

KÉMIA

EMELT SZINTŰ ÍRÁSBELI PRÓBAVIZSGA

1. feladatsor

Időtartam: 240 perc

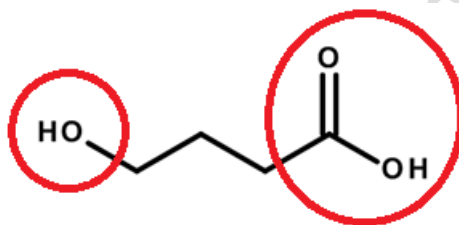
Részletes megoldások

**LÉNÁRT GERGELY OKL. VEGYÉSZMÉRNÖK,
KÉMIA MAGÁNOKTATÓ**

1. Esettanulmány

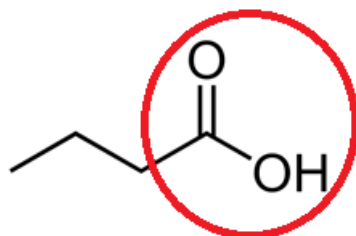
GINA a dro-gina (és rokonsága)

A híradásokban szinte naponta hallhatunk egy lánynevet: GINA-t, aki (ami) nem lány, és nem is fiú: egy napjainkban divatos diszkó, vagy dizájner drogként használt vegyület. Régebbi tudományos nevéből, a **gamma-hidroxibutirátból** származik a GINA szó. Használata miatt meglepően sokan kerülnek életveszélyes állapotba, sőt, haláleset is történt már. Természetesen nem a szó (bár elég bűvösen hangzik), hanem a vegyület használata okozhat tragédiát! Ha a szerkezeti képletét tekintjük, akár ártatlan vegyületnek is gondolhatnánk:



Ő a GINA, aki mint láthatjuk, nem egy lány

Kémiaailag a GINA a butánsav rokona, amit hétköznapi nevén **vajsavnak** is nevezünk. A vajon kívül a szervezetünk által kiválasztott izzadságban is megtalálható, bűdös, de ártalmatlan vegyület. Az izzadságszag nem öl és nem butít, pusztán taszít, amennyiben a szellőzetlen diszkóban néhány hónalj kipárolgásaként találkozunk vele.



Ő a vajsav, aki csak egyszerűen bűdös, de nem bűnös

Egy ártatlan plusz hidroxil csoport óriási különbséget okoz a két vegyület élettani hatásaiban! **Nézzük alaposabban a GINA előfordulását és hatását!** Természetes formában kis mennyiségben megtalálható az ember és az emlősállatok szervezetében. Előfordul a citrusfélékben, és erjedési folyamat során is keletkezik, ebből adódóan kis mennyiségben egyes borok és sörök tartalmazzák. **A GINA-t az orvoslásban legálisan használják**, az orvosok **GHB**-ként ismerik. Felhasználják általános érzéstelenítésre, kóros állapotok kezelésére, mint például az álmatlanság, a klinikai depresszió, a túlzott nappali álmoság (narkolepszia), az alkoholizmus, valamint a gyenge fizikai teljesítőképesség javítására. **És most a GINA név jön újra:** mikor még legálisan forgalomban volt, kis adagban a testépítők használták izomnövelés céljára. Nagyobb adagban euforikus állapotot okoz. Ha a parti hevében egy kicsit jobban megnyomják az adagolót, máris életveszélyes dózis kerül a bulizó fiatal szervezetébe, körülbelül fél milliliteres dózis már rosszuléte válthat ki. További gond, hogy az alkohollal kevert, valamint a túladagolt GINA halált okoz, mert túlságosan lelassíthatja a légzést. Randi drogként alkalmazzák nemi erőszak elkövetésére. az áldozat, akinek italába cseppentettek a GINA-ból, tíz perc alatt elájul, és amikor egy pillanat alatt teljes éberséggel magához tér, fogalma sincs arról, hogy hogyan került az adott helyszínre, és mi történt vele, míg a drog hatása alatt volt. Sőt, azt sem tudja feltétlen, hogy GINA-t kapott. Egy felnőtt elkábításához négy-öt csepp (körülbelül 0,2 ml) elegendő belőle.

Jótanácsok diszkóba indulás előtt:

- Ha italt rendelsz, add meg lehetőleg azonnal!
- Ha üvegből iszol, és nem pohárból, kisebb esélye van, hogy belecsempészenek az italodba pár csepp GINÁ-t!
- Természetesen tudatosan se randizz a GINÁ-val: mint olvashattad, nem ártatlan lény/lány vagyis vegyület ő...
- A vajsavat se feledjük: magad és mások érdekében diszkóba indulás előtt tusolj, a divatos cuccok legyenek tiszták, és egy jó, nem ütős illatú dezodor használata ma már nem luxus, hanem kötelező. (ez utóbbi pont listába vétele miatt elnézést kérek azoktól, akik amúgy is így cselekedtek volna..... szóval bocs ☺ ÉS: jó szórakozást!

a) **Mi a tudományos neve a GINA vagy GHB nevű vegyületnek?**

4- hidroxibutánsav

b) **Írja fel a GINA és a vajsav összegképletét! Karikázza be az előző oldali szerkezeti képleteken a jellegzetes funkciós csoportokat mindkét vegyületen, és nevezze meg azokat!**

GINA: $C_4H_8O_3$

Vajsav: $C_4H_8O_2$ Karikázás az ábrán, hidroxil és karboxil

A GINA egy másik rokon vegyülete a GABA, (a régi név a gamma-aminovajsav angol rövidítéséből: Gamma Amino Butiric Acid), mely az emberi idegrendszerben ingerületátvivő anyagként szerepel. Tudományos neve 4-amino-butánsav.

c) **Írja fel a szerkezeti képletét!**



d) **Az orvosi gyakorlatban mely nevét használják a GINA-nak? Soroljon fel 3 orvosi felhasználási területet!**

Általános érzéstelenítés, kóros állapotok kezelésére, mint például az álmatlanság, a klinikai depresszió, a túlzott nappali álmoság (narkolepszia), az alkoholizmus, valamint a gyenge fizikai teljesítőképesség javítására (ezekből 3)

e) **Miért veszélyes a GINA használata? (2 példát írjon)**

A túladagolás, vagy alkohollal együtt való alkalmazás halált okozhat
Bűncselekményekben is használható (ezekből 2)

2. Táblázatos feladat

Három hasonló moláris tömegű, de eltérő funkciós csoportot tartalmazó szerves vegyületet hasonlítunk össze. Töltse ki a táblázatot!

| | trimetil-amin | propán-1-ol | ecetsav |
|--|--|---|--------------------------|
| Vegyületcsalád megnevezése | 1. amin | 2. alkohol | 3. karbonsav |
| Halmazállapot (standard körülmények között) | 4. gáz | 5. folyadék | 6. folyadék |
| Tiszta, szilárd halmazában lévő legerősebb másodrendű kölcsönhatás | 7. dipólus-dipólus kölcsönhatás | 8. Hidrogénkötés | 9. Hidrogénkötés |
| Vizes oldatuk kémhatása | 10. lúgos | 11. semleges | 12. savas |
| A három vegyület közül az egyik reakcióba lép CuO-dal. | 13. vegyület neve: propán-1-ol 14. reakció egyenlete (atomcsoportos képlettel): $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{CuO} =$ $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \text{H} \end{array} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ | | |
| Reakciójuk egymással | | 15. reakció egyenlete (atomcsoportos képlettel): $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{CH}_3\text{-COOH} \rightleftharpoons$ $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O-C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \text{H} \end{array} \text{-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 16. szerves termék neve: propil-acetát (propil-etanoát) 17. szerves termék funkciós csoportjának a megnevezése: észterkötés | |
| 1-1 konstitúciós izomerük neve | 18. propil-amin | 19. propán-2-ol | 20. metil-formiát |

3. Kísérletelemző feladat

Fémek azonosítása

Az asztalon 1-1 óraüvegen (A-D) négy különböző fém szürkés színű fémpora található:

vas ezüst cink alumínium

Sósav, tömény kénsav és nátrium-hidroxid-oldat segítségével szeretnénk beazonosítani, hogy melyik óraüveg melyik fémport tartalmazza. A kísérleteket a megfelelő körülmények között elvégeztük és feljegyeztük a tapasztalatokat:

| Óraüveg betűjele | Sósavban való oldás | (forró) tömény kénsavban való oldás | nátrium-hidroxid-oldatban való oldás |
|------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| A | színtelen, szagtalan gáz fejlődése | színtelen, szúrós szagú gáz fejlődése | színtelen, szagtalan gáz fejlődése |
| B | színtelen, szagtalan gáz fejlődése | nincs szemmel látható változás | színtelen, szagtalan gáz fejlődése |
| C | színtelen, szagtalan gáz fejlődése | nincs szemmel látható változás | nincs szemmel látható változás |
| D | nincs szemmel látható változás | színtelen, szúrós szagú gáz fejlődése | nincs szemmel látható változás |

a) Melyik óraüvegen melyik fém volt? Válaszát a fém vegyjelével adja meg!

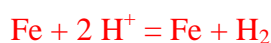
A: Zn (mert amfoter és a tömény kénsav nem passzíválja)

B: Al (mert amfoter és a tömény kénsav passzíválja)

C: Fe (mert nem amfoter, de negatív ϵ^0 és a tömény kénsav passzíválja)

D: Ag (mert nem amfoter, pozitív ϵ^0 és a tömény nem kénsav passzíválja)

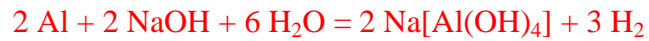
b) Írja fel „C” óraüvegen lévő fém sósavval való reakciójának az ioneqyenletét!



- c) Írja fel a „D” óraüvegen lévő fém tömény kénsavval való reakciójának az egyenletét!



- d) Írja fel a „B” óraüvegen lévő fém nátrium-hidroxid-oldattal való reakciójának az egyenletét!



- e) Mi az oka annak, hogy a „D” óraüvegen lévő fém esetében a sósavban való oldás során nincs szemmel látható tapasztalat?

Azért, mert az ezüst standard elektródpotenciálja pozitív és emiatt nem képes hidrogént fejleszteni nem oxidáló savak vizes oldataiból.

4. Elemző feladat

A következőkben olyan részecskékkel (atomok, ionok, molekulák) fogunk foglalkozni, melyeknek 18 elektronja van.

Elsőnek három egyszerű iont vizsgálunk. Az ionokról a következőket tudjuk:

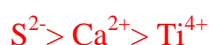
- kettőnek a töltése pozitív előjelű, egynek negatív
- kettő a töltésének az abszolút értéke azonos
- a harmadik töltésének az abszolút értéke megegyezik a másik kettő töltésének az abszolút értékének összegével
- Az egyik ion a mészkőnek az alkotója, de egyik sem található meg a konyhasóban

a) Mely ionokról van szó? Az ionok képletének a megadásával válaszoljon!

Arra figyeljünk oda, hogy 18 elektront tartalmazhatnak az ionok, tehát csak azok közül választhatunk, akik az Ar elektronszerkezetével rendelkeznek. Tudjuk, hogy az ionok közül kettő kation, egy anion. Azt is tudjuk, hogy ha kettő töltésének az abszolút értékét összeadjuk, akkor a harmadik töltését kapjuk meg. Nos ez csak két esetben lehet: klorid (-1), kálium (+1) és magnézium (+2), VAGY szulfid (-2), kalcium (+2), titán(IV) (+4), más esetekre nem jön ki a matek. Mivel azt is megadtam, hogy az egyi ion a mészkő (kalcium-karbonát) alkotója, de egyik sem a konyhasóé (nátrium-klorid), ezért csak a második eset lehet a jó, mert abban van kalcium, de abban nincs klorid! **Tehát a válasz: Ca^{2+} ; S^{2-} ; Ti^{4+}**

Rakja méret szerint csökkenő sorrendben az ionokat!

Azonos elektronszerkezettel rendelkező egyszerű ionok esetén a legpozitívabb lesz a legkisebb, a legnegatívabb pedig a legnagyobb. Ez azért van így, mert a legpozitívabb ion esetében van a legtöbb proton jelen az elektronokhoz képest, és hát minél több proton próbál hatni az elektronokra, annál kisebb lesz az elektronfelhő és egyben az ion mérete is.



Vizsgáljunk 2 üveghengert, melyek közül az egyikbe „A” molekulákból álló gázt, a másikba „B” molekulákból álló gázt töltünk.

- „A” molekula három, „B” öt atomból épül fel.
- a két molekulában a ligandumok minősége azonos, egyedül a központi atomjuk minőségében különböznek
- a három atomból felépülő molekula halmazában előforduló legerősebb másodrendű kölcsönhatás a dipólus-dipólus kölcsönhatás
- az öt atomból felépülő molekula halmazában előforduló legerősebb másodrendű kölcsönhatás a diszperziós kölcsönhatás

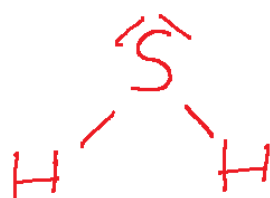
b) Melyik az „A” és melyik a „B” molekula? A molekulák képleteivel válaszoljon!

Amire megint figyeljünk oda az az, hogy a molekulák összesen 18 elektront tartalmazhatnak. Ez eléggé leszűkíti a lehetőségeket, igazából ennyire kevés elektron esetén 3 és 5 atomból álló molekulák csak úgy lehetnek, ha a ligandumok hidrogének. Ez amúgy teljesen összepasszol azzal, hogy a két molekulában azonosak a ligandumok. Egyik molekula poláris kell, hogy legyen (dipólus-dipólus kölcsönhatás miatt), a másik pedig apoláris (diszperziós kölcsönhatás miatt). Ezeknek a szigorú kritériumoknak csakis két alany felel meg:

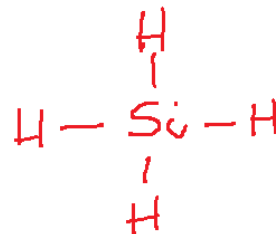
A: H_2S

B: SiH_4

1) Rajzolja fel a két molekulát az összes kötő és nem kötő elektronpár feltüntetésével és adja meg a molekulák alakját és polaritását!



V-alak
poláris



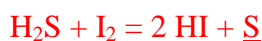
tetraéder
apoláris

Az „A” molekulákból felépülő gáz egy részét jódos vízbe vezetjük, akkor szembetűnő változást tapasztalunk

2) Adjon meg két tapasztalatot!

A jódos víz elszíntelenedik és sárga csapadék válik ki (sárga csapadék helyett, zavaros vagy opálos lesz az oldat is elfogadható)

3) Írja fel a folyamat reakcióegyenletét!



5. Egyszerű választás

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

1. Melyik sorban vannak az egyes vegyületekből készült azonos koncentrációjú vizes oldatok pH szerint növekvő sorrendben?

- A) Na_2SO_4 , NaHSO_4 , NaHCO_3 , KOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- B) NaHSO_4 , Na_2SO_4 , NaHCO_3 , KOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- C) NaHCO_3 , Na_2SO_4 , NaHSO_4 , KOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- D) NaHSO_4 , NaHCO_3 , Na_2SO_4 , KOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- E) NaHSO_4 , Na_2SO_4 , NaHCO_3 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, KOH

B

2. Három azonos, térfogatú, hőmérsékletű és nyomású tartályban metán, etán és acetilén található. A tartályokban lévő gázok tömegaránya:

- A) 8:13:15
- B) 8:15:13
- C) 1:1:1
- D) 13:15:8
- E) 15:13:8

B

3. Melyik esetben nem tapasztalunk kémiai reakciót?

- A) Jód oldása nátrium-hidroxid-oldatban.
- B) Nátrium oldása nátrium-hidroxid-oldatban.

D

- C) 2-metilbut-1-én brómos vízbe való vezetése
- D) Jódot dobunk etanolba.
- E) Klórgázt vezetünk kálium-jodid-oldatba

4. Melyik állítás igaz a periódusos rendszerrel kapcsolatban?

- A) A negyedik periódusban balról jobbra haladva monoton nő az elektronegativitás
- B) A negyedik periódus elemei három lezárt elektronegativitással rendelkeznek.
- C) A hetedik főcsoportban fentről lefelé haladva nő az elemek reaktivitása.
- D) A harmadik periódus elemei között van olyan, amelyiknek minden elektronegativitása telített.
- E) Egyik állítás sem igaz.

E

5. Melyik sorban vannak csak olyan vegyületek/elemek, melyek halmazában van delokalizált elektron?

- A) izoprén, ammónium-nitrát, imidazol, N-metilacetamid
- B) vas, szilícium-dioxid, fenol, nátrium-acetát
- C) kálium-karbonát, fehérfoszfor, kén-dioxid, nátrium-fenolát
- D) buta-1.3-dién, nátrium, kálium-szulfát, gyémánt
- E) toluol, ammónium-klorid, piridin, naftalin

A

6. Melyik állítás igaz?

- A) A kálium-szulfid vizes oldata semleges kémhatású.
- B) Ha azonos áramerősséggel azonos ideig elektrolizálunk vas(II)-klorid-oldatot és króm(III)-klorid-oldatot, akkor a vas(II)-klorid esetén fog a katódon nagyobb tömegű fém leválni.
- C) Hess tételének értelmében, ha egyensúlyi rendszert külső hatás ér, akkor az egyensúly abba az irányba tolódik el, amivel ezt a külső hatást csökkenteni tudja.
- D) A réz és nikkal elektródokból készített galvancia elektromotoros ereje nagyobb, mint annak, melyik ezüst és cink elektródokból készült.
- E) Ha kalciumot dobunk híg nátrium-klorid-oldatba, akkor nem tapasztalunk kémiai változást

B

6. Számítási feladat

A Mohr-só egy vízben oldódó, halványzöld színű szervetlen szulfát vegyület, melyet az analitikai kémiában sokkal szívesebben alkalmaznak, mint a „sima, ammóniumion mentes” fém-szulfát testvérét, ugyanis a levegő oxigénjének jobban ellenáll, azaz lassabban oxidálódik. A Mohr só képlete:



a) Számítással határozza meg a Mohr-sóban lévő ismeretlen fém oxidációs számát!

Itt ugyebár célszerű a vegyület kristályvízmentes részével foglalkozni. Most ki lehetne számolni minden egyes atomnak az oxidációs számát úgy, hogy minden egyes iont külön-külön szétbontunk és abból kiszámolni az ismeretlen fém oxidációs számát, de legyünk őszinték, feleslegesen szivatnánk magunkat. Vegyük észre, hogy a vegyületünk két ammóniumionból, egy fémionból és két szulfátionból áll. A két ammóniumion össztöltése +2 ($2 \cdot +1$), az ismeretlen fémé Y (x-et ha lehet ne használd, mert az a víztartalmat jelöli és félreértésre adhat okot), a szulfátionoké pedig összesen (-4) ($2 \cdot (-2)$). Az ionos vegyületek össztöltésének nullának kell lennie, azaz a három különböző fajta ion töltésének az összege nulla kell, hogy legyen, tehát az ismeretlen fém töltése:

$$2 \cdot 1 + Y + 2 \cdot (-2) = 0$$

$$Y = +2$$

Az ismeretlen fém oxidációs száma a vegyületben +2.

A Mohr-só képletét szeretnénk pontosan meghatározni. Elsőnek a vegyület fémtartalmát határozzuk meg egy műszeres analitikai mérési módszer által, ez 14,24 tömegszázalék. Ezután a só 9,795 grammját feleslegben szilárd nátrium-hidroxiddal keverjük össze, majd kapott keverékhez óvatosan addig csepegtetünk vizet, míg a gázfejlődés abba nem marad. A fejlődött gázt felfogjuk és megmérjük a térfogatát: 1,247 dm³ térfogatú, 101 kPa nyomású 30,0 °C-os szintelen, szúrós szagú gáz fejlődött (a gáz vízben való visszaoldódásától tekintsünk el). Ar(H)=1,00; Ar(N)=14,0; Ar(S)=32,0; Ar(O)=16,0

b) Mekkora anyagmennyiségű gáz fejlődött?

A fejlődött gáz anyagmennyisége könnyedén meghatározható az ideális gázok állapotegyenlete által:

$$p * V = n * R * T$$

Helyettesítsünk be (figyeljünk oda, hogy kPa mellé dm³ társul, ami itt rendben is van, illetve a hőmérsékletet se felejtjük el átváltani K-be, ez 273+30=303 K).

$$101 * 1,247 = n_{gáz} * 8,314 * 303$$

$$n_{gáz} = 0,0500 \text{ mol}$$

c) Számítással határozza meg a Mohr-sóban lévő fém anyagi minőségét!

Ez már egy picit keményebb kérdés. Többféleképpen is meg lehet oldani a feladatot, ami mindegyik módszernél közös, hogy az ismeretlen fém moláris tömegének a kiszámítására hajtunk. Nekem itt a feladat írása közben az a módszer jutott az eszembe, hogy ha már ismerjük a fejlődött gáz anyagmennyiségét, akkor az által számítsuk ki a vizes só anyagmennyiségét, ugyanis a tömegét tudjuk és így meg lesz a moláris tömege, azaz egy móljának a tömege, abból pedig már a fém moláris tömege is a fémtartalom által.

A lúg hatására az ammónium-fém-szulfátból egy szintelen, szúrós szagú gáz keletkezett. Ezt nem nehéz beazonosítani, hogy ammónia. Az történt, hogy a NaOH az ammóniumionból kiszabadította az ammóniát (erősebb bázis a nála gyengébbet kiszorítja a sójából). Tehát a fejlődő összes 0,0500 mol ammónia a szulfátionkból keletkezett:



A felírt egyenlet alapján jól látszik, hogy 1 mol ammónia 1 mol ammóniumionból képződik, azaz 0,0500 mol ammónia 0,0500 mol ammóniumionból. Tehát a vegyületünk 9,795 grammja 0,0500 mol ammóniumiont tartalmaz. Nos igen, de persze, hogy legyen még egy kis csavart itt is (szívesen ☺), a vegyület képletét megvizsgálva 1 mol vegyületben 2 mol ammóniumion van, tehát kétszeres mennyiségű. Ez azt jelenti, hogy 0,0500 mol ammóniumion feleannyi, azaz 0,0250 mol vegyületben van (ha úgy jobban tetszik, akkor írd fel aránypárral úgy, hogy 1 egy mol vegyületben 2 mol ammóniumion van, akkor Y mol vegyületben 0,0500 mol ammóniumion).

Hatalmas eufória járja át minden sejtünket, ugyanis ismert így már a vegyület tömege mellett az anyagmennyisége is, azaz meghatározható a moláris tömege:

$$M_{\text{Mohr-só}} = \frac{9,795}{0,0250} = 391,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

A vegyület képlete alapján egy móljában (391,8 grammjában) 1 mól fémion van. Azt is tudjuk, hogy a fémion 14,24 tömegszázalék. Tehát meg tudjuk határozni, hogy egy mól vegyületben hány gramm fémion van és mivel a fémion anyagmennyisége a vegyület egy móljában szintén egy mól, ezért a kapott tömeg egyben a fém moláris tömege is lesz (azért fogalmaztam ilyen részletességgel, mert ha a vegyület egy móljában nem egy mól fémion lenne, akkor a tömegszázalékból nem közvetlenül a fém moláris tömegét kapnánk, erre figyeljünk az ilyen jellegű példáknál):

$$M_{\text{fémion}} = 391,8 * 0,1424 = 55,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

A moláris tömeg alapján **az ismeretlen fém a vas.**

d) Mi a Mohr-só pontos képlete?

Az ismeretlen fém anyagi minőségének és a vegyület moláris tömegének az ismeretében már könnyű dolgunk van. A Mohr-só egy mólja ugyebár 2 mol ammóniumionból, 1 mol vas(II)-ionból, 2 mol szulfátióból és X mol vízből áll. Ezen alkotók megfelelő mennyiségben vett moláris tömegeinek az összege kiadja a vegyület moláris tömegét, azaz a 391,8 g/mol-t:

$$2 * M_{\text{ammónium}} + M_{\text{vas(II)}} + 2 * M_{\text{szulfát}} + X * M_{\text{víz}} = M_{\text{Mohr-só}}$$

$$2 * 18,0 + 55,8 + 2 * 96,0 + X * 18,0 = 391,8$$

$$X = 6,00$$

A Mohr-só pontos képlete: $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

e) Milyen tömegkoncentrációjú (g/dm^3) 200 cm^3 térfogatú oldat készíthető a Mohr-só 9,795 grammjából?

Ez már nem egy nehéz kérdés, de könnyen be lehet nézni, ha nem figyelünk. Vigyázat, egy kristályvizes sóból készítünk oldatot, ami ugye azt jelenti, hogy a sóból készült oldatban az oldott anyag csupán a kristályvízmentes rész lesz, a kristályvíztartalom az oldószer tömegét

növeli. Ennek ismeretében nagyon erősnek kell lennie a készítésnek arra, hogy meghatározzuk, hogy a vizes só milyen mértékben tartalmazza a vízmentes sót. A vízmentes és vizes sók moláris tömegeiből kiszámítható a vízmentes rész tömegszázaléka a vegyületben:

$$\frac{m}{m} \%_{\text{vízmentes só}} = \frac{M(\text{vízmentes só})}{M(\text{vizes só})} * 100\%$$

$$\frac{m}{m} \%_{\text{vízmentes só}} = \frac{283,8}{391,8} * 100\% = 72,43\%$$

Tehát a 9,795 g vizes sónak csupán a 72,42%-a lesz oldott anyag:

$$m_{o.a.} = 9,795 * 0,7242 = 7,095 \text{ g}$$

A tömegkoncentráció kiszámítható az oldott anyag tömegének és az oldat térfogatának (dm³-ben!!!) a hányadosaként:

$$\rho_{o.a.} = \frac{m_{o.a.}}{V_o} = \frac{7,095}{0,200} \approx 35,5 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$$

7. Elemző és számítási feladat

Az almasav egy szénből, hidrogénből és oxigénből felépülő szerves vegyület. A vegyület széntartalma 35,82 tömegszázalék, hidrogéntartalma pedig 4,478 tömegszázalék.

- a) Számítással meg az almasav molekulaképletét, ha tudjuk, hogy a moláris tömege **134 g/mol**. Ar(H)=1,00, Ar(C)=12,0, Ar(O)=16,0

A molekulaképlet esetében azt kell meghatároznunk, hogy a vegyületben pontosan mennyi van az egyes atomokból. Ezt kicsit csúnyábban úgy is meg lehet fogalmazni, hogy egy mól vegyületben hány mól van az egyes atomokból. A vegyület moláris tömege adott, ezért vegyünk belőle egy mólt, azaz 134 grammot. Ha a szén 35,82 m/m%, a hidrogén pedig 4,478 m/m%, akkor az oxigén 100-35,82-4,478=59,702%. Számítsuk ki, hogy a vegyület egy móljában hány gramm, illetve hány mól van az egyes atomokból, mert akkor meg lesz a molekulaképlet is:

| | C | H | O |
|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Tömeg (g) | $134 \cdot 0,3582 = 48,0$ | $134 \cdot 0,04478 = 6,00$ | $134 \cdot 0,59702 = 80,0$ |
| Relatív tömeg | 12,0 | 1,00 | 16,0 |
| Anyagmennyiség (mol) | 4,00 | 6,00 | 5,00 |

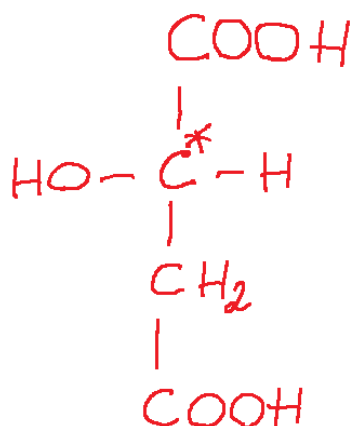
A vegyület molekulaképlete: $C_4H_6O_5$

b) Az almasavról a következőket tudjuk:

- királis vegyület
- vízben jól oldódik
- három funkciós csoportot tartalmaz, melyből kettő azonos minőségű
- réz(II)-oxiddal enyhén oxidálható
- 1 mólja kétszeres anyagmennyiségű nátrium-hidroxidot képes közömbösíteni

A megadott és kiszámolt adatok alapján milyen funkciós csoportokat tartalmaz a vegyület? Rajzolja fel és adja meg a tudományos nevét!

Azt tudjuk, hogy a vegyület három funkciós csoportot tartalmaz, melyből kettő azonos. Nos, ha megvizsgáljuk a molekulaképletet, akkor azonnal feltűnhet, hogy a három funkciós csoport mindegyike nem lehet egyszerű, azaz egy oxigénből álló, mert akkor az öt helyett csak három oxigént tartalmazna a molekula. 5 oxigén csakis úgy tud 3 funkciós csoportra szétoszlan, ha abból kettő összetett (karboxil, vagy észter, mert ezek $2 \cdot 2 = 4$ oxigént tartalmaznak) és egy nem összetett (ő lesz az ötödik oxigén). A vegyület réz(II)-oxiddal enyhén oxidálható, ez primer vagy szekunder szénatomon lévő hidroxil csoportot jelöl (a tanultak közül mással ez nem működik). Azt is tudjuk, hogy a két összetett funkciós csoport azonos és, hogy a vegyület képes közömbösíteni a nátrium-hidroxid-oldatot. Nos erre a tanultak közül csakis a karboxilcsoport képes (észter is reagál nátrium-hidroxiddal, de ott nem közömbösítés, hanem lúgos hidrolízis van). **Tehát a vegyület tartalmaz egy hidroxil és két karboxil csoportot.** A szén és hidrogén egymáshoz viszonyított darabszámának, illetve a funkciós csoportok, valamint a királis szénatom jelenlétének köszönhetően az is biztos, hogy a vegyület szénláncra telített. Egy lehetséges megoldás van, ez pedig:



2-hidroxibutándisav

8. Számítási feladat

100 cm³ térfogatú 1,70 mol/dm³ sósav áll rendelkezésünkre.

a) Mekkora térfogatra kellene hígítani az oldatot, hogy a pH-ja 2,00 legyen?

Itt vegyük figyelembe, hogy a hígítás során az oldott anyag mennyisége nem változik. Mivel a HCl egy egyértékű erős sav, ezért a hígított oldat pH-jából könnyedén kiszámítható a koncentrációja:

$$c_{\text{hígabb oldat}} = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2} = 1,00 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Innentől kezdve többféleképpen is megoldhatjuk a feladatot. Az egyik módszer, hogy a kezdeti 100 cm³ térfogatú oldatban meghatározzuk az oldott anyag mennyiségét a koncentráció által:

$$n_{\text{oldott HCl}} = 0,100 \cdot 1,70 = 0,170 \text{ mol}$$

Mivel az oldott anyag mennyisége a hígítás során nem változik, ezért a hígabb oldatban is 0,170 mol oldott anyag lesz. Az oldott anyag anyagmennyiségének és a hígabb oldat koncentrációjának az ismeretében könnyedén meghatározható a hígabb oldat térfogata:

$$V_{\text{hígabb oldat}} = \frac{0,170}{1,00 \cdot 10^{-2}} = 17,0 \text{ dm}^3$$

Alternatív megoldási lehetőség, hogy felismerjük, hogy a hígítási arányszám, azaz az, hogy hány szoros térfogatra kell hígítani kiszámítható a hígabb és a töményebb oldatok koncentrációiból:

$$\text{hígítási arányszám} = \frac{c_{\text{töményebb oldat}}}{c_{\text{hígabb oldat}}} = \frac{1,70}{1,00 * 10^{-2}} = 170$$

Ez azt jelenti, hogy a töményebb oldatunkat 170-szeres térfogatra, azaz 17000cm^3 vagyis $17,0\text{dm}^3$ -re kell hígítani.

b) Mekkora áramerősséggel kellene a kezdeti 100cm^3 oldatot 1,50 órán keresztül elektrolizálni, hogy a pH ismételten 2,00 legyen? Vegye figyelembe, hogy az áramkihasználtság 90,0%-os és az elektrolízis során bekövetkező enyhe térfogatváltozástól tekintsünk el!

Ez már picit trükkösebb kérdés egy is elektrolízissel megfűszerezve. Ha sósavat elektrolizálunk, akkor a katódon a hidrogénionok (oxónium) fognak redukálódni, míg az anódon a kloridionok fognak oxidálódni. Ily módon a folyamat bruttó, azaz összesített egyenlete az oldott HCl bontása:



Ez egy típuspélda. A típus abban rejlik, hogy most nem hígítással fogjuk a kezdeti oldat koncentrációját csökkenteni, hanem az oldott anyag elfogyasztásával (jelen esetben elektrolízis általi elbontásával). A kérdés az alkalmazott áramerősség nagysága. Ehhez nekünk mindenképp ismernünk kellene az elektrolízis bruttóegyenletében lévő valamelyik anyag vagy az elektron mennyiségét. Hát ezt úgy tudjuk meghatározni, hogy kiszámítjuk, hogy a kezdeti savoldatban lévő oldott HCl anyagmennyiségét, valamint kiszámítjuk az elektrolízis után visszamaradó oldatban lévő oldott HCl anyagmennyiségét. A kettő különbsége kiadja az elektrolízis során elfogyott HCl anyagmennyiségét:

$$n_{\text{fogyó HCl}} = n_{\text{kezdeti HCl}} - n_{\text{maradék HCl}}$$

Az előző feladatrészben már kiszámítottuk, hogy a kezdeti oldat 100cm^3 térfogatában $0,170\text{mol}$ oldott HCl van. Ebből elfogyasztunk az elektrolízis által valamennyi HCl-t és képződik egy 2,00-es pH-jú ($0,0100\text{mol/dm}^3$ koncentrációjú, ahogy szintén már kiszámítottuk) oldat,

aminek a térfogata szintén 100 cm^3 . A térfogat és a koncentrációk ismeretében határozzuk meg a megmaradt HCl anyagmennyiségét:

$$n_{\text{maradék HCl}} = 0,100 * 0,0100 = 0,00100 \text{ mol}$$

Számítsuk ki az elfogyó HCl anyagmennyiségét:

$$n_{\text{fogyó HCl}} = 0,17, -0,00100 = 0,169 \text{ mol}$$

Az elektrolízis bruttóegyenlete alapján 2 mol HCl elfogyasztására két mól, azaz ugyanannyi elektron szükséges, vagyis a 0,169 mol HCl elbontására 0,169 mol elektron szükséges. Használjuk a már jól megismert Faraday-törvényeket az áramerősség kiszámítására (elektron esetén a $z=1$ és az órát váltsuk át másodpercre):

$$I_{\text{hasznos}} * t = n_{\text{elektron}} * z * F$$

$$I_{\text{hasznos}} * 1,50 * 3600 = 0,169 * 1 * 96500$$

$$I_{\text{hasznos}} = 3,02 \text{ A}$$

Azonban még ne dőlünk hátra, hisz ne feledjük, az áramkihasználás 90,0%-os. Ez ugyebár azt jelenti, hogy a képletből megkapott áramerősség a hasznos áramerősség, vagyis az az áramerősség, ami ténylegesen kellett a folyamatra. No, igen, de mivel az áramkihasználás 90,0%-os, ezért az a kapott 3,02A az összes alkalmazott áramerősségnek csupán a 90,0%-a:

$$I_{\text{összes}} = \frac{3,02}{0,900} = 3,36 \text{ A}$$

- c) **Mekkora térfogatú 13,0-mas pH-jú nátrium-hidroxid-oldatot kellene adnunk a kezdeti 100 cm^3 térfogatú sósavhoz, hogy a pH-ja 2,00 legyen? Összeöntéskor az oldatok térfogatai összeadódnak.**

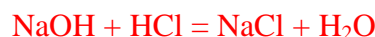
Amit elsőre észre kell(ene) vennünk, hogy a sósav feleslegben van ugyanis a keletkező oldat pH-ja kettő lesz, vagyis az NaOH elfogy, tehát ő a limitáló reagens, az ő anyagmennyiségéhez képest vizsgáljuk az elfogyó HCl anyagmennyiségét. Vigyázat, itt az összeöntés során térfogatváltozás fog bekövetkezni. A nátrium-hidroxid-oldat térfogata a kérdés, legyen $X \text{ dm}^3$. Az oldat pH-ja 13,0, azaz pOH-ja $14,0-13,0=1,00$. Mivel az NaOH egy egyértékű erős bázis, ezért a pOH értékéből könnyedén kiszámítható a koncentrációja:

$$c_{\text{NaOH-oldat}} = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-1} = 1,00 * 10^{-1} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

A nátrium-hidroxid-oldatban lévő oldott NaOH anyagmennyisége:

$$n_{\text{oldott NaOH}} = V_{\text{NaOH oldat}} * c_{\text{NaOH-oldat}} = X * 1,00 * 10^{-1} = 0,100 * X \text{ mol}$$

A nátrium-hidroxid 1:1 arányban reagál a sósavval:



0,100*X mol NaOH 0,100*X mol HCl-t fogyaszt. A kezdeti 100 cm³, 1,70 mol/dm³ töménységű HCl oldatban 0,170 mol oldott HCl van (már kiszámoltuk). Ha ebből elfogy 0,100*X mol HCl, akkor a reakció után marad:

$$n_{\text{maradék HCl}} = 0,170 - 0,100 * X \text{ mol}$$

A feladat szövege írja, hogy az oldatok összeöntésekor a térfogatok összeadódnak, azaz a reakció után keletkezik (váltjuk át a sósav térfogatát dm³-re):

$$V_{\text{keletkező oldat}} = 0,100 + X \text{ dm}^3$$

Azt is tudjuk, hogy a keletkező oldat pH-ja 2,00, már kiszámoltuk, hogy a koncentrációja 0,0100 mol/dm³:

$$c_{\text{keletkező oldat}} = 1,00 * 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

X a kérdés, hát írjunk fel egy egyenletet az anyagmennyiség, térfogat és koncentráció szentháromságára:

$$n_{\text{maradék HCl}} = V_{\text{keletkező oldat}} * c_{\text{keletkező oldat}}$$

$$0,170 - 0,100 * X = (0,100 + X) * 1,00 * 10^{-2}$$

$$\mathbf{X = 1,54 \text{ dm}^3}$$

1,54 dm³ térfogatú nátrium-hidroxid-oldatot kell a sósavhoz önteni.

A hígított 2,00-es pH-jú sósavból 20,0 cm³ térfogatot 11,0-es pH-jú ammóniaoldattal szeretnénk közömbösíteni. ($K_b \text{ ammónia} = 1,80 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$)

d) **Mekkora térfogatú ammóniaoldatra van szükség a közömbösítésre?**

Ez egy tipikus gyenge sav/bázisos példa. A szükséges ammóniaoldat térfogata kérdés. Ehhez nekünk ki kell számítani az ammóniaoldat koncentrációját és az oldatban lévő oldott anyag anyagmennyiségét. Utóbbit rém egyszerű a sztöchiometria alkalmazása által. A 2,00-es pH-jú sósav koncentrációja 0,0100 mol/dm³ (már kiszámoltuk), a 20,0 cm³ térfogatú oldatban lévő oldott HCl anyagmennyisége a térfogat és a koncentráció által:

$$n_{HCl} = 0,0200 \cdot 0,0100 = 0,000200 \text{ mol}$$

Közömbösíteni szeretnénk a sósavat, azaz elfogyasztani az összes benne lévő oldott savat:



A két anyag 1:1 arányban reagál egymással, azaz 0,000200 mol HCl közömbösítésére 0,000200 mol ammóniára van szükség, tehát a kérdéses ammóniaoldatban ennyi oldott ammóniának kell lennie:

$$n_{\text{oldott ammónia}} = 0,000200 \text{ mol}$$

Most jöjjön az ammóniaoldat koncentrációja. Tudjuk, hogy a pH-ja 11,0, vagyis a pOH-ja 14,0-11,0=3,00. Ebből kiszámítható az oldatban lévő hidroxidionok egyensúlyi koncentrációja, én ezt az egyszerűség kedvéért X-szel jelölöm:

$$X = 10^{-pOH} = 10^{-3} = 1,00 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Adott a bázisállandó is, írjuk fel a képletét:

$$K_b = \frac{X^2}{c_b - X}$$

Ahol X a hidroxidionok és a bázisból keletkező kationok (ammóniumionok) egyensúlyi koncentrációját jelöli. Helyettesítsünk be a képletbe:

$$1,80 \cdot 10^{-5} = \frac{(1,00 \cdot 10^{-3})^2}{c_b - 1,00 \cdot 10^{-3}}$$

$$c_b = 0,0566 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Most már ismerjük az ammóniaoldat koncentrációját és a benne oldott ammónia anyagmennyiségét, számítsuk ki az oldat térfogatát:

$$V_{\text{ammóniaoldat}} = \frac{0,000200}{0,0566} = 3,54 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = \mathbf{3,54 \text{ cm}^3}$$

9. Számítási feladat

Egy propán-bután gázelegy héliumra vonatkoztatott sűrűsége 12,05.

Ar(C)=12,00, Ar(H)=1,000, Ar(He)=4,000

a) Számítsa ki a gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

Ami első ránézésre biztos, hogy könnyedén kiszámítható a gázelegy átlagos moláris tömege a relatív sűrűség által:

$$\rho_{\text{rel}} = \frac{\bar{M}_{\text{elegy}}}{M(\text{He})}$$

$$\bar{M}_{\text{elegy}} = 12,05 \cdot 4,000 = 48,20 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Az átlagos moláris tömeg ismeretében könnyedén meghatározható a gázelegy anyagmennyiség százalékos összetétele, ami Avogadro-törvényének értelmében a térfogatszázalékos összetétel is lesz. Írjuk fel az átlagos moláris tömeg kiszámítását a móltörtek által:

$$X_{\text{propán}} \cdot M_{\text{propán}} + X_{\text{bután}} \cdot M_{\text{bután}} = \bar{M}_{\text{elegy}}$$

és

$$X_{\text{propán}} + X_{\text{bután}} = 1$$

Helyettesítsünk be:

$$X_{propán} * 44,00 + X_{bután} * 58,00 = 48,20$$

$$X_{propán} + X_{bután} = 1$$

$$X_{propán} = 0,7000 \text{ és } X_{bután} = 0,3000$$

A gázelegy összetétele:

$$\frac{n}{n} \%_{propán} = \frac{V}{V} \%_{propán} = 70,00 \%$$

$$\frac{n}{n} \%_{bután} = \frac{V}{V} \%_{bután} = 30,00 \%$$

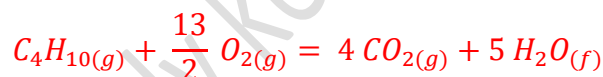
A gázelegy bizonyos mennyiségét maradéktalanul elégetjük.

b) Írja fel a propán és a bután égésének egyenleteit, majd számítsa ki az égéshőket!

Az égési folyamat során a vízgőz lecsapódott!

$$\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}_{(f)}) = -286,0 \text{ kJ/mol}; \Delta_k H(\text{CO}_2_{(g)}) = -394,0 \text{ kJ/mol};$$

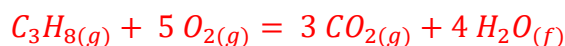
$$\Delta_k H(\text{propán}_{(g)}) = -105,0 \text{ kJ/mol}; \Delta_k H(\text{bután}_{(g)}) = -126,0 \text{ kJ/mol};$$



$$\Delta_r H_{bután} = 4 * \Delta_k H(\text{CO}_2_{(g)}) + 5 * \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}_{(f)}) - \left(\Delta_k H(\text{C}_4\text{H}_{10(g)}) + \frac{13}{2} * \Delta_k H(\text{O}_2_{(g)}) \right)$$

$$\Delta_r H_{bután} = 4 * (-394) + 5 * (-286) - \left((-126) + \frac{13}{2} * 0 \right)$$

$$\Delta_r H_{bután} = -2880 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



$$\Delta_r H_{propán} = 3 * \Delta_k H(\text{CO}_2_{(g)}) + 4 * \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}_{(f)}) - \left(\Delta_k H(\text{C}_3\text{H}_8_{(g)}) + 5 * \Delta_k H(\text{O}_2_{(g)}) \right)$$

$$\Delta_r H_{propán} = 3 * (-394) + 4 * (-286) - \left((-105) + 5 * 0 \right)$$

$$\Delta_r H_{propán} = -2221 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Egy hőt igénylő folyamat energiaigénye 58,05 MJ.

- c) **Számítsa ki, hogy mekkora térfogatú, standard állapotú propán-bután gázelegyet kell elégetnünk a szükséges hő kitermeléséhez?**

Vegye figyelembe, hogy az égésből származó hőnek csak a 80,00%-át tudjuk hasznosítani!

Itt mindenképpen elsőnek is le kéne tisztáznunk, hogy egy mol gázelegy elégetése során mennyi hő szabadul fel. Az anyagmennyiség százalékos összetétel alapján egy mol gázelegyben 0,7000 mol propán és 0,3000 mol bután van. Ez alapján egy mol gázelegy elégetése során felszabaduló hőmennyiség:

$$\Delta_r H_{\text{elegy}} = n_{\text{propán}} * \Delta_r H_{\text{propán}} + n_{\text{bután}} * \Delta_r H_{\text{bután}}$$

$$\Delta_r H_{\text{elegy}} = 0,7000 * (-2221) + 0,3000 * (-2880) \approx -2419 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

A feladatban van egy kis csavar. A folyamat hőigénye 58,05 MJ, azonban az égés során felszabaduló hőnek csupán csak a 80,0%-át tudjuk hasznosítani. Ez azt jelenti, hogy a ténylegesen kitermelendő hőnek a folyamatra elmenő 58,05 MJ hő csak a 80,00%-a. Azaz nekünk a gázelegy elégetése által összesen kitermelendő hő:

$$Q_{\text{össz}} = \frac{58,05}{0,8000} = 72,56 \text{ MJ}$$

1,000 mol gázelegy elégetése során felszabadul 2419 kJ=2,419 MJ hő. Játsszunk arányossággal: ha egy mol gázelegy elégetése során felszabadul 2,419 MJ hő, akkor X mol gázelegy elégetése során 72,56 MJ hő:

$$2,419 * X = 1 * 72,56$$

$$X = 30,00 \text{ mol gázelegy}$$

A gázelegy térfogata moláris térfogat és anyagmennyisége által:

$$V_{\text{elegy}} = 30,00 * 24,5 = 735,0 \text{ dm}^3$$