

GONDOLKODÓ



„MIÉRT?”

Alkotó szerkesztő: Dr. Róka András

A „MIÉRT?” rovat megoldásainak rövid értékelése

A befutott megoldások száma alapján be kell vallanom, hogy a gondolkodtató rovatra egyelőre a vártnál kisebb érdeklődés mutatkozott. A kialakult állapotot még nem nevezném versenynek, ezért helyezéseket sem osztok, osztunk. Ugyanakkor egy versenyzőtől mindkét fordulóra olyan jó (szinte hibátlan) megoldás született, amit véleményem szerint sokkal több résztvevő esetén is nehéz lett volna túlszárnyalni. Vesztergom Soma a Szinyei Merse Pál Gimnázium diákja mind tartalomban, mind formában olyan szép megoldásokat juttatott el hozzánk, melyeket munkája elismeréseként érdemesnek tartottunk leköszölni. A további versenyzés reményében munkáját (a publikáción kívül) egyelőre könyvjutalommal honoráljuk, amelyet postán juttatunk el. Soma válaszainak ismeretében remélem többen kaptok kedvet az alkotó munkához.

Róka András

P - 1. feladatok megoldása:

Lélegzik-e a gyertya?

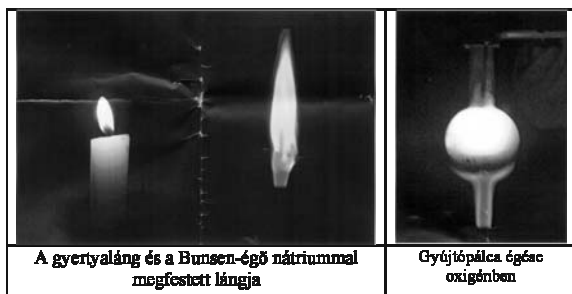
A gyertyalángot különböző irányból gyufaszálakkal megközelítve azt tapasztaltam, hogy minden egyes esetben más annak a távolságnak a nagysága, amelyből a gyertyaláng képes meggyújtani a gyufaszál fejét. A legkisebb a távolság akkor, ha a láng aljánál próbálkozunk: ekkor a gyufa fejét szinte a lánghoz kell érinteni, hogy meggyulladjon. Míg ha a láng felső részénél próbálkozunk, azaz felülről közelítjük hozzá a gyufát, a gyufafej már a lángtól 1-1,5 cm távolságra meggyullad. Eközben kezünkön is érezhetjük a gyertyaláng melegét. A jelenség a gyertya lángjának szerkezetével magyarázható: a láng felső részének hőmérséklete lényegesen magasabb az alsó rész hőmérsékleténél, ezért a felső rész közelében a gyufafej előbb éri el gyulladási hőmérsékletét, így előbb gyullad meg.

A gyertyaláng, és általában minden tűzjelenség a körülötte lévő levegőben légmozgásokat kelt. Ennek oka részben a gyertya oxigénszívó hatása; hiszen a gyertya égéséhez oxigén szükséges, amit a levegőből kell felvennie. Ezen kívül az égéskor felszabaduló energia is kelt jelentős légmozgásokat; mivel a gyertya által felmelegített levegő felfelé kezd áramolni. Mindezek az áramlások alakítják a lángot csepp formájúra. Mivel a gyertya ténylegesen oxigént fogyaszt a levegőből (ahogy azt az egyes élőlények is teszik), ezért mondhatjuk, hogy a gyertya lélegzik.

Mi adja a gyertyaláng színét?

A gyertyaláng és a nátriummal festett gázláng színének összehasonlításához fotókat készítettem. Bár némi hasonlóság ténylegesen tapasztalható, azért a képeken jól látszik, hogy sárga és sárga között lényeges különbség van. A gyertya lángját viszont szinte lehetetlen lenne akár nátriummal, akár valamilyen más, lángfestő fémvegyülettel megfesteni. A lángfestést ugyanis a külső elektronok gerjesztődése hozza létre, ehhez azonban a gyertya lángja nem biztosít elegendő hőenergiát. De még ha sikerülne is a gyertya lángját nátriummal megfesteni, kétséges, hogy az eredmény látható lenne-e a két láng színbeli hasonlósága miatt. Tehát a nátriummal festett gázláng színét a gerjesztett nátrium-ionok, a gyertya színét pedig a tökéletlen égéskor keletkező, szálló, izzó szén (korom) adja. Noha a gyertya lángját lángfestéssel

nehezen tudjuk megváltoztatni, azért más módszerekhez még nyúlhatunk: égethetjük például a gyertyánkat klórgázban: ekkor az égés intenzitása lecsökken, és erősen kormozóvá válik, ami színét is megváltoztatja. De tehetjük még a lángot oxigén-atmoszférába is: ekkor a láng erőteljes, szinte vakító fényt ad. Ezt a kísérletet nem gyertyával, hanem oxigénbe mártott, izzó gyújtópálcával végeztem el.



Miért nem robban fel a gyertya?

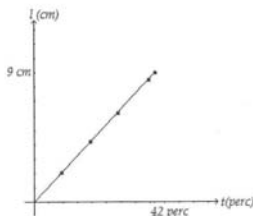
Robbanásnak általában az olyan égést nevezzük, mely rendkívül gyorsan megy végbe, nagy mennyiségű hőenergia felszabadulásával jár, és melynek során nagytérfogatú, gáz halmazállapotú termék keletkezik. A szénhidrogének közül csak a gáz halmazállapotúak robbanékonyak. (Még maga a benzin sem robbanékony, legfeljebb gyúlékony. A benzinrobbanások során ugyanis nem a benzin, hanem annak gőzei robbannak be.) A szilárd paraffin (a gyertya anyaga) általában 24 szénatomot tartalmazó, szilárd halmazállapotú alkán, melynek molekulái között erős diszperziós kölcsönhatások lépnek fel. E kötések felszakításához nagyon nagy energiára lenne szükség. A kristályrács felbomlásának fizikai folyamata tehát elnyeli az égés kémiai folyamata során felszabaduló energia nagy részét. Így nagy hőmennyiség felszabadulására biztosan nem számíthatunk: a gyertya nem robban. A robbanás elmaradásának másik oka a kevés gáz halmazállapotú termék keletkezése*.

Miért nem lángol a faszén?

A faszén a fából oxigénnel elzárt hevítéssel keletkező, grafityszerű szénmódosulat. Szemcsés, porózus szerkezetű anyag, szerkezete nem egységes. Égése nehezen megy végbe, viszonylag magas a gyulladási hőmérséklete. A hőmérséklet növelésével az egyes szemcsék felizzanak, és így még a valódi gyulladási hőmérséklet elérése előtt eloxidálódnak. Faszenet a laboratóriumban is könnyen elő tudunk állítani: egy kémcsőbe pár apró fadarabot szórunk, a kémcső száját egyfuratú dugóval zárjuk le, amibe előzőleg kihúzott végű üvegcsövet helyeztünk. Ha ekkor a kémcsövet hevítjük, a benne lévő fából faszén és fakátrány keletkezik, az üvegcsövön pedig gázok távoznak, melyeket meg is gyűjthetünk. Az így készített faszénnel lehet bemutatni a jelenséget.

Mérhető-e az idő a gyertya égésével?

Ha a gyertyát megpróbálom vízbe állítani, nem sikerül: a gyertyát a víz felhajtóereje a felszínre löki. Ennek oka az, hogy a paraffin sűrűsége a víznél kisebb. Ha sűrűségét megnöveljük a ráragasztott csavaralátéttel, sikerülhet legyőznünk a víz felhajtóerejét; így most már sikerül a gyertyát a vízbe állítani. Sőt, a gyertya aljára akasztott teher a gyertya felbillenését is meggátolja. A vízben *úszó* gyertya ekkor hosszú ideig egyensúlyban marad (természetesen később a víz párolgása, a paraffin mállása és egyéb lassú folyamatok változtatnának az egyensúlyon). Ha a gyertyát meggyújtom, már nem lesz egyensúlyban, hiszen minél több viasz ég el róla, annál lejjebb fog merülni. A gyertya merülése az égés idejével egyenes arányban van, a függvény lineáris:



A módszer alkalmas időmérésre. Az általam használt gyertyát alkalmazva az időt a $t = \frac{14}{3}l$ összefüggésből hozzávetőlegesen megmondhatjuk.

Mi a hasonlóság és mi a különbség?

A Nap számtalan fajta sugárzást; így, α - β - és γ -sugárzást, a Napban lejátszódó nukleáris folyamatok melléktermékeit, hatalmas mennyiségű hőenergiát, kozmikus sugarakat, stb. bocsáthat ki. A gyertya égése során csak fotonokat és hőenergiát ad ki; ez tehát lényeges különbség a két sugárzó között. A gyertyaláng esetében a reakció a láng külső részén folyik, a belső részben inkább az oxigénnel való keveredés játszódik le. A Napban viszont valószínűleg mindenhol, még a bolygó belsejében is történnek hőtermelő magfizikai folyamatok. Mind a napsugárzás, mind pedig a gyertya hősugárzása felmelegíti valamilyen mértékben a levegőt. Persze azért a felmelegítődés mértékében jelentős különbség van.

Vesztergom Soma

P - 2. feladatok megoldása

Hová lesz főzéskor a tojás víztartalma?

A tojásfehérje gyakorlatilag kolloid oldatnak (szolnak) fogható fel. A főzés során a meszes héj apró pórusain keresztül sok víz távozhat, de az általunk tapasztalt "vízvesztésnek" nem ez az oka. A valódi ok az, hogy a tojásfehérje kolloid diszperz rendszere kolloid kohezív rendszerre (gélle) alakul át, azaz egy többé-kevésbé szilárd, denaturálódott fehérjemolekulákból álló váz jön létre, melynek hézagaiba a vízmolekulák beilleszkednek.

Milyen típusú kolloid rendszer a nyers tojás, a főtt tojás, a tojáshéj és a piskótátészta?

A nyers tojás kolloid oldat (szol); a főtt tojás kolloid kohezív rendszer, átmenetet képez a liogél és a xerogél között (a liogélnél már szilárdabb, a xerogélnél még puhább); a tojáshéj nem kolloid rendszer, hanem - gyakorlatilag - egynemű szilárd anyag; a piskótátészta szintén nem kolloid rendszer, hanem durva diszperz rendszer, úgynevezett szilárd hab.

Mi a „kíváncos” piskóta legfontosabb alkotója?

A finom piskóta legfontosabb alkotója a levegő, vagyis hogy kellően könnyű, majdnem szivacsos szerkezetű legyen. A sütőport a lyukacsos szerkezet biztosítására használják. Sütőporon kívül sok más olyan anyag is használható, melyből hő hatására gáz képződik, ilyen például a szódabikarbóna vagy az egyszerű szikvíz is.

A tojás méretének változása vízben való állásakor és besózott állapotban

Ha a tojást desztillált vízbe helyezzük, az idő múlásával térfogata egyre növekszik. A jelenség alapja az ozmózis. Az ozmotikus folyamatok során két eltérő töménységű oldat között, jelen esetben a tojás és a víz között) egy féligáteresztő hártyán keresztül (tojásmembrán) oldószervándorlás játszódik le. A tojás növekedését az idő függvényében egy konvergens, határértékkel jellemezhető görbe írja le. Eszerint (elméletben) a tojás addig növekszik, azaz addig vesz fel vizet, míg belsejében az oldott anyag koncentrációja meg nem egyezik a víz, azaz "a külső oldat" koncentrációjával. Természetesen a gyakorlatban nem jutunk el idáig, hiszen a membrán nem képes a végtelenségig tágulni, egy idő után megreped. Amikor a tojást besózzuk, a folyamat fordítottja játszódik le: az oldószer most belülről kifelé vándorol, a tojás ezért zsugorodni kezd, és sok idő elteltével a membrán is megráncosodik. A tojás keresztmetszetének változásáról sajnos nem tudtam ábrát készíteni, mert túl kevés mérési adat állt a rendelkezésemre (a tojás keresztmetszete két óra alatt $0,5\text{ cm-t}$ nőtt).

Az asztalra ejtett tojás

Ha a membrános tojást kis magasságból az asztalra ejtjük, az rugalmasan visszapattan róla. A tojás viselkedése tehát nagyon hasonló egy vízzel töltött luftballonéhoz.

Hogyan keletkezik a tojás a tojó testében?

A tyúk testében először a petesejt alakul ki, majd a petesejt köré elkezdi kiépülni a sárga szikanyag (ez még a szőlőfürt-alakú, kis méretű petefészekben történik). A pete és a tojás sárgája ezután egy tölcser alakú szervrészletbe kerül, melyből a petevezetékbe jut. A petevezeték első szakaszán megkezdődik a fehérjeburok és a külső tojásmembrán kiépülése. Mire a tojás a hosszú, tekervényes petevezeték végső szakaszába kerül, már kialakult rajta a membrán réteg. A petevezeték itt található mirigyei ekkor kezdenek el meszet kiválasztani a tojásra (a meszet a vér kalcium-ionjaiból állítják elő). Az így kifejlődött tojás a cloacába kerül, és onnan jut a külvilágba.

Vesztergom Soma

Feladatok kezdőknek

Alkotó szerkesztő: Dr. Igaz Sarolta

A kezdő feladatok helyes megoldása

K1. $50,0 \text{ cm}^3$ folyadék halmazállapotú alkoholt és $50,0 \text{ cm}^3$ vizet összeöntve a keletkezett elegy térfogata $96,8 \text{ cm}^3$ és sűrűsége $0,924 \text{ g/cm}^3$.

A, Mivel magyarázod az összeöntés során bekövetkező térfogatcsökkenést?

B, Hány térfogat százalékos az elegy az egyes komponensekre nézve?

C, Mennyi vizet és alkoholt kell összeönteni, hogy 100 cm^3 alkoholra nézve $50,0$ térfogat %-os oldatot kapjunk? (Az elegy sűrűsége $0,930 \text{ g/cm}^3$.)

Megoldás:

A, A térfogatcsökkenést, egyrészt a molekulák méret különbsége, másrészt a víz és alkohol közötti erős másodlagos kötés magyarázza.

B, $96,8 \text{ cm}^3$ elegyben van $50,0 \text{ cm}^3$ alkohol ez **$51,65$ térfogat %**

C, Az elegy tömege $93,0$ gramm, ebben van **$50,0 \text{ cm}^3$ alkohol**. A feladat első részéből tudjuk, hogy ennek tömege **$39,44$ gramm**. A víz tömege **$53,6$ gramm** vagyis térfogata **$53,6 \text{ cm}^3$** .

K2. Az ecetsav előállítását már az ókorban az indusok, az egyiptomiak, a babiloniak és a kínaiak is ismerték. A módszer alapja: az alkoholtartalmú folyadékok ecetes erjedése, amely az ecetbaktériumok hatására megy végbe. A folyamatot lehet gyorsítani is, ha alkoholos oldatot áramoltatunk bükkfaforgács fölött, amely a baktériumhordozó, és közben alulról levegő áramlik a rendszerbe. Az alkoholtartalmú cefrét olyan hosszú ideig áramoltatják a bükkfaforgács fölött, amíg szinte az egész alkohol ecetsavvá oxidálódik.

Az erjesztéshez szükséges etanolt glükóz alkoholos erjesztésével állítják elő. $1,00 \text{ kg}$ szőlőcukorból hány liter $10,0 \text{ m/m}\%$ -os ecetsav oldat állítható elő (sűrűsége $1,072 \text{ g/cm}^3$).

Megoldás:



180 gramm szőlőcukorból 120 gramm ecetsav lesz, 1000 grammból 666,67 gramm. Ebből 666,7 gramm 10 tömeg %-os oldat készíthető, amelynek térfogata $6218,9 \text{ cm}^3 = 6,22 \text{ dm}^3$ oldat készíthető.

K3. Kristályos réz-szulfátból kis mennyiséget tegyél kémcsőbe, óvatosan kezd el melegíteni, és addig melegítsd, amíg színváltozást nem tapasztalsz! (Az első színváltozásnál állj meg, mert a további hevítés során réz(II)-oxid keletkezik.) Hagyd lehűlni, addig egy másik kémcsőbe tegyél kristályos réz-szulfátot, majd mindkét anyagra önts vizet, és rázogatással oldd fel a szilárd anyagokat! Vizsgáld meg a kémcsövek hőmérsékletét!

A, Mit tapasztalsz? Magyarázd meg a jelenséget!

B, Részben kihevített réz-szulfátot azonos tömegű vízbe téve azt tapasztaljuk, hogy az oldódási egyensúly beállása után nem változott a folyadék és szilárd fázis tömegaránya. Átlagosan hány mól kristályvizet tartalmazott a kihevített réz-szulfát egy mólja?

Megoldás:

A, Hevítés hatására a $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ elvesztette kristályvizét és kifehéredett. Ha ezt oldjuk vízben erős felmelegedést tapasztalunk, mert a teljes hidrat-burok most alakul ki, és a hidratációs hő nagyobb, mint a rácsenergia, szemben az 5 kristályvizet is tartalmazó réz-szulfáttal, amelynek oldásakor a rendszer lehűlését tapasztaljuk.

B, 100 gramm víz 20,7 gramm CuSO_4 -ot old (adat a függvénytáblázatból). Az oldódási egyensúly beállása után 100 gramm telített oldat lesz, amelyben $(20,7 \cdot 100/120,7) \text{ g} = 17,15 \text{ gramm}$ CuSO_4 van. Az egyensúly beállása után 100 gramm $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ van a telített oldat alatt, amelyben $(100 \cdot 159,5/259,5) \text{ g} = 63,93 \text{ gramm}$ CuSO_4 van. A rendszerben található CuSO_4 teljes tömege $(63,93 + 17,15) \text{ g} = 81,08 \text{ g}$, az eredeti szilárd fázis tehát 18,92 gramm vizet tartalmazott. Ha 1 mólnyi rézszulfátra ezt átszámoljuk: $(18,92 \cdot 159,5/81,08) \text{ g} = 37,22 \text{ g}$. Ez 2,07 mól víznek felel meg, tehát átlagosan 2,07 mól kristályvizet tartalmazott a részben kihevített réz-szulfát.

K4. A kénsavgyártás során keletkezett kén-trioxidot (a kénsavköd képződésének elkerülése végett) tömény kénsavban nyeletik el. Az így keletkezett oldatot óleumnak hívják, amely tulajdonképpen olyan oldat, amelyben a

kénsav az oldószer, a kén-trioxid az oldott anyag. Ezt az oldatot vízzel hígítva állítják elő a kereskedelmi forgalomban kapható kénsavat. Hány kg 30,0 m/m% kéntrioxid tartalmú óleumból állítható elő 12000 liter 98 m/m%-os 1,94 g/cm³ sűrűségű kénsav oldat.

Megoldás:

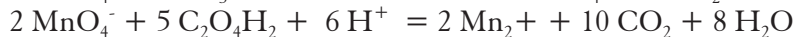
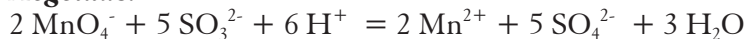
12000 liter 98 m/m%-os 1,94 g/cm³ sűrűségű kénsav oldat tömege 23800 kg, ennek a 98 tömeg százaléka kénsav 22814,4 kg, amely 232,8 kmol kénsav. 100 gramm óleumban van 30 gramm kén-trioxid, amely 0,375 mol, és 70 gramm kénsav, amely 0,714 mol. A vízzel történő hígítás során a kén-trioxidból is kénsav lesz:



100 gramm óleumból így összesen 1,089 mól kénsav lesz. 232,8 kmol kénsav, pedig **21372 kg 30,0 m/m% kéntrioxid tartalmú óleumból állítható elő.**

K5. Egy gázelegy kén-dioxid tartalmának meghatározásához 2,00 dm³ standard állapotú gázelegyet (amely egyéb redoxireakcióba lépő anyagot nem tartalmaz) 20,00 cm³ 0,0112 mol/dm³ koncentrációjú KMnO₄ oldatban elnyeletünk. 20,00 cm³ 0,020 mol/dm³ koncentrációjú oxálsav oldatot adunk hozzá. Ez az oldat 12,12 cm³ 0,0112 mol/dm³ koncentrációjú KMnO₄ oldatot színtelenít el. (Valamennyi oldat kénsavas volt). Hány térfogat % kéndioxidot tartalmazott a gázelegy?

Megoldás:



Az összes kálium-permanganát 32,12 cm³, ebben 0,3597 mmol KMnO₄ van. 20,00 cm³ 0,020 mol/dm³ oxálsavban 0,400 mmol oxálsav van, amely 0,16 mmol KMnO₄-tal reagál. A maradék 0,19974 mmol KMnO₄ 0,49935 mmol kéndioxiddal reagál. Ez standard állapotban 12,23 cm³. Ez 0,612 %-a 2,00 dm³-nek, vagyis **a gázelegy 0,612 térfogat % kéndioxidot tartalmazott.**

K6. Milyen hosszú ideig kell 4 A-es áram erősség mellett, tömény kálium-klorid-oldatot elektrolizálnunk, hogy 1000 g kálium-klorátot nyerjünk az oxidáció során? Kálium-klorátot a kálium-klorid diafragma

nélküli elektrolízisével állítanak elő. A katódon képződő lúg, és az anódon keletkező klórgáz a következő kiegészítendő reakcióegyenlet szerint reagál:



(Tóth Judit)

Megoldás:



1 mol KClO_3 -nak a KCl -ből történő képződése 6 mol elektron-átmenettel jár. 1000 gramm kálium-klorát 8,1566 mol, amely 48,98 mól elektronátment során keletkezett, melynek töltése 96500-szor ennyi Coulomb, azaz 47222675 C. A töltésmennyiség $Q = I \cdot t$, ahonnan az elektrolízis ideje $t = 1180669 \text{ s} = 328 \text{ óra}$.

K7. Egy kőzet SiO_2 mellett CaCO_3 -ot és MgCO_3 -ot tartalmaz. Az összetétel meghatározására termóanalitikai vizsgálatot végeztünk. A méréshez felhasznált minta tömege 120 mg, 860°C -ig 40 tömegszázalék veszteséget észleltünk. 565°C -on endoterm hőváltozást tapasztaltunk, mely a kvarc α - β átalakulásához rendelhető. Az endoterm változás hőtartalma 0,192 J. A kvarc α - β átalakulási hője 10,0 J/g. Adja meg a minta tömegszázalékos összetételét.

(Tóth Judit)

Megoldás:

1 gramm SiO_2 átalakulása 10 J hőelnyeléssel jár. 0,192 J hőmennyiség 0,0192 gramm SiO_2 -ot jelez, ez az eredeti minta 16,0 %-a, a minta tehát 16,0 tömeg százalék SiO_2 -ot tartalmaz.

100,8 mg a két karbonát tömege. A tömegcsökkenést okozó bomlás:



120 mg 40 tömegszázaléka 48 mg, ez az eltávozott CO_2 tömege, amely 1,091 mmol, vagyis ugyanennyi karbonát volt. X mmol MgCO_3 tömege ($X \cdot 84,3$) mg, $(1,091 - X)$ mmol CaCO_3 tömege $((1,091 - X)100)$ mg.

$$(X \cdot 84,3) + (1,091 - X)100 = 100,8$$

$X = 0,528$ 0,528 mol MgCO_3 tömege 44,52 mg ez az eredeti minta 37,1 %-a

$(1,091 - X) = 0,563$ 0,563 mol CaCO_3 tömege 56,3 mg ez az eredeti minta 46,9 %-a.

K8 Egy ólomakkumulátor feltöltve $2,0 \text{ dm}^3$ $2,0 \text{ mol/dm}^3$ kénsavat tartalmaz.

a) Írd fel az ólomakkumulátorban lejátszódó folyamatok egyenletét!

b) Mekkora lesz az ólomakkumulátorban a kénsav koncentrációja, ha 24 órán át 3 A –es áramerősség mellett töltjük az akkumulátort?

c) Mekkora lesz az ólomakkumulátorban a kénsav koncentrációja, ha 20 Ah áramot fogyasztottunk?

(Tóth Judit)

Megoldás:



b) Az áthaladt töltésmennyiség $Q = I \cdot t = 3 \text{ A} \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 259200 \text{ C}$
Ez 2,686 mol elektron töltése (1 mol elektroné 96500 C = 26,8 As).
Ennyi elektronátmenetet 2,686 mol kénsav keletkezése kíséri. Feltételezve, hogy $\Delta V = 0$, a $2,0 \text{ dm}^3$ oldatban most 6,686 mol kénsav van, így az oldat koncentrációja kénsavra nézve **$3,343 \text{ mol/dm}^3$** .

c) Az „elfogyasztott” töltésmennyiség $Q = I \cdot t = 20 \text{ Ah}$, ez 0,746 mol elektronnak felel meg. Ennyi elektronátmenetet 0,746 mol kénsav fogyasztását kíséri. Feltételezve, hogy $\Delta V = 0$, a $2,0 \text{ dm}^3$ oldatban most 3,254 mol kénsav van, így az oldat koncentrációja **$1,627 \text{ mol/dm}^3$** kénsavra nézve.

K9. $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ -es NH_3 oldatot hányszorosára kell hígítani, hogy

a) az ammónia disszociáció foka kétszeresére nőjön,

b) a víz disszociáció foka kétszeresére nőjön?

$$K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$K_v = 1,0 \cdot 10^{-14}$$

(Igaz Sarolta)

Megoldás:

a) Az ammóniára, mint gyenge bázisra felírható a disszociációs állandó és a disszociációfok közötti összefüggés:

$$K = \frac{\alpha^2}{1-\alpha} c \quad 1$$

Az egyenletet megoldva $\alpha = 1,255 \cdot 10^{-1}$

Ha kétszeresére nő $\alpha = 0,251$. Az egyensúlyi állandót a disszociációs állandóba beírva c számítható.

$c = 2,14 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$, ami **4,67** szerez hígítást jelent.

b) A víz disszociáció foka akkor nő kétszeresére ha a hidroxid-ion koncentráció felére csökken. A hidroxidion koncentráció számítható a

$$\alpha = \frac{[\text{OH}^-]}{c} \quad \text{összefüggésből, } [\text{OH}^-] = 1,255 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3.$$

A hígítás utáni oldatban tehát $[\text{OH}^-] = 6,27 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$. Ezt visszahelyettesítve az 1 egyenletbe $c = 2,81 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$, ami **3,55** szerez hígítást jelent.

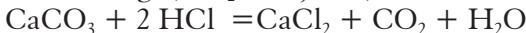
K10. Valamely kazánköő összetételének elemzésekor megállapították, hogy a kalcium-karbonáton kívül jelentős mennyiségű Fe (II)-oxid és Fe (III)-oxid található benne. A minta 5,00 grammját roncsolásmentesen vizsgálva a vas mennyisége 28,00 m/m % magnetit tartalomnak felelt meg. Ugyanezen minta (roncsolásos vizsgálata) 13,95 cm³ térfogatú, 20,00 m/m %-os, 1,100 g/cm³ sűrűségű sósavban oldva gázt fejlesztett, melynek standard állapotra átszámított térfogata 882,00 cm³. A sósavban fel nem oldott, vörös színű maradék – szárítás utáni – tömege 965,6 mg.

- Egyezik-e a kazánköő minta vas-tartalmára kapott eredmény a két különböző mérési módszer esetén ?1%-on belül?*
- Hány %-kal növelte meg a vas (II)-oxid jelenléte a vízkő eltávolításához szükséges sósav-fogyasztást? (Relatív atomtömegek: H=1, C=12, O=16, Ca=40, Cl=35,5, Fe=55,8)*

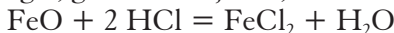
(Tóth Albertné)

Megoldás:

A mészkő a sósavval reagál, CO₂-ot fejleszt;



A FeO sósavval reagál, gázt nem fejleszt,



A vörösbarna színű maradékanyag Fe₂O₃. A magnetit képlete Fe₃O₄, mely megfelel az FeO · Fe₂O₃ összetételnek.

A sósav tömege $m = \rho \cdot V$ összefüggés alapján 15,345 gramm. A HCl tömege 3,069 gramm A HCl anyagmennyisége (összesen) 0,084 mol.

A CaCO₃ tömege: 3,6 gramm. A CO₂ anyagmennyisége 0,036 mol. A

mészke oldásához szükséges sósav :0,072 mol. A FeO-ra jutó HCl : 0,012 mol, a FeO anyagmennyisége 0,006 mol

A Fe_2O_3 anyagmennyisége :0,006 mol

A két módszer eredménye egyezik. A sósav fogyasztás-növekedés anyagmennyiségben, tömegben, térfogatban egyaránt kifejezhető, nagysága 16,67 %. $\Delta n/n (\text{CaCO}_3) = (0,012/0,072) \cdot 100 \%$

N. b.: A vas(III)-oxid legtöbb formája oldódik sósavban, de ha hozamos ideig hóhatásnak tesszük ki –mint ahogy ez egy kazánban is történik- módosulat változáson megy át, amely módosulat rosszul oldódik savakban.

A kezdő feladatmegoldó verseny értékelése, végeredménye

Minden feladat egységesen 10 pontot ért, így a feladatok megoldásával összesen 100 pontot lehetett szerezni.

A két kiemelkedően eredményesen szereplő tanuló:

1. helyezett **Laki Andrea** 91 pont
Ciszterci Szent István Gimnázium, Székesfehérvár
2. helyezett **Lorántfy László** 82 pont
Táncsics Mihály Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium, Dabas

Teljesítményüket könyvvél és a KÖKÉL egy éves előfizetésével jutalmazzuk.

Nagyon szépen szerepelt:

Szabó Gergely, Árpád Gimnázium, Budapest,
akit egy éves KÖKÉL előfizetésével jutalmazzuk.

Teljesítményéért dicséretet érdemel

Szabó Ákos a budapesti Eötvös József Gimnázium és
Kanász-Nagy Dóra a budapesti Árpád Gimnázium tanulója.

Szívből gratulálunk a nyerteseknek, és minden feladatbeküldőnek további eredményes versenyzést kívánunk.

Dr. Igaz Sarolta

Feladatok haladóknak

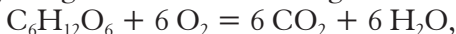
Szerkesztő: Magyarfalvi Gábor

Megoldások

H1. Egy, a trópusi esőerdőben baktató kutató átlagos lélegzete 1,5 l térfogatú. A belélegzett levegő 22 tf% oxigént tartalmaz, míg az azonos térfogatú és állapotú kilégzett levegő csak 20 tf%-ot. A 2 tf% különbség szén-dioxidra alakul. Mennyi idő alatt „ég el” ilyen körülmények között 20 dkg szőlőcukor ($C_6H_{12}O_6$) a kutató szervezetében, ha tudjuk, hogy percenként 20-szor történik levegővétel? (A hőmérséklet $36^\circ C$, a nyomás 101,5 kPa.)

(Bódi András)

A trópusi esőerdőben $36^\circ C$ és 100%-os páratartalom mellett a belélegzett levegő állapota nem változik, és víz sem távozik a légzés során. Ezért a 2 tf%-nyi oxigénből a szőlőcukor égését leíró egyenletnek,



megfelelően sztöchiometrikus mennyiségű szén-dioxid keletkezik, miközben 1 mol oxigénfogyás esetén 1/6 mol szőlőcukor ég el.

20 dkg szőlőcukor anyagmennyisége 1,111 mol, így 6,667 mol oxigén kell reagáljon, aminek megfelelően 333,33 mol, azaz az adott körülmények között

$$\frac{333,33 \cdot 8,314 \cdot (36 + 273)}{101500} = 8,437 \text{ m}^3 \text{ levegőnek kell}$$

megfordulnia a kutató szervezetében. Ez 5625 levegővétel során történik meg, amihez 281,23 min, azaz 4 h 41 min 14 s szükséges.

H2. 49,5 %-os foszforsav-oldatot ($\rho = 1,331 \text{ g/cm}^3$) és 50,0 %-os NaOH oldatot ($\rho = 1,525 \text{ g/cm}^3$) összekeverve a kapott elegy szobahőmérsékletre hűtve megdermed. A kapott kristályos tömegből 3,45 g mintát veszünk. Felmelegítve $40^\circ C$ körül „megolvad”. Valamivel $100^\circ C$ fölött tömegállandóságig hevítve 1,37 g fehér por marad vissza. Ezt a port $240^\circ C$ fölé hevítve tovább csökken a tömege és 1,28 g $Na_4P_2O_7$ -ot kapunk.

Milyen térfogatarányban kell a két oldatot összekeverni, hogy ezt a kísérletet megismételhessük?

A hevítés során csak víz távozása várható. Az utolsó lépésben 1,28/265,9 mol $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ mellől 0,09/18 mol víz távozik (kb. 1:1 arányban). Így a vízvesztés egyenlete:



100°C körül jóval több víz távozik, a hidrogén-foszfát só anyagmennyiségének pontosan 12 szerese. Ez nem meglepő, ha tudjuk, hogy a dinátrium-hidrogénfoszfát 12 mol kristályvízzel kristályosodik. A kísérlet során tehát éppen a kristályvizes sónak megfelelő összetételű elegyet állítunk össze. A só melegítés során először is „megolvad” vagy feloldódik kristályvizében, aztán az összes víz eltávozik.

A rendszerben levő összes Na és P mennyisége állandó:

$$m(\text{NaOH}) = 4 n(\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7) \cdot 40 \text{ g/mol} = 0,770 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2 n(\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7) \cdot 98 \text{ g/mol} = 0,944 \text{ g}$$

Az oldatok térfogata egyszerűen adódik a tömegszázalékos összetételükből és sűrűségükből:

$$V(\text{NaOH}) = 1,01 \text{ cm}^3 \quad V(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1,435 \text{ cm}^3.$$

A térfogatarány tehát 1 : 1,421, azaz kb. 7 : 10.

H3. A karbonsav-molekulák hidrogénkötésekkel dimerekké képesek kapcsolódni. Ez a kapcsolat olyan erős, hogy még gáz fázisban is megmaradhat. A dimerizáció egyensúlyát a következő mérésekkel vizsgálták. Két azonos ecetsav minta közül az egyiket egy teljesen evakuált edénybe fecskendezték. 91°C fokra hevítve az összes elpárolgott. A 351,8 cm³-es edényben ekkor 5,0 kPa nyomást mértek. A másikat vízben feloldva 0,02874 M $\text{Ba}(\text{OH})_2$ oldattal titrálták. A fogyás 13,8 cm³ volt. Számolja ki a dimerképződés egyensúlyi állandóját!

Az egyensúlyi gázelegy anyagmennyisége a gáztörvény alkalmazásával megkapható: 0,581 mmol. Ez a dimerek és a monomerek anyagmennyiségének összege.

A titrálás során az ecetsav teljes mennyiségét mérjük meg, ami a fogyott 0,3966 mmol bárium-hidroxid mennyiségének kétszerese 0,7932 mmol.

Ha a keletkező dimerek anyagmennyisége x , akkor monomer $0,7932 \text{ mmol} - 2x$ marad.

$$0,581 = x + 0,7932 - 2x$$

$$x = 0,212 \text{ mmol}$$

$$K = \frac{[\text{dimer}]}{[\text{monomer}]^2} = \frac{xV}{(0,581 - x)^2} = 546,9 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

Sajnos a feladat szövegébe egy elírás folytán nagyságrendi hiba csúszott és az edény térfogata dm^3 -ként jelent meg. Így a feladat ellentmondásra vezetett, de ennek az ellentmondásnak a felismerését is teljes megoldásnak tekintettük. Szerencsére többen (Váradi Zoltán, Lorántfy Bettina, Kocsis Zsuzsanna, Szabó Máté Zoltán) felismerték és korrigálták a tévedést. Jellegzetes hiba volt a megoldásokban, hogy az egyensúlyi állandót nem a koncentrációkat, hanem csak az anyagmennyiségeket használva írták fel.

H4. Két azonos tömegű platina lemezt ón bevonattal láttak el, ami után a lemezek közti tömegkülönbség 6,420 g lett. Mindkét lapot egy-egy fém-szulfát oldatába (mindkét fém, A és B is +2 töltésű ionokként volt jelen) mártották, ahol is reakcióba léptek. A reakció lejártszódása után megszáritva a két lemezt, tömegük megegyezett. Ha ekkor a két lemezt felcseréltük és ismét belemártottuk az oldatokba (ami az A-szulfát oldatában volt, azt a B-szulfát oldatába), akkor a tömegállandóságot elérve 10,840 g volt a két száraz lap tömege közt a különbség. Ha a két lemezt az újra bemerítés helyett vákuumban hevítjük, akkor a végső tömegkülönbség 5,060 g-ra változik. Mi volt a két fém?

Legyen az ónbevonatok tömege x_1 és x_2 . A különbség köztük 6,42 g.

A reakciók: $\text{Sn} + \text{A}^{2+} = \text{Sn}^{2+} + \text{A}$ $\text{Sn} + \text{B}^{2+} = \text{Sn}^{2+} + \text{B}$.

A tömegek egyenlősége alapján:

$$\frac{x_1}{M_{\text{Sn}}} M_A = \frac{x_2}{M_{\text{Sn}}} M_B$$

A felcserélés után csak az egyik oldalon lehet reakció, mégpedig a pozitívabb jellemű fém fog sójának oldatából kiválni.

$$\frac{x_1}{M_{Sn}} M_B + 10,84 = \frac{x_2}{M_{Sn}} M_B$$

$$M_B = M_{Sn} \frac{10,84}{x_2 - x_1} = 200,4$$

A számított atomtömeg a higanynak felel meg. Így már könnyen értelmezhető a hevítéses kísérlet is. A higany ugyanis elpárolog. A megmaradó tömegkülönbség a másik fém tömege, ami persze megegyezik a higany tömegével is:

$$\frac{x_1}{M_{Sn}} M_A = \frac{x_2}{M_{Sn}} M_B = 5,06$$

Ebből az egyenletből x_2 2,997 g. A másik ónbevonat tömege, x_1 viszont akkor 9,417 g kell legyen.

$$M_A = M_{Sn} \frac{5,06}{x_1} = 63,78$$

A másik fém tehát a réz.

Kocsis Zsuzsa megoldása alapján

H5. Az orto-jód-benzoesav oldhatósága 20° C-on 0,30 g/dm³. A telített oldat pH-ja 3,1. Becsülje meg a sav disszociációs állandóját! Hány g szilárd NaOH-t kell 1 dm³ oldathoz adni, hogy 0,01 mol oldódjon fel a savból?

Az oldat teljes savtartalma: $c(\text{HA}) = 0,30 \text{ g dm}^{-3} / 248 \text{ g mol}^{-1} = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$.

A hidrogénion-koncentráció: $[\text{H}^+] = 10^{-3,1} = 7,94 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$.

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{c(\text{HA}) - [\text{H}^+]} = 1,52 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}.$$

A NaOH-mal kapott só kitűnően oldódik, de a szabad sav koncentrációja, $[HA]$ ugyanannyi marad, mint a telített oldatban volt: $4,16 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$.

Ahhoz, hogy megkapjuk a várt $0,01 \text{ M}$ savtartalmat, a szabad anion koncentrációja $9,58 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ kell legyen. Az oldat pH-ját a két koncentráció meghatározza:

$$[H^+] = \frac{K[A^-]}{[HA]} = 6,59 \cdot 10^{-5} \quad \text{mol dm}^{-3}.$$

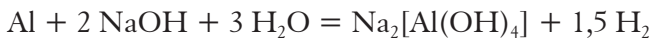
Ugyanannyi anion keletkezett a sav disszociációjában, a többi a nátriumsóból származik:

$$[Na^+] = [A^-] - [H^+] = 9,52 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}.$$

A szükséges bemérés tehát $0,381 \text{ g NaOH}$

Majrik Katalin és Kramarics Áron megoldása nyomán

H6. A laboratóriumban egy alumínium-cink ötvözet összetételét kívánták kideríteni. A fém forgácsaival feleslegben levő nátrium-hidroxid oldatot reagáltatták. A mérések közben a légköri nyomás $99,75 \text{ kPa}$, a laboratórium hőmérséklete 23°C volt. A következő eredményeket kapták: $0,825 \text{ g}$ forgács – $88,0 \text{ ml}$ gáz, $0,155 \text{ g}$ – $166,5 \text{ ml}$, $0,182 \text{ g}$ – $197,5 \text{ ml}$ gáz. Mi volt a keverék összetétele a mérés alapján?



Ha a cink tömege x , akkor a fémekből az egyenletek alapján fejlődő gáz anyagmennyiségét a gáztörvény segítségével kiszámíthatjuk:

$$\frac{x}{M_{\text{Zn}}} + 1,5 \frac{m-x}{M_{\text{Al}}} = \frac{pV}{RT}$$

Ezt az egyenletet kell a különböző mérések esetén megoldani. Fontos, hogy az egyes mérések esetén külön kell a számítást elvégezni, és az eredmények átlaga adja a végeredményt. Nem korrekt az egymástól független mérések esetén összegezni a tömegeket és a térfogatokat és az összegek alapján végezni a számítást. A jelen esetben ez különösen így volt, ugyanis az első mérési adatpár szándékosan nagyon kirívott a

sorból, magában nem volt megoldható, míg az összegeket használva kapható volt eredmény, de téves. A másik két adatpár alapján az ötvözet Al-tartalma 70,08 és 71,19 % volt. A végeredmény tehát 70,6 % Al.

*H7. Egy A szerves vegyület oxigénen kívül 40,00% szenet és 6,67% hidrogént tartalmazott. Nátrium-hidroxid vizes oldatával kezelve két vegyület **B** és **D** oldata keletkezett. **B**-ből sósavoldat, **D**-ből oxidáció hatására **C** keletkezett. Az utóbbi anyagot kénsavval melegítve könnyen CO keletkezett.*

C: $40 / 12 = 3,33$ H: $6,67 / 1 = 6,67$ O: $53,33 / 16 = 3,33$

A vegyület tapasztalati képlete CH_2O , összegképlete $(\text{CH}_2\text{O})_n$ lehet. **B**, **C** és **D** szénatomszáma megegyezik. **C** kénsavas reakciója alapján a hangyasav lehet, ami sósav hatására a nátrium-formiátból (**B**) keletkezik. **D** viszont akkor a metil-alkohol lehet. Ez utóbbi két anyag az **A** lúgos főzésében keletkezik. Kézenfekvő lehetőség **A**-ra a metil-formiát, ami az észterkötés lúgos hidrolízisében nátrium-formiátra és metil-alkoholra bomlik. Csak Szabó Máté Zoltán gondolt az aldehidek Cannizzaro-reakciójára. Bizonyos aldehidek (ha nem kapcsolódik az aldehyd csoport melletti szénatomokhoz hidrogén) esetén az aldehyd alkohollá és karbonsavvá alakul lúgos főzés során. A formaldehyd is adja ezt a reakciót, ez is lehetett **A**.

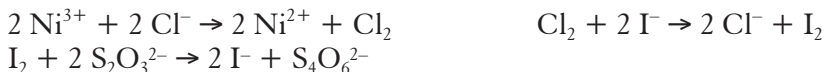
H8. A nikkel(II)-oxid nem pontosan 1:1 arányban tartalmazza a vegyületet alkotó elemeket. A szilárd anyag kristályrácsából néhol hiányozhatnak a Ni^{2+} ionok. Az oxidionok töltésfeleslegét ilyenkor az ellensúlyozza, hogy bizonyos mennyiségű kation Ni^{3+} ionként szerepel. Ezek az ionok vizes közegben erős oxidálószerként viselkednek.

Egy nikkel-oxid mintát 50 cm^3 forró, $0,20 \text{ M HCl}$ oldatban oldottak fel. A fejlődő gázt $50 \text{ ml } 0,100 \text{ M KI}$ oldatban fogták fel. Ezt az utóbbi oldatot $9,6 \text{ cm}^3 0,0200 \text{ M Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ oldat színtelenítette el.

A nikkel tartalmú oldatot tömény ammóniával semlegesítették és 100 cm^3 törzsoldatot készítettek belőle. Ennek $20,0 \text{ cm}^3$ -e $48,0 \text{ cm}^3 0,01 \text{ M EDTA}$ oldatot fogyasztott.

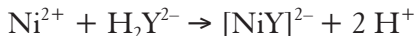
Milyen x jellemzi a Ni_xO minta összetételét?

A nikkell(III)-ionok a sósavat klórrá oxidálták. A keletkező klórgáz a kálium-jodidból jódot választott ki, ami mennyiségileg reagált a tioszulfát ionokkal:



$$n(\text{Ni}^{3+}) = n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,192 \text{ mmol}$$

A továbbiakban az összes nikkelatom nikkell(II) kationként reagál.



$$n(\text{Ni}) = 5 \cdot 48 \cdot 0,01 = 2,4 \text{ mmol}$$

$$n(\text{O}) = n(\text{Ni}^{2+}) + 1,5 \cdot n(\text{Ni}^{3+}) = 2,496 \text{ mmol}$$

$$x = 2,4 / 2,496 = 0,96$$

Vesztergom Soma megoldása alapján

H9. Az A-E vegyületek ugyanannak a két elemnek a biner vegyületei. A és B reakciója D-t, B és C reakciója E-t ad. A táblázat tartalmazza a vegyületek néhány jellemzőjét:

	A	B	C	D	E
<i>Elemi összetétel (tömegszázalék)</i>	82,24	97,67	87,42	93,31	93,31
<i>Forráspont (°C)</i>	−33	36	113,5	—	—
<i>Olvadáspont (°C)</i>	−77,8	−80	2	160	75,4
<i>Sűrűség (g/l)</i>	0,771	1130	1012	1346	—

Mely vegyületekről van szó?

A feladat nem annyira nehéz, mint amennyire látszik. Az adatokból kitűnik, hogy **A** gáz, **B** és **C** folyadék, míg **D** és **E** szilárd halmazállapotú normál állapotban. A két elem közül az egyik a hidrogén lehet, hisz a tömegszázalékos összetétel nagyon kis részét adja.

A gáz sűrűségének és moláris térfogatának szorzata a moláris tömeget adja. A esetben ez 17,3 g/mol-nak adódik, ha az adatok normál kö-

rülményekre vonatkoznak. Az ismeretlen elem atomjaira ebből 14,2 g/mol jut, tehát ez a nitrogén lehet.

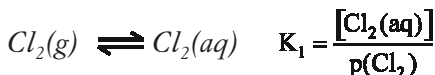
A az ammónia, NH_3 , ezt forrás- és olvadáspontja is igazolja.

B-ben a nitrogén és hidrogén molaránya épp fordított, 3:1. Ez a hidrogén-azid, HN_3 lehet.

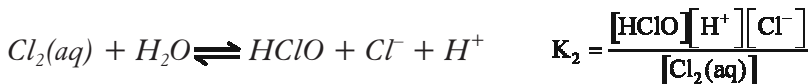
C-ben a nitrogén és hidrogén molaránya 1:2. A hidrazin N_2H_4 megfelel ennek az aránynak és a fizikai jellemzői is megegyeznek az táblázat adataival.

A hidrazin és az ammónia gyenge bázisok, a hidrogén-azid gyenge sav. Reakciójukban szilárd halmazállapotú sók képződését várjuk. Az ammónium-azid (NH_4N_3 , N_4H_4) és a hidrazínium-azid ($\text{N}_2\text{H}_5\text{N}_3$, N_5H_5) is 1:1 molarányban tartalmazza alkotóit, a megadott összetételnek és a várt olvadáspontnak megfelel. Ez a két anyag lehet **D** és **E**.

H10. A klórgáz heterogén egyensúlyi reakcióban oldódik a vízben. Az egyensúlyt a következő egyensúlyi állandóval jellemezhetjük:



Az állandó kifejezésében a klórgáz parciális nyomása szerepel. Az oldatban beáll a következő egyensúly is:



A $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{Cl}^- + \text{H}^+$ folyamatot jellemző K_3 egyensúlyi állandó 25°C -on $1,8 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9} \text{ Pa}^{-1}$. Egy vízes oldat ezen a hőmérsékleten 100 kPa nyomású klórgázzal van egyensúlyban. Az oldatban összesen $6,0 \text{ g dm}^{-3}$ a teljes klórtartalom (az összes klórtartalmú részecskét tekintve).

Számítsa ki az oldat pH-ját, a HClO , a Cl^- és a $\text{Cl}_2(\text{aq})$ egyensúlyi koncentrációját! Számítsa ki a K_1 és a K_2 állandók értékeit.

A HClO gyenge sav, disszociációállandója $10^{-7,4}$. Mutassa meg számítás útján, hogy a ClO^- ionok koncentrációja elhanyagolhatóan kicsi az oldatban!

A fent említett, klórral telített oldatból mintát veszünk és egy edénybe töltjük klórvesztés nélkül. A pontosan félig telt edényt lezárjuk és meg-

várjuk, hogy beálljon az egyensúly. Mekkora lesz a klór nyomása a gáztérben? (A pontos számoláshoz másodfokúnál magasabb rendű egyenlet megoldása szükséges)

Ugyan megoldóképletet nem tudunk használni ebben az esetben, nem tudjuk az ismeretlent csupa ismert mennyiség segítségével kifejezni, de egy zsebszámológéppel is pillanatok alatt tudunk egy pontos közelítő megoldást adni az iteráció módszerével. Ennek lényege az, hogy úgy alakítjuk át az egyenletünket, hogy az egyik oldalon az ismeretlen szerepeljen, a másikon meg egy kifejezés, ami persze kényszerűen tartalmazza az ismeretlent is. Ha sikerült jó kifejezéshez jutnunk, a módszer maga rettentő egyszerű. Veszünk egy becslést az ismeretlenre. Evvel kiszámítunk egy újabb értéket az ismeretlenre. Ezt addig ismételjük, amíg nem kapunk egy állandó értéket. Legtöbbször ez néhány behelyettesítés után megtörténik, de előfordulhat az is, hogy nem akar állandó eredmény kijönni. Ebben az esetben meg kell próbálni másképp átrendezni az egyenletet. Jelen esetben pl. az új egyensúlyban kialakuló klorid-koncentrációra lehet felírni ilyen egyenletet.

$$K_3 = \frac{[H^+][Cl^-][HOCl]}{p(Cl_2)}$$

$$[H^+] = [Cl^-] = [HOCl] = \sqrt[3]{K_3 p_{Cl_2}} = 0,0262 \text{ mol/dm}^3.$$

Az oldat pH-ja 1,58 tehát. Az összes klórkoncentrációba beleszámít a kloridionok és a hipoklórossav itt kiszámított koncentrációja is. Az oldott klórgázra tehát:

$$[Cl_2(aq)] = \frac{6,0 \text{ g/dm}^3}{71 \text{ g/mol}} - 0,0262 \text{ mol/dm}^3 = 0,0584 \text{ mol/dm}^3$$

Az egyensúlyi állandók:

$$K_1 = \frac{[Cl_2(aq)]}{p(Cl_2)} = 5,84 \cdot 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \text{ Pa}}$$

$$K_2 = K_3 / K_1 = 3,08 \cdot 10^{-4} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$$

A HOCl disszociációjának egyensúlyi állandóját felírva megbecsülhetjük a hipoklorit ionok koncentrációját:

$$[\text{OCl}^-] = K_s \frac{[\text{HOCl}]}{[\text{H}^+]} \approx K_s = 10^{-7,4} = 3,98 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3,$$

ami elhanyagolhatóan kicsi a HOCl és a H^+ koncentrációjához viszonyítva.

V térfogatú oldatot veszünk ki, aminek az összes klórtartalma 6V lesz. Ez a klórtartalom a V térfogatú gáztérben klórgázként és az ugyanakkora térfogatú oldatban oldott klórként, kloridionként és hipoklórossavként lesz. A következő egyenletek írhatóak fel a két egyensúlyi állandó definícióján felül:

$$\begin{aligned} n(\text{Cl}) &= 6V/35,5 = 2 \cdot n(\text{Cl}_{2,\text{g}}) + 2 \cdot V[\text{Cl}_{2,\text{(aq)}}] + V[\text{HOCl}] + V[\text{Cl}^-] \\ p(\text{Cl}_2) \cdot V &= n(\text{Cl}_{2,\text{g}})RT \end{aligned}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{Cl}^-] = [\text{HOCl}]$$

Behelyettesítések után a következő egyenlethez juthatunk:

$$2 \cdot 35,5 \cdot \left(\frac{1}{K_1 K_2 RT} + \frac{1}{K_2} \right) [\text{Cl}^-]^3 + 2 \cdot 35,5 \cdot [\text{Cl}^-] = 6$$

Iterációval megoldva a klorid koncentrációja 0,0224 M.

K3 definíciójából a klórgáz nyomása 62,4 kPa.

Az eredmények

Ebben a tanévben csak két fordulóra volt lehetőség. A tíz feladat átlagosan 5-5 pontot ért. A 2004-es év legjobb megoldói közül a 66 százalék feletti teljesítményt elérők eredményeit tüntetjük fel. Teljesítményüket a KÖKÉL egy éves előfizetésével jutalmazzuk.

Az első két helyezett munkáját könyvjutalommal honoráljuk.

Gratulálunk az összes megoldónak!

Kramarics Áron , Zalaegerszeg, Zrínyi Miklós Gimnázium	46 pont
Vesztergom Soma , Budapest, Szinyei Merse Pál Gimnázium	41 pont
Herner András , Kaposvár, Táncsics Mihály Gimnázium	39,5 pont
Szigeti László , Kaposvár, Táncsics Mihály Gimnázium	39,5 pont
Szabó Máté Zoltán , Budapest, Apáczai Csere János Gimnázium	38,5 pont
Mizsei Réka , Kecskemét, Bolyai János Gimnázium	34,5 pont
Lorántfy Bettina , Dabas, Táncsics Mihály Gimnázium	32,5 pont