

## 2023 májusi 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, Táblázatos feladat (13 pont)

Hasonlítsa össze az alábbi három vegyületet a megadott szempontok szerint!

	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>
Halmazállapota (25 °C, 101,3 kPa)	1. gáz	2. gáz	3. szilárd
Szilárd halmazában a kristályrácsot összetartó legerősebb kémiai kötés pontos megnevezése	4. diszperziós kölcsönhatás	5. dipólus-dipólus kölcsönhatás	6. kovalens kötés
Melyikben a legnagyobb az O–X–O kötésszög? Menynyi? (Írja be a megfelelő vegyület alatti cellába!)	7. szén-dioxid, 180°		
Melyikben a legkisebb az O–X–O kötésszög? Menynyi? (Írja be a megfelelő vegyület alatti cellába!)	8.		szilícium-dioxid, 109,5° (tetraédes orientáltság, mint a gyémántnál)
Melyik vegyület redukáló hatású? (Jelölje X-szel a megfelelő vegyület alatti cellában!)	9.	X (mert a kén oxidációs száma tud nőni a kén-dioxidban, azaz tud oxidálódni)	
A redukáló hatást bemutató kémiai egyenlet Lugol-oldattal:	10. $\text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2 = 2 \text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4$		

Oldódik-e vízben? Ha igen, milyen az oldat kémhatása?	<b>11. igen, savas</b> (szénsav keletkezik)	<b>12. igen, savas</b> (kénessav keletkezik)	<b>13. nem</b>
Írja fel valamelyik vegyület reakcióját feleslegben vett NaOH-val (megfelelő körülmények között)!	<b>14.</b> $2 \text{ NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $2 \text{ NaOH} + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $2 \text{ NaOH} + \text{SiO}_2 = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ Savanhidridek bázisokban általában feloldódnak és só + (víz) képződik		
Melyik egyesíthető oxigénnel? (Jelölje X-szel a megfelelő vegyület alatti cellában!)	<b>15.</b>		X
Az oxigénnel való egyesülés egyenlete:	<b>16.</b> $2 \text{ SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{ SO}_3$		

### 1, Esettanulmány (10 pont)

Ennek a megoldását a hivatalos megoldókulcsban találjátok! A feladatsor és a megoldókulcs egy helyen fent van a honlapomon is:

<https://www.emeltkemiaerettsegi.hu/regebbi-erettsegi-feladatsorok/>

### 3. Egyszerű választás (7 pont)

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

**1, Egy sóból 100 g víz 20 °C-on 25 g-ot képes feloldani. Hány tömegszázalék sót tartalmaz az az oldat, amit akkor kapunk, ha 50 cm<sup>3</sup> (50 g) desztillált vízbe 15 g-ot szórunk az adott sóból, majd intenzíven kevergetjük 20 °C állandó hőmérsékleten?**

A) 15 tömegszázalék

**B) 20 tömegszázalék** Ez trükkös volt. Az oldhatóságból kiszámítható, hogy a telített oldat 20 m/m%-os. Na most, 50 g víz max 12,5 g sót tud feloldani, azaz hiába akarunk 15 g sót feloldani nem fog menni. Az történik, hogy az 50 g víz feloldja a 12,5 g sót, azaz keletkezik egy 20 m/m%-os telített sóoldat és a maradék 2,5 g só a pohár alján marad feloldatlanul. Tehát túltelített oldat így NEM!!!! hozható létre!

C) 23 tömegszázalék

Megoldotta: Lénárt Gergely okl. vegyészmérnök, kémia magánoktató

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

2023 májusi emelt szintű feladatsor megoldása

D) 25 tömegszázalék

E) 30 tömegszázalék

**2. A  $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es hangyasav- és a  $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es ecetsavoldatot hasonlítjuk össze. Vizsgálja meg a következő állításokat!**

a) A hangyasavoldat pH-ja nagyobb.

b) A hangyasav disszociációfoka nagyobb.

c) Csak a hangyasavoldat képes elszínteleníteni a brómos vizet.

d) Csak az ecetsavoldat képes a mészkövet gázfejlődés közben oldani. Állapítsa meg, melyek a helyes megállapítások a fentiek közül!

**Állapítsa meg, melyek a helyes megállapítások a fentiek közül!**

A) Csak az a) állítás.

B) Csak az a) és d) állítás.

**C) Csak a b) és c) állítás.** A hangyasav erősebb sav, mint az ecetsav és ezért nagyobb mértékben disszociál a vizes oldatában, tehát a disszociációfoka nagyobb. A brómos vizet is csak ő képes elszínteleníteni az alkánsavak között, mert található benne formilcsoport és emiatt viszonylag könnyedén tovább tud szén-dioxiddá oxidálódni, azaz az elemi bróm képes őt oxidálni (vagyis ő a brómot redukálni)

D) Csak az a) és c) állítás.

E) Csak a b) és d) állítás.

**3. Melyik esetben redukálódik a hidrogén?**

A) Ha szén-dioxiddal reagál.

B) Ha eténnel reagál.

C) Ha klórral reagál.

D) Ha nitrogénnel reagál.

**E) Ha nátriummal reagál.** NaH képződik, amiben a hidrogén oxidációs száma  $-1$ , azaz az eredeti nulláról csökkent, tehát redukálódott.

**4. Melyik vegyület nem keletkezik, ha 2-metilbuta-1,3-diént klórozunk?**

A) 3,4-diklór-2-metilbut-1-én

B) 3,4-diklór-3-metilbut-1-én

C) 1,4-diklór-2-metilbut-2-én

D) 1,3-diklór-2-metilbut-2-én tipp, ilyen feladatoknál érdemes felrajzolni a lehetséges termékeket

E) 1,2,3,4-tetraklór-2-metilbután

**5. Az alábbiak közül melyik reakció nem megy végbe semmilyen körülmények között sem?**

A)  $C_2H_4 + HCl = C_2H_5Cl$

B)  $CH_4 + 2 Cl_2 = CCl_4 + 2 H_2$  az csúnya baleset lenne, ha elemi hidrogén keletkezne (spoiler, HCl fog)

C)  $2 CH_4 = C_2H_2 + 3 H_2$

D)  $C_2H_2 + 2 Na = Na_2C_2 + H_2$

E)  $C_2H_2 + H_2O = CH_3-CHO$

**6. Vízbontással durranógázt állítunk elő. Mekkora töltés szükséges 1,00 mol durranógáz előállításához?**

A) 193 000 C

B) 128 667 C  $H_2O \xrightarrow{2 \text{ elektron}} H_2 + 0,5 O_2$  2 mol elektron hatására összesen  $1+0,5=1,5$  mol durranógáz képződik. Ez esetben, ha 1,5 mol durranógázhoz kell 2 mol elektron, akkor 1 mol durranógázhoz 1,33 mol elektron. 1 mol elektron 96500 C töltést igényel, akkor  $1,33 \cdot 96500 = 128667$  C

C) 96 500 C

D) 64 333 C

E) 48 250 C

**7. A cérium alapállapotú atomjának elektronszerkezete:  $[Xe] 4f^1 5d^1 6s^2$ . Hány telített héja és hány párosítatlan elektronja van az alapállapotú cériumatomnak?**

Megoldotta: Lénárt Gergely okl. vegyészmérnök, kémia magánoktató

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

2023 májusi emelt szintű feladatsor megoldása

A) 3 telített héja és 2 párosítatlan elektronja első 1 héj telített (negyedik nem, mert az f alhéj nyitott). A d és az f alhéjakon van 1-1 elektron ami biztosan csak párosítatlan lehet

B) 4 telített héja és 2 párosítatlan elektronja

C) 3 telített héja és 4 párosítatlan elektronja

D) 4 telített héja és 4 párosítatlan elektronja

E) 5 telített héja és 4 párosítatlan elektronja

#### 4. Kísérletelemző feladat (12 pont)

Két-két kémcsőben azonosítandó (megkülönböztetendő) anyagpárok vannak. Azonosításhoz az alábbi reagensek állnak a rendelkezésünkre. (Mindegyikből csak két adag áll rendelkezésre, azaz egy azonosításra elegendő.)

A) Brómos víz

B) Ammóniás ezüst-nitrát-oldat

C) Nátrium

D) 20%-os sósav

E) 30%-os salétromsavoldat

F) 20%-os NaOH-oldat

**A vegyülepárok azonosításához válassza ki a megfelelő reagenst, adja meg a megfelelő tapasztalatot, majd írja fel az azonosított vegyülettel a lezajló kémiai reakció egyenletét! (A szerves vegyületeknél a konstitúciót is mutassa!)**

**a) Propán-1-ol és prop-2-én-1-ol:**

A választott reagens betűjele: **A**

Pozitív próba esetén a megfigyelt tapasztalat: **a telítetlen vegyület esetén a brómos víz elszíntelenedik**

Reakcióegyenlet:  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH} + \text{Br}_2 = \text{CH}_2\text{Br}-\text{CHBr}-\text{CH}_2-\text{OH}$

**Ez egy nagyon tipikus megkülönböztetés, telített és telítetlen vegyületet brómos vízzel szinte mindig meg lehet különböztetni egymástól**

**b) Ezüst és arany:**

A választott reagens betűjele: **E**

Pozitív próba esetén a megfigyelt tapasztalat: **színtelen gáz fejlődik**

Reakcióegyenlet:  $3 \text{Ag} + 4 \text{HNO}_3 = 3 \text{AgNO}_3 + \text{NO} + 2 \text{H}_2\text{O}$

Megoldotta: Lénárt Gergely okl. vegyészmérnök, kémia magánoktató

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

2023 májusi emelt szintű feladatsor megoldása

Na pont ezért hívják a salétromsavat választóvíznek is, mert ki lehet vele oldani az ezüstöt az arany mellől 😊

**c) Alumínium és magnézium:**

A választott reagens betűjele: **F**

Pozitív próba esetén a megfigyelt tapasztalat: **színtelen, szagtalan gáz fejlődik**

Reakcióegyenlet:  $\text{Al} + \text{NaOH} + 3 \text{H}_2\text{O} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 1,5 \text{H}_2$

Alumínium amfoter sajátosságú, tehát lúgoldatokban is oldódik. Mg elvileg képes lehetne az NaOH-oldat vizében feloldódni, de nagyon lassan melegítés nélkül, ezért amíg feloldódik az alumínium a másik reakció nem számottevő. Ettől függetlenül én személy szerint nem tartom jó ötletnek, hogy az Al mellé Mg-t adtak, mert nagyon zavaró az Mg potenciálja miatt....

**d) Bután-1-ol és dietil-éter:**

A választott reagens betűjele: **C**

Pozitív próba esetén a megfigyelt tapasztalat: **színtelen, szagtalan gáz fejlődik**

Reakcióegyenlet:  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{Na} = \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-ONa} + 0,5 \text{H}_2$

**e) Aceton és acetaldehid:**

A választott reagens betűjele: **B**

Pozitív próba esetén a megfigyelt tapasztalat: **ezüst bevonat a kémcső falán**

Reakcióegyenlet:  $\text{CH}_3\text{-CHO} + 2 \text{Ag}^+ + 2 \text{OH}^- = \text{CH}_3\text{COOH} + 2 \text{Ag} + \text{H}_2\text{O}$

Nagyon tipik, aldehidet mindig meg lehet különböztetni Tollens vagy Fehling próbával ketontól.

**f) Ezüst és vas:**

A választott reagens betűjele: **D**

Pozitív próba esetén a megfigyelt tapasztalat: **színtelen, szagtalan gáz fejlődik, miközben az oldat világoszöld színű lesz**

Reakcióegyenlet:  $\text{Fe} + 2 \text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$

A vas negatív std potenciálú fém lévén képes sósvából hidrogént fejleszteni.

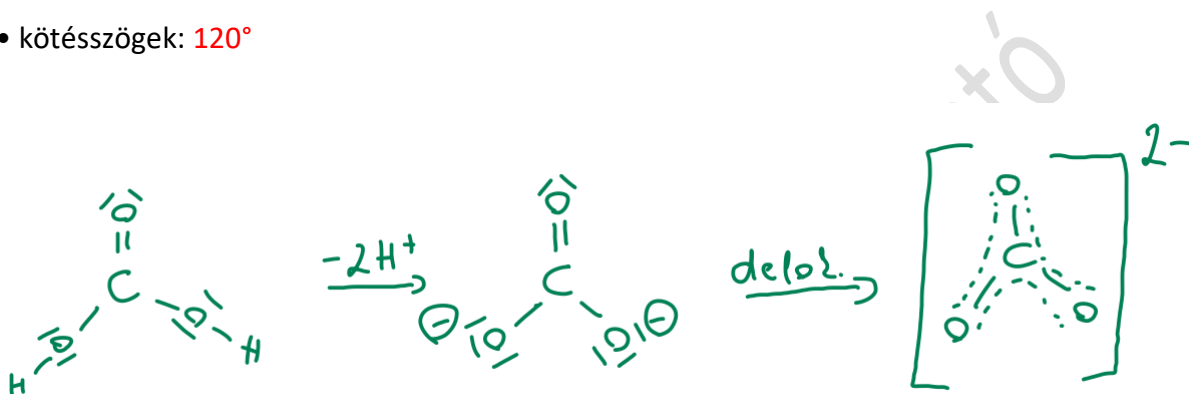
## 5. Elemző feladat (13 pont)

### Karbonátok

**a) Jellemezze a karbonátion szerkezetét a megadott szempontok szerint!**

- összegképlete:  $\text{CO}_3^{2-}$

- delokalizált pi-kötések száma: **1 pi kötés**
- protonszám: **30 db** (add össze 1 C és 3 oxigén protonjait)
- elektronszám: **32 elektron** (a negatív töltés miatt kettővel több, mint a proton)
- téralkata: **síkháromszög**
- kötésszögek: **120°**



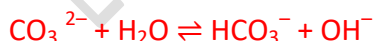
b) Írja fel egy vízdékony fém-karbonát képletét!

pl.:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

c) A metilnarancs és a fenolftalein indikátorok közül melyik változtatja meg a színét a b) kérdésben szereplő karbonát vizes oldatában? Milyen színű lesz?

fenolftalein és lilás színű lesz (ugyanis a nátrium-karbonát egy erős bázis és gyenge sav sója, azaz lúgosan hidrolizál vagyis a vizes oldata lúgos kémhatású. A két indikátor közül csak a fenolftalein alkalmas arra, hogy megkülönböztesse a lúgos kémhatást a nem lúgostól)

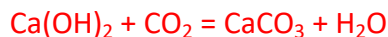
d) Írja fel a c) kérdésben szereplő kémhatásváltozás ionegyenletét (a folyamat első lépését)! Jelölje a Brönsted-féle sav-bázis párokat!



b1      s2      s1      b2 (nyilván más értelmes jelöléssel is el kéne fogadni)

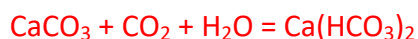
e) Meszes vízbe szén-dioxidot vezetünk. Mi a kezdeti tapasztalat? Írja fel a reakció egyenletét is!

Az oldat zavaros lesz és fehér csapadék válik le.



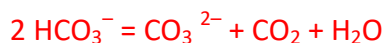
f) Az e) kérdésben keletkezett rendszerbe tovább vezetjük a szén-dioxidot. Mit tapasztalunk? Írja fel a lezajló reakció egyenletét!

A kezdetben keletkezett csapadék feloldódik és az oldat kitisztul



g) Felforraljuk az f) kérdésben keletkezett rendszert. Mit tapasztalunk? A széntartalmú ion mely sav-bázis tulajdonságán alapul ez a kémiai reakció? Írja fel a reakció ezt igazoló lépésének ionegyenletét!

Újra csapadék fog kiválni és a hidrogén-karbonát amfoter (savanyú anion)



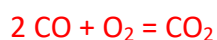
## 6. Számítási feladat (7 pont)

Szén-monoxid- és oxigéngáz elegyét felrobbantva, majd az eredeti hőmérsékletre és nyomásra visszahűtve a gázelegy térfogata 10,0%-kal kisebb lett az eredetihez képest. A maradék gázban a parázsló gyújtópálca meggyullad.

Határozza meg a kiindulási és a keletkezett gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

Ez egy nagyon tipikus szervesetlenes gázelegyes feladat (nagyon hasonlóakkal a számolási példatár 5. fejezetének B és É feladataiban találkozhattál).

A szén-monoxid és oxigén egymással reagálva szén-dioxidot termel:



Egy ilyen feladatnál több esetünk is lehetne:

- a szén-monoxid és oxigén sztöchiometrikus arányban vannak jelen, azaz mind a kettő elfogy és csak  $\text{CO}_2$  marad vissza,
- szén-monoxid feleslegben van



- oxigén feleslegben van.

A feladat szövege írja, hogy az izzó gyújtópálca lángra lobban a reakció után. Ez csak úgy lehetséges, ha az oxigén van feleslegben, azaz CO teljesen elfogy.

Nincs megadva semmilyen mennyiségi adat, adjunk meg mi pl. egy térfogatot, vagy Avogadro-törvénye miatt akár anyagmennyiséget.

Én nem akarok matematikailag zsonglörkődni ezért veszek a kezdeti (reakció előtt) CO/O<sub>2</sub> gázelegyből 100 dm<sup>3</sup> térfogatot. Mivel nem tudjuk (de meg kell tudnunk), hogy ebben a kezdeti gázelegyen milyen százalékban vannak jelen az egyes komponensek, ezért legyen az egyik, pl.: CO X dm<sup>3</sup> és így a másik, az oxigén 100-X dm<sup>3</sup>.

A CO elfogy, tehát ő a limitáló reagens az ő móljából (térfogatából) számoljuk ki a reakcióegyenlet alapján, hogy mennyi oxigén fogy rá és mennyi szén-dioxid képződik.

X dm<sup>3</sup> CO elfogyaszt feleannyi, azaz 0,5\*X dm<sup>3</sup> oxigént és képez X dm<sup>3</sup> szén-dioxidot. Ez azt jelenti, hogy a reakció utáni gázelegyen tehát van:

- X dm<sup>3</sup> képződött szén-dioxid és
- 100-X-0,5\*X azaz 100-1,5\*X dm<sup>3</sup> maradék oxigén (ezt úgy számoltam ki, hogy a kezdeti 100-X dm<sup>3</sup> oxigénből kivontam azt a 0,5\*X dm<sup>3</sup> térfogatot, ami a reakció során elfogyott belőle)

Tehát a reakció után van nekünk összesen a szén-dioxidból és oxigénből:

$$X + 100 - 1,5 * X = 100 - 0,5 * X \text{ dm}^3$$

A feladat szövege alapján azt is tudjuk, hogy az égés után a kezdeti gázelegy 90,0%-a, azaz a mi esetünkben 90,0 dm<sup>3</sup>. Van egy ismeretlenünk és így lett egy egyenletünk:

$$100 - 0,5 * X = 90,0$$

$$X = 20,0 \text{ dm}^3$$

Tehát a kezdeti gázelegyünk 100 dm<sup>3</sup> térfogatában 20,0 dm<sup>3</sup> CO és 80,0 dm<sup>3</sup> oxigén van, azaz a kezdeti elegy térfogatszázalékos összetétele:

Megoldotta: Lénárt Gergely okl. vegyészmérnök, kémia magánoktató

Honlapcím: <https://www.emeltkemiaerttsegi.hu/>

2023 májusi emelt szintű feladatsor megoldása

$$\frac{V}{V} \%_{CO} = 20,0 \%$$

$$\frac{V}{V} \%_{oxigén} = 80,0 \%$$

Most nézzük a keletkezett CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> elegyet. Tudjuk, hogy a reakció után össztérfogat 90,0 dm<sup>3</sup>. Ebben a CO<sub>2</sub> 20,0 dm<sup>3</sup>, az oxigén pedig 70,0 dm<sup>3</sup>:

$$\frac{V}{V} \%_{szén-dioxid} = \frac{20,0}{90,0} * 100\% = 22,2 \%$$

$$\frac{V}{V} \%_{oxigén} = 100 - 22,2 = 77,8\%$$

### 7. Számítási feladat (11 pont)

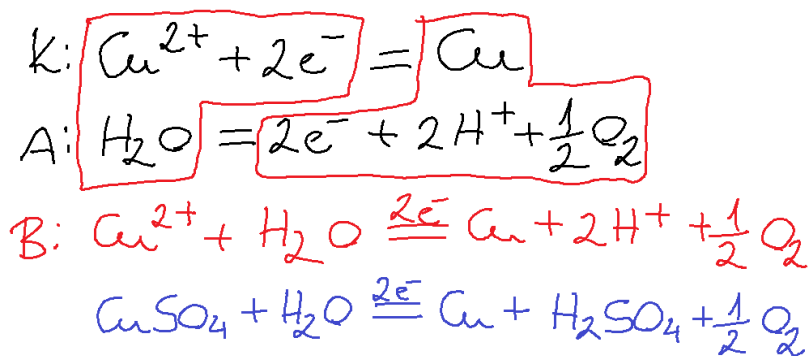
150 g réz(II)-szulfát-oldatot elektrolizálunk 2,00 A állandó áramerősséggel grafit-elektrodok között. Az összes réz(II)ion redukációjához pontosan 90,0 percre volt szükség. (A katódon eközben nem volt megfigyelhető gázfejlődés.)

**a) Határozza meg, hány tömegszázalékos volt kezdetben a réz(II)-szulfát-oldat!**

Ez egy tipik Faraday-törvényes-oldatos-elektrolízises feladat volt, hasonlókkal a 15. fejezetem D és É feladatai között találkozhatasz.

Elsőnek is tisztázzuk le, hogy mi történik az elektrolízis során. A katódon a réz leválik az anódon pedig a szulfácion leválása helyett vízbontás történik. A feladat szövege írja, hogy az összes fémiont leválasztjuk és a katódon nem történik gázfejlődés. Ez azt jelenti, hogy csakis addig elektrolizálunk amíg el nem fogy az összes réz(II)-ion, amint ez megtörtént megállunk (azaz nem elektrolizáljuk tovább a képződő kénsavoldatot, csak egy bruttó folyamat van).

Több féleképpen is bele lehet kezdeni a feladatba, de számomra a leglogikusabb első lépés az, ha felírjuk a folyamat bruttó egyenletét, hogy lássuk, hogy pontosan mi történt minőségileg és mennyiségileg:



Az első kérdés a kezdeti réz(II)-szulfát-oldat tömegszázalékos összetétele. Ehhez kell az oldat tömege, ezt meg is adták (hurrá 😊). Kell még az oldott réz(II)-szulfát tömege is.

A bruttó egyenlet alapján jól látszik, hogy 1 mol réz(II)-szulfát elektrolízisére 2 mol elektron szükséges. Minden adat adott ahhoz, hogy a Faraday-törvényt alkalmazva kiszámítsuk a folyamat során áthaladó elektronok anyagmennyiségét:

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

Percet váltsd át másodpercre és ne feledd, hogy az elektron  $z$  értéke mindig 1:

$$2,00 * 90,0 * 60 = n_{\text{elektron}} * 1 * 96500$$

$$n_{\text{elektron}} = 0,112 \text{ mol}$$

Ha 2 mol elektron 1 mol réz(II)-szulfát elektrolíziséhez szükséges, akkor 0,112 mol elektron (egyenes arányosság, felannyi):

$$n_{\text{réz(II)-szulfát}} = \frac{0,112}{2} \text{ mol}$$

A kezdeti oldatban lévő oldott réz(II)szulfát tömege az anyagmennyisége és moláris tömege által:

$$m_{\text{réz(II)-szulfát}} = \frac{0,112}{2} * 159,5 = 8,93 \text{ g}$$

A kezdeti réz(II)-szulfát-oldat tömegszázalékos összetétele:

$$\frac{m}{m} \%_{\text{réz(II)-szulfát}} = \frac{8,93}{150} * 100\% = 5,95 \%$$

**b) Milyen oldott anyagot tartalmaz az elektrolízis végén az oldat? Számítsa ki, hány tömegszázalékos!**

Az előbb felírt bruttó folyamat alapján a keletkező oldatban **az új oldott anyag kénsav** lesz.

A keletkező oldat tömegszázalékos összetételéhez mindenképp szükséges az oldott kénsav tömege és a keletkezett oldat tömege. Ne feledjük, hogy az előző feladatrészben már kiszámítottuk az elektrolízis során áthaladt elektronok mennyiségét.

2 mol elektron hatására 1 mol (azaz feleannyi kénsav keletkezik). Tehát akkor 0,112 mol elektron hatására:

$$n_{\text{kénsav}} = \frac{0,112}{2} \text{ mol}$$

A keletkezett oldatban lévő oldott kénsav tömege az anyagmennyisége és moláris tömege által:

$$m_{\text{kénsav}} = \frac{0,112}{2} * 98,1 = 5,49 \text{ g}$$

Most jöjjön a keletkezett oldat tömege.

Ilyen példák esetén a legkönnyebben úgy tudjuk kiszámítani a keletkező oldat tömegét, hogy használjuk az anyagmegmaradás elvét. Kezdetben volt 150 g oldatunk, ezt elektrolizáltuk, elektrolízis hatására elemi réz és elemi oxigén hagyta el az oldatot. Tehát ha a kezdeti 150 g tömegű oldatból kivonjuk a keletkező rezet és oxigént, vagyis azon anyagok tömegeit, melyek fizikailag elhagyják az oldatfázist, akkor megkapjuk a folyamat után keletkezett oldat tömegét:

$$m_{\text{keletkező oldat}} = m_{\text{kezdeti oldat}} - m_{\text{Cu}} - m_{\text{oxigén}}$$

A bruttó egyenlet alapján az áthaladt elektronok anyagmennyiségéhez képest a képződő réz anyagmennyisége feleannyi, az oxigéné negyedannyi:

$$n_{\text{Cu}} = \frac{0,112}{2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{oxigén}} = \frac{0,112}{4} \text{ mol}$$

Tömegeik anyagmennyiségük és moláris tömegeik által:

$$m_{\text{Cu}} = \frac{0,112}{2} * 63,5 \text{ g}$$

$$m_{\text{oxigén}} = \frac{0,112}{4} * 32,0 \text{ g}$$

Tehát a keletkező oldat tömege:

$$m_{\text{keletkező oldat}} = 150 - \frac{0,112}{2} * 63,5 - \frac{0,112}{4} * 32,0 = 145,5 \text{ g}$$

A keletkezett oldat kénsavtartalma:

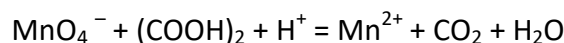
$$\frac{m}{m} \%_{\text{kénsav}} = \frac{5,49}{145,5} * 100\% = 3,77 \%$$

### 8. Számítási feladat (11 pont)

A vesekőnek több fajtája van: a legtöbb vesekő kalcium-oxalátot tartalmaz, de kalcium-foszfát is alkothatja. Van olyan vesekő is, amelynek fő alkotórésze a húgysav.

Tegyük fel, hogy egy vesekőben csak vízmentes kalcium-oxalát és kalcium-foszfát, valamint 2,00 tömegszázalék egyéb, vízben és savban oldhatatlan – kalciumot nem tartalmazó – anyag található. A kő 5,00 grammos darabját kénsavoldatban feloldjuk, majd az oldatot leszűrjük és – mérőlombikban – 250 cm<sup>3</sup>-re hígítjuk. Ennek 10,0 cm<sup>3</sup>-es részleteit kénsavas közegben titráljuk 0,0195 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú kálium-permanganát-mérőoldattal: az átlagfogyás 23,44 cm<sup>3</sup>.

A titrálás rendezendő egyenlete:



a) **Rendezze az ionegyenletet, és határozza meg a vesekő tömegszázalékos kalcium-oxalát-tartalmát!**

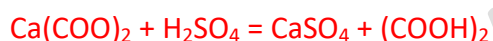


Mangán változik +7-ről +2-re illetve a szén +3-ról +4-re

Hasonló feladattal a példatáram 11 és 12 fejezetében találkozhattatok az É feladatok között.

Tudjuk, hogy a vesekövünk 5,00 g (szép kis darab). A reakcióegyenlet alapján látszik, hogy a kálium-permanganát mérőoldattal az oxálsavat titráljuk. Felmerül a kérdés, hogy ha a vesekőben kalcium-oxalát van, akkor hogy a bánatban lehet az, hogy a titrálást oxálsavval írjuk fel?

A kérdésre az a válasz, hogy amikor a vesekövet kénsavban feloldjuk, akkor a kénsav erősebb sav lévén kiszabadítja az oxálsavat (is) a sójából:



A sav-bázis reakcióegyenletből jól látszik, hogy 1 mol kalcium-oxalátból 1 mol oxálsav képződik, azaz ha meghatározzuk a permanganometriás titrálásból az oxálsav anyagmennyiségét az egyben a vesekőben lévő kalcium-oxalát anyagmennyiségével is meg fog egyezni.

A rendezett egyenlet alapján 2 mol permanganát 5 mol oxálsavat, azaz 2,5-szeres anyagmennyiségű oxálsavat fogyaszt.

A vesekőből készítünk egy 250 cm<sup>3</sup> tréfogatú törzsoldatot, majd ennek a törzsoldatnak a 25-öd részét, azaz 10 cm<sup>3</sup>-t megtitrálunk. A mérőoldat adataiból kiszámítható az elfogyott permanganát anyagmennyisége (térfogatot váltsad át):

$$n_{\text{permanganát}} = 0,02344 * 0,0195 = 4,571 * 10^{-4} \text{ mol}$$

A reakcióegyenlet alapján a permanganát 2,5-szeres anyagmennyiségű oxálsavat fogyaszt:

$$n_{\text{oxálsav}} = 4,571 * 10^{-4} * 2,5 = 1,143 * 10^{-3} \text{ mol}$$

Tehát 1,143\*10<sup>-3</sup> mol oxálsav van a megtitrált 10,0 cm<sup>3</sup> oldatban. Azonban ne feledjük, hogy a vesekő teljes oxalát tartalma a 250 cm<sup>3</sup> törzsoldatban volt benne (ugye ennek titrálunk csak egy kis részét), tehát ha 10 cm<sup>3</sup> törzsoldatban 1,143\*10<sup>-3</sup> mol oxálsav van, akkor a teljes 250 cm<sup>3</sup> törzsoldatban:

Megoldotta: Lénárt Gergely okl. vegyészmérnök, kémia magánoktató

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

2023 májusi emelt szintű feladatsor megoldása

$$n_{\text{oxálsav teljes}} = 25 * 1,143 * 10^{-3} = 0,02857 \text{ mol}$$

Az előbb beláttuk, hogy az oxálsav és az oxalát anyagmennyisége azonos:

$$n_{\text{oxalát teljes}} = 0,02857 \text{ mol}$$

Az oxalát tömege az 5,00 g vesekőben az anyagmennyisége és moláris tömege által:

$$m_{\text{oxalát teljes}} = 0,02857 * 128 = 3,657 \text{ g}$$

A vesekő oxalát tartalma:

$$\frac{m}{m} \%_{\text{oxalát}} = \frac{3,657}{5,00} * 100\% = 73,1\%$$

**b) Határozza meg a vesekő tömegszázalékos kalcium(ion)-tartalmát!**

**(Ha nem sikerült az a) kérdésre válaszolni, akkor számoljon 80,0 tömegszázalék kalcium-oxalát-tartalommal!)**

Ennek a kérdésnek a megválaszolásához mindenképpen tudnunk kell, hogy pontosan hány mol kalcium-oxalát és kalcium-foszfát van a vesekőben.

A kalcium-oxalátot már kiszámítottuk, 3,657 g, azaz 0,02857 mol.

Az 5,00 g vesekő 98,0%-a kalcium-oxalát és kalcium-foszfát (a maradék 2,00% egyéb):

$$m_{\text{oxalát és foszfát együtt}} = 5,00 * 0,980 = 4,90 \text{ g}$$

Ebben a 4,90 g-ban 3,657 g kalcium-oxalát van tehát a maradék kalcium-foszfát:

$$m_{\text{kalcium-foszfát}} = 4,90 - 3,657 = 1,243 \text{ g}$$

A kalcium-foszfát anyagmennyisége:

$$n_{\text{kalcium-foszfát}} = \frac{1,243}{310} = 0,00401 \text{ mol}$$

A kalcium-oxalát ( $\text{Ca}(\text{COO})_2$ ) 1 móljában 1 mol kalciumion van, a kalcium-foszfát ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) 1 móljában pedig 3 mol kalciumion van, azaz a teljes kalciumion mennyiséget úgy kapjuk meg,

Megoldotta: Lénárt Gergely okl. vegyészmérnök, kémia magánoktató

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

2023 májusi emelt szintű feladatsor megoldása

hogyan a kalcium-oxalát anyagmennyiségéhez hozzáadjuk a kalcium-foszfát anyagmennyiségének a háromszorosát:

$$n_{\text{kalciumion}} = 0,02857 + 3 * 0,00401 = 0,0406 \text{ mol}$$

A vesekőben lévő kalciumion tömege:

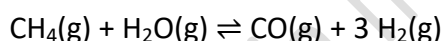
$$m_{\text{kalciumion}} = 0,0406 * 40,0 = 1,62 \text{ g}$$

A vesekő kalciumtartalma:

$$\frac{m}{m} \%_{\text{kalcium}} = \frac{1,624}{5,00} * 100\% \approx 32,5\%$$

### 9. Számítási és elemző feladat (14 pont)

A metán és a vízgőz reakcióját az ipar is használja szintézisgáz előállításához:



Egy kísérlet során egy tartályba metánt és négyszeres anyagmennyiségű vízgőzt töltek, és ekkor a 927 °C-on kialakuló egyensúlyig a metán 90,0%-a átalakult. Az egyensúlyi gázelegyössznyomása 4,58 MPa lett.

a) Határozza meg az egyensúlyi gázelegy anyagmennyiség-százalékos összetételét!

b) Határozza meg az egyensúlyi koncentrációkat és a 927 °C-ra vonatkozó egyensúlyi állandó értékét!

**Egyben oldom meg a feladat a) és b) részét!!!**

Ehhez hasonló feladattal a példatáram 7. fejezetének H és É feladatai között találkozhattál.

Azt már most az elején tisztázzuk le, hogy ezt a feladatrészt többféleképpen is meg lehet oldani. Az eredeti megoldókulcs random mennyiségi adatokat vett, egész konkrétan kezdetben 1 mol metánt és 4 mol vízgőzt. Ez a módszer nyilván nem rossz, de mivel a b) kérdésben így is ki kell számítani a koncentrációkat, ezért én egy picit másképp fogom a feladatot megoldani.



Megoldotta: Lénárt Gergely okl. vegyészmérnök, kémia magánoktató

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

2023 májusi emelt szintű feladatsor megoldása

Az ideális gázok állapotegyenlete ( $pV=nRT$ ) felírható a koncentrációkkal kifejezve is (oszd le az egyenletet a térfogattal):

$$p = c * R * T$$

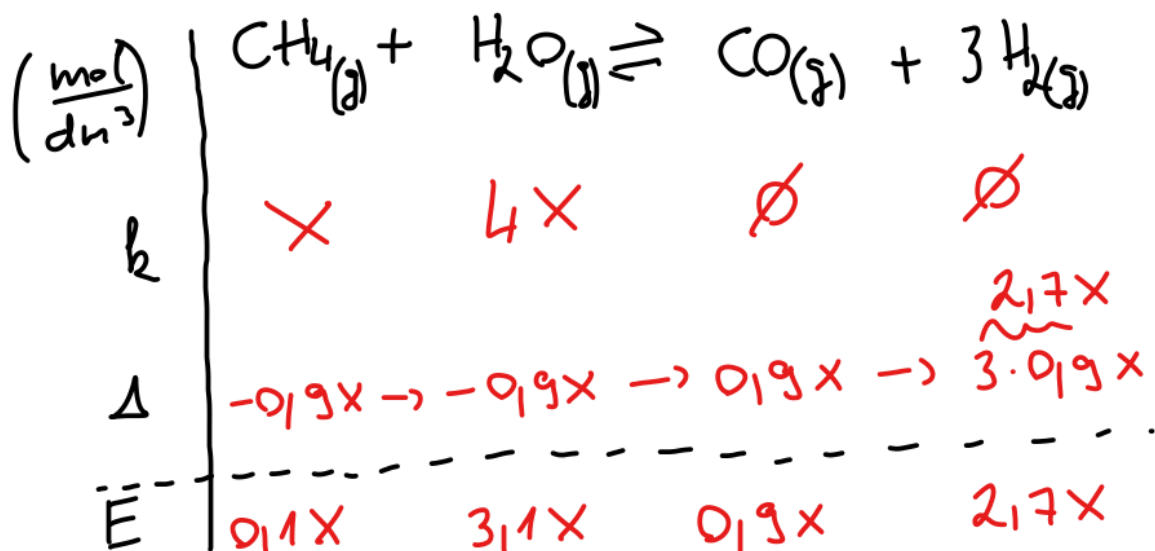
Minden adott ahhoz, hogy kiszámítsuk az egyensúlyi elegy összkoncentrációját (ha  $\text{mol/dm}^3$ -t akarunk kapni, akkor a nyomást kPa-ban kell behelyettesíteni!!! illetve a hőmérsékletet váltsd át K-be):

$$4580 = c_{\text{össz elegy}} * 8,314 * 1200$$

$$c_{\text{össz elegy}} = 0,4591 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Ha ezt a módszer követjük, akkor egyben a b) kérdésre is választ tudunk adni.

Vegyünk kezdetben  $X \text{ mol/dm}^3$  metán és ekkor a vízgőz  $4*X \text{ mol/dm}^3$  (mivel a tartály térfogata állandó, ezért az anyagmennyiség egyenesen arányos a térfogattal, azaz amilyen arányban vannak a koncentrációk, olyan arányban lesznek az anyagmennyiségek is). A megadott adatok alapján töltsük ki a táblázatot:



Tehát összesen  $6,8*X \text{ mol/dm}^3$  az egyensúlyi elegy, amiről már tudjuk, hogy nem melleleg  $0,4591 \text{ mol/dm}^3$ :

$$6,8 * X = 0,4591$$

$$X = 0,0675 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Így már ismerjük „X”-et, „X”-esen kifejezve az egyensúlyi koncentrációkat és az össz egyensúlyi koncentrációt. Ebből könnyedén megadható minden kérdésre a válasz!

Az egyes komponensek egyensúlyi koncentrációi és az anyagmennyiség százalékos összetétel:

$$[\text{metán}]_e = 0,1 * 0,0675 = 0,00675 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$\frac{n}{n} \%_{\text{metán}} = \frac{0,00675}{0,4591} * 100\% = 1,47\%$$

$$[\text{vízgőz}]_e = 3,1 * 0,0675 = 0,209 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$\frac{n}{n} \%_{\text{vízgőz}} = \frac{0,209}{0,4591} * 100\% = 45,5\%$$

$$[\text{CO}]_e = 0,9 * 0,0675 = 0,0607 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$\frac{n}{n} \%_{\text{CO}} = \frac{0,0607}{0,4591} * 100\% = 13,2\%$$

$$[\text{hidrogén}]_e = 2,7 * 0,0675 = 0,182 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$\frac{n}{n} \%_{\text{hidrogén}} = \frac{0,182}{0,4591} * 100\% = 39,6\%$$

Az egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[\text{CO}]_e * [\text{hidrogén}]_e^3}{[\text{metán}]_e * [\text{vízgőz}]_e} = \frac{0,0607 * 0,182^3}{0,00675 * 0,209} = 0,259 \left( \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right)^2$$

Megoldotta: Lénárt Gergely okl. vegyészmérnök, kémia magánoktató

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

2023 májusi emelt szintű feladatsor megoldása

c) Számítsa ki a szintézisgáz előállításának fenti egyenlethez tartozó reakcióhőjét, majd ez alapján becsülje meg és magyarázza hogyan változik az egyensúlyi állandó a hőmérséklet emelésével!

$\Delta kH(\text{CH}_4(\text{g})) = -74,9 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta kH(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = -242 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta kH(\text{CO}(\text{g})) = -111 \text{ kJ/mol}$

Hess tétele felírható:

$$\Delta rH = \Delta kH(\text{CO}) + 3 * \Delta kH(\text{hidrogén}) - [\Delta kH(\text{metán}) + \Delta kH(\text{vízgőz})]$$

$$\Delta rH = (-111) + 3 * 0 - [(-74,9) + (-242)] \approx +206 \text{ kJ/mol}$$

Mivel a folyamat a reakcióhő alapján endoterm, ezért melegítés hatására a képződés irányába tolódik el az egyensúly és emiatt az egyensúlyi állandó értéke nőni fog! Gondolj bele mivel a képződés irányába tolódik az egyensúly ezért megnő a termékek mennyisége (ez a tört számlálója) és lecsökken a kiindulási anyagok mennyisége (ez a tört nevezője). Na most ha egy tört számlálója nő és egyben nevezője csökken a tört értéke is nőni fog!