

GONDOLKODÓ



Kedves Tanárok és Diákok!

A KÖKÉL pontversenyei a 2011/2012-es tanévben is négy fordulóban jelennek meg októbertől márciusig. A **K** feladatok kezdőknek, 9-10. osztályosoknak szólnak. Egy forduló feladatait nagyjából nehézségük szerint növekvő sorrendben számozzuk. Itt előfordulnak a tananyaghoz szorosabban kapcsolódó feladatok is, de azok is találnak érdekességet, akik szeretnének kicsit túllépni az iskolai anyagon.

A haladóknak szóló **H** feladatokkal bárki megpróbálkozhat, de ezek között több lesz az olyan feladat, amely megköveteli a középiskolai kémia alapos ismeretét. A jó megoldásokban más források, pl. kémia szakkönyvek forgatása is segíthet.

A **K** és **H** feladatsor fordulónként 5-5 feladatot tartalmaz, de nem feltétele a részvételnek mindegyik megoldása. A **H** feladatsort néhány **HO** jelű diákolimpiai feladat is kiegészíti. Ezek a KÖKÉL pontversenyébe nem számítanak bele.

A **H**-val és a **HO**-val jelölt feladatok a magyar diákok felkészülését is segítik a Nemzetközi Kémiai Diákolimpiára. Az egyik cél az, hogy a résztvevők megismerkedjenek azokkal a témakörökkel, amelyek szerepelnek a következő olimpián, bár a magyar középiskolai anyag nem tartalmazza őket. Az ilyen feladatok mellé alkalmanként oktatóanyagokat is közlünk, vagy a korábban megjelent anyagokra utalunk. Ezek az anyagok az olimpiai felkészülés honlapján (<http://olimpia.chem.elte.hu>) is elérhetőek lesznek.

A másik cél az, hogy azok is eljuthassanak az olimpiai válogatóra és jó esetben a nemzetközi versenyre, akik – balszerencse vagy az életkoruk miatt – nincsenek az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny legjobbjai között. A válogatóra ugyanis az OKTV legjobbjait hívjuk meg, de ezen felül a **H** és a **HO** feladatok együttes versenyében legtöbb pontot szerzett diákok közül is számíthatnak néhányan a meghívóra. A 10-11. osztályosokat külön is biztatjuk a részvételre, hisz őket a tanultak a későbbi évek válogatóin, olimpiáin is segíthetik.

Tapasztalataink azt mutatják, hogy az olimpiai csapatba bekerülő négy fő többsége részt vett a levelezőn, tehát érdemes időt fordítani az év közbeni munkára is.

Örömmel fogadunk feladatjavaslatokat a pontversenyekhez, mind tanároktól, mind versenyzőktől, a feladatsorok szerkesztőinek címén.

A pontversenybe történő benevezés elektronikusan, a <http://olimpia.chem.elte.hu> weblapon át lehetséges. Itt az adatokon kívül mindenkitől nyilatkozatot is kérünk arról, hogy a megoldásokat önállóan készíti el.

A dolgozatok feldolgozását megkönnyíti, ha az alábbi formai követelmények teljesülnek:

- 1. Minden egyes megoldás külön lapra kerüljön.**
- 2. A lapok A4 méretűek legyenek.**
- 3. Minden egyes beküldött lap bal felső sarkában szerepeljen a példa száma, a beküldő neve és iskolája.**
- 4. Minden egyes megoldást – feladatonként külön-külön – négyrét összehajtva kérünk (több lapból álló dolgozatokat egybe) úgy, hogy a fejléc kívülre kerüljön.**
- 5. A feltüntetett határidők azt jelentik, hogy a dolgozatot legkésőbb a megadott napon kell postára adni.**

Feladatok kezdőknek

*Szerkesztők: Nadrainé Horváth Katalin és Zagyi Péter
(katalin.nadrai@gmail.com, zagyi.peter@gmail.com)*

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat 2011. november 7-ig postára adva (az internetes nevezés is szükséges!) a következő címre várjuk:

KÖKÉL Feladatok kezdőknek

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

K151. A foszgén (COCl_2) egy színtelen, rothadó szénára emlékeztető szagú gáz, amely egyike a legalattomosabb mérgeknek. Már rendkívül kis mennyiségben belélegezve is súlyos tüdőkárosodást, majd halált okozhat, ráadásul a tünetek csak hosszú (10-16 órás) lappangási idő után alakulnak ki. Vizsgálatok szerint 1 mg foszgén belélegzése már tüdőödéma kialakulásához vezet.

A foszgén szagát levegőben 5 ppm koncentráció fölött érzékeljük. (A ppm a százalékkal – itt térfogatszázalékkal – analóg mennyiség, de nem századrészt, hanem milliomodrészt jelent.)

- a) A laboratórium levegőjébe ($25\text{ }^\circ\text{C}$ -on és standard nyomáson) foszgén került, de a szagát még éppen nem vesszük észre. *Elméletileg mennyi idő alatt jut be a szervezetünkbe a tüdőödéma kialakulásához elegendő mennyiségű foszgén?* (Egy lélegzetvétellel 0,4-0,6 liter levegő kerül a tüdőbe, percenként 13-15 alkalommal.)

Foszgén keletkezhet kloroformból, fény hatására a levegő oxigénjének jelenlétében.

- b) *Írd fel a reakció egyenletét!*

- c) *Hogyan célszerű tárolni a kloroformot, hogy elkerüljük a foszgén keletkezését?*

(Zagyi Péter)

K152. Egy fémét telített sósavban oldva, az oldatból előállíthatjuk a fém kristályvizes kloridját. Ilyen körülmények között 1,00 g fémből elméletileg maximum 8,94 g só nyerhető.

Ha a fémeket kénsavban oldjuk, kristályvizes szulfátot állíthatunk elő az oldatból, 1,00 g fémből elméletileg maximum 12,34 g-ot. Ez az anyag – a kristályvizes kloriddal ellentétben – egyszerűen hevítéssel is vízmentesíthető: 1,00 g hidrátból 0,513 g vízmentes só nyerhetünk.

- a) Számítással határozd meg, hogy melyik fémről van szó!
- b) Add meg a kristályvizes klorid és szulfát képletét!

(Zagyi Péter)

K153. Tészta sütése során gyakran szükséges a térfogat növelése azért, hogy laza, lyukacsos szerkezet alakuljon ki. Erre a célra több anyagot is használhatunk:

1. Szódabikarbóna: a sütés hőmérsékletén hőbomlást szenved, amelynek gázhalmazállapotú termékei is vannak.
 2. Sütőpor: szintén tartalmaz szódabikarbónát, emellett pedig valamilyen savat vagy savanyú só. E két összetevő víz jelenlétében sav-bázis reakcióba lép egymással. A sütőpor jellemző összetétele: 22 tömegszázalék szódabikarbóna, 38 tömegszázalék kalcium-dihidrogén-foszfát, 40 tömegszázalék keményítő.
 3. Szalalkáli (ammónium-hidrogén-karbonát): hőbomlása során csak gázhalmazállapotú termékek keletkeznek.
 4. Szőlőcukor: élesztőgombák által termelt enzim hatására elbomlik (alkoholos erjedés).
- a) Számítsd ki, hogy 500 cm^3 $150\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű, $101,3\text{ kPa}$ nyomású gáz előállításához elméletileg hány grammra van szükség a felsorolt anyagokból!
 - b) Piskótatészta készítésénél egy teljesen más módszerrel érik el a kívánt laza szerkezetet. Mi az eljárás kémiai háttere?

(Zagyi Péter)

K154. Speciális versenyautókban használatos üzemanyag a nitrometán (CH_3NO_2 ; „nitró”), amellyel jelentősen megnövelhető a motor teljesítménye. Ha ennek okát keressük, akkor a kézenfekvő válasz az lenne, hogy azonos tömegű anyagok esetén a nitrometán égésekor több energia szabadul fel, mint a hagyományos benzin égése során. Ez azonban nem igaz.

- a) Számold ki a nitrometán és a benzin égéshőjét MJ/kg egységben! A benzint tekintsük tiszta oktánnak (C_8H_{18}). A nitrometán égése során víz és szén-dioxid mellett nitrogén keletkezik. A képződéshők: $\Delta_k H(\text{CH}_3\text{NO}_2) = -113\text{ kJ/mol}$; $\Delta_k H(\text{C}_8\text{H}_{18}) = -250\text{ kJ/mol}$; $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -242\text{ kJ/mol}$; $\Delta_k H(\text{CO}_2) = -394\text{ kJ/mol}$.

A belső égésű motorok teljesítményének meghatározásánál azt is figyelembe kell venni, hogy egy beszívás során korlátozott mennyiségű levegő kerülhet be a hengerbe, és ez meghatározza az egy ciklus során eléggő üzemanyag mennyiségét, ezáltal pedig a felszabaduló energiát.

- b) *Hasonlítsd össze az adott mennyiségű levegőben tökéletesen elégethető oktán, ill. nitrometán tömegét!*
- c) *Hasonlítsd össze az adott mennyiségű levegővel reagálni képes oktán, ill. nitrometán tökéletes elégeése során felszabaduló energiát! Ennek alapján értelmezd, hogy a nitrometán miért fokozza a motor teljesítményét!*

(Zagyi Péter)

K155. Manapság nagy népszerűségnek örvendenek a túltelített nátrium-acetát-oldattal végzett kísérletek, mert egyrészt igen látványosak, másrészt pedig konyhai körülmények között is egyszerűen és lényegében veszélytelenül kivitelezhetők. Éppen ezért a feladatban leírtak otthon vagy az iskolai laboratóriumban ki is próbálhatóak.

Mindenekelőtt szükségünk van nátrium-acetátra. Az anyagot vízmentes vagy kristályvizes (nátrium-acetát-trihidrát: $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) formában vásárolhatjuk meg, ill. állíthatjuk elő. Házilagos előállítása legegyszerűbben ecet és szódabikarbóna reakciójával történhet. A folyamat során vizes oldat keletkezik, amiből aztán a sót kikristályosíthatjuk. Tudnunk kell azonban, hogy a nátrium-acetát-oldatból 58°C fölött vízmentes só, 58°C alatt pedig trihidrát válik ki.

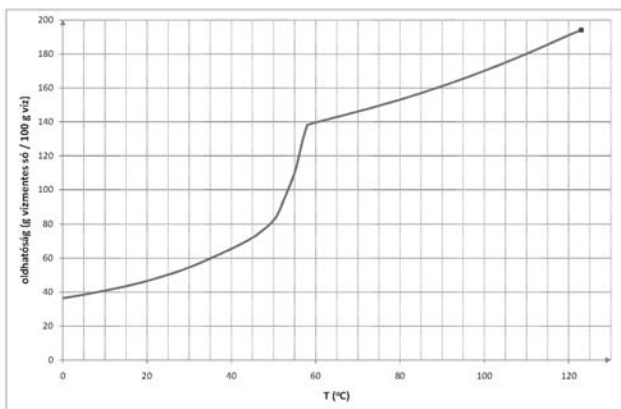
- a) Írd fel a nátrium-acetát előállításának reakcióegyenletét!

Számos internetes oldal, ill. blog foglalkozik a sóoldat előállításával. Általában 5-10 tömegszázalékos ecet és sztöchiometrikus mennyiségű szódabikarbóna használatát javasolják. Az elegyítés után az oldatot forralással bepárolják vagy nyitott edényben tárolják. Utóbbi esetben több napos várakozási idővel kell számolni.

- b) *Milyen előnyei, ill. hátrányai lehetnek a javasoltnál töményebb (15 vagy 20 %-os) ecet használatának?*
- c) *Hogyan lehet mérés és számolás nélkül közelítőleg sztöchiometrikus mennyiségű szódabikarbónát adagolni az ecethez?*
- d) *1,0 liter (1030 g) 20,0 tömegszázalékos ecethez elméletileg hány gramm szódabikarbóna szükséges?*
- e) *Az előbbi mennyiségek használata esetén elvileg hány gramm szilárd anyag nyerhető az oldatból, ha*
 - bepároljuk;
 - nyitott edényben hagyjuk lehűlni szobahőmérsékletre, majd sokáig állni hagyjuk?

Az előállított nátrium-acetátból (vagy a trihidrátból), forró tömény oldatot kell készítenünk. A tapasztalatok szerint 55 tömegszázalékos oldattal remekül sikerülnek a kísérletek.

- f) *Hány gramm vízben kell feloldani 100 g vízmentes nátrium-acetátot, ill. 100 g nátrium-acetát-trihidrátot, hogy 55 tömegszázalékos oldatot kapjunk? Legalább hány °C-ra kell ehhez melegíteni az oldatot?*



A nátrium-acetát oldhatóságának hőmérsékletfüggése

Ha az elkészített forró (a gyakorlatban a gyors és teljes oldódás kedvéért 70-80 °C-osra melegített) tömény oldatot lassan, lefedett pohárban hagyjuk kihűlni, akkor kristálykiválás nem következik be: túltelített oldatot kapunk. Ha ebbe az oldatba beledobunk egy nátrium-acetát-kristályt, a kristályosodás azonnal megindul, és nagyon látványos módon néhány másodperc alatt le is zajlik. De ennél ötletesebb kísérleteket is kitalálhatunk a túltelített oldatunkkal; a világhálón számos videó látható erről.

- g) *Miért fontos, hogy a tömény oldat készítése során ne maradjon feloldatlan szilárd anyag az edényben?*
- h) *Milyen energiaváltozás kíséri a kristályosodást, és mi ennek a magyarázata?*
- i) *Milyen gyakorlati alkalmazásai vannak a jelenségnek?*
- j) *Egy kommentelő az alábbi esetet írja le: „Forrásban lévő ecethez hozzáadtam a szódaikarbónát, jól feloldódott, hűtőbe tettem, de aztán az oldattal nem sikerült semmi.” Miért nem?*

Egy internetes oldalon olyan receptet mutatnak be, amelyben kiküszöbölik a nátrium-acetát kikristályosítását, így egyszerűbben állítják elő a túltelített oldatot:

„Egy liter ecetbe (5-8%-os) tegyetek 8-10 evőkanál szódabikarbónát. Ez egy ideig pezsegni fog, majd egy víztiszta folyadékot kaptok. (Ha nem, adjatok hozzá még egy kis ecetet). Ezután a gyorsabb megoldás, hogy miután lepezsgett az ecet-szódabikarbóna lötyty, felteszitek a tűzhelyre (rozsdamentes acél fazékban) főni. Addig forraljátok, amíg meg nem jelenik egy vékony kéreg a folyadék felszínén. Ekkor azonnal leveszitek a tűzhelyről, kevés vizet adtok hozzá, hogy a kéreg feloldódjon, és (tiszta edénybe töltve) hagyjátok lehűlni.”

k) Milyen összetételű a folyadék felszínén megjelenő kéreg?

l) Körülbelül hány tömegszázalékos oldatot készítünk ezzel az eljárással?

(Zagyi Péter)

Feladatok haladóknak

Szerkesztő: Magyarfalvi Gábor és Varga Szilárd
(gmagyarf@chem.elte.hu, boyle83@gmail.com)

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat 2011. november 7-ig postára adva (az internetes nevezés is szükséges!) a következő címre várjuk:

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

H151. A levegő összetételéről sok helyen a következő, zavarba ejtő adatokat olvashatjuk: nitrogén: 78%; oxigén: 21%; argon: 0,9%; vízgőz: 0–4%.

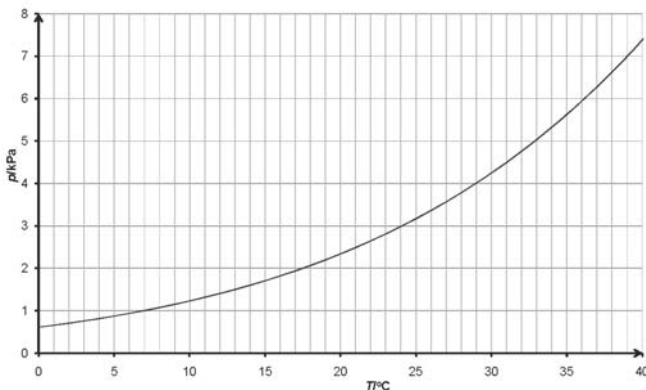
Az alább megadott adatok segítségével válaszoljuk meg a következő kérdéseket! (A gázok viselkedését tekintsük ideálisnak!)

a) 20 °C-on és standard nyomáson elméletileg maximum hány térfogatszázalék vízgőzt tartalmazhat a levegő? Mi a pontos térfogatszázalékos összetétele ennek a levegőnek?

b) Lehet-e 4,0 térfogatszázalék a levegő vízgőztartalma 28 °C-on? Válaszodat indokold!

A száraz levegő összetétele: 78,084 % N_2 ; 20,946 % O_2 ; 0,930 % Ar; 0,0387 % CO_2 ; 0,0013% egyéb (elsősorban nemesgázok).

A víz gőznyomásának hőmérsékletfüggését 0–40 °C között az alábbi grafikon mutatja:



(Zagyi Péter)

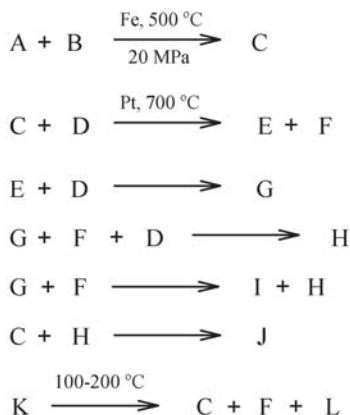
H152. A Furcsa Fém-oxidok Fegyvertárának főállású feltalálói öt anyagot vizsgáltak meg. Mindegyik anyag egyetlen fém és az oxigén vegyülete volt.

1. Egy narancsvörös színű oxid 266,2 mg-ját feleslegben vett szénnel redukálták: 34,18 mg szén-dioxid és elemi fém keletkezett.
2. Egy halványsárga színű, illékony, szilárd oxid 471,4 mg-ját hidrogénnel reagáltatva 352,7 mg tiszta fém maradt vissza.
3. Egy sötétzöld oxid 1134,9 mg-ját hidrogénnel redukálva 48,6 mg víz keletkezett, majd a másik termék magnéziummal reagálva 325,9 mg MgO -t és tiszta fémet adott.
4. Egy nagyon instabil vegyületet csak piridinnel képzett kék színű adduktumaként sikerült előállítani. Az adduktumról megállapították, hogy benne a fém és a nitrogén molaránya 1:1. Az adduktum 279,4 mg-jának bomlásakor 104,7 mg piridin szabadult fel.
5. Egy halványzöld színű fém-oxidról meghatározták, hogy benne 92,8 mg fém 13,2 mg oxigénnel alkot vegyületet. A por sűrűségét $8,9 \text{ g/cm}^3$ -nek mérték.

Mi lehetett az öt vegyület?

(Lente Gábor)

H153. *Fejtsd meg, milyen anyagot jelölnek a betűk! A, B és D elemek (rendszámuk ebben a sorrendben nő), a többi betű vegyületet jelöl. H vizes oldata erősen savas kémhatású. Írd fel a rendezett reakcióegyenleteket! Mire használhatják az utolsó reakciót?*



(Kiss Andrea)

H154. Az **A** szerves sav (amely könnyen képez molekulán belüli hidrogénkötést, és széntartalma 60,87%) egy részletéből nátriummal 18,38 cm³ standardállapotú hidrogén fejleszthető. Ecetsavanhidriddel (mely reagens segítségével alkoholokból könnyen készíthető ecetsavészter) reagáltatva a fehér kristályos **B** vegyületet kapjuk. Ha **A** metanolos oldatához pár csepp tömény kénsavat adunk és forraljuk, a **C** átható szagú szerves folyadékot kapjuk. Az **A** vegyülettel ekvimoláris mennyiségű **B** és **C** nátriummal egyaránt 9,188 cm³ standardállapotú hidrogént fejleszt. Bázikus közegben az **A** és **B** vegyület is reagál réz-szulfáttal. Így **D** zöld és **E** kék, semleges komplexek keletkeznek, melyek réztartalma 18,81% és 15,06%.

Milyen vegyületeket jelölnek az A – E betűk?

(Varga Szilárd)

H155. Egy természetgyógyászattal behatóan foglalkozó idős hölgy rendszeresen fogyasztott egy keveréket, melyről azt állította, hogy jelentősen meghosszabbítja fogyasztója élettartamát. A keverék összetétele a következő: 40 cm³ cc. kénsav, 40 cm³ cc. sósav, 40 cm³ 20%-os ecetsav, 3 db nitroglicerintabletta, 1 dm³ desztillált víz.

Ebből a keverékből a hölgy mindennap egy kiskanálnyit tesz egy csésze teába, elfogyasztja, és még él. Ez a tény, a folyadék kémhatását is tekintetbe véve, valóban arra utal, hogy az illető megtalálta az örök élet titkát.

- Becsüld meg a keverék pH-ját!*
- Becsüld meg a keverékkel „felütött” csésze tea pH-ját!*
- Mi lehet a nitroglicerín-tabletta szerepe?*

A hiányzó adatoknak (savi disszociációs állandók, oldatsűrűségek) nézz utána, a térfogatokat becsléssel vagy méréssel állapítsd meg!

(Komáromy Dávid)

HO-73. Vizes oldatok pH-jának *számítással* történő meghatározása gyakran igen nehéz (esetenként lehetetlen) feladat. Pontos adatot csak *méréssel* kaphatunk, ugyanis a IUPAC a pH definícióját egy elektrokémiai méréshez kötötte. Ezekhez a mérésekhez szükség van ún. standard oldatokra, amelyeknek a pH-ját definíciószerűen rögzítették.

Az egyik ilyen standard oldat a kálium-hidrogén-ftalát 0,05000 mol/kg molalitású* vizes oldata, amelynek a pH-ja 25,0 °C-on 4,005. (Ennek az oldatnak a sűrűsége 1,0017 g/cm³.)

Vizsgáljuk meg, hogy milyen eltérések adódnak a kálium-hidrogén-ftalát oldat pH-ját illetően a számított és a definiált érték között!

1,000 dm³, 25,0 °C-os, pontosan 4,005 pH-jú kálium-hidrogén-ftalát oldatot szeretnénk készíteni nagy tisztaságú szilárd ftálsavból, 5,100 tömegszázalékos KOH-oldatból és desztillált vízből.

- Hogyan járunk el, ha a definíciót tartjuk szem előtt?*
- Az előző pontban kiszámított mennyiségű ftálsavhoz hány gramm KOH-oldatot, ill. desztillált vizet adnánk, ha a mennyiségek meghatározásánál a ftálsav savállandóira alapozott számításokat végeznénk?*
- A ftálsav savállandóit felhasználó számolással mekkorának adódik a 4,005 pH-jú kálium-hidrogén-ftalát-oldat anyagmennyiség-koncentrációja? Mekkora ez az érték a valóságban?*

* A molalitás definíciója: $m = \frac{n_{\text{oldott anyag}}}{m_{\text{oldószer}}}$; mértékegysége mol/kg.

A ftálsav savállandói 25 °C-on: $K_{s1} = 1,122 \cdot 10^{-3}$; $K_{s2} = 3,908 \cdot 10^{-6}$

$M(\text{ftálsav}) = 166,14 \text{ g/mol}$; $M(\text{kálium-hidrogén-ftalát}) = 204,44 \text{ g/mol}$

(Zagyi Péter)

HO-74. Egy szilárd és egy gázhalmazállapotú elem reakciójában egy sötétvörös vegyület (**A**) keletkezett. 1,00 g **A**-t feleslegben vett fém-magnéziummal reagáltattunk, majd a reakció termékeit vízben feloldottuk, és a kapott oldatot szintén feleslegben vett AgNO_3 -mal reagáltattuk. A színes csapadékot (mely nem csak egyféle anyagot tartalmaz) az oldatból kiszűrtük, megszáritottuk és lemértük: a tömege 2,33 g lett. A vizes oldatban csak $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ és AgNO_3 feleslege maradt. *Határozd meg az A anyagot, és írd fel propilénnel való reakciójának egyenletét! Röviden fejtse ki a gondolatmenetét és a megfigyeléshez vezető számításokat!*

(orosz feladat)

HO-75. Részlet egy jegyzőkönyvből:

Réz(II) és cink(II) mérése egymás mellett komplexometrián

Kísérlet

CuSO_4 és ZnSO_4 100 cm³-re hígított törzsoldatának 10,00 cm³-es részleteihez tömény ammóniaoldatot adtunk (**1-2**), míg a keletkező csapadék feloldódott (**3-4**), majd murexid indikátor jelenlétében titráltuk 0,05 mol/dm³ koncentrációjú EDTA-mérőoldattal lila színig (1. fogyás). A törzsoldat újabb 10,00 cm³-es részleteihez 0,05 g aszkorbinsavat (**5**), 10 cm³ 0,1 mol/dm³ koncentrációjú KSCN-oldatot (**6**) és 1 g urotropint adtunk, majd metiltimolkék indikátor mellett titráltuk 0,05 mol/dm³ koncentrációjú EDTA-val kék színből állandó sárgáig (2. fogyás). A mérőoldat faktora: $f = 1,039$.

Tapasztalat

1. fogyás	2. fogyás
$V_1 = 10,25 \text{ cm}^3$	$V_4 = 7,02 \text{ cm}^3$
$V_2 = 10,32 \text{ cm}^3$	$V_5 = 7,06 \text{ cm}^3$
$V_3 = 10,33 \text{ cm}^3$	$V_6 = 7,05 \text{ cm}^3$

Magyarázat

A feladat: befejezni a jegyzőkönyvet. *Írd fel a számokkal jelölt kémiai reakciók egyenletét! Magyarázd meg a mérés elvét! Mi a szerepe az ammóniának és az urotropinnak? Számítsd ki, hány g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ és hány g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ felhasználásával készült a törzsoldat!*

(Kiss Andrea)