

VERSENYHÍRADÓ



A 2004/2005 évi OKTV második fordulójának számítási feladatai és megoldásai

1. feladat

1 mol kristályos nátrium-karbonátot feloldunk 714 g vízben. Az oldás eredményeként 10,6 tömegszázalékos oldatot kapunk.

- Számítással határozza meg, hogy hány mól vízzel kristályosodik a felhasznált nátrium-karbonát!*
- Hány gramm vízmentes nátrium-karbonátot kell még feloldanunk a fenti oldatban ahhoz, hogy ezen a hőmérsékleten telített oldatot kapjunk?*
- Hány gramm kristályos nátrium-karbonátot kell még feloldanunk a fenti oldatban ahhoz, hogy ezen a hőmérsékleten telített oldatot kapjunk?*

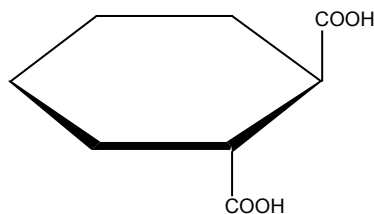
100 g víz 30 g vízmentes nátrium-karbonátot old.

8 pont

2. feladat

A ciklohexán többszörösen szubsztituált származékai között számosak több sztereoizomerje is létezik. Minthogy a gyűrű különféle konformációi (szék és kád szerkezetek) többnyire könnyen egymásba alakulnak, elég nehéz két szerkezetről megállapítani, hogy milyen viszonyban állnak egymással.

Szerencsére két szerkezetről úgy is meg lehet állapítani, hogy megegyeznek-e, hogy nem foglalkozunk a pontos térszerkezetekkel, hanem a gyűrűt síkalkatúnak képzeljük.



Próbálja meg megkeresni az összes lehetséges ciklohexán-dikarbonsav szerkezetét!

a) Hány konstitúciós izomer képzelhető el?

b) Hány sztereoizomerje van egy-egy szerkezetnek?

Az ábrán mutatott jelöléshez hasonlóan rajzoljon fel minden **eltérő** térszerkezetet! Jelölje meg az enantiomer párokat!

12 pont

3. feladat

1932 őszén Szent-Györgyi Albert és munkatársai Szegeden próbáltak nagy mennyiségű aszkorbinsavat elkülöníteni. Az általuk korábban kis mennyiségben a mellékvesékben talált anyag nagyon erős redukáló hatást mutatott. A bőségesen rendelkezésükre álló paprika leve szintén erőteljesen redukált, 1,0 cm³ paprikalé 2,4 cm³ 0,020 mol/dm³ koncentrációjú jóddaloldatot szintelenített el.

A paprikalé redukáló tulajdonságáért a C-vitaminnak sejtett aszkorbinsavat tartották felelősnek, amit a következő módon különítettek el:

50 kg paprikát ledaráltak, közel 2 kg bárium-sót adtak hozzá, és a szilárd anyagokat elkülönítették, így 40 liter aktív paprikalevet kaptak. Ólom-acetát oldatot adagolva levált többek között az aszkorbinsav oldhatatlan ólomsója. A csapadékot kiszűrték, és 25%-os kénsavban oldották. 8 liter oldatot kaptak, amivel megismételték az eljárást (bárium-só adagolás, szűrés, ólomsó adagolás, szűrés, oldás). A végeredmény 1,5 liter oldat volt, ami méréseik szerint a kiindulási összes redukáló anyag felét tartalmazta. Ezt óvatosan bepárolva töményítették, majd szerves oldószerek segítségével kicsapták a szilárd aszkorbinsavat, amit többszöri kristályosítással tisztítottak. Végül 13,0 g anyagot nyertek, ami állatkísérletekben hatékony skorbutellenes anyagnak bizonyult. Moláris tömege 176 g/mol volt, ami szintén megfelelt az aszkorbinsav korábban megállapított C₆H₈O₆ összegképletének. Az aszkorbinsav jóddal mutatott reakciójában a C₆H₆O₆ képletű dehidro-aszkorbinsav keletkezik.

A paprikaszezonban összesen 450 g C-vitamint sikerült előállítaniuk, ami rövidesen lehetővé tette, hogy az aszkorbinsav szerkezetét meghatározzák.

Tételezzük fel, hogy a teljes redukáló hatásért az aszkorbinsav felelős.

- Hány g/dm^3 volt a koncentrációja a paprikalében?*
- Hány cm^3 jóoldatot fogyasztott a 1,5 liter tömény oldat 1 cm^3 -e?*
- Az összes aszkorbinsav hányadrészét nyerték ki?*
- Mennyi paprikát kellett feldolgozniuk?*

10 pont

4. feladat

Zárt tartályban lévő ismeretlen telítetlen szénhidrogén és oxigén elegyének a nyomása 27°C -on $2,4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Az elegyet elektromos szikrával felrobbantjuk. A gázelegy hőmérséklete ekkor 327°C , nyomása $5,4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Amikor ismét 27°C -ra hűl le, az oxigént is tartalmazó gázelegy nyomása $1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

Mi a szénhidrogén, és mi volt a gázelegy összetétele?

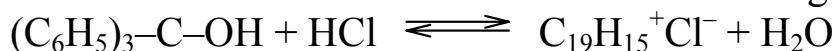
10 pont

5. feladat

A festékek egy érdekes családját alkotják a trifenil-metán színezékek. Ebben a feladatban e vegyületek néhány sajátosságát ismerjük meg.

Ha szén-tetraklorid és benzol elegyéhez alumínium-kloridot adunk mint katalizátort, az elegy magától forrásba jön, élénk gázfejlődést tapasztalunk, és trifenil-klórmetán képződik. E vegyület szintelen, de a jelenlévő AlCl_3 -dal vörös színű komplexet képez. Benzol helyett más aromás vegyületet használva a komplex színe más és más (naftalinnal kék, antracénnal zöld).

Trifenil-klórmetánt vízzel főzve trifenil-metanolt kapunk, mely vegyület sav hatására vízvesztéssel az alábbiak szerint reagál:



Míg a trifenil-metanol szintelen vegyület, a $\text{C}_{19}\text{H}_{14}\text{Cl}$ vegyület narancsvörös. Ha a fenil-csoportokon különféle szubsztituensek találhatók, a származékok a szivárvány összes színét felvehetik (ld. táblázat). E

szubsztituált trifenil-metanolból vízvesztéssel keletkező élénk színű vegyületeket nevezzük trifenil-metán-színezékeknek (és az e feladat megoldói által használt tinta is alighanem ilyen festéket tartalmaz).

festék	szubsztituensek	szín
malachitzöld	2 x <i>para</i> -(CH ₃) ₂ N–	zöld
foxin	3 x <i>para</i> -NH ₂ –, 1 x <i>meta</i> -CH ₃ –	vörös
anilinkék	3 x <i>para</i> -C ₆ H ₅ -NH–	kék
kristályibolya	3 x <i>para</i> -(CH ₃) ₂ N–	lila
aurin	3 x <i>para</i> -OH–	sárga

- Írja fel a trifenil-klórmétán képződésének egyenletét!
- Milyen gáz fejlődik e reakció során? Hogy mutatná ki?
- Írja fel a trifenil-klórmétán vizes hidrolízisének egyenletét!
- A C₁₉H₁₄Cl narancsvörös színű vizes oldatához NaOH-oldatot adunk. Az oldat elszíntelenedik, és csapadékkiválást tapasztalunk. Magyarázza meg a jelenséget! Miért nem oldódik a keletkezett termék vízben?
- A trifenil-metanolból készült színezék vizes oldatához benzoésavat adunk. Élénk vörös színű csapadék keletkezik. Mi ez a csapadék?
- Szövetek a trifenil-metán színezékekkel általában nem festhetőek közvetlenül, mert a festék az első mosás során újra feloldódna. Ha azonban a szövetet először szerves savakkal (a gyakorlatban csersavat használnak) impregnálják, majd ezután festik, a színezés már stabil lesz. Magyarázza meg, hogy miért!
- Írja fel a C₁₉H₁₅⁺Cl[–] festék szerkezeti képletét! Miért színes ez a vegyület, és miért színtelen a trifenil-metanol?

13 pont

6. feladat (I. kategória)

A teaízesítő tablettát 200 darabos csomagolásban forgalmazzák, egy dobozban 25,0 g tabletta van. A tabletta a citromsav hatóanyagon kívül egyéb töltelékanyagokat is tartalmaz.

Jó ízű teát készíthetünk, ha 1 liter ($1,0 \text{ dm}^3$) teához 6 tablettát adunk. Így az oldat pH-ja 4,2 lesz. (A töltelékanyagok és teafű a pH-t nem befolyásolják.)

- Hány százalék a hatóanyag a tablettában?*
- A fenti teából megiszik 3,2 decilitert valaki, akinek a gyomrában 2,3 dl folyadék van. Ennek pH-ja 2,1 volt eredetileg a gyomorfallal által termelt sósav miatt. *Hány százaléka lesz a gyomorban a citromsav disszociációfoka a teában mérhető értéknek?*

$$K_{1, \text{ citromsav}} = 3,98 \cdot 10^{-6}; \quad K_{2, \text{ citromsav}} = 7,24 \cdot 10^{-11}; \quad K_{3, \text{ citromsav}} = 6,3 \cdot 10^{-20};$$

14 pont**7. feladat** (I. kategória)

Kétkomponensű kristályvizes szilárd anyagkeveréket hevítenek levegőn. 600 °C-ig 9,5344 g víz, 2,981 dm³ nitrogén-dioxid, 2,430 dm³ ammónia és fele annyi kén-trioxid gáz távozik. 600 °C felett további 1,215 dm³ kén-trioxid fejlődik, és 8,800 gramm 55,00 tömegszázalék réz(II)-oxidot és 45,00 tömegszázalék vas(III)-oxidot tartalmazó szilárd anyag marad vissza. Valamennyi fejlődött gáz térfogatát 25,0 °C -on és 0,101 MPa nyomáson mérték.

- Adja meg a kiindulási anyagok képletét és mólszázalékos összetételét!*
- Írja fel a két komponens hevítés hatására bekövetkezett bomlásának egyenletét!*
- A bomlások során a fent felsoroltakon kívül még egy gáz keletkezett, bár fejlődése nem volt szembetűnő. *Mi ez a gáz? Hány dm³ szabadult fel belőle?*

$$M(\text{vas(III)-oxid}) = 159,7 \text{ g/mol} \quad M(\text{réz(II)-oxid}) = 79,54 \text{ g/mol}$$

Megjegyzés:

A feladatban szereplő kristályos anyagok 1 móljában a kristályvíz anyagmennyiségének számértéke egész szám.

17 pont

6. feladat (II. kategória)

A minőségi analitikában gyakran használ reagens az ammónium-szulfid. $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ reagenst úgy készítünk, hogy kb. $4\text{--}5 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ammónia oldatba kénhidrogén gázt vezetünk, majd bizonyos mennyiségű vizet adunk hozzá. Az így elkészült oldat a legritkább esetben tökéletes $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ -oldat, általában vagy ammóniát tartalmaz feleslegben, vagy ha „túladagoltuk” a kénhidrogént, akkor az ammónium-szulfid egy része ammónium-hidrogénszulfiddá alakul.

a) A reagens oldat $10,00 \text{ cm}^3$ -ét $1,000 \text{ dm}^3$ -re hígítjuk. Az így keletkezett oldatot, melyet az analízishez felhasználunk törzsoldatnak nevezzük.

A törzsoldat $10,00 \text{ cm}^3$ -ét desztilláló lombikba mérjük, térfogatát kiegészítjük $50,00 \text{ cm}^3$ -re. A szedő lombikba (ahova a desztilláció terméke jut) $25,00 \text{ cm}^3$ $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kadmium-nitrát-oldatot teszünk. A desztilláló lombikba $20,00 \text{ cm}^3$ $0,02498 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kénsav-oldatot juttatunk, majd az oldat kb. felét ledesztilláljuk. (A szedő lombikban sárga CdS csapadék válik ki.)

b) A desztilláló lombik tartalmát gondosan titrálólombikba mossuk át, és metilvörös indikátor mellett $0,05002 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH -oldattal titráljuk. A fogyás $10,97 \text{ cm}^3$.

c) A szedő lombikba brómos vizet adunk (a csapadék feloldódik), majd az el nem reagált brómot gondosan kiforraljuk. Az elemi bróm a kéntartalmú anionokat szulfáttá oxidálja. A szedő lombikban lejátszódó kémiai folyamatokban keletkezett oxónium-ionokkal $14,01 \text{ cm}^3$ $0,1012 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH -oldat reagál.

A fenti analízisek értelmezése alapján számítsa ki az ammónium-szulfid reagens oldat összetételét, illetve koncentrációját!

15 pont

7. feladat (II. kategória)

Glicint vízben oldva az oldott anyag savként és bázisként is képes viselkedni. A megfelelő savállandó, illetve bázisállandó $1,7 \cdot 10^{-10}$ és $2,3 \cdot 10^{-12}$. A protonálódási egyensúlyokban különböző töltésű részecskék keletkeznek.

a) Írja fel a $+1$, 0 , -1 töltésű részecske szerkezetét!

b) Mekkora lesz egy aminosav átlagos töltése, ha az oldat pH -ját $2,0$ -re, illetve $10,0$ -re állítjuk?

c) Mekkora pH -n lesz egy aminosav átlagos töltése éppen 0 ?

16 pont

MEGOLDÁSOK

1. feladat (közös)

a)

1 mol kristályos Na_2CO_3 ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$) összetétele:106 g Na_2CO_3 és $18x$ g H_2O

Az oldat összetétele szerint:

$$(106 + 18x + 714) \cdot 0,106 = 106$$

Ebből: $x = 10,$ vagyis **1 mol Na_2CO_3 10 mol vízzel kristályosodik.** (2)

b)

Az oldat összetétele:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 894 \text{ g}, \quad m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ g}$$

Ebben feloldunk y g Na_2CO_3 -ot.

Az oldhatóság szerint:

$$\frac{30}{100} = \frac{106 + y}{894}$$

Ebből: $y = 162,2$ Az oldatban a telítésig **162,2 g Na_2CO_3 oldható fel.** (3)

c)

Az 1000 g oldatban feloldunk még z mol kristálysódát.

Az új oldat összetétele:

$$(894 + z \cdot 180) \text{ g H}_2\text{O és } (106 + z \cdot 106) \text{ g}$$

Az oldhatóság szerint:

$$0,3((894 + z \cdot 180) = (106 + z \cdot 106) \\ 162,2 = 52z$$

Ebből: $z = 3,12$ Az oldatban a telítésig **3,12 mol, vagyis 892,3 g kristálysóda oldható fel.**

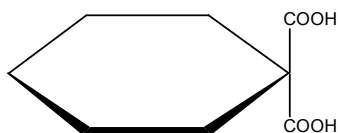
(3)

Összesen: **8 pont**

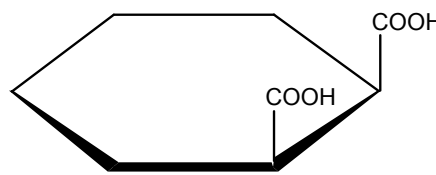
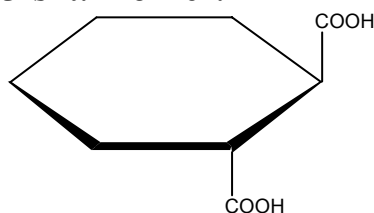
2. feladat (közös)

4 konstitúciós izomer létezik: az 1,1; az 1,2; az 1,3 és az 1,4 diszubsztituált.

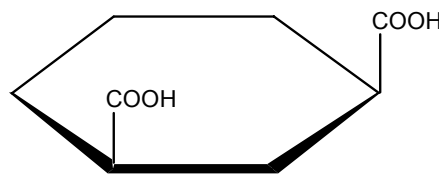
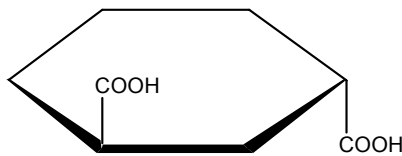
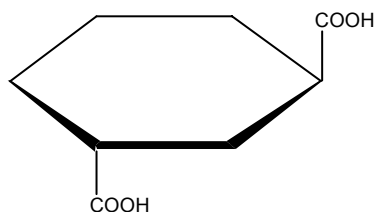
1 sztereoizomer:



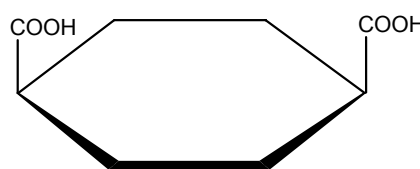
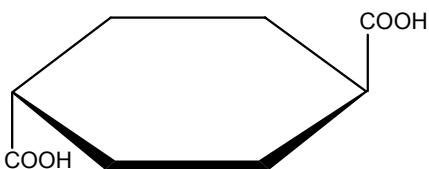
3 szt. izomer:



3 szt. izomer:



2 sztereoizomer:



A négy konstitúciós izomer megnevezése 0,5-0,5 pont (2)

Minden szerkezet 1 pont, 1 már megadva, 8 új.

Ha egy szerkezetet többször, eltérő szerkezetnek tüntet fel, azért egy pont sem jár.(8)

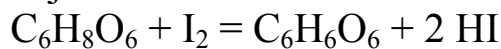
A két enantiomer pár (1,2-transz és 1,3-transz) megjelölése: (2)

Összesen: 12 pont

3. feladat (közös)

a)

A jóddal mutatott reakció:

A jóddoldat $2,4 \text{ cm}^3 \cdot 0,02 \text{ mol/dm}^3 = 0,048 \text{ mmol}$ jódot tartalmaz.1 cm^3 paprikalé ugyanennyi aszkorbinsavat, azaz 8,448 mg-ot.A kiindulási aszkorbinsav koncentráció ezek szerint **8,5 g/dm³** volt.

(5)

b)

A tömény oldat az összes aszkorbinsav felét tartalmazta 40 liter helyett 1,5 literben.

A fogyás ennek alapján $2,4 \text{ cm}^3 \cdot 40 / 1,5 \cdot 0,5 = \mathbf{32 \text{ cm}^3}$ kellett legyen.

(2)

c)

A kiindulási 40 liter oldat $40 \text{ dm}^3 \cdot 8,5 \text{ g/dm}^3 = 340 \text{ gramm}$ aszkorbinsavat tartalmazott, aminek 13/340-ed részét, azaz **3,8 %-át** nyerték ki.

(2)

d)

50 kg paprikából 13 g C-vitamin adódott, így a 450 g kitermeléséhez **1,7 tonna** paprika kellett.

(1)

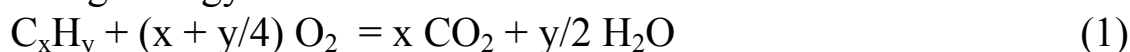
Összesen: **10 pont****4. feladat** (közös)

Zárt rendszer, tehát a térfogat állandó. Gázoknál a mólszám egyenesen arányos a nyomással és fordítottnan a hőmérséklettel. Ha a hőmérséklet duplájára nő (300 K-ről 600 K-re,) akkor a nyomás is duplájára nő, tehát ha a robbantás utáni gázelegy nyomása 27 °C-on $2,7 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ lenne (elvileg, mert hisz a víz lekondenzálna).

A kiindulási, a robbantás utáni és a víz lecsapódása utáni mólszámok úgy aránylanak egymáshoz mint 8 : 9 : 5

(2)

Az égetés egyenlete:



Induljunk ki 8 mol keverékből, ebben a mol szénhidrogén, $8-a$ mol az oxigén!

A felrobbantás után a gázelegy

összetétele: ax mol széndioxid $ay/2$ mol víz és

$$(8 - a - ax - ay/4) \text{ mol oxigén,} \quad (1)$$

$$\text{összes anyagmennyisége:} \quad 9 \text{ mol;} \quad (1)$$

$$\text{A lekondenzált víz anyagmennyisége:} \quad 4 \text{ mol.} \quad (1)$$

$$\text{Összefüggések: } 8 - a + ay/4 = 9$$

$$ay/2 = 4$$

$$\text{Ez utóbbi két egyenletből} \quad a = 1, \text{ és } y = 8 \quad (2)$$

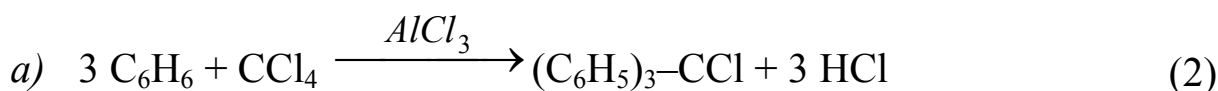
A kiindulási gázelegy tehát **12,5 % szénhidrogént és 87,5 % oxigént** tartalmazott. (1)

8 hidrogén mellett minimum 3 szén van, ez telített, tehát a propán nem lehet. A szénhidrogén egy molekulájában már nem lehet 5 szén mert akkor nincs oxigénfelesleg, így a keresett szénhidrogén a **C₄H₈, a butén**.

(1)

Összesen 10 pont

5. feladat (közös)



b) Hidrogén-klorid gáz fejlődik, mely csak kismértékben oldódik az apoláris CCl₄/benzol oldószerben, ezért kipezseg az oldatból. (1)

Kimutatása nedves indikátorpapírral, vagy vizes ammónia-oldatos üvegpálcával történhet. (1)



d) A festékkation keletkezése megfordítható reakció, így lúg hatására trifenil-metanol keletkezik, mely szintelen. (1)

A festékkation, mint ionos vegyület jól oldódik vízben, a trifenil-metanol apoláris, vízben rosszul oldható. (1)

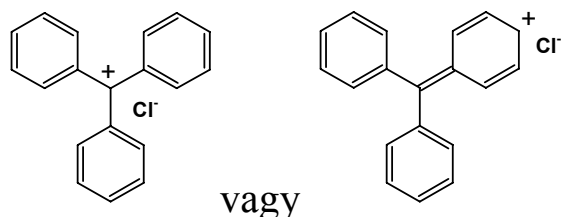
e) Oldhatatlan festéksó keletkezik:



f) Az előző feladathoz hasonlóan a szövetek szálain a csersav festéksója csapódik ki, mely vegyület már nem vízzoldható, így a festés jól bírja a mosást. (1)

g)

(1)



Mint látszik, a festékion esetén a konjugált rendszer az összes (1) atomra kiterjed. A trifenil-metanolban három izolált fenilgyűrű van. A nagyobb kiterjedésű konjugáció látható fényben való gerjesztetőséget, azaz színt eredményez.

Összesen: **13 pont****6. feladat**

(I. kategória)

a)

A megoldáshoz csak a K_1 értékét kell figyelembe venni.

Ha a $\text{pH} = 4,2$, akkor $[\text{H}^+] = 6,31 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$3,98 \cdot 10^{-6} = \frac{(6,31 \cdot 10^{-5})^2}{c - 6,31 \cdot 10^{-5}}$$

Ebből $c = 1,06 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ (2)

$M(\text{citromsav}) = 192 \text{ g/mol}$; $V = 1 \text{ dm}^3$

$m(\text{citromsav}) = M \cdot c \cdot V = 0,204 \text{ g}$ (6 tablettában)

(200 db vagyis) 25 g tablettában 6,8 g hatóanyag van, ez 27,1 % [6]

b)

Ha a $\text{pH} = 2,1$ akkor $[\text{H}^+] = 7,94 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$

Miután a tea bejut a gyomorba a térfogat: $0,55 \text{ dm}^3$

A citromsav koncentrációja $(1,06 \cdot 10^{-3} (3,2/5,5)) \text{ mol/dm}^3 = 6,18 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$

A sósav koncentrációja: $3,32 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$

A citromsav disszociációja oly kis mértékű, hogy több elhanyagolást tehetünk:

$$3,98 \cdot 10^{-6} = \frac{(3,32 \cdot 10^{-3})x}{6,18 \cdot 10^{-4}}$$

Ebből $x = 7,41 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$, tehát $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-3}$

A teában $\alpha = 5,9 \cdot 10^{-2}$ tehát a disszociációfok 2,0%-ára csökken. [8]

Összesen: **14 pont**

7. feladat (I. kategória)

Anyagmennyiségek:

víz: 0,5297 mol

nitrogén-dioxid: 0,1217 mol

ammónia: 0,09918 mol

kén-trioxid (1): 0,04959 mol

kén-trioxid (2): 0,04959 mol

vas(III)-oxid: 0,02480 mol

réz(II)-oxid: 0,06085 mol (3)

Összetartozó anyagmennyiségek (1):

réz(II)-oxid és nitrogén-dioxid;

mólarány 1:2,

tehát az egyik kiindulási vegyület: $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

mégpedig anyagmennyisége: 0,06085 mol (2)

Összetartozó anyagmennyiségek (2):

vas(III)-oxid, ammónia és az összes kén-trioxid;

mólarány 1 : 4 : 4,

de 1 mol vas(III)-oxidban 2 mol vas van,

így a másik kiindulási vegyület: $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ (2)

mégpedig anyagmennyisége: 0,04959 mol (1)

1 mol Mohr-só bomlása közben a kristályvízen kívül még 1 mol víz keletkezik,

tehát a kristályvíz anyagmennyisége: (1)

$$0,5297 \text{ mol} - 0,04959 \text{ mol} = 0,4801 \text{ mol}$$

Mindkét vegyület tartalmazott kristályvizet

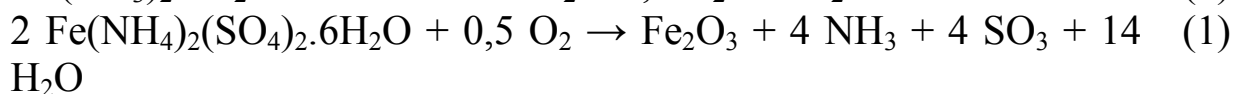
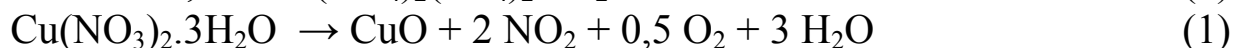
$$x \cdot 0,06085 + y \cdot 0,04959 = 0,4801$$

Mivel x és y számértéke egész szám,

ebből: $x = 3$ $y = 6$ (2)

A keverék mólszázalékos összetétele:

55,1 % $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ és



Oxigén keletkezett és fogyott is a két reakcióban. Az első reakcióban keletkezett, a másodikban fogyott. Összesen:

$$0,5 \times 0,06085 - 0,25 \times 0,04959 = 0,01802 \text{ mol}, 0,442 \text{ dm}^3. \quad (3)$$

Összesen: **17 pont**

6. feladat (II. kategória)

A kénsav felszabadította a kénhidrogént, és ezt desztilláltuk a Cd-nitrát oldatba.

A bemért kénsav anyagmennyisége:

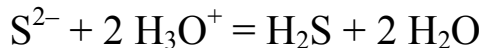
$$(20,00 \cdot 0,02498) \text{ mmol} = 0,4996 \text{ mmol}$$

A feleslegben lévő kénsavval elreagált NaOH anyagmennyisége:

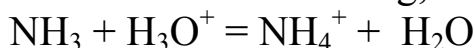
$$(10,97 \cdot 0,05002) \text{ mmol} = 0,5487 \text{ mmol}$$

Tehát 0,4505 mmol oxóniumion reagált el.

A kénsavból származó oxónium ion két módon reagálhatott el:



illetve, ha volt ammónia felesleg, akkor:

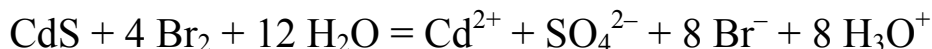


Ennek eldöntéséhez nézzük meg mi történt

1/ a szedőben!



2/ majd a brómozásnál:



A reakciókban keletkezett oxóniumionnal reagál a lúg.

$$(14,01 \cdot 0,1012) \text{ mmol} = 1,418 \text{ mmol NaOH reagált el.}$$

Ez 0,1418 mmol kénhidrogén átdestillálását jelenti.

Mivel ennek duplája jóval kevesebb, mint a kénsavból elreagált oxóniumion, így megállapíthatjuk, hogy a kénsav egy része a feleslegben lévő ammóniával reagált.

A kiinduláskor a törzsoldat 10,00 cm³-ében lévő ammónia anyagmennyisége:

$$(0,4505 - 0,1418 \cdot 2) \text{ mmol} = 0,1669 \text{ mmol.}$$

Az eredeti oldat koncentrációja tehát

ammóniára nézve:

$$(0,1669 \cdot 100/10,00) \text{ mol/dm}^3 = 1,669 \text{ mol/dm}^3$$

ammónium-szulfidra nézve

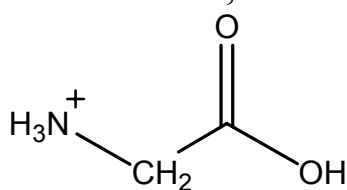
$$(0,1418 \cdot 100/10,00) \text{ mol/dm}^3 = 1,418 \text{ mol/dm}^3$$

Összesen: **15 pont**

7. feladat (II. kategória)

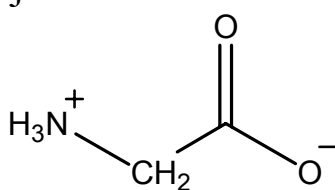
a)

A részecskék, töltésük és jelük:



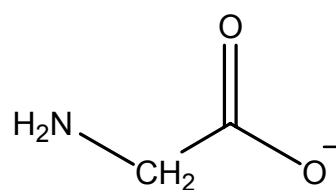
+1

A



0

B



-1

C

B szerkezete (ikerion) 1 pont, a másik kettő 0,5

(2)

b)

A vízben oldott glicin ikerionos, 0 töltésű formája képes savként és bázisként szerepelni. A megfelelő egyensúlyi állandók a fenti jeleket használva:

$$K_s = \frac{[\text{H}^+][\text{C}]}{[\text{B}]} = 1,7 \cdot 10^{-10}$$

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{A}]}{[\text{B}]} = 2,3 \cdot 10^{-12}$$

(1)

Ha az oldat pH-ja 2, akkor a $[\text{H}^+] = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$, az $[\text{OH}^-] = 10^{-12} \text{ mol/dm}^3$.

(1)

A negatív töltésű ion (C) koncentrációja elhanyagolható az ikerion koncentrációja mellett.

Ez látszik az első egyenletből.

(1)

A második egyenletbe behelyettesítve:

$$\frac{[A]}{[B]} = 2,3 \quad (1)$$

1 mol aminosavból $1/(1+2,3) = 0,3$ mol van B formában,
és $2,3/(1+2,3) = 0,7$ mol A formában.

Az A forma töltése +1, a B formának nincs töltése, ezért 1 mol aminosav
átlagos töltése +0,7. (2)

Ha az oldat pH-ja 10, akkor a $[H^+] = 10^{-10}$ mol/dm³, az $[OH^-] = 10^{-4}$ mol/dm³.

A pozitív töltésű ion (A) koncentrációja elhanyagolható az ikerion kon-
centrációja mellett. Ez látszik az második egyenletből.

A első egyenletbe behelyettesítve:

$$\frac{[C]}{[B]} = 1,7 \quad (1)$$

1 mol aminosavból $1/(1+1,7) = 0,37$ mol van B,
és $1,7/(1+1,7) = 0,63$ mol C formában.

A C forma töltése -1, a B formának nincs töltése, ezért 1 mol aminosav
átlagos töltése
-0,63. (2)

c)

Ha egy aminosav átlagos töltése éppen nulla, akkor az A és a C forma
koncentrációja meg kell egyezzen.

$$[C] = \frac{K_s[B]}{[H^+]} = [A] = \frac{K_b[B]}{[OH^-]}$$

$$\frac{K_s}{[H^+]} = \frac{K_b}{[OH^-]} \quad (2)$$

A víziószorzat alapján $[OH^-] = K_v/[H^+]$. A két egyenletből kifejezhető a
hidrogénion-koncentráció:

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_s K_v}{K_b}} = 8,6 \cdot 10^{-7} \quad (1)$$

Az oldat pH-ja tehát 6,1. (2)

Összesen: **16 pont**