100 \text{ mol/dm}^3$ töménységű H_2SO_4 -oldat készítéséhez? ($1,36 \text{ cm}^3$)
- b) Milyen lesz az oldat kémhatása, ha 100 cm^3 $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kénsav oldathoz 100 cm^3 $0,200 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH-oldatot adunk? (semleges)
- c) Adja meg az oldat koncentrációját a keletkező sóra! A térfogatváltozástól eltekinthet. ($0,0500 \text{ mol/dm}^3$)
36. a) $9,40 \text{ g}$ fenolt nátrium-fenoxidá (nátrium-fenoláttá) alakítunk. Hány cm^3 $2,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH-oldat szükséges, ha 10,0%-os felesleget alkalmazunk? ($55,0 \text{ cm}^3$)
- b) Hány gramm vizet kell elpárologtatni az oldat bepárlásához? A NaOH-oldat sűrűsége = $1,08 \text{ g/cm}^3$. ($56,8 \text{ g}$)
- c) Hány gramm nátrium-fenolát kristályosítható ki, ha 10,0%-os veszteséggel számolunk? ($10,4 \text{ g}$)
37. Egy nemesgázt tartalmazó edényben fém nátrium darabkát tárolunk. Tárolás közben a Na tömege megnőtt, mert a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű és standard nyomású edényben bizonyos mennyiségű vízgőz is jelen volt. Számítsa ki a rendelkezésre álló adatokból, hogy
- a) a fémnek hány %-a alakult át hidroxiddá! ($54,1\%$)
- b) hány térfogatszázalék vízgőzt tartalmazott az edény! ($11,5\%$)
- A fémdarabka kiindulási tömege: $1,00 \text{ g}$
- A fémdarabka megnövekedett tömege: $1,40 \text{ g}$
- Az edény térfogata: $5,00 \text{ dm}^3$
38. Az újezüst nevű ötvözet nikkelt, cinket és rezet tartalmaz. Az ötvözet $1,00 \text{ g}$ -ját sósavban oldva 196 cm^3 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű és standard nyomású hidrogéngáz fejlődik, az anyagból $0,500 \text{ g}$ marad feloldatlanul.
- a) Írja fel a lejátszódó folyamatok reakcióegyenleteit!
- b) Melyik összetevő nem oldódik a sósavban? Miért?
- c) Számítsa ki, hogy az ötvözetnek hány tömegszázaléka réz, mennyi a cink és a nikkelt! ($w(\text{Cu}) = 50,0\%$, $w(\text{Zn}) = 29,7\%$, $w(\text{Ni}) = 20,3\%$)

4. TERMOKÉMIAI SZÁMÍTÁSOK

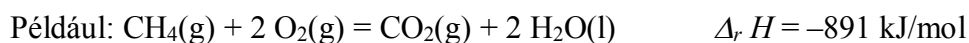


Ennek a témakörnek az a célja, hogy gyakoroljuk a termokémiai egyenletekkel és a Hess-tétellel kapcsolatos számításokat.

A feladatok megoldásához szükséges elméleti ismeretek összefoglalása

A termokémiai reakcióegyenlet:

Feltüntetni a reagáló anyagok halmazállapotát, kristályszerkezetét és a reakcióhoz tartozó *reakcióhőt*.



A halmazállapot jele:

s (solidus): szilárd, pl. Fe(s)

l (liquidus): folyadék, pl. H₂O(l)

g: gőz vagy gáz, pl. H₂O(g)

A hidratált anyagok jelölése, pl. NH₃(aq)

Allotrop módosulatokat általában a módosulat kezdőbetűjével jelöljük, pl. a kén monoklin módosulatának jele S(m).



Reakcióhő:

1 mol egyenlet lejátszódásakor bekövetkező hőváltozás.

Jele: $\Delta_r H$, mértékegysége: kJ/mol.

A reakció termokémiai szempontból lehet *exoterm* vagy *endoterm*.

Exoterm (hőleadó), ha a rendszer energiatartalma csökken, a reakcióhő negatív előjelű.

Endoterm (hőelnyelő), ha rendszer energiatartalma nő, a reakcióhő előjele pozitív.

Képződéshők:

Vegyület képződéshője az 1 mol vegyületnek 25 °C hőmérsékleten és standard nyomáson stabil elemekből való képződését kísérő hőváltozás.

Jele: $\Delta_f H$, mértékegysége: kJ/mol.

Például Jele: $\Delta_f H(\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ/mol}$.

A definíció szerint 25 °C hőmérsékleten és standard nyomáson stabil elemek képződéshője nulla.

Például: $\Delta_f H[\text{O}_2(\text{g})] = 0 \text{ kJ/mol}$.

Hess-tétel: a folyamatok reakcióhőjét a rendszer kezdeti és végállapota egyértelműen meghatározza, és nem függ attól, hogy a rendszer milyen úton jutott a kezdeti állapottól a végállapotba,

A *reakcióhő* kiszámítható a kötési energiákból, a képződéshőkből és körfolyamatokból. A reakcióhő körfolyamatokból történő számításának az alapja, hogy a körfolyamatok összes energiaváltozása 0 kJ, azaz a részfolyamatok reakcióhőinek összege nulla.

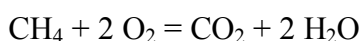
Az *égéshő* folyékony halmazállapotú víz keletkezését eredményező reakció reakcióhőjével egyezik meg.

A *fűtőérték* gőz halmazállapotú víz keletkezését eredményező reakció reakcióhőjével egyezik meg.

Mintafeladatok

1. A reakcióhő kiszámítható a kötési energiákból, képződéshőkből és körfolyamatokból.

a) Számítsa ki a kötési energiákból a következő reakció reakcióhőjét! Exoterm vagy endoterm a reakció?



A kötési energiák:



439 493 725 498 kJ/mol

Megoldás:

A kémiai reakció egyfajta meghatározása szerint: „a régi kötések felszakadnak és új kötések alakulnak ki”. Ez a valóságban összetettebb folyamat, de termokémiai szempontból elvi hibát nem vétünk, ha először képzeletben szabad atomokat állítunk elő, s majd ezekből építjük fel a keletkező új anyagokat.

Tehát a reakcióhő számításához fel kell szakítani 4 mol C–H és 2 mol O=O kötést, ezeknek az energiáknak az előjele pozitív lesz, mert energiát kell befektetni a kötések felszakításához. Majd a termékek keletkezésénél felszabadul 2 mol C=O és 4 mol H–O kötés energiája, ezek az energiák, mivel felszabadulnak, negatív előjelűek.

$$\Delta_r H = 4 \cdot (439 \text{ kJ/mol}) + 2 \cdot (493 \text{ kJ/mol}) - 2 \cdot (725 \text{ kJ/mol}) - 4 \cdot (498 \text{ kJ/mol}) = -700 \text{ kJ/mol}$$

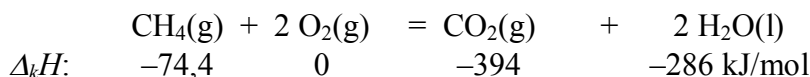
Exoterm, hőtermelő a folyamat.

b) Számítsa ki a képződéshőkből a következő reakció reakcióhőjét!



Megoldás:

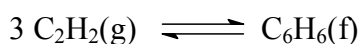
Rendezzük a reakcióegyenletet, és kikeressük a Függvénytáblázatból a megfelelő képződéshőket:



$\Delta_r H$ = a termékek képződéshőinek összegéből kivonjuk a kiindulási anyagok képződéshőinek összegét.

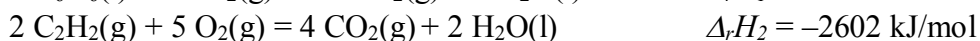
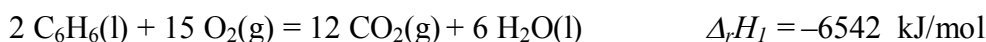
$$\Delta_r H = [-394 \text{ kJ/mol} + 2 \cdot (-286 \text{ kJ/mol})] - [-74,4 \text{ kJ/mol}] = -892 \text{ kJ/mol}$$

c) Számítsuk ki a benzol

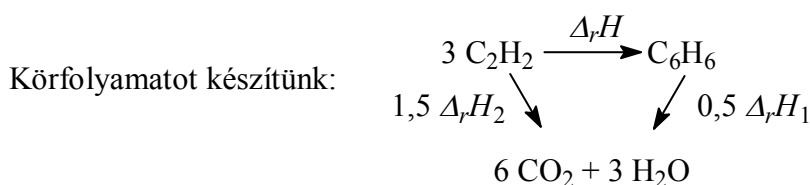


$$\Delta_r H = ?$$

folyamat szerinti képződésének reakcióhőjét az alábbi adatokból!



Megoldás:

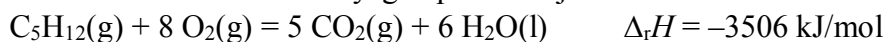


Körfolyamathoz jutunk, ha például az $1,5 \Delta_r H_2$ irányát (előjelét) megváltoztatjuk:

$$\Delta_r H + 0,5 \Delta_r H_1 - 1,5 \Delta_r H_2 = 0$$

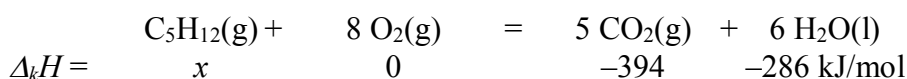
$$\Delta_r H = 1,5 \cdot (-2602 \text{ kJ/mol}) - 0,5(-6542 \text{ kJ/mol}) = -632,0 \text{ kJ/mol}$$

2. Számítsa ki a kiindulási anyag képződéshőjét a következő reakció reakcióhőjéből!



Megoldás:

Kikeressük a Függvénytáblázatból a megfelelő képződéshőket:



$\Delta_r H$ = a termékek képződéshőinek összegéből kivonjuk a kiindulási anyagok képződéshőinek összegét.

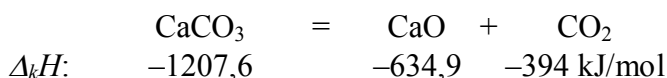
$$-3506 \text{ kJ/mol} = [5 \cdot (-394 \text{ kJ/mol}) + 6 \cdot (-286 \text{ kJ/mol})] - x$$

$$x = \Delta_f H(\text{C}_5\text{H}_{12}) = -180 \text{ kJ/mol}$$

3. Számítsa ki, hogy mennyi hő kell 100 kg $w = 60,0\%$ tisztaságú mészkő teljes elbontásához?

Megoldás:

Kikeressük a Függvénytáblázatból a megfelelő képződéshőket.



$\Delta_r H$ = a termékek képződéshőinek összegéből kivonjuk a kiindulási anyagok képződéshőinek összegét.

$$\Delta_r H = [-634,9 \text{ kJ/mol} + (-394 \text{ kJ/mol})] - [-1207,6 \text{ kJ/mol}] = +178,7 \text{ kJ/mol} \text{ endoterm a reakció}$$

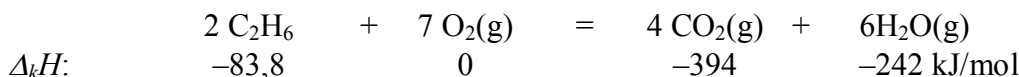
100 kg $\cdot 0,600 = 60 \text{ kg CaCO}_3$ -ot kell bontani

$$n = \frac{m}{M} = \frac{60000 \text{ g}}{100 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 600 \text{ mol mészkő bontásához} \quad \begin{array}{l} 1 \text{ mol CaCO}_3 \text{ bontásához} \quad 178,7 \text{ kJ hő kell} \\ Q = 1,07 \cdot 10^5 \text{ kJ hő kell.} \end{array}$$

4. 12,25 dm³ 25 °C-os és standard nyomású etánt (C₂H₆) oxigénnel elégetünk, mekkora a felszabaduló hő, ha vízgőz keletkezik? $\Delta_f H[\text{H}_2\text{O}(\text{g})] = -242 \text{ kJ/mol}$

Megoldás:

Kikeressük a Függvénytáblázatból a megfelelő képződéshőket.



$\Delta_r H$ = a termékek képződéshőinek összegéből kivonjuk a kiindulási anyagok képződéshőinek összegét.

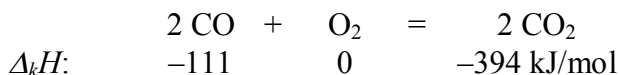
$$\Delta_r H = [4 \cdot (-394 \text{ kJ/mol}) + 6 \cdot (-242 \text{ kJ/mol})] - [2 \cdot (-83,8 \text{ kJ/mol})] = -2860,4 \text{ kJ/mol}$$

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{12,25 \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 0,5 \text{ mol etán égésekor} \quad \begin{array}{l} 2 \text{ mol etán égésekor} \quad -2860,4 \text{ kJ hő szabadul fel} \\ Q = -715,1 \text{ kJ hő szabadul fel.} \end{array}$$

12,25 dm³ etán elégetésekor 715 kJ hő szabadul fel.

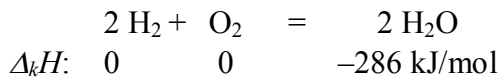
5. Számítsa ki a térfogatszázalékos összetételét annak a CO–H₂ gázelegynek, amelynek 1,00 m³-ének elégetésekor 25 °C-on és légköri nyomáson 11625 kJ hő szabadul fel!

Megoldás:



$$\Delta_r H_1 = 2(-394 \text{ kJ/mol}) - 2(-111 \text{ kJ/mol}) = -566 \text{ kJ/mol}$$

1 mol CO égésekor 283 kJ hő szabadul fel.



$$\Delta_r H_2 = 2(-286 \text{ kJ/mol}) = -572 \text{ kJ/mol}$$

1 mol H₂ égésekor 286 kJ hő szabadul fel.

$$n_{\text{ö}} = \frac{V}{V_m} = \frac{1000 \text{ dm}^3}{24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 40,8 \text{ mol}$$

Legyen n mol a CO és $(40,8 - n)$ mol a H₂ anyagmennyisége, így

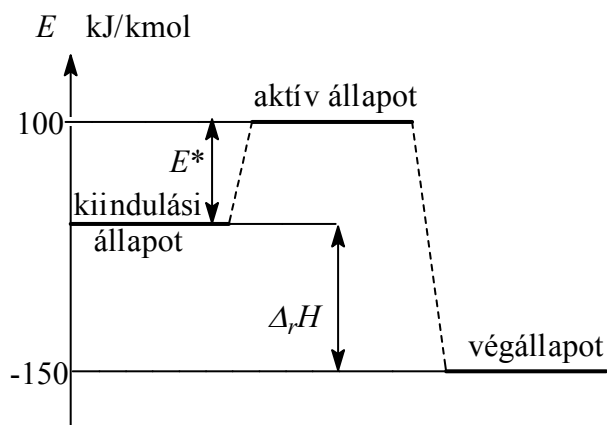
$$n \cdot (-283 \text{ kJ/mol}) + (40,8 - n) \cdot (-286 \text{ kJ/mol}) = -11625 \text{ kJ},$$

ahonnan $n = 14,6$ mol.

$$x(\text{CO}) = \varphi(\text{CO}) = \frac{14,6 \text{ mol}}{40,8 \text{ mol}} \cdot 100 = 35,8\% \text{ és } \varphi(\text{H}_2) = 64,2\%$$

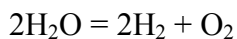
6. Készítsen energiadiagramot, ha egy reakció aktiválási energiája, $E^* = 100$ kJ/mol, és a reakcióhő értéke -150 kJ/mol!

Megoldás:



Gyakorló feladatok

7. Számítsa ki a kötési energiákból a következő reakció reakcióhőjét! Exoterm vagy endoterm a reakció? ($\Delta_r H = 627$ kJ/mol, endoterm)



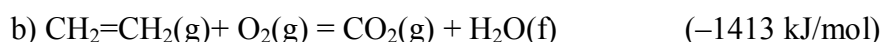
A kötési energiák:



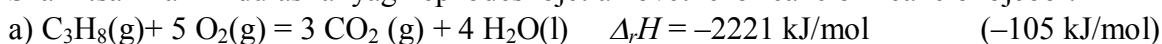
498 436 493 kJ/mol

8. Számítsa ki a képződéshőkből a következő reakciók reakcióhőjét!

Rendezendő reakcióegyenletek:



9. Számítsa ki a kiindulási anyag képződéshőjét a következő reakciók reakcióhőjéből!



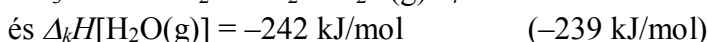
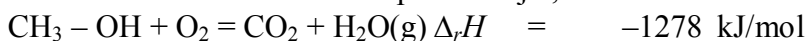
10. Hány kJ hő szabadul fel CuO-nak hidrogénnel való redukációjakor, ha 8,00 g tiszta rezeset kell előállítani és folyékony víz keletkezik? (-15,7 kJ)

11. Gyári technikusként azt a feladatot kapta, hogy számítsa ki 1,00 m³ 20 °C hőmérsékletű, 0,100 MPa nyomású vízgáz (azonos térfogatú CO és H₂ elegye) elégetésekor felszabaduló hő nagyságát, ha folyékony víz keletkezik? (-1,19·10⁴ kJ)

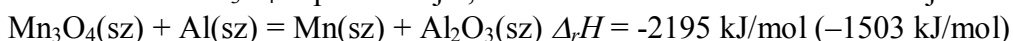
12. Számítsa ki, hogy hány térfogatszázalék CO-t és H₂-t tartalmaz az a fűtőgáz, amelynek 20 °C-on és 0,1 MPa nyomáson 1,00 m³-ét elégetve 11900 kJ hő keletkezik, a reakcióban folyékony víz keletkezik. (20,9% CO, 79,1% H₂)

13. Számítsa ki a benzoésav (C₆H₅-COOH) képződéshőjét, ha az égéshője -26,5 kJ/g! (-383 kJ/mol)

14. Számítsa ki a metil-alkohol képződéshőjét, ha a rendezendő reakció reakcióhője:



15. Számítsa ki a Mn₃O₄ képződéshőjét, ha a rendezendő reakció reakcióhője:



16. Benzolt (C₆H₆) oxigénben tökéletesen elégetünk, cseppfolyós víz keletkezik és a reakcióhő -6547 kJ / mol. Mekkora a benzol képződéshője? (+51,5 kJ/mol)

17. 25,0 cm³ 0,200 mol/dm³-es KOH-oldatot reagáltatunk 0,100 mol/dm³ koncentrációjú sósavval. Hány cm³ sósav kell a közömbösítésre, és mennyi hő szabadul fel, ha a közömbösítési hő - 65,0 kJ/mol? (50,0 cm³, -0,325 kJ)

18. Mekkora az etil-alkohol égésének reakcióhője, ha cseppfolyós víz keletkezik? (-1368 kJ/mol)

19. Melyik anyag tökéletes égésénél szabadul fel nagyobb hő: 1,0 kg szén vagy 1,0 m³ 0 °C-os és standard nyomású CO esetén? Számítsa ki, hogy mennyi a különbség! (A szén égésénél -2,0·10⁴ kJ-lal több, mint a CO-nál)

20. Számítsa ki az 1,0 mol etén (C₂H₄) égéshőjét! (-1,4·10³ kJ/mol)

21. Számítsa ki a 1,0 mol metán fűtőértékét! $\Delta_k H[\text{H}_2\text{O}(\text{g})] = -242 \text{ kJ/mol}$ (-803 kJ/mol)
22. Adja meg az etil-alkohol képződéshőjét, ha égésének reakcióhője -1368 kJ/mol , és cseppfolyós víz keletkezik? (-278 kJ/mol)
23. Számítsa ki a benzoésav ($\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}$) égésének reakcióhőjét, ha cseppfolyós víz keletkezik? (-6470 kJ/mol)
24. $1,00 \text{ m}^3$ térfogatú, $25 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű és standard nyomású metán-propán gázelegyet tökéletesen elégetünk. Az égés során 69000 kJ hő szabadul fel, miközben a víz cseppfolyós halmazállapotú lesz. Számítsa ki a gázelegy összetételét térfogatszázalékban! ($39,8\%$ metán és $60,2\%$ propán)
25. Szén-monoxidot és hidrogént tartalmazó $25 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű és standard nyomású gázelegy $1,00 \text{ m}^3$ -ének égésekor $276,3 \text{ g}$ víz keletkezik.
- Állapítsa meg a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét! ($37,6\% \text{ H}_2$, $62,4\% \text{ CO}$)
 - Számítsa ki, hogy mekkora a sűrűsége kg/m^3 -ben a keletkezett szén-dioxid gáznak – a vízgőz eltávolítása után – $0,100 \text{ MPa}$ nyomáson és $30 \text{ }^\circ\text{C}$ -on! ($1,75 \text{ kg/m}^3$)
 - Számítsa ki, hány kJ hő keletkezik az égés során! ($1,1 \cdot 10^4 \text{ kJ}$)
26. Készítsen energiadiagramot, ha a reakció aktiválási energiája $E^* = 190 \text{ kJ/mol}$ és a reakcióhő értéke 150 kJ/mol !

III. FIZIKAI KÉMIAI SZÁMÍTÁSOK, FOLYAMATOK, DIAGRAMOK, ADATOK ÉRTELMEZÉSE

1. HOMOGENY EGYKOMPONENSŰ RENDSZEREK, GÁZOK, GÁZTÖRVÉNYEK



Ennek a témakörnek az a célja, hogy átismételjük:

- a tökéletes és reális gázokról tanultakat,
- a gáztörvényeket,
- a diagramok szerkesztését és szakszerű értelmezését.

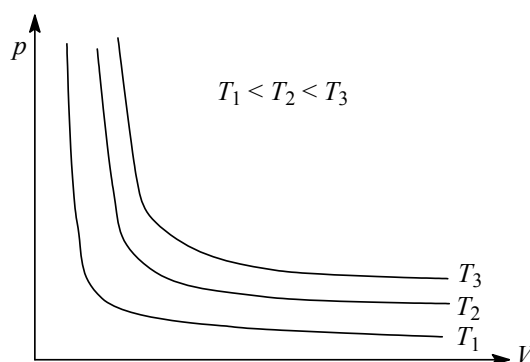
A feladatok megoldásához szükséges elméleti ismeretek összefoglalása

A gázok lehetnek *tökéletes* és *reális* gázok. Az tökéletes gázoknál a részecskéket összetartó erő, a kohéziós erő nulla vagy elhanyagolhatóan kicsi, és a gázok saját térfogata a gáztérfogathoz képest elhanyagolhatóan kicsi (a részecskék pontszerűek). A kritikus hőmérséklet felett és kis nyomáson minden gáz állapota tökéletesnek mondható.

Adott mennyiségű gáz állapota három adattal: a térfogattal (V), a nyomással (p) és a hőmérséklettel (T) jellemezhető. Ezen állapotjelzők közötti összefüggéseket a gáztörvények fejezik ki.

A tökéletes gázoknál érvényes a *Boyle–Mariotte-törvény* (izoterm állapotváltozás): állandó a hőmérséklet és az anyagmennyiség.

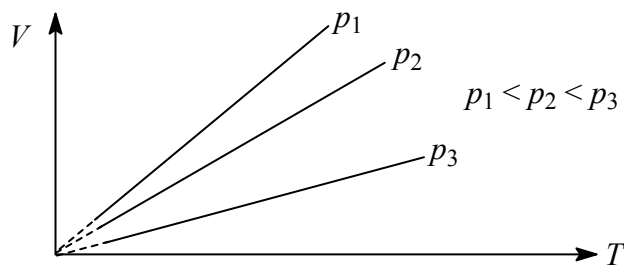
Az izotermák $T_1 < T_2 < T_3$ állandó hőmérsékleten:



Boyle–Mariotte-törvény számolási alakja: $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$

Gay-Lussac I. törvényénél (izobár állapotváltozás): állandó a nyomás és az anyagmennyiség.

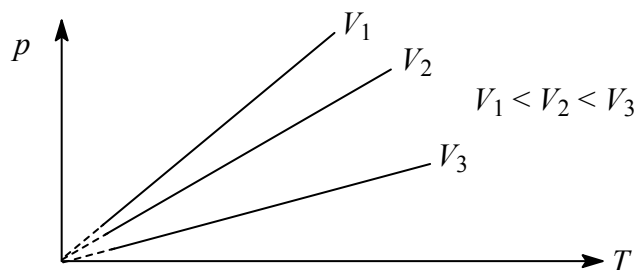
Az izobárok $p_1 < p_2 < p_3$ állandó nyomásokon:



Gay-Lussac I. törvény számolási alakja: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$, ahol T az abszolút hőmérséklet.

Gay-Lussac II. törvényénél (izochor állapotváltozás): állandó a térfogat és az anyagmennyiség.

Izochorok $V_1 < V_2 < V_3$ állandó térfogatokon:



Gay-Lussac II. törvény számolási alakja: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$, ahol T az abszolút hőmérséklet.

Az egyesített gáztörvénynél csak az anyagmennyiség állandó.

Az egyesített gáztörvény számolási alakja: $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$, ahol T az abszolút hőmérséklet.

Az állapotegyenlet számolási alakja: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

ahol a nyomást csak Pa-ban, a térfogatot m^3 -ben, az anyagmennyiséget mólban, a hőmérsékletet K-ben kell behelyettesíteni és R , a moláris gázállandó, amelynek az értéke $8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$.

A $n = \frac{m}{M}$ -t az állapotegyenletbe behelyettesítve, az állapotegyenlet másik számolási alakját kapjuk meg:

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

Az állapotegyenlet segítségével a tökéletes gázok sűrűsége (ρ) is kifejezhető:

$$\rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$$

Tökéletes gázoknál az állapotegyenlet korrekcióra szorul. (A mért nyomáshoz hozzá kell adni a kohéziós erőből eredő korrekciós tagot, a térfogatból le kell vonni a gáz részecskék saját térfogatát.)

A reális gázokra igaz módosított állapotegyenlet, a *Van der Waals-egyenlet*:

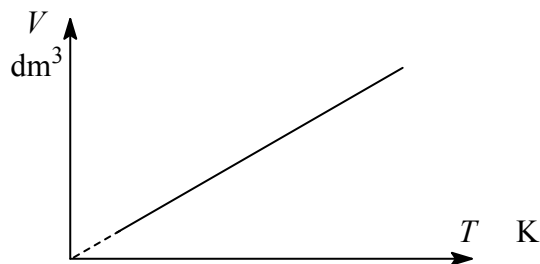
$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right) \cdot (V - nb) = n \cdot R \cdot T,$$

ahol a és b anyagi minőségtől függő állandó, értéke néhány gáz esetén a Függvénytáblázatban megtalálható.

A feladatok megoldása során minden gázt tekintünk tökéletes gáznak.

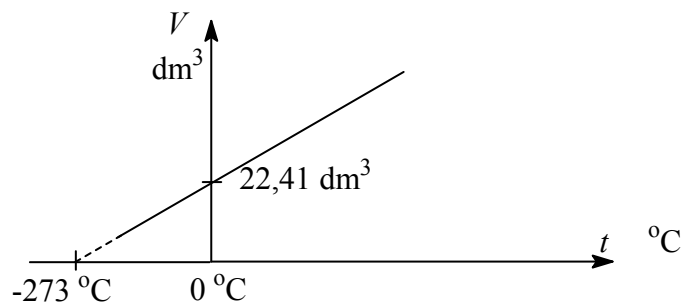
Mintafeladatok

1. Ábrázolja t - V koordináta-rendszerben 1 mol gáz izobárját állandó $p = 10^5$ Pa nyomáson! Indoklásként tüntessen fel egy-egy adatot a tengelyeken! Segítségképpen megadunk egy T - V koordináta rendszerben lévő izobárt.



Megoldás:

$$n = 1 \text{ mol}$$



2. Rajzoljon egy T - V koordináta-rendszert! Ábrázolja $n = 1$ mol gáz izobárjait
- $p_1 = 1$ bar állandó nyomáson,
 - $p_2 = 2$ bar állandó nyomáson!

Megoldás:

Készítsünk táblázatot:

- $n = 1$ mol gáz, $p = 1$ bar állandó nyomáson és
- $n = 1$ mol gáz, $p = 2$ bar állandó nyomáson!

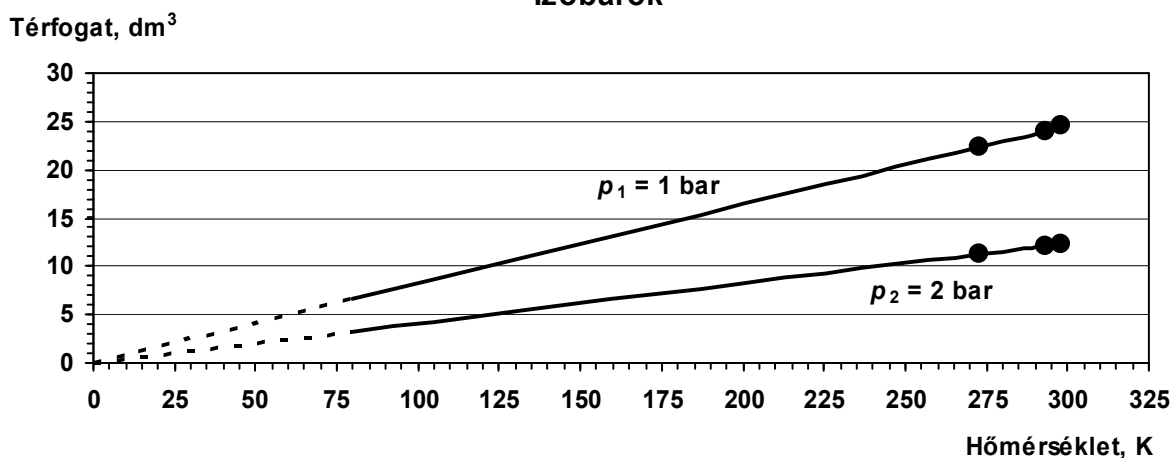
a)

T / K	273	293	298
V / dm^3	22,41	24,0	24,5

b)

T / K	273	293	298
V / dm^3	11,2	12,0	12,25

Izobárok



3. Rajzoljon egy T - V koordináta-rendszert! Ábrázolja $p = 1$ bar állandó nyomáson

- $n_1 = 1$ mol gáz izobárját és
- $n_2 = 2$ mol gáz izobárját!

Megoldás:

Készítsünk táblázatot:

- $p = 1$ bar nyomáson, $n_1 = 1$ mol gáz esetén és
- $p = 1$ bar nyomáson, $n_2 = 2$ mol gáz esetén!

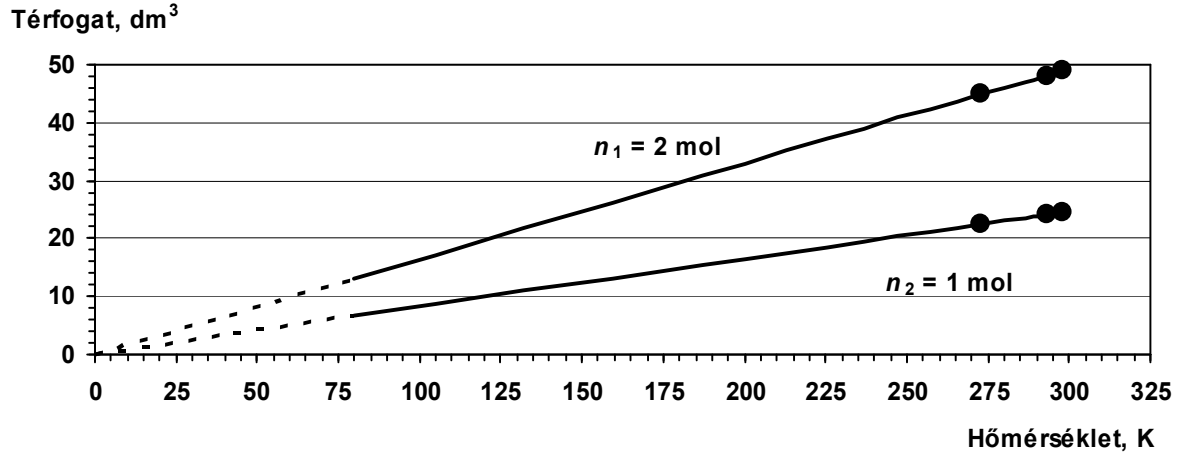
a)

T / K	273	293	298
V / dm^3	22,41	24,0	24,5

b)

T / K	273	293	298
V / dm^3	44,82	48,0	49,0

Izobárok



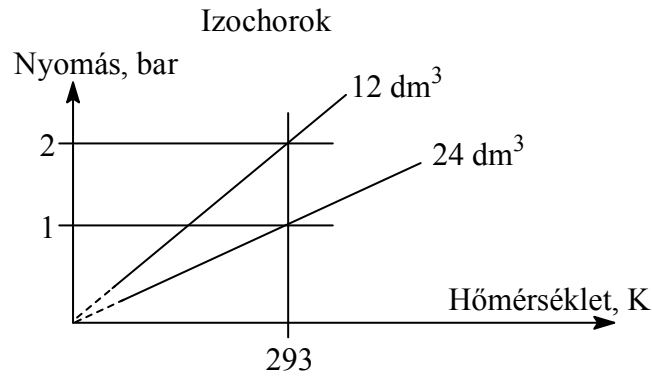
4. Rajzoljon egy T - p koordináta-rendszert! Ábrázolja $n = 1$ mol gáz izochorjait

- a) $V_1 = 12 \text{ dm}^3$ állandó térfogaton,
- b) $V_2 = 24 \text{ dm}^3$ állandó térfogaton!

Indoklásként tüntessen fel egy-egy adatot a tengelyeken!

Megoldás:

1 mol gáz térfogata 293 K hőmérsékleten és 1 bar nyomáson 24 dm^3 , míg 1 mol gáz térfogata 293 K hőmérsékleten és 2 bar nyomáson 12 dm^3 .



5. Töltse ki a táblázatot és rajzoljon egy T - p koordináta-rendszert! Ábrázolja $n = 1$ mol gáz izochorjait

- a) $V_1 = 12 \text{ dm}^3$ állandó térfogaton,
- b) $V_2 = 24 \text{ dm}^3$ állandó térfogaton!

a)

T / K	586	293	146,5
p / bar			

b)

T / K	586	293	146,5
p / bar			

Megoldás:

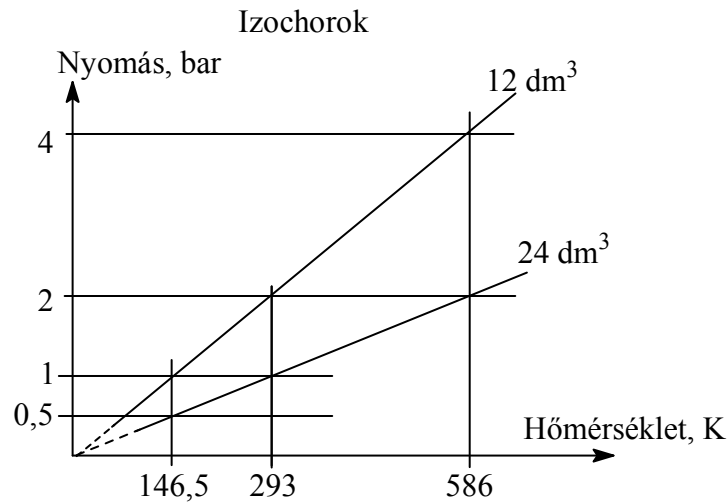
1 mol gáz térfogata 293 K hőmérsékleten és 1 bar nyomáson 24 dm^3 , míg 1 mol gáz térfogata 293 K hőmérsékleten és 2 bar nyomáson 12 dm^3 .

a)

T / K	586	293	146,5
p / bar	4,0	2,0	1,0

b)

T / K	586	293	146,5
p / bar	2,0	1,0	0,5



6. Számítsa ki, hogy hány m^3 lesz a térfogata 280 dm^3 térfogatú, 20°C hőmérsékletű gáznak, ha állandó nyomáson 120°C hőmérsékletre melegítjük!

Megoldás:

$$V_1 = 280 \text{ dm}^3$$

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$V_2 = ? \text{ m}^3$$

$$t_2 = 120^\circ\text{C}$$

$$p = \text{állandó}$$

A megadott adatokat át kell váltani:

$$V_1 = 0,280 \text{ m}^3$$

$$T_1 = 293 \text{ K}$$

$$V_2 = ? \text{ m}^3$$

$$T_2 = 393 \text{ K}$$

Gay-Lussac I. törvénye:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2},$$

ahonnan

$$V_2 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{0,280 \text{ m}^3 \cdot 393 \text{ K}}{293 \text{ K}} = 0,376 \text{ m}^3$$

7. Oxigénnel töltött gázpalackban a nyomás 23 °C hőmérsékleten 140 bar. A palack felső nyomáshatára $2,00 \cdot 10^7$ Pa. Hány °C hőmérsékleten éri el a gáz ezt a nyomást, hány °C-on nyit a biztonsági szelep?

Megoldás:

$$\begin{aligned} p_1 &= 140 \text{ bar} \\ t_1 &= 23 \text{ °C} \\ p_2 &= 2,00 \cdot 10^7 \text{ Pa} \\ t_2 &= ? \text{ °C} \\ V &= \text{állandó} \end{aligned}$$

A megadott adatokat át kell váltani:

$$\begin{aligned} p_1 &= 140 \text{ bar} \\ T_1 &= 296 \text{ K} \\ p_2 &= 200 \text{ bar} \\ T_2 &= ? \text{ °C} \end{aligned}$$

Gay-Lussac II. törvénye:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2},$$

ahonnan

$$T_2 = \frac{p_2 \cdot T_1}{p_1} = \frac{200 \text{ bar} \cdot 296 \text{ K}}{140 \text{ bar}} = 423 \text{ K} = 150 \text{ °C}.$$

8. Valamely gáz térfogata 0,20 MPa nyomáson és 40 °C hőmérsékleten 170 dm³. Számítsa ki, hogy hány m³ lesz a térfogata 100 °C hőmérsékleten és 0,90 bar nyomáson!

Megoldás:

$$\begin{aligned} V_1 &= 170 \text{ dm}^3 \\ t_1 &= 40 \text{ °C} \\ p_1 &= 0,20 \text{ MPa} \\ V_2 &= ? \text{ m}^3 \\ t_2 &= 100 \text{ °C} \\ p_2 &= 0,90 \text{ bar} \end{aligned}$$

A megadott adatokat át kell váltani:

$$\begin{aligned} V_1 &= 0,170 \text{ m}^3 \\ T_1 &= 313 \text{ K} \\ p_1 &= 2,0 \text{ bar} \\ V_2 &= ? \text{ m}^3 \\ T_2 &= 373 \text{ K} \\ p_2 &= 0,90 \text{ bar} \end{aligned}$$

Az egyesített gáztörvény:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}, \text{ ahonnan}$$

$$V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1 \cdot T_2}{T_1 \cdot p_2} = \frac{2,0 \text{ bar} \cdot 0,170 \text{ m}^3 \cdot 373 \text{ K}}{313 \text{ K} \cdot 0,90 \text{ bar}} = 0,45 \text{ m}^3$$

9. Mekkora annak a vegyületnek a moláris tömege, amelynek 1,42 g-ját elpárologtatva 380 cm³ térfogatú, 100 °C hőmérsékletű és 0,934 bar nyomású gőzt kapunk?

Megoldás:

$$\begin{aligned}V &= 380 \text{ cm}^3 \\t &= 100 \text{ °C} \\p &= 0,934 \text{ bar} \\m &= 1,42 \text{ g} \\M &= ?\end{aligned}$$

A megadott adatokat át kell váltani:

$$\begin{aligned}V &= 3,80 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\T &= 373 \text{ K} \\p &= 9,34 \cdot 10^4 \text{ Pa}\end{aligned}$$

Az állapotegyenlet:

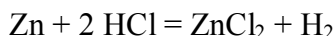
$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T,$$

ahonnan

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V} = \frac{1,42 \text{ g} \cdot 8,314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 373 \text{ K}}{9,34 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cdot 3,80 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3} = 124 \text{ g/mol}.$$

10. Számítsa ki az ötvözet cinktartalmát, ha 0,100 g ötvözetet bemérve sósavval 20,0 cm³ térfogatú, 19 °C hőmérsékletű és 0,993 bar nyomású hidrogéngáz fejlődik! Az ötvözet többi összetevője nem reagál a sósavval.

Megoldás:



$$\begin{aligned}m(\text{ötvözet}) &= 0,100 \text{ g} \\V &= 20,0 \text{ cm}^3 \\t &= 19 \text{ °C} \\p &= 0,993 \text{ bar} \\n &= ? \text{ mol H}_2\end{aligned}$$

A megadott adatokat át kell váltani:

$$\begin{aligned}V &= 2,00 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \\T &= 292 \text{ K} \\p &= 9,93 \cdot 10^4 \text{ Pa}\end{aligned}$$

Az állapotegyenlet: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$$\text{ahonnan } n(\text{H}_2) = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{9,93 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cdot 2,00 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 292 \text{ K}} = 8,18 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{Zn}) = 8,18 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$m(\text{Zn}) = n \cdot M = 8,18 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 65,4 \text{ g/mol} = 0,0535 \text{ g}$$

$$w(\text{Zn}) = \frac{m_{\text{Zn}}}{m_{\text{o}}} \cdot 100 = \frac{0,0535 \text{ g}}{0,100 \text{ g}} \cdot 100 = 53,5\%$$

11. Adja meg az összegképletét annak a vegyületnek, amelynek 0,3150 g-ja 29 °C-on és 0,1034 MPa nyomáson 188,5 cm³ térfogatot tölt be! A vegyület 5,00 tömegszázaléka hidrogén, a többi fluor.

Megoldás:

$$\begin{aligned}m &= 0,3150 \text{ g} \\V &= 188,5 \text{ cm}^3 \\t &= 29 \text{ }^\circ\text{C} \\p &= 0,1034 \text{ MPa} \\M &= ?\end{aligned}$$

A megadott adatokat át kell váltani:

$$\begin{aligned}V &= 1,885 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\T &= 302 \text{ K} \\p &= 1,034 \cdot 10^5 \text{ Pa}\end{aligned}$$

Az állapotegyenletből:

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V} = \frac{0,3150 \text{ g} \cdot 8,314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 302 \text{ K}}{1,034 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 1,885 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3} = 40,6 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{H}) = 40,6 \text{ g} \cdot 0,05 = 2,03 \text{ g, ez } \approx 2 \text{ mol hidrogénatom}$$

$$m(\text{F}) = 40,6 \text{ g} - 2,03 \text{ g} = 38,57 \text{ g}$$

$$n(\text{F}) = \frac{m}{M} = \frac{38,57 \text{ g}}{19 \text{ g/mol}} = 2,03 \text{ mol} \approx 2 \text{ mol fluoratom}$$

Az összegképlet: H₂F₂

12. Adja meg a 10 °C hőmérsékletű és 3,00 bar nyomású oxigéngáz abszolút sűrűségét kg/m³-ben!

Megoldás:

$$\begin{aligned}t &= 10 \text{ }^\circ\text{C} \\p &= 3,00 \text{ bar} \\\rho &= ? \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

A megadott adatokat át kell váltani:

$$\begin{aligned}T &= 283 \text{ K} \\p &= 3,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}\end{aligned}$$

$$\rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T} = \frac{3,00 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 32 \text{ g/mol}}{8,314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 283 \text{ K}} = 4080 \text{ g/m}^3 = 4,08 \text{ kg/m}^3$$

Gyakorló feladatok

13. Egy gázmennyiség térfogata $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten 150 dm^3 . Hány $^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletre kell felmelegíteni a gázt, hogy a térfogata állandó nyomáson $0,200\text{ m}^3$ legyen? ($127\text{ }^{\circ}\text{C}$)
14. 400 cm^3 nitrogén nyomása $0,99\text{ bar}$. Állandó hőmérsékleten hány Pa-ra kell csökkenteni a nyomást, hogy az új térfogat 25% -kal nagyobb legyen az eredetinel? ($7,9\cdot 10^4\text{ Pa}$)
15. $6,0\text{ dm}^3$ térfogatú, $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű és $6,0\text{ bar}$ nyomású gázt melegítünk és egyidejűleg összenyomunk. Hány $^{\circ}\text{C}$ a gáz új hőmérséklete, ha a nyomása $1,0\cdot 10^6\text{ Pa}$ és a térfogat $4,5\text{ dm}^3$ lesz? ($77\text{ }^{\circ}\text{C}$)
16. Számítsa ki a nyomását a 15 dm^3 térfogatú, $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű és $4,0\text{ bar}$ nyomású gáznak, ha térfogatát 3 dm^3 -rel növeljük és a hőmérsékletét $276\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal csökkentjük! ($1,6\text{ bar}$)
17. Mekkora a tömege 120 cm^3 , $0,0950\text{ MPa}$ nyomású kén-hidrogéngáznak, hány db molekulát tartalmaz $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on? ($0,124\text{ g}$, $2,20\cdot 10^{21}\text{ db}$)
18. Számítsa ki, hogy hány mól gázt tartalmaz és mekkora a nyomása egy 50 dm^3 térfogatú, $5,75\text{ kg}$ nitrogéngázt tartalmazó palacknak $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on! (205 mol , $8,6\cdot 10^6\text{ Pa}$)
19. Adja meg, hogy hány dm^3 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű, $0,12\text{ MPa}$ nyomású acetiléngáz fejleszhető $2,3\text{ g}$ kalcium-karbidból, ha a veszteség 10% -os! ($0,67\text{ dm}^3$)
20. Egy $3,00\text{ dm}^3$ térfogatú gáztartályt $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű és $0,120\text{ MPa}$ nyomású kén-hidrogéngázzal kell feltölteni. Számítsa ki, hogy hány gramm $80,0\%$ tisztaságú vas(II)-szulfid szükséges a gáz előállításához! ($15,8\text{ g}$)
21. $50,0\text{ tonna}$ pirit (FeS_2) pörkölésekor hány m^3 $990\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű, $1,30\text{ bar}$ nyomású kén-dioxid-gáz keletkezik? ($6,74\cdot 10^4\text{ m}^3$)
22. Valamely gáz abszolút sűrűsége $1,098\text{ kg/m}^3$ $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten és $0,100\text{ MPa}$ nyomáson. Számítsa ki a metánra vonatkoztatott relatív sűrűségét! ($1,69$)
23. Valamely gáz nitrogéngázra vonatkoztatott relatív sűrűsége $1,57$. Hány bar nyomáson lesz a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű gáz abszolút sűrűsége $2,0\text{ g/dm}^3$? ($1,4\text{ bar}$)
24. Adja meg a nitrogéngáz abszolút sűrűségét $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten és $30,0\text{ bar}$ nyomáson! ($26,4\text{ kg/m}^3$)
25. Számítsa ki, hogy $50,0\text{ kg}$ metán vízgőzzel való reakciójakor hány m^3 $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű és $0,100\text{ MPa}$ nyomású hidrogéngáz állítható elő! A reakció során CO keletkezik. (992 m^3)
26. Egy gáztároló-állomás dolgozójaként azt a feladatot kapta, hogy számítsa ki, hogy hány kg-mal több nitrogéngáz fér el az 1000 m^3 térfogatú gáztárolóban télen, mint nyáron? Az $1,04\text{ MPa}$ nyomású tartály átlag hőmérséklete nyáron $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, míg télen $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. (970 kg)
27. Adja meg annak a vegyületnek az összegképletét, amelynek (gőzállapotban) a kloroform (CHCl_3) gőzére vonatkoztatott relatív sűrűsége $0,736$, és összetétele $w = 54,6\%$ szén, $w = 9,09\%$ hidrogén és a többi oxigén! ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$)

28. Egy sűrített levegőt tartalmazó 500 dm^3 térfogatú tartályon olyan biztonsági szelep van, amely $5,0 \text{ bar}$ nyomás felett nyit.
- Számítsa ki a palackban lévő levegő anyagmennyiségét, ha éjszaka $15 \text{ }^\circ\text{C}$ -os a hőmérséklet és a palackban lévő nyomás pedig $4,5 \text{ bar}$! (94 mol)
 - Számítással döntse el, hogy kinyit-e a biztonsági szelep, ha a nyári napsütés hatására a déli órákban a tartály hőmérséklete $40 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra emelkedik, és a hőtágulásból adódó térfogat-növekedés mértéke $3,00\%$ -os! ($p_2 = 4,75 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, a szelep nem nyit)
29. Egy habpatron tömege $34,2 \text{ g}$. Az üres patron tömege $26,6 \text{ g}$, a patron térfogata $10,2 \text{ cm}^3$. A habpatron dinitrogén-oxidot, a kékigáz tartalmazza, amely édes ízű, vízben nem oldódó gáz. Számítsa ki, hogy mekkora lenne a habpatronban a nyomás, ha $20 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten gázként lenne benne a dinitrogén-oxid! ($4,13 \cdot 10^7 \text{ Pa}$)
30. Ismeretlen szerves vegyület $1,42 \text{ g}$ tömegét, $101 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten gőzzé alakítva 380 cm^3 térfogatú, $1,49 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomású légnemű anyagot kaptunk.
- Számítsa ki a szerves vegyület moláris tömegét! ($78,0 \text{ g/mol}$)
 - Határozza meg a gőz abszolút sűrűségét (kg/m^3) a fenti körülmények között! ($3,74 \text{ kg/m}^3$)
 - Adja meg a gőz relatív sűrűségét hidrogéngázra vonatkoztatva! ($39,0$)
 - Állapítsa meg a vegyület összegképletét, és adja meg a nevét, ha $92,3$ tömegszázalék szén és $7,70$ tömegszázalék hidrogént tartalmaz! (C_6H_6)
 - Számítsa ki, hogy hány $^\circ\text{C}$ -ra kell melegíteni a gőzt, hogy térfogata megkétszereződjön és nyomása 75% -kal emelkedjen! ($1037 \text{ }^\circ\text{C}$)
31. Egy pezsgőtabletta $200 \text{ mg Na}_2\text{CO}_3$ -t és 200 mg citromsavat (háromértékű sav, $M = 192 \text{ g/mol}$) tartalmaz. Összesen hány cm^3 $20 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű, standard nyomású szén-dioxid-gáz keletkezik a tablettá oldódása során? ($37,4 \text{ cm}^3$)
32. Kálium-permanganátból sósavval klórgázt állítunk elő.
- Rendezendő reakcióegyenletet: $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - Számítsa ki, hogy hány gramm $6,00\%$ szennyezést tartalmazó kálium-permanganát kell $8,00 \text{ dm}^3$ $25 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű és $0,100 \text{ MPa}$ nyomású klórgáz előállításához, ha a reakció során a veszteség $5,00\%$ -os! ($23,2 \text{ g}$)
 - Számítsa ki, hogy hány cm^3 18 tömegszázalékos sósavra van szükség, ha a sósav a kálium-permanganát szennyeződésével nem reagál, és a sósavat $10,0\%$ feleslegben alkalmazzuk! (226 cm^3)
- A 18 tömegszázalékos sósav sűrűsége: $1,09 \text{ g/cm}^3$.

2. HALMAZÁLLAPOT-VÁLTOZÁSOK



Ennek a témakörnek az a célja, hogy átismételjük

- a halmazállapot-változásokról tanultakat,
- az átalakuláshők jelentését,
- az eredmények szakszerű dokumentálását.

A feladatok megoldásához szükséges elméleti ismeretek összefoglalása

A halmazállapot-változások:

Párolgás: folyadékból gőz keletkezik, endoterm változás.

Zárt térben, adott hőmérsékleten a telített gőznyomást *tenzió*nak nevezzük.

Forráspont az a hőmérséklet, amelyen a folyadék gőznyomása (tenziója) eléri a folyadék feletti nyomás értékét.

Forrás: a forráspont hőmérsékletén a folyadék belsejében gőzbuborékok képződnek, endoterm folyamat.

Olvadáspont: az a hőmérséklet, ahol a szilárd fázis és olvadéka egyensúlyt tart, adott külső nyomás mellett.

Olvasás: a szilárd anyagból olvadék képződik, endoterm folyamat.

Fagyás: az olvadással ellentétes folyamat az olvadékból szilárd anyag képződik, exoterm változás.

Fagyáspont: megegyezik az olvadáspont hőmérsékletével.

Szublimáció: szilárd anyag megolvadás nélkül gőzzé válik, endoterm változás.

Leccsapódás (kondenzáció): az a halmazállapot-változás, amikor gőzből folyadék, vagy szilárd anyag képződik, exoterm változás.

Latens hő: olyan *átalakulás hő*, amelyeket befektetve nem nő a rendszer hőmérséklete, mert a halmazállapot-változásra fordítódnak, például az *olvadáshő* ($\Delta_{olv}H$), a *párolgáshő* ($\Delta_{pár}H$), a *forráshő* ($\Delta_{forr}H$) stb.

A moláris átalakuláshő jele például az olvadáshőnél: $\Delta_{olv}H$, mértékegysége lehet $\frac{J}{mol}$.

A fajlagos átalakuláshő jele, például az olvadáshőnél: $\Delta_{olv}h$, mértékegysége lehet $\frac{J}{kg}$. Néhány anyag esetén bizonyos fajlagos átalakuláshők értékeit a Függvénytáblázatban megtaláljuk.

A *hő* jele a Q , mértékegysége joule, J.

A halmazállapot-változásra fordított hő, Q kiszámításának képlete például az olvadásra fordított hőnél:



$$Q = m \cdot \Delta_{olv}h,$$

ahol

m = a tömeg, kg,

$\Delta_{olv}h$ = a fajlagos olvadáshő, $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$.

A melegítésre fordított hő kiszámításának képlete, ha nincs halmazállapot-változás:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T,$$

ahol

c = fajhő, $\frac{\text{J}}{^{\circ}\text{C} \cdot \text{kg}}$,

m = a tömeg, kg,

ΔT = a hőmérsékletváltozás, $^{\circ}\text{C}$.

Mintafeladatok

1. Számítsa ki, hogy mennyi hő kell 500 g 25 $^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű terpentinolajnak 100 $^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletre való melegítéséhez!

Megoldás:

$$m = 500 \text{ g} = 0,500 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 75 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Mivel a terpentinolaj 25 $^{\circ}\text{C}$ és 100 $^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten is folyadék (op: $-10 \text{ }^{\circ}\text{C}$, fp: 160 $^{\circ}\text{C}$), a feladatban kért hőt a

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

képlettel lehet kiszámítani

A Függvénytáblázatból kikeressük a megfelelő adatot:

$$c = 1800 \text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Tehát a hő: } Q = 1800 \text{ J/(kg}\cdot^{\circ}\text{C)} \cdot 0,500 \text{ kg} \cdot 75 \text{ }^{\circ}\text{C} = 67500 \text{ J} = 67,5 \text{ kJ}$$

2. Számítsa ki, hogy mennyi hő szükséges 200 g tömegű, 0 $^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű jégnek 100 $^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű gőzzé alakításához!

Megoldás:

$$m = 200 \text{ g} = 0,200 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

A feladatban kért hők három összetevője van:

- először meg kell olvasztani a jeget, Q_1 ,
- a 0 $^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű vizet fel kell melegíteni 100 $^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletre, Q_2 ,
- az utolsó lépésben a 100 $^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű vizet el kell forralni: Q_3 .

Tehát az összes hő kiszámítása: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ képlettel történik

A Függvénytáblázatból kikeressük a megfelelő adatokat:

$$\Delta_{\text{olv}}h = 330 \text{ kJ/kg}$$

$$c = 4,2 \text{ kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta_{\text{forr}}h = 2260 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_1 = m \cdot \Delta_{\text{olv}}h = 0,200 \text{ kg} \cdot 330 \text{ kJ/kg} = 66 \text{ kJ}$$

$$Q_2 = c \cdot m \cdot \Delta T = (4,2 \text{ kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}) \cdot 0,2 \text{ kg} \cdot 100^{\circ}\text{C} = 83,6 \text{ kJ}$$

$$Q_3 = m \cdot \Delta_{\text{forr}}h \text{ képlettel} = 0,200 \text{ kg} \cdot 2260 \text{ kJ/kg} = 452 \text{ kJ}$$

Tehát az összes hő: $Q = 66 \text{ kJ} + 83,6 \text{ kJ} + 452 \text{ kJ} = 601,6 \text{ kJ} = 602 \text{ kJ}$

3. Számítsa ki, hogy hány kg 0°C hőmérsékletű jeget lehet megolvasztani és 100°C hőmérsékletű gőzzé alakítani 10000 kJ hővel!

Megoldás:

A feladatban kért hőnek három összetevője van:

- először meg kell olvasztani a jeget: Q_1 ,
- a 0°C hőmérsékletű vizet fel kell melegíteni 100°C -ra: Q_2 ,
- és az utolsó lépésben a 100°C hőmérsékletű vizet el kell forralni: Q_3 .

Tehát az összes hő kiszámítása: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ képlettel történik

$$Q = m \cdot \Delta_{\text{olv}}h + c \cdot m \cdot \Delta T + m \cdot \Delta_{\text{forr}}h$$

$$10000 \text{ kJ} = m \cdot 330 \text{ kJ/kg} + 4,2 \text{ kJ/(kg}\cdot^{\circ}\text{C}) \cdot m \cdot 100^{\circ}\text{C} + m \cdot 2260 \text{ kJ/kg}$$

$$m = 3,3 \text{ kg}$$

Gyakorló feladatok

- Adja meg, hogy mennyi hő kell 2,00 kg 20°C hőmérsékletű rombos kén megolvasztásához, hogy 119°C hőmérsékletű olvadék legyen! (224 kJ)
- Számítsa ki, hogy mennyi hő kell, hogy 400 g tömegű, 20°C hőmérsékletű vízből 100°C hőmérsékletű gőzt kapjunk! ($1,04 \cdot 10^3$ kJ)
- Számítsa ki, hogy hány kg 0°C hőmérsékletű jeget lehet megolvasztani 5000 kJ hővel! (15 kg)
- Adja meg, hogy mennyi hő kell 5,0 kg tömegű, 18°C hőmérsékletű szilárd glicerin megolvasztásához és 80°C hőmérsékletű folyadékká alakításához! ($1,74 \cdot 10^3$ kJ)
- Adja meg, hogy mennyi hő kell 3,00 kg $5,5^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű szilárd benzol $80,09^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű gőzzé alakításához! ($1,96 \cdot 10^3$ kJ)
- Számítsa ki, hogy hány kg 0°C hőmérsékletű jeget lehet megolvasztani és 20°C hőmérsékletű vízzé alakítani 7000 kJ hővel! (16,7 kg)
- Adja meg, hogy hány $^{\circ}\text{C}$ -ra lehet felmelegíteni 5,00 kg tömegű 0°C hőmérsékletű jeget 3000 kJ hővel! ($63,3^{\circ}\text{C}$)

3. HETEROGÉN RENDSZEREK



Ennek a témakörnek az a célja, hogy átismételjük

- a heterogén rendszerekkel kapcsolatos fogalmakat,
- néhány egy és két komponenset tartalmazó fázisdiagram elemzését és
- kiegészítő anyagként a Gibbs-féle fázistörvényt.

A feladatok megoldásához szükséges elméleti ismeretek összefoglalása

Alapfogalmak:

Fázisok száma, jele: F .

Komponensek száma, jele: K .

Szabadsági fokok száma: Sz .

$Sz = 0$ a rendszer nonvariáns, vagy invariáns, egy pont jellemzi.

$Sz = 1$ a rendszer monovariáns, egy görbe jellemzi.

$Sz = 2$ a rendszer bivariáns, egy felület jellemzi.

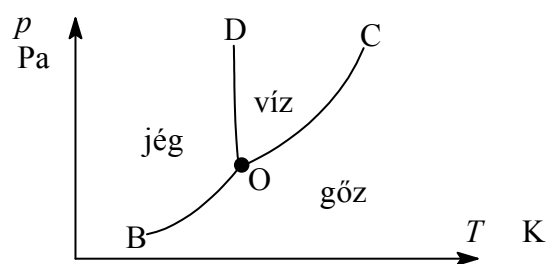
$Sz = 3$ a rendszer trivariáns, egy térrész jellemzi.

A Gibbs-féle fázistörvény:

$$Sz + F = K + 2$$



Egykomponensű rendszer, a víz fázisdiagramja:



BO: szublimációs görbe

OC: tenziógörbe

DO: olvadásgörbe

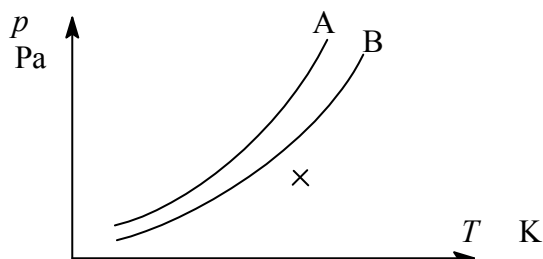
A görbék mentén két-két fázis tart egyensúlyt.

O pont: hármaspont, három fázis tart egyensúlyt ($T = 0,0076 \text{ }^\circ\text{C}$; $p = 602,5 \text{ Pa}$)

Mintafeladatok

1. „A” görbe a víz tenziógörbéje.

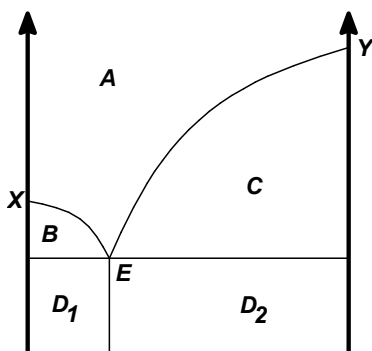
- A Függvénytáblázat a *Folyadékok hőtani adatai* c. táblázata segítségével állapítsa meg, hogy milyen anyagok tenziógörbéje lehet a „B” jelű tenziógörbe? Indokoljon!
- Milyen állapotban van a rendszer x pontban?



Megoldás:

- Lehet a „B” anyag gázolaj, glicerin, higany stb., minden olyan anyag, amelynek adott hőmérsékleten kisebb a tenziója, mint a vízé, vagyis adott nyomáson magasabb a forráspontja, mint a vízé.
- Telítetlen gőz állapotban.

2. Az ábrán a vízből és nátrium-kloridból álló rendszer fázisdiagramja látható.



- Nevezze meg a vízszintes és a függőleges tengelyeket! Írja a tengelyekre a mértékegységet is!
- Melyik tiszta anyag van a bal és melyik a jobb oldalon?
- Mit jelölnek az X és az Y pontok?
- Nevezze meg az E pontot? Mi a jellemzője?
- Milyen halmazállapotú és milyen anyagok vannak az A, a B, a C illetve a D₁, D₂ területeken?

Megoldás:

- A vízszintes tengelyen az összetétel szerepel, lehet a jelölés: w . A függőleges tengelyen a hőmérséklet szerepel, a jelölés: t , vagy T , és lehet a mértékegység $^{\circ}\text{C}$, vagy K .

- b) A bal oldalon tiszta víz szerepel. A jobb oldalon a tiszta NaCl van.
- c) Az X a jég olvadáspontját, a 0 °C hőmérsékletet, az Y a NaCl olvadáspontját, a 801 °C hőmérsékletet jelöli.
- d) E pontban az eutektikus hőmérsékletet, és az itt kiváló meghatározott összetételű só + jég keverék, az eutektikum összetételét lehet leolvasni.
- e) „ A ” terület a telítetlen oldat, homogén rendszer. A „ B ” terület telített oldatot és jeget, heterogén rendszert tartalmaz. A „ C ” területen telített oldat és NaCl kristály, tehát szintén heterogén rendszert találhatók. A D_1 terület eutektikus elegyet és jeget, a D_2 terület eutektikus elegyet és NaCl-t tartalmaz, így mindkettő szilárd halmazállapotú.

4. HOMOGEN TÖBBKOMPONENSŰ RENDSZEREK, ELEGYEK



Ennek a témakörnek az a célja, hogy átismételjük

- az elegyekről tanultakat,
- az elegyek összetételének kapcsolatos számításokat,
- a gáz-gáz elegyek jellemzőit,
- a folyadékelegyekről tanultakat,
- a feladatok megoldását a gáz- és folyadékelegyekkel kapcsolatban.

A feladatok megoldásához szükséges elméleti ismeretek összefoglalása

Az **elegyek** többkomponensű, homogén anyagi rendszerek.

Az elegyek összetételét különböző módon lehet kifejezni, lásd a II/2. fejezetben.

Az elegyek lehetnek *ideális* és *reális* elegyek.

Az ideális **gázelegyekre** is igaz az állapotegyenlet:

$$p_{\delta} \cdot V = n_{\delta} \cdot R \cdot T,$$

ahol

p_{δ} , az összes nyomás (Pa),

V a térfogatot (m^3),

n_{δ} az összes anyagmennyiség (mol),

T a hőmérsékletet (K),

R , a moláris gázállandó, melynek az értéke $8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$.



Parciális nyomás: az a nyomás, amelyet a komponens akkor fejtene ki, ha adott hőmérsékleten egyedül töltené ki a rendelkezésre álló teret.

Jele: p_i , mértékegysége lehet Pa, vagy bar.

Dalton törvénye szerint az összes nyomás egyenlő a parciális nyomások összegével, k komponens esetén:

$$p_{\delta} = p_1 + p_2 + \dots + p_k,$$

ahol

p_{δ} , az összes nyomás (Pa),

p_1, p_2 stb. az egyes komponensek parciális nyomása (Pa).

A parciális nyomásra is igaz az állapotegyenlet, az i -dik komponensnél:

$$p_i \cdot V = n_i \cdot R \cdot T,$$

ahol

p_i , az i -dik komponens parciális nyomása (Pa),

V a gázelegy térfogata (m^3),

n_i az i -dik komponens anyagmennyisége (mol),

T a gázelegy hőmérséklete (K),

R , a moláris gázállandó, melynek az értéke $8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$.

Az i -dik komponens parciális nyomását megkaphatjuk még

$p_i = x_i \cdot p_\delta$ képlettel is,

ahol

p_i , az i -dik komponens parciális nyomása (Pa),

x_i az i -dik komponens móltörtje,

p_δ , az összes nyomás (Pa).

Gázoknál az Avogadro-törvényből következően az anyagmennyiség-arány (mólarány) egyenlő a térfogataránnyal, az anyagmennyiség-százalék (mólszázalék) megegyezik a térfogatszázalékkal.

Az *átlagos moláris tömeget* a gázelegyben a következő összefüggésekkel lehet kiszámítani:

$$\bar{M} = \frac{\sum m_i}{\sum n_i}$$

\bar{M} az átlagos moláris tömeg (g/mol),

$\sum m_i$ az összes tömeg (g),

$\sum n_i$ az összes anyagmennyiség (mol).

Két komponens esetén:

$$\bar{M} = \frac{n_1 \cdot M_1 + n_2 \cdot M_2}{n_1 + n_2}$$

$$\bar{M} = x_1 \cdot M_1 + x_2 \cdot M_2$$

Mivel az elegyben az anyagmennyiség-törtek (móltörtek) összege = 1.

$$1 = x_1 + x_2$$

$$x_2 = 1 - x_1$$

behelyettesítve:

$$\bar{M} = x_1 \cdot M_1 + (1 - x_1) \cdot M_2,$$

ahol

\bar{M} az átlagos moláris tömeg (g/mol),

m_1 és m_2 a komponensek tömege (g),

n_1 és n_2 a komponensek anyagmennyisége (mol),

x_1 és x_2 a komponensek móltörtje.

M_1 és M_2 a komponensek moláris tömege (g/mol).

A **folyadékelegyek** is lehetnek *ideális* és *reális* elegyek.

Ideális folyadékelegyekre igaz a *Raoult általános tenziótörvénye*:

$$p_A = x_A \cdot p_A^\circ,$$

ahol

p_A az A komponens parciális tenziója (Pa),

x_A az A komponens anyagmennyiség-törtje,

p_A° az A tiszta komponens tenziója adott hőmérsékleten (Pa).

Itt is érvényes a gőzfázisban a *Dalton törvénye*: az elegy tenziója ($p_{e,t}$) a parciális tenziók összegével egyezik meg.

$$p_{e,t} = p_A + p_B + \dots + p_k$$

ahol

$p_{e,t}$ az elegy tenziója (Pa),

p_A, p_B stb. a komponensek tenziója (Pa).

Két komponens esetén az elegy tenzióját a következő összefüggéssel lehet kiszámítani:

$$p_{e,t} = x_A \cdot p_A^\circ + x_B \cdot p_B^\circ$$

ahol

$p_{e,t}$ az elegy tenziója (Pa),

x_A és x_B A és B komponens anyagmennyiség-törtje (móltörtje),

p_A° és p_B° az A és B tiszta komponensek tenziója adott hőmérsékleten (Pa).

Gőzfázisban a következő összefüggéssel megkapjuk az A komponens parciális tenzióját, p_A -t:

$$p_A = x_A' \cdot p_{e,t}$$

ahol

p_A az A komponens tenziója (Pa),

x_A' a gőzelegyenben az A komponens móltörtje.

$p_{e,t}$ az elegy tenziója (Pa).

Konovalov I. törvénye: a gőztér az illékonyabb komponensben dúsabb.

Konovalov II. törvénye: az azeotrópos összetételű elegyek változatlan összetételben párolognak.

Tenziógörbe: az elegy összetételének függvényében ábrázolja az elegy tenzióját adott, állandó hőmérsékleten.

A *folyadék-* (F) vagy *likvidusz-* (L) *görbe:* a folyadékelegy összetételének függvényében ábrázolja az elegy tenzióját.

A *gőz-* (G) vagy *vapor-* (L) *görbe:* a gőzelegy összetételének függvényében ábrázolja az elegy tenzióját.

Ideális elegynél: az L görbe egyenes, a V görbe már nem egyenes és az L egyenes alatt fut.

Reális elegyek tenziógörbéje háromféle lehet: az L görbe nem egyenes, esetleg maximuma vagy minimuma van és a V görbe L görbe alatt fut. (A tenziógörbe maximuma vagy minimuma jelzi az azeotrópos összetételt.)

Forráspontgörbe: az elegy összetételének függvényében ábrázolja az elegy forráspontját adott, állandó nyomáson.

Ideális elegynél: az L görbe egyenes, a V görbe már nem egyenes és az L egyenese felett fut.

Reális elegyek forráspontgörbéje is háromféle lehet: az L görbe nem egyenes, esetleg minimuma vagy maximuma van és a V görbe alatt fut. (A forráspontgörbe minimuma vagy maximuma jelzi az azeotrópos összetételt.)

A tenziógörbe és a forráspontgörbe ellentétes lefutású, pl: ahol tenziógörbének minimuma van, ott a forráspontgörbének maximuma van.

A *desztilláció* forráspontkülönbségen alapuló elválasztó művelet.

A *kíméletes desztillációnak* két fajtája van: a *vákuumdesztilláció* és a *vízgőz-desztilláció*.

A vízgőz-desztilláció gőzszükségletét a következő összefüggés alapján lehet kiszámítani:

$$\frac{m_{\text{víz}}}{m_A} = \frac{p_{\text{víz}}^{\circ} \cdot M_{\text{víz}}}{p_A^{\circ} \cdot M_A},$$

ahol

$m_{\text{víz}}$ és m_A a vízgőz és a szerves anyag tömege (g),

$p_{\text{víz}}^{\circ}$ és p_A° a víz és a szerves anyag tenziója a desztilláció hőmérsékletén (Pa),

$M_{\text{víz}}$ és M_A a víz és a szerves anyag moláris tömege (g/mol).

Mintafeladatok

1. Ábrázolja $x - T$ koordináta-rendszerben a következő benzol-xilol-elegyek összetételeinek függvényében az elegyek forráspontjait. Az így szerkesztett forráspontgörbék elemzésével válaszoljon a feltett kérdésekre!

I. görbe adatai állandó, $p = 5$ bar			II. görbe adatai állandó, $p = 10$ bar		
T, K	benzol		T, K	benzol	
	x folyadék	x' gőz		x folyadék	x' gőz
481,8	0,01		547,6	0,01	
479,3	0,03	0,17	545	0,03	0,08
470	0,1	0,35	536,1	0,1	0,23
459,2	0,2	0,49	525,3	0,2	0,39
449,8	0,3	0,62	516	0,3	0,52
442	0,4	0,72	508	0,4	0,62
436	0,5	0,79	501	0,5	0,72
430	0,6	0,85	494	0,6	0,81
425,5	0,7	0,9	488	0,7	0,87
422	0,8	0,92	483	0,8	0,92
418	0,9	0,95	478	0,9	0,96
416	0,97		475	0,97	
415	0,99		474,5	0,99	

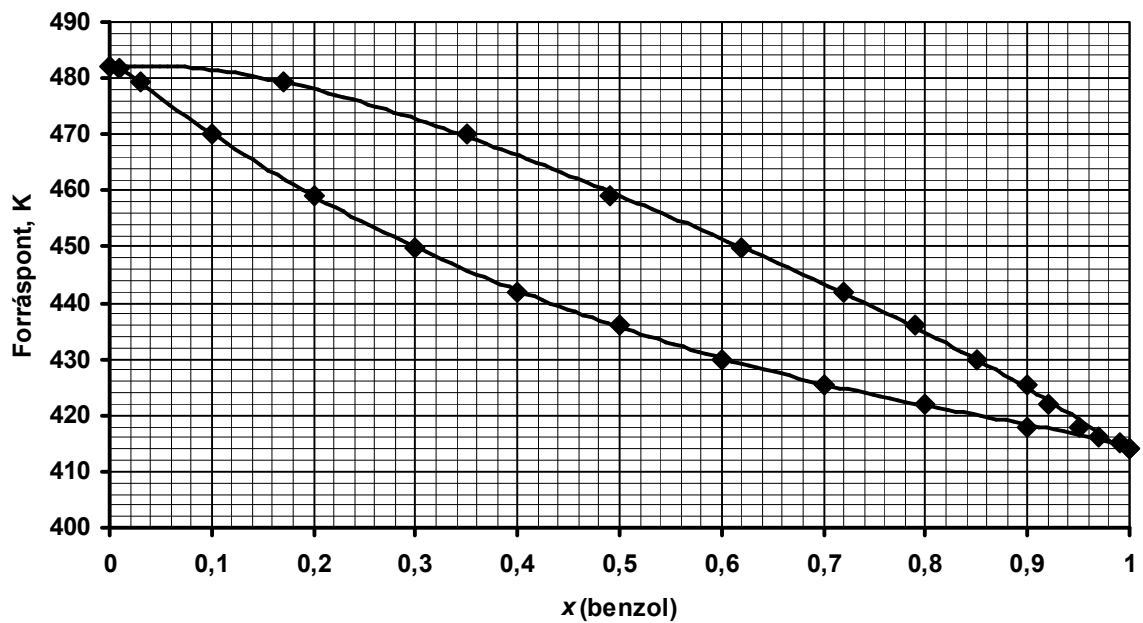
Kérdések az I. és a II. görbéhez:

- Jelölje a likvidusz- és vaporgörbét!
- Adja meg a tiszta benzol és a xilol forráspontját. Melyik az illékonyabb?
- Hány fokon kezd el forrni a benzolra nézve $x = 0,35$ összetételű elegy, milyen összetételű a vele egyensúlyban lévő gőzelegy?
- El lehet-e választani bármely összetételű benzol-xilol-elegyet desztillációval, ha igen mi a desztillátum és a desztillációs maradék?
- Hány fokon kezd el kondenzálódni a benzolra nézve $x' = 0,6$ összetételű gőzelegy, milyen összetételű a kondenzátum?
- Mi történik, ha 580 K hőmérsékletről hűtjük a benzolra nézve $x' = 0,7$ összetételű gőzt?
- A benzolra nézve $x = 0,4$ összetételű folyadékelegyet kétszer desztillálva milyen összetételű a desztillátum?
- Milyen összetételű az a folyadékelegy és gőzelegy, amely egyensúlyt tart az I. görbénél 430 K hőmérsékleten, a II. görbénél 520 K hőmérsékleten?
- Hányszor kell desztillálni a benzolra nézve $x = 0,5$ összetételű elegyet, hogy gyakorlatilag tiszta benzolt kapjunk?
- Milyen halmazállapotú a benzolra nézve $x = 0,4$ összetételű elegy az I. görbénél, A: 430 K és B: 490 K hőmérsékleten a II. görbénél A: 510 K és B: 550 K hőmérsékleten?

Megoldás:

I. görbe:

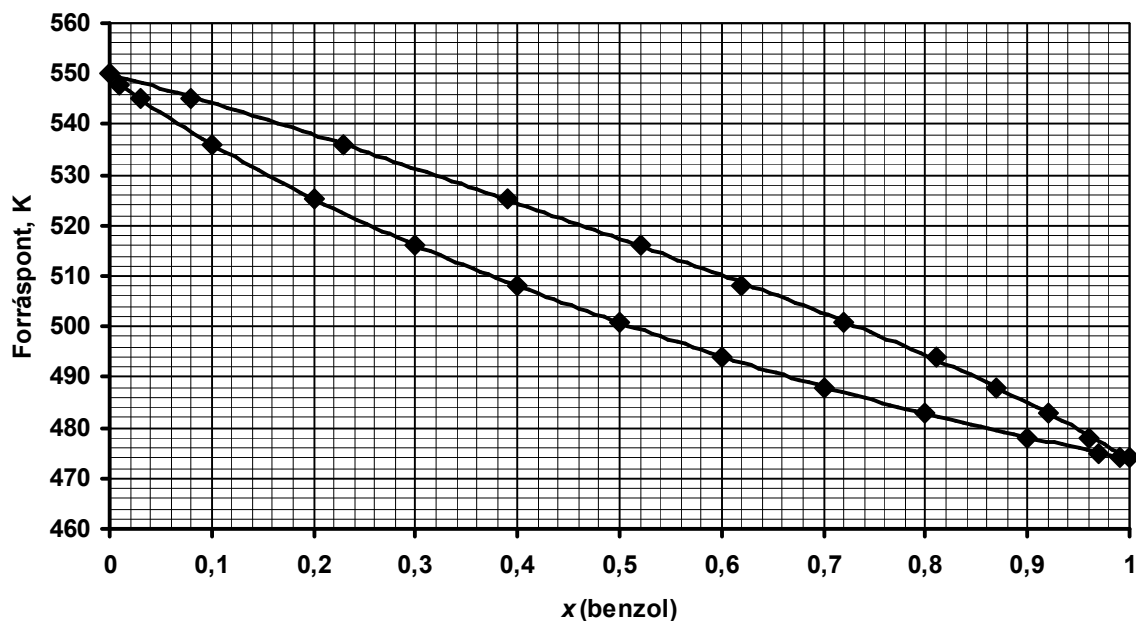
Benzol-xilol elegy forráspontdiagramja $p = 5 \text{ bar}$



- Az alsó görbe az L, a likvidusz-, a felső görbe a V, a vaporgörbe.
- Forráspontok: benzol = 414 K, xilol = 483 K, a benzol az illékonyabb.
- Forráspont = 445 K, benzolra a gőzeleg $x' = 0,68$.
- Igen, a desztillátum a benzol, a desztillációs maradék a xilol.
- Kondenzálódik 452 K-nél, benzolra nézve az elegy $x = 0,28$.
- 443 K-nél el kezd kondenzálódni, benzolra nézve $x = 0,38$ összetételű folyadékelegy kondenzálódik ki belőle.
- Benzolra nézve $x = 0,90$.
- A folyadékelegy $x = 0,60$ és a gőzelegy $x' = 0,85$ benzolra nézve.
- Háromszor.
- A: folyadék, B: gőz.

II. görbe:

Benzol-xilol elegy forráspontdiagramja, $p = 10 \text{ bar}$



- Az alsó görbe az L, a likvidusz-, a felső görbe a V, a vaporgörbe.
- Forráspontok: benzol = 473 K, xilol = 550 K, a benzol az illékonyabb.
- Forráspont = 512 K, benzolra a gőzeleg $x' = 0,58$.
- Igen, a desztillátum a benzol, a desztillációs maradék a xilol.
- Kondenzálódik 510 K-nél, benzolra nézve az elegy $x = 0,37$.
- 502 K-nél el kezd kondenzálódni, benzolra nézve $x = 0,47$ összetételű folyadékelegy kondenzálódik ki belőle.
- Benzolra nézve $x = 0,82$.
- A folyadékelegy $x = 0,26$ és a gőzelegy $x' = 0,46$ benzolra nézve.
- Ötször.
- A: folyadék + gőz, B: gőz.

2. Ábrázolja $x - T$ koordináta-rendszerben a következő etil-acetát–etil-alkohol elegy forráspontjait az elegy összetételének függvényében! Az így szerkesztett forráspontgörbe elemzésével válaszoljon a feltett kérdésekre!

$p = 1 \text{ bar}$ állandó nyomás

$T, \text{ K}$	etil-alkohol	
	x folyadék	x' gőz
351	0,01	
350	0,03	0,16
348,5	0,10	0,30
346,8	0,20	0,43

$p = 1$ bar állandó nyomás

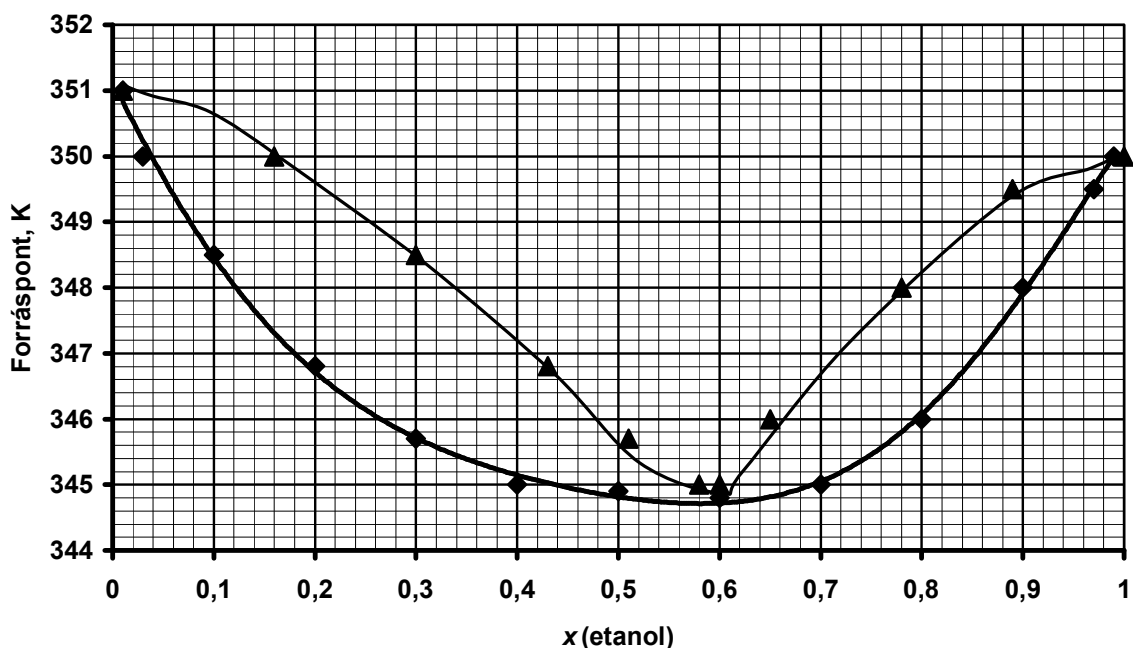
T, K	x folyadék	x' gőz
345,7	0,30	0,51
345	0,40	0,58
344,9	0,50	
344,8	0,60	
345	0,70	0,60
346	0,80	0,65
348	0,90	0,78
349,5	0,97	0,89
350	0,99	

Kérdések:

- Jelölje a likvidusz- és vaporgörbét!
- Olvassa le a görbéből a tiszta etil-acetát és etil-alkohol forráspontját! Melyik az illékonyabb?
- Milyen összetételű az azeotróp, mennyi a forráspontja?
- Induljon ki alkoholra nézve $x = 0,05$ összetételű elegyből, többszöri desztillációnál mi a desztillátum és mi a desztillációs maradék?
- Hányszor kell desztillálni a $x = 0,05$ összetételű etil-acetát tartalmú elegyet, hogy gyakorlatilag tiszta azeotrópot kapjunk?
- Milyen hőmérsékleten forr az alkoholra nézve $x = 0,15$ összetételű elegy? Adja meg a belőle keletkező gőz összetételét!
- Hány fokon kezd kondenzálódni az acetátra nézve $x' = 0,25$ összetételű elegy, milyen a kondenzátum összetétele?

Megoldás:

Etil-acetát - etanol elegy forráspontdiagramja, $p = 1$ bar



- Az alsó görbe az L, a likvidusz-, a felső görbe a V, a vaporgörbe.
- Forráspontok: etanol = 350 K, etil-acetát = 351 K, az etanol az illékonyabb.
- Etanolra nézve $x = 0,60$, a forráspontja 344,7 K.
- Desztillátum azeotróp, a desztillációs maradék etil-acetát.
- Négyszer kell desztillálni.
- 347,5 K-nél kezd el forrni, és a gőz etanolra nézve $x' = 0,38$ összetételű.
- 347,5 K-nél, a kondenzátum etil-acetátra nézve $x = 0,12$.

3. A $2,0 \text{ mol/dm}^3$ anyagmennyiség-koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat sűrűsége $1,1 \text{ g/cm}^3$. Számítsa ki az oldat tömegszázalékát, a tömegkoncentrációját, a molalitását, móltörtjeit, mólszázalékait!

Megoldás:

A $2,0 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldat azt jelenti, hogy 1000 cm^3 oldatban $2,0 \text{ mol NaOH}$ van.

$$m_o = \rho \cdot V = 1,1 \text{ g/cm}^3 \cdot 1000 \text{ cm}^3 = 1100 \text{ g}$$

$$m(\text{NaOH}) = n \cdot M = 2,0 \text{ mol} \cdot 40 \text{ g/mol} = 80 \text{ g}$$

$$w(\text{NaOH}) = \frac{m_{o.a.}}{m_o} \cdot 100 = \frac{80 \text{ g}}{1100 \text{ g}} \cdot 100 = 7,3\%$$

$$\rho(\text{NaOH}) = \frac{m_{o.a.}}{V_o} = \frac{80 \text{ g}}{1 \text{ dm}^3} = 80 \text{ g/dm}^3$$

$$m(\text{víz}) = 1100 \text{ g} - 80 \text{ g} = 1020 \text{ g}$$

$$m_B = \frac{n_{\text{NaOH}}}{m_{\text{víz}}} = \frac{2,0 \text{ mol}}{1,020 \text{ kg}} = 1,96 \text{ mol/kg víz}$$

$$n(\text{víz}) = \frac{m}{M} = \frac{1020 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 56,7 \text{ mol}$$

$$n_o = 2,0 \text{ mol} + 56,7 \text{ mol} = 58,7 \text{ mol}$$

$$x(\text{NaOH}) = \frac{n_{\text{NaOH}}}{n_o} = \frac{2,0 \text{ mol}}{58,7 \text{ mol}} = 0,034 = 3,4\%$$

$$x(\text{víz}) = 1,0 - 0,034 = 0,966 = 96,6\%$$

4. Egy $2,0 \text{ dm}^3$ térfogatú edény $0 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten $0,40 \text{ g H}_2$ -t és $3,15 \text{ g N}_2$ -t tartalmaz. Számítsa ki a parciális nyomások és az össznyomás értékét! Adja meg az elegy átlagos moláris tömegét és a térfogatszázalékos összetételét!

Megoldás:

$$V = 2,0 \text{ dm}^3$$

$$t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m(\text{H}_2) = 0,40 \text{ g}$$

$$m(\text{N}_2) = 3,15 \text{ g}$$

$$p(\text{H}_2) = ?$$

$$p(\text{N}_2) = ?$$

$$p_{\bar{o}} = ?$$

$$\bar{M} =$$

$$\varphi = ?$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{m}{M} = \frac{0,40 \text{ g}}{2,0 \text{ g/mol}} = 0,20 \text{ mol}$$

$$n(\text{N}_2) = \frac{3,15 \text{ g}}{28 \text{ g/mol}} = 0,11 \text{ mol}$$

$$n_{\bar{o}} = 0,31 \text{ mol}$$

$$p_{\bar{o}} \cdot V = n_{\bar{o}} \cdot R \cdot T$$

$$p_{\bar{o}} = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,31 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)} \cdot 273 \text{ K}}{0,0020 \text{ m}^3} = 3,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$x(\text{H}_2) = \frac{n_{\text{H}_2}}{n_{\text{össz}}} = \frac{0,20 \text{ mol}}{0,31 \text{ mol}} = 0,65 = 65\% = \varphi(\text{H}_2)$$

$$x(\text{N}_2) = 1,0 - 0,65 = 0,35 = 35\% = \varphi(\text{N}_2)$$

$$p(\text{H}_2) = x(\text{H}_2) \cdot p_{\bar{o}} = 0,65 \cdot 3,5 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 2,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$p(\text{N}_2) = 3,5 \cdot 10^5 \text{ Pa} - 2,3 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\bar{M} = \frac{\sum m_i}{\sum n_i} = \frac{3,55 \text{ g}}{0,31 \text{ mol}} = 11,5 \text{ g/mol}$$

5. Adja meg az átlagos moláris tömegét a 20,0 – 80,0 térfogatszázalékos H₂–N₂ gázelegynek!

Megoldás:

Mivel gázoknál a térfogatszázalék megegyezik a mólszázalékkal, és a mólszázalék századrésze a móltört:

$$x(\text{H}_2) = 0,200$$

$$x(\text{N}_2) = 0,800$$

$$\bar{M} = x_1 \cdot M_1 + x_2 \cdot M_2 = 0,200 \cdot 2,00 \text{ g/mol} + 0,800 \cdot 28,0 \text{ g/mol} = 22,8 \text{ g/mol}$$

6. Számítsa ki az elegyben a térfogatszázalékos összetételt, ha a H₂–N₂ gázelegyben az $\bar{M} = 20,0 \text{ g/mol}$?

Megoldás:

$$\bar{M} = x_1 \cdot M_1 + (1 - x_1) \cdot M_2$$

$$20,0 \text{ g/mol} = x_1 \cdot 2,00 \text{ g/mol} + (1 - x_1) \cdot 28,0 \text{ g/mol}$$

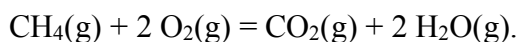
$$\text{összefüggésből } x_1 = 0,308 = 30,8\% = \varphi(\text{H}_2)$$

$$\varphi(\text{N}_2) = 100\% - 30,8\% = 69,2\%$$

7. Adja meg a metán tökéletes égésénél, 100 °C hőmérsékleten a füstgáz térfogatszázalékos összetételét!

Megoldás:

Mivel 100 °C hőmérsékleten a víz gőz halmazállapotú,



a füstgáz összes anyagmennyisége: $n_0 = 1 \text{ mol CO}_2 + 2 \text{ mol H}_2\text{O gőz} = 3 \text{ mol}$.

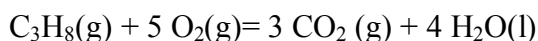
Mivel gázoknál a térfogatszázalék megegyezik a mólszázalékkal.

$$x(\text{CO}_2) = \frac{n_{\text{CO}_2}}{n_0} = \frac{1 \text{ mol}}{3 \text{ mol}} = 0,33 = 33\% = \varphi(\text{CO}_2)$$

$$\varphi(\text{H}_2\text{O}) = 100\% - 33\% = 67\%.$$

8. Számítsa ki, hogy a propán levegővel ($\varphi = 21,0 \varphi\% \text{ O}_2$ és $\varphi = 79,0\% \text{ N}_2$) történő tökéletes égetésénél milyen a füstgáz összetétele 25 °C-on, ha a levegőfelesleg 10,0%-os! Az égés után a víz cseppfolyós halmazállapotú.

Megoldás:



Vízgőz nincs a füstgázban, mert a víz 25 °C-on folyékony halmazállapotú.

A füstgázban lesz 3 mol CO₂, 0,5 mol O₂ (a szükséges 5 mólnál 10%-kal többet, 5,5 mólt alkalmaztunk, és 0,5 mol megmarad az O₂-ből) és N₂ gáz is, ennek a mennyisége:

$$n(\text{N}_2) = \frac{5,5 \text{ mol} \cdot 79}{21} = 20,7 \text{ mol}$$

$$n_0 = 3 \text{ mol} + 0,5 \text{ mol} + 20,7 \text{ mol} = 24,2 \text{ mol}$$

Mivel gázoknál a térfogatszázalék megegyezik a mólszázalékkal.

$$x(\text{CO}_2) = \frac{n_{\text{CO}_2}}{n_0} = \frac{3 \text{ mol}}{24,2 \text{ mol}} = 0,124 = 12,4\% = \varphi(\text{CO}_2)$$

$$x(\text{O}_2) = \frac{0,5 \text{ mol}}{24,2 \text{ mol}} = 0,0210 = 2,10\% = \varphi(\text{O}_2)$$

$$\varphi(\text{N}_2) = 100\% - 12,4\% - 2,1\% = 85,5\%$$

9. Valamely földgáz összetétele 94,0 térfogatszázalék metán, 3,00 térfogatszázalék N₂, 2,00 térfogatszázalék H₂, és 1,00 térfogatszázalék vízgőz. Számítsa ki a komponensek mólszázalékát, móltörtjeit, parciális nyomásait és a földgáz átlagos moláris tömegét, ha gáz 2,00 bar nyomással tör fel!

Megoldás:

$$x(\text{metán}) = 94,0\% = 0,940$$

$$x(\text{N}_2) = 3,00\% = 0,0300$$

$$x(\text{H}_2) = 2,00\% = 0,0200$$

$$x(\text{H}_2\text{O}) = 1,00\% = 0,0100$$

$$p(\text{metán}) = x \cdot p_0 = 0,940 \cdot 2,00 \text{ bar} = 1,88 \text{ bar}$$

$$p(\text{N}_2) = 0,0300 \cdot 2,00 \text{ bar} = 0,0600 \text{ bar}$$

$$p(\text{H}_2) = 0,0200 \cdot 2,00 \text{ bar} = 0,0400 \text{ bar}$$

$$p(\text{H}_2\text{O}) = 0,0100 \cdot 2,00 \text{ bar} = 0,0200 \text{ bar}$$

$$\bar{M} = 0,940 \cdot 16 \text{ g/mol} + 0,0300 \cdot 28 \text{ g/mol} + 0,0200 \cdot 2,0 \text{ g/mol} + 0,0100 \cdot 18 \text{ g/mol} = 16,1 \text{ g/mol}$$

10. Töltse ki a hiányzó adatokat!

	H₂	N₂	Elegy
Tömeg	6,0 g	56 g	$m_{\delta} =$
Moláris tömeg			$\bar{M} =$
Anyagmennyiség			$n_{\delta} =$
Móltört			
Mólszázalék			
Térfogatszázalék			
Nyomás	$p(\text{H}_2) =$	$p(\text{N}_2) =$	$p_{\delta} = 2,0 \text{ bar}$

Megoldás

	H₂	N₂	Elegy
Tömeg	6,0 g	56 g	$m_{\delta} = 62 \text{ g}$
Moláris tömeg	2,0 g/mol	28 g/mol	$\bar{M} = 12,4 \text{ g/mol}$
Anyagmennyiség	3,0 mol	2,0 mol	$n_{\delta} = 5,0 \text{ mol}$
Móltört	0,60	0,40	1
Mólszázalék	60%	40%	100%
Térfogatszázalék	60%	40%	100%
Nyomás	$p(\text{H}_2) = 1,2 \text{ bar}$	$p(\text{N}_2) = 0,80 \text{ bar}$	$p_{\delta} = 2,0 \text{ bar}$

11. Számítsa ki a gázelegy összes anyagmennyiségét, majd töltse ki a táblázat hiányzó adatokat, ha az összes nyomás $8,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, a tartály térfogata $62,5 \text{ dm}^3$ és a hőmérséklet $27 \text{ }^\circ\text{C}$!

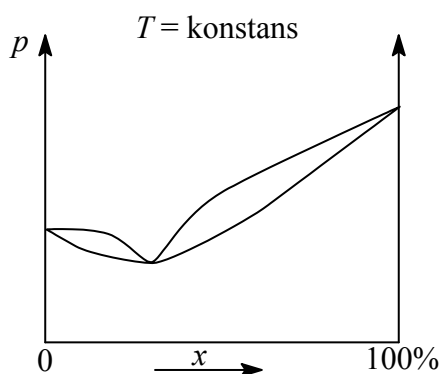
	CH₄	H₂	C₂H₆	Elegy
Tömeg	80 g			$m_{\delta} =$
Moláris tömeg				$\bar{M} =$
Anyagmennyiség		10 mol		$n_{\delta} =$
Móltört				
Mólszázalék				
Térfogatszázalék				
Nyomás	$p(\text{CH}_4) =$	$p(\text{H}_2) =$	$p(\text{C}_2\text{H}_6) =$	$p_{\delta} = 8,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

Megoldás

	CH ₄	H ₂	C ₂ H ₆	Elegy
Tömeg	80 g	20 g	150 g	$m_{\delta} = 250 \text{ g}$
Moláris tömeg	16 g/mol	2,0 g/mol	30 g/mol	$\bar{M} = 12,5 \text{ g/mol}$
Anyagmennyiség	5,0 mol	10 mol	5,0 mol	$n_{\delta} = 20 \text{ mol}$
Móltört	0,25	0,50	0,25	1
Mólszázalék	25%	50%	25%	100%
Térfogatszázalék	25%	50%	25%	100%
Nyomás	$p(\text{CH}_4) = 2,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$	$p(\text{H}_2) = 4,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$	$p(\text{C}_2\text{H}_6) = 2,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$	$p_{\delta} = 8,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

12. Válaszoljon a következő kérdésekre!

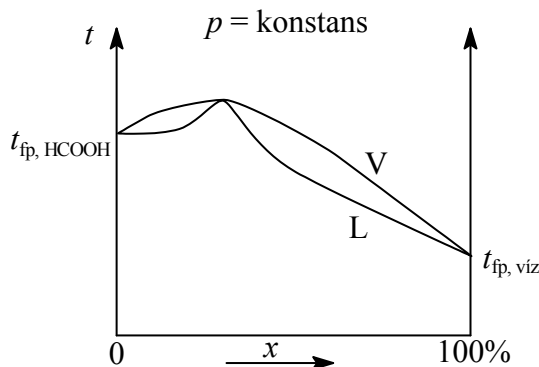
		Forráspont 0,1 MPa nyomáson	Mólszázalék	Az elegy forráspontja 0,1 MPa nyomáson
A)	Metanol	65 °C	62%	58 °C
	Benzol	80 °C	38%	
B)	Benzol	80 °C	50%	90 °C
	Toluol	110 °C	50%	
C)	HCOOH	100,7 °C	78%	107 °C
	H ₂ O	100 °C	22%	



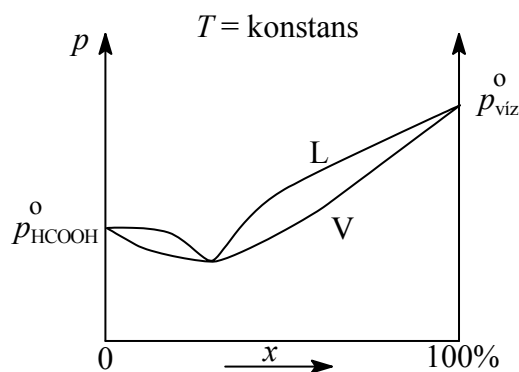
- A felsorolt folyadékelegyek közül melyikre jellemző a tenziógörbe!
- Adja meg, hogy mely komponens mólszázalékának függvényében történt az ábrázolás!
- Rajzolja fel a fenti tenziógörbének megfelelő forráspont diagramot! Jelölje be a két görbén a tiszta anyagok forráspontjait és tenzió adatait! Jelölje be mind a két diagramon a folyadék- és gőzgörbét!

Megoldás

- A C) folyadékelegy.
- A víz mólszázalékában történt az ábrázolás.
- Forráspont görbe:



Tenziógörbe:



- Adja meg, hogy forr-e 50°C hőmérsékleten az A és B komponenseket tartalmazó 50-50 mólszázalékos elegy, ha a külső nyomás 10^5 Pa és $p_A^{\circ} = 1,05 \text{ bar}$, $p_B^{\circ} = 0,66 \text{ bar}$!
 - Melyik az illékonyabb komponens? Indokoljon!
 - Számítsa ki, hogy milyen összetételű fenti elegy forr 50°C hőmérsékleten!

Megoldás:

- Akkor forr az elegy, ha az elegy tenziója eléri a külső légnyomás értékét, tehát az elegy tenzióját kell kiszámítani:

$$x_A = 0,50$$

$$x_B = 0,50$$

$$p_k = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1,0 \text{ bar}$$

$$p_A^{\circ} = 1,05 \text{ bar}$$

$$p_B^{\circ} = 0,66 \text{ bar}$$

$$p_{e,t} = x_A \cdot p_A^{\circ} + x_B \cdot p_B^{\circ} = 0,50 \cdot 1,05 \text{ bar} + 0,50 \cdot 0,66 \text{ bar} = 0,525 \text{ bar} + 0,33 \text{ bar} = 0,855 \text{ bar}$$

Mivel ez kisebb, mint a külső nyomás az elegy nem forr.

b) Az A komponens az illékonyabb, mert adott hőmérsékleten nagyobb a tenziója.

c) Mivel $x_A + x_B = 1$ és $x_B = 1 - x_A$

$$p_{e,t} = 1 \text{ bar} = x_A \cdot p_A^\circ + (1 - x_A) \cdot p_B^\circ = x_A \cdot 1,05 \text{ bar} + (1 - x_A) \cdot 0,66 \text{ bar}$$

$$\text{összefüggésből: } x_A = 0,87$$

Tehát az A komponensre nézve 0,87 móltörtös elegy forr 50 °C hőmérsékleten.

14. Egy elegy 2,0 mol pentánból és 3,0 mol hexánból áll. Milyen a folyadékelegy feletti gőz összetétele térfogatszázalékban, ha a $p(\text{pentán})^\circ = 1,15 \text{ bar}$, a $p(\text{hexán})^\circ = 0,36 \text{ bar}$?

Megoldás:

Akkor forr az elegy, ha az elegy tenziója eléri a külső légnyomás értékét, tehát az elegy tenzióját kell kiszámítani:

$$x_p = \frac{2,0 \text{ mol}}{5,0 \text{ mol}} = 0,40$$

$$x_h = 1 - 0,40 = 0,60$$

$$p(\text{pentán})^\circ = 1,15 \text{ bar}$$

$$p(\text{hexán})^\circ = 0,36 \text{ bar}$$

$$p_{e,t} = x_A \cdot p_A^\circ + x_B \cdot p_B^\circ = 0,40 \cdot 1,15 \text{ bar} + 0,60 \cdot 0,36 \text{ bar} = 0,46 \text{ bar} + 0,216 \text{ bar} = 0,676 \text{ bar}$$

$$\text{mivel } p(\text{pentán}) = x_A \cdot p_A^\circ = 0,46 \text{ bar}$$

$$\text{és } p_A = x_A' \cdot p_{e,t}$$

$$\text{és } x_A' = \frac{0,46 \text{ bar}}{0,676 \text{ bar}} = 0,68 = 68\% = \varphi(\text{pentán})$$

$\varphi(\text{hexán}) = 32\%$ a gőzelegyben.

15. Számítsa ki, hogy hány kg vízgőz szükséges 2,50 kg nitrobenzol vízgőz-desztillációjához, ha a desztilláció 0,990 bar nyomáson megy végbe és $p(\text{nitrobenzol})^\circ = 0,026 \text{ bar}$!

$$m_A = 2,50 \text{ kg}$$

$$p_k = 0,990 \text{ bar}$$

$$p(\text{nitrobenzol})^\circ = 0,026 \text{ bar}$$

$$m(\text{víz}) = ?$$

$$p(\text{víz})^\circ = p_k - p_A = 0,99 \text{ bar} - 0,026 \text{ bar} = 0,964 \text{ bar}$$

$$M(\text{nitrobenzol}) = 123 \text{ g/mol}$$

$$\frac{m_{\text{víz}}}{m_A} = \frac{p_{\text{víz}}^\circ \cdot M_{\text{víz}}}{p_A^\circ \cdot M_A}$$

$$m(\text{víz}) = \frac{p_{\text{víz}}^\circ \cdot M_{\text{víz}} \cdot m_A}{p_A^\circ \cdot M_A} = \frac{0,964 \text{ bar} \cdot 18 \text{ g/mol} \cdot 2,5 \text{ kg}}{0,026 \text{ bar} \cdot 123 \text{ g/mol}} = 13,6 \text{ kg gőz kell.}$$

Gyakorló feladatok

16. 50,0 g NaOH-t 1500 g vízben oldva az oldat sűrűsége $1,10 \text{ g/cm}^3$. Számítsa ki az oldatban a NaOH tömegszázalékát, tömegkoncentrációját, anyagmennyiség-koncentrációját, molalitását, móltörtjeit, mólszázalékait! ($w = 3,2\%$, $35,5 \text{ g/dm}^3$, $0,89 \text{ mol/dm}^3$, $0,83 \text{ mol/kg}$, $x(\text{NaOH}) = 0,015 = 1,5\%$, $x(\text{víz}) = 0,985 = 98,5\%$)
17. Egy $5,00 \text{ dm}^3$ térfogatú edény $5,00 \text{ g H}_2$ -t és $2,50 \text{ g O}_2$ -t tartalmaz $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten. Számítsa ki, a parciális nyomásokat, az össznyomást, az elegy térfogatszázalékos összetételét és az elegy átlagos moláris tömegét! ($1,09 \cdot 10^6 \text{ Pa H}_2$, $3,4 \cdot 10^4 \text{ Pa O}_2$, $1,13 \cdot 10^6 \text{ Pa}$, $96,9\% \text{ H}_2$ és $3,1\% \text{ O}_2$, $2,93 \text{ g/mol}$)
18. Egy $4,00 \text{ dm}^3$ térfogatú tartály $0,800 \text{ g H}_2$ -t és $6,30 \text{ g N}_2$ -t tartalmaz $0 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten. Számítsa ki a parciális nyomásokat, az össznyomást, az elegy térfogatszázalékos összetételét és az elegy átlagos moláris tömegét! ($2,24 \cdot 10^5 \text{ Pa H}_2$, $1,26 \cdot 10^5 \text{ Pa N}_2$, $3,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $64\% \text{ H}_2$ és $36\% \text{ N}_2$, $11,4 \text{ g/mol}$)
19. Számítsa ki a levegő átlagos moláris tömegét, ha a levegő $21,0$ – $79,0$ térfogatszázalék O_2 – N_2 elegye! ($28,8 \text{ g/mol}$)
20. Adja meg az elegy térfogatszázalékos összetételét, ha az O_2 – H_2 gázelegy átlagos moláris tömege $8,0 \text{ g/mol}$! ($20\% \text{ O}_2$ és $80\% \text{ H}_2$)
21. Számítsa ki a propán égésénél $100 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten a füstgáz térfogatszázalékos összetételét, ha $10,0\%$ -os oxigéngáz-felesleget alkalmaztunk! ($40\% \text{ CO}_2$, $53,3\% \text{ víz}$ és $6,7\% \text{ O}_2$)
22. Számítsa ki, hogy a metán égésénél $25 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten milyen a füstgáz térfogatszázalékos összetétele, ha $20,0\%$ -os O_2 -felesleget alkalmaztunk! ($71,4\% \text{ CO}_2$, $28,6\% \text{ O}_2$)
23. Egy 200 dm^3 térfogatú tartályban $60 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten vízgőzzel telített levegő van. Az össznyomás $1,10 \text{ bar}$. Számítsa ki a száraz levegő tömegét, ha a víz tenziója ezen a hőmérsékleten $19\,900 \text{ Pa}$! (189 g)
24. SO_2 -tartalmú, $30 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű és $2,00 \text{ bar}$ össznyomású gázelegy $10,0 \text{ dm}^3$ térfogata 2000 cm^3 térfogatú, $0,120 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú KMnO_4 -oldatot szintelenít el. Számítsa ki a SO_2 parciális nyomását és a térfogatszázalékos összetételét a gázelegyenben!
($1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $75,6\%$)
Kiegészítendő egyenlet: $\text{KMnO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
25. A levegő nyomása $90,0 \text{ kPa}$, hőmérséklete $30 \text{ }^\circ\text{C}$, relatív nedvességtartalma $60,0\%$. A száraz levegő összetétele $80,0$ térfogatszázalék nitrogén, $20,0$ térfogatszázalék oxigén. A vízgőz tenziója $30 \text{ }^\circ\text{C}$ -on: 31156 Pa .
- a) Számítsa ki a levegő térfogatszázalékos összetételét! (vízgőz: $20,8\%$, nitrogén: $63,4\%$, oxigén: $15,8\%$)
- b) Számítsa ki a levegő abszolút sűrűségét! ($0,950 \text{ kg/m}^3$)
26. a) Adja meg, hogy forr-e a pentán és hexán 80 – 20 mólszázalékos elegye $40 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten, ha a külső nyomás $1,0 \text{ bar}$ és $p(\text{pentán})^0 = 1,15 \text{ bar}$, $p(\text{hexán})^0 = 0,36 \text{ bar}$! (nem forr)
- b) Milyen összetételű fenti elegy forr $40 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten? [$x(\text{pentán}) = 0,81$ elegy forr]

27. Egy elegy azonos tömegű benzolból és heptánból áll. A tiszta benzol gőznyomása 20 °C hőmérsékleten 0,0987 bar, a tiszta heptáné 0,046 bar. Számítsa ki a folyadékelegy feletti gőzelegy térfogatszázalékos összetételét! (benzolra nézve a gőz 73,2%-os)
28. Anilin és vízgőz keveréke 98,4 °C-on desztillálható át. Számítsa ki, hogy hány g vízgőzzel lehet 100 g tömegű anilint átdesztillálni, ha $p(\text{anilin})^0 = 5666 \text{ Pa}$, $p(\text{víz})^0 = 95600 \text{ Pa}$! (326 g víz)
29. A benzolt szennyeződéseitől vízgőzdesztillációval tisztíthatjuk meg, hány g benzol hajtható át 400 g vízgőzzel 68,7 °C hőmérsékleten és 1,05 bar nyomáson, ha a benzol tenziója ezen a hőfokon 0,680 bar? ($3,19 \cdot 10^3 \text{ g}$)
30. Számítsa ki a 25,00 g etil-acetátból és 50,00 g etil-propionátból álló ideális elegy gőznyomását 20 °C-on! (5897 Pa)
- A tiszta etil-acetát gőznyomása 20 °C-on: 9703 Pa
- A tiszta etil-propionát gőznyomása 20 °C-on: 3692 Pa

5. HÍG OLDATOK TÖRVÉNYEI



Ennek a témakörnek az a célja, hogy átismételjük

- a híg oldatokról,
- a tenziógörbéről tanultakat,
- a feladatok megoldását a tenziócsökkenés, a fagyáspontcsökkenés, a forráspont-emelkedés és az ozmózisnyomás törvényével kapcsolatban.

A feladatok megoldásához szükséges elméleti ismeretek összefoglalása

Híg oldatoknak nevezzük azokat az oldatokat, amelyekben az oldott anyag móltörtje $x_A < 0,01$.

Tenziócsökkenés (gőznyomáscsökkenés) törvénye:

Adott hőmérsékleten az oldat tenziója mindig kisebb, mint a tiszta oldószeré.

$$\Delta p = p_{\text{oldószer}} - p_{\text{oldat}}$$

ahol:

$p_{\text{oldószer}}$ az oldószer tenziója adott hőmérsékleten, (Pa),

p_{oldat} az oldat tenziója adott hőmérsékleten, (Pa).

$$\Delta p = x_A \cdot p_{\text{oldószer}}^\circ$$

ahol:

Δp a tenziócsökkenés, (Pa),

x_A az oldott anyag móltörtje,

$p_{\text{oldószer}}^\circ$ a tiszta oldószer tenziója adott hőmérsékleten, (Pa).

Fagyáspontcsökkenés törvénye:

Adott nyomáson az oldat fagyáspontja mindig kisebb, mint a tiszta oldószeré.

$$\Delta T_{\text{fagy}} = T_{\text{oldószer}} - T_{\text{oldat}}$$

ahol:

ΔT_{fagy} fagyáspontcsökkenés értéke, (°C vagy K),

$T_{\text{oldószer}}$ az oldószer fagyáspontja, (°C vagy K),

T_{oldat} az oldat fagyáspontja, (°C vagy K).

$$\Delta T_{\text{fagy}} = m_B \cdot \Delta T_{m, \text{fagy}}$$

ahol:



ΔT_{fagy} a fagyáspontcsökkenés értéke, ($^{\circ}\text{C}$ vagy K),

m_{B} az oldat molalitása, Raoult-töménysége $\left(\frac{\text{mol}}{\text{kg}}\right)$.

$\Delta T_{\text{m, fagy}}$ a molális fagyáspontcsökkenés, az oldószer anyagi minőségére jellemző állandó, néhány anyag esetén a Függvénytáblázatban megtalálható,

$$\left(\frac{\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}}{\text{mol}}\right).$$

Forráspont-emelkedés törvénye:

$$\Delta T_{\text{forr}} = T_{\text{oldat}} - T_{\text{oldószer}}$$

ahol:

ΔT_{forr} a forráspont-emelkedés értéke, ($^{\circ}\text{C}$ vagy K),

$T_{\text{oldószer}}$ az oldószer forráspontja, ($^{\circ}\text{C}$ vagy K),

T_{oldat} az oldat forráspontja, ($^{\circ}\text{C}$ vagy K).

$$\Delta T_{\text{forr}} = m_{\text{B}} \cdot \Delta T_{\text{m,forr}}$$

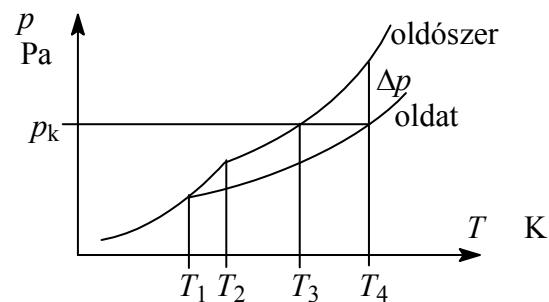
ahol: ΔT_{forr} a forráspont-emelkedés értéke, ($^{\circ}\text{C}$),

m_{B} az oldat molalitása, Raoult-töménysége $\left(\frac{\text{mol}}{\text{kg}}\right)$,

$\Delta T_{\text{m,forr}}$ a molális forráspont emelkedése, az oldószer anyagi minőségére jellemző állandó, néhány anyag esetén a Függvénytáblázatban megtalálható,

$$\left(\frac{\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}}{\text{mol}}\right).$$

A tenziócsökkenés, a fagyáspontcsökkenés és a forráspont-emelkedés ábrázolása tenziógörbén:



Ahol:

Δp T_4 hőmérsékleten az oldat tenziócsökkenése az oldószerhez képest (Pa),

T_2 az oldószer fagyáspontja, (K),

T_1 az oldat fagyáspontja, (K),

T_3 az oldószer forráspontja, (K),

T_4 az oldat forráspontja, (K).

Ozmózis nyomás törvénye:

$$\pi = c \cdot R \cdot T$$

ahol:

π az ozmózisnyomás, (Pa),

c az anyagmennyiség-koncentráció, (mol/m³),

R a moláris gázállandó, amelynek az értéke $R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$.

T az abszolút hőmérséklet, (K).

A híg oldatok törvényei az elektrolit oldatokra módosítottan érvényesek:

Elektrolitoknak nevezzük azokat az oldatokat és olvadékokat, amelyek vezetnek az áramot, tehát szabad mozgásra képes ionok vannak bennük.

Elektrolitos disszociáció olyan reverzibilis bomlásfolyamat, amelyben oldószer vagy hő hatására szabadon mozgó ionok keletkeznek.

Az elektrolitos disszociáció jellemzői:

A **disszociációfok** azt fejezi ki, hogy az anyag hányad része bomlik el. Jele: α

$$\alpha = \frac{n_{\text{disszociált}}}{n_{\text{kiindulási}}} \quad \text{vagy} \quad \alpha = \frac{c_{\text{disszociált}}}{c_{\text{kiindulási}}}$$

ilyenkor $0 \leq \alpha \leq 1$

A disszociációfokot kifejezhetjük százalékban is:

$$\alpha = \frac{n_{\text{disszociált}}}{n_{\text{kiindulási}}} \cdot 100 \quad \text{vagy} \quad \alpha = \frac{c_{\text{disszociált}}}{c_{\text{kiindulási}}} \cdot 100$$

ilyenkor $0\% \leq \alpha \leq 100\%$

ahol:

$n_{\text{disszociált}}$, $c_{\text{disszociált}}$ a disszociált anyagmennyiség, illetve a disszociált anyag koncentrációja,

$n_{\text{kiindulási}}$, $c_{\text{kiindulási}}$ a kiindulási anyagmennyiség, illetve a kiindulási anyag koncentrációja.

A **van't Hoff-tényező** azt fejezi ki, hogy hány-szorosra nő az anyagmennyiség a disszociáció során. Jele: i . Mértékegysége nincs.

$$i = 1 + \alpha(v - 1)$$

ahol: α a disszociációfok,

v azt jelenti, hogy 1 mol anyag hány mol részecskére bomlik a disszociáció során.

A disszociáció további jellemzőivel a III/8. Fejezet foglalkozik.

Tenziócsökkenés (gőznyomáscsökkenés) törvénye:

$$\Delta p = i \cdot x_A \cdot p_{\text{oldósz}}^{\circ}$$

ahol:

i a van't Hoff-tényező,

Δp a tenziócsökkenés, (Pa),

x_A az oldott anyag móltörtje,

$p_{\text{oldósz}}^{\circ}$ a tiszta oldószertenzója adott hőmérsékleten, (Pa).

A disszociáció további jellemzőivel III/8. fejezet foglalkozik.

Fagyáspontcsökkenés törvénye:

$$\Delta T_{\text{fagy}} = i \cdot m_B \cdot \Delta T_{\text{m, fagy}}$$

ahol:

i a van't Hoff-tényező

ΔT_{fagy} a fagyáspontcsökkenés értéke, (°C),

m_B az oldat molalitása, Raoult-töménysége, $\left(\frac{\text{mol}}{\text{kg}}\right)$,

$\Delta T_{\text{m, fagy}}$ a molális fagyáspontcsökkenés, az oldószerteny minőségére jellemző állandó, néhány anyag esetén a Függvénytáblázatban megtalálható,

$$\left(\frac{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{mol}}\right).$$

Forráspont-emelkedés törvénye:

$$\Delta T_{\text{forr}} = i \cdot m_B \cdot \Delta T_{\text{m, forr}}$$

ahol:

i a van't Hoff-tényező

ΔT_{forr} a forráspont-emelkedés értéke, (°C),

m_B az oldat molalitása, Raoult-töménysége, $\left(\frac{\text{mol}}{\text{kg}}\right)$,

$\Delta T_{\text{m, forr}}$ a molális forráspont-emelkedés, az oldószerteny minőségére jellemző állandó, néhány anyag esetén a Függvénytáblázatban megtalálható,

$$\left(\frac{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{mol}}\right).$$

Ozmózisnyomás törvénye:

$$\pi = i \cdot c \cdot R \cdot T$$

ahol: i a van't Hoff-tényező

π az ozmózisnyomás, (Pa),

c az anyagmennyiség-koncentráció, (mol/m^3)

R a moláris gázállandó, amelynek az értéke $R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$.

T az abszolút hőmérséklet, (K).

Mintafeladatok

A híg oldatok törvényei szigorúan csak akkor érvényesek, ha az oldott anyag móltörtje kisebb, mint 0,01. A következő feladatokban akkor is alkalmazzuk a törvényeket, ha ez a feltétel nem teljesül.

1. Számítsa ki a 25 °C hőmérsékletű, 5,00 tömegszázalékos vizes glicerinoldat gőznyomását, ha a víz tenziója ezen a hőmérsékleten 3167 Pa!

Megoldás:

$$t = 25 \text{ °C}$$

$$w(\text{glicerin}) = 5,00\%$$

$$p_{\text{vz}}^{\circ} = 3167 \text{ Pa}$$

$$p_{\text{oldat}} = ?$$

Az oldat tömegszázalékos összetételét át kell számítani móltörré:

$w(\text{glicerin}) = 5,00\%$ azt jelenti, hogy 100 g oldatban 5,0 g glicerin és 95 g víz van.

A glicerin anyagmennyisége:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{5,00 \text{ g}}{92 \text{ g/mol}} = 0,054 \text{ mol}$$

$$n(\text{víz}) = \frac{95 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 5,28 \text{ mol}$$

$$n_{\text{ö}} = 5,334 \text{ mol}$$

$$x(\text{glicerin}) = \frac{n_{\text{glic}}}{n_{\text{ö}}} = \frac{0,054 \text{ mol}}{5,334 \text{ mol}} = 0,0101$$

Tenziócsökkenés (gőznyomáscsökkenés) törvénye:

$$\Delta p = x_A \cdot p_{\text{oldószér}}^{\circ} = 0,0101 \cdot 3167 \text{ Pa} = 32,0 \text{ Pa}$$

$$p_{\text{oldat}} = 3167 \text{ Pa} - 32,0 \text{ Pa} = 3135 \text{ Pa}$$

2. Számítsa ki a 6,0 tömegszázalékos vizes répacukoroldat ($M = 342 \text{ g/mol}$) fagyáspontját,

$$\text{ha a } \Delta T_{\text{m,fagy}}(\text{víz}) = 1,86 \frac{\text{°C} \cdot \text{kg}}{\text{mol}} !$$

Megoldás:

$$w(\text{répacukor}) = 6,0\%$$

$$M(\text{répacukor}) = 342 \text{ g/mol}$$

$$\Delta T_{m,\text{fagy}}(\text{víz}) = 1,86 \frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{kg}}{\text{mol}}$$

$$\Delta T_{\text{fagy}} = ?$$

Az oldat tömegszázalékos összetételét át kell számítani Raoult-töménységre:

$w(\text{répacukor}) = 6,0\%$ azt jelenti, hogy 100 g oldatban 6,0 g répacukor és 94 g víz van.

A répacukor anyagmennyisége:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{6,0 \text{ g}}{342 \text{ g/mol}} = 0,0175 \text{ mol}$$

$$m_B(\text{répacukor}) = \frac{n_{o.a.}}{m_{o.sz.}} = \frac{0,0175 \text{ mol}}{0,094 \text{ kg}} = 0,186 \frac{\text{mol}}{\text{kg}}$$

A fagyáspontcsökkenés törvénye:

$$\Delta T_{\text{fagy}} = m_B \cdot \Delta T_{m,\text{fagy}} = 0,186 \frac{\text{mol}}{\text{kg}} \cdot 1,86 \frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{kg}}{\text{mol}} = 0,35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

A víz 0 °C-on fagy meg, az oldat fagyáspontja csökken 0,35 °C-kal, így az oldat fagyáspontja mínusz 0,35 °C.

3. Egy szerves vegyület 10 tömegszázalékos vizes oldatának a forráspontja 100,8 °C!

Számítsa ki a moláris tömegét a szerves vegyületnek! $\Delta T_{m,\text{forr}}(\text{víz}) = 0,52 \frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{kg}}{\text{mol}}$

Megoldás:

$$\Delta T_{\text{forr}} = 0,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$w = 10\%$$

$$M = ?$$

$$\Delta T_{m,\text{forr}}(\text{víz}) = 0,52 \frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{kg}}{\text{mol}}$$

A forráspont-emelkedés törvénye:

$$\Delta T_{\text{forr}} = m_B \cdot \Delta T_{m,\text{forr}}$$

$$m_B = \frac{\Delta T_{\text{forr}}}{\Delta T_{m,\text{forr}}} = \frac{0,8 \text{ }^{\circ}\text{C}}{0,52 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{kg/mol}} = 1,54 \frac{\text{mol}}{\text{kg}}$$

$w = 10\%$ azt jelenti, hogy 100 g oldatban 10 g szerves vegyület és 90 g víz van.

m g szerves anyag van 1000 g vízben

$$m(\text{szerves anyag}) = 111 \text{ g}$$

$m_B = 1,54 \frac{\text{mol}}{\text{kg}}$ azt jelenti, hogy 1,54 mol szerves anyag van 1000 g vízben.

$$M(\text{szervesanyag}) = \frac{m}{n} = \frac{111 \text{ g}}{1,54 \text{ mol}} = 72 \text{ g/mol}$$

4. Számítsa ki a tömegszázalékos összetételét annak a vizes karbamidoldatnak $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$, amely $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletig nem fagy meg! $\Delta T_{m, \text{fagy}}(\text{víz}) = 1,86 \frac{^\circ\text{C} \cdot \text{kg}}{\text{mol}}$

Megoldás:

$w = ?\%$

$M = 60 \text{ g/mol}$

$$\Delta T_{m, \text{fagy}}(\text{víz}) = 1,86 \frac{^\circ\text{C} \cdot \text{kg}}{\text{mol}}$$

$$\Delta T_{\text{fagy}} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

A fagyáspontcsökkenés törvénye:

$$\Delta T_{\text{fagy}} = m_B \cdot \Delta T_{m, \text{fagy}}$$

$$m_B = \frac{\Delta T_{\text{fagy}}}{\Delta T_{m, \text{fagy}}} = \frac{10 \text{ }^\circ\text{C}}{1,86 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{kg/mol}} = 5,38 \frac{\text{mol}}{\text{kg}}$$

$m_B = 5,38 \frac{\text{mol}}{\text{kg}}$ azt jelenti, hogy 5,38 mol karbamid van 1000 g vízben.

$$m(\text{karbamid}) = n \cdot M = 5,38 \text{ mol} \cdot 60 \text{ g/mol} = 323 \text{ g}$$

$$m_o = 1000 \text{ g} + 323 \text{ g} = 1323 \text{ g}$$

$$w(\text{karbamid}) = \frac{m}{M} \cdot 100 = \frac{323 \text{ g}}{1323 \text{ g}} \cdot 100 = 24,4\%$$

5. a) Számítsa ki 15 tömegszázalékos vizes glükózoldat ozmózisnyomását 30 °C hőmérsékleten, ha az oldat sűrűsége 1,2 g/cm³!
 b) Hogyan változik az ozmózisnyomás, ha az oldatot tízszeresre hígítjuk?

Megoldás:

a)

$$t = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T = 303 \text{ K}$$

$$w(\text{glükóz}) = 15\%$$

$$M(\text{glükóz}) = 180 \text{ g/mol}$$

$$\rho = 1,2 \text{ g/cm}^3$$

$$\pi = ?$$

Az oldat tömegszázalékos összetételét át kell számítani anyagmennyiség-koncentrációra:

$w(\text{glükóz}) = 15\%$ azt jelenti, hogy 100 g oldatban 15 g glükóz van.

$$n(\text{glükóz}) = \frac{m}{M} = \frac{15 \text{ g}}{180 \text{ g/mol}} = 0,0833 \text{ mol}$$

$$V(\text{oldat}) = \frac{m}{\rho} = \frac{100 \text{ g}}{1,2 \text{ g/cm}^3} = 83,3 \text{ cm}^3$$

$$c(\text{glükóz}) = \frac{n}{V} = \frac{0,0833 \text{ mol}}{0,0833 \text{ dm}^3} = 1,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 1000 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$$

$$\pi = c \cdot R \cdot T = 1000 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 303 \text{ K} = 2,5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

b) Az oldat tízszeres hígítása után az anyagmennyiség-koncentráció a tizedére csökken és az ozmózisnyomás is a tizedére csökken, tehát a hígított oldat ozmózisnyomása $2,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ lesz.

6. A $w = 6,00\%$ -os AlCl_3 -oldatban a kloridion-koncentráció $1,30 \text{ mol/dm}^3$, az oldat sűrűsége $1,05 \text{ g/cm}^3$. Számítsa ki:

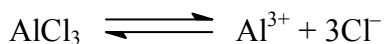
a) az alumíniumion-koncentrációt,

b) a disszociációfokot,

c) az oldat forráspontját 10^5 Pa nyomáson! $\Delta T_{\text{m,forr}}(\text{víz}) = 0,52 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{kg/mol}$

Megoldás:

a)



$$c(\text{Al}^{3+}) = \frac{1,30 \text{ mol/dm}^3}{3} = 0,433 \text{ mol/dm}^3$$

$w = 6,0\%$ azt jelenti, hogy 100 g oldatban 6,00 g AlCl_3 és 94,0 g víz van.

$$n(\text{AlCl}_3) = \frac{m}{M} = \frac{6,00 \text{ g}}{133,5 \text{ g/mol}} = 0,0449 \text{ mol}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad V = \frac{m}{\rho} = \frac{100 \text{ g}}{1,05 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 95,2 \text{ cm}^3$$

$$c(\text{AlCl}_3) = \frac{n}{V} = \frac{0,0449 \text{ mol}}{0,0952 \text{ dm}^3} = 0,472 \text{ mol/dm}^3$$

b)

1 mol Al^{3+} -ion 1 mol disszociált AlCl_3 -ből keletkezik, tehát $0,443 \text{ mol/dm}^3$ Al^{3+} -ion koncentráció $0,443 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú disszociált AlCl_3 -ből keletkezett.

$$\alpha = \frac{c_{\text{disszociált}}}{c_{\text{kiindulási}}} = \frac{0,433 \text{ mol/dm}^3}{0,472 \text{ mol/dm}^3} = 0,917 = 91,7\%$$

c)

A forráspont-emelkedést disszociáló vegyületnél a következő összefüggéssel lehet kiszámolni:

$$\Delta T_{\text{forr}} = i \cdot m_{\text{B}} \cdot \Delta T_{\text{m, forr}}$$

$$\alpha = 0,917 \text{ és } \nu = 4$$

$$i = 1 + \alpha(\nu - 1) = 1 + 0,917(4 - 1) = 3,75$$

$$m_{\text{B}} = \frac{n_{\text{AlCl}_3}}{m_{\text{víz}}} = \frac{0,0449 \text{ mol}}{0,0940 \text{ kg}} = 0,478 \text{ mol/kg víz}$$

$$\Delta T_{\text{forr}} = i \cdot m_{\text{B}} \cdot \Delta T_{\text{m, forr}} = 3,75 \cdot 0,478 \text{ mol/kg} \cdot 0,52 \text{ K} \cdot \text{kg/mol} = 0,93 \text{ K}$$

$$\Delta t = 0,93 \text{ }^\circ\text{C}$$

Tehát az oldat forráspontja $100,93 \text{ }^\circ\text{C}$.

Gyakorló feladatok

- Jelölje be az oldószer és az oldat tenziógörbáját ábrázoló diagramon az
 - az oldat tenziócsökkenését,
 - az oldat forráspont-emelkedését!
- Számítsa ki a 25,0 tömegszázalékos karbamidoldat [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$] gőznyomáscsökkenését $25 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten, ha a víz tenziója ezen a hőfokon 3167 Pa ! (288 Pa)
- Adja meg a 2,00 mol/kg molalitású vizes glicerindat gőznyomáscsökkenését és gőznyomását $30 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten, ha a víz tenziója ezen a hőmérsékleten 4236 Pa ! (147 Pa , 4089 Pa)
- Számítsa ki, hogy befagy-e a cukorgyári csővezetékben a cukoroldat, ha az áramló vizes oldat kilogrammonként 450 g répacukrot ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) tartalmaz és a környezet -2°C hőmérsékletű! (fagyáspont $-4,4 \text{ }^\circ\text{C}$, nem fagy be)
- Adja meg, hogy hány gramm glicerint kell 1000 g hűtőfolyadéknak tartalmaznia ahhoz, hogy az csak $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ -on fagyjon meg! (331 g)
- Számítsa ki a moláris tömegét annak a szerves vegyületnek, amelynek $3,52 \text{ g}$ -ját $23,8 \text{ g}$ ecetsavban oldva a forráspont-emelkedés $1,68 \text{ }^\circ\text{C}$ és $\Delta T_{\text{m, forr}} = 3,07 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{kg/mol}$! (270 g/mol)

13. 3,28 g antracént ($C_{14}H_{10}$) 48,7 g kámforban oldva az oldat dermedéspontja $14,3\text{ }^\circ\text{C}$ -kal alacsonyabb a tiszta kámforénál. Számítsa ki a kámfor molális fagyáspontcsökkenését! ($37,7\text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{kg/mol}$)
14. Számítsa ki a dioxán molális forráspont-emelkedését, ha 173 g dioxánban 2,58 g naftalint oldva az oldat forráspont-emelkedése $0,364\text{ }^\circ\text{C}$! ($3,12\text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{kg/mol}$)
15. Adja meg a moláris tömegét annak a szerves vegyületnek, melynek 0,61 g-ját 19,39 g vízben oldva a keletkező oldat fagyáspontja $-0,93\text{ }^\circ\text{C}$! (63 g/mol)
16. Hány tömegszázalékos a glikol vizes oldata, ha $-25,0\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten fagy meg? ($45,4\%$)
17. Adja meg a moláris tömegét annak a szerves vegyületnek, melynek $w = 6,50\%$ -os vizes oldatának ozmózisnyomása $25\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten $9,20\text{ bar}$ és az oldat sűrűsége $1,10\text{ g/cm}^3$! (192 g/mol)
18. Számítsa ki az ozmózisnyomását a $6,0$ tömegszázalékos vizes karbamidoldatnak [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$] $22\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten, ha az oldat sűrűsége $1,1\text{ g/cm}^3$! ($2,7 \cdot 10^6\text{ Pa}$)
19. 100 g vízből és $8,55\text{ g}$ szacharózból ($C_{12}H_{22}O_{11}$) oldatot készítettünk. Az oldat sűrűsége $1,10\text{ g/cm}^3$.
- Számítsa ki az oldat anyagmennyiség-koncentrációját! ($0,253\text{ mol/dm}^3$)
 - Adja meg az oldat molalitását! ($0,250\text{ mol/kg}$)
 - Határozza meg az oldatban az ozmózisnyomás értékét $20\text{ }^\circ\text{C}$ -on! ($6,16 \cdot 10^5\text{ Pa}$)
 - Számítsa ki az oldat fagyáspontját és a forráspontját! ($-0,465\text{ }^\circ\text{C}$, $100,13\text{ }^\circ\text{C}$)
 $\Delta T_{m, \text{forr}}(\text{H}_2\text{O}) = 0,52\text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{kg/mol}$, $\Delta T_{m, \text{fagy}}(\text{H}_2\text{O}) = 1,86\text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{kg/mol}$
20. Egy répacukoroldat ($M_r(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 342$) fagyáspontja $-0,500\text{ }^\circ\text{C}$
- Adja meg az oldat molalitását, ha $\Delta T_{m, \text{fagy}}(\text{H}_2\text{O}) = 1,86\text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{kg/mol}$! ($0,269\text{ mol/kg}$)
 - Számítsa ki az oldat ozmózisnyomását a fagyáspont hőmérsékletén, ha az oldat sűrűsége $1,10\text{ g/cm}^3$! ($6,65 \cdot 10^5\text{ Pa}$)
 - Számítsa ki az oldat felett a telített gőztér nyomását, ha az adott hőmérsékleten a víz tenziója 602 Pa ! (599 Pa)
 - Adja meg, hogy mennyi répacukrot kell még $10,0\text{ dm}^3$ oldathoz adni, hogy fagyáspontja $-1,00\text{ }^\circ\text{C}$ legyen! (926 g)
21. A vizes rezorcinoldat ($\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$) ozmózisnyomása $20\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten $1,965 \cdot 10^6\text{ Pa}$. Az oldat sűrűsége $1,09\text{ g/cm}^3$. Számítsa ki:
- az oldat tömegszázalékos összetételét, ($8,14\%$)
 - az oldat mólszázalékos összetételét, ($1,43\%$)
 - az oldat fagyáspontját, ($-1,50\text{ }^\circ\text{C}$)
 - az oldat gőznyomását $20\text{ }^\circ\text{C}$ -on! ($2,30 \cdot 10^3\text{ Pa}$)
- $\Delta T_{m, \text{fagy}}(\text{H}_2\text{O}) = 1,86\text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{kg/mol}$ és a tiszta víz gőznyomása ezen a hőmérsékleten 2333 Pa .
22. Egy vegyületből 90 g -ot vízben feloldottuk, az oldat térfogatát 1000 cm^3 -re kiegészítettük. Az oldott anyag nem disszociál. Az oldat ozmózisnyomása $25\text{ }^\circ\text{C}$ -on 1239 kPa .
- Adja meg az oldat anyagmennyiség-koncentrációját! ($0,500\text{ mol/dm}^3$)
 - Mekkora az oldott anyag moláris tömege? (180 g/mol)

23. Számítsa ki a $w = 12\%$ -os kálium-karbonát-oldatban a disszociációfok értékét $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten, ha az oldat tenziója 577 Pa ! A víz tenziója ezen a hőmérsékleten 603 Pa . (73%)
24. $0,500\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú alumínium-szulfát-oldat fagyáspontja 10^5 Pa nyomáson $-2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, sűrűsége $1,16\text{ g/cm}^3$. Határozza meg a disszociációfok értékét és adja meg, hogy hány mól ion van az oldat $1,0\text{ dm}^3$ -ében! $\Delta T_{m,\text{fagy}} = 1,86\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{kg/mol}$ (30,7%, 0,770 mol)
25. A $0,50\text{ mol}$ alumínium-szulfátot 1000 g vízben oldunk. Az oldat sűrűsége $1,16\text{ g/cm}^3$, az ozmózisnyomása $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten $2,5 \cdot 10^6\text{ Pa}$. Számítsa ki az oldat fagyáspontját! $\Delta T_{m,\text{fagy}} = 1,86\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{kg/mol}$ ($-2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$)

6. REAKCIÓSEBESSÉG



Ennek a témakörnek az a célja, hogy átismételjük

- a reakciósebességről,
- a sebességi egyenletről,
- a homogén elsőrendű reakciókról tanultakat és
- a feladatok megoldását a reakciósebesség, a homogén, elsőrendű folyamatokkal kapcsolatban.

A feladatok megoldásához szükséges elméleti ismeretek összefoglalása

A *reakciósebesség* alatt értjük: az időegység alatt bekövetkező koncentrációváltozást.

$$\bar{v} = \pm \frac{\Delta c}{\Delta t}$$

ahol:

\bar{v} az átlagsebesség, a mértékegysége lehet $\left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}}\right)$,

Δc az anyagmennyiség-koncentráció változás $\left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)$,

Δt az eltelt idő (s).

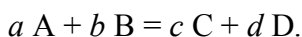
$\bar{v} = + \frac{\Delta c}{\Delta t}$, ha a keletkező anyagokra írjuk fel az átlagsebességet,

$\bar{v} = - \frac{\Delta c}{\Delta t}$, ha a kiindulási anyagokra írjuk fel az átlagsebességet.



A *sebességi egyenlet* a reakciósebesség és a kiindulási anyagok koncentrációjának kapcsolatát fejezi ki:

Legyen a következő reakcióegyenlet



A *sebességi egyenlet* kifejezi, hogy a reakciósebesség a kiindulási anyagok pillanatnyi koncentrációinak megfelelő hatványon vett szorzatával arányos:

$$v = k \cdot [A]^a \cdot [B]^b$$

ahol:

v a reakciósebesség, [mértékegysége lehet $\left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}}\right)$],

[A] és [B] az A és B anyag pillanatnyi koncentrációja, $\left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)$,

a és b a reakcióegyenletben szereplő sztöchiometriai számok,

k a sebességi állandó, adott reakcióra, adott hőmérsékleten állandó (konstans) érték.

A *kinetikus rendűség* a sebességi egyenletben szereplő kitevők összegével egyenlő, ha ezt a kísérleti eredmények is igazolják.

Kinetikusan *elsőrendű reakció*, például: $A = B + C$,

mert a felírt sebességi egyenlet: $v = k \cdot [A]$

Kinetikusan *másodrendű reakció*, például: $2A = B + C$,

mert a felírt sebességi egyenlet: $v = k \cdot [A]^2$

és $A + B = C$,

mert a felírt sebességi egyenlet: $v = k \cdot [A] \cdot [B]$.

Homogén elsőrendű reakcióknál a sebességi állandó és a kiindulási és átalakult koncentráció kapcsolatát a következő összefüggés fejezi ki:

$$k = \frac{2,303}{t} \cdot \lg \frac{c_o}{c_o - c} = \frac{2,303}{t} \cdot \lg \frac{c_o}{c_t}$$

ahol:

k a sebességi állandó, mértékegysége lehet $\left(\frac{1}{s}\right)$,

t az eltelt idő, (s),

c_o a kiindulási koncentráció, lehet $\left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)$,

c az átalakult koncentráció, lehet $\left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)$,

c_t a kiindulási anyag koncentrációja t idő elteltével, lehet $\left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)$.

A *felezési idő* az az idő, amely alatt az átalakuló anyag koncentrációja a felére csökken. A jele: $t_{1/2}$ mértékegysége lehet: év, nap, óra, perc, másodperc.

Homogén elsőrendű reakcióknál a felezési idő nem függ a koncentrációtól:

$$t_{1/2} = \frac{0,693}{k}$$

ahol:

$t_{1/2}$ a felezési idő, lehet (s),

k a sebességi állandó, $\left(\frac{1}{s}\right)$.

Mintafeladatok

A megadott koncentrációk aláhúzással jelöltek!

1. A $2A + B \rightarrow C$ megfelelő körülmények között végbemenő oldatreakcióban a kezdeti koncentrációk a következők $[A] = 0,40 \text{ mol/dm}^3$ és $[B] = 0,30 \text{ mol/dm}^3$. A sebességi állandó értéke $0,75 \text{ dm}^6 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

a) Adja meg a reakció kezdeti sebességét!

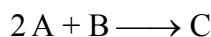
b) Számítsa ki, hogy hányad részére csökken a reakció sebessége a kezdeti sebességhez képest abban az időpontban, amikor a kiindulási „A” anyag fele elreagál!

Megoldás:

a)

$$v_1 = k \cdot [A]^2 \cdot [B] = 0,75 \text{ dm}^6 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot (0,40 \text{ mol/dm}^3)^2 \cdot 0,30 \text{ mol/dm}^3 = 0,036 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$$

b)



$$c_{\text{kiindulási}}: \quad \underline{0,40} \quad \underline{0,30} \quad \text{mol/dm}^3$$

$$c_{\text{átalakult}}: \quad \underline{0,20} \quad 0,10 \quad \text{mol/dm}^3$$

$$c_{\text{végén}}: \quad 0,20 \quad 0,20 \quad 0,10 \quad \text{mol/dm}^3$$

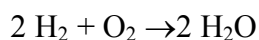
$$v_2 = 0,75 \text{ dm}^6 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot (0,20 \text{ mol/dm}^3)^2 \cdot 0,20 \text{ mol/dm}^3 = 0,0060 \text{ (mol/dm}^3)^3$$

$$\text{A sebesség csökken a } \frac{v_2}{v_1} = \frac{0,0060}{0,036} = \frac{1}{6} \text{ részére.}$$

2. A $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ megfelelő körülmények között végbemenő gázreakcióban a kezdeti koncentrációk a következők $[H_2] = 0,80 \text{ mol/dm}^3$ és $[O_2] = 0,50 \text{ mol/dm}^3$. Adja meg, hogy hányad részére csökken a reakció sebessége a kezdeti sebességhez képest abban az időpontban, amikor a kiindulási H_2 fele elreagál!

Megoldás:

$$v_1 = k \cdot [H_2]^2 \cdot [O_2] = k \cdot (0,80 \text{ mol/dm}^3)^2 \cdot 0,50 \text{ mol/dm}^3 = k \cdot 0,32 \text{ (mol/dm}^3)^3$$



$$c_{\text{kiindulási}}: \quad \underline{0,80} \quad \underline{0,50} \quad \text{mol/dm}^3$$

$$c_{\text{átalakult}}: \quad \underline{0,40} \quad 0,20 \quad \text{mol/dm}^3$$

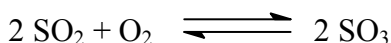
$$c_{\text{végén}}: \quad 0,40 \quad 0,30 \quad 0,40 \quad \text{mol/dm}^3$$

$$v_2 = k \cdot (0,40 \text{ mol/dm}^3)^2 \cdot 0,30 \text{ mol/dm}^3 = k \cdot 0,048 \text{ (mol/dm}^3)^3$$

$$\text{A sebesség csökken a } \frac{v_2}{v_1} = \frac{0,048}{0,32} = 0,15 \text{ részére.}$$

3. Hogyan változik a kén-trioxid előállításánál az odaalakulás reakciósebessége, ha
- az O_2 koncentrációját a kétszeresre növeljük,
 - a SO_2 koncentrációját a kétszeresre növeljük,
 - az SO_2 és a O_2 koncentrációját a kétszeresre növeljük?

Megoldás:



a) Sebességi egyenletet felírva: $v_1 = k \cdot [SO_2]^2 \cdot [O_2]$

Ha az O_2 koncentrációját a kétszeresre növeljük, az új sebességi egyenlet:
 $v_2 = k \cdot [SO_2]^2 \cdot [2O_2] = 2 \cdot k \cdot [SO_2]^2 \cdot [O_2]$

A sebesség növekszik a $\frac{v_2}{v_1} = 2$ -szeresre.

b) Sebességi egyenletet felírva: $v_1 = k \cdot [SO_2]^2 \cdot [O_2]$

Ha a SO_2 koncentrációját a kétszeresre növeljük, az új sebességi egyenlet:
 $v_2 = k \cdot [2SO_2]^2 \cdot [O_2] = k \cdot 2^2 \cdot [SO_2]^2 \cdot [O_2] = 2^2 \cdot k \cdot [SO_2]^2 \cdot [O_2]$

A sebesség növekszik a $\frac{v_2}{v_1} = 2^2 = 4$ -szeresre.

c) Sebességi egyenletet felírva: $v_1 = k \cdot [SO_2]^2 \cdot [O_2]$

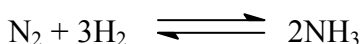
Ha a SO_2 és az O_2 koncentrációját a kétszeresre növeljük, az új sebességi egyenlet:

$$v_2 = k \cdot [2SO_2]^2 \cdot [2O_2] = k \cdot 2^2 \cdot [SO_2]^2 \cdot 2 \cdot [O_2] = 2^3 \cdot k \cdot [SO_2]^2 \cdot [O_2]$$

A sebesség növekszik a $\frac{v_2}{v_1} = 2^3 = 8$ -szorosra.

4. Hogyan változik az ammónia előállításánál az odaalakulás reakciósebessége, ha
- a kiindulási anyagok koncentrációját a kétszeresre növeljük,
 - a nyomást háromszorosra növeljük (változatlan hőmérsékleten),
 - a térfogatot a negyedére csökkentjük (változatlan hőmérsékleten)?

Megoldás:



a) Sebességi egyenletet felírva: $v_1 = k \cdot [N_2] \cdot [H_2]^3$

Ha a koncentrációkat a kétszeresre növeljük, az új sebességi egyenlet:
 $v_2 = k \cdot [2N_2] \cdot [2H_2]^3 = k \cdot 2[N_2] \cdot 2^3[H_2]^3 = 2^4 \cdot k \cdot [N_2] \cdot [H_2]^3$

A sebesség növekszik a $\frac{v_2}{v_1} = 2^4 = 16$ -szorosra.

b) Sebességi egyenletet felírva: $v_l = k \cdot [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3$

Ha a nyomást háromszorosra növeljük, a koncentrációk is a háromszorosra nőnek, az új sebességi egyenlet:

$$v_2 = k \cdot [3\text{N}_2] \cdot [3\text{H}_2]^3 = k \cdot 3[\text{N}_2] \cdot 3^3[\text{H}_2]^3 = 3^4 \cdot k \cdot [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3$$

A sebesség növekszik a $\frac{v_2}{v_1} = 3^4 = 81$ -szeresre.

c) Sebességi egyenletet felírva: $v_l = k \cdot [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3$

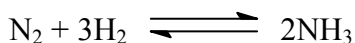
Ha a térfogatot a negyedére csökkentjük, a koncentrációk a négyszeresre nőnek, az új sebességi egyenlet:

$$v_2 = k \cdot [4\text{N}_2] \cdot [4\text{H}_2]^3 = k \cdot 4[\text{N}_2] \cdot 4^3[\text{H}_2]^3 = 4^4 \cdot k \cdot [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3$$

A sebesség növekszik a $\frac{v_2}{v_1} = 4^4 = 256$ -szorosra.

5. Adja meg, hogy az ammónia előállításánál hányszorosra változott a kiindulási anyagok koncentrációja, ha a reakciósebesség tízszeres lett?

Megoldás:



Sebességi egyenletet felírva: $v_l = k \cdot [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3$

Ha x -szel jelöljük a növekedés mértékét, az új sebességi egyenlet:

$$v_2 = k \cdot [x\text{N}_2] \cdot [x\text{H}_2]^3 = k \cdot x[\text{N}_2] \cdot x^3[\text{H}_2]^3 = x^4 \cdot k \cdot [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3$$

A sebesség növekszik a $\frac{v_2}{v_1} = 10 = x^4$ egyenletből, $x = \sqrt[4]{10} = 1,78$ -szorosra nőttek a koncentrációk.

6. Reakciókinetikai ismeretei felhasználásával vezesse le, hogy a

$2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3$ gázreakcióban hogyan változik az ellentétes irányú reakciók sebessége, ha állandó hőmérsékleten a rendszer nyomását ötszörösre növeljük? Milyen irányba tolódik el az egyensúly?

Megoldás:

A felső nyíl irányában a sebességi egyenletet felírva: $v_{l(\text{oda})} = k_l \cdot [\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]$

Ha a nyomást az ötszörösre növeljük, a koncentráció is az ötszörösre nő. Az új sebességi egyenlet:

$$v_{2(\text{oda})} = k_l \cdot [5\text{SO}_2]^2 \cdot [5\text{O}_2] = 5^3 \cdot k_l \cdot [\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]$$

A sebesség növekszik a $\frac{v_{2(\text{oda})}}{v_{1(\text{oda})}} = 125$ -szörösre.

Az alsó nyíl irányában a sebességi egyenletet felírva: $v_{1(\text{vissza})} = k_2 \cdot [\text{SO}_3]^2$

Ha a nyomást az ötszörösre növeljük, a koncentráció is az ötszörösre nő. Az új sebességi egyenlet:

$$v_{2(\text{vissza})} = k_2 \cdot [5\text{SO}_3]^2 = 5^2 \cdot k_1 \cdot [\text{SO}_3]^2$$

A sebesség növekszik a $\frac{v_{2(\text{vissza})}}{v_{1(\text{vissza})}} = 25$ -szörösre.

Az egyensúly a felső nyíl irányába tolódik el.

7. Egy kinetikusan elsőrendű reakció reakciósebességi állandója 0,224 1/min. Számítsa ki a reakció felezési idejét!

Megoldás:

$$t_{1/2} = \frac{0,693}{k} = \frac{0,693}{0,224 \text{ 1/min}} = 3,09 \text{ min}$$

8. Egy kinetikusan elsőrendű reakció reakciósebességi állandója $5,81 \cdot 10^{-3}$ 1/s. Számítsa ki, hogy hány százalékos az átalakulás 5,20 perc után!

Megoldás:

$$k = 5,81 \cdot 10^{-3} \text{ 1/s}$$

$$t = 5,2 \text{ perc} = 312 \text{ s}$$

Legyen:

$$c_0 = 1,00 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$c \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \text{ alakuljon át}$$

$$k = \frac{2,303}{t} \cdot \lg \frac{c_0}{c_0 - c}$$

$$5,81 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{s}} = \frac{2,303}{312 \text{ s}} \cdot \lg \frac{1,00}{1,00 - c}$$

$$0,787 = \lg \frac{1,00}{1,00 - c}$$

$$10^{0,787} = \frac{1,00}{1,00 - c}$$

$$6,12 = \frac{1,00}{1,00 - c}$$

$$c = 0,837 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}, \text{ ez az } 1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \text{-nek a } 83,7\% \text{-a.}$$

Tehát a 83,7%-os az átalakulás.

Gyakorló feladatok

9. Hogyan változik a kén-trioxid előállításánál az odaalakulás reakciósebessége, ha
- a kiindulási anyagok koncentrációját az ötszörösre növeljük, (125-szörös)
 - a nyomást háromszorosra növeljük, (27-szeres)
 - a térfogatot a negyedére csökkentjük? (64-szeres)
10. Egy radonizotóp bomlásának felezési ideje 3,82 nap. Számítsa ki, hogy mennyi idő alatt bomlik el a kiindulási radon mennyiség 75,0%-a! (7,64 nap)
11. Hány százalékos az átalakulás 5,0 perc után, abban a kinetikusan elsőrendű reakcióban, ahol a sebességi állandó $k = 0,00383 \text{ 1/s}$? (68%-os)
12. A szacharóz ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) hidrolízise híg vizes oldatban szőlőcukorra és gyümölcscukorra elsőrendű kinetikájú folyamat. A vizsgálati körülmények között $k = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$.
- Írja fel a reakcióegyenletet!

$$(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$$
 - Írja fel a reakciósebesség-koncentráció összefüggését a reakcióegyenlet alapján!
 $(v = k \cdot [\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}])$
 - Számítsa ki a felezési időt! (116 min)
 - Mennyi idő alatt alakul át a szacharóz 99,0%-a? (12,8 h)
13. A $2\text{A} + \text{B} \rightarrow 2\text{C}$ oldatban végbemenő reakcióban az „A” anyag kiindulási koncentrációja $2,40 \text{ mol/dm}^3$, a „B” anyagé $1,20 \text{ mol/dm}^3$. A reakcióelegy térfogata a reakció során nem változik. A reakció sebességi állandója $0,750 \text{ dm}^6 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.
- Adja meg a reakció kezdeti sebességét! ($5,18 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$)
 - Számítsa ki a reakció sebességét abban az időpontban, amely időpontig az „A” anyag koncentrációja $0,500 \text{ mol/dm}^3$ -rel csökken! ($2,57 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$)
14. A $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2 \text{HI}$ reakcióban a HI képződésének sebességi állandója $500 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten $0,16 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. A kezdeti koncentrációk: $[\text{H}_2] = 0,040 \text{ mol/dm}^3$ és a $[\text{I}_2] = 0,050 \text{ mol/dm}^3$.
- Adja meg a kezdeti sebességet! ($3,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$)
 - Számítsa ki a reakciósebességet abban az időpontban, amikor a H_2 koncentrációja a felére csökken! ($9,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$)

7. KÉMIAI EGYENSÚLYOK

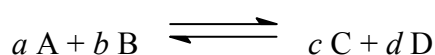
Ennek a témakörnek az a célja, hogy átismételjük



- a kémiai egyensúlyról,
- a tömeghatás törvényéről,
- a konverzióról,
- az egyensúly befolyásolásáról,
- a disszociációról tanultakat és
- a feladatok megoldását az egyensúlyi folyamatok, így a disszociációs gázequilibriumok esetén.

A feladatok megoldásához szükséges elméleti ismeretek összefoglalása

A megfordítható (reverzibilis), homogén, egyensúlyra vezető reakciókra érvényes a tömeghatás törvénye.



A fenti reakcióegyenletnél a tömeghatás törvénye:

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

ahol:

K_c az egyensúlyi állandó. Mértékegysége függ a reakcióegyenlettől.

[A], [B], [C], [D] a kiindulási anyagok és a termékek egyensúlyi koncentrációja, $\left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)$.

a, b, c, d a reakció egyenletben szereplő sztöchiometriai számok.

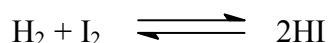
A tömeghatás törvénye:

Állandó hőmérsékleten és nyomáson a termékek egyensúlyi koncentrációinak megfelelő hatványon vett szorzata osztva a kiindulási anyagok egyensúlyi koncentrációinak megfelelő hatványon vett szorzatával, állandó érték (K_c).

A felírt egyensúlyi állandó, K_c számszerűen jellemzi a felírt egyensúlyi folyamatot. Például, ha K_c értéke nagy, nagy az átalakulás mértéke (nagy a termékek koncentrációja a kiindulási anyagokéhoz képest).

Az egyensúlyi állandót ki lehet fejezni az egyensúlyi móltörttekkel (K_x) vagy egyensúlyi parciális nyomásokkal (K_p) is.

Nincs a reakcióban anyagmennyiség-változás, ha $\Delta n = 0$, például:



reakciónál a három egyensúlyi állandó értéke megegyezik, tehát



$K_c = K_x = K_p$, és nincs mértékegységük. Ilyenkor szokták az egyensúlyi állandót K -val jelölni.

A kémiai egyensúlyra minden olyan tényező hat, amely az oda-visszaalakulás sebességét nem azonos mértékben változtatja, ilyen a koncentráció, (c), a hőmérséklet, (T) és gázreakcióknál, ha van anyagmennyiség-változás, a nyomás, (p).

A *Le Chatelier–Braun-elvnek*, a *legkisebb kényszer elvének* megfelelően az egyensúlyi folyamatot a termékek keletkezése felé, a felső nyíl irányában lehet eltolni:

- az egyik kiindulási anyag koncentrációjának növelésével,
- a termék koncentrációjának csökkentésével,
- endoterm reakciónál a hőmérséklet növelésével,
- exoterm reakciónál a hőmérséklet csökkentésével,
- gázreakciónál, ha anyagmennyiség-csökkenéssel jár a folyamat, a nyomás növelésével,
- gázreakciónál, ha anyagmennyiség-növekedéssel jár a folyamat, a nyomás csökkentésével.

A *konverzió* kifejezi, hogy milyen mértékű az átalakulás.

$$\eta = \frac{n_{\text{átalakult}}}{n_{\text{kiindulási}}} \text{ vagy } \eta = \frac{c_{\text{átalakult}}}{c_{\text{kiindulási}}}$$

ilyenkor $0 \leq \eta \leq 1$

Értékét legtöbbször százalékban adják meg és a következő összefüggéssel kiszámítható:

$$\eta = \frac{n_{\text{átalakult}}}{n_{\text{kiindulási}}} \cdot 100 \text{ vagy } \eta = \frac{c_{\text{átalakult}}}{c_{\text{kiindulási}}} \cdot 100$$

ilyenkor $0\% \leq \eta \leq 100\%$

ahol:

η (éta) a konverzió,

$n_{\text{átalakult}}$, $c_{\text{átalakult}}$ az átalakult anyagmennyiség, illetve az átalakult koncentráció,

$n_{\text{kiindulási}}$, $c_{\text{kiindulási}}$ a kiindulási anyagmennyiség, illetve a kiindulási koncentráció.

Disszociáció (bomlás) során az anyag több atomra, ionra vagy molekulára bomlik.

A disszociáció fajtái:

- termikus disszociáció,
- elektrolitos disszociáció.

A disszociáció, a bomlás jellemzői:

A *disszociáció-fok* azt fejezi ki, hogy az anyag hányad része bomlik, vagy hány százaléka bomlik. Jele: α

$$\alpha = \frac{n_{\text{disszociált}}}{n_{\text{kiindulási}}} \text{ vagy } \alpha = \frac{c_{\text{disszociált}}}{c_{\text{kiindulási}}}$$

ilyenkor $0 \leq \alpha \leq 1$

$$\alpha = \frac{n_{\text{disszociált}}}{n_{\text{kiindulási}}} \cdot 100 \text{ vagy } \alpha = \frac{c_{\text{disszociált}}}{c_{\text{kiindulási}}} \cdot 100$$

ilyenkor $0\% \leq \alpha \leq 100\%$,

ahol:

$n_{\text{disszociált}}$, $c_{\text{disszociált}}$ a disszociált anyagmennyiség, illetve a disszociált koncentráció,

$n_{\text{kiindulási}}$, $c_{\text{kiindulási}}$ a kiindulási anyagmennyiség, illetve a kiindulási koncentráció.

A *disszociációs állandó* a disszociációs reakció egyensúlyi állandója. Jele: K_d

Például a következő reakciónál: $2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$

$$K_d = \frac{[\text{H}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$$

A *van't Hoff-tényező* azt fejezi ki, hogy hányszorosra nő az anyagmennyiség a disszociáció során. Jele: i . Mértékegysége nincs.

$$i = 1 + \alpha(v - 1)$$

ahol:

α a disszociációfok,

v (nú) azt jelenti, hogy 1 mol anyag hány mól részecskére bomlik a disszociáció során.

A gázok termikus disszociációja (bomlása) során hő hatására a gázmolekula több atomra vagy molekulára bomlik, például: $\text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{I}$

Ilyenkor az egyensúlyi összes anyagmennyiség, n_δ :

$$n_\delta = i \cdot n$$

ahol:

i a van't Hoff-tényező,

n a kiindulási anyagmennyiség, (mol).

A disszociáció esetén módosítottan érvényes az állapotegyenlet:

$$p \cdot V = i \cdot n \cdot R \cdot T$$

ahol:

p a nyomás (Pa),

V a térfogat (m^3),

i a van't Hoff-tényező,

n a kiindulási anyag mennyisége (mol),

T az abszolút hőmérséklet (K),

R a moláris gázállandó, értéke $8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$.

Az egyensúlyi gázelegy átlagos moláris tömege, \bar{M} , kiszámítható a következő összefüggéssel:

$$\bar{M} = \frac{M}{i}$$

ahol:

\bar{M} az egyensúlyi gázelegy átlagos moláris tömege, $\left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)$,

M a kiindulási gáz moláris tömege, $\left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)$,

i a van't Hoff-tényező.

Az egyensúlyi gázelegy sűrűsége, ρ megadható a következő összefüggéssel:

$$\rho = \frac{\rho_o}{i}$$

ahol:

ρ az egyensúlyi gázelegy sűrűsége, $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$,

ρ_o a kiindulási gáz sűrűsége, $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$,

i a van't Hoff-tényező.

Mintafeladatok

A megadott koncentrációk aláhúzással jelöltek!

1. A $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$ gázreakció egy 10 dm^3 térfogatú tartályban, állandó hőmérsékleten játszódik le. A tartályba $0,50 \text{ mol COCl}_2$ -t vezetünk be és az egyensúly beálltáig $0,20 \text{ mol COCl}_2$ alakul át. Számítsa ki az egyensúlyi anyagmennyiségeket és az egyensúlyi állandó értékét!

Megoldás:

$$V = 10 \text{ dm}^3$$

		$\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$			
kiindulási anyagmennyiség,	$n_K:$	<u>0,50</u>			
átalakult anyagmennyiség,	$n_A:$	<u>0,20</u>			} mol
egyensúlyi anyagmennyiség,	$n_E:$	0,30	0,20	0,20	
egyensúlyi koncentráció,	$c_E = \frac{n}{V}$	0,030	0,020	0,020	$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

$$K_c = \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{COCl}_2]} = \frac{0,020 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,020 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}{0,030 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}} = 0,013 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

2. A $2 \text{ H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2 \text{ H}_2 + \text{O}_2$ gázreakció egy 20 dm^3 térfogatú edényben játszódik le állandó hőmérsékleten. A reakcióedénybe $5,0 \text{ mol H}_2\text{O}$ -t vezetünk be. Az egyensúly beálltáig a vízgőz 40%-a alakul át. Számítsa ki az egyensúlyi anyagmennyiségeket és az egyensúlyi állandó értékét!

Megoldás:

$$V = 20 \text{ dm}^3$$

A kiindulási $5,0 \text{ mol}$ vízgőz 40%-a alakul át, tehát az átalakult anyagmennyiség $2,0 \text{ mol}$.

		$2 \text{ H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2 \text{ H}_2 + \text{O}_2$			
$n_K:$	<u>5,0</u>				
$n_A:$	<u>2,0</u>				} mol
$n_E:$	3,0	2,0	1,0		
$c_E = \frac{n}{V}$	0,15	0,10	0,050		$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

$$K_c = \frac{[\text{H}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]}{[\text{H}_2\text{O}]^2} = \frac{\left(0,10 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2 \cdot 0,05 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}{\left(0,15 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2} = 0,022 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

3. Az ammóniaszintézis során az egyensúlyi állapotban 2,0 mol N₂, 3,0 mol H₂ és 4,0 mol NH₃ van egy 2,0 dm³ térfogatú edényben 600 °C hőmérsékleten. Számítsa ki a kiindulási anyagmennyiségeket, a K_c, a K_x, a K_p értékét! Hány %-os a konverzió a H₂-re nézve? Milyen az egyensúlyi gázelegy térfogatszázalékos összetétele?

Megoldás:

$$t = 600 \text{ °C}$$

$$T = 873 \text{ K}$$

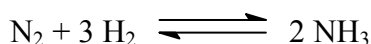
$$V = 2,0 \text{ dm}^3 = 0,0020 \text{ m}^3$$

Ha az egyensúlyban 4,0 mol ammónia keletkezett ehhez 2,0 mol N₂-nek és 6,0 mol H₂-nek kellett átalakulnia.

Az összes anyagmennyiség (n_{δ}) az egyensúlyban: 9,0 mol

Az össznyomás az egyensúlyi gázelegyben:

$$p_{\delta} = \frac{n_{\delta} \cdot R \cdot T}{V} = \frac{9,0 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)} \cdot 873 \text{ K}}{0,0020 \text{ m}^3} = 3,3 \cdot 10^7 \text{ Pa}$$



$n_K:$	4,0	9,0		} mol
$n_A:$	2,0	6,0		
$n_E:$	<u>2,0</u>	<u>3,0</u>	<u>4,0</u>	

$c_E = \frac{n}{V}$	1,0	1,5	2,0	$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$
---------------------	-----	-----	-----	----------------------------------

$x_i = \frac{n_i}{n_{\delta}}$	0,22	0,33	0,45
--------------------------------	------	------	------

$x_i\%$	22	33	45
---------	----	----	----

$\varphi\%$ 22 33 45 Mivel a gázoknál a $x_i\%$ egyenlő a $\varphi\%$ -kal!

$p_i = x_i \cdot p_{\delta}$	$7,3 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^7$	$1,5 \cdot 10^7$	Pa
------------------------------	------------------	------------------	------------------	----

A konverzió a H_2 -re nézve $\eta = \frac{n_A}{n_K} = \frac{6,0 \text{ mol}}{9,0 \text{ mol}} = 0,67 = 67\%$

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3} = \frac{\left(2,0 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2}{\left(1,0 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right) \left(1,5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^3} = 1,19 \left(\frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}\right)^2$$

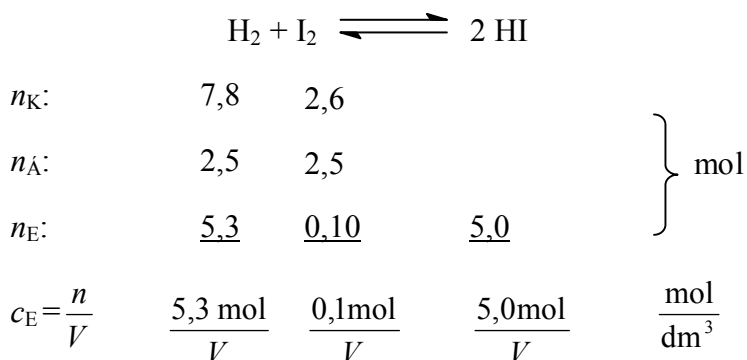
$$K_x = \frac{x_{NH_3}^2}{x_{N_2} \cdot x_{H_2}^3} = \frac{0,45^2}{0,22 \cdot 0,33^3} = 25,6$$

$$K_p = \frac{p_{NH_3}^2}{p_{N_2} \cdot p_{H_2}^3} = \frac{(1,5 \cdot 10^7 \text{ Pa})^2}{(7,3 \cdot 10^6 \text{ Pa}) \cdot (1,1 \cdot 10^7 \text{ Pa})^3} = 2,3 \cdot 10^{-14} \frac{1}{\text{Pa}^2}$$

4. $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2 HI$ gázreakciónál zárt edényben az egyensúlyi gázelegy 5,0 mol HI-t, 0,10 mol I_2 -t és 5,30 mol H_2 -t tartalmaz. Számítsa ki az egyensúlyi állandó értékét és a kiindulási anyagok kezdeti anyagmennyiségeit!

Megoldás:

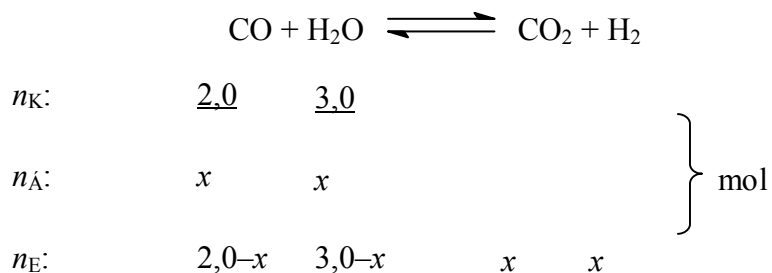
Ha $\Delta n = 0$, vagyis a reakció anyagmennyiség-változás nélkül megy végbe, az egyensúlyi állandót az egyensúlyi anyagmennyiségekből is számolhatjuk, mert V kiesik:



$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} = \frac{\left(\frac{5,0 \text{ mol}}{V \text{ dm}^3}\right)^2}{\left(\frac{5,3 \text{ mol}}{V \text{ dm}^3}\right) \left(\frac{0,10 \text{ mol}}{V \text{ dm}^3}\right)} = \frac{25}{V^2} = \frac{25}{0,53} = 47$$

5. A $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ reakció egyensúlyi állandója $K = 1$. A kiindulási gázelegy 2,0 mol CO-t és 3,0 mol vízgőzt tartalmaz. Számítsa ki, hogy a CO-nak hány %-a alakult át, és adja meg az egyensúlyi gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

Megoldás:



Ha $\Delta n = 0$, vagyis a reakció anyagmennyiség-változás nélkül megy végbe, az egyensúlyi állandót az egyensúlyi anyagmennyiségekből is számolhatjuk, mert V kiesik.

$$K = \frac{[\text{CO}_2] \cdot [\text{H}_2]}{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]} = \frac{x \cdot x}{(2,0-x) \cdot (3,0-x)} = 1$$

Az egyenletet megoldva x^2 kiesik, és a megoldás: $x = 1,2$ mol, tehát 1,2 mol CO és vízgőz alakul át.

A CO átalakulásának mértéke: $\eta = \frac{n_A}{n_K} = \frac{1,2 \text{ mol}}{2,0 \text{ mol}} = 0,60 = 60\% - \text{os}.$

Az egyensúlyi gázelegyben 0,80 mol CO, 1,8 mol vízgőz, 1,2 mol CO_2 és H_2 található.

A gázelegy térfogatszázalékos összetétele:

$n_\delta = 5,0$ mol, és mivel a gázoknál a $x_i\%$ egyenlő a $\varphi\%$ -kal:

$$x(\text{CO}) = \frac{0,80 \text{ mol}}{5,0 \text{ mol}} = 0,16 = 16\% = \varphi\%(\text{CO})$$

$$x(\text{vízgőz}) = \frac{1,80 \text{ mol}}{5,0 \text{ mol}} = 0,36 = 36\% = \varphi\%(\text{vízgőz})$$

$$x(\text{CO}_2) = x(\text{H}_2) = \frac{1,2 \text{ mol}}{5,0 \text{ mol}} = 0,24 = 24\% = \varphi\%(\text{CO}_2) = \varphi\%(\text{H}_2)$$

6. $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ endoterm gázreakció. Milyen irányba tolódik el az egyensúly (alsó vagy felső nyíl irányában), ha
- $[\text{CO}_2]$ -t növelem,
 - $[\text{H}_2\text{O}]$ -t növelem,
 - T -t növelem,
 - p -t növelem,
 - katalizátort alkalmazok?

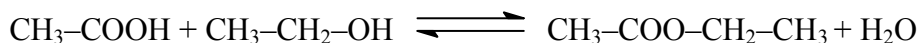
Megoldás:

- $[\text{CO}_2]$ -t növelve: \rightarrow
- $[\text{H}_2\text{O}]$ -t növelve: \leftarrow
- T -t növelve: \rightarrow
- p -t növelve: mivel $\Delta n = 0$, a nyomás nem befolyásolja az egyensúlyt,
- katalizátort alkalmazásánál: a katalizátor az egyensúlyt nem befolyásolja.

Gyakorló feladatok

- A $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3$ gázreakció egy 10 dm^3 térfogatú edényben játszódik le állandó hőmérsékleten. A reakcióedénybe $3,0 \text{ mol SO}_2$ -t és $2,0 \text{ mol O}_2$ -t vezetünk be. Az egyensúly beálltakor $1,4 \text{ mol SO}_3$ lesz. Adja meg az egyensúlyi koncentrációkat, és számítsa ki az egyensúlyi állandó értékét! ($[\text{SO}_2] = 0,16 \text{ mol/dm}^3$, $[\text{O}_2] = 0,13 \text{ mol/dm}^3$, $[\text{SO}_3] = 0,14 \text{ mol/dm}^3$, $K_c = 5,9 \text{ dm}^3/\text{mol}$)
- Az ammóniaszintézis során $0,600 \text{ mol N}_2$ -t és $0,900 \text{ mol hidrogént}$ reagáltatunk egy $2,00 \text{ dm}^3$ térfogatú edényben (adott hőmérsékleten). Az egyensúlyi állapotban $0,50 \text{ mol ammónia}$ lesz. Számítsa ki az egyensúlyi anyagmennyiségeket, az egyensúlyi koncentrációkat, és adja meg az egyensúlyi állandó értékét! (a N_2 $0,350 \text{ mol}$, a H_2 $0,150 \text{ mol}$, $[\text{N}_2] = 0,175 \text{ mol/dm}^3$, $[\text{H}_2] = 0,0750 \text{ mol/dm}^3$, $[\text{NH}_3] = 0,250 \text{ mol/dm}^3$, $K_c = 847 \text{ dm}^6/\text{mol}^2$)
- A CO_2 hány %-a alakul CO -dá, ha $1,00 \text{ mol CO}_2$ -ot és $5,00 \text{ mol H}_2$ elegyítünk $830 \text{ }^\circ\text{C}$ -on? A $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ reakciónál $K = 1,00$. Adja meg az egyensúlyi gázelegy térfogatszázalékos összetételét! ($83,0\%$, a térfogatszázalékos összetétel: $2,80\% \text{ CO}_2$, $69,6\% \text{ H}_2$, $13,8\% \text{ CO}$ és H_2O)
- Számítsa ki, hogy hány %-a bomlik el $2,0 \text{ mol}$ etil-acetátnak, ha $8,0 \text{ mol}$ vízzel elegyítjük!
 $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{-COO-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 Az etil-acetát képződésének egyensúlyi állandója $K = 4,0$. (59%)
- A $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ reakció egyensúlyi állandója $K = 1,0$. A kiindulási gázelegy $0,25 \text{ mol CO}$ -t $0,50 \text{ mol}$ vízgőzt, $2,0 \text{ mol H}_2$ -t és $0,75 \text{ mol CO}_2$ -t tartalmaz. Adja meg az egyensúlyi anyagmennyiségeket és számítsa ki az egyensúlyi gázelegy térfogatszázalékos összetételét! (a CO $0,64 \text{ mol}$, H_2O $0,89 \text{ mol}$, a CO_2 $0,36 \text{ mol}$, a H_2 $1,6 \text{ mol}$, a CO 18% , a H_2O 26% , a CO_2 10% , a H_2 46%)

12. Az etil-acetátot előállító üzemben technikusként dolgozik. Feladatai közé tartozik az üzemi folyamat konverziójának vizsgálata. Az etil-acetát képződésének reakcióegyenlete:



Az egyensúlyi állandó $K = 4,00$. Számítsuk ki a konverziót, ha

- 2,00 mol etil-alkohol és 1,00 mol ecetsav, (84,5%),
- 3,00 mol etil-alkohol és 1,00 mol ecetsav, (90,3%),
- 10,0 g etil-alkohol és 15,0 g ecetsav, (71,1%),
- 100 g $w = 50,0\%$ -os etil-alkohol és 200 g $w = 100\%$ -os ecetsav reagál egymással! (74,3%)

Elemesse a feladat a), b), és c) részét! Hol nagyobb a konverzió? Indokoljon! [Ott a legnagyobb a konverzió, ahol a legnagyobb az alkohol (a kiindulási anyag) feleslege.]

13. Az etán termikus disszociációjára: $\text{C}_2\text{H}_6 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$ $K_c = 1,08 \text{ mol/dm}^3$.

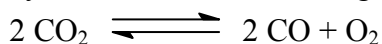
- Számítsa ki az egyensúlyi koncentrációkat! ([etán] = 0,128 mol/dm³, [etén] = [H₂] = 0,372 mol/dm³)
- Adja meg a disszociációfokot! (74,4%)
- Számítsa ki az egyensúlyi gázelegy nyomását! (1,09·10⁷ Pa)
- Adja meg a K_x , K_p egyensúlyi állandók értékét, ha egy 20,0 dm³ térfogatú reaktorban 10,0 mol etánt 1500 K hőmérsékletre melegítünk! ($K_x = 1,25$, $K_p = 1,36 \cdot 10^7 \text{ Pa}$)

14. Számítsa ki, hogy mennyi a N₂O₄ disszociációfoka, ha annak 1,8 g-ja 10⁵ Pa nyomáson és 27 °C-on 0,59 dm³ térfogatot tölt be? A reakció $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2$. (21%)

15. Az ammóniagáz 2,50·10⁶ Pa nyomáson és 400 °C hőmérsékleten 95,0%-ban disszociál. Számítsa ki az egyensúlyi gázelegy sűrűségét kg/m³-ben! (3,90 kg/m³)

16. A propán disszociációfoka 900 K hőmérsékleten 65,0%. Adja meg az átlagos moláris tömegét! A disszociáció reakcióegyenlete: $\text{C}_3\text{H}_8 \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_6 + \text{H}_2$ (26,7 g/mol)

17. Egy 10,0 dm³ térfogatú reaktorban 0,360 mol CO₂-t vezetünk. 3000 K hőmérsékleten a nyomás 1,00 · 10⁶ Pa. A végbemenő termikus disszociáció:



Számítsa ki:

- az egyensúlyi összes anyagmennyiséget, (0,405 mol)
- a disszociációfokot, (22,8%)
- az egyensúlyi anyagmennyiségeket, (a CO₂ 0,278 mol, a CO 0,082 mol, a O₂ 0,041 mol)
- az egyensúlyi gázelegy térfogatszázalékos összetételét, (CO₂ 69,3%, CO 20,4%, O₂ 10,3%)
- a K_c , K_x és K_p értékét! ($K_c = 3,57 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$, $K_x = 0,00893$, $K_p = 8,84 \cdot 10^3 \text{ Pa}$)

18. $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3$ reakció exoterm. Hogyan lehet az egyensúlyt a felső nyíl irányába eltolni? ($[\text{N}_2]$ és/vagy $[\text{H}_2]$ növelésével, $[\text{NH}_3]$ csökkentésével, hűtéssel, és a nyomás növelésével)
19. Egy $10,0 \text{ dm}^3$ térfogatú edény $3,00 \text{ mmol}$ metánt és $54,0 \text{ mg}$ vizet tartalmaz. Ha $540 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hevítjük az elegyet, $60,0$ térfogatszázalék hidrogént tartalmazó gázelegy keletkezik. A lejátszódó folyamat: $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO} + 3 \text{H}_2$
- Adja meg a kiindulási koncentrációkat! ($[\text{CH}_4] = 3,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$, $[\text{H}_2\text{O}] = 3,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$)
 - Számítsa ki az egyensúlyi koncentrációkat! ($[\text{CH}_4] = [\text{H}_2\text{O}] = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$, $[\text{CO}] = 2,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$, $[\text{H}_2] = 6,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$)
 - Határozza meg az egyensúlyi gázelegy térfogatszázalékos összetételét! (CH_4 10,0%; H_2O 10,0%; CO 20,0%; H_2 60,0%)
 - Adja meg az egyensúlyi állandót! ($K_c = 4,32 \cdot 10^{-6} (\text{mol/dm}^3)^2$)
20. Az etán termikus disszociációjának egyenlete $1500 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten:
- $$\text{C}_2\text{H}_6 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \quad \Delta_r H = 137 \text{ kJ/mol}$$
- Egy $20,0 \text{ dm}^3$ -es reaktorba 300 g etánt vezetünk be, és $1500 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hevítjük. A reakció egyensúlyi állandója: $K_c = 1,08 \text{ mol/dm}^3$.
- Számítsa ki, hogy az etán hány százaléka disszociál a fenti hőmérsékleten! (74,4%)
 - Határozza meg az egyensúlyi gázelegy nyomását $1500 \text{ }^\circ\text{C}$ -on MPa-ban! (12,9 MPa)
 - Egészítse ki az etán disszociációjára vonatkozóan az alábbi mondatokat a növekszik vagy csökken szóval:
Az etán disszociációja....., ha a reaktor térfogatát csökkentjük.
Az etán disszociációja, ha a hőmérsékletet növeljük.
Az etán disszociációja, ha a reaktorban kiindulási etán anyagmennyiségét növeljük.
(csökken, növekszik, növekszik)
21. $2,00 \text{ mol}$ etanolt reagáltatunk $3,00 \text{ mol}$ ecetsavval. A reakció egyensúlyi állandója: $K = 4,00$
- Számítsa ki, az egyensúlyi elegy mólszázalékos összetételét! (Alkohol: 8,6%, sav: 28,6%, észter = víz: 31,4%)
 - Hány mólszázalék észter lesz az egyensúlyi elegyben, ha a vizet nátrium-szulfáttal megköjtjük. A vízmentes nátrium-szulfát a víz mennyiségét az elegyben $0,0100 \text{ mólra}$ csökkenti? (65,3 mol%)

8. ELEKTROLIT-EGYENSÚLYOK

Ennek a témakörnek az a célja, hogy átismételjük

- az elektrolitokról,
- az elektrolitos disszociációról,
- az erős és gyenge elektrolitokról,
- a savakról és bázisokról,
- a pH-ról,
- a sav-bázis indikátorokról,
- a sók hidrolíziséről,
- a puffer rendszerekről,
- az oldhatósági szorzatról tanultakat és
- a feladatok megoldását az elektrolitos disszociáció, a pH-számítás és az oldhatósági szorzat témaköreivel kapcsolatban.



A feladatok megoldásához szükséges elméleti ismeretek összefoglalása

Elektrolitoknak nevezzük azokat az oldatokat és olvadékokat, amelyek vezetik az áramot, tehát szabad mozgásra képes ionok vannak bennük.

Elektrolitos disszociáció olyan reverzibilis bomlásfolyamat, amelyben oldószer vagy hő hatására szabadon mozgó ionok keletkeznek.

Az elektrolitos disszociáció jellemzői:

A disszociációfok azt fejezi ki, hogy az anyag hányad része bomlik el, vagy hány százaléka bomlik. Jele: α

Lásd a III/7. fejezetben.

A *disszociációs állandó* a disszociációs reakció egyensúlyi állandója. Jele: K_d

Például a következő reakciónál: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

$$K_d = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

A nagy feleslegben lévő (oldószerként is jelenlévő) reakciópartner, például a víz koncentrációja a reakció során elhanyagolható módon változik, állandónak tekinthető és K_d -be lett olvasztva.

Savak esetén K_d -t K_s -sel, bázisok esetén K_b -vel is szokták jelölni.

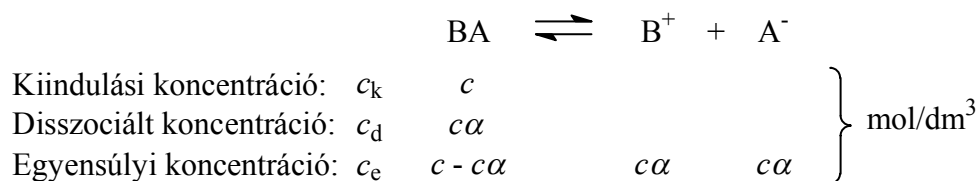


A *van't Hoff-tényező* azt fejezi ki, hogy hányszorosra nő az anyagmennyiség a disszociáció során. Jele: i .

Lásd a III/7. fejezetben.

A biner elektrolitok disszociációjának jellemzői:

Biner elektrolit például a BA általános képletű vegyület, amelynek a disszociációját a következő egyenlet írja le:



A disszociációs állandó, K_d és a kiindulási koncentráció (c) kapcsolatát a következő összefüggés írja le:

$$K_d = \frac{c \cdot \alpha^2}{1 - \alpha}$$

ahol:

c a kiindulási koncentráció, mértékegysége lehet $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$,

α a disszociációfok.

A közelítő számítást alkalmazhatjuk, ha $K_d < 10^{-4}$ -nél, vagy $\alpha < 0,05$ -nél, mivel ilyenkor $(1 - \alpha) \approx 1$ és K_d a következő összefüggéssel számítható:

$$K_d = c \cdot \alpha^2$$

A fenti összefüggésből látható, hogy a kiindulási koncentráció (c) növekedésekor a disszociációfok (α) csökken.

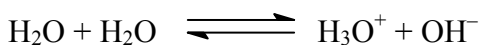
Erős elektrolitoknál:

$K_d > 1$ és $\alpha \approx 1$ vagy $\alpha \approx 100\%$

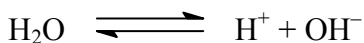
Gyenge elektrolitoknál:

$K_d < 1$ és $\alpha \ll 1$ vagy $\alpha \ll 100\%$

A víz disszociációja, autoprotolízise:



egyszerűsítve:



A vízionszorzat értéke 22 °C hőmérsékleten:

$$K_v = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ (mol/dm}^3\text{)}^2.$$

egyszerűsítve:

$$K_v = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ (mol/dm}^3\text{)}^2.$$

A pH és a pOH az oldat kémhatását jellemzi, és a pH és a pOH a következő összefüggésekkel megadható:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-]$$

Az oldatban:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

Egyértékű, erős sav, illetve bázis esetén, mivel $\alpha = 1$, vagyis $\alpha = 100\%$:



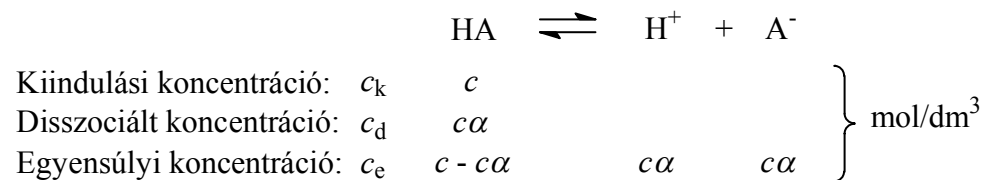
$$c_{\text{sav}} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

illetve:



$$c_{\text{bázis}} = [\text{OH}^-]$$

Egyértékű, gyenge sav, illetve bázis esetén, mivel $\alpha \ll 1$, vagyis $\alpha \ll 100\%$:



Mivel $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{A}^-]$

és

$$[\text{HA}] = c - [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$K_s = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{HA}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{c - [\text{H}_3\text{O}^+]}$$

Illetve:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c\alpha$$

és

$$K_s = \frac{c \cdot \alpha^2}{1 - \alpha}$$

Gyenge bázis esetén általánosan:



Kiindulási koncentráció:	c_k	c	c	c	}	mol/dm ³
Disszociált koncentráció:	c_d	$c\alpha$	$c\alpha$	$c\alpha$		
Egyensúlyi koncentráció:	c_e	$c - c\alpha$	$c\alpha$	$c\alpha$		

M

ivel $[\text{OH}^-] = [\text{B}^+]$

és

$$[\text{BOH}] = c - [\text{OH}^-]$$

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{BOH}]} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{c - [\text{OH}^-]}$$

illetve

$$[\text{OH}^-] = c \cdot \alpha$$

és

$$K_b = \frac{c \cdot \alpha^2}{1 - \alpha}$$

A vizes oldatok pH-ját olyan indikátorokkal jelezhetjük, melyek színe az oldat kémhatásától függ. A színváltozás nem egy konkrét pH-nál következik be. A gyakorlatban átsapási pH-tartományról kell beszélni, mert az új szín jelenlétét már 10% meglétekor érzékeli a szemünk, az átsapási tartományban átmeneti (keverék) színt látunk.

Például a fenolftalein indikátor átsapási tartománya: pH = 8,2–10. 8,2 pH alatt a fenolftalein színtelen, 10-es pH felett vörös színű és pH = 8,2–10 között pedig rózsaszín színű.

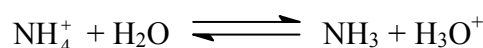
Néhány sav-bázis indikátor átsapási tartománya a Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok c. kiadványban megtalálható.

A **sók hidrolízisén** a sók vízzel való sav-bázis reakcióját értjük.

Minden gyenge sav és gyenge bázis sója *hidrolizál*.

Savasan hidrolizál a gyenge bázis erős savval alkotott sója, például az NH_4Cl . Az oldatban NH_4^+ - és Cl^- -ionok találhatók.

A víz disszociációs egyensúlyát a gyenge bázis kationja, az NH_4^+ bontja meg:

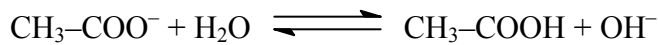


Savas lesz a kémhatás.

Lúgosan hidrolizál a gyenge sav erős bázissal alkotott sója, például a

$\text{CH}_3\text{-COONa}$. Az oldatban $\text{CH}_3\text{-COO}^-$ és Na^+ -ionok találhatók.

A víz disszociációs egyensúlyát a gyenge sav anionja, az $\text{CH}_3\text{-COO}^-$ bontja meg:



Lúgos lesz a kémhatás.

Erős sav erős bázissal alkotott sója nem hidrolizál.

A **pufferek**, olyan anyagi rendszerek, amelyek a pH-t stabilizálják.

Savas pH-t stabilizáló pufferrendszer gyenge savból és a gyenge sav erős lúggal alkotott sójából áll. Például az acetátos puffer ecetsavból és nátrium-acetátból készíthető.

A savas pH-t stabilizáló puffer rendszer pH-megadásához először a $[\text{H}^+]$ -t kell kiszámítani a

$$[\text{H}^+] = K_s \cdot \frac{c_{\text{sav}}}{c_{\text{só}}}$$

összefüggéssel, majd ezután a pH is kiszámítható.

Lúgos pH-t stabilizáló puffer rendszer gyenge bázisból és a gyenge bázis erős savval alkotott sójából áll. Például az ammóniás puffer ammónia vizes oldatából és ammónium-kloridból készíthető.

A lúgos pH-t stabilizáló puffer rendszer pH-megadásához először a $[\text{OH}^-]$ -t kell kiszámítani a

$$[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{c_{\text{bázis}}}{c_{\text{só}}}$$

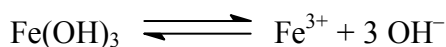
összefüggéssel, majd ezután a pOH és a pH is kiszámítható.

A *pufferkapacitás* a pufferoldatok kiegyenlítőkéességének a mértéke. Pufferkapacitáson 1 mol/dm³ koncentrációjú erős sav, illetve erős bázis milliliterjeinek azon számát értjük, amely a pufferoldat pH-ját egy egységgel megváltoztatja.

Az oldhatósági szorzat a rosszul oldódó elektrolitok telített oldatát jellemzi.

Az oldhatósági szorzat szerint: a kevésbé oldódó elektrolitok telített oldatában az elektrolit ion koncentrációinak megfelelő hatványon vett szorzata állandó hőmérsékleten állandó, konstans érték. Jele: *L*.

Például a $\text{Fe}(\text{OH})_3$ esetén:



$$L(\text{Fe}(\text{OH})_3) = [\text{Fe}^{3+}] \cdot [\text{OH}^-]^3 = 4,0 \cdot 10^{-38} \text{ (mol/dm}^3\text{)}^4$$

A rosszul oldódó anyagok telített oldatának összetételét megadhatjuk: a rosszul oldódó anyagok oldhatóságával, a telített oldat anyagsűrűség-koncentrációjával.

Mintafeladatok

A megadott koncentrációk aláhúzással jelöltek!

1. Töltse ki a táblázat hiányzó adatait!

Az oldat	$[\text{H}_3\text{O}^+]$ mol/ dm ³	$[\text{OH}^-]$ mol/dm ³	pH	pOH	Kémhatása	Milyen színű a fenolftalein indikátor?
<u>0,01 mol/dm³ HCl</u>						
<u>2·10⁻⁴ mol/dm³ HNO₃</u>						
<u>4·10⁻³ mol/dm³ NaOH</u>						
HCl			3,3			
<u>4·10⁻² mol/dm³ H₂SO₄</u>						

Megoldás:

Az oldat	$[\text{H}_3\text{O}^+]$ mol/ dm ³	$[\text{OH}^-]$ mol/dm ³	pH	pOH	Kémhatása	Milyen színű a fenolftalein indikátor?
<u>0,01 mol/dm³ HCl</u>	0,01	10 ⁻¹²	2	12	savas	színtelen
<u>2·10⁻⁴ mol/dm³ HNO₃</u>	2·10 ⁻⁴	5·10 ⁻¹¹	3,7	10,3	savas	színtelen
<u>4·10⁻³ mol/dm³ NaOH</u>	2,5·10 ⁻¹²	4·10 ⁻³	11,6	2,4	lúgos	piros
<u>5·10⁻⁴ mol/dm³ HCl</u>	5·10 ⁻⁴	2·10 ⁻¹¹	3,3	10,7	savas	színtelen
<u>4·10⁻² mol/dm³ H₂SO₄</u>	8·10 ⁻²	1,25·10 ⁻¹³	1,1	12,9	savas	színtelen

2. 4,70 dm³ térfogatú, 26 °C hőmérsékletű és 120 kPa nyomású hidrogén-klorid-gázt oldottunk 500 g vízben. A keletkező oldat sűrűsége 1,01 g/cm³.

- Számítsa ki a hidrogén-klorid anyagmennyiségét!
- Határozza meg az oldat anyagmennyiség-koncentrációját!
- Adja meg az oldat pH-ját!

Megoldás:

a)

$$V = 4,70 \text{ dm}^3 = 0,00470 \text{ m}^3$$

$$T = 26 \text{ °C} = 299 \text{ K}$$

$$p = 120 \text{ kPa} = 1,20 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$n(\text{HCl}) = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1,20 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,00470 \text{ dm}^3}{8,314 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)} \cdot 299 \text{ K}} = 0,227 \text{ mol}$$

b)

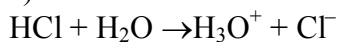
$$m(\text{HCl}) = 0,227 \text{ mol} \cdot 36,5 \text{ g/mol} = 8,29 \text{ g}$$

$$m(\text{oldat}) = 8,29 \text{ g} + 500 \text{ g} = 508,29 \text{ g} = 508,3 \text{ g}$$

$$V(\text{oldat}) = \frac{508,3 \text{ g}}{1,01 \text{ g/cm}^3} = 503 \text{ cm}^3$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{n}{V} = \frac{0,227 \text{ mol}}{0,503 \text{ dm}^3} = 0,451 \text{ mol/dm}^3$$

c)



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,451 \text{ mol/dm}^3$$

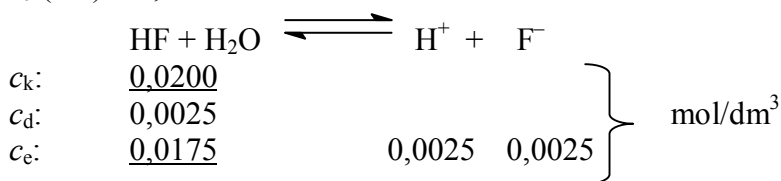
$$\text{pH} = 0,35$$

3. Számítsa ki a disszociációfokot, a disszociációs állandót és a pH-t a 0,0200 mol/dm³ koncentrációjú HF-oldatban, ha az egyensúlyban 0,0175 mol HF van 1,00 dm³ oldatban!

Megoldás:

$$c(\text{HF}) = 0,0200 \text{ mol/dm}^3$$

$$c_e(\text{HF}) = 0,0175 \text{ mol/dm}^3$$



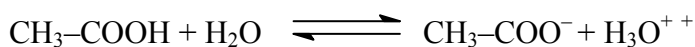
$$K_s = \frac{[\text{H}^+][\text{F}^-]}{[\text{HF}]} = \frac{(0,0025 \text{ mol/dm}^3)^2}{0,0175 \text{ mol/dm}^3} = 3,57 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

$$\alpha = \frac{c_{\text{disszociált}}}{c_{\text{kiindulási}}} = \frac{0,0025 \text{ mol/dm}^3}{0,0200 \text{ mol/dm}^3} = 0,125 = 12,5\%$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = -\lg 0,0025 = 2,60$$

4. Adja meg a koncentrációját és a pH-ját annak az ecetsavoldatnak, amelyben az ecetsav 1,0%-ban disszociál! $K_s = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$

Megoldás:



Közelítő számítást lehet alkalmazni, mert $K_s < 10^{-4}$.

$$\alpha = 0,010$$

$$K_s = c \cdot \alpha^2$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 = c \cdot 0,010^2$$

$$c(\text{ecetsav}) = 0,18 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{H}^+] = c \cdot \alpha = 0,18 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,010 = 0,0018 \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 0,0018 = 2,7$$

5. Számítsa ki a 2,5 mol/dm³ koncentrációjú hangyasavoldat pH-ját! $K_s = 1,8 \cdot 10^{-4}$ mol/dm³

Megoldás:



Kiindulási koncentráció:	c_k	2,5			}	mol/dm ³
Disszociált koncentráció:	c_d	x				
Egyensúlyi koncentráció:	c_e	$2,5 - x$	x	x		

$$K_s = \frac{[\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{x^2}{2,5 - x} = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

A másodfokú egyenletnek csak az egyik megoldása pozitív, ez lesz a feladatban megadott x , $x = 0,021$ mol/dm³.

$$x = [\text{H}^+] = 0,021 \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg 0,021 = 1,7$$

6. Egy ecetsav pH-ja 4,0.

a) Számítsa ki az ecetsav-oldat anyagmennyiség-koncentrációját!

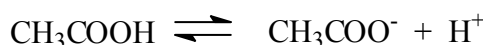
$$K_s = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

b) Adja meg, hogy az ecetsav hány százaléka disszociált!

c) Számítsa ki, hogy hány cm³ 100 g/dm³ tömegkoncentrációjú ételecet hígításával lehet 500 cm³, pH = 4,0-jú oldatot készíteni!

Megoldás:

a) pH = 4,0-ből következik, hogy $[\text{H}^+] = 10^{-4}$ mol/dm³.



Kiindulási koncentráció:	c_k	c			}	mol/dm ³
Disszociált koncentráció:	c_d	10^{-4}				
Egyensúlyi koncentráció:	c_e	$c - 10^{-4}$	10^{-4}	10^{-4}		

$$K_s = \frac{[\text{CH}_3\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{HCOOH}]} = \frac{(10^{-4} \text{ mol/dm}^3)^2}{(c - 10^{-4}) \text{ mol/dm}^3} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

Egyenletből c az ecetsav koncentrációja:

$$c = 6,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3. \text{ (Közelítő számítással } 5,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \text{.)}$$

b)

$$\alpha = \frac{c_{\text{disszociált}}}{c_{\text{kiindulási}}} = \frac{10^{-4} \text{ mol/dm}^3}{6,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3} = 0,15 = 15\% \text{ (Közelítő számítással } 18\%)$$

c)

$$V = 500 \text{ cm}^3$$

$c = 6,6 \cdot 10^{-4}$ mol/dm³ oldathoz $3,3 \cdot 10^{-4}$ mol ecetsav kell, ennek a tömege 0,020 g.

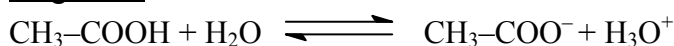
(Közelítő számítással: 0,017 g)

$$\rho(\text{ecetav}) = \frac{m_B}{V_o} = \frac{0,020\text{g}}{V_o} = 100 \text{ g/dm}^3$$

$V_o = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^3 = 0,20 \text{ cm}^3$ 100 g/dm³ töménységű étetelet szükséges.

7. Számítsa ki a disszociációfokot és a pH-t a 0,10 mol/dm³ koncentrációjú ecetsavoldatban!
 $K_s = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$

Megoldás:



Közelítő számítást lehet alkalmazni, mert $K_s < 10^{-4}$.

$$c = 0,10 \text{ mol/dm}^3$$

$$K_s = c \cdot \alpha^2$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 = 0,10 \text{ mol/dm}^3 \cdot \alpha^2$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_s}{c}} = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{0,1}} = 0,013$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c \cdot \alpha = 0,10 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,013 = 0,0013 \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg 0,0013 = 2,9$$

8. Az 5,04 pH-jú ecetsav-oldatban az anion koncentrációja kétszerese a bomlatlan sav koncentrációjának.

a) Számítsa ki az oldat anyagmennyiség-koncentrációját!

b) Adja meg a disszociációfokot!

c) Határozza meg a sav disszociációs állandóját!

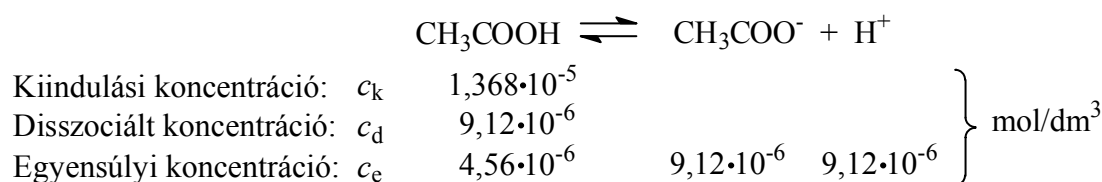
A számításoknál a víz disszociációját elhanyagolhatja.

Megoldás:

a)

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 5,04$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-5,04} = 9,12 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$



Az oldat koncentrációja $1,368 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$.

b)

$$\alpha = \frac{c_{\text{disszociált}}}{c_{\text{kiindulási}}} = \frac{9,12 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3}{1,368 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3} = 0,667 = 66,7\%$$

c)

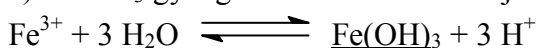
$$K_s = \frac{[\text{CH}_3\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{HCOOH}]} = \frac{(9,12 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3)^2}{4,56 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3} = 1,82 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

9. Döndse el, hogy hidrolizálnak-e a következő sók. Ha hidrolizálnak, milyen a kémhatás? Reakcióegyenlettel indokoljon!

a) FeCl_3 b) K_2SO_4 c) NaHCO_3

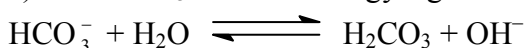
Megoldás:

a) A FeCl_3 gyenge bázis és erős sav sója hidrolizál, savas lesz a kémhatás:



b) A K_2SO_4 erős sav és erős lúg sója. Nem hidrolizál.

c) A NaHCO_3 erős bázis és gyenge sav sója. Hidrolizál, lúgos lesz a kémhatás:



10. Adja meg a pH-ját annak a puffernek, amely $0,020 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ecetsavból és $0,040 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-acetátból áll! $K_s = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$

Megoldás:

$$[\text{H}^+] = K_s \cdot \frac{c_{\text{sav}}}{c_{\text{só}}} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \frac{0,020 \text{ mol/dm}^3}{0,040 \text{ mol/dm}^3} = 9,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 9,0 \cdot 10^{-6} = 5,0$$

11. Mekkora a pH-ja annak a puffernek, amely ammóniára nézve $0,020 \text{ mol/dm}^3$, ammónium-kloridra nézve pedig $0,060 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú?

$$K_b = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

Megoldás:

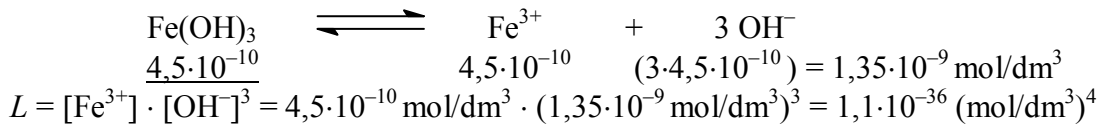
$$[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{c_{\text{bázis}}}{c_{\text{só}}} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot \frac{0,020 \text{ mol/dm}^3}{0,060 \text{ mol/dm}^3} = 6,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-] = -\lg 6,0 \cdot 10^{-6} = 5,2$$

$$\text{pH} = 14 - 5,2 = 8,8$$

12. Számítsa ki a vas(III)-hidroxid oldhatósági szorzatát, ha az oldhatósága $4,5 \cdot 10^{-10} \text{ mol/dm}^3$!

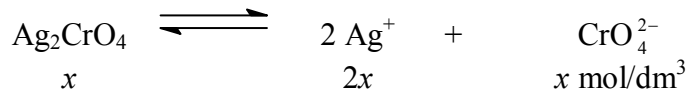
Megoldás:



13. Adja meg az ezüst-kromát oldhatóságát mol/dm^3 -ben!

$$L(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-12} (\text{mol/dm}^3)^3$$

Megoldás:



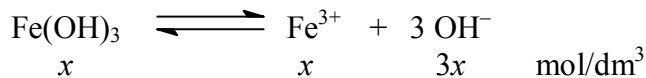
$$L(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-12} = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}] = (2x)^2 \cdot x = 4x^2 \cdot x = 4x^3$$

$$x = 6,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \text{ a csapadék oldhatósága.}$$

14. Számítsa ki, hogy milyen pH-nál kezd el leválni a Fe(OH)_3 !

$$L(\text{Fe(OH)}_3) = 4,0 \cdot 10^{-38} (\text{mol/dm}^3)^4$$

Megoldás:



$$L(\text{Fe(OH)}_3) = 4,0 \cdot 10^{-38} = [\text{Fe}^{3+}] \cdot [\text{OH}^-]^3 = x \cdot (3x)^3 = x \cdot 27x^3 = 27x^4$$

$$x = 1,96 \cdot 10^{-10} \text{ mol/dm}^3 \text{ a csapadék oldhatósága.}$$

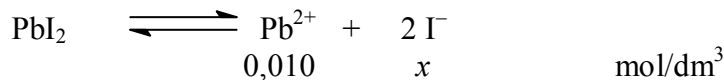
$$[\text{OH}^-] = 3x = 3 \cdot 1,96 \cdot 10^{-10} \text{ mol/dm}^3 = 5,88 \cdot 10^{-10} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-] = -\lg 5,88 \cdot 10^{-10} = 9,2$$

$$\text{pH} = 14 - 9,2 = 4,8$$

15. 1000 cm^3 $0,010 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú $\text{Pb(NO}_3)_2$ -oldathoz hány gramm KI kell, hogy a csapadékleválás meginduljon? $L(\text{PbI}_2) = 7,1 \cdot 10^{-9} (\text{mol/dm}^3)^3$

Megoldás:



$$L(\text{PbI}_2) = 7,1 \cdot 10^{-9} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^-]^2 = 0,010 \text{ mol/dm}^3 \cdot x^2$$

$$x = 8,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

$$m = n \cdot M = 8,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 166 \text{ g/mol} = 0,14 \text{ g KI kell, hogy a csapadék leválás meginduljon.}$$

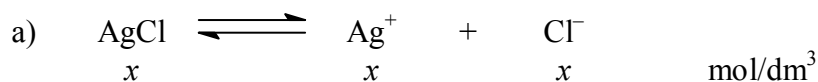
16. Adja meg az AgCl oldhatóságát mol/dm^3 -ben

a) tiszta vízben,

b) $\text{pH} = 3,0$ -as sósavban!

$$L(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10} (\text{mol/dm}^3)^2$$

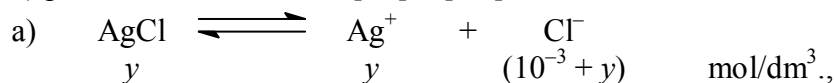
Megoldás:



$$L(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10} (\text{mol/dm}^3)^2 = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] = x^2$$

$$\text{Az oldhatóság: } x = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

b) pH = 3,0-as sósavban a $[\text{H}^+] = [\text{Cl}^-] = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$.



Mivel a sósavas közegben a csapadék oldhatósága lecsökken az a) ponthoz képest, 10^{-3} mol/dm^3 koncentrációjú $[\text{Cl}^-]$ mellett az $y [\text{Cl}^-]$ koncentráció elhanyagolható.

$$L(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10} (\text{mol/dm}^3)^2 = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] = y \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

A sósavban az oldhatóság: $y = 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$, jóval kisebb lett, mint tiszta vízben.

Gyakorló feladatok

17. Töltse ki a táblázat hiányzó adatait!

Az oldat	$[\text{H}_3\text{O}^+]$ mol/dm ³	$[\text{OH}^-]$ mol/dm ³	pH	pOH	Kémhatása	Milyen színű a metilnarancs indikátor?
$2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \text{ HNO}_3$						
$4 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \text{ NaOH}$						
$3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \text{ HCl}$						
$4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$						
$2 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3 \text{ KOH}$						
$0,1 \text{ mol/dm}^3 \text{ NaCl}$						
HCl			2,3			
NaOH			10,9			
H_2SO_4	$6 \cdot 10^{-4}$					

Az oldat	$[\text{H}_3\text{O}^+]$ mol/dm ³	$[\text{OH}^-]$ mol/dm ³	pH	pOH	Kémhatása	Milyen színű a metilnarancs indikátor?
$2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \text{ HNO}_3$	$2 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-12}$	2,7	11,3	savas	piros
$4 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \text{ NaOH}$	$2,5 \cdot 10^{-10}$	$4 \cdot 10^{-5}$	9,6	4,4	lúgos	sárga
$3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \text{ HCl}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$3,3 \cdot 10^{-11}$	3,5	10,5	savas	átmeneti
$4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$	$8 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-12}$	2,1	11,9	savas	Piros
$2 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3 \text{ KOH}$	$5 \cdot 10^{-9}$	$2 \cdot 10^{-6}$	8,3	5,7	lúgos	Sárga
$0,1 \text{ mol/dm}^3 \text{ NaCl}$	10^{-7}	10^{-7}	7	7	semleges	Sárga

Az oldat	$[\text{H}_3\text{O}^+]$ mol/dm ³	$[\text{OH}^-]$ mol/dm ³	pH	pOH	Kémhatása	Milyen színű a metilnarancs indikátor?
$5 \cdot 10^{-3}$ mol/dm ³ HCl	$5 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-12}$	2,3	11,7	savas	Piros
$8 \cdot 10^{-4}$ mol/dm ³ NaOH	$1,25 \cdot 10^{-11}$	$8 \cdot 10^{-4}$	10,9	3,1	lúgos	Sárga
$3 \cdot 10^{-4}$ mol/dm ³ H ₂ SO ₄	$6 \cdot 10^{-4}$	$1,67 \cdot 10^{-11}$	3,2	10,8	savas	Átmeneti

18. Technikusként feladatai közé tartozik, hogy készítsen 2000 cm³ térfogatú pH = 1,00-es sósavat. Számítsa ki, hogy hány cm³ $w = 38,3\%$ -os, 1,18 g/cm³ sűrűségű cc. sósavat kell bemérni! (16,1 cm³)
19. Adja meg, hogy hány gramm KOH szükséges 250 cm³ térfogatú, 12,3 pH-jú oldat készítéséhez! (0,280 g)
20. 0,50 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldatból 20 cm³-t 1,0 dm³-re hígítunk. Milyen pH-jú a hígított oldat? (pH = 12)
21. 50,0 cm³ 0,0400 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldathoz 150 cm³ 0,0200 mol/dm³ koncentrációjú sósavat öntöttünk. Mekkora a pH-változás a NaOH-oldat pH-jához képest! Az elegyítés során a térfogatok összeadódnak. (-10,3)
22. Hányszorosára hígítottuk
- a 0,050 mol/dm³ koncentrációjú sósavat, ha a pH-ja 2,3 lett, (10-szeresre)
 - a 0,020 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldatot, ha a pH-ja 10,3 lett? (100-szorosra)
23. Számítsa ki, hogy mennyi a disszociációfok és a pH a 0,100 mol/dm³ koncentrációjú ammóniaoldatban! $K_b = 1,80 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³ (1,34%, pH = 11,1)
24. Adja meg a disszociációs állandót és a pH-t a 250 cm³ 0,0250 mol ammóniát tartalmazó ammóniaoldatban, ha 1,33%-os a disszociáció! ($1,80 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³, pH = 11,1)
25. Számítsa ki a kiindulási koncentrációt, a disszociációfokot és a pH-t abban a hangyasavoldatban, amelyben a formiátionok koncentrációja háromszorosa a bomlatlan hangyasav koncentrációjának! $K_s = 1,77 \cdot 10^{-4}$ mol/dm³ ($7,87 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³, 75,0%, pH = 4,23)
26. Adja meg az ionkoncentrációkat, a pH-t és a disszociációs állandót
- abban a $3,15 \cdot 10^{-2}$ mol/dm³ koncentrációjú benzoésavoldatban, amelyben a disszociációfok 0,0438! ($1,38 \cdot 10^{-3}$ mol/dm³, pH = 2,86; $6,30 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³)
 - abban a 0,010 mol/dm³ koncentrációjú ecetsavoldatban, amelyben, a disszociációfok 4,2%! ($4,2 \cdot 10^{-4}$ mol/dm³; pH = 3,4; $1,8 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³)
 - abban a 0,020 mol/dm³ koncentrációjú ammóniaoldatban, amelyben a disszociációfok 3,0%! ($6,0 \cdot 10^{-4}$ mol/dm³, pH = 11, $1,9 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³)
27. A 2,57 pH-jú monojód-ecetsav-oldatban a disszociációfok 20,0%. Adja meg az oldat koncentrációját és a sav disszociációs állandóját! (0,0135 mol/dm³, $6,75 \cdot 10^{-4}$ mol/dm³)
28. Számítsa ki a 0,704 mol/dm³ koncentrációjú, 11,55 pH-jú ammóniaoldatban a disszociációfokot és az ammónia disszociációs állandóját! (0,503%, $1,80 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³)

29. A $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú szalicilsavban a bomlatlan sav koncentrációja $0,0902 \text{ mol/dm}^3$. Adja meg az oldatban a pH-t, a disszociációfokot és a sav disszociációs állandóját! ($2,01$, $9,77\%$, $1,06 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$)
30. Számítsa ki a disszociációfokot és a pH-t a $0,010 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ammóniaoldatban! $K_b = 1,80 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ ($4,24\%$, $\text{pH} = 10,6$)
31. Határozza meg a pH-ját a $0,0500 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NH_3 -oldatból és $0,0400 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NH_4Cl -ből álló pufferoldatnak! $K_b = 1,80 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ ($\text{pH} = 9,35$)
32. Adja meg, hogy hány gramm $\text{CH}_3\text{-COONa}$ -t kell bemérni $1,00 \text{ dm}^3$ $0,0500 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ecetsavoldatba, hogy a puffer pH-ja $4,80$ legyen? A térfogatváltozástól tekintsünk el! $K_s = 1,80 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$. ($4,67 \text{ g}$)
33. Határozza meg a pH-t, ha összeöntöttünk $2,00 \text{ dm}^3$ térfogatú $0,400 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NH_3 -oldatot és $4,00 \text{ dm}^3$ térfogatú $0,300 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavat! A térfogatok összegezhettek! ($\text{pH} = 1,18$)
34. Adja meg a pH értékét, ha összeöntöttünk 500 cm^3 $0,300 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ecetsavoldatot és 1500 cm^3 térfogatú $0,200 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH -oldatot! A térfogatok összegezhettek! $K_s = 1,80 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$. ($\text{pH} = 12,9$)
35. Állapítsa meg, hogy az alábbi sók hidrolizálnak-e? Milyen a kémhatású a vizes oldatuk? Reakcióegyenlettel indokoljon!
- | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| a) CuCl_2 | b) Na_2SO_4 | c) AlCl_3 | d) Na_2CO_3 |
| e) NH_4NO_3 | f) CuSO_4 | g) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ | h) $\text{CH}_3\text{-COONa}$ |
| i) HCOONa | j) $\text{CH}_3\text{-COOK}$ | k) NaCl | l) NH_4Cl |
- [a) c) e) f) l) savas, d) g) h) i) j) lúgos, b) k) nem hidrolizál]
36. Melyik csapadék oldódik kevésbé?
- $$L(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10} \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right)^2,$$
- $$L(\text{AgBr}) = 5,2 \cdot 10^{-13} \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right)^2,$$
- $$L(\text{AgI}) = 8,3 \cdot 10^{-16} \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right)^2. \quad (\text{az AgI})$$
37. Számítsa ki az ólom-flurid oldhatóságát mol/dm^3 -ben! $L(\text{PbF}_2) = 2,7 \cdot 10^{-8} (\text{mol/dm}^3)^3$ ($1,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$)
38. Számítsa ki az ezüst-kromát oldhatósági szorzatát, ha 100 cm^3 telített oldat $0,250 \text{ g}$ sót tartalmaz! [$1,71 \cdot 10^{-9} (\text{mol/dm}^3)^3$]
39. Leválik-e az Ag_2CrO_4 csapadék, ha $1,0 \text{ dm}^3$ térfogatú, $3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú K_2CrO_4 -oldatban $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ AgNO_3 -ot oldunk? $L(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-12} (\text{mol/dm}^3)^3$ (leválik)
40. Leválik-e $\text{pH} = 10$ -nél a $0,010 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú MgCl_2 -oldatból a $\text{Mg}(\text{OH})_2$ csapadék? $L(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 1,8 \cdot 10^{-11} (\text{mol/dm}^3)^3$ (leválik)

41. Számítsa ki, hogy milyen pH-nál kezd el leválni a $\text{Mg}(\text{OH})_2$!
 $L(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 1,80 \cdot 10^{-11} \text{ (mol/dm}^3\text{)}^3$ (pH = 10,5)
42. Határozza meg a Hg_2Cl_2 oldhatóságát mol/dm^3 -ben
 a) tiszta vízben, $[6,87 \cdot 10^{-7} \text{ (mol/dm}^3\text{)}^3]$
 b) pH = 3,0–as sósavban! $[1,3 \cdot 10^{-12} \text{ (mol/dm}^3\text{)}^3]$
 $L(\text{Hg}_2\text{Cl}_2) = 1,30 \cdot 10^{-18} \text{ (mol/dm}^3\text{)}^3$
43. Hány cm^3 telített oldatot lehet készíteni 50,0 mg PbCl_2 -ből?
 $L(\text{PbCl}_2) = 1,60 \cdot 10^{-5} \text{ (mol/dm}^3\text{)}^3$ (11,3 cm^3)
44. Alumínium-hidroxidból annyit szórunk vízbe, hogy az oldódási egyensúly beállta után is marad szilárd anyag. Adja meg az oldott Al^{3+} -koncentrációt az oldódási egyensúly beállása után! ($2,47 \cdot 10^{-9} \text{ mol/dm}^3$)
 Az alumínium-hidroxid oldhatósági szorzata 23°C -on: $L = 1,00 \cdot 10^{-33} \text{ (mol/dm}^3\text{)}^4$.
45. Melyik ion koncentrációja egyezik meg az oldhatósággal
 a) az AgCl -ban, (Ag^+ , Cl^-)
 b) az PbF_2 -ban, (Pb^{2+})
 c) a $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ban? (Fe^{3+})
46. a) Számítsa ki a 2,4 tömegszázalékos, $1,01 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű sósavoldat pH-ját! (pH = 0,18)
 b) Hány cm^3 $0,500 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat szükséges az a) pontbeli sósavoldat $15,0 \text{ cm}^3$ -ének semlegesítéséhez? ($19,9 \text{ cm}^3$)
47. Összekeverünk 100 cm^3 $0,0500 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatot és 100 cm^3 $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ecetsavoldatot.
 a) Adja meg a pH-ját a $0,0500 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatnak! (12,7)
 b) Számítsa ki a pH-ját a $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ecetsavoldatnak! (2,88)
 c) Adja meg a pH-ját a nátrium-hidroxid-oldat és az ecetsavoldat összekeverése után előállított oldatnak! (4,76)
 $K_s(\text{ecetsav}) = 1,75 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$
48. $2,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú hangyasavoldatból 2,00-es pH-jú oldatot készítünk.
 a) Számítsa ki a 2,00-es pH-jú hangyasavoldat koncentrációját! ($0,575 \text{ mol/dm}^3$)
 b) Számítsa ki, hogy 500 cm^3 2,00-es pH-jú oldat készítéséhez, hány cm^3 $2,00 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú hangyasavoldat kell! (144 cm^3)
 c) Számítsa ki, hogy az elkészített oldat $5,00 \text{ cm}^3$ -ének közömbösítéséhez hány cm^3 $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat szükséges! Írja fel a titrálás reakcióegyenletét is! $K_s(\text{HCOOH}) = 1,77 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$
 ($\text{HCOOH} + \text{NaOH} = \text{HCOONa} + \text{H}_2\text{O}$, $28,8 \text{ cm}^3$)

9. ELEKTROKÉMIA



Ennek a témakörnek az a célja, hogy átismételjük

- a vezetésről,
- a redoxireakciók irányának becsléséről,
- az elektródpotenciálról,
- az elektromotoros erőről,
- a galvánecellákról,
- az elektrolízisről tanultakat és a
- a feladatok megoldását a vezetés, a galvánecellák és az elektrolízis témaköreivel kapcsolatban.

A feladatok megoldásához szükséges elméleti ismeretek összefoglalása

Az *elektrokémia* az elektromos áram és a kémia folyamatok kapcsolatával foglalkozik.

Alapfogalmak:

Ellenállás, jele: R , mértékegysége ohm, melynek jele Ω .

$$R = \frac{U}{I}$$

ahol:

U a feszültség, mértékegysége a volt, melynek jele V,

I az áramerősség, mértékegysége az amper, melynek jele A.

Vezetés, jele: G , mértékegysége siemens, melynek jele S.

$$G = \frac{1}{R}$$

ahol:

R az ellenállás, mértékegysége az Ω .

Fajlagos ellenállás, jele: ρ , mértékegysége az $(\Omega \cdot \text{m})$.

$$\rho = \frac{A \cdot R}{l}$$



ahol:

R az ellenállás, mértékegysége az Ω ,

A a keresztmetszet, mértékegysége a m^2 ,

l a hosszúság, mértékegysége a m.

Cellaállandó, jele: K_{cella} , mértékegysége $\frac{1}{m}$.

$$K_{\text{cella}} = \frac{1}{A}$$

ahol:

A a keresztmetszet, mértékegysége a m^2 ,

l a hosszúság, mértékegysége a m.

Fajlagos vezetés, jele: κ (kappa), mértékegysége $\frac{S}{m}$.

$$\kappa = \frac{1}{\rho} = \frac{l}{A \cdot R} = K_{\text{cella}} \cdot \frac{1}{R} = K_{\text{cella}} \cdot G$$

ahol:

ρ a fajlagos ellenállás, mértékegysége a $(\Omega \cdot m)$,

A a keresztmetszet, mértékegysége a m^2 ,

l a hosszúság, mértékegysége a m,

K_{cella} a cellaállandó, mértékegysége az $\frac{1}{m}$,

R az ellenállás, mértékegysége az Ω .

G a vezetés, mértékegysége a S.

Moláris fajlagos vezetés, jele: Λ_m , mértékegysége $(S \cdot m^2 \cdot mol^{-1})$.

$$\Lambda_m = \frac{\kappa}{c}$$

ahol:

κ a fajlagos vezetés, $\left(\frac{S}{m}\right)$,

c az anyagmennyiség-koncentráció, $\left(\frac{mol}{m^3}\right)$.

Határvezetés, jele: Λ^∞ , mértékegysége $(S \cdot m^2 \cdot mol^{-1})$.

A végtelen híg oldat moláris fajlagos vezetése, anyagi minőségre jellemző

állandó értéke, a hőmérséklettől is függ.

α gyenge elektrolitoknál a *disszociáció-fok*, erős elektrolitoknál a *látszólagos disszociáció-fok*:

$$\alpha = \frac{\Lambda_m}{\Lambda^\infty}$$

ahol:

Λ^∞ a határvezetés, mértékegysége ($\text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$).

Λ_m a moláris fajlagos vezetés, mértékegysége ($\text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$).

Az *Ostwald-féle hígítási törvény*:

$$K_d = \frac{\Lambda_m^2 \cdot c}{\Lambda^\infty (\Lambda^\infty - \Lambda_m)}$$

Az *elektród fogalma*: elektrolitoldattal érintkezésben lévő elektronvezető.

Az *elektródpotenciál* jele: ε , mértékegysége V.

Nernst-képlet a következő reakcióegyenletnél: $b \text{ red} \rightleftharpoons a \text{ ox} + z e^-$

$$\varepsilon = \varepsilon^\circ + \frac{0,0591}{z} \cdot \lg \frac{[\text{ox}]^a}{[\text{red}]^b}$$

ahol:

ε az elektródpotenciál, (V),

ε° a *standardpotenciál*, (V), az anyagi minőségre jellemző állandó. Saját ionjának 1 mol/dm^3 koncentrációjú oldatába merülő elektród elektródpotenciálja 25°C hőmérsékleten. Értéke a Függvénytáblázatban megtalálható.

z az oxidációs számváltozás,

[ox] és [red] az oxidált és a redukált forma koncentrációja, $\left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)$

a és b a reakcióegyenletben szereplő sztöchiometriai számok.

ε és ε° abszolút értéke nem mérhető. Csak két elektródot galvánelemmé összekapcsolva lehet potenciálkülönbséget mérni (az így kialakuló galváncella elektromotoros erejét lehet mérni). Viszonyítási alap a standard hidrogénelektrod, melynek elektródpotenciálja megállapodás szerint 0 V.

Redoxi reakciók irányának becslése a standard potenciálok alapján:

A Függvénytáblázatokban is megtalálható standard potenciálok alapján következtetni lehet, hogy melyik redoxi reakció megy végbe: a nagyobb standard potenciálú rendszer oxidált alakja oxidálni képes a másik rendszer redukált alakját.

Az *elektrodok* lehetnek *elsőfajú*, *másodfajú* és *különleges* elektrodok.

A *másodfajú elektrodok* (összehasonlító-, referenciaelektrodok) elektrodpotenciálja állandó, mert a bennük lévő elektrolit koncentrációja is állandó.

Másodfajú elektrod az *Ag-AgCl-elektrod* és a *kalomel-elektrod*.

Az *elsőfajú elektrodok* (mérő elektrodok) elektrodpotenciálja függ az elektrod elektrolit-koncentrációjától.

Az *elsőfajú elektrodok* lehetnek:

a) *fém-elektrodok*, például: $\text{Me} \rightleftharpoons \text{Me}^{z+} + z \text{e}^-$

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}^\circ + \frac{0,0591}{z} \cdot \lg [\text{Me}^{z+}]$$

ahol:

\mathcal{E} az elektrodpotenciál, (V),

\mathcal{E}° a *standard potenciál*, (V),

z az oxidációs számváltozás,

$[\text{Me}^{z+}]$ a fémion koncentrációja, $\left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)$.

b) *gázelektrodok*:

– *hidrogénelektrod*, elektrod folyamat: $0,5 \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{e}^-$

$$\mathcal{E} = 0,0591 \cdot \lg [\text{H}_3\text{O}^+] = -0,0591 \cdot \text{pH}$$

– *oxigénelektrod*, elektrod folyamat egy elektronátmenetre redukálva:

$\text{OH}^- \rightleftharpoons 0,25 \text{O}_2 + 0,5 \text{H}_2\text{O} + \text{e}^-$

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}^\circ - 0,0591 \cdot \lg [\text{OH}^-] = \mathcal{E}^\circ + 0,0591 \cdot \text{pOH}$$

– *klórelektrod*, elektrod folyamat: $\text{Cl}^- \rightleftharpoons 0,5 \text{Cl}_2 + \text{e}^-$

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}^\circ - 0,0591 \cdot \lg [\text{Cl}^-]$$

A galvánelemben (galvánelemben) a kémiai reakció termeli az elektromos áramot.

Faraday II. törvénye: egy mol anyag leválásához $z \cdot F$ töltés szükséges.

ahol:

z az oxidációs számváltozás (az elektronátmenet),

$$F \text{ a Faraday- állandó: } 96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}} = 26,8 \frac{\text{A} \cdot \text{h}}{\text{mol}}.$$

Például: 1 mol Al leválásához $3 \cdot 96500 \text{ C}$ szükséges ($\text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^- = \text{Al}$).

Mintafeladatok

1. Az $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ecetsavoldatban a vezeték $0,00280 \text{ S}$, a cellaállandó $133 \frac{1}{\text{m}}$. Számítsa ki a fajlagos vezetést, a moláris fajlagos vezetést és a disszociáció-fokot, ha a $\Lambda^\infty(\text{ecetsav}) = 0,0350 \text{ Sm}^2/\text{mol}$!

Megoldás:

$$c = 0,100 \text{ mol/dm}^3 = 100 \text{ mol/m}^3$$

$$G = 0,00280 \text{ S}$$

$$K_{\text{cella}} = 133 \text{ m}^{-1}$$

$$\Lambda^\infty(\text{ecetsav}) = 0,0350 \text{ Sm}^2/\text{mol}$$

$$\kappa = K_{\text{cella}} \cdot G = 133 \text{ m}^{-1} \cdot 0,00280 \text{ S} = 0,372 \frac{\text{S}}{\text{m}}$$

$$\Lambda_m = \frac{\kappa}{c} = \frac{0,372 \frac{\text{S}}{\text{m}}}{100 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}} = 0,00372 \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\alpha = \frac{\Lambda_m}{\Lambda^\infty} = \frac{0,00372 \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}}{0,0350 \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,106 = 10,6\%$$

2. A $w = 10,0\%$ -os hangyasav sűrűsége $1,01 \text{ g/cm}^3$, a fajlagos ellenállása $0,650 \text{ m} \cdot \Omega$, a határvezetése $0,0400 \text{ Sm}^2/\text{mol}$.

- a) Számítsa ki az oldat koncentrációját, fajlagos vezetését, a moláris fajlagos vezetését!
- b) Adja meg a disszociáció-fok, az oxóniumion-koncentráció, a pH és a disszociáció-állandó értékét!

Megoldás:

a)

$$\rho = 1,01 \text{ g/cm}^3$$

$$w = 10,0\%$$

$$\rho = 0,650 \text{ m}\cdot\Omega$$

$$\Lambda^\infty(\text{hangyasav}) = 0,0400 \text{ Sm}^2/\text{mol}$$

$w = 10,0\%$ azt jelenti, hogy 100 g oldatban 10,0 g hangyasav van.

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{100 \text{ g}}{1,01 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 99,0 \text{ cm}^3$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{10,0 \text{ g}}{46 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,217 \text{ mol}$$

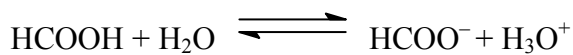
$$c = \frac{n}{V} = \frac{0,217 \text{ mol}}{0,0990 \text{ dm}^3} = 2,19 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$\kappa = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{0,650 \text{ m}\cdot\Omega} = 1,54 \frac{\text{S}}{\text{m}}$$

$$\Lambda_m = \frac{\kappa}{c} = \frac{1,54 \frac{\text{S}}{\text{m}}}{2190 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}} = 7,03 \cdot 10^{-4} \text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$$

b)

$$\alpha = \frac{\Lambda_m}{\Lambda^\infty} = \frac{0,000703 \text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}}{0,0400 \text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}} = 0,0176 = 1,76\%$$

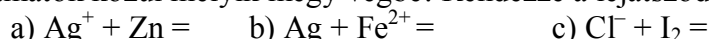


$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c \cdot \alpha = 2,19 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,0176 = 0,0385 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg 0,0385 = 1,41$$

$$K_d = \frac{c \cdot \alpha^2}{1 - \alpha} = \frac{2,19 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0176^2}{1 - 0,0176} = 6,90 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

3. A standard elektródpotenciálok alapján állapítsa meg, hogy a következő kémiai folyamatok közül melyik megy végbe! Rendezze a lejátszódó folyamatokat!

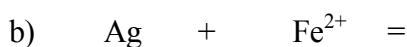
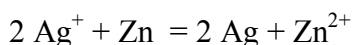


Megoldás:



$$\varepsilon^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80\text{V} > \varepsilon^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76\text{ V}$$

A nagyobb standard potenciálú rendszer oxidált alakja (Ag^+) oxidálni képes a másik rendszer redukált alakját (Zn-t). Ezek az anyagok szerepelnek az reakcióegyenletben, ez a reakció végbemegy:



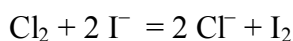
$$\varepsilon^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80\text{V} > \varepsilon^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44\text{ V}$$

A nagyobb standard potenciálú rendszer oxidált alakja (Ag^+) oxidálni képes a másik rendszer redukált alakját (Fe-t). Nem ezek az anyagok szerepelnek az reakcióegyenletben, ez a reakció nem megy végbe.



$$\varepsilon^\circ(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = 1,36\text{V} > \varepsilon^\circ(\text{I}_2/\text{I}^-) = 0,54\text{ V}$$

A nagyobb standard potenciálú rendszer oxidált alakja (Cl_2) oxidálni képes a másik rendszer redukált alakját (I^- -t). Ezek az anyagok szerepelnek az reakcióegyenletben, ez a reakció végbemegy:



4. Számítsa ki az alábbi oldatokba merülő 25 °C-os elektródok elektródpotenciálját!

a) rézelektrod, amely 0,010 mol/dm³ koncentrációjú CuCl₂-oldatba merül!

b) klórelektrod, amely pH = 2,0 sósavoldatba merül!

Megoldás:

a)

$$\varepsilon = \varepsilon^\circ + \frac{0,0591}{z} \cdot \lg[\text{Me}^{z+}] = 0,34 + \frac{0,0591}{2} \lg 0,010 = 0,28\text{ V}$$

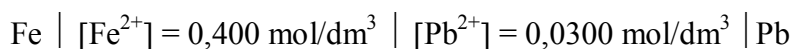
b)

A pH = 2,00 sósavban a $[\text{H}^+] = [\text{HCl}] = [\text{Cl}^-] = 1,00 \cdot 10^{-2}$ mol/dm³

$$\varepsilon = \varepsilon^\circ - 0,0591 \cdot \lg [\text{Cl}^-] = 1,36 - 0,0591 \lg 0,0100 = 1,48\text{ V}$$

5. Határozza meg a következő galvánecellánál az elektródfolyamatokat, az elektródpotenciálokat, a pólusokat és az elektromotoros erőt, $t = 25\text{ °C}$ hőmérsékleten!
 $\text{Fe} \mid [\text{Fe}^{2+}] = 0,400\text{ mol/dm}^3 \mid [\text{Pb}^{2+}] = 0,0300\text{ mol/dm}^3 \mid \text{Pb}$

Megoldás:



$$\varepsilon(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 + \frac{0,0591}{2} \lg 0,400 = -0,45\text{ V} < \varepsilon(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0,13 + \frac{0,0591}{2} \lg 0,0300 = -0,17\text{ V}$$

A nagyobb elektródpotenciálú rendszerénél redukció van, ez a katód (+), a kisebb elektródpotenciálú rendszerénél oxidáció van, ez az anód (-)



$$E_{\text{MF.}} = \varepsilon_{\text{katód}} - \varepsilon_{\text{anód}} = -0,17\text{ V} - (-0,45\text{ V}) = 0,28\text{ V}$$

6. Töltse ki a folyamatokkal kapcsolatos hiányzó adatokat!

Elektrolizál- landó oldat	Elektródok	Katódfolyamat egyenlete Redukció	Anódfolyamat egyenlete Oxidáció	Az oldat össze- tételének változása
HCl-oldat	grafit vagy Pt			
CuCl ₂ -oldat	grafit vagy Pt			hígul
ZnCl ₂ -oldat	grafit vagy Pt			
ZnSO ₄ -oldat	grafit vagy Pt			
CuSO ₄ -oldat	grafit vagy Pt			
NaCl-oldat				lúgosodik
NaCl-oldat				hígul
H ₂ SO ₄ -oldat	grafit vagy Pt			
Na ₂ SO ₄ -oldat	grafit vagy Pt			
NaOH-oldat	grafit vagy Pt			
KI-oldat	grafit vagy Pt			

Megoldás:

Elektrolizáló oldat	Elektródok	Katódfolyamat egyenlete Redukció	Anódfolyamat egyenlete Oxidáció	Az oldat összetételének változása
HCl-oldat	grafit vagy Pt	$2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- = \text{H}_2$	$2 \text{Cl}^- = \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$	hígul
CuCl ₂ -oldat	grafit vagy Pt	$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- = \text{Cu}$	$2 \text{Cl}^- = \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$	hígul
ZnCl ₂ -oldat	grafit vagy Pt	$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- = \text{Zn}$	$2 \text{Cl}^- = \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$	hígul
ZnSO ₄ -oldat	grafit vagy Pt	$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- = \text{Zn}$	$2 \text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$	hígul
CuSO ₄ -oldat	grafit vagy Pt	$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- = \text{Cu}$	$2 \text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$	hígul
NaCl-oldat	grafit vagy Pt	$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- = \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	$2 \text{Cl}^- = \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$	lúgosodik
NaCl-oldat	Hg	$\text{Na}^+ + \text{e}^- = \text{Na}$	$2 \text{Cl}^- = \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$	hígul
H ₂ SO ₄ -oldat	grafit vagy Pt	$2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- = \text{H}_2$	$2 \text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$	töményedik
Na ₂ SO ₄ -oldat	grafit vagy Pt	$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- = \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	$2 \text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$	töményedik
NaOH-oldat	grafit vagy Pt	$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- = \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	$2 \text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$	töményedik
KI-oldat	grafit vagy Pt	$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- = \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	$2 \text{I}^- = \text{I}_2 + 2 \text{e}^-$	hígul

7. Töltse ki az elektrolízisre vonatkozó hiányzó adatokat!

Az elektrolízis jellemzői	Az elektrolízis termékei				
	Cu	Cl ₂	Al	O ₂	H ₂
Elektród-folyamat					
Oxidáció vagy redukció					
Elektród neve					
Elektród töltése					
Elektronok anyagmennyisége, mol				0,5	
Áthaladt töltés, C					193 000
Levált anyagmennyiség, mol	0,5				
Levált anyag tömege, g			270		
Levált anyag térfogata, dm ³ (20 °C, 0,1 MPa)		48			

Megoldás:

Az elektrolízis jellemzői	Az elektrolízis termékei				
	Cu	Cl ₂	Al	O ₂	H ₂
Elektród-folyamat	$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- = \text{Cu}$	$2 \text{Cl}^- = \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$	$\text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^- = \text{Al}$	$2 \text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$	$2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- = \text{H}_2$
Oxidáció vagy redukció	redukció	oxidáció	redukció	oxidáció	Redukció
Elektród neve	katód	anód	katód	anód	Katód
Elektród töltése	-	+	-	+	-
Elektronok anyagmennyisége, mol	1	4	30	0,5	2
Áthaladt töltés, C	96 500	386 000	$2,895 \cdot 10^6$	48 250	193 000
Levált anyagmennyiség, mol	0,5	2	10	0,125	1
Levált anyag tömege, g	31,75	142	270	4	2
Levált anyag térfogata, dm ³ (20 °C, 0,1 MPa)		48		3	24

8. CuSO₄-oldatot elektrolizálunk 20,0 percig, 10,0 amperes árammal. Számítsa ki, hogy hány gramm réz és hány dm³ 25 °C-os, 0,100 MPa nyomású oxigén válik le!

Megoldás:

$$I = 10,0 \text{ A}$$

$$t = 20,0 \text{ perc} = 1200 \text{ s}$$

$$Q = I \cdot t = 10 \text{ A} \cdot 1200 \text{ s} = 12000 \text{ C}$$

(-) a katódon redukció: $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- = \text{Cu}$

(+) az anódon oxidáció: $2 \text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$ játszódik le.

$$n(\text{e}^-) = \frac{12000 \text{ C}}{96500 \text{ C/mol}} = 0,124 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cu}) = \frac{n(\text{e}^-)}{2} = \frac{0,124 \text{ mol}}{2} = 0,0620 \text{ mol}$$

$$m(\text{Cu}) = 0,0620 \text{ mol} \cdot 63,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 3,94 \text{ g}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{n(\text{e}^-)}{4} = \frac{0,124 \text{ mol}}{4} = 0,0310 \text{ mol}$$

$$V(\text{O}_2) = 0,0310 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 0,760 \text{ dm}^3$$

9. Króm(III)-nitrát-oldat elektrolízisekor 12,0 perc alatt a katódon 0,300 g króm vált le. Számítsa ki, hogy mekkora az áramerősség!

Megoldás:

$$I = ? \text{ A}$$

$$t = 12,0 \text{ perc} = 720 \text{ s}$$



$$n(\text{Cr}) = \frac{0,300 \text{ g}}{52 \text{ g/mol}} = 0,00577 \text{ mol}$$

$$n(\text{e}^{-}) = 3 \cdot 0,00577 \text{ mol} = 0,0173 \text{ mol}$$

$$Q = 0,0173 \text{ mol} \cdot 96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}} = 1670 \text{ C}$$

$$t = 12,0 \text{ perc} = 720 \text{ s}$$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{1670 \text{ C}}{720 \text{ s}} = 2,32 \text{ A}$$

10. Kénsavoldaton 2,0 órán át 8,0 A erősségű áram halad át.

- Számítsa ki az elektródokon keletkező hidrogén- és oxigéngáz tömegét, térfogatát 25 °C hőmérsékleten és standard nyomáson!
- Adja meg, hogy hány tömegszázalékos lesz az oldat az elektrolízis után, ha 200 g $w = 10,0\%$ -os volt a kénsavoldat!

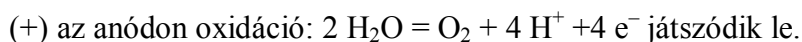
Megoldás:

a)

$$I = 8,0 \text{ A}$$

$$t = 2,0 \text{ óra} = 7200 \text{ s}$$

$$Q = I \cdot t = 8,0 \text{ A} \cdot 7200 \text{ s} = 57\,600 \text{ C}$$



$$n(\text{e}^{-}) = \frac{57\,600 \text{ C}}{96\,500 \text{ C/mol}} = 0,597 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{n(\text{e}^{-})}{2} = \frac{0,597 \text{ mol}}{2} = 0,299 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2) = 0,299 \text{ mol} \cdot 2,00 \text{ g/mol} = 0,598 \text{ g}$$

$$V(\text{H}_2) = 0,299 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 7,33 \text{ dm}^3.$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{n(e^-)}{4} = \frac{0,597 \text{ mol}}{4} = 0,149 \text{ mol}$$

$$m(\text{O}_2) = 0,149 \text{ mol} \cdot 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 4,77 \text{ g}$$

$$V(\text{O}_2) = 0,149 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 3,65 \text{ dm}^3.$$

b)

Az oldott anyag 20,0 g kénsav, az oldat tömege csökken az eltávozó H₂-nel és O₂-nel,
 $m_0 = 200 \text{ g} - 0,598 \text{ g} - 4,77 \text{ g} = 194,6 \text{ g}$

$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{20,0 \text{ g}}{194,6 \text{ g}} \cdot 100 = 10,3\% \text{ lesz.}$$

Gyakorló feladatok

11. Az 1,00 mol/dm³ koncentrációjú KCl-oldatban a vezeték 0,0780 S, a fajlagos vezeték 10,4 $\frac{\text{S}}{\text{m}}$. Számítsa ki a cellaállandót, a moláris fajlagos vezetést és a disszociáció-fokot, ha a $\Lambda^\infty(\text{KCl}) = 0,0110 \text{ Sm}^2/\text{mol}$! (133 1/m, 0,0104 Sm²/mol, 94,5%)
12. A 0,100 mol/dm³ koncentrációjú ecetsavoldatban a cellaállandó 133 m⁻¹, az ellenállás 351 ohm. Számítsa ki a fajlagos vezetést, a moláris fajlagos vezetést, a disszociáció-fokot, ha $\Lambda^\infty = 0,0350 \text{ Sm}^2/\text{mol}$! (0,379 S/m, 0,00379 Sm²/mol, 10,8%)
13. A $w = 4,33\%$ -os ecetsavoldat sűrűsége 1,005 g/cm³ és a fajlagos vezetése 0,122 S/m. Adja meg az oldat koncentrációját, a moláris fajlagos vezetését, az ecetsav határvezetését, a disszociáció-fokot és a disszociáció-állandót, ha $\Lambda^\infty(\text{KCl}) = 0,0130 \text{ Sm}^2/\text{mol}$, $\Lambda^\infty(\text{CH}_3\text{COOK}) = 0,0100 \text{ Sm}^2/\text{mol}$, $\Lambda^\infty(\text{HCl}) = 0,0380 \text{ Sm}^2/\text{mol}$!
 (0,726 mol/dm³, $1,68 \cdot 10^{-4} \text{ Sm}^2/\text{mol}$, $\Lambda^\infty(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,0350 \text{ Sm}^2/\text{mol}$, 0,48%,
 $K_d = 1,67 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$)
14. A standard elektródpotenciálok alapján állapítsa meg, hogy a következő kémiai folyamatok közül melyik megy végbe! Rendezze a lejátszódó folyamatok reakcióegyenleteit!
 - a) $\text{Ag}^+ + \text{Fe} =$ (2 $\text{Ag}^+ + \text{Fe} = 2 \text{Ag} + \text{Fe}^{2+}$)
 - b) $\text{Cu} + \text{Fe}^{2+} =$ (nem játszódik le)
 - c) $\text{Hg}^{2+} + \text{Zn} =$ ($\text{Hg}^{2+} + \text{Zn} = \text{Hg} + \text{Zn}^{2+}$)
 - d) $\text{Pb}^{2+} + \text{Fe} =$ ($\text{Pb}^{2+} + \text{Fe} = \text{Pb} + \text{Fe}^{2+}$)
 - e) $\text{Bi} + \text{Ag}^+ =$ ($\text{Bi}^{3+} + 3 \text{Ag}^+ = 3 \text{Ag} + \text{Bi}^{3+}$)
 - f) $\text{Cl}_2 + \text{I}^- =$ ($\text{Cl}_2 + 2 \text{I}^- = 2 \text{Cl}^- + \text{I}_2$)
 - g) $\text{Cl}^- + \text{Br}_2 =$ (nem játszódik le)

15. Számítsa ki a 25 °C hőmérsékletű, 1 bar nyomású hidrogénelektrod elektródpotenciálját!
- $2,5 \cdot 10^{-2}$ mol/dm³ koncentrációjú HCl-oldatban (–0,10 V)
 - $2,5 \cdot 10^{-2}$ mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldatban, (–0,73 V)
 - desztillált víznél, (–0,41 V)
 - pH = 2,0 oldatnál! (–0,12 V)
16. Számítsa ki a 25 °C hőmérsékletű rézelektrod elektródpotenciálját
- $2,0 \cdot 10^{-2}$ mol/dm³ koncentrációjú CuCl₂-oldatban, (0,29 V)
 - $5,0 \cdot 10^{-2}$ mol/dm³ koncentrációjú CuSO₄-oldatban! (0,30 V)
17. Számítsa ki a 25 °C hőmérsékletű, 1 bar nyomású klórelektrod elektródpotenciálját
- $2,50 \cdot 10^{-2}$ mol/dm³ koncentrációjú HCl-oldatban, (1,45 V)
 - $2,50 \cdot 10^{-2}$ mol/dm³ koncentrációjú CuCl₂-oldatban! (1,44 V)
18. Számítsa ki a 25 °C hőmérsékletű alumíniumelektrod elektródpotenciálját
- $2 \cdot 10^{-2}$ mol/dm³ koncentrációjú AlCl₃-oldatban! (–1,69 V)
 - $3 \cdot 10^{-2}$ mol/dm³ koncentrációjú Al₂(SO₄)₃-oldatban! (–1,68 V)
19. Határozza meg a következő galvánelektroddal az elektródfolyamatokat, az elektródpotenciálokat, a pólusokat és az elektromotoros erőt 25 °C hőmérsékleten!
- Fe | [Fe²⁺] mol/dm³ = 0,2 | [Sn²⁺] = 0,03 mol/dm³ | Sn (0,28 V)
 - Cu | [CuCl₂] = 0,4 mol/dm³ | [ZnSO₄] = 0,3 mol/dm³ | Zn (1,10 V)
 - Ni | [Ni²⁺] = 0,04 mol/dm³ | [Ag⁺] = ? mol/dm³ | Ag (1,04 V)
 - Pt, H₂(g) | [HCl] mol/dm³ = 0,4 | [Pb²⁺] = 0,3 mol/dm³ | Pb (0,13 V)
20. Számítsa ki, hogyan változott a nikkeliónt tartalmazó oldatba merülő
- Cd-rúdtömege; (–5,33 g)
 - Al-lemez tömege (4,07 g),
- miután 0,100 mol Ni vált ki az oldatból a fémekre!
21. Adja meg, hogy hány gramm réz válik ki, ha CuSO₄-oldatot 18,0 percig, 4,00 amperes árammal elektrolizálunk! (1,42 g)
22. ZnSO₄-oldatot elektrolizálunk 2,00 óráig, 8,00 amper áramerősséggel. Hány g cink és hány dm³ 20 °C-os, 0,100 MPa nyomású O₂ válik le? (19,5 g, 3,58 dm³)
23. CuCl₂-oldatot elektrolizálunk 0,50 óráig, 10 amperes árammal. Hány gramm réz és hány dm³ 25 °C-os, 0,100 MPa nyomású Cl₂ válik le? (5,9 g, 2,3 dm³)

24. Adja meg, hogy hány percig elektrolizáltuk a CuSO_4 -oldatot, ha 0,400 A áramerősség mellett 0,250 g Cu vált le! (31,7 perc)
25. Ónsólvadékon 2,0 órán át 3,0 A erősségű áramot átvezetve 13,3 g Sn vált le. Adja meg az ón oxidációs számát! (+2)
26. Számítsa ki, hogy mennyi ideig kell a kénsavoldatot 2,50 A áramerősséggel elektrolizálni, hogy $2,50 \text{ dm}^3$, $18 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű, 0,100 MPa nyomású durranógáz keletkezzen! (88,3 perc)
27. Egy 100 cm^2 felületű tárgyat 0,0200 mm vastag ezüstréteggel (az ezüst sűrűsége $10,5 \text{ g/cm}^3$) kell bevonni. Adja meg, hogy mennyi ideig kell 3,00 A erősségű árammal elektrolizálnunk, hogy a kívánt rétegvastagságot elérjük! (10,4 perc)
28. 200 g $w = 10\%$ -os CuSO_4 -oldatot elektrolizálunk 0,50 óráig, 6,0 A-es árammal. Hány gramm réz, hány dm^3 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -os és 1 bar nyomású oxigén válik le? Adja meg a keletkező oldat tömegszázalékos összetételét CuSO_4 -ra és kénsavra nézve! (3,6 g, $0,69 \text{ dm}^3$, 5,6%, 2,8%)
29. Határozza meg, hogy timföld elektrolízisekor 80,0 kA áramerősség mellett, 90,0% áramkihasználásnál naponta hány kg Al lesz! (580 kg)
30. Galvánelemet állítottak össze vas- és rézelektrodok, valamint vas(II)-szulfát- és réz(II)-szulfát-oldatok felhasználásával. A hőmérséklet $25 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Adatok:
- vas(II)-szulfát-oldat koncentrációja $0,20 \text{ mol/dm}^3$,
 réz(II)-szulfát-oldat $0,15 \text{ mol/dm}^3$,
 használatkor az elem áthaladt töltés: $Q = 2410 \text{ C}$
- Írja le az elem működése közben az anódon és a katódon végbemenő és a bruttó folyamatot egyenletekkel! ($\text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + 2 \text{ e}^-$, $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{ e}^- = \text{Cu}$, $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$)
- a) Rajzolja fel a celladiagramot a polaritások jelölésével!
 ($-\text{Fe} \mid [\text{Fe}^{2+}] = 0,20 \text{ mol/dm}^3 \mid [\text{Cu}^{2+}] = 0,15 \text{ mol/dm}^3 \mid \text{Cu} +$)
- b) Számítsa ki az elektródpotenciálokat! (Cu: 0,32 V; Fe: -0,46 V)
- c) Adja meg a galvánelem elektromotoros erejét! (0,78 V)
- d) A használat során hogyan és mennyivel változik meg a réz- és a vaselektrod tömege? (Cu: +0,79 g; Fe: -0,70 g)
31. Két hidrogénelektrodból galvánelemet állítunk össze. Az egyik $0,015 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavoldatba, a másik ismeretlen koncentrációjú ammóniaoldatba merül. Az elem elektromotoros ereje 0,55 V $25 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten és 0,100 MPa nyomáson.
- a) Rajzolja fel celladiagramot és jelölje meg az elektródok polaritását!
 ($+\text{Pt}, \mid \text{H}_2 \mid [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,015 \text{ mol/dm}^3 \mid [\text{NH}_3\text{-oldat}] = ? \text{ mol/dm}^3 \mid \text{H}_2, \mid \text{Pt}-$)
- b) Számolja ki a savas oldatba merülő elektród elektródpotenciálját! (-0,11 V)
- c) Számolja ki a lúgos oldatba merülő elektród elektródpotenciálját, valamint az oldat hidroxidion-koncentrációját! (-0,66 V, $1,58 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$)

- d) Adja meg az ammóniaoldat koncentrációját, ha $K_b = 1,79 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$!
(0,141 mol/dm³)
- e) Mekkora a disszociációfok az ammóniaoldatban? (0,011)

32. Az alábbi galvánelemet állítottuk össze:

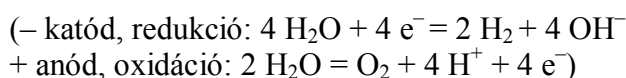
Ólomlemez merül Pb(NO₃)₂-oldatba, ezüstlemez merül 0,100 mol/dm³ koncentrációjú AgNO₃-oldatba. Az elem elektromotoros ereje 0,906 V.

a) Adja meg a galvánelem celladiagramját! Jelölje a cella polaritását is!
(-Pb | [Pb²⁺] = ? mol/dm³ | [Ag⁺] = 0,10 mol/dm³ | Ag+)

b) Számítsa ki az Pb(NO₃)₂-oldat koncentrációját! (6,54 · 10⁻² mol/dm³)

33. 100 cm³ térfogatú nátrium-szulfát-oldaton 300 percen keresztül 6,00 A áramerősségű áramot vezettünk át indifferens elektródok alkalmazásával. A nátrium-szulfát kezdeti összetétele $w = 10,0\%$, sűrűsége 1,06 g/cm³.

a) Írja fel az elektródfolyamatokat!



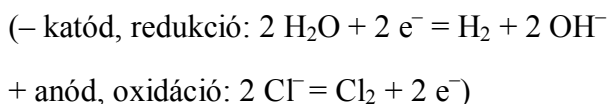
b) Hogyan változik a katód és az anód körül a pH, ha katódtér és az anódtér nem keveredhet? Állítását indokolja is! (A katódon a pH nő, lúgosodik, az anódnál a pH csökken, savasodik az oldat.)

c) Számítsa ki, összesen mekkora térfogatú gáz fejlődik az elektrolízis közben, 25 °C hőmérsékleten, 0,1 MPa nyomáson! (20,6 dm³)

d) Számítsa ki, mekkora lesz a nátrium-szulfát-oldat tömegszázalékos összetétele az elektrolízis végén! (11,1%)

34. 10,0 kg 20,0 tömegszázalékos nátrium-klorid-oldatot 20,0 órán át 8,00 A erősségű árammal elektrolizálunk indifferens elektródok között.

a) Írja fel a lejátszódó folyamatokat!

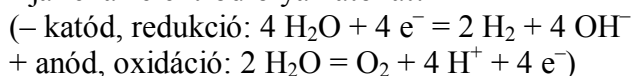


b) Számítsa ki, hogy hány dm³ 0 °C-os, 0,1 MPa nyomású klórgáz keletkezik! (66,9 dm³)

c) Adja meg, hogy mekkora lesz az oldat tömegszázalékos összetétele nátrium-kloridra és nátrium-hidroxidra nézve! (16,9%, 2,4%)

35. Híg kénsavoldatot 25,0 percig elektronizálunk 1,50 A áramerősség mellett. Az elektródokon fejlődött gázokat együtt fogjuk fel víz alatt.

a) Írja fel az elektródfolyamatokat!

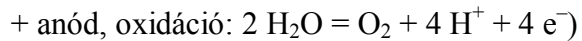
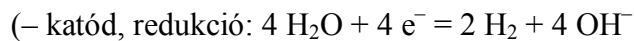


b) Számítsa ki, hogy összesen hány mól gáz keletkezett az elektródokon! (0,0175 mol)

c) Adja meg a gázelegy térfogatát 30 °C hőmérsékleten és 1,50 bar nyomáson! (0,293 dm³)

36. 400 cm^3 10,0 tömegszázalékos (sűrűsége = $1,10 \text{ g/cm}^3$) nátrium-hidroxid-oldatot elektrolizálunk. Az elektrolízis során az anódon $61,25 \text{ dm}^3$ $25 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű és standard nyomású oxigéngáz fejlődött.

a) Adja meg az elektródreakciókat!



b) Számítsa ki, hogy az elektrolízis közben hány gramm víz bomlott el! (90,0 g)

c) Adja meg az oldat tömegszázalékos összetételét az elektrolízis után! (12,6%)

37. Egy timföldet elektrolizáló üzem technikusaként napi munkája közé tartozik az alumínium termelés figyelemmel kísérése. Számítsa ki 40 db sorba kapcsolt elektrolizálókád alumínium termelését kg-ban, ha az áthaladt áram erőssége 10 kA és az áram hatásfoka 88%! ($2,8 \cdot 10^3 \text{ kg}$)

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Dr. Balázs Lórántné – Dr. Saáry Anikó – Dr. Szereday Éva (1983): Hogyan oldjunk meg kémiai feladatokat? Budapest, Tankönyvkiadó
- Atkins, P. W. (1992): Fizikai kémia I–IV., Budapest, Tankönyvkiadó
- Dr. Maleczkiné Szenes Márta (1995): Kémiai számítások – kémiai gondolatok, Veszprém, Veszprémi Egyetem
- Kertész Éva – Dr. Ling Jolán (1988): Fizikai kémia tantárgyi gyakorlatok IV., Budapest, Ipari Minisztérium
- Dr. Kopcsa József (1988): Fizikai kémia. Technikusképzés III. évfolyam, Budapest, Ipari Minisztérium
- Dr. Kopcsa József (1988): Fizikai kémia. Technikusképzés IV. évfolyam, Budapest, Ipari Minisztérium
- Dr. Rózsahegyi Márta – Dr. Wajand Judit (1992): Rendszerező kémia mintapéldákkal, feladatokkal, Szeged, MOZAIK Oktatási Stúdió
- Dr. Siposné Dr. Kedves Éva – Horváth Balázs – Péntek Lászlóné (2003), KÉMIA 9. Általános kémiai ismeretek, Szeged, Mozaik Kiadó
- Dr. Siposné Dr. Kedves Éva – Horváth Balázs – Péntek Lászlóné (2003): KÉMIA 10. Szerves kémiai ismeretek, Szeged, Mozaik Kiadó
- Szervetlen Kémiai Tanszék Munkaközössége (2003): Kémiai számítási gyakorlat, Budapest, Műegyetemi Kiadó
- Villányi Attila (2003): KÉMIA a kétszintű érettségire, Budapest, Kemavill Bt.
- Villányi Attila (1990): Ötösöm lesz kémiából, Budapest, Novotrade Kiadó