

JAVÍTÁSI ÚTMUTATÓ

I. ÁLTALÁNOS KÉMIA ÉS ANYAGSZERKEZET

(Összesen: 30 pont)

1. Mi a hasonlóság és mi a különbség az alábbi anyagok, jelenségek és fogalmak között? 16 pont
Ez egy lehetséges megoldás, bármilyen jó megoldás elfogadható.

Fogalom / Jelenség / Anyag	Hasonlóság	Különbség
Vegyületmolekula Összetett ion	Mindegyikben van kovalens kötés	Az ionnak van töltése, a molekulának nincs
Az oxigénatom elektronszerkezete A kénatom elektronszerkezete	Azonos a vegyérték-elektronok száma	Az oxigénnek 2 a kénnek 3 elektronhéja van.
Ionos kötés Kovalens kötés	Elsőrendű kötések	Csak a kovalens kötés alkothat molekulát
A grafit szerkezete Az ólom szerkezete	Delokalizált elektronszerkezet	A grafit rétegrácsos, az ólom fémrácsos
Kalcium-szulfát Nátrium-szulfát	Ionrácsosak	A kalcium-szulfát rosszul oldódik vízben
Ionrácsos anyag olvadása Ionrácsos anyag oldódása	Szabadon mozgó ionokat eredményez	Az olvadás hő hatására, az oldódás az oldószerrel történő kölcsönhatás révén következik be
Redoxireakció Sav-bázis reakció	Részecskeátmenettel járó folyamatok	A redoxireakciók elektronátmenettel, a sav-bázis reakciók a protonátmenettel járnak
Ammóniaoldat Szódaoldat	Lúgos kémhatás	Az egyik egy gyenge bázis oldata, a másik lúgosan hidrolizáló só oldata

2. Milyen geometriája van a következő molekuláknak vagy ionoknak? Az alak mellett adja meg a molekulában található nemkötő elektronpárok számának összegét is! 6 pont

CCl_4 tetraéder - 12

SO_2 V alak - 5

PCl_3 trigonális piramis - 10

NH_4^+ tetraéder - 0

CO_2 lineáris - 4

BBr_3 háromszög - 9

3. Párosítsa az alábbi jelenségekhez a tapasztalható változásokat! Írja be a megfelelő betűjeleket a jelenségek neve melletti téglalapba! Egy jelenség mellé több betű is kerülhet, pontot azonban csak a helyes betűkombinációért kaphat! 8 pont

Változások:

a) kikristályosodás

c) csapadékképződés

e) nincs tapasztalható változás

b) feloldódás

d) gázfejlődés

f) színváltozás

Jelenségek:

1. nátrium-hidroxid oldatba metilvörös indikátort cseppentünk

f

5. 70 °C-on telített nátrium-klorid-oldatot jégbe hűtünk

a

c? (f)?

2. kénsavas kálium-permanganát-oldatba cinket teszünk

b, d, f

6. ezüst-nitrát-oldatba sósavat cseppentünk

c (f)

a?

3. tömény ammóniaoldatba reagens réz(II)-szulfát-oldatot öntünk

f (c)

7. dolomit-porra reagens sósavoldatot öntünk

b, d

4. sósavoldatba fenoltaleinoldatot cseppentünk

e

8. túltelített nátrium-tioszulfát-oldatba egy sókristályt dobunk

a

c? (f)?

II. SZERVETLEN KÉMIA

(Összesen: 25 pont)

1. a) A táblázat felső sorában szereplő anyagok tömény vizes oldatait az alattuk feltüntetett anyagokra öntve, minden esetben gázfejlődést tapasztaltunk. Írja le a táblázat harmadik sorába a keletkezett gáz képletét!
(8 · 0,5 + 11) pont = 15 pont

hidrogén-klorid	hidrogén-klorid	kénsav	kénsav	salétrom-sav	salétrom-sav	nátrium-hidroxid	nátrium-hidroxid
kálium-permanganát	vas(II)-szulfid	réz	konyhasó	ezüst	mészkö	ammónium-klorid	alumínium
Cl ₂	H ₂ S	SO ₂	HCl	NO ₂	CO ₂	NH ₃	H ₂

b) Az alábbi kérdések a fenti gázokra vonatkoznak. A választ a megfelelő gáz képletének beírásával adja meg!

Mely gáz(ok) hatására zavarosodik meg a meszes víz?	CO ₂ , SO ₂
Mely gáz(ok) színes(ek)?	NO ₂ , Cl ₂
Mely gáz(oka)t foghatjuk fel víz alatt?	H ₂
Mely gáz(ok) fertőtlenítő hatásúak?	Cl ₂ , SO ₂
Mely gáz(ok) záptojás szagú(ak)?	H ₂ S
Mely gáz(ok) színteleníti(k) el a brómos vizet?	SO ₂ , H ₂ S, NO ₂

2. Szén-monoxid és szén-dioxid sokféle reakcióban keletkezhet. Írja le az alábbi reakciók egyenleteit!
10 pont

Szén-dioxid előállítása

- savval pl. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{HCl} = 2 \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- hevítéssel pl. $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2$
- egyesüléssel $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$
- ezüsttükör-próbával $\text{HCOOH} + 2 \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ = \text{CO}_2 + 2 \text{Ag} + 2\text{NH}_3 + 2 \text{NH}_4^+$
- fém-oxid redukciójával pl. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{CO} = 2 \text{Fe} + 3 \text{CO}_2$
- szőlőcukor alkoholos erjedésével $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{CO}_2$

Szén-monoxid előállítása

- vízfelvonással $\text{HCOOH} = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$
- szén-dioxidból $\text{C} + \text{CO}_2 = 2 \text{CO}$
- részleges oxidációval $\text{CH}_4 + 0,5 \text{O}_2 = \text{CO} + 2 \text{H}_2$
- izzó szén és vízgőz reakciójában $\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2$

Ezek lehetséges megoldások, természetesen más helyes megoldás is elfogadható.

III. SZERVES KÉMIA

(Összesen: 25 pont)

1. Egészítse ki a táblázatot!

7,5 pont

(az első két oszlop celláinak helyes kitöltése 0,5 pontot a többié 0,75 pontot ér).

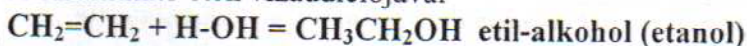
Funkciós csoport szerkezeti képlete	Funkciós csoport neve	Előfordulása 3 szénatomos vegyületben	
		szerkezeti képlet	neve
$\begin{array}{c} \text{—C=O} \\ \\ \text{H} \end{array}$	formilcsoport	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—C=O} \\ \\ \text{H} \end{array}$	propanal
—OH	hidroxilcsoport	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{—CH—CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	propán-1,2,3-triol (glicerin)
$\begin{array}{c} \text{—C=O} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Karboxilcsoport	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—C=O} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	propánsav
$\begin{array}{c} \text{—C—}^* \\ \\ \text{O} \end{array}$	Karbonilcsoport	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—C—CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}$	propanon

* Természetesen az oxo- ill. ketocsoport is helyes. A vegyületeknél pedig egyéb helyes megoldás is lehet (pl. gliceraldehid, propándisav).

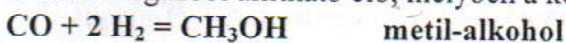
2. Adott hat, oxigéntartalmú szerves vegyület: A, B, C, D, E, F. Az alábbi ismeretek alapján határozzuk meg a képletüket és a nevüket, valamint írjuk le az adott változások kémiai egyenletét, folyamatát is!

12,5 pont

A előállítható etén vízáddíciójával



B szintézisgázból állítható elő, melyben a komponensek anyagmennyiség-aránya 1:2

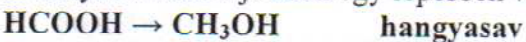


C a disszugáz oldószere CH_3COCH_3 aceton (propanon)

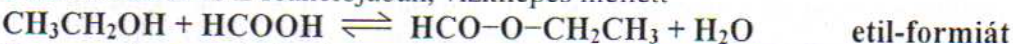
D előállítható A és réz(II)-oxid reakciójában



E erélyes redukciója csak egy lépésben valósítható meg, ekkor B keletkezik



F keletkezik A és E reakciójában, vízkilépés mellett



Határozzuk meg mind a 6 vegyület esetén az oxigénatomhoz kapcsolódó szénatom(ok) oxidációs számát!

A -1

B -2

C +2

D +1

E +2

F +2, -1

3. A felsorolt vegyületek betűjelét helyezze el a megfelelő halmazba! 5 pont

A: benzol

B: bután

C: ciklohexán

D: etanol

E: fruktóz

F: naftalin

G: oktán

H: piridin

I: szőlőcukor vizes oldata

J: sztearinsav

Nyílt láncú vegyület D, J <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> Szénhidrogén B, G </div>	I	Gyűrűs vegyület C, E <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> Aromás A, F, H </div>
---	---	---

XXXIX. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny, második forduló, 2007. március 21.

Minden szerzői jog fenntartva, a verseny anyaga a szerzők engedélye nélkül sem részben, sem egészben nem közölhető.

Számítási feladatok megoldásai

Megjegyzés: Számítási hibánként 1 pont levonását javasoljuk.

1. Sósav és konyhasó vizes oldatának 10,0 g-ját 500 cm³-re hígítjuk. A hígított oldat 20,0 cm³-ét 17,7 cm³ térfogatú, 9,29·10⁻² mol/dm³ anyagmennyiség-koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat közömbösíti. A közömbösített oldattal 21,3 cm³ térfogatú, 0,103 mol/dm³ koncentrációjú ezüst-nitrát-oldat reagál. Hány tömeg %-os az eredeti oldat sósavra és NaCl-ra nézve (10 pont)

Megoldás:

A fogyott NaOH anyagmennyisége:

$$n = c \cdot V = 9,29 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \cdot 1,77 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 = 1,64 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad 1$$



20,0 cm³ oldatban a HCl anyagmennyisége:

$$n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH}) = 1,64 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad 0,5$$

$$500 \text{ cm}^3 \text{ oldatban } 25 \cdot 1,64 \cdot 10^{-3} = 4,11 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad 1$$

$$m(\text{HCl}) = n \cdot M = 4,11 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 36,5 \text{ g/mol} = 1,50 \text{ g} \quad 1$$

Az oldat tömeg %-a sósavra nézve (1,50 g / 10,00 g) · 100 = 15,0 % 1

$$n(\text{AgNO}_3) = c \cdot V = 0,103 \text{ mol/dm}^3 \cdot 2,13 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 = 2,194 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad 1$$



$$n(\text{Cl}^-) = n(\text{HCl}) + n(\text{NaCl}) \longrightarrow n(\text{NaCl}) = n(\text{Cl}^-) - n(\text{HCl}) \quad 1$$

20,0 cm³ oldatban:

$$n(\text{NaCl}) = 2,19 \cdot 10^{-3} \text{ mol} - 1,644 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 5,50 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$500 \text{ cm}^3 \text{ oldatban } 1,375 \cdot 10^{-2} \text{ mol NaCl} \quad 1$$

$$m(\text{NaCl}) = 0,804 \text{ g a } 10,0 \text{ g tömegű mintában} \quad 1$$

Az oldat tömeg %-os nátrium-klorid-tartalma 8,04 %. 0,5

2. A kálium-nitrát vízben való oldhatóságát vizsgálva a következő megállapításokat ismerjük:

50 °C-on 85,5 g KNO₃ oldódik 100 g vízben.

A 20 °C-on telített oldat 24,0 tömeg %-os.

Az 50 °C-os telített oldat 250 grammját 0 °C-ra hűtve 97,3 g KNO₃ kristályosodik ki.

a) Hány g KNO₃ kristályosodik ki, ha 250 g 50 °C-os telített oldatot 20 °C-ra hűtünk?

b) Hány g KNO₃ válik ki az oldatból, ha a 20 °C-os oldatot 0 °C-ra hűtjük?

c) Hány tömeg %-os a 0 °C-on telített oldat? (7 pont)

Megoldás:

a) Az 50 °C-on telített oldat összetétele:

$$185,5 \text{ g oldatban van } 85,50 \text{ g KNO}_3, \text{ így } 250 \text{ g oldatban } 115,2 \text{ g só van.} \quad 0,5$$

$$250 \text{ g oldat } 115,2 \text{ g KNO}_3 \text{ -ből és } 134,8 \text{ g vízből áll.} \quad 1$$

$$20 \text{ °C-on } 76,0 \text{ g víz old } 24,0 \text{ g sót, } 134,8 \text{ g víz old } 42,5 \text{ g sót} \quad 1$$

$$\text{A kikristályosodott KNO}_3 \text{ tömege: } 115,2 \text{ g} - 42,5 \text{ g} = 72,7 \text{ g} \quad 1$$

b) A hűtés folyamata: 50 °C → 20 °C → 0 °C

$$50 \text{ °C -ról } 20 \text{ °C -ra} \rightarrow 72,7 \text{ g KNO}_3 \text{ kristályosodik ki}$$

$$50 \text{ °C -ról } 0 \text{ °C -ra} \rightarrow 97,3 \text{ g KNO}_3 \text{ kristályosodik ki}$$

$$20 \text{ °C -ról } 0 \text{ °C -ra} \rightarrow 97,3 - 72,7 = 24,6 \text{ g KNO}_3 \text{ kristályosodik ki.} \quad 2$$

c) A 0 °C-os oldat 134,8 g vízből és 17,9 g KNO₃ -ből áll.

Az oldat 11,7 tömeg %-os. 1,5

3. A filigrán egy vékony ezüstszálból készült ékszer. Az 1,20 dm³ térfogatú, 37,0 tömeg %-os és 1,09 g/cm³ sűrűségű formaldehidoldattal (ammónia-felesleget tartalmazó) ezüst-nitrát-oldatból

elvileg milyen hosszú 1,00 mm átmérőjű ezüstdrót elkészítéséhez elegendő ezüst választható le
 elvileg? Az ezüst sűrűsége 10,5 g/cm³. (12 pont)

Megoldás:

A formaldehidoldat tömege (1200 · 1,09) g = 1308 g 1
 Ebben a formaldehid tömege (1308 · 0,370) g = 484 g formaldehid, 1
 amely 16,1 mol formaldehid 1
 $\text{HCHO} + 2 \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + 2 \text{OH}^- = \text{HCOOH} + 2 \text{Ag} + \text{H}_2\text{O} + 4\text{NH}_3$ 2
 $\text{HCOOH} + 2 \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ = \text{CO}_2 + 2 \text{Ag} + 2 \text{NH}_3 + 2 \text{NH}_4^+$ 3
 16,1 mol formaldehid 64,5 mol ezüstöt választ ki, 1
 amelynek tömege 6963 g, térfogata pedig 663,2 cm³ 1
 A drót alapterülete: (0,05² · 3,14) cm² = 0,00785 cm² 1
A drót hossza: (663,2 / 0,00785) cm = 84479 cm = 844,8 m 1

4. Egy ismeretlen szénhidrogént azonos anyagmennyiségű szén-monoxiddal valamint az
 elégetésükhöz szükséges sztöchiometrikus mennyiségű oxigéngázzal kevertünk össze egy állandó
 térfogatú reaktorban. Az elegy begyűjtása előtti és a reakció lezajlása utáni (utóbbi forró vízgőzt
 is tartalmaz) gázelegyek átlagos moláris tömege megegyezik. A vízgőz lecsapódása után mérhető
 nyomás azonos hőmérsékleten éppen fele a reakció beindítása előttinek. Adja meg a
 szénhidrogén összegképletét! (10,5 pont)

Megoldás:

$\text{C}_x\text{H}_y + (x+y/4) \text{O}_2 = x \text{CO}_2 + y/2 \text{H}_2\text{O}$ 2
 $2 \text{CO} + \text{O}_2 = 2 \text{CO}_2$ 0,5
 Induljunk ki egy-egy mol szénhidrogénből és szén-monoxidból. Mivel az elegy begyűjtása előtti és a
 reakció lezajlása utáni (forró vízgőzt is tartalmazó) gázelegyek átlagos moláris tömege megegyezik,
 így az anyagmennyiségük is:
 $(x + y/4) + 2 + 0,5 = 1 + x + y/2$ ebből $y = 6$ 3
 A lecsapódott vízgőz: $y/2 = 0,5 \cdot (x + y/4) + 2 + 0,5$ 2
 ebből y ismeretében x kiszámolható, értéke 2
A szénhidrogén összegképlete C₂H₆. 1

5. Etanol – etanal – ecetsav elegy 100 grammjának tökéletes elégetéséhez 142 dm³ (25 °C, 10⁵ Pa)
 oxigén szükséges. Az elegy újabb 50,0 grammja 21,3 g nátriummal reagál. Határozza meg az
 elegy tömeg%-os összetételét! (10,5 pont)

Megoldás:

Az égetés egyenletei:
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3 \text{O}_2 = 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$
 $\text{CH}_3\text{CHO} + 2,5 \text{O}_2 = 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
 $\text{CH}_3\text{COOH} + 2 \text{O}_2 = 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ 3
 x g etanol, y g etanal és z g ecetsav elégetéséhez szükséges oxigén
 $n(\text{O}_2) = (3 \cdot x / 46 + 2,5 \cdot y / 44 + 2 \cdot z / 60) \text{ mol} = (142 / 24,5) \text{ mol} = 5,8 \text{ mol}$ 3
 Reakció nátriummal
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{Na} = \text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + 0,5 \text{H}_2$
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na} = \text{CH}_3\text{COONa} + 0,5 \text{H}_2$ 1
 100 g elegy estén a reagáló nátrium anyagmennyisége:
 $n(\text{Na}) = 2 \cdot (x/46 + z/60) \text{ mol} = 2 \cdot (21,3/23) \text{ mol} = 1,85 \text{ mol}$ 1,5
 Az elegy tömege: $x + y + z = 100$
 Megoldva: $x = 69,9 \text{ g}$ $y = 10,3 \text{ g}$ $z = 19,8 \text{ g}$
Az elegy 69,9 tömeg% etanolt, 10,3 tömeg% etanalt és
19,8 tömeg% ecetsavat tartalmaz. 2

6. Sorba kapcsolunk két elektrolizáló cellát. Az egyikben 100 g 15,0 tömeg%-os réz(II)-szulfát-oldat, a másikban 100 g 15,0 tömeg%-os kadmium(II)-szulfát-oldat van. Az elektrolízist grafitelektródok között végezzük addig, amíg az összes fém ki nem válik. Az áramkihasználás 100%-os. Melyik oldat lesz töményebb, és mi lesz a két oldat összetétele tömeg%-ban kifejezve? (15 pont)

Megoldás:

Az oldat nagyobb anyagmennyiségben tartalmaz réz-szulfátot, így ennek az elektrolíziséhez kell több töltésmennyiség az összes fém kiválasztásához. 1
 Az oldatban $(15 / 159,5) \text{ g} = 0,0940 \text{ mol Cu}^{2+}$ van, 1
 ennek kiválasztásához 0,188 mol elektron kell. 0,5
 Az anódon végig oxigén fejlődik: $(0,188 / 4) \text{ mol} = 0,047 \text{ mol}$,
 amelynek tömege: 1,50 g 2
 Az oldat tömege: $(100 - 5,96 - 1,50) \text{ g} = 92,54 \text{ g}$ 0,5
 A benne lévő oldott anyag 0,094 mól kénsav,
 melynek tömege: 9,21 g 1
Az oldat 9,95 tömeg %-os kénsavra nézve. 1
 A másik oldatban $(15 / 208,4) \text{ g} = 0,0720 \text{ mol Cd}^{2+}$ -ion van, 1
 ennek kiválasztásához 0,1440 mol elektron kell. 0,5
 A további 0,044 mol elektron hatására pedig hidrogén fejlődik. 1
 A katódon kiválik 0,072 mol Cd és 0,022 mol hidrogén, 1
 amelyek tömege: 8,09 g és 0,044 g, azaz összesen: 8,14 g 1
 Az anódfolyamat megegyezik a két oldat esetében. 0,5
 Az oldat tömege: $(100 - 8,14 - 1,50) \text{ g} = 90,36 \text{ g}$ 0,5
 A benne lévő oldott anyag 0,072 mól kénsav,
 amelynek tömege 7,06 g 1
Az oldat 7,81 tömeg %-os kénsavra nézve 0,5
A réz-szulfát-oldat elektrolízise során keletkezett kénsavoldat a töményebb. 1

7. Laboratóriumban 3,50 g kálium-permanganátra 30,0 cm³ 20,0 tömeg%-os ($\rho = 1,10 \text{ g/cm}^3$) sósavoldatot öntünk. Hány dm³ (25 °C, 10⁵ Pa) klórgáz keletkezik, ha tudjuk, hogy az adott körülmények között az oldatból addig fejlődik klórgáz, amíg a sósav a 8,40 tömeg%-ot el nem éri. illetve az oldat 100,0 grammja $6,52 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ klórgázt képes oldani. (A kálium-permanganát teljes mennyisége feloldódott.)

A kiegészítendő reakcióegyenlet: $\dots \text{KMnO}_4 + \dots \text{HCl} = \dots \text{MnCl}_2 + \dots \text{KCl} + \dots \text{H}_2\text{O} + \dots \text{Cl}_2$
 (15 pont)

Megoldás:

$2 \text{KMnO}_4 + 16 \text{HCl} = 2 \text{MnCl}_2 + 2 \text{KCl} + 8 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{Cl}_2$ 2
 A HCl-oldat tömege 33,0 g, ebben az oldott anyag, 6,60 g, amely 0,181 mol 2
 A KMnO₄ anyagmennyisége: $(3,5/158) \text{ mol} = 0,0222 \text{ mol}$, feleslegben van. 1
 Ha eltávozott az oldatból x mol klór, amely 3,2x mol sósavból fejlődött. 1
 Ekkor az oldat tömege: $(36,5 - x \cdot 71) \text{ g}$. 1
 Az oldatban maradt klór anyagmennyisége $(6,52 \cdot 10^{-3} \cdot (36,5 - x \cdot 71) / 100) \text{ mol}$, 2
 Ez 3,2-szer ennyi mól sósavból keletkezett, ami $(2,086 \cdot 10^{-4} \cdot (36,5 - x \cdot 71)) \text{ mol}$ 1
 Az oldatban maradt sósav anyagmennyisége: $((0,0840 \cdot (36,5 - x \cdot 71)) / 36,5) \text{ mol}$ 2
 Az eredeti sósav anyagmennyisége:
 $0,181 \text{ mol} = (0,0840 \cdot (36,5 - x \cdot 71) / 36,5) + 3,2x + (2,086 \cdot 10^{-4} \cdot (36,5 - x \cdot 71)) \text{ mol}$ 2
 $x = 0,0296 \text{ mol}$
A fejlődött klór gáz térfogat 0,725 dm³.