

GONDOLKODÓ



Feladatok

**Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Varga Szilárd,
Zagyi Péter**

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat 2015. március 18-ig postára adva a következő címre várjuk:

KÖKÉL Feladatmegoldó pontverseny

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

A borítékon tüntesd fel a feladatsor betűjelét is!

Elektronikusan az olimpia.chem.elte.hu honlapon keresztül küldhetitek be a megoldásokat. Kérjük, minden feladatot külön pdf fájlban, feladatkód_beküldő.pdf fájl névvel töltsétek fel. Beszkennelt kézírás esetén figyeljetek a minőségre és az olvashatóságra (tisztá fehér lapra jól látható tintával írjatok)!

A feladatok közé beválogattunk néhányat az idei, Azerbajdzsánban rendezendő Nemzetközi Kémiai Diákolimpia gyakorlófeladataiból.

A36. A légszákok alapvetően négy egységből épülnek fel. Az első egy műanyag zsák, amibe nitrogéngáz kerül, a második a gázgenerátor, a harmadik egy mikroprocesszor vagy miniatűr számítógép, végül a negyedik egy elektromos szenzor. Ez utóbbi érzékeli a gyors sebességvesztést, ezek után a mikroprocesszor beindítja a gázgenerátort, így felfújva a légszákot, amelyből egy kevés gáz ki is tud szökni, hogy az ütközéskor ne legyen túl kemény a légszák.

A gázgenerátor kémiai összetételét tekintve nátrium-azid, kálium-nitrát és szilícium-dioxid porkeveréket tartalmaz. A nátrium-azid 300°C -on vagy elektromos impulzus hatására robbanásszerűen bomlik, miközben nitrogéngáz képződik (1. reakció). A bomlás során keletkező másik termék reagál a kálium-nitráttal. A reakcióban fém-oxidok és szintén elemi nitrogén keletkezik (2. reakció). A fém-oxidok nedvesség hatására erősen bázikus anyagokat képeznének, ezért van jelen a szilícium-dioxid, mert a fém-oxidok ezzel reagálva nátrium- és kálium-szilikátot (SiO_3^{2-} aniont tartalmazó só) képeznek.

a) *Legalább mekkora tömegű porkeverék szükséges egy 35 literes, kormányra szerelt légzsák felfúvásához, ha feltételezzük, hogy minden reakció sztöchiometrikusan megy végbe?*

b) *Írd fel az 1. és a 2. reakció egyenletét!*

(Borbás Réka)

A37. 50,0 gramm vízmentes szódát 70,75 gramm $80,0\text{ m/m } \%$ -os ecet-savoldatban oldunk.

Mekkora lesz a szilárd fázis és a folyadékfázis tömegaránya 20°C -on?

100,0 gramm víz 20°C -on 111,6 gramm nátrium-acetát-trihidrátot old.

(Borbás Réka)

A38. Egy sajtüzem jegyzőkönyve alapján egy raclette sajt készítése a következőképp zajlott: 100,0 liter pasztőrözött tejbe (melynek sűrűsége $1,035\text{ g/cm}^3$, zsírtartalma $3,96\text{ m/m } \%$, fehérjetartalma $3,80\text{ m/m } \%$) belekeverték a baktériumkultúrát, majd fél óra elteltével az oltóenzimet. A készítményt 32°C -on tartották, majd a térhálás koagulum kialakulása után felaprózták. Ekkor a savó egy része az alvadék aprózódása során kijött az alvadékból. Ekkor a rendszert 38°C -on tartották fél óra hosszat. Ezután kiszűrték az alvadékot, és préselték, fokozatosan emelve a prérést 20 kg-ról 80 kg-ra, amikor még nagy mennyiségű savó távozott. A savó sűrűsége $1,017\text{ g/cm}^3$, zsírtartalma $0,51\text{ m/m } \%$, és emellett $0,69\text{ m/m } \%$ fehérjét is tartalmaz. A préselés után 9,28 kg nyers sajt került a sajtpecébe, ahol érlelték kb. 2 hónapig.

- a) *Ha ebből a raclette sajtból 10 dkg-ot fogyaszt valaki, mennyi fehérjét és zsírt eszik meg?*
- b) *Mekkora energiát visz be a szervezetébe, ha 1 g fehérje energiataralma 17,0 kJ, ugyanennyi zsír energiataralma 40,0 kJ?*

(A valóságban még egy napig 20 m/m %-os sófürdőben áztatják a sajtot érlelés előtt, ekkor a víz egy része sóra cserélődik, tömege lényegében nem változik. Így a számítást nem befolyásolná, de ettől most tekintsünk el.)

(Borbás Réka)

A39. A manapság már nemigen észlelt lidércfényről azt gondolják, hogy azt a mocsarakban a szerves anyagok lebomlása során keletkező gázkeverék, a mocsárgáz öngyulladás okozza. A bomlás során nagyon kis mennyiségben keletkező difoszfén (P_2H_4) a levegőn meggyullad, amely begyűjtja a bomlás során keletkező egyéb gázokat (pl. metán, kén-hidrogén). A mocsárgázhoz lényegében hasonló összetételű a ma több helyen (pl. szennyvíztisztítóban) előállított biogáz, amelyet fűtésre, energiatermelésre használnak. Egy tonna szerves anyagból átlagosan 150-350 m³ biogáz keletkezik. Összetétele 55-60 V/V % metán, 35-40 V/V % szén-dioxid, 5-7 V/V % kén-hidrogén. Ez utóbbi miatt a keletkező kén-dioxidot gondosan el kell távolítani az égéstermékekből.

Milyen határok között mozoghat a biogáz égéshője köbméterenként?

(Borbás Réka)

A40. A gondatlan háziasszony sebtében takarított, és a vízkőoldásra szánt 20 m/m %-os sósavból 3,0 dl-t (sűrűsége 1,1 g/cm³) és a fertőtlenítésre szánt hypo 3,0 deciliterét összeöntötte. (A hypoban 1-5% nátrium-hipoklorit van, sűrűsége 1,1 g/cm³)

Elérheti-e az egészségügyi határértéket a keletkező klórgáz koncentrációja a 2,5 m × 3,0 m × 2,75 m méretű fürdőszobában még a teljes keveredés után is?

A klórgáz egészségügyi határértéke 1,5 mg/m³.

(Borbás Réka)

K226. Egy nehezen oxidálható fém oxidját úgy állítjuk elő, hogy ionjait tartalmazó sót vízben oldva lúggal reagáltatjuk, ekkor a fém oxidjának hidrátja válik ki az oldatból. Az óvatos dehidratáció során a víz teljes elvesztése 4,08 %-os tömegcsökkenéssel jár együtt. Ezek után a keletkezett barna színű fém-oxidot 160 °C-ra felmelegítve bomlás figyelhető meg, a tömegállandóság a fém-oxid-hidrát tömegének 85,50 %-ánál következik be.

a) *Melyik ez a fém?*

A fenti fémet oxidációnak vetjük alá a következők szerint. A fém egy kis mintáját 370 °C-os 8,00 atm nyomású oxigén-fluor gázkeverékkel reagáltatjuk. Ekkor egyetlen termék (**A**) keletkezik. Ha **A** 2,000 mg-ját csökkentett nyomáson 180 °C-ra felmelegítjük, majd 20 °C-on kondenzáltatjuk, 1,703 mg-ot kapunk egy vörösbarna szilárd anyagból (**B**), amely a fém mellett csak fluort tartalmaz. Az **A** bomlása során keletkező gázelegy sűrűsége 1,391 g/dm³ 25 °C-on és standard légköri nyomáson.

Ha a termékként kapott 1,703 mg **B**-t hidrogénnel redukáljuk, 1,149 mg fémet kapunk.

b) *Határozd meg az **A** és **B** anyag összegképletét! Írd fel a lejátszódott folyamatok reakcióegyenletét!*

(Borbás Réka)

K227. Egy olyan anyagot szeretnénk előállítani, amelyet a szénhidrogénnel szennyezett talaj kármentesítésére is használnak. Ehhez először nátriumot égetünk el tiszta oxigénben, majd az égéstermék vizes oldatát egy fém-klorid vizes oldatához öntjük. Az oldatból egy sót tudunk kikristályosítani, amely 74,01 m/m % oxigént tartalmaz. A keletkezett 194 g sót kiszűrjük az oldatból. 130 °C-on való szárítással végül 64,7 g terméket sikerült előállítanunk.

a) *Határozd meg a kikristályosodott só, ill. a végtermék képletét!*

Ha a köztitermékként keletkezett sót 85%-os hidrogén-peroxid-oldatban tartjuk, akkor a keresett termékünknek egy olyan szolvátja keletkezik, amelyben a hidrogén : oxigén tömegarány 1 : 32.

b) *Add meg a szolvát képletét!*

(Borbás Réka)

K228. A Föld sárvulkánjainak több mint a fele Azerbajdzsánban található. A kitörések során sár, szénhidrogéngázok és víz távozik. A Bakhar sárvulkánból kitörések között is bőségesen szivárog víz. A távozó vízben a domináns ionok a nátrium és a klorid. A víz analízise során kiderült, hogy más fémionok és egy lángfestést okozó **X** elem is feldúsult bennük. Ez utóbbi elem 250 ppm-es koncentrációja a tengervízhez képest 55-szeres feldúsulást jelent.

A távozó víz elég tömény, belőle fehér kristályok válnak ki, amelyeknek egyik alkotója az **Y** vegyület, ami az **X** elem fontos forrása. A vegyületnek 11,3%, míg **X** elterjedt oxidjának 31,0% a tömegszázalékos **X**-tartalma.

Tudjuk továbbá, hogy az **Y** vegyület 5,30 tömegszázalék hidrogén és 71,3 tömegszázalék oxigén, valamint **X** mellett még egy elemet tartalmaz. Enyhe melegítésre elveszíti kristályvíztartalmát, s eközben 37,8 %-os tömegveszteség mérhető.

- a) *Mi az **X** elem?*
- b) *Számítással határozd meg az **Y** vegyület képletét!*
- c) *Állapítsd meg az **Y** vegyület anionjának képletét, ha tudjuk, hogy 4 **X**-atomot tartalmaz!*
- d) *A távozó víz egy literjéből elvileg legfeljebb hány g **Y** lenne nyerhető, ha a teljes **X** tartalmat így kaphatnánk meg?*

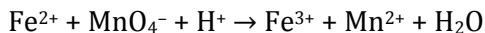
(azeri feladat)

K229. Két színtelen, nem szagtalan gázzal kísérletezünk. Mindkét gázt külön-külön $20,00 \text{ cm}^3$ $0,0178 \text{ mol/dm}^3$ töménységű savas káliumpermanganát oldaton buborékoltatjuk át. $21,8 \text{ cm}^3$ ($25 \text{ }^\circ\text{C}$, 101 kPa) szükséges ahhoz, hogy az első gáz esetében az oldat színtelenné váljon, illetve hogy a másik gáz esetében a lila szín eltűnjön, de itt az oldat zavaros lesz, és $28,5 \text{ mg}$ szilárd anyag szűrhető ki belőle. Ha a két gázt sztöchiometrikus arányban reagáltatjuk, akkor a termékek össztömegének 72,2%-a szilárd anyag, a többi folyadék.

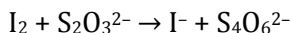
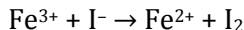
Melyik ez a két gáz? Írd fel a reakciók egyenleteit!

(Borbás Réka)

K230. Vastartalmú oldatok összetételét különféle titrálásokkal lehet meghatározni. A vas(II)-t például kálium-permanganátos oxidációval mérhetjük savas közegben, amikor is a következő kiegyesztendő egyenlet szerinti reakció játszódik le:



A vas(III) meghatározására jodometriás módszer használható:



a) Írd fel a rendezett egyenleteket!

b) Mi derül ki az alábbi titrálások alapján az oldatok koncentrációjáról?

1) 20,00 ml Fe(II)-oldatra 12,30 ml savas 0,1000 M kálium-permanganát-oldat fogy.

2) 1,00 ml Fe(III)-tartalmú oldatot 20,00 ml-re hígítva KI-oldat feleslegét adták. A kapott jódra 4,60 ml 0,0888 M nátrium-tioszulfát-oldat fogyott.

3) Egy 5,00 ml-es vastartalmú oldatot 0,100 M kálium-permanganáttal titrálva 7,15 ml fogy. Eztán KI-oldat feleslegét adva a lombikhoz, a keletkezett keverék titrálására 13,70 ml 0,4150 M nátrium-tioszulfát-oldat fogyott.

(azéri feladat)

H226. Katalizátor jelenlétében összekeverünk egy dikarbonsavat etanollal 1 : X molarányban ($X > 1$). A monoészter képződésének (savból és etanolból), illetve a diészter képződésének (monoészterből és etanolból) megegyezik az egyensúlyi állandója: $K_1 = K_2 = 20$.

a) Milyen X érték esetében kapható a legtöbb monoészter? Hány százalék az elérhető legjobb termelés?

b) Vezess le összefüggéseket ezekre az értékekre tetszés szerinti K_1 és K_2 esetére!

(azéri feladat)

H227. Három elem (**A**, **B** és **C**) három biner vegyületet képez. A vegyületekben az egyes elemek vegyértéke ugyanaz. **A** tömegszázaléka a **B**-vel képzett vegyületében 75%, **B** tömegszázaléka a **C**-vel képzett vegyületében 7,8%.

Mi C tömegszázaléka az A-val képzett vegyületében? Mik az elemek?

(azeri feladat)

H228. Az aszpirin az egyik legtöbbet, és széles körben használt gyógyszerhatóanyag. A tablettákat szennyezheti a szalicilsav, az előállítás kiinduló anyaga. Általában a megengedett szalicilsav-tartalom 0,1-0,3%. A bromatometria egy lehetséges eljárás az aszpirin acetyl-salicilsav-tartalmának meghatározására.

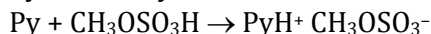
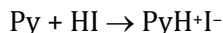
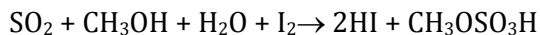
Elporított aszpirintabletták 4,4035 g-os mintáját oldották fel egy 250,0 ml-es mérőlombikban. A titráláshoz a brómot in-situ, a titrálólombikban generálták. Ehhez 0,5950 g kálium-bromidból és 0,1670 g kálium-bromátból készítettek 100,00 ml oldatot. Ezen keverékből 20,00 ml-t, a mintából 25,00 ml-t és még kénsavat adtak hozzá. 10 perc állás után leszűrték az elegyet. A kapott tiszta oldatra átlagosan 9,93 ml 0,02015 M NaAsO₂-oldat fogyott.

a) *Írd fel a lejátszódott reakciók rendezett egyenleteit! Mi volt a tabletták tömegszázalékos szalicilsav-tartalma?*

b) *Mi az a maximális pH, ahol a bromid és a bromát még reagál egymással? $E^\circ(2 \text{BrO}_3^-, \text{H}^+/\text{Br}_2) = 1,52 \text{ V}$, $E^\circ(\text{Br}_2/\text{Br}^-) = 1,09 \text{ V}$.*

(azeri feladat)

H229. A kőolaj szennyezői között szerepel a víz is. Szerves anyagok víztartalmának mérésére az egyik legnépszerűbb módszer az ún. Karl Fischer-titrálás. Az alapreakciót már Bunsen felfedezte, a jód és kén-dioxid ugyanis csak víz jelenlétében ad kénsavat és hidrogén-jodidot. Fischer javasolta a titrálás kémszerét, ami piridin, kén-dioxid, jód és metanol keveréke. A titrálás során a következő folyamatok történnek.



a) Írd fel az alapreakció rendezett egyenletét! Mi a piridin szerepe?

A reagens pontos hatóértékét felhasználás előtt meg kell határozni. Egy reagens 49 g jódot 158 g piridinben való oldásával, majd 38,5 g kén-dioxid hozzákeverésével készült, majd metanollal 1 literre hígították.

b) Elvben hány mg vizet mér a reagens egy ml-e?

c) 5 g olyan metanolra, aminek víztartalma 1 térfogatszázalék, 19 ml fogyott a reagensből. Mi a valódi hatóértéke a reagensnek (mg/ml-ben)?

Modern eljárásban a víztartalmat coulometriás Karl Fischer-titrálással szokták meghatározni. A jódot elektrokémiai úton állítják elő, és a víztartalomra az áthaladt töltésből következtetnek. A titrálás végét a jodidkeletkezés vége mutatja.

d) Mi volt egy 10,0 g-os olajminta víztartalma, ha 375,3 C töltés volt a coulometriás titráláshoz szükséges?

e) Cukor 1,000 g-os mintáját 15 ml metanol/kloroform keverékben oldották. Mi volt a minta cukor/víz tömegtörtje és móltörtje, ha az oldat coulometriás Karl Fischer-titrálása során 567,2 C volt szükséges, míg az oldószerre 31,1 C fogyott?

(azeri feladat)

H230. A szarvasgomba illatáért felelős **X** vegyület 0,108 grammját savas HgSO_4 -oldattal reagáltatva a **Z** csapadék keletkezik. A **Z**-ben jelen van a higanyon felül az **X**-et alkotó mindhárom elem. Az ugyanakkor kapott **A** szerves vegyület $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$ feleslegével reagálva 0,432 g fémezüstöt választ le.

Az **X** vegyület 0,648 g-ját elégetve kapott gázt két részre osztották. Az egyik rész $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -oldatban 3,075 g csapadékot adott. A másikat NaOH -oldaton vezették át. Huzamosabb állás után BaCl_2 -oldat feleslegét hozzáadva 3,171 g csapadék keletkezett.

a) Mi **X**, **Z** és **A** szerkezete?

b) Mennyi a **Z** csapadék tömege?

Tételezzük fel, hogy az összes reakció 100% termeléssel ment.

(azeri feladat)

Megoldások

A26. a) Egy ember megöléséhez testsúlykilogrammonként kb. 3 mg taxinra van szükség. Egy 80 kg tömegű ember esetén tehát $80 \cdot 3 = 240 \text{ mg} = 0,24 \text{ g}$ méreg a halálos adag. Ennek a tízszeresére, tehát 2,4 g taxinra van szükségünk, hogy már a lekvár tizedrésze is tartalmazza a halálos adagot.

A magok kb. 0,9 tömegszázalék taxint tartalmaznak és 1000 db mag tömege kb. $65 \pm 5 \text{ g}$. 1000 db mag tehát kb. $(65 \pm 5) \cdot (0,9/100) = 0,585 \pm 0,045 \text{ mg}$ taxint tartalmaz. Ha tehát 1000 mag kb. 0,585 g taxint tartalmaz, akkor a szükséges 2,4 g mérget $2,4 \cdot 1000 / 0,585 \approx 4103$ mag tartalmazza. Ugyanígy kiszámolhatjuk a szükséges magok számát $0,585 - 0,045 \text{ mg}$ és $0,585 + 0,045 \text{ mg}$ taxintartalmat feltételezve is, hogy lássuk, mennyire bizonytalan a végeredmény. Ezeket a számolásokat elvégezve azt kapjuk, hogy az első esetben kb. 4400 magra, míg a második esetben kb. 3800 magra lenne szükség.

Ezek alapján tehát azt mondhatjuk, hogy a lekvár elkészítéséhez körülbelül 3800-4400 magra van szükségünk.

b) Az előző feladatrészben kiszámoltuk, hogy egy 80 kg-os ember esetén $240 \text{ mg} = 0,24 \text{ g}$ taxin a halálos adag. A taxin átlagos moláris tömege 600 g/mol , ezért $0,24 \text{ g}$ taxin $0,24/600 = 0,0004 \text{ mol}$. Összesen tehát $0,0004 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 2,4 \cdot 10^{20}$ db taxinmolekulára van szükség egy 80 kg-os ember megöléséhez.

Egy sejt átlagos tömege $2 \text{ ng} = 2 \cdot 10^{-12} \text{ kg}$. A 80 kg-os emberben tehát kb. $80 / 2 \cdot 10^{-12} = 4 \cdot 10^{13}$ db sejt található. Egy sejtre ezek szerint kb. $2,4 \cdot 10^{20} / 4 \cdot 10^{13} = 6000000$ taxinmolekula jut.

Az átlagpontszám 7,1 pont volt, hibátlan megoldást küldött be Szabó Renáta, Ifju Mandula, Molnár Balázs és Takács Péter György.

A feladat leírásában az szerepelt, hogy 1000 tiszafamag tömege kb. $65 \pm 5 \text{ mg}$. Amikor a kiindulási adat ekkora bizonytalansággal van megadva, akkor a végeredményben sem adhatjuk meg darabra pontosan a szükséges magok számát! Maximális pontszámot azok kaptak, akik valamilyen módon figyelembe vették ezt, és az eredményt is ennek megfelelően adták meg.

(Dürvanger Zsolt)

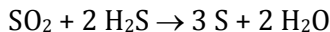
A27. a) A léggörbe kerülő kén-dioxid kénsavvá alakulása a következő reakcióegyenlettel foglalható össze:



Eszerint a 90 000 tonna kén-dioxidból azonos anyagmennyiségű kénsav keletkezik: $9 \cdot 10^{10} \text{ g} / (64 \text{ g/mol}) = 1,406 \cdot 10^9 \text{ mol}$. Ebből $1,406 \cdot 10^9 \text{ mol} \cdot 98 \text{ g/mol} = 1,378 \cdot 10^{11} \text{ g}$, tehát nagyjából 138 000 t kénsav képződhet.

b) A savas eső kénsavkoncentrációjának kiszámításához először a lehullott csapadék mennyiségét kell megbecsülnünk, amiben feloldódott. A 100 km²-re lehullott 50 mm-nyi csapadék térfogata $10^{10} \text{ dm}^2 \cdot 0,5 \text{ dm} = 5 \cdot 10^9 \text{ dm}^3$. Az előző feladatrészben már megkaptuk a keletkezett kénsav anyagmennyiségét, amiből megállapíthatjuk a kérdéses koncentrációt: $1,406 \cdot 10^9 \text{ mol} / 5 \cdot 10^9 \text{ dm}^3 = 0,28 \text{ mol/dm}^3$.

c) A kén-dioxid kén-hidrogénnel reagálva elemi ként képez:



A feladatban megadott mennyiségű kén-dioxidból e szerint $3 \cdot 1,406 \cdot 10^9 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} = 1,350 \cdot 10^{11} \text{ g}$, azaz kb. 135 000 tonna kén képződne.

A feladatra beérkező megoldások átlagosan 8,72 pontot kaptak. A legtöbben jól kiszámolták a kérdéses mennyiségeket, bár a nagy számok kezelése közben előfordultak figyelmetlenségek.

(Babinszki Bence)

A28. a) 150 µg jodidion 0,15 mg-nak felel meg. Ha 1 kg jódozott asztali sóban 25 mg jodidion van, akkor pontosan 6 g jódozott asztali sóban lesz 0,15 mg jodidion. A só sűrűsége (1,3 g/cm³) alapján ennyi só térfogata 4,6 cm³-nek adódik, ami valamivel kevesebb, mint 1 teáskanálnyi.

Tehát Vendelnek 6 g jódozott asztali sót kell megennie, azaz hozzávetőleg 1 teáskanálnyit, hogy fedezze napi jodidion-szükségletét.

b) A 0,15 mg jodidion a moszat szárazanyagtartalmának a 0,45 %-a, tehát Vendelnek ebben az esetben $0,15 / (0,45 / 100) \text{ mg}$, azaz 33,3 mg szárított moszatot kellene fogyasztania.

c) 1 dm^3 óceánvíz tömegét vehetjük 1 kg -nak, azaz 1000 g -nak. Ennek 1 ppm része, tehát 1 milliomod része $0,001 \text{ g}$, azaz 1 mg . $0,05 \text{ ppm}$ része tehát $0,05 \text{ mg}$. Tehát az óceánvíz 1 literében $0,05 \text{ mg}$ jodidion van.

Tudjuk, hogy 25 mg jodidion van 1 kg jódozott asztali sóban, tehát $0,05 \text{ mg}$ jodidion 2 g jódozott asztali sóban van. Tehát Vendel akváriumában a teljes sókoncentráció 2 g/l lesz.

Mivel 2 g 2000 mg -nak felel meg, ezért az akvárium teljes sókoncentrációja 2000 ppm lesz. Így ez az oldat már nem számít édesvíznek.

A feladatra érkezett megoldások közül 2 volt hibátlan. Az átlagpontszám 7,2 volt.

(Bacsó András)

A29. a) A sósav moláris tömege: $M_{\text{HCl}} = 36,5 \text{ g/mol}$. Az ammónia moláris tömege: $M_{\text{NH}_3} = 17 \text{ g/mol}$. Sebességeik aránya:

$$\frac{v_{\text{NH}_3}}{v_{\text{HCl}}} = \frac{(36,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}})^2}{(17 \frac{\text{g}}{\text{mol}})^2} = 4,61$$

A megtett utak aránya egyenlő a sebességek arányával, tehát:

$$\frac{v_{\text{NH}_3}}{v_{\text{HCl}}} = \frac{s_{\text{NH}_3}}{s_{\text{HCl}}} = 4,61$$

Ismert továbbá, hogy $s_{\text{NH}_3} + s_{\text{HCl}} = 60 \text{ cm}$. Így s_{HCl} kiszámítható: $s_{\text{HCl}} = 10,7 \text{ cm}$. A füst tehát a cső sósavas végétől $10,7 \text{ cm}$ -re jelenik meg.

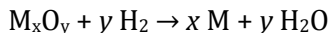
b) $M_{\text{HBr}} = 80,9 \text{ g/mol}$. Az a) pontban alkalmazott gondolatmenet alapján azt kapjuk, hogy a füst a cső HBr-os végétől számítva $2,54 \text{ cm}$ -re jelenik meg.

c) $M_{\text{CH}_3\text{NH}_2} = 30,1 \text{ g/mol}$. Az a) pontban alkalmazott gondolatmenet alapján azt kapjuk, hogy a füst a cső HBr-os végétől számítva $7,68 \text{ cm}$ -re jelenik meg.

Sok szép, hibátlan megoldás érkezett, a feladat nem bizonyult nehéznek.

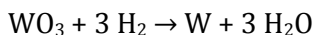
(Najbauer Eszter Éva)

A30. a) Az első fém-oxid redukciójának általános egyenlete:



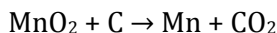
A megadott adatok alapján a sztöchiometrikus redukcióhoz szükséges hidrogén anyagmennyisége 12,939 mol. Figyelembe véve a lehetséges x, y értékeket és a fém kiindulási tömegét, a fém moláris tömegére értelmes megoldást az $x=1, y=3$ esetben kapunk.

A fém-oxid moláris tömege: $M_{\text{oxid}} = 231,86$ g/mol. A fém moláris tömege: $M_{\text{fém}} = 183,86$ g/mol. A keresett vegyület a volfrám-oxid, WO_3 . A reakció egyenlete:



b) A második fém-oxid szenes redukciója során keletkező fémes rész tömege 632 g; figyelembe véve a kiindulási tömeget, a kiindulási fém-oxid oxigéntartalma 368 g, azaz 23 mol. Értelmes megoldást MO_2 képletű oxid esetében kapunk. Az oxid összetétele alapján kiszámítva a keresett fém anyagmennyiségét meghatározható a keresett fém moláris tömege: $M_{\text{fém}} = 54,96$ g/mol.

A keresett vegyület a mangán-dioxid, MnO_2 . A redukció egyenlete:

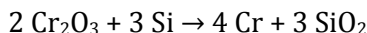


A szenes redukciók során gyakori, hogy a folyamatban szén-monoxid keletkezik, ezért a CO-ra rendezett egyenlet is elfogadható.

c) A szilícium anyagmennyiségét vizsgálva belátható, hogy a reakció során a szilícium feleslegben volt. A tömegmegmaradás értelmében a nemfémes (SiO_2 és Si) rész tömegének ismeretében meghatározható a fémes rész tömege: 2000 g – 1316 g = 684 g. A feladat a b) ponthoz hasonlóan megoldható.

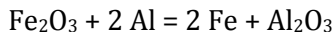
A keresett fém moláris tömege: $M_{\text{fém}} = 51,95$ g/mol

A keresett vegyület a króm(III)-oxid, Cr_2O_3 . A redukció egyenlete:



d) A megadott adatok alapján a reakció közel sztöchiometrikus volt, így a fém-oxid kiindulási tömegéből illetve a keletkező Al_2O_3 oxigéntartalmából számítva is hasonló eredményt kapunk. A lehetséges összetételeket figyelembe véve a keresett fém moláris tömege $55,84$ g/mol.

A keresett fém-oxid a vas(III)-oxid, Fe_2O_3 . Redukciójának egyenlete:

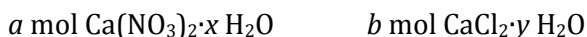


A feladatra közelítőleg a nióbbium-pentoxid (Nb_2O_5) is jó megoldás, azonban ennek megtalálása nem volt feltétele a maximális részpontszám elérésének.

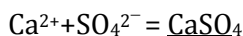
A feladatra kevés hibátlan válasz érkezett. A legtöbb hiba a b) és c) feladatrésznél fordult elő. Sokan nem nézték végig az összes esetet és elfogadtak durva közelítéssel kapott eredményeket.

(Kiss Dóra Judit)

K216. a) Az első minta az alábbi anyagokat tartalmazza:



A lejátszódó reakció egyenlete:



Összesen 1,39 g csapadék vált le, amiből meghatározható az összes Ca^{2+} -ion anyagmennyisége:

$$n(\text{össz.}, \text{Ca}^{2+}) = m(\text{csap.}) / M(\text{CaSO}_4) = 0,01021 \text{ mol}$$

Az első mintában a vízmentes sók tömege 1,266 g, a víz mennyisége 0,734 g (0,04073 mol). A kristályvizes sók a kristályvizet hevítés hatására elveszítik.

A második mintában a vegyületek 1:1 tömegarányban vannak jelen, a minta kristályvíztartalma 0,699 g (0,03879 mol).

Ezen adatok felhasználásával négy egymástól független egyenlethez jutunk:

1. Az első mintában a kristályvizes sók tömege összesen 2 g:

$$a(M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) + xM(\text{H}_2\text{O})) + b(M(\text{CaCl}_2) + yM(\text{H}_2\text{O})) = 2 \text{ g}$$

2. A két só anyagmennyiségének összege megegyezik az összes Ca^{2+} -ion mennyiségével:

$$a + b = 0,01021 \text{ mol}$$

3. Az első mintában lévő víz anyagmennyisége a sók vízvesztéséből adódik:

$$ax + by = 0,04073 \text{ mol}$$

4. Az előző ponttal analóg módon az 1:1 tömegarányú mintában (mindkét anyagból 1-1 g) a víz anyagmennyisége:

$$\frac{x \cdot 1 \text{ g}}{M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) + xM(\text{H}_2\text{O})} + \frac{y \cdot 1 \text{ g}}{M(\text{CaCl}_2) + yM(\text{H}_2\text{O})} = 0,03879 \text{ mol}$$

Ezek alapján a feladat megoldása ezen négy egyenletből álló négyismeretlenes egyenletrendszer megoldásával adódik, mely megtehető akár online egyenletrendszer-megoldó programokkal is (pl. WolframAlpha):

$$a = 0,00247 \text{ mol és } b = 0,00774 \text{ mol}$$

Az x és y paraméterre két-két megoldás adódik:

$$x_1 = 4,026 \text{ és } y_1 = 3,978$$

$$x_2 = 14,530 \text{ és } y_2 = 0,571$$

Ezek közül az első megoldás – rövid diszkusszió, utánanézés után – adódik kémiaileg megfelelőnek.

Tehát a két kristályvizes só képlete: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{ H}_2\text{O}$ és $\text{CaCl}_2 \cdot 4 \text{ H}_2\text{O}$

A tömegszázalékos összetétel pedig egyszerűen számolható:

$$m/m \%(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 29,15 \% ; m/m \%(\text{CaCl}_2 \cdot 4 \text{ H}_2\text{O}) = 70,85 \%$$

A négyismeretlenes egyenletrendszer megoldásának kiküszöbölése: a kristályvízmentes sók mennyiségéből meghatározzuk a keverék átlagos moláris tömegét, amiből kiszámolható a két vegyület molaránya. Mivel ismerjük a két só anyagmennyiségének összegét, így kiszámolható az a és a b érték. A feladat további megoldása például a 3-as és a 4-es egyenletekből álló egyenletrendszer megoldásával történik.

A beküldött feladatok közül számos 10 pontos megoldás született, számos beküldőnek a feladat első részét (a és b értékének meghatározása) sikerült csak megoldania, nekik rendszerint a második részhez tartozó egyenletrendszerrel akadtak problémáik. Az átlagpontoszám 7,3 lett.

(Broda Balázs)

K217. a) 5,00 g NaI 3,20 g oldószerrel kristályosodik, akkor 149,89 g (1 mol) NaI 95,93 g-mal. Ez három mol oldószer, tehát 1 mol oldószer tömege 31,98 g. Ez az oldószer a metanol lehet.

b) A metanol sűrűsége $0,7918 \text{ g/cm}^3$, tehát $3,20\text{g}/0,7918 \text{ g/cm}^3 = 4,04 \text{ cm}^3$ lesz a szolvátban. A szükséges oldószermennyiség tehát $12,12 \text{ cm}^3$.

c) $1,05/1,28 \cdot 100 = 82,03\%$, ami nincs összhangban az $5,00/8,20 \cdot 100 = 60,98\%$ -kal. Ugyan nem volt kérdés, de a mért (és életből vett) adatok az 1:1 szolvátnak feleltek meg.

A feladatra érkezett megoldások közül 24 hibátlan volt. A pontátlag 9 pont.

(Sarka János)

K218. a) A képződő nitrogéngáz anyagmennyisége:

$$n_{\text{N}_2} = \frac{p \cdot V(\text{N}_2)}{R \cdot T} = \frac{101325 \text{ Pa} \cdot 0,00202 \text{ m}^3}{8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298,15 \text{ K}} = 0,08245 \text{ mol}$$

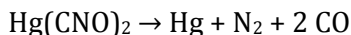
Ez 0,055 mol N_3^- ionnak felel meg. A bomlás egyenletét a következő alakban adhatjuk meg:



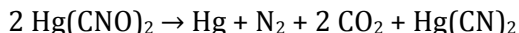
ahol az azidot alkotó M fém oxidációs száma $+x$. Az azid nitrogéntartalma a fejlődött gáz anyagmennyiségéből kiszámítható: 2,3086 g, tehát az azidban lévő fém tömege: 5,6914 g. A fém oxidációs állapota az anyagmennyiség-arányokat is megszabja, $x = +1$ esetén a fémion és az azidion anyagmennyisége megegyezik, tehát a fém moláris tömege: 103,49 g/mol. A moláris tömeg esetlegesen ródiomot sejtetne, azonban nem ismert a RhN_3 vegyület.

Az $x = +2$ oxidációs szám esetén, a $\text{M}(\text{N}_3)_2$ képlet szerint a fémion anyagmennyisége az azid-ion anyagmennyiségének a felével egyezik meg. Tehát a fém moláris tömege 206,96 g/mol, amely az ólom moláris tömegével egyezik meg, valamint a $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ ismert vegyület. Az $x = +3$ -as oxidációs szám esetén már 300 g/mol moláris tömegnél nagyobb értéket kapnánk a számítás eredményeül, amely a ma ismert elemek alapján nem lehetséges. Tehát a keresett fém az ólom.

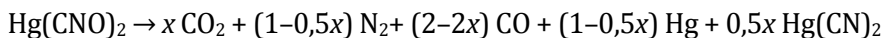
b) A higany(II)-fulminát bomlását leíró egyszerű reakcióegyenlet:



A részletes vizsgálatok alapján a termékek között 1,3 térfogat-százalékban CO_2 , valamint szilárd anyag is megtalálható. A szén-dioxid és a szilárd higany(II)-cianid képződésének egyenlete a következő alakban adható meg:



A fenti egyenletek szerinti reakciók párhuzamosan játszódnak le, a bruttó reakcióegyenlet a következő alakot ölti:



ahol az ismeretlen x értéke meghatározható, ha felírjuk a szén-dioxid térfogatarányára vonatkozó kifejezést, melyről tudjuk, hogy 1,3 V/V%-kal egyezik meg:

$$\frac{x}{x + (1 - 0,5x) + (2 - 2x) + (1 - 0,5x)} \cdot 100 = 1,3\%$$

Az egyenletet rendezve az ismeretlenre kapott érték: $x = 0,05068$. Az ismeretlen értékét az utolsó egyenletbe helyettesítve kiszámíthatjuk az egyes gáz-halmazállapotú anyagfajták térfogat-százalékos arányát. A gáz-halmazállapotú reakciótermékek térfogat-százalékos összetétele tehát a következő:

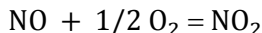
$\text{Hg} = 25 \text{ V/V}\%$; $\text{CO}_2 = 1,3 \text{ V/V}\%$; $\text{CO} = 48,7 \text{ V/V}\%$; $\text{N}_2 = 25 \text{ V/V}\%$.

c) A robbanás után szilárd higany(II)-cianid marad vissza. Az utolsó egyenlet szerint 1 mol $\text{Hg}(\text{CNO})_2$ -ből 0,02534 mol $\text{Hg}(\text{CN})_2$ keletkezik, tehát a moláris tömegekkel átszámolva 284,59 g higany(II)-fulminátból 6,4 g higany(II)-cianid keletkezik, amely a higany(II)-fulminát tömegének 2,25%-a.

A feladat a) része könnyűnek bizonyult, a legtöbb esetben helyes megoldás született. A feladat b) és c) részénél azonban a megfelelő egyenletek megtalálása problémát jelentett, ennek következtében csak kevés helyes megoldás született.

(Kánnár Dániel)

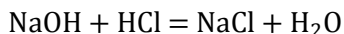
K219. A tartályban az alábbi reakció játszódik le:



A keletkező gázkeverék NaOH oldaton való átbuborékoltatása során az alábbi reakció megy végbe:



A titrálásnál lejátszódó sav-bázis reakció:



Titrálás során $n(\text{HCl}) = 0,0983 \cdot 0,00831 = 0,817 \text{ mmol} = n(\text{NaOH})$ (10 cm³-ben)

Az 1 dm³ NaOH-oldatban $0,817 \cdot 100 = 81,7 \text{ mmol}$ NaOH maradt elreagálatlanul. Kiinduláskor összesen

$$n(\text{NaOH, kiind.}) = 0,0997 \cdot 1 = 99,7 \text{ mmol}$$

lúg volt a mosóban. Vagyis a gázeleggyel való mosás során 18 mmol NaOH reagált el.

A fenti egyenletekből látszik, hogy a tartályban 18 mmol NO₂ keletkezett. Ehhez 18 mmol NO és 9 mmol O₂ volt szükséges.

Ezek térfogata:

$$V(\text{NO}) = n(\text{NO}) \cdot R \cdot T / p = 0,442 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{O}_2) = 0,221 \text{ dm}^3$$

A kettő ösztérfogata 0,663 dm³, a fennmaradó 0,337 dm³ pedig valamelyik gáz feleslege lesz. Így két lehetőség adódik:

NO-felesleg esetén a NO-tartály térfogata 0,779 dm³, az O₂-tartály térfogata 0,221 dm³; O₂-felesleg esetén a NO-tartály térfogata 0,442 dm³, az O₂-tartály térfogata 0,558 dm³.

Szép, logikus megoldást küldött be Balbisi Mirjam, Olasz Vivien, Roszjár Lea, Sajgó Mátyás és Zajác Miklós.

(Rutkai Zsófia)

K220. a) A feladatban szereplő kék ötvözet képlete: Na_xAO₃, a sárga ötvözet képlete: Na_{3x}AO₃. A kék színű anyag Na-tartalmának ismeretében felírható az alábbi egyenlet:

$$\frac{23x}{23x + M + 48} = 0,02889$$

ahol x a keresett index, M pedig a fém moláris tömege. A sárga színű anyag oxigéntartalmának ismeretében felírható az alábbi egyenlet:

$$\frac{48}{23 \cdot 3x + M + 48} = 0,19$$

E két egyenletből: $M = 183,93$ g/mol

Ezt a harmadik egyenletbe visszahelyettesítve kapjuk: $x = 0,3$.

Vagyis a keresett fém a volfrám, a kiindulási anion képlete WO_4^{2-} , a két vizsgált bronz összetétele $Na_{0,3}WO_3$ és $Na_{0,9}WO_3$.

b) Az ismeretlen oxidból vegyünk 100 g-ot, ebben 19,31 g O van, ami 1,2069 mol. Emellett 80,69 g W van, ez 0,4387 mol. A két elem aránya:

$$n_W : n_O = 0,4387 : 1,2069 = 4 : 11$$

Vagyis a keresett oxid képlete W_4O_{11} . Ezt az oxidot volfrámkéknek is nevezik, analitikai jelentősége a volframátion kimutatásában van. Volfrámsavat $SnCl_2$ -vel redukálva keletkezik ez a jellemzően kék színű csapadék.

(Rutkai Zsófia)

H216. Induljunk ki a titrálás adataiból! A három fogyásból kiszámítható az átlagfogyás értéke: $V(\text{átlag}) = 13,26$ cm³.

Ez alapján a 10,00 cm³ mintára fogyott EDTE anyagmennyisége $0,04680$ mol/dm³ · $13,26 \cdot 10^{-3}$ dm³ = $6,206 \cdot 10^{-4}$ mol, a teljes mintára ennek a 25-szöröse, azaz $0,01551$ mol fogy. Mivel az EDTE 1:1 arányban reagál az M fémmel, ezért a $3,315$ g só anyagmennyisége is $0,01551$ mol.

Az oldhatóság vizsgálatánál $25,00$ g tömegű mintát oldunk fel $60,00$ g, 50 °C-os vízben. Ennek a mintának az anyagmennyisége a fenti adatok alapján $(25,00$ g / $3,315$ g) · $0,01551$ mol = $0,1170$ mol. Az oldatot lehűtve abból $8,771$ g $MSO_4 \cdot 5H_2O$ összetételű só válik ki, tehát $85,00$ g – $8,771$ g = $76,229$ g tömegű telített oldat marad vissza $20,0$ °C-on. Az oldhatósági adatok alapján $20,0$ °C-on $100,0$ g víz $20,70$ g vízmentes sót old, azaz $120,70$ g telített oldatban van $20,70$ g só.

Nekünk most 76,229 g telített oldatunk, ebben pedig $(20,70 \text{ g} / 120,70 \text{ g}) \cdot 76,229 \text{ g} = 13,073 \text{ g}$ oldott MSO_4 só van.

A $20,0^\circ\text{C}$ -os telített oldatunkban lévő fém-szulfát anyagmennyisége a kezdetben feloldott 0,1170 molnál a kikristályosodott 8,771 g sóban lévő MSO_4 anyagmennyiségével kevesebb, azaz:

$$n = 0,117 \text{ mol} - \frac{8,771 \text{ g}}{(M_x + 96,06 + 5 \cdot 18) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

ahol M_x az ismeretlen M fém moláris tömegét jelöli. Ennek a sónak a tömege az előbbieken kiszámolt 13,073 g, azaz felírható az alábbi egyenlet:

$$n \cdot (M_x + 96,06) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 13,073 \text{ g}$$

Ezt megoldva, M_x értékére a pozitív gyök 63,6 g/mol, mely gyakorlatilag a réz moláris tömege, tehát az M fém a réz. Ismerve, hogy a $0,01551 \text{ mol } \text{MSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ tömege 3,315 g, kiszámítható a só moláris tömege, mely $3,315 \text{ g} / 0,01551 \text{ mol} = 213,7 \text{ g/mol}$. Ebből levonva a CuSO_4 moláris tömegét (159,6 g/mol), 54,1 g/mol marad vissza, melyből x értékére $54,1 \text{ g/mol} / 18,02 \text{ g/mol} = 3,00$ adódik, tehát x értéke 3,00 volt a kiindulási sóban.

A feladatnál a pontszámok átlaga 8,9 pont. Hibátlan megoldást 22 tanuló küldött be. Több megoldó feltételezte, hogy x értéke egész szám (melyre a feladat szövege nem utalt), majd ennek helyességét nem ellenőrizte az oldhatósági adatok alapján. Néhány megoldás esetén hiányzott a számolás menetének részletes(ebb) leírása, szöveges magyarázata.

(Vörös Tamás)

H217. Mivel a nikkelanalógot nikkelcsőben lehet előállítani, valószínűsíthető, hogy **F** vegyület nikkelt, míg **D** vasat tartalmaz.

Vegyünk annyit **D** és **F** vegyületekből, hogy 1 mol Ni-t, illetve Fe-t tartalmazzanak! Ekkor az analógia miatt a nemnikkel-, illetve nemvastömegnek meg kell egyeznie. Tegyük fel, hogy a fémtartalom csak a vasra, illetve nikkelre utal!

A kiindulási anyagok tömegének $(100-84,616)\% = 15,384\%$ -a, valamint $(100-84,400) = 25,6\%$ -a nemfém, tehát egyenes arányossággal:

$$m_{\text{nemvas}} = \frac{15,6\%}{84,4\%} \cdot 55,845 \text{ g} = 10,322 \text{ g}$$

$$m_{\text{nemnikkel}} = \frac{15,385\%}{84,616\%} \cdot 58,693 \text{ g} = 10,671 \text{ g}$$

Feltételezésünk tehát hibás volt, más fém is akad a vegyületekben.

A nemfémes részek biztosan megegyeznek, tehát:

$$\frac{m(\mathbf{B})}{m(\mathbf{F})} = \frac{15,6}{15,385} = 1,01397$$

A különbség a vas és nikkel moláris tömegének különbségéből adódik, $M(\text{Ni}) - M(\text{Fe}) = 58,693 \text{ g/mol} - 55,845 \text{ g/mol} = 2,848 \text{ g/mol}$

Egyenes arányossággal:

$$m(\mathbf{F}) = \frac{2,848 \text{ g}}{0,01397} = 204 \text{ g}$$

$$m(\mathbf{B}) = m(\mathbf{F}) \cdot 1,01397 = 207 \text{ g}$$

$$m(\text{nemfém}) = m(\mathbf{B}) \cdot 15,385\% = 32 \text{ g}$$

$$m(\text{fém, de nem Fe/Ni}) = 204 \text{ g} - 55,845 \text{ g} - 32 \text{ g} = 116 \text{ g}$$

A nemfémes rész ez alapján (feltételezve, hogy a tapasztalati képletben 1 db Fe van) 1 mol S, vagy 2 mol O. A fémes részt 3 mol K alkothatja. S esetén a fémek összes oxidációs száma legfeljebb +2, vagyis a káliumoké összesen maximum +1 lehetne, ekkor azonban redukálnák a Fe^{+} -t, illetve a Ni^{+} -t. O esetén a fémek összes oxidációs száma +4, azaz minden K-é +1.

Tehát **F**: K_3FeO_2 ; **D**: K_3NiO_2

F anyagot CdO és K_6CdO_4 vascsőben történő hevítésével lehet előállítani.

Ezek közül a CdO , a hevítés körülményeitől függően többféle színű is lehet (**B**), míg a K_6CdO_4 kálilúggal történő megömlesztéssel állítható elő.

A CdO $\text{Cd}(\text{OH})_2$ hevítésével állítható elő (zöldessárga, vizes oldatból kicsapható anyag).

Tehát **A** a $\text{Cd}(\text{OH})_2$, amiben a fém tömegszázaléka 76,77%.

Az átlagpontszám 5,1 volt. Többen csak a Cd-vegyületeket találták ki, de az alacsony átlagpontszám oka jellemzően az indoklások hiánya volt. Mindenki feltételezte, hogy az A vegyület hidroxid, pedig lúgosításra a fémek oxidja (Hg_2^{2+} , Ag^+) is leválhat. F vegyületnek a többség a $\text{K}_2\text{Cd}(\text{OH})_4$ -et gondolta, melyet egy egyszerű, gyors pH-növeléssel elő lehetett volna állítani, és nem kellett volna KOH-dal megömlesztetni az anyagot. Hibátlan megoldást küldött be Vörös Zoltán János és Virágh Anna, Kotschy András és Kovács Dávid Péter is rájött az összes vegyületre.

(Forman Ferenc)

H218. a) A $2 \text{OH}^- + \text{H}_2 = 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^-$ reakcióra a Nernst-egyenlet:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{H}_2/\text{OH}^-}^0 + \frac{RT}{2F} \ln \left(\frac{1}{[\text{OH}^-]^2 p_{\text{H}_2}^2} \right)$$

Adott körülmények között a H_2/OH^- és a H_2/H^+ rendszerek standardpotenciálja megegyezik. Például pH=0 esetén a H^+ -ionok koncentrációja standard, vagyis az elektródpotenciál a standardpotenciál, megállapodás szerint 0. Ekkor $[\text{OH}^-]=10^{-14} \text{M}$.

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{H}_2/\text{OH}^-}^0 + \frac{RT}{2F} \ln \left(\frac{1}{10^{-14 \cdot 2}} \right)$$

$$\varepsilon_{\text{H}_2/\text{OH}^-}^0 = -0,83 \text{ V}$$

$$\text{b) } c(\text{ezüst}) = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV} = 9,2678 \cdot 10^{-6} \text{ M} \approx [[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+]$$

$$\beta = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2}; K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{NH}_3]}$$

$$\varepsilon(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = \varepsilon^0 + \frac{RT}{F} \ln([\text{Ag}^+]) = 0,7991 + \frac{RT}{F} \ln \left(\frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{\beta [\text{NH}_3]^2} \right)$$

$$\varepsilon(\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2) = -0,83 - \frac{RT}{2F} \ln(p(\text{H}_2) [\text{OH}^-]^2)$$

$$\varepsilon(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = \varepsilon(\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2)$$

$$0,7991 + \frac{RT}{F} \ln \left(\frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{\beta[\text{NH}_3]^2} \right) = -0,83 - \frac{RT}{2F} \ln(p(\text{H}_2)[\text{OH}^-]^2)$$

$$3,258 = \frac{RT}{F} \left(2 \ln \left(\frac{\beta[\text{NH}_3]^2}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]} \right) - \ln([\text{OH}^-]^2) \right)$$

$$126,877 = \ln \left(\frac{\beta^2[\text{NH}_3]^4}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]^2} \frac{1}{[\text{OH}^-]^2} \right)$$

$$1,26508 \cdot 10^{55} = \frac{\beta^2[\text{NH}_3]^4}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]^2} \frac{1}{[\text{OH}^-]^2}$$

$$2,71651 \cdot 10^{30} = \frac{[\text{NH}_3]^4}{[\text{OH}^-]^2} = \frac{[\text{NH}_3]^4}{K_b[\text{NH}_3]}$$

$$4,903 \cdot 10^{25} = [\text{NH}_3]^3$$

$$3,66 \cdot 10^8 \text{ M} = [\text{NH}_3]$$

Bármennyire is jól oldódik az ammónia vízben, ez azért mégiscsak túlzás. Nem szenved jelentős veszteséget, ki ezüstékszerét ezek fényében szalmiákszesszel tisztítja.

Az átlagpontszám 5,7 volt. Az a)-részre sokan küldtek be jó megoldást. A b) részben többen próbálkoztak a telített ammónia-oldat potenciáljával számolni. Szintén gyakori hiba volt, hogy valaki nem atmoszférikus hidrogénnyomással számolt, hanem a levegő hidrogéntartalmát kereste ki táblázatból (pedig a vízfelszín alatt, amikor keletkezik a hidrogén, mindenképpen legalább légköri nyomású). 10 pontot kapott Papp Ábrahám, Perez-Lopez Áron Ricardo, Stenczel Tamás Károly és Térmege Anita, apróbb hibát vétett (9 pont) Dobolyi Dániel és Kovács Dávid Péter.

(Forman Ferenc)

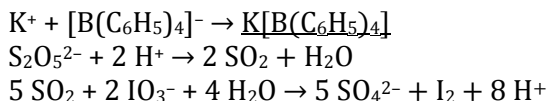
H219. a) A tetrafenil-borátos reakció elsősorban a káliumionok jellemző kimutatási próbája, bár zavarhatják más ionok is a reakciót. A feladat szövegében, a sósavval végrehajtott folyamatban a fejlődő gáz a leírtak alapján elsősorban a kén-dioxid lehet. Bár a kén-hidrogén is redukálná a kálium-jodátot, de a „köhögtesítő” jelzőt inkább az előbbire használják. Mivel csapadék nem képződik, ezért a tioszulfátiont kizárhatjuk. Nagy eséllyel a szulfit-, a hidrogénszulfit- vagy a piroszulfition lesz a megoldás.

Ha megnézzük ezeknek a káliumvegyületeknek a tömegszázalékos kéntartalmát, akkor a $K_2S_2O_5$ összegképletnél éppen a kívánt értékhez jutunk:

$$m/m\%(S) = \frac{2 \cdot 32,07 \text{ g/mol}}{222,34 \text{ g/mol}} \cdot 100\% = 28,85\%$$

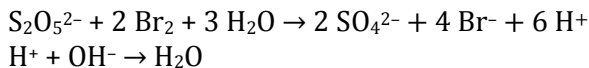
A vegyület több lehetséges elnevezése: (di)kálium-diszulfid, kálium-metabiszulfid, kálium-piroszulfid. A borkén nevű háztartási vegyszer fő alkotója, az E224-es azonosítóval is illetik.

A kimutatási reakciók ionegyenlete:



Itt jegyezzük meg, hogy a piroszulfitonok vizes közegben gyakorlatilag teljes mennyiségben hidrogén-szulfid-ionokká alakulnak vízfelvétellel. Ez azonban a reakciók sztöchiometriáját nem befolyásolja, így noha kémiaileg kissé pontatlan ez a felírás, de elfogadható. (Ez természetesen a b) feladatrésze is vonatkozik.)

b) A brómmal történő oxidáció és a titrálás egyenlete:



A számolás menete:

$$\begin{aligned} n(OH^-) = n(H^+) = c \cdot V &= 9,623 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \\ n(S_2O_5^{2-}, 10 \text{ cm}^3\text{-ben}) &= 9,623 \cdot 10^{-4} \text{ mol} / 6 = 1,604 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \\ n(S_2O_5^{2-}, \text{összesen}) &= 1,604 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \\ m(K_2S_2O_5) = n \cdot M &= 1,604 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 222,34 \text{ g/mol} = 0,3566 \text{ g} \\ m/m\% &= 0,3566 \text{ g} / 0,3688 \text{ g} \cdot 100\% = 96,69\% \end{aligned}$$

A hatóanyag-tartalom tehát megfelel a feltüntetett értéknek.

c) A forralással a feleslegben alkalmazott bróm maradékát távolítjuk el. Ha ez a lépés kimarad a meghatározás menetéből, akkor a bróm-felesleget is mérjük, hiszen az is reakcióba lép a NaOH-mérőoldattal.

A metilvörös eltűnő piros színe jelzi azt, hogy a bróm még jelen van. A bróm egy erélyes oxidálószer, míg a metilvörös egy szerves indikátor, így az elem elroncsolja a vegyületet, amely így nem képes funkciója

betöltésére. Ez persze részben felveti annak a problémáját, hogy forralás nélkül hogyan is tudnánk egyáltalán folytatni a titrálást, hiszen az indikátorunk „nem működik”, de nagyobb indikátormennyiséget alkalmazva ez kivitelezhető lenne.

A feladat sok apróbb része miatt a beküldők egyik legnagyobb „ellenségének” a figyelmetlenség bizonyult. A pontátlagot (6,98) meghatározva úgy tűnik, nem is volt túl egyszerű a feladat. Hibátlan megoldást küldött be: Baglyas Márton, Szobota András, Volford András és Vörös Zoltán János. De szeretnénk még kiemelni Bajczi Levente, Botlik Bence, Kotschy András és Várda Ernák Ferenc munkáját – ők csak egy hajszállal maradtak le a teljes értékű megoldásról.

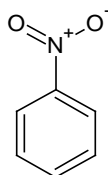
(Varga Bence)

H220. a) A feladatban szereplő anyagok szerkezete:

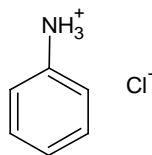
A



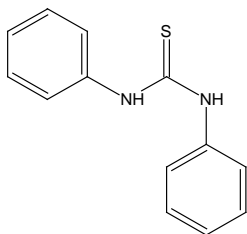
B



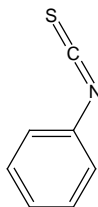
C



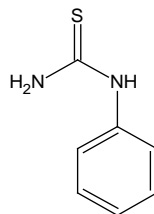
D



E



F



Az **A** vegyület meghatározásához először ki kell számolni a szén és a hidrogén arányát a kiindulási szénhidrogénben. Ehhez el kellett osztani a szén moláris tömegét a szén tömegszázalékával a vegyületben. $12/0,923=13,00$ tehát az arányuk 1:1. Fontos, sokan el is felejtették kiszámolni a maximális moláris tömeget, vagy nem számoltak a gőzsűrűséggel. Ilyenkor nem egyértelmű a megoldás.

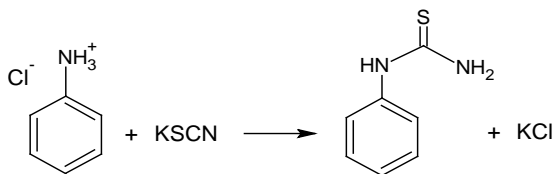
$$M_{\max} = 4 \text{ g/cm}^3 \cdot 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 98 \text{ g/mol}$$

Ebből kijön, hogy maximálisan hét szénatomot tartalmazhat, de mivel páratlan hidrogénszámú szénhidrogén nem létezik, ezért csak a kettő, négy és hat szénatomos vegyületek jöhetnek szóba. A reakciók alapján egyértelműen kikövetkeztethető, hogy a keresett anyag a benzol. A feladat második része viszonylag egyszerű volt. Aki elrontotta, az csak azt nem vette figyelembe, hogy az **E** anyag képződésénél a keletkező **C**-t eltávolítottuk a rendszerből.

$$M_A = 78,1 \text{ g/mol} \quad M_X = 152,2 \text{ g/mol}$$

$$m_x = \frac{1 \text{ kg}}{78,1 \text{ g/mol}} \cdot \frac{152,2 \text{ g/mol}}{2} = 0,974 \text{ kg}$$

b) Az **Y** anyag a kálium-tiocianát volt. Ezt meg lehetett határozni a szerkezeti képlet alapján, vagy számolással is. Az egyenletet sokan azért nem tudták jól megcsinálni, mert anilinnal próbálták felírni.



*A feladat nem volt túl nehéz, de sokan csúsztak el apróságokon. A leggyakoribb hiba a **C** és az **E** anyag azonosítása volt. Többen veszítettek pontot azért, mert a megoldásukat számításokkal egyáltalán nem támasztották alá. Négyen értek el maximális pontot, az átlagpontoszám 6,6 pont lett.*

(Borsik Gábor)