

2021 októberi emelt szintű kémia feladatsor megoldása

Jelmagyarázat

Pirossal a helyes megoldásokat tüntettem fel (amit érdemes volt a lapra is írni), **zölddel** pedig a megértést segítő illetve egyéb magyarázatokat, észrevételeket. Ha minél gyorsabban végig akarod pörgetni, akkor csak a pirosakat olvasd, ha érdekelnek a magyarázatok vagy érdekességek is, akkor a zöldet is olvasd el.

1. elemző feladat (14 pont)

A) 18 elektront tartalmazó molekulákat kell azonosítani. A molekula képletével válaszoljon!

	Kéttomos	Háromatomos
Apoláris molekula	a) F₂	
Dipólusmolekula	b) HCl	c) H₂S

d) A megadott molekulák közül melyikben a legerősebben poláris a kovalens kötés? **HCl**

B) 18 elektronos egyszerű ionokat kell azonosítani. Az ion kémiai jelével válaszoljon!

	Kation	Anion
Egyszeres töltésű ion	e) K⁺	g) Cl⁻
Kétszeres töltésű ion	f) Ca²⁺	h) S²⁻

i) A megadott ionok közül melyik a legnagyobb méretű? **S²⁻**

C) Az **A)** részben megadott molekulák halmazai közül melyik képes a jódot redukálni? Írja fel a lezajló reakció egyenletét!



D) A **B)** részben megadott ionok közül a megfelelőket páronként véve adja meg a belőlük származtatható összes ionvegyület képletét!

K₂S, KCl, CaS, CaCl₂

Az előbb felsorolt ionvegyületek közül válasszon egyet, amely vizes oldatának pH-ja semlegetestől eltérő, és írja fel az oldatban a kémhatás kialakulásának ionegyenletét!

K₂S, CaS,



Itt olyan sókat kellett választani, ami egy erős és egy gyenge savnak, illetve bázisnak a sója. A választott két szilfid erős bázis és gyenge sav sói.

2. Esettanulmány (9 pont)

a) Mi annak a jelenségnek a tudományos neve, amely a sózás és a cukorral való tartósítás során a sejt víztartalmát csökkenti?

ozmózis

b) A lehető legpontosabban adja meg, hogy a szerves vegyületek mely csoportjába tartozik a füstölés során keletkező, a szövegben is szereplő rákkeltő vegyület, amelynek nincs szerepe a tartósításban! Adja meg az összegképletét is!

Aromás szénhidrogén (PAH vegyület) C₂₀H₁₂

c) Egy pesztós üveg oldalán a következőt olvashatjuk: „Felnyitás után a maradékot olajréteggel fedje be, hűtőszekrényben tárolja, és 5 napon belül fogyassza el.” Értelmezze az utasítást, miért kell így eljárni!

A pesztó tetején lévő olajréteg elzárja a levegőtől és így a baci nem jutnak oxigénhez, a hűtés pedig lassítja a biokémiai folyamatokat.

d) Milyen előnye van a liofilizálásnak a hűtőszekrény fagyasztójában való tároláshoz képest?

A jégkristályok nem teszik tönkre az élelmiszer sajtjeit

e) A pasztörizáció és a savval történő tartósítás során a mikroorganizmusoknak ugyanazon vegyületei vesztek el funkciójukat. A szerves vegyületek mely csoportjába sorolhatók ezek a vegyületek? Milyen kémiai/biokémiai funkciót töltenek be a mikroorganizmusok szervezetében?

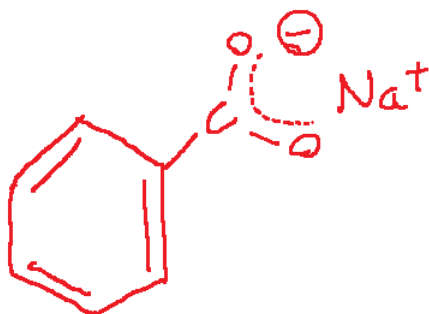
Fehérjék és szerepük enzimek, amelyek gyorsítják vagy egyáltalán lehetővé teszik a biokémiai folyamatokat.

f) Adja meg annak – a szövegben is előforduló – adalékanyagként használt savnak a nevét, amelynek fő szerepe – az európai uniós besorolás szerint – a savanyítás, és nem a tartósítás!

citromsav

g) Adja meg a szövegben is előforduló, nem savas kémhatású, az élelmiszeriparban adalékanyagként alkalmazott ételtartósító szer nevét és konstitúcióját!

Nátrium-benzoát



megjegyzés: megoldókulcsban kicsit szerencsétlenre sikerült a rajz, ugyanis a karboxilát esetén delokalizáció van (legalábbis én hiányolom)!

3. Egyszerű választás (8 pont)

Írja be az egyetlen megfelelő betűjelet a válaszok jobb oldalán található üres négyzetbe!

1. Kristályrácsát erős kovalens kötések tartják össze.

A) Kőszó

B) Kvarc atomrácsos!

C) Trisó

D) Ezüst

E) Fullerén

2. A gáz-halmazállapotú nitrogén-monoxid képződéshője 90 kJ/mol. A nitrogénmolekulában a kötési energia 970 kJ/mol, az oxigénmolekulában pedig 500 kJ/mol. Mekkora a kötési energia a nitrogén-monoxid molekulájában?

A) 1380 kJ/mol

B) 1290 kJ/mol

C) 690 kJ/mol

D) 645 kJ/mol

E) 180 kJ/mol

3. Melyik vegyület nem keletkezik számottevő mennyiségben, ha buta-1,3-dién és hidrogén-klorid reagál egymással?

A) 3-klórbut-1-én

B) 1-klórbut-2-én

C) 1,3-diklórbután

D) 1,2-diklórbután

E) 1,4-diklórbután

4. Az alábbi összetett ionok közül melyikben a legnagyobb a kötésszög?

A) Az ammóniumionban. 109,5°

B) Az oxóniumionban. 120 °-nál **tuti kisebb**

C) A nitrátionban. 120 °

D) A szulfátionban. 109,5°

E) A foszfátionban. **109,5°**

5. Gázfejlesztő lombikban rézre salétromsavat csepegtetünk. Vörösbarnának látszó gáz fejlődik, amelyet desztillált vízen átvezetve színtelen gázt fogunk fel. Mi lehet a színtelen gáz képlete?

A) NO Ebben a reakcióban NO és NO₂ fejlődhet ($3 \text{ Cu} + 8 \text{ HNO}_3 = 3 \text{ Cu(NO}_3)_2 + 2 \text{ NO} + 4 \text{ H}_2\text{O}$ és ennek a versenyfolyamata: $\text{Cu} + 4 \text{ HNO}_3 = \text{Cu(NO}_3)_2 + 2 \text{ NO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$)

B) NO₂

C) H₂

D) NH₃

E) CO₂

6. 50,0 cm³ pH = 2,00-es sósavhoz mekkora térfogatú, pH = 11,0-es, erős bázisból készült oldatot kell önteni, hogy pH = 7,00-es oldatot kapjunk?

A) 50,0 cm³ -t

B) 5,00 cm³ -t

C) 500 cm³-t pH alapján a sav tízszer töményebb, mint a lúg, mind a kettő egyértékű és erős emiatt a lúgból tízszer több kell

D) Nem dönthető el egyértelműen, mert függ a bázis értékűségétől.

E) Ezekből az oldatokból nem készíthető 7,00-es pH-jú oldat.

7. A következő fémeket sósavba tesszük: Ag, Zn, Fe, Al, Ni. Egyes esetekben nem történik reakció, máskor a fémek gázfejlődés közben feloldódnak és valamilyen színű oldat keletkezik. Az alábbi állítások közül melyik helytelen?

A) Az ezüst esetén nem tapasztalunk reakciót.

B) A cink esetén színtelen oldat keletkezik.

C) A vas esetén sárga oldat keletkezik. zöldes oldat keletkezik az oldatban lévő vas(II)-ionok miatt

D) Az alumínium esetén színtelen oldat keletkezik.

E) A nikkel esetén zöld oldat keletkezik.

8. Katódos fémvédelemnek tekinthető, ha...

A) vastárgyat cinkkel vonnak be. mert a cink negatívabb standard elektródpotenciálú fém, mint a vas

B) vastárgyat nikkellel vonnak be.

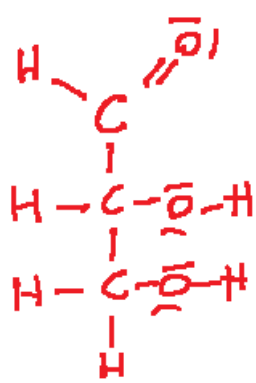
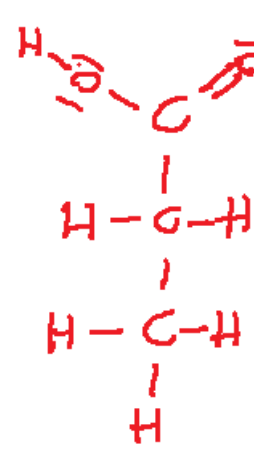
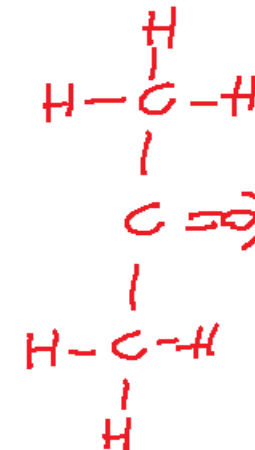
C) vastárgyat műanyaggal vonnak be.

D) vastárgyat rozsdálló festékekkel vonnak be.

E) vas helyett krómból készítik el az adott használati tárgyat.

4. Táblázatos feladat (11 pont)

Hasonlítsa össze az alábbi stabilis, $C_3H_6O_x$ molekulaképletű vegyületeket!

Molekulaképlet	1. $C_3H_6O_3$	$C_3H_6O_2$	C_3H_6O
Név	glicerinaldehid	2. propánsav	3. aceton
Konstitúció	4. 	5. 	6. 

Molekulája királis-e?	7. igen	nem	nem
Vizes oldatának kémhatása	semleges	savas	semleges
Adja-e az ezüstitűkörpróbát?	8. igen	9. nem	nem
Az egyik a propán-2-ol oxidációjakor képződik. Melyik?*	10.		x
Az egyik a propán-1-ol erőlyes oxidációjakor képződik. Melyik?*	11.	x	
Melyiknek állítható elő foszfátésztere?*	12.	x	
Melyik észterezhető metil-alkohollal?*	13.	x	

* Jelölje x-szel a megfelelő oszlopban!

5. Kísérletelemző feladat (11 pont)

Egy fémét és annak három vegyületét vizsgáljuk. A négy ismeretlen por közül három fehér színű.

A negyedik, nem fehér por hideg vízben nem, de meleg vízben lassan oldódik. NaOH-oldatban nem oldódik fel, sósavval viszont színtelen, szagtalan gáz fejlődése közben reagál, és közben színtelen oldat keletkezik. A keletkező színtelen oldatból NaOH-oldat hatására fehér, kocsonyás csapadék válik le, amely NaOH-oldat feleslegében sem oldódik fel.

a) Milyen színű a negyedik por? **szürke** (egy fém és három sója közül választhattunk. Mivel a fém nem lehet fehér, ezért az ismertetőben leírt három fehér por mind a fém vegyülete lehetett, azaz itt a negyedik por csakis az elemi fém lehet, ami csak szürke lehet, mert Cu és Au nem lehet megoldás és rajtuk kívül a többi fém szürke színű)

b) Melyik fémről lehet szó? **Mg** (ez egy csúnya feladat, mert könnyedén lehetne a kalcium is megoldás, de a kalcium hideg vízben is elég hevesen oldódik, illetve NaOH-oldatban is a víztartalom miatt)

c) Írja fel a sósavban való oldódás ioneqnyenletét! **$Mg + 2 H^+ = Mg^{2+} + H_2$**

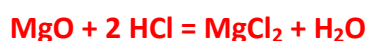
d) Írja fel a fehér, kocsonyás csapadék képződésének ioneqnyenletét!



A három fehér por közül kettő nem (vagy alig) oldódik vízben, egy kitűnően oldódik. Hevítve egyikből sem távozik vízgőz. A két, vízben nem oldódó vegyület nem oldódik NaOH-oldatban sem, viszont sósavval reagál, és színtelen oldatok keletkeznek. Az egyik gázfejlődés nélkül, a másik színtelen, szagtalan gáz fejlődése közben oldódik. Mindkét esetben a fém kloridjának vizes oldata a folyékony termék. (A képződő színtelen oldatokból NaOH-oldat hatására itt is fehér, kocsonyás csapadék válik le, amely NaOH-oldat feleslegében nem oldódik fel.)

e) Mi lehet a vízben nem oldódó fehér porok képlete? **MgO és $MgCO_3$**

f) Írja fel – külön-külön – a fehér porok sósavban való oldásának egyenletét!



A harmadik, vízben jól oldódó por vizes oldata ezüst-nitrát-oldatból fehér csapadékot választ ki, amely ammóniaoldatban feloldódik, és egy újabb színtelen oldatot kapunk.

g) Mi lehet a vízben oldódó por képlete? **$MgCl_2$**

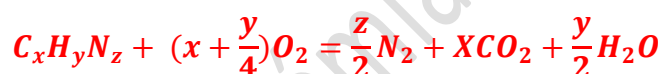
h) Írja fel a fehér csapadék képződésének, majd az ammóniaoldatban való feloldódásának ionegyenletét!



6. Számítási feladat (8 pont)

Egy gyógyszer hatóanyagának molekulája szenet, hidrogént és nitrogént tartalmaz. A szerves vegyület kis mennyiségét oxigénfeleslegben elégetve a vegyület szén-dioxidon és vízen kívül nitrogéngázzá ég el. A kapott gázelegyet először tömény kénsavon, majd NaOH-t tartalmazó csövön vezettük át. A kénsavat tartalmazó edény tömege 0,7674 g-mal, a NaOH-s csőé 1,363 g-mal nőtt meg.

a) Írja fel a szerves vegyület oxigénben való égetésének általános egyenletét!



b) A megadott adatok alapján milyen tapasztalati képletre következtethetünk?

Égés során a vegyületben lévő összes széntartalom a szén-dioxidba, hidrogéntartalom pedig a vízbe ment bele. Tehát, amekkora mennyiségű szén, illetve hidrogén van a szén-dioxidban és a vízben, annyi volt a szerves vegyületben is.

A feladat szövege azt írja, hogy az égés során keletkező égéstermék először kénsavas, majd NaOH-os gázmosón vezet át. Na most a kénsav higroszkópos anyag lévén a vizet fogja megkötni, azaz amennyivel nő a kénsavas gázmosó, annyi vizet tartalmazott az égéstermék. A kénsavas gázmosó után a füstgázban már csak szén-dioxid és nitrogéngáz van. Ezt, ha NaOH-oldaton átvezetjük, akkor abban a szén-dioxid fog elnyelődni, tehát amennyivel nő az NaOH-oldat tömege, annyi szén-dioxid volt az égéstermékben. Ez alapján:

$$m_{\text{víz}} = 0,7674 \text{ g}$$

$$m_{\text{szén-dioxid}} = 1,363 \text{ g}$$

A C és H atomok anyagmennyiség aránya kell a tapasztalati képlethez. Ehhez mindenképp szükséges a víz és a szén-dioxid anyagmennyisége, használjuk a moláris tömegeket és a tömegeket:

$$n_{\text{víz}} = \frac{0,7674}{18,02} = 0,04259 \text{ mol}$$

$$n_{\text{szén-dioxid}} = \frac{1,363}{44,01} = 0,03097 \text{ mol}$$

1 mol vízben két mol H atom van (nézd meg a képletét, ha nem hiszed ☺) és 1 mol szén-dioxidban 1 mol szén:

$$n_H = 0,04259 * 2 = 0,08518 \text{ mol}$$

$$n_C = 0,03097 \text{ mol}$$

Tehát a hidrogén és szén anyagmennyiségének az aránya:

$$\frac{n_H}{n_C} = \frac{0,08518}{0,03097} = \frac{2,750}{1,000} = \frac{11,00}{4,000}$$

Azaz a vegyület képletében 4 mol szénre 11 mol hidrogén jut. A nitrogénről nem tudunk semmit, így az marad ismeretlen: $(C_4H_{11}N_z)_n$

c) Mérések szerint a vegyület moláris tömege 129,1 g/mol. Határozza meg a vegyület molekulaképletét!

Adott a vegyület moláris tömege, ez jó hír, mert így meghatározható lesz a kérdés. A tapasztalati képlet: $(C_4H_{11}N_z)_n$. A tapasztalati képlet alapján általánosan kifejezett moláris tömeg:

$$\begin{aligned} M &= n * (4 * m_C + 11 * m_H + z * m_N) = n * (4 * 12,01 + 11 * 1,008 + z * 14,01) \\ &= n * (59,13 + z * 14,01) \end{aligned}$$

Mivel sem a nitrogén a szénhez és hidrogénhez viszonyított mennyisége, sem n értéke nem ismert, ezért addig kell próbálgatni az n értékeket, amíg ki nem jön egész szám a nitrogén tömegére. Elsőnek legyen n=1, ekkor az általános kifejezett moláris tömeg:

$$M = 59,13 + Z * 14,01$$

A moláris tömeget konkrétan is tudjuk, tegyük vele egyenlővé a fenti kifejezést:

$$129,1 = 59,13 + Z * 14,01$$

$$Z = 4,994 \approx 5,000$$

Megjegyzés: mivel a megadott adatok biztosan kerekítve vannak, ezért nyugodt szívvel lehet a 4,994-et 5,000-ra kerekíteni.

Mivel a nitrogén anyagmennyiségére egész szám jött ki, ezért nem is kell tovább keresgelnünk, a vegyület molekulaképlete: **C₄H₁₁N₅**

Megjegyzés: egynél nagyobb n érték két indok miatt sem lehet. Egyrészt túl sok lenne a hidrogének mennyisége a szénhez képest, másrészt már n=2 esetén sem jönne ki legalább egy mol nitrogén, mert nem elég nagy a moláris tömeg hozzá.

További személyes megjegyzés a hivatalos megoldó kulcshoz. Ugyebár minden adat négy értékes jegyre volt megadva, tehát nekünk a relatív atomtömegeket/moláris tömegeket is illendő négy értékes jegyre kiolvasni a periódusos rendszerből. Itt nagyon nem voltak következetesek a vegyület molekulaképletének a meghatározásánál, ugyanis a szénnek tényleg 4 értékes jegyre adták meg a relatív tömegét, a hidrogénnek csak 3-ra (miért???), a nitrogén meg bizony megint négyre adták meg, de rosszul kerekítve (14,00 helyett 14,01)...



7. Számítási feladat (15 pont)

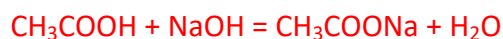
a) Egy bioalmaecet savtartalmát vizsgáljuk. 50,00 cm³-éből desztillált vízzel 250 cm³ törzsoldatot készítünk. Ebből 50,00 cm³-t kimérünk, és fenolftalein indikátor jelenlétében titráljuk 0,0989 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldattal. Az átlagfogyás 8,39 cm³.

Határozza meg a bioalmaecet savtartalmát g/dm³-ben!

(Tételezzük fel, hogy a bioalmaecet savasságát kizárólag az ecetsav okozza!)

Ezt a feladatot több féleképpen is meg lehet oldani. Én most egy sajátos módszer mutatnék be (azt, amit a számolási példatárban is bemutatok részletesen). Van nekünk 50,00 cm³

térfogatú lényegében ecetsavat tartalmazó mintaoldat, amit felhígít ötszörös térfogatra és így kapjuk meg a törzsoldatot. A hígítás miatt természetesen a törzsoldat ötször hígabb, mint a mintaoldat, azaz a koncentrációja a mintaoldat ötöde. Ebből a hígabb törzsoldatból kivesz $50,00 \text{ cm}^3$ térfogatot és ezt titrálja rommá a nátrium-hidroxid mérőoldattal. Írjuk fel a titrálás egyenletét:



A sav és a lúg 1:1 mólarányban reagál:

$$\frac{1}{1} = \frac{n_{\text{sav}}}{n_{\text{lúg}}}$$

No igen, de az anyagmennyiség az $n=V \cdot c$, tehát a fenti összefüggés úgy is felírható, hogy:

$$\frac{1}{1} = \frac{V_{\text{sav}} \cdot c_{\text{sav}}}{V_{\text{lúg}} \cdot c_{\text{lúg}}}$$

Igazából csak be kell az egyenletbe helyettesíteni:

$$\frac{1}{1} = \frac{50,00 \cdot c_{\text{sav}}}{8,39 \cdot 0,0989}$$

$$c_{\text{sav}} = 0,0166 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Megjegyzés: a fenti összefüggésbe való behelyettesítés egyik nagy előnye, hogy nem szükséges a térfogatokat átváltani, mert ha mégis megtennénk, akkor a tört nevezőjét és számlálóját is 1000-rel be kellene osztani, ami valljuk be, felesleges, így egy, az átváltásból eredő hibaforrást ki tudunk küszöbölni...

Nos, most még ne legyen felhőtlen az öröm, mert egyelőre csak a törzsoldat koncentrációját kaptuk meg. Ne feledjük, hogy a törzsoldathoz képest a vizsgált mintánk oldata ötször töményebb:

$$c_{\text{sav mintaoldat}} = 5 \cdot 0,0166 = 0,0830 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

A kérdés azonban a tömegkoncentráció volt, amit nagyon egyszerűen megkaphatunk a molaritásból az oldott anyag moláris tömege által:

$$\rho_{\text{sav mintaoldat}} = c_{\text{sav mintaoldat}} * M_{\text{ecetsav}}$$

$$\rho_{\text{sav mintaoldat}} = 0,0830 * 60,0 = 4,98 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$$

*Megjegyzés: ha valaki megnézte a hivatalos megoldó, akkor láthatta, hogy nekem 4,99 4,98 jött ki eredményül, ugyanis 60,1 g/mol helyett 60,0 g/mol-nak vettem az ecetsav moláris tömegét. Személyes véleményem szerint itt is hiba van az értékes jegyekben, mert 3 értékes jegyre kiolvasva az atomok tömegeit: $2*12,0+4*1,01+2*16,0=60,04$ g/mol, ami számomra 3 értékes jegyre megadva 60,0 és 60,1 g/mol...*

b) Számítsa ki, hogy a bioalmaecet 1,00 dm³-ének ecetsavtartalma mekkora tömegű glükóz erjedéséből származik!

(Tételezzük fel, hogy a bioalmaecet teljes ecetsavtartalma az almalé glükóztartalmának erjedéséből származó alkohol bakteriális oxidációjából keletkezett!

Ha nem tudta megoldani az a) kérdést, tételezzon fel 5,00 g/dm³ ecetsav-koncentrációt ebben a feladatrészben.)

Ehhez mindenképp szükséges legalább annyit tudnunk, hogy 1 mol glükóz által mennyi ecetsav képes képződni (nem szükséges sztöchiometrikus egyenletet felírni, mert nem kér a feladat).

1 glükózból 2 etilalkohol képződik ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 2 \text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 2 \text{CO}_2$). Ezután ez a két mol etanol tovább fog oxidálódni ecetsavvá. Mivel 1 mol etanolból 1 mol ecetsav képződik, ezért két mol etanolból két mol ecetsav, tehát összefoglalva, több lépésen keresztül végül 1 mol glükózból 2 mol ecetsav képződik.

A kérdés az, hogy 1,00 dm³ ecetsav oldatban lévő összes ecetsav pontosan mennyi glükózból tud képződni. Ehhez kell az 1,00 dm³ oldatban lévő ecetsav mennyisége. Előbb kiszámítottuk, hogy az ecetsavoldatunk tömegkoncentrációja 4,98 g/dm³. Ez azt jelenti, hogy 1,00 dm³ ecetsavoldatban 4,98 g ecetsav van, ennek anyagmennyisége:

$$n_{\text{ecetsav}} = \frac{4,98}{60,0} = 0,0830 \text{ mol}$$

Mivel 1 mol glükóz által 2 mol ecetsav termelődik, ezért 0,0830 mol ecetsav feleannyi glükózból jön:

$$n_{\text{glükóz}} = \frac{0,0830}{2} \text{ mol}$$

A glükóz tömege moláris tömege és anyagmennyisége által:

$$m_{\text{glükóz}} = \frac{0,0830}{2} * 180 = 7,47 \text{ g}$$

c) A fenti bioalmaecetből hány cm^3 -t használtunk 0,500 liter olyan salátalé készítéséhez, amelynek a pH-ja 3,20 lett?

(Az ecetsav savállandója: $K_s = 1,80 \cdot 10^{-5}$.)

Ha nem tudta megoldani az a) kérdést, tételezzen fel $5,00 \text{ g/dm}^3$ ecetsav-koncentrációt ebben a feladatrészen.)

Ez lényegében egy hígítási példa. Valamekkora térfogatú $0,0830 \text{ mol/dm}^3$ (ezt a koncentrációt az a) részben már kiszámítottam, ugyebár ebből lett a tömegkoncentráció számítva) koncentrációjú ecetsavoldatot kell $0,500 \text{ dm}^3$ térfogatra ($1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$) felhígítani. Minden hígítási példa egyik alapja, hogy hígítás során az oldott anyag mennyisége nem változik, hiszen csak oldószert adtunk a rendszerhez. Tehát, ha a hígabb 3,20-es pH-jú oldatnak kiszámítjuk a koncentrációját, akkor a térfogata által ismert lesz az oldott anyag anyagmennyisége is.

Gyenge sav lévén a K_s -t kell segítségül hívnunk (megjegyzés: felmerülhet a kérdés, hogy a savi állandó a hígabb vagy a töményebb oldatra van-e megadva. Ne feledjük, hogy a savi állandó hígítás során nem változik, tehát a hígabb és töményebb oldat esetén is ugyannyi, persze ha nem piszkáljuk meg a hőmérsékletet, de itt olyat nem teszünk, az csúnya dolog lenne 😊). K_s képlete több féleképpen is felírható. Ha az én módszeremet használod, akkor mindenképpen jelöld, hogy mi mit jelent:

$$K_s = \frac{X^2}{c_{\text{hígabb sav}} - X}$$

ahol: $X = [\text{H}_3\text{O}^+]_e = [\text{acetát}]_e$ és $c_{\text{hígabb sav}} - X = [\text{sav}]_e$

A savi állandó adott, pH-ból pedig kiszámítható az oxóniumionok és egyben az acetát ionok (nálam ugye X) egyensúlyi koncentrációja:

$$X = 10^{-pH} = 10^{-3,20}$$

$$1,80 \cdot 10^{-5} = \frac{(10^{-3,20})^2}{c_{\text{hígabb sav}} - 10^{-3,20}}$$

$$c_{\text{hígabb sav}} = 0,0227 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

A hígabb oldat koncentrációja most már ismert, a térfogata is, számítsuk ki az oldott ecetsav anyagmennyiségét:

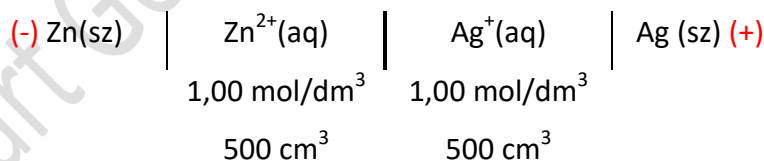
$$n_{\text{ecetsav}} = c_{\text{hígabb sav}} \cdot V_{\text{hígabb sav}} = 0,0227 \cdot 0,500 = 0,01135 \text{ mol}$$

Mivel hígítás során nem változott meg az ecetsav mennyisége az oldatban, ezért a töményebb $0,0830 \text{ mol/dm}^3$ -es oldatban is $0,01135 \text{ mol}$ ecetsav van oldva. A töményebb oldat térfogata a koncentrációja és oldott anyag anyagmennyisége által:

$$V_{\text{töményebb oldat}} = \frac{0,01135}{0,0830} = 0,137 \text{ dm}^3 = 137 \text{ cm}^3$$

8. Elemző és számítási feladat (10 pont)

Összeállítottuk a következő galváncellát.



a) Jelölje + és – jellel a fenti celladiagramon a galváncella pólusait, és írja fel a katód- és anódfolyamat ionegyenletét!

katódfolyamat: $2 \text{ Ag}^+ + 2 \text{ e}^- = 2 \text{ Ag}$

anódfolyamat: $\text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + 2 \text{ e}^-$

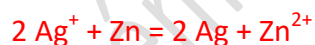
Megjegyzés: azt, hogy melyik fém lesz az anód illetve a katód, a standard elektródpotenciál értékekből tudjuk meghatározni. Galvánelemknél mindig a kisebb standard elektródpotenciálú fém lesz az anód (negatív pólus) és a nagyobb pedig a katód (pozitív pólus). Ezt még boncolgathatnám tovább, de nem akarok ide egy regényt írni, ezért, ha nem vagy teljesen képen a galvánelemekkel, nézd meg az erről szóló YouTube videómat:

<https://www.youtube.com/watch?v=133NTAaR7nk&t=91s>

b) A galváncellát áramkörbe kapcsoljuk, és hagyjuk, hogy elektromos áramot termeljen. 4,00 óras működés alatt az egyik elektród tömege 5,395 g-mal nőtt.

Számítsa ki, hogy mekkora lett a cink- és ezüstion-koncentráció a 4,00 óras működés végén! (Tételezzük fel, hogy működés közben a cink- és ezüstionok nem jutnak át a másik elektrolitoldatba és az oldatok térfogata eközben nem változott!)

Ennek a feladatnak a megoldásához mindenképpen fel kell írunk a folyamat bruttó (összesített) egyenletét:



A kiindulási oldatok koncentrációi adottak. A felírt bruttó egyenlet alapján jól látszik, hogy a folyamat során az ezüst(I)-ionok koncentrációja csökken, míg a cinkionok koncentrációja nő. A feladat szövege azt írja, hogy a folyamat során az oldatok térfogatai nem változtak. Ez számunkra azt jelenti, hogy a koncentráció változás csakis az egyes ionok anyagmennyiség változásából fog következni.

A feladat szövege alapján a kezdeti oldatok koncentrációi $1,00 \text{ mol/dm}^3$, térfogatai 500 cm^3 , azaz a kezdeti oldatokban lévő ionok mennyiségei:

$$n_{\text{ezüst(I)ion}} = n_{\text{cinkion}} = 0,500 * 1,00 = 0,500 \text{ mol}$$

A feladat megadja, hogy az egyik elektród tömege 5,395 g-mal nő. Természetesen tudnunk kell, hogy ez melyik elektród. Nézzük meg a bruttó egyenletet. A bruttó egyenlet szerint a folyamat során az ezüst mennyisége nő, azaz ez az 5,395 g a képződő ezüstre vonatkozik, számítsuk ki ennek az anyagmennyiségét:

$$n_{Ag} = \frac{5,395}{107,9} = 0,0500 \text{ mol}$$

A bruttó egyenlet alapján 0,0500 mol ezüst 0,0500 mol ezüstion fogyása által és $0,0500/2=0,02500$ mol cinkion képződése közben keletkezik. Így a keletkező oldatokban az egyes ionok mennyiségei:

$$n_{\text{ezüst(I)ion}} = 0,500 - 0,0500 = 0,450 \text{ mol}$$

$$n_{\text{cinkion}} = 0,500 + 0,0250 = 0,525 \text{ mol}$$

Az oldatok térfogatai továbbra is $0,500 \text{ dm}^3$, a kért koncentrációk:

$$c_{\text{ezüst(I)-ion}} = \frac{0,450}{0,500} = 0,900 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$c_{\text{cinkion}} = \frac{0,525}{0,500} = 1,05 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

c) Számítsa ki az áramkörben az átlagos áramerősséget a 4,00 órás működés közben!

(A Faraday-törvények a galvánelem áramtermelésére ugyanúgy alkalmazhatók, mint az elektrolízisre.)

Ezt a feladatrészt is többféleképpen meg lehet oldani (több módszert a számolási példatár elektrolízis II. fejezetében részleteztem, itt most csak egyet fogok). A Faraday I. törvénye ebben az alakban is felírható:

$$m_{Ag} = \frac{M_{Ag}}{z * F} * I * t$$

Megjegyzés: a folyamatban részt vevő bármely anyag tömegére felírható a fenti egyenlet. Én azért az ezüst tömegére írtam fel, mert azt megadta a feladat az előző feladatrészben.

Ne feledjük, hogy mivel a reakcióban az ezüst +1-es ionként van jelen, ezért az ő Z értéke. Az órát se feledjük másodpercbe átváltani ($4*3600 \text{ s}$). Helyettesítsünk:

$$5,395 = \frac{107,9}{1 * 96500} * I * 4 * 3600$$

$$I = 0,335 \text{ A}$$

9. Számítási feladat (12 pont)

Az iparban széles körben használják a CO–H₂ gázelegyet mint szintézisgázt. A gázelegyen a két komponens aránya attól függ, hogy milyen kiindulási anyagokból állították elő.

a) Egy ipari körülmények között előállított CO–H₂ gázelegy 3,00 m³-ének tömege 40,0 °C-on és 200 kPa nyomáson 1,96 kg.

Határozza meg a kétkomponensű gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

Gázelegyek térfogatszázalékos összetétele Avogadro-törvénye miatt megegyezik az anyagmennyiség százalékos összetételükkel és ez sokféleképpen meghatározható. Egyik módszer az átlagos moláris tömeg kiszámításán alapul. Az átlagos moláris tömeg az ideális gázok állapotegyenletének az alkalmazásával kiszámítható:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \text{ ahol } n = \frac{m}{M} \text{ tehát:}$$

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

Ahol ez a feladatrész nagyon elmehet, az az, hogy az egyes fizikai mennyiségek a megfelelő mértékegységben legyenek:

Ha a nyomás kPa-ban van megadva, akkor a térfogat legyen dm³-ben, a tömeg grammban, a hőmérséklet pedig K-ben:

$$p=200 \text{ kPa}$$

$$V=3,00 \cdot 10^3 \text{ dm}^3$$

$$m=1,96 \cdot 10^3 \text{ g}$$

$$R=8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$T=313 \text{ K}$$

$$200 \cdot 3,00 \cdot 10^3 = \frac{1,96 \cdot 10^3}{M} \cdot 8,314 \cdot 313$$

$$\bar{M} = 8,50 \frac{g}{mol}$$

Az átlagos moláris tömeg kiszámítható móltörtök által is:

$$\bar{M} = X_{hidrogén} * M_{hidrogén} + X_{CO} * M_{CO}$$

ahol a móltörtökre mindig igaz, hogy:

$$X_{hidrogén} + X_{CO} = 1$$

Helyettesítsünk be:

$$I. 8,50 = X_{hidrogén} * 2,02 + X_{CO} * 28,0$$

$$II. X_{hidrogén} + X_{CO} = 1$$

$$X_{hidrogén} = 0,751 \quad X_{CO} = 0,249$$

A móltörtök alapján az összetétel:

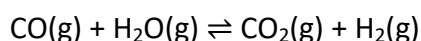
$$\frac{n}{n} \%_{hidrogén} = \frac{V}{V} \%_{hidrogén} = 75,1\%$$

$$\frac{n}{n} \%_{CO} = \frac{V}{V} \%_{CO} = 24,9\%$$

Megjegyzés: a megoldásom egy nagyon picit eltér a hivatalos megoldókulcstól. Ennek oka, hogy én a hidrogén moláris tömegét 2,02 g/mol-nak vette 2 helyett. Személyes véleményem szerint egy értékes jegyre megadni a hidrogén moláris tömegét csúnya hiba (hisz a több feladatban is azzal szivattak Titeket (jelzem jogosan), hogy a hidrogénatom nem 1, hanem 1,01 vagy 1,008 g/mol).....

Olykor szükség van arra, hogy a szintézisekhez megváltoztassák a szén-monoxid és hidrogén arányát. Ezt a módosítást általában az alábbi reakció segítségével végzik el.

A szén-monoxid és a vízgőz megfordítható reakcióban reagál egymással, miközben széndioxid- és hidrogéngáz keletkezik:



A folyamat egyensúlyi állandója 830 °C-on 1,00.

(A keletkező gázelegy víz- és szén-dioxid-tartalmát szükség esetén könnyen el lehet távolítani.)

Tegyük fel, hogy egy ipari szintézishez 1,00 : 2,00 arányú CO – H₂ elegyre van szükségünk.

A rendelkezésünkre álló gázelegyben a CO és H₂ anyagmennyiség-aránya 1,00 : 3,00.

b) Szén-dioxidot vagy vízgőzt kell keverni az eredeti CO – H₂ gázelegyhez, hogy az anyagmennyiség-arány 1,00 : 3,00-ról 1,00 : 2,00-re változzon?

Ebben a feladatban észre kell vennünk, hogy az egyensúlyt úgy kell megbillenteni, hogy a hidrogén mennyisége fogyjon, a szén-monoxidé pedig nőjön. Ez a legkisebb kényszer elvének értelmében a **szén-dioxid hozzáadásával érhető el.**

Végezzen modellszámítást! Számítsa ki, hogy 1,00 mol szén-monoxidból és 3,00 mol hidrogéngázból álló gázelegyhez hány mól vízgőzt vagy szén-dioxid-gázt kell keverni, hogy 830 °C-on végül a CO és a H₂ anyagmennyiség-aránya 1,00 : 2,00-re változzon!

z már egy picit szivatósabb feladatrész. Amit már biztosan tudunk, hogy a folyamat kezdetén szén-dioxidot kell hozzáadni a rendszerhez. Táblázattal fogunk dolgozni. Mielőtt felrajzolnánk a táblázatot, azt azért tisztázzuk le, hogy ebben a gázelegyensúlyi reakcióban nem történik térfogatváltozás a folyamat során (mert 1+1 mol gázból a reakció során 1+1 mol gáz képződik). Ez azért fontos információ, mert ily módon nem szükséges ismernünk a tartály térfogatát, ugyanis az egyensúlyi állandó az anyagmennyiségekkel is felírható (ha lenne térfogatváltozás, akkor csakis az egyensúlyi koncentrációkkal lehetne felírni az egyensúlyi állandót).

A hidrogén és a CO kezdeti anyagmennyisége ismert, azonban a hozzájuk kevert szén-dioxidé nem, olyannyira nem, hogy kérdés is, hát mi tévő lehet ilyenkor az ember?-elnevezi X-nek, tehát legyen a kezdeti szén-dioxid mennyisége X mol. Sajnos így nem jutunk tovább, mert egyik anyag átalakulása sem ismert, ez bizony szívás, de ez van, legyen az egyik anyag, pl CO₂ átalakulása Y mol *(megjegyzés: mindegy melyik anyag átalakulását vesszük Y molnak, ugyanis, ha az egyik Y, akkor a többi is az, mert mindenki 1:1 arányban vesz részt vagy*

képződik a reakció során). Ami még a grátisz szivatás ebben a feladatban az az, hogy ne feledjük, a szén-dioxid hozzáadásának hatására a folyamat a visszaalakulás irányába tolódik el, azaz a termékoldal fog fogyni, a kiindulási oldal pedig gyarapodni!!! Rajzoljuk fel a táblázatot:

(mol)	$\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$			
kezdet	1,00	0	X	3,00
átalakul	+y	+y	-y	-y
Egyensúly	1,00+y	y	X-y	3,00-y

A feladat megoldásához ki kell X értékét pörgetni. Hát, két ismeretlen van, akkor kéne két összefüggés, amire két egyenletet fel tudunk írni. Nagyon sok választásunk nincsen, adott a K érték, illetve az, hogy a hidrogén és szén-monoxid arányát 2:1-re szeretnénk beállítani egyensúlyban. Utóbbiból Y értéke meghatározható könnyedén:

$$\frac{n_{\text{hidrogén}}}{n_{\text{CO}}} = \frac{2,00}{1,00} = \frac{3,00 - Y}{1,00 + Y}$$

Ebből Y szépen kifejezve:

$$Y = \frac{1}{3} \text{ mol } (0,333)$$

Írjuk fel az egyensúlyi állandó képletét:

$$K = \frac{n_{\text{szén-dioxid}} * n_{\text{hidrogén}}}{n_{\text{CO}} * n_{\text{víz}}}$$

Helyettesítsünk be:

$$1 = \frac{(X - Y) * (3 - Y)}{(1 + Y) * Y}$$

Megoldotta: Lénárt Gergely okl. vegyészmérnök, kémia magánoktató

honlapcím: <https://www.emeltkemiaerettsegi.hu/>

2021 októberi emelt szintű feladatsor megoldása

Y értéke ismert:

$$1 = \frac{\left(X - \frac{1}{3}\right) * \left(3 - \frac{1}{3}\right)}{\left(1 + \frac{1}{3}\right) * \frac{1}{3}}$$

$$X = 0,500 \text{ mol}$$

0,500 mol szén-dioxidot kell a gázelegyhez hozzáadni.

Lénárt Gergely kémia magánoktató