

2019. október 17. emelt kémia érettségi részletes magyarázós megoldásai

1. Esettanulmány

Olvassa el figyelmesen a szöveget és válaszoljon a kérdésekre!

A hamuzsír vagy más néven kálium-karbonát egy fehér, könnyen málló szilárd só, amely vízben jól oldódik, alkoholban viszont nem. Felhasználható szappan és üveggyártás alapanyagaként, valamint tisztítószeres összetevőjeként is. Laboratóriumokban vízmegkötő és szárító hatása miatt alkalmazzák. Savas környezetben nem alkalmazható. Ezenkívül néhány helyen (pl. Kínában és Magyarországon) használják még a konyhaművészetben. Élelmiszerek esetében savanyúságot szabályozó anyagként alkalmazzák (E501 néven). A hamuzsír Magyarország egyik legfontosabb exportcikke volt a 18. században. Más megfogalmazásban a hamuzsír házilag is előállítható enyhe lúg, amit sokféle módon fel lehet használni. Eredetileg fahamuból készítették. A hamuzsír elnevezése zsíros tapintásából ered. Lúgos tulajdonsága miatt a bőrt síkossá teszi. Vizes oldata bázikus. A fa elégetésekor keletkező fahamut vízben áztatják, majd átszűrik. Az így keletkezett lúgos folyadék, tisztító és fertőtlenítő hatású, amelynek mértéke a káliumtartalomtól függ. Erre a célra használtak gyümölcsfákat, de a legerősebb lúg a cserfa, bükkfa, akácfa és a kukoricaszár hamujából nyerhető ki. Az 1800-as évek második felében Magyarország vált Európában az egyik legnagyobb hamulúg-beszállítóvá, ennek következtében 4 millió katasztrális hold erdőt irtottak ki a hagyományos munka-eljárásokhoz szükséges fahamu előállítás céljából. 1864-ben 36 865 mázsányi hamuzsírt szállítottak ki Ausztriába. A kereskedelmi célú hamuzsír-égetés elterjedésének Magyarországon nagy lendületet adott a fa rendkívül olcsó ára és az erdőkből származó haszonvétel lehetősége. A hamuzsír-főzés a bécsi udvar javaslatára terjedt el, melynek óriási bükkerdők estek áldozatul. Hamuzsír előállítására elsősorban cserfát és bükkfát használtak. Az elégetett fából keletkezett hamut kilúgozták, ezután a lúgos oldatból a vizet elpárologtatták, végül a nyers hamuzsírt kiégették. A kilúgozás úgy történt, hogy a száraz fahamut nedvesítő ládákban vízzel meglocsolták és egy napig állni hagyták, majd kétfenekű hordókba merték. A hordók felső, sűrűn átluggatott fenekére szalmát hintettek, hogy a hamu fent maradjon, és ne kerüljön az alsó részbe. A folyadékot a

hordókból a két fenék közötti csapon át lehetett leereszteni az alattuk lévő kádakba. Általában 26-32 hordó és kád állt egy sorban, amelyekhez egy vályún keresztül jutott el a víz. A hamuval megtömött hordóba annyi vizet engedtek, hogy az ellepje a hamut. A 24 órás állás után a kioldott lúgot a kádakba engedték. A feltöltést addig ismételték, amíg a lúgba tett friss tojás el nem merült. Az ilyen lúg közelítőleg 15-20% hamuzsírt tartalmazott.

(<http://www.kmka.hu/index.php/koernyezet/38-termeszetvedelem>)

a) A hamuzsír több felhasználása is vizes oldatának kémhatásával kapcsolatos. Az alábbi, háztartásban is megtalálható vegyületek közül húzza alá annak nevét, amely e szempontból helyettesítheti a hamuzsírt!

konyhasó szalmiáksó trisó rézgálic

b) Ionegyenlet felírásával igazolja az előző kérdésben választott vegyület vizes oldatának kémhatását!

A trisó erős bázis és gyenge sav sója lévén lúgosan hidrolizáló só:



c) Mi történne, ha a hamuzsírt háztartási sósavval együtt alkalmaznánk? Adja meg a várható tapasztalatokat és írja fel a lejátszódó reakció egyenletét!

A sósav erősebb sav lévén a kálium-karbonátban lévő szénsavat kiszorítja, mely egyből széndioxidra és vízre bomlik, azaz színtelen, szagtalan gáz fejlődését tapasztalnánk:



d) Mi történne a hamuzsíroldatba dobott tojással az első kilúgozás (feltöltés) után? Válaszát indokolja!

Szinte biztosan úszna az oldat tetején, hiszen az első feltöltés után kapjuk a legtöményebb oldatot, onnantól kezdve minden egyes feltöltés hígít.

e) Mi volt a hamuzsír előállításának legkárosabb környezeti hatása?

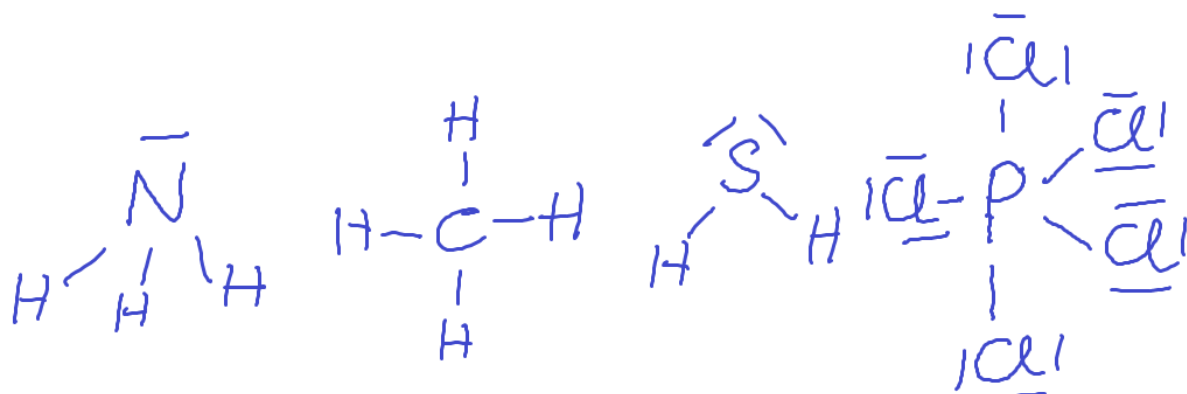
Véleményem szerint mindenképp az erdők kiirtása.

2. Táblázatos feladat

A táblázat sorszámozott celláiba olvashatóan írja be a megfelelő kérdésre adott értelemszerű válaszát!

foszfor(V)-klorid	PCl_5	lásd a táblázat után	5	Trigonális bipiramis	diszperziós kölsönhatás
Dihidrogén-szulfid	H_2S	lásd a táblázat után	2	V-alak	dipólus-dipólus kölsönhatás
Metán	CH_4	lásd a táblázat után	4	tetraéder	diszperziós kölsönhatás
Ammónia	NH_3	lásd a táblázat után	3	trigonális piramis	hidrogénkötés
Név	Molekulaképlet	Szerkezeti képlet (kötő és nemkötő elektronpárok feltüntetésével)	Központi atom kovalens vegyértéke	Molekula alakja	A molekulák között fellépő legerősebb másodrendű kölsönhatás

A molekulák szerkezeti képletei:



3. Elemző feladat

Öt megjelölt kémcsőben az alábbi folyadékokat találjuk:

A) Benzin

B) Szén-tetraklorid

C) Propil-acetát

D) Butanal

E) 60 m/m%-os salétromsavoldat

Adja meg azon folyadék(ok) betűjelét...

a) ...amely(ek)ben lila színnel oldódik a jód;

A jód szén-hidrogénekben és halogénezett szén-hidrogénekben lilás színnel oldódik, tehát A és B

b) ...amelynek összetétele nem adható meg egyetlen képlettel;

A és E ugyanis a benzin több szén-hidrogén elegye, a salétromsav oldatban pedig van víz is.

c) ...amelyik nem égethető el levegőn;

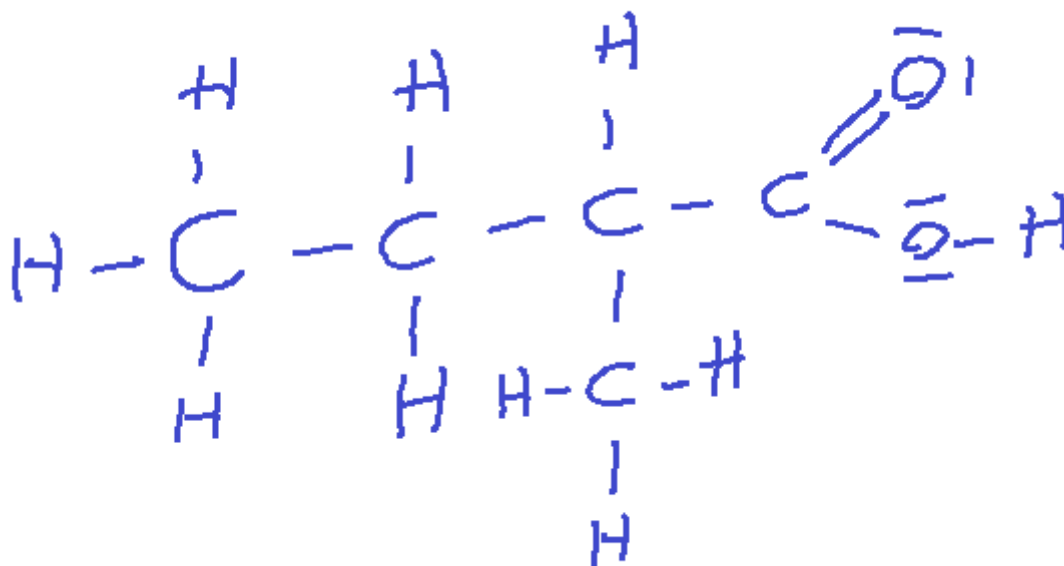
B és E, halogénezett szénhidrogének rosszul vagy nem égne (szén-tetraklorid nem éghető), salétromsav oldat, vizes oldat....

d) ...amelyik melegítés közben a megfelelő alkoholból réz(II)-oxid segítségével előállítható!

D, (bután-1-olból)

e) A C vegyület egyik konstitúciós izomerje királis. Szódabikarbóna-oldathoz adva színtelen gáz fejlődését tapasztaljuk. Adja meg a kérdéses izomer konstitúciós képletét és szabályos nevét!

Az keresett konstitúciós izomer biztosan karbonsav kell, hogy legyen. Ezt onnan lehet tudni, hogy a karbonsavak erősebb savak a szénsavnál, azaz az ő esetükben lesz reakció szódabikarbónával (a sóból kiszorítják a szénsavat, ami szén-dioxidra és vízre esik szét). Tehát rajzoljunk egy olyan karbonsavat, amely 5 szénatomból áll és van benne kiralitáscentrum. Ez a 2-metilbutánsav:



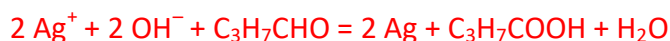
f) Mit tapasztalunk, ha az E folyadékhoz rézforgácsot szórunk? Írja fel a végbemenő folyamat reakcióegyenletét is!

Tömény salétromsav oldatban az elemi rész feloldódik, miközben nitrogén-dioxid fejlődik, mely vörösesbarna színű, szúrós szagú gáz. Ne feledjük el megemlíteni azt sem, hogy az oldat elkezd kékes színűvé válni, ugyanis a réz(II)-ionok hidratált állapotban kék színűek:



g) Mit tapasztalunk, ha a D folyadékhoz ammóniás ezüst-nitrát-oldatot adunk és melegítjük? Írja fel a végbemenő folyamat reakcióegyenletét is!

Ezüsttükör próba, azaz a kémcső falán vékony ezüstbevonat fog megjelenni:



4. Elemző és táblázatos feladat

A, B és C különböző halmazállapotú vegyületek, ám moláris tömegük nagyon közeli érték (0,1 %-nál kisebb az eltérés közöttük).

Az A vegyület 25 °C-on és standard légköri nyomáson mért sűrűsége 2,37 g/dm³. Vízben nem nyelődik el, ám jól oldódik szén-tetrakloridban vagy benzinben. Levegőn nem kormozó lánggal ég, égését egyes háztartásokban napi rendszerességgel alkalmazzák.

A B egy alkálifém és egy halogén vegyülete, melynek lángfestése halványlila. Ha vizes oldatába klórgázt vezetünk, nem tapasztalunk kémiai változást. Az iparban fa tartósítására és üvegmaratásra is alkalmazzák, de a háztartásokban nem használják.

C vegyületet is gyakran alkalmazzák a háztartásokban festékek hígítására, de vízzel is korlátlanul elegyíthető. Vizes oldata semleges kémhatású. Elemi nátriummal nem reagál. Fehling-próbája negatív.

a) Egészítse ki az alábbi táblázatot a megfelelő vegyület betűjének beírásával!

Vegyület betűjele	Olvadáspont (°C)	Forráspont (°C)
B	858	1505
C	-94,9	56,3
A	-138,4	-0,5

b) Egészítse ki az alábbi táblázatot a megfelelő tulajdonságok beírásával!

Vegyület betűjele	Vizes oldata vezeti az elektromos áramot? (igen vagy nem)	Szaga (jellegzetes vagy szagtalan)
A		szagtalan
B	igen	szagtalan
C	nem	jellegzetes

Megjegyzés: ha a feladat megadja a válasz opciókat, mint ahogyan a fenti táblázatban is látható, akkor azokkal a szavakkal válaszoljunk, amit megdtak. Vagyis, ha valaki más szavakat használt, melyeknek szinte ugyanaz a jelentése, akkor nagy eséllyel nem fogják elfogadni.

c) Számítsa ki A vegyület moláris tömegét!

Gázok moláris tömege könnyedén kiszámítható moláris tömegük és sűrűségük ismeretében:

$$M = \rho \cdot V_m = 2,37 \cdot 24,5 = 58,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

d) A felsorolt tulajdonságok alapján azonosítsa (név megadásával) a három vegyületet!

A feladat szövege írja, hogy a három vegyület moláris tömege közel megegyezik. Ez azt jelenti, hogy a vegyületek moláris tömegei 58,1 g/mol körüli értékek.

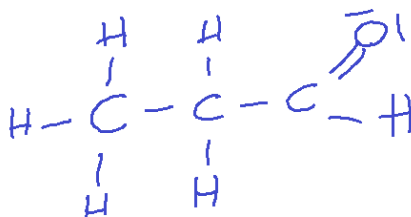
A: A moláris tömeg és jellemzők alapján **bután**, mert alkánokra jellemző alacsony fp és op., alkánokra jellemzően nem kormozó lánggal ég, oldódik benzinban, szén-tetrakloridban (apoláris, mint a huzat) és a háztartások napi szinten használják az égési folyamatát (főzés pl.)

B: **kálium-fluorid**, mert alkálifém-halogenid, mely lilás színnel festi a lángot, ez abszolút a kálium jellemzője az alkálifémek közül. fluorid egyrészt a moláris tömeg miatt, másrészt, mert a klórgáz a halogenid ionok közül csak a fluorid ionokat nem tudja oxidálni.

C: A moláris tömeg és jellemzők alapján **aceton**, ugyanis vízzel korlátlanul elegyedik, nem adja az ezüsttükör próbát (nincs formil csoportja), nátriummal nem reagál (nincs savas karakterű hidrogén, pl. OH csoport)...

e) Adja meg C vegyület olyan konstitúciós izomerjének nevét és konstitúciós képletét, amely redukáló tulajdonságában lényegesen eltér tőle!

Ketonoknak az aldehidek a konstitúciós izomerjei, tehát **propanal**.



5. Egyszerű választás

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

1. **D** Megjegyzés: Vonjuk ki a tömegszámból a rendszámot
2. **A** Megjegyzés: Vonjuk ki a katód standard elektródpotenciáljából az anódét.
3. **D** Megjegyzés: szénnek és szelénnek megegyezik
4. **E** Megjegyzés: lényegében az első 4 fém passzívál.
5. **E** Megjegyzés: cellulóz β -D-glükóz
6. **C** Megjegyzés: A, B, D nem gáz, E szagtalan.
7. **C** Megjegyzés: pirrol vízzel rosszul elegyedik
8. **B** Megjegyzés: melegítés hatására kén-dioxid gáz fejlődik
9. **D**

6. Számítási feladat

150,0 cm³ térfogatú benzolban (melynek sűrűsége 0,8786 g/cm³) egy hozzá hasonló szerkezetű, régebben a mindennapokban is gyakran alkalmazott szilárd szénhidrogén 19,23 grammját oldottuk fel. Az így kapott oldat sűrűsége 0,9568 g/cm³, anyagmennyiség-koncentrációja 0,9505 mol/dm³.

a) Számítsa ki a szénhidrogén moláris tömegét!

Ebben a feladatban a benzol az oldószer és az ismeretlen szénhidrogén az oldott anyag.

A feladatot legegyszerűbben talán úgy lehet megoldani, hogy elsőnek kiszámoljuk a benzol tömegét a térfogatából és sűrűségéből, majd a benzolból és az ismeretlen szénhidrogénből készített oldat tömegét is. A keletkezett oldat tömegéből és sűrűségéből könnyedén kiszámítható a térfogata. Ismerjük az oldat anyagmennyiség koncentrációját és előbb számoltuk ki a térfogatát, gyerekjáték kiszámítani az oldatban lévő oldott anyag anyagmennyiségét ezen adatokból. Most már ismerjük az oldott anyag anyagmennyiségét, ne feledjük, hogy a feladat szövege megadta a tömegét is, osszuk el őket egymással és készek is vagyunk. Nézzük:

Ismerjük a benzol térfogatát és sűrűségét, ebből könnyedén ki tudjuk számítani a tömegét:

$$m_{\text{benzol}} = \rho_{\text{benzol}} * V_{\text{benzol}}$$

$$m_{\text{benzol}} = 150 * 0,8786 = 131,79 \text{ g}$$

Tehát 131,79 g benzolban oldjuk fel az ismeretlen szénhidrogén 19,23 grammját, azaz a keletkező oldat tömege:

$$m_{\text{oldat}} = m_{\text{benzol}} + m_{\text{ismeretlen CH}}$$

$$m_{\text{oldat}} = 131,79 + 19,23 = 151,02 \text{ g}$$

A keletkező oldatnak könnyedén ki lehet számítani a térfogatát sűrűségének és tömegének az ismeretében:

$$V_{\text{oldat}} = \frac{m_{\text{oldat}}}{\rho_{\text{oldat}}} = \frac{151,02}{0,9568} = 157,8 \text{ cm}^3$$

Az anyagmennyiség koncentráció és az oldat térfogatának az ismeretében számoljuk ki az oldott anyag anyagmennyiségét (ne feledjük a térfogatot dm^3 -ben behelyettesíteni):

$$n_{\text{ismeretlen oldott anyag}} = V_{\text{oldat}} \cdot c_{\text{oldat}}$$

$$n_{\text{ismeretlen oldott anyag}} = 0,1578 \cdot 0,9505 = 0,1500 \text{ mol}$$

A feladat szövege megadta az ismeretlen vegyület tömegét (amit feloldottunk belőle), kiszámoltuk ennek anyagmennyiségét, az ismeretlen vegyület moláris tömege:

$$M_{\text{vegyület}} = \frac{m_{\text{ismeretlen anyag}}}{n_{\text{ismeretlen oldott anyag}}} = \frac{19,23}{0,1500} = 128,2 \text{ g/mol}$$

b) A moláris tömeg és a megadott tulajdonságok alapján adja meg az ismeretlen szénhidrogén molekulaképletét és nevét!

Ami biztos, hogy a vegyületünk a benzolhoz hasonlóan aromás szerkezetű és szilárd. Gondolkodjunk el, hogy a tanult vegyületek közül (ugye bár olyat nem kérdezhetnek, ami nem tananyag) mi lehet az, amit régebben gyakran alkalmaztak, szilárd halmazállapotú és aromás? Nem túl sok opciónk van, ez csakis a **naftalin** (alkalmazták pl molyirtóként, festékanyagok készítése során stb...) lehet, aminek a képlete: **C_{10}H_8** .

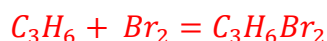
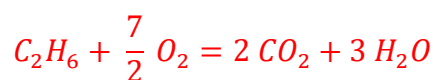
7. Számítási feladat

Etán-propén gázelegyenben a szén és hidrogén tömegének aránya:

$$\frac{m(\text{C})}{m(\text{H})} = \frac{5,163}{1,000}$$

Az elegy 37,28 g tömegű mintáját 20°C -os, fölös mennyiségű brómos vízben vezetik át. (A reakciótermék forráspontja 167°C). A brómos vízben el nem nyelődött gázt elégetik, majd a forró égéstermék hideg, tömény nátrium-hidroxid-oldatba vezetik.

a) Írja fel a számításokhoz felhasznált reakciók egyenletét!



b) Mekkora tömegű gáz nyelődött el a brómos vízben?

Elsőnek is tisztázzuk le, hogy az etán és a propén közül telítetlen vegyület lévén csakis a propén tud elnyelődni brómos vízben. Mivel csak a propén tud elnyelődni ezért a kérdést úgy is meg lehetne fogalmazni, hogy a 37,28 g gázelegy mekkora tömegű propént tartalmaz, hiszen a propén tömege a kérdés. *A kérdés megválaszolásához ezt elengedhetetlen megérteni.*

A propén tömegét többféleképpen is ki lehet számítani. Nézzünk 2 módszert, egyik az lesz, amit a megoldókulcs is alkalmazott.

Az **első módszer** esetében legyen a gázelegyben X g propén és ez esetben 37,28-X g etán. A feladat szövege megadta a gázelegyben lévő szénatomok és hidrogén atomok tömegének az arányát, 5,163:1,000. Az aránypárok segítségével számoljuk ki, mondjuk a szénatomok tömegét (*ne feledjük a matematikai tanulmányainkat, ezt úgy tehetjük meg, hogy a gázelegy összes tömegét leosztjuk az aránypárok összegével, majd visszaszorozunk a szénatom arányszámával*):

$$m_c = \frac{37,28}{6,163} * 5,163 = 31,23 \text{ g}$$

Ennek anyagmennyisége:

$$n_c = \frac{31,23}{12,01}$$

Ne feledjük, a gázelegyben van X gramm propén, és 37,28-X g etán. Ezeknek az anyagmennyisége tömegeik és moláris tömegei hányadosaként:

$$n_{propén} = \frac{X}{42,08}$$

$$n_{etán} = \frac{37,28 - X}{30,07}$$

Tudjuk a gázelegy összes széntartalmát számszerűleg (31,23/12,01 mol). Azt is tudjuk a vegyületek képletei által, hogy 1 mol propén 3 mol szénatomot tartalmaz, 1 mol etán 2 mol szénatomot tartalmaz. Azaz a gázelegy összes széntartalmát a vegyületek képleteit

felhasználva is meg lehet állapítani és ily módon fel tudunk írni egy egyenletet, ugyanis a két különböző úton megkapott széntartalomnak meg kell egyeznie:

$$n_C = \frac{X}{42,08} * 3 + \frac{37,28 - X}{30,07} * 2 = \frac{31,23}{12,01}$$

$$X = 25,26 \text{ g}$$

X-re a propén tömegét kaptuk meg, vagyis **a kezdeti gázelegy 25,26 grammja nyelődik el** a brómos vízben.

A **második módszer** a megoldókulcsot fogja követni, hogy jobban megértsük mit is akartak ott leírni.

Itt két ismeretlenes egyenletrendszerre játszottak, azt mondták, hogy a gázelegyben legyen X mol etán és Y mol propán. Ugyebár ily módon a gázelegyben X mol etán $X * 30,07$ g tömegű és Y mol propén pedig $Y * 42,08$ g tömegű. Mivel a gázelegyet ez a két gáz alkotja csak, ezért a tömegüket összeadva meg kell kapnunk a gázelegy teljes tömegét, azaz az első egyenlet kész is:

$$I. X * 30,07 + Y * 42,08 = 37,28$$

A második egyenlet felírásához a megoldókulcs a tömegarányt használta. X mol etánban $2 * X$ mol C és $6 * X$ mol H atom van. Y mol propénben $3 * Y$ mol C és $6 * Y$ mol hidrogén atom van. Azaz a gázelegyben összesen van $2 * X + 3 * Y$ mol C atom, illetve $6 * X + 6 * Y$ mol H atom. A C és H atom anyagmennyiségét szorozzuk meg a moláris tömegeikkel és ily módon megkapjuk a tömegeiket:

$$m_C = (2 * X + 3 * Y) * 12,01$$

$$m_H = (6 * X + 6 * Y) * 1,008$$

Ne feledjük, a szénatom és hidrogénatom aránya adott, ezáltal fel tudjuk írni a második egyenletet is:

$$\frac{m(C)}{m(H)} = \frac{5,163}{1,000} = \frac{(2 * X + 3 * Y) * 12,01}{(6 * X + 6 * Y) * 1,008}$$

$$X = 0,4000 \text{ mol és } Y = 0,6000 \text{ mol}$$

Azaz 0,6000 mol propént tartalmaz a gázelegy, ennek tömege a moláris tömege által:

$$m_{\text{propén}} = 0,6000 \cdot 42,08 = 25,25 \text{ g}$$

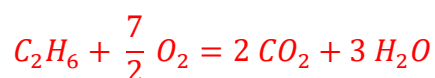
Megjegyzés: véleményem szerint az első módszer talán némileg egyszerűbb matematikailag. Az, hogy a két módszer között eltért nagyon-nagyon picit a végeredmény az senkit ne ijesszen meg, ennyi bőven belefér.

c) Számítsa ki a nátrium-hidroxid-oldat tömegnövekedését is!

A b) feladatrész ismeretében ennek a feladatrésznek a megoldása már gyerekjáték, ha figyelünk a részletekre. Azt tudjuk, hogy a brómos vízben az etán nem nyelődött el, azaz az etánt égettük el.

Na és itt van egy nagy szivatás. Alapvetően, amikor égés utáni gázelegyet lúgoldatba vezetünk, mindenkinek az jut eszébe, hogy a füstgázban lévő szén-dioxid nyelődik el. Nos, ez igaz is. Azonban figyeljünk a feladat szövegére!!!! A feladat szövege azt írja, hogy a forró füstgázt hideg NaOH-oldatban nyeleti el, célozva ezzel arra, hogy az elnyeletés előtt a reakció során keletkezett vízgőz nem csapódott le, hanem azt is belevezetjük a hideg oldatba, vagyis a tömegnövekedést nem csak az elnyelődő szén-dioxid, hanem a lecsapódó víz is okozza. Azaz ki kell számolnunk, hogy az égési folyamat során mekkora tömegű víz illetve szén-dioxid keletkezett.

Az előző feladatrészben már kiszámoltuk, hogy a kezdeti gázelegy 0,4000 mol etánt tartalmazott:



A fenti reakcióegyenlet alapján jól látszik, hogy 0,4000 mol etánból kétszer ennyi szén-dioxid (0,8000 mol) és háromszor ennyi víz keletkezik (1,200 mol). Ezeknek a tömegei a moláris tömegeik által:

$$m_{\text{szén-dioxid}} = 0,8000 \cdot 44,01 = 35,21 \text{ g}$$

$$m_{\text{víz}} = 1,200 \cdot 18,02 = 21,62 \text{ g}$$

Mivel a tömegnövekedést a hideg oldatban kémiai elnyelődő szén-dioxid és lecsapódó víz együtt okozza, azért a tömegnövekedés:

$$m_{\text{tömegnövekedés}} = m_{\text{szén-dioxid}} + m_{\text{víz}} = 35,21 + 21,62 = \mathbf{56,83\ g}$$

Megjegyzés: véleményem szerint ez a feladatrész picit övön aluli volt és nem is túl szerencsés, én nem erőltettem volna a vízgőzt...

8. Számítási feladat

A textilfestésben, fák impregnálására és lombtrágyaként is használt vasgálic tulajdonképpen kristályvíztartalmú vas(II)-szulfát. A vasgálic 45,36 m/m % kristályvizet tartalmaz.

a) Adja meg a kristályvizes só pontos képletét!

A vasgálic képlete legyen $\text{FeSO}_4 \cdot X \text{ H}_2\text{O}$. Ha kristályvizes vas(II)-szulfát 45,36 m/m% kristályvizet tartalmaz, akkor $100 - 45,36 = 54,64$ m/m% vas(II)-szulfátot. Ne feledjük el azt az összefüggést, hogy a kristályvizes vegyület tiszta sótartalma kiszámítható a vízmentes és a vizes só moláris tömegének a hányadosaként:

$$\frac{m}{m} \%_{\text{tiszta sótartalom}} = \frac{M_{\text{vas(II)-szulfát}}}{M_{\text{kristályvizes vas(II)-szulfát}}} * 100\%$$

A vas(II)-szulfát moláris tömege 151,9 g/mol. A kristályvizes sóban ehhez képes van még X mol víz, melynek a tömege $18 \cdot X$ g, azaz a vizes só moláris tömege $151,9 + 18 \cdot X$ g/mol. Helyettesítsünk be a fenti összefüggésbe és X-re megkapjuk, hogy 1 mol vizes só hány mól vízzel kristályosodik, azaz válaszolunk a kérdésre:

$$54,64\% = \frac{151,9}{151,9 + 18 \cdot X} * 100\%$$

$$X = 7,006$$

A kristályvizes só képlete: **$\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$**

Megjegyzés: a megoldókulcs úgy oldja meg ezt a feladatrészt, hogy vesz 100 grammot a vizes vegyületből, majd a megadott tömegszázalék által kiszámolja a 100 gramm vegyületben lévő víz (45,36 g) és vas(II)-szulfát (54,64 g) tömegét. A tömegekből moláris tömegek által anyagmennyiségeket számol, majd a két anyagmennyiség (vas(II)-szulfát: 0,3595 mol és víz: 2,517

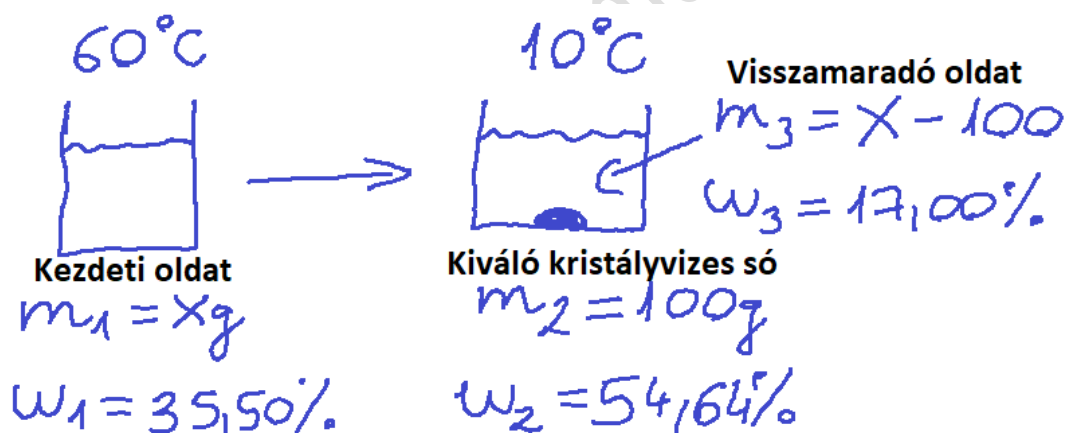
mol) legkisebb egész számú arányát megkeresi (amit ugyebár úgy lehet a legkönnyebben megtenni, ha a két számot elosztjuk egymással, 2,517/0,3595 és erre 7:1 arány jön ki).

A vas(II)-szulfát telített oldatának tömegszázalékos sótartalma: 10 °C-on 17,00 %, 60 °C-on 35,50 %.

b) Számítsa ki, mekkora tömegű vasgálicból készítsünk 60 °C-on telített oldatot, ha azt 10 °C-ra hűtve 100,0 g szilárd vasgálicot szeretnénk kinyerni! (Ha a feladat előző részét nem tudta megoldani, számoljon $\text{FeSO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ összetétellel!)

Itt elég kedvesek voltak, hogy nem tették ezt a feladatrészt az előző feladatrésztől függővé, azonban én az a) részben kiszámolt képlettel fogok tovább haladni.

Ha ki tudnánk számolni a 60 °C-on telített oldat tömegét, akkor a tömegszázalékos összetétel segítségével ki tudjuk számolni a benne lévő összes oldott vas(II)-szulfát tömegét is, abból pedig a vizes só mennyiségét. A 60 °C-on telített oldat tömegét tán legegyszerűbben keverési egyenlet felírása által lehet meghatározni. Induljunk ki X g 60 °C-os oldatból:



$$X \cdot 35,50 = 100 \cdot 54,64 + (X - 100) \cdot 17,00$$
$$X = 203,5g$$

Megjegyzés: ne feledjük, hogy kristályvizes só válik ki. Ez esetben a kiváló só m/m%-os összetétele nem 100%, hanem az adott vizes vegyületre jellemző érték. Én az a) feladatrészben kiszámolt vizes só tömegszázalékos összetételét használtam fel. Ha valaki kiszámolta újra a vizes só összetételét a

moláris tömegek hányadosaként, akkor előfordulhat, hogy némileg eltérő eredményt kap, mint pl. ahogy azt a megoldókulcsban is láthatjuk, de természetesen ezért nem járhat levonás.

A keverési egyenlet által megkaptuk, hogy 203,5 g kezdeti oldatra van szükségünk. Az oldat tömegszázalékos összetételét felhasználva, az oldott vas(II)-szulfát tömege:

$$35,50\% = \frac{m_{\text{oldott vas(II)-szulfát}}}{203,5} * 100\%$$

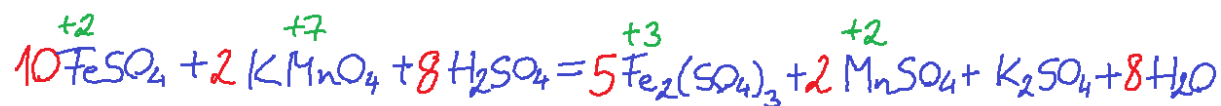
$$m_{\text{oldott vas(II)-szulfát}} = 72,24 \text{ g}$$

Tehát 72,24 gramm tiszta vas(II)-szulfátot kell bevinnünk az oldatba kristályvizes vas(II)-szulfát által. A kristályvizes vas(II)-szulfát 54,64 m/m%-ban tartalmazza a vas(II)-szulfátot:

$$m_{\text{kristályvizes vas(II)-szulfát}} = \frac{72,24}{0,5464} = 132,2 \text{ g}$$

A vas(II)-szulfát-oldatok összetétele ismert koncentrációjú kálium-permanganát-oldattal határozható meg savas közegben.

c) Oxidációs számok jelölésével rendezze a lejátszódó reakció egyenletét!



d) Számítsa ki, hogy a 10 °C-on telített vas(II)-szulfát-oldat 1,000 grammjának titrálására mekkora térfogatú, 0,02000 mol/dm³ koncentrációjú kálium-permanganát-oldat fogy!

Azt tudjuk, hogy a 10°C-os oldat 17,00 m/m%-os, azaz 1,000 g oldatban lévő oldott vas(II)-szulfát tömege 0,1700 g. Ennek anyagmennyisége a moláris tömegek ismeretében:

$$n_{\text{oldott vas(II)-szulfát}} = \frac{0,1700}{151,9} = 1,1192 * 10^{-3} \text{ mol}$$

A fent rendezett egyenlet alapján 10 mol vas(II)-szulfát 2 mol, azaz ötödannyi kálium-permanganáttal reagál, azaz a fogyó kálium-permanganát anyagmennyisége:

$$n_{\text{kálium-permanganát}} = \frac{1,1192 * 10^{-3}}{5} = 2,2384 * 10^{-4} \text{ mol}$$

A kálium-permanganát-oldat térfogata az oldott anyag anyagmennyiségének és az oldat koncentrációjának az ismeretében:

$$V_{\text{hipermangán oldat}} = \frac{n_{\text{kálium-permanganát}}}{C_{\text{oldat}}} = \frac{2,2384 \cdot 10^{-4}}{0,02000} = 0,01119 \text{ dm}^3 = \mathbf{11,19 \text{ cm}^3}$$

9. Számítási feladat

204 g tömegű, 10,0 tömegszázalékos ezüst-nitrát-oldatot elektrolizálunk platinaelektrodokkal. Az anódon 0,588 dm³ térfogatú, 25 °C-os, standard légköri nyomású gáz keletkezett. (A katódon gázfejlődést nem tapasztaltunk, a nitrácion egyik elektródon sem alakult át.)

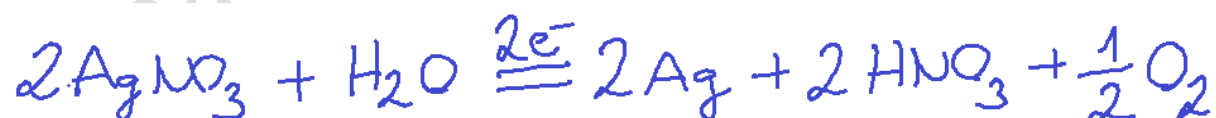
a) Írja fel az elektródfolyamatok egyenletét!



Megjegyzés: a megoldókulcs a katódos folyamatot 1 mol ezüstionnal írja fel. Megjegyezném, hogy ez így finoman fogalmazva nem a legegyszerűsebb (katódon és anódon áthaladt elektronok mennyisége inkább mindig egyezzen meg).... Ha valaki úgy írta fel, mint én és az ezüstös egyenlet rendezését nem fogadják el, azonnal fellebbezzen!

b) Számítsa ki, mekkora tömegű fém vált le a katódon!

Ehhez egyszerűbb felírni a folyamat bruttó egyenletét:



Az anódon fejlődő oxigén térfogata és állapota adott, számoljuk ki az anyagmennyiségét:

$$n_{\text{fejlődő oxigén}} = \frac{V_{\text{fejlődő oxigén}}}{V_m} = \frac{0,588}{24,5} = 0,0240 \text{ mol}$$

A bruttó egyenlet alapján jól látszik, hogy fél mol oxigén mellett 2 mol (azaz négyszeres mennyiségű) ezüst képződik, vagyis a képződő ezüst anyagmennyisége $4 \cdot 0,0240$ mol. Ennek tömege a moláris tömege által:

$$m_{\text{ezüst}} = 4 \cdot 0,0240 \cdot 108 = \mathbf{10,4 \text{ g}}$$

c) Számítsa ki, mekkora elektromos töltés haladt át a cellán!

A cellán áthaladt töltésmennyiség könnyedén kiszámítható a következő összefüggés által:

$$Q = n_{\text{elektron}} \cdot z \cdot F$$

Megjegyzés: a fenti képletbe célszerű mindig az elektron anyagmennyiségét behelyettesíteni, mert ez esetben a „z” értéke 1.

Az előbb leírt bruttó egyenlet alapján jól látszik, hogy a cellán áthaladt elektronok és a képződő ezüst anyagmennyisége azonos (mert az egyenlet szerint 2:2 az arányuk), azaz a cellán áthaladt elektronok anyagmennyisége is $4 \cdot 0,0240$ mol. Helyettesítsünk be:

$$Q = 4 \cdot 0,0240 \cdot 1 \cdot 96500 = 9264 \text{ C} \approx \mathbf{9,26 \cdot 10^3 \text{ C}}$$

Az elektrolízis befejeztével az oldatot desztillált vízzel $5,00 \text{ dm}^3$ végtérfogatra hígítjuk.

d) Számítsa ki a hígítás után kapott oldat pH-ját!

A bruttó egyenlet alapján jól látszik (ezért is volt szerencsés felírni), hogy a folyamat végeztével salétromsav oldat keletkezik. A keletkező salétromsav anyagmennyisége megegyezik a keletkezett ezüst anyagmennyiségével (2:2 arány), azaz $4 \cdot 0,0240$ mol. Az oldat anyagmennyiség koncentrációja a salétromsavra nézve:

$$c_{\text{salétromsav}} = \frac{n_{\text{salétromsav}}}{V_{\text{oldat}}} = \frac{4 \cdot 0,0240}{5} = 1,92 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Ne feledjük, hogy egyértékű erős savak híg oldatokban szinte 100%-ban diszociálnak, azaz 1 mol sav 1 mol protont ad át a víznek. Ebből az következik, hogy a sav bemérési koncentrációja (c) megegyezik a vizes oldatban lévő oxónium ionok egyensúlyi koncentrációjával, azaz a pH így módon számítható:

$$\mathbf{pH = -lgc = -\lg(0,0192) = 1,72}$$

Megjegyzés: a megoldókulcsban az oxónium ionok egyensúlyi koncentrációját eléggé igénytelenül jelölték. Helyesebben: $[H_3O^+]_e$

10. Számítási és elemző feladat

A kén-trioxidot az iparban kén-dioxid és oxigén reakciójával állítják elő az alábbi egyensúlyi folyamatban: $2 SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 SO_3(g)$

a) Számítsa ki a fenti egyenlethez tartozó reakcióhőt!

A számításhoz az alábbi képződéshő-értékeket használja:

Vegyület neve	kén-dioxid (g)	kén-trioxid (g)
Képződéshő (kJ/mol)	-297	-395

Alkalmazzuk Hess-tételét:

$$\Delta_r H = 2 * \Delta_k H_{\text{kén-trioxid}} - (2 * \Delta_k H_{\text{kén-dioxid}} - \Delta_k H_{\text{oxigén}})$$

Helyettesítsük be a megadott képződéshőket. Ne feledjük, az oxigén képződéshője 0 kJ/mol (ugyanis standard állapotú stabilis formája van jelen):

$$\Delta_r H = 2 * (-395) - 2 * (-297) = -196 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

b) Az alábbi lehetőségek közül húzza alá azokat, melyekkel a folyamat egyensúlya a kén-trioxid képződése irányába tolható el!

Katalizátor alkalmazása Nyomás növelése Az oxigén feleslegben való alkalmazása

Melegítés Kén-dioxid elvonása

Megjegyzés: a legkisebb kényszer elve miatt!

A kén-dioxid átalakítását olyan konverterben végzik, amely négy, elkülönített reakcióágyból áll. Az egyes reakcióágyak finom eloszlású katalizátort is tartalmaznak. A vanádium(V)-oxid katalizátor inaktív 400 °C alatt és tönkremegy 620 °C felett. Az egyes reakcióágyak közötti átvezetés alkalmával a gázelegyet külső hőcserélők alkalmazásával rendre visszahűtik 420-450 °C közé. Az első, 30,0 m³ térfogatú reakcióágyba 1,00*10⁵ Pa nyomású, 420 °C

hőmérsékletű kén-dioxidból és levegőből álló gázelegyet vezetnek (A levegő összetétele: 20,0 V/V% oxigén és 80,0 V/V% nitrogén). A kiindulási gázelegy átlagos moláris tömege 34,7 g/mol.

c) Számítsa ki, mekkora anyagmennyiségű gázt tartalmaz az első reakcióágy a kémiai átalakulás megindulása előtt!

Ennek a feladatrésznek a megoldásához csakis az ideális gázok állapotegyenletét tudjuk felhasználni, ugyanis a fent leírt rendszer messze nem standard vagy normál állapotú:

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

$$1,00 * 10^5 * 30 = n * 8,314 * 693$$

$$n = 521 \text{ mol}$$

Megjegyzés: ne feledjük, hogy a hőmérsékletet Kelvinben kell behelyettesíteni. Azt se feledjük, hogy a nyomásnak és térfogatnak egymáshoz képest megfelelő mértékegységpárban kell lenniük ($\text{Pa} \cdot \text{m}^3$, $\text{kPa} \cdot \text{dm}^3$ $\text{MPa} \cdot \text{cm}^3$)

d) Számítsa ki az oxigén és kén-dioxid anyagmennyiség-arányát a kémiai átalakulás megindulása előtt!

Ezt a feladatrészt több féleképpen meg lehet oldani. Elsőnek megmutatnám a saját módszeremet, mert a megoldókulcs matematikailag picit bonyolultabban oldja meg.

Ugyebár a gázelegyenben lévő oxigén és kén-dioxid mennyiségének az aránya a kérdés. Legyen a gázelegyenben X mol kén-dioxid és Y mol oxigén. Érdekes észrevenni, hogy a kezdeti levegő 20,0 % oxigén és 80,0 % nitrogént tartalmaz, azaz a nitrogén mennyisége pontosan négyszerese az oxigén mennyiségének, vagyis ha gázelegyenben Y mennyiségű az oxigén, akkor 4*Y a nitrogén. Tudjuk a gázok anyagmennyiségének az összegét, hiszen kiszámítottuk az előző feladatrészen, ebből jön az első egyenlet:

$$I. \quad X + Y + 4Y = 521$$

azaz

$$I. \quad X + 5Y = 521$$

A gázelegy átlagos moláris tömege és anyagmennyisége által ki tudjuk számítani annak tömegét:

$$m_{\text{gázelegy}} = 521 \cdot 34,7 = 18078,7 \text{ g}$$

No igen, de a gázelegy tömege kiszámítható a gázelegyet alkotó gázok anyagmennyisége és moláris tömege által is (ami az előbb megkapott tömeggel lesz egyenlő, azaz felírható a második egyenlet):

$$n_{\text{kén-dioxid}} \cdot M_{\text{kén-dioxid}} + n_{\text{oxigén}} \cdot M_{\text{oxigén}} + n_{\text{nitrogén}} \cdot M_{\text{nitrogén}} = m_{\text{gázelegy}}$$

Helyettesítsünk be:

$$II. \quad X \cdot 64,1 + Y \cdot 32,0 + 4 \cdot Y \cdot 28,0 = 18078,7$$

Szebb alakban:

$$II. \quad X \cdot 64,1 + Y \cdot 144 = 18078,7$$

A két egyenletet megoldva:

$$X = 87,1 \text{ mol} \quad X = 86,8 \text{ mol}$$

A két gáz anyagmennyiségének az aránya:

$$\text{Arány} = \frac{n_{\text{kén-dioxid}}}{n_{\text{oxigén}}} = \frac{87,1}{86,8} \approx 1,00$$

Most nézzük a megoldókulcs által alkalmazott megoldási módszert. Igazából szinte ugyanúgy csinálta, mint én előbb, csak ebben az esetben kicsit bonyolultabb matematikailag. A megoldókulcs szintén arra ment rá, hogy legyen a gázelegyben X mol kén-dioxid, Y mol oxigén és ugyebár ez esetben 4Y nitrogén (mert a nitrogén mennyisége négyszerese az oxigénének). Így módon a gázelegy teljes anyagmennyisége: $X+5 \cdot Y$ mol.

A gázelegyet alkotó anyagok anyagmennyisége és moláris tömege által fel lehet írni a gázelegy teljes tömegét: $64,1 \cdot X + 32,0 \cdot Y + 4 \cdot Y \cdot 28,0$.

Ha elosztjuk a tömeget az anyagmennyiséggel, akkor a moláris tömeget kapjuk. Az átlagos moláris tömeget számszerűleg is ismerjük 34,7 g/mol:

$$\frac{64,1 * X + 32,0 * Y + 4 * Y * 28,0}{X + 5 * Y} = 34,7$$

Ezután a megoldókulcs úgy rendezte a fenti egyenletet, hogy X/Y hányadost kapjunk, azaz a kén-dioxid és oxigén anyagmennyiségének az arányát!

Az első reakcióágyon való áthaladás után az elegyet hőcserélőn átvezették a második, ugyanekkora térfogatú reakcióágyba, miközben a kén-dioxid 60,0 %- a alakult át, és visszaállt az eredeti, 420 °C-os hőmérséklet.

e) Számítsa ki a folyamat egyensúlyi állandóját 420 °C-on!

Ennek a kiszámításához mindenképp szükségünk lesz a rendszerben lévő kén-dioxid és oxigén kezdeti koncentrációjára. Előzőleg már kiszámítottam az anyagmennyiségeket:

$$c_{\text{kezdeti kén-dioxid}} = \frac{87,1}{30000} = 2,90 * 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$c_{\text{kezdeti oxigén}} = \frac{86,8}{30000} = 2,89 * 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

Megjegyzés: minimális eltérést tapasztalhatunk a kén-dioxid esetében a megoldókulcshoz képest, ugyanis az előző feladatrészt másképp számoltam, mint a megoldókulcs. Mivel a vizsgáló nem tudhatja, hogy hogyan fogják az adott feladatot a megoldókulcsban levezetni, ezért természetesen ezért a minimális eltérésért nem szabadna levonni (hiszen ez már messze nem a vizsgáló kémia tudását mutatja, ha valakinek ilyen miatt levonnak, fellebbezzem).

Most írjuk fel kitöltve az egyensúlyos témakörnél megszokottan alkalmazandó táblázatot:

	2 SO ₂	+	O ₂	⇌	2 SO ₃
Kezdet (mol/dm ³)	2,90*10 ⁻³		2,89*10 ⁻³		0
Átalakul (mol/dm ³)	-1,74*10 ⁻³		-8,70*10 ⁻⁴		+1,74*10 ⁻³
Egyensúly (mol/dm ³)	1,16*10 ⁻³		2,02*10 ⁻³		1,74*10 ⁻³

Megjegyzés: a táblázatban lévő számok úgy jöttek ki, hogy tudjuk, hogy a kén-dioxid 60,0 %-a alakul át, azaz a kén-dioxid átalakulásánál vettem a kezdeti mennyiségének a 60,0 %-át. Ebből a sztöchiometriai számok által viszonyítva kaptam meg a fogyó oxigén (feleannyi, mint a kén-dioxid) és a keletkező kén-trioxid mennyiségét. Az egyensúlyi koncentrációkat úgy kaptam meg, hogy a kezdeti és átalakulási mennyiségeket összeadtam (vigyázz, kén-dioxid és oxigén esetén kivonás lesz a negatív előjel miatt).

Írjuk fel az egyensúlyi állandó képletét, helyettesítsünk be:

$$K = \frac{[SO_3]_e^2}{[SO_2]_e^2 * [O_2]_e} = \frac{(1,74 * 10^{-3})^2}{(1,16 * 10^{-3})^2 * (2,02 * 10^{-3})} = 1,11 * 10^3 \left(\frac{mol}{dm^3}\right)^{-1}$$