

Villányi Attila – Vörös Tamás

A 12. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia (Daegu, Koreai Köztársaság, 2015. december 2-11.)

A Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpiát (International Junior Science Olympiad, röviden IJSO) 2004-ben Indonézia alapította. A versenyen való részvétel egyik leglényegesebb kritériuma, hogy csak 16. évüket be nem töltött diákok indulhatnak rajta. Magyarországon ez azt jelenti, hogy érdemben a középiskolát épp elkezdő, illetve születési idejüktől függően egyes 10. osztályos középiskolás, kivételes esetben igen tehetséges 8. osztályos általános iskolások versenyezhetnek.

A versenyen elvileg egyenlő arányban szerepel a három természettudományos tantárgy (fizika, kémia, biológia), így azoknak, akik több tárgyban is járatosak, a felkészítőn kevesebbet kell hozzátanulniuk. A versenyfelkészítőre azon diákokat hívtuk, akik a versenyt megelőző tanévben egy vagy több természettudományi országos verseny döntőjébe jutottak. Ebben az évben 21 diák jelentkezett, végül 19 diák kezdte meg felkészítőt.

Ezt az olimpiát az oktatási kormányzat 2007 óta anyagi segítséggel is támogatja. Ebben az évben az utazási költségek az átlagoshoz képest is jóval magasabbak voltak, mivel Dél-Koreába nagyon drágák a repülőjegyek. Viszonylag olcsón a fővárosba lehet repülni, onnan pedig belföldi repülővel vagy vonattal érhető el a verseny színhelye, Daegu városa. A Richter Gedeon Nyrt. a verseny elejétől fogva jelentős anyagi támogatást nyújt a csapatnak. Ebben az évben anyagi támogatást kaptunk még a Nemzeti Tehetség Programtól, a MOL Új Európa Alapítványától, a Servier Kutatóintézet Zrt-től és a BBraun Hungary-tól is. A szülők közbenjárására idén is a csapat szponzora lett Gyöngyös Város Önkormányzata. Az utazás anyagi oldalának lebonyolítását az MKE végzi, ami óriási segítséget jelent a csapat számára.

A versenyre való felkészítést ebben az évben is júniusban kezdtük meg, mivel a megtanulandó tananyag olyan nagy, hogy ezért az őszi felkészítés nem elegendő. Néhány napos elméleti bevezető után az általános iskolai tankönyvekből jelöltük ki az elsajátítandó (illetve

átismétlendő) ismereteket, összefüggéseket, illetve az általunk készített prezentációkból kellett az új anyagot elsajátítaniuk a versenyre készülőknek. A felkészítőre jelentkezettek között az idén is több 7. osztályt végzett volt, akik közül csak a kiemelkedően tehetségeseknek van esélyük eredményt elérni. Szeptember legelején írtuk meg az első selejtező dolgozatot. A válogató olyan szoros volt, hogy az eredmények alapján a szokásos 7–8 diák helyett tizenegyen maradtak versenyben, köztük a 7. osztályt végzett Gulácsi Máté és Fajsi Bulcsú is.

A kiválasztott diákokat szeptemberben és októberben minden hétvégén a korábbi versenyek tapasztalatai és a követelmények alapján az ELTE Apáczai Csere János Gimnáziumban készítettük fel (Gyertyán Attila fizikából, Ács Zoltán biológiából, Villányi Attila és Vörös Tamás kémiából). A második válogatóra október 30-án került sor. A kialakult hatfős csapat az utolsó hónapban a további elméleti felkészítő mellett kipróbálhatta a gyakorlati forduló team-munkáját is. A gyakorlati felkészítésben is részt vett Vörös Tamás kémia szakos PhD hallgató (apáczais öregdiák, IJSO és kétszeres IChO érmes), aki a csapat harmadik kísérő tanára volt. A két kémia „gyakorlati specialista” diákot (Székely András és Kós Tamást) kértük, hogy az esetleges titrálási feladathoz végezzenek minél több titrálási feladatot a középiskolai tanáraikkal.

Az idei magyar csapat tagjai:

Veres Tamás, a gyöngyösi Berze Nagy János Gimnázium 9. osztályos tanulója,

Kós Tamás, a budapesti Eötvös József Gimnázium 10. osztályos tanulója,

Besenyi Tibor, a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 9. osztályos tanulója,

Fajsi Bulcsú, a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 8. osztályos tanulója,

Pápista Máté László, a győri Kazinczy Ferenc Gimnázium 9. osztályos tanulója,

Székely András, a Szentendrei Református Gimnázium 9. osztályos tanulója.

A csapat november 29-én indult el. Az idei támogatás elegendő volt ahhoz, hogy a verseny előtt két napot Szöulban töltsünk, és a diákok hozzászokjanak a meglehetősen nagy, 8 órás időeltolódáshoz. Szöulban egy jelenleg ott tanuló volt kollégánk is segített az eligazodásban, és egy tradicionális barbecue étteremben ismertük meg a méregerős paprikával ízesített tradicionális ételeket. Az érkezésünk másnapján egész napos városnézés keretében ismerkedtünk meg Szöul nevezetességeivel, majd december 2-án nagy sebességű (ún. KTX) expressz vonattal utaztunk Daeguba, ahol a koreai szervezők már az állomáson vártak, és a verseny szabályzatának megfelelően az ott-tartózkodás teljes ideje alatt biztosították a csapat transzferét, szállását és teljes ellátását.

A kísérő tanárokból álló nemzetközi zsűri a verseny második, negyedik és hatodik napján vitatta meg az egyes fordulók feladatait, majd minden ország tanárai kora hajnalig fordították a saját nyelvükre a feladatlapokat, másnap pedig a diákok versenyeztek. A harmadik, gyakorlati fordulót a hetedik napon a diákok csapatmunkában oldották meg.

Ebben az évben a szervezők – az előző évtől eltérően – külön fizikai, kémiai és biológiai témájú feladatokat készítettek, nem próbálkoztak a feladatok integrálásával. Ha röviden kellene összefoglalni a feladatok minőségét, akkor a fizika nehéznek, a kémia átlagosnak mondható. Az elméleti biológia feladatok egyértelműen túl könnyűek voltak. A gyakorlati feladat manuális része – amelyben terméseket kellett összehasonlítani – mindössze néhány gyümölcs kettévágásából állt. A pontszám nagy részét a termések csoportosítása tette ki, amelynek szempontjai ugyan le voltak írva, de egy termésről azt eldönteni, hogy ál- vagy valódi, illetve hogy csoportos termés, esetleg terméságazat, makroszkópos vizsgálata alapján sok esetben nem lehetséges, vagyis a kérdés végső soron ismeretközpontú. A termések ilyen mélységű ismertetése a felkészítőn, annak sűrű programja mellett gyakorlatilag lehetetlen, bár a diákok kaptak egy összefoglaló táblázatot a termések csoportosításáról. Ennek ellenére ez a gyakorlati rész sikerült a leggyengébben mindkét csapatnak.

Idén is okozott nehézséget a kommunikációs probléma, bár nem akkorát, mint tavaly Argentínában. Ennél sokkal nagyobb gondot jelentett az, hogy a helyi szervezők szakmai zsűrije nem vette

tudomásul a versenyszabályzatban is rögzített kettős büntetés elkerülésére vonatkozó szabályt, miszerint egy hibásan kiszámolt eredménnyel helyesen továbbszámolt következő feladat maximális pontszámot ér. Nagy viták és harcok ellenére is csak részben tudtuk érvényesíteni ezt a szabályt. Mivel nem ez az első ország, ahol ezzel a problémával szembesültünk, ismét elgondolkodtunk, mit lehetne annak érdekében tenni, hogy minden szervező ország szakmai bizottságában tudatosítsuk ezt a nagyon fontos alapelvet.

A versenyzők a versenyek közti napokban, a tanárok a diákok versenynapjain vettek részt kirándulásokon, kulturális programokon. Ezek idén meglehetősen rövidek és többnyire érdektelenek voltak. Az idegenvezetők minden meglátogatott helyen és múzeumban csak végighajtották az embereket, még az igazán érdeklődőknek sem volt idejük az elmélyült szemlélődésre.

A pontegyeztetés estéjére kialakult a végleges sorrend, és ez alapján a nemzetközi zsűri egyetértésével történt meg a ponthúzás. Az idei versenyen 42 ország 243 versenyzője mérte össze tudását. Ebben az évben is valamennyi diákunk éremmel tért haza. Ilyen ország ezen a versenyen összesen 18 volt. A magyar csapat 5 ezüst- és 1 bronzérmét szerzett. Továbbra is Ázsia vezet az aranyérmét szerző csapatok között. Tajvan minden diákja 90% fölötti teljesítménnyel aranyérmes lett. Előttünk végzett még India, Dél-Korea, Oroszország, Indonézia, Thaiföld, Hongkong és Brazília csapata (lásd a táblázatban). Magyarország és Románia a legjobb európai uniós csapatként holtversenyben a kilencedik helyen végzett. Az egyetlen uniós aranyérmét egy észt diák szerezte meg.

A magyar csapatból Veres Tamás, Fajszi Bulcsú, Székely András, Kós Tamás és Pápista Máté ezüstérmét kapott, Besenyi Tibor (mindössze 0,25 ponttal Pápista Máté után) bronzérmes lett.

Az IJSO idei feladatsorait az érdeklődők hamarosan letölthetik a magyar csapat hivatalos honlapjáról (<http://ijsso.kemavill.hu>).

Évek óta gondot okoz, hogy kevés ország vállalja ennek a versenyek a megszervezését. Az előző évben Argentína is csak beugróként ajánlotta fel, hogy megszervezi a versenyt. Dél-Korea is félig-meddig sürgősségi vállalkásban hívta meg a versenyt, bár a szervezés olyan profi volt, hogy ez talán csak a kulturális programok számán és hosszán látszott. A következő verseny megszervezését még 2013-ban Kazahsztán vállalta,

2015 szeptemberében azonban – gazdasági nehézségekre hivatkozva – visszavonta ezt a meghívást. Hollandia több évvel ezelőtt vállalta az IJSO 2017-es megszervezését, de 2016-ra nincs vállalkozó ország.

	Arany	Ezüst	Bronz	Pontszám
Tajvan	6			18
India	5	1		17
Koreai Köztársaság	4	2		16
Oroszország	4	2		16
Indonézia	2	4		14
Thaiföld	2	4		14
Hongkong	1	5		13
Brazília		6		12
Magyarország		5	1	11
Románia		5	1	11
Észtország	1	1	4	9
Szerbia		3	3	9
Vietnam		2	4	8
Azerbajdzsán		2	3	7
Kambodzsza		1	5	7
Horvátország		3	1	7
Hollandia		1	5	7
Szaúd-Arábia		1	5	7
Németország			6	6
Litvánia			6	6

A legjobb 20 csapat eredménye és az érmek alapján számított pontszáma

A koreai verseny alatt a nemzetközi zsűri több ülésen is foglalkozott a megrendezés problémájával. Szóba került a verseny rövidítése: egy elméleti és egy gyakorlati fordulóval. Ez azonban a verseny időtartamát csak 1 nappal csökkentené, mivel a feleletválasztásos tesztek a nyitóünnepség délutánján és éjszakáján meg lehet vitatni, egy hosszabb elméleti forduló vagy a gyakorlat megvitatására a fél nap nem elegendő. Az áhított 2 napos rövidítés a regisztrációs napra előrehozott nyitóünnepséggel sem látszik megoldásnak, mivel a csapatok egy része – a menetrendtől függően – csak késő délután vagy este érkezik a verseny helyszínére. Ezt a rövidítést a zsűri tehát elvetette. A

jövő évi versennyel kapcsolatban azonban bármilyen kompromisszumra hajlandóak lennének, hiszen a lényeg, hogy ne szakadjon meg a verseny fonala. Felmerült a diákok kollégiumi, a tanárok alacsonyabb kategóriájú szállodában való elhelyezése, a verseny 1000 USD-os nevezési díjának (ideiglenesen) többszörösére való emelése is. Utóbbival kapcsolatban több ország jelezte, hogy ebben az esetben a csapatuk távol maradna a jövő évi versenyről. Az európai országokban az időpont kedvezőtlen a kollégiumi elhelyezésre, hiszen december első fele szorgalmi időszak az egyetemeken. Az alacsonyabb kategóriájú hotelek pedig gyakran nem tudnak olyan méretű konferenciatermet biztosítani, ahol a több mint 40 ország több mint 120 tanára kényelmesen elfér a számítógépeikkel, és ahol a szakmai zsűri is berendezkedhet a nyomtató és másoló apparátusával.

Az IJSO magyar csapatának felkészítő tanárai és a Magyar Kémikusok Egyesülete néhány hónappal ezelőtt azzal a kéréssel fordult az oktatási kormányzathoz és a Miniszterelnök Úrhoz, hogy 2016-ban Magyarország rendezhesse meg a következő IJSO-t. Úgy gondoljuk, hogy Magyarország szellemi potenciálja megvan ahhoz, hogy egy színvonalas és minden ország számára emlékezetes versenyt szervezzünk, de ez csak megfelelő anyagi háttér mellett valósítható meg. Erre a felkérésre mindeddig hivatalos választ nem kaptunk.

Az alábbiakban közöljük a verseny kémiafeladatait.

Feleletválasztásos tesztforduló

A verseny első fordulója 30 feleletválasztásos tesztből áll, egyenként 1 pontot kaphat a versenyző a helyes válaszáért. Ezen a versenyen a tíz kémiafeladat a következő volt:

1. Az alábbiakban az I. és II. jelű semleges atomról láthatóak bizonyos információk.

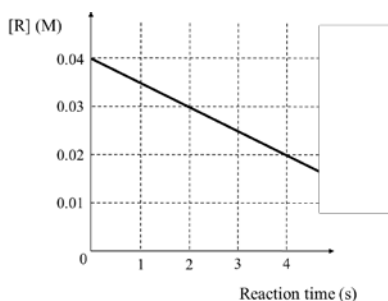
Atom	I.	II.
Protonszám		7
Neutronszám	7	a
Elektronszám	7	b
Tömegszám		15

Melyik helyes az alábbiak közül?

- (A) $a = 7$ (B) $b = 8$
 (C) Az I. atom rendszáma 14.
 (D) Az I. és II. ugyanannak az elemnek az izotópja.
2. Az alábbiak közül melyik sorban vannak ionsugár szerint csökkenő sorrendben a Na^+ , Mg^{2+} , O^{2-} , F^- ionok?
 (A) $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{F}^- > \text{O}^{2-}$ (B) $\text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{O}^{2-} > \text{F}^-$
 (C) $\text{O}^{2-} > \text{F}^- > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$ (D) $\text{F}^- > \text{O}^{2-} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$
3. Az alábbi molekulák közül melyiknek nem nulla a dipólusmomentuma?
 (A) CO_2 (B) CCl_4 (C) C_2H_2 (D) H_2Se
4. A reakciósebesség a kiindulási anyag, vagy a termék koncentrációjának változása az idő függvényében, mértékegysége M/s ($\text{M} = \text{mol/dm}^3$). Ha a reakciósebesség a kiindulási anyag koncentrációjának $[\text{R}]$ n -edik hatványával arányos, azaz:

$$\text{reakciósebesség} = k[\text{R}]^n$$

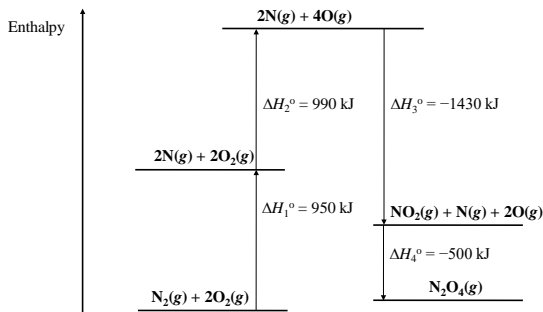
ahol k a reakciósebességi állandó, akkor a reakció n -ed rendű. A következő grafikon $[\text{R}]$ értékét mutatja az idő függvényben egy $\text{R} \rightarrow \text{P}$ reakcióra. (P jelöli a terméket.)



Az alábbiak közül melyik helyes n értékére és k mértékegységére az $\text{R} \rightarrow \text{P}$ reakcióban?

- (A) 0, $1/\text{s}$ (B) 0, M/s (C) 1, $1/\text{s}$ (D) 1, M/s

5. Egy gáz-halmazállapotú X szénhidrogén sűrűsége 0 °C-on és 1 atm nyomáson 1,25 g/dm³. X hány tömegszázaléka szén? (A szén és hidrogén moláris tömege 12,0 illetve 1,00 g/mol, és 1,00 mol gáz térfogata 0 °C-on és 1 atm nyomáson 22,4 dm³.)
 (A) 75,0 % (B) 80,0 % (C) 85,7 % (D) 92,3 %
6. Mi az alumínium legstabilabb ionjának elektronszerkezete?
 (A) 1s²2s²2p⁶3s² (B) 1s²2s²2p⁶
 (C) 1s²2s²2p⁵3s¹ (D) 1s²2s²2p⁶3p²
7. Egy anyag standard képződéshője ($\Delta_r H^\circ$) annak a folyamatnak az entalpiaváltozása, melyben az adott anyag az őt felépítő elemek legstabilabb formáiból képződik 1 atm nyomáson. A következő ábra néhány N- és O-tartalmú komponens entalpiadiagramja. A ΔH_i° (i = 1,2,3,4) értékek a megfelelő folyamatok standard entalpiaváltozásai 25 °C-on.



Mekkora a $\Delta_r H^\circ$ értéke a NO₂(g)-ra 25 °C-on?

- (A) 10 kJ/mol (B) 510 kJ/mol
 (C) -460 kJ/mol (D) -1430 kJ/mol
8. A táblázatban három különböző sav savi disszociációs állandója (K_s) látható 25 °C-on.

Sav	HF	CH ₃ COOH	HCN
K_s	$6,8 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$4,9 \cdot 10^{-10}$

Az A-D válaszok melyike tartalmazza az igaz állítás(oka)t az alábbi keretben lévők közül? (Tételezzük fel, hogy az oldatokat állandó, 25 °C-os hőmérsékleten tartjuk.)

- ① A 0,1 mol/dm³-es HCN(aq) bázikus.
- ② A 0,1 mol/dm³-es HF(aq) pH-ja kisebb, mint a 0,1 mol/dm³-es CH₃COOH(aq) pH-ja.
- ③ A H⁺-koncentráció nagyobb az 1 mol/dm³-es HCN(aq) esetén, mint a 0,1 mol/dm³-es CH₃COOH(aq)-ban.

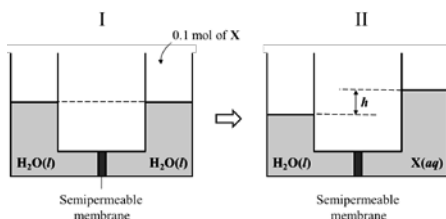
(A) ①

(B) ②

(C) ①, ③

(D) ②, ③

9. Egy féligáteresztő hártyát tartalmazó, U-alakú csőbe az I. ábrán látható módon 2 liter vizet töltöttek. Ha a cső jobb oldali ágában 0,1 mol X-et teljesen feloldunk, a folyadék szintje az X(aq) oldat esetén megemelkedik a II. ábrán látható módon. (A membránon csak a víz juthat át.)



Melyik X anyag esetén lesz h értéke a MÁSODIK legnagyobb?

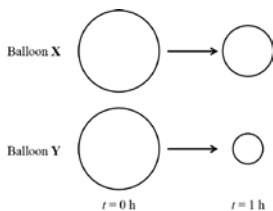
(A) MgSO₄

(B) CH₃COOH

(C) CaCl₂

(D) Cukor

10. Az X és Y gumi lufit tiszta H₂, illetve tiszta Ne gázzal fújták fel ugyanakkora, 10 literes térfogatra. Miután levegőn 1 órát állni hagyták, a lufik összemertek úgy, hogy X-nek nagyobb volt a térfogata, mint Y-nak. (Feltételezzük, hogy a környezet hőmérséklete és nyomása állandó volt $t = 0$ és $t = 1$ óra között.)



Az A-D válaszok melyike tartalmazza az igaz állítás(oka)t az alábbi keretben lévők közül?

- ① $t = 0$ órákor az **X** lufi Ne-t tartalmazott.
- ② Az **X** lufiban a belső nyomás a fenti folyamat során végig állandó volt.
- ③ $t = 1$ órákor az **Y** lufiban gázkeverék volt.

(A) ①

(B) ②

(C) ①, ③

(D) ②, ③

Elméleti forduló

Az elméleti fordulóban néhány összetettebb feladatot kell megoldani. Az elérhető összpontszám 30. A koreai versenyen egy kémiai tárgyú feladatot kellett megoldani, amelyre – helyes megoldás esetén – 10 pont járt.

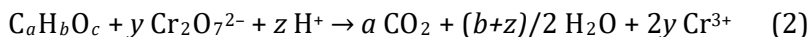
Kémiai oxigénigény (KOI) teszt

A kémiai oxigénigény (KOI) teszt egy széles körben használt indirekt módszer a vízben lévő szerves anyagok mennyiségének meghatározására. A KOI leggyakoribb felhasználási területei közé tartozik a szervesanyag-tartalom meghatározása felszíni vizekben (pl. tavakban és folyókban) vagy szennyvizekben, segítségével tehát jól jellemezhető a vízminőség. Mennyiségét ppm (parts per million, milliommódrész) egységben fejezik ki, *amely az egy liter oldatban lévő szennyezők oxidációjához szükséges oxigénmolekulák tömegét adja meg (mg egységben)*. A KOI módszer alapja az, hogy szinte az összes szerves anyag teljes mennyiségében CO_2 -dá oxidálható egy erélyes oxidálószer segítségével savas közegben.

Egy szerves anyag CO_2 -dá és vízzé történő oxidációjához szükséges oxigénmolekulák mennyisége:



A kálium-dikromát ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) egy erélyes oxidálószer, melyet a KOI mérések során alkalmaznak szerves anyagok oxidációjára savas közegben. A $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ reakciója egy szerves anyaggal:



Egy KOI mérés folyamata általánosan a következő lépésekből áll:

- (A) (Ismert koncentrációjú) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -oldatot adunk a szerves szennyezőket tartalmazó oldathoz. A $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ a (2) egyenlet szerint oxidálja a szerves szennyezőket.
- (B) A szerves anyagok teljes oxidációját követően a megmaradt $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ mennyiségét Fe^{2+} -ionokkal történő titrálás segítségével határozzuk meg. A titrálás során a Fe^{2+} -ionok Fe^{3+} -ionná oxidálódnak, míg a $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ -ionok Cr^{3+} -ionná redukálódnak. A titrálás segítségével meg tudjuk határozni azt a $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ -mennyiséget, amely az oldatban lévő szennyezők oxidációjához szükséges volt.
- (C) A (B) lépésben meghatározott $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ mennyiséget használva az (1) és (2) egyenletekben lévő x és y érték közötti összefüggés segítségével kiszámítható az az elméleti oxigénmennyiség, amely az azonos mennyiségű szennyezők oxidációjához szükséges lenne. Ezt hívják KOI-nek.

Kérdések

I-1. Ahhoz, hogy a KOI értéket meghatározzuk a szerves szennyezők oxidálására fogyott $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ mennyiségéből, fontos ismerni, hogy mi a mólarány az 1 mol szerves szennyező oxidációjához szükséges O_2 és $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ között. A mólarány az (1) és (2) egyenletből kapott x és y érték összehasonlításából határozható meg az egyenletek rendezését követően. A következő lépések segítenek ebben:

I-1-1. [0,5 pont] Fejezd ki x -et a , b és c segítségével az (1) egyenlet rendezésével!

I-1-2. [0,5 pont] Fejezd ki z értékét y segítségével a (2) egyenlet töltések alapján történő rendezésével!

- I-1-3.** [0,5 pont] Fejezd ki y -t a , b és c segítségével a (2) egyenlet rendezésével!
- I-1-4.** [0,5 pont] Fejezd ki x -et y segítségével az előző válaszaid alapján!
- I-2.** Egy ismeretlen szennyezőt tartalmazó vizes oldat KOI értékének meghatározásához $2,60 \cdot 10^{-4}$ mol $K_2Cr_2O_7$ -ot adtak a szennyező oldatának 10,0 ml-éhez. Miután az oxidáció lejátszódott, a maradék $K_2Cr_2O_7$ titrálásához $1,20 \cdot 10^{-3}$ mol Fe^{2+} volt szükséges.
- I-2-1.** [1,0 pont] Mekkora az f együttható értéke az alábbi, $Cr_2O_7^{2-}$ - és Fe^{2+} -ionok között savas közegben lejátszódó reakció rendezett egyenletében?
- $$Cr_2O_7^{2-} + fFe^{2+} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + fFe^{3+} + 7H_2O$$
- I-2-2.** [1,0 pont] Hány mól $K_2Cr_2O_7$ szükséges a szennyezőt tartalmazó oldat 10,0 ml-ében lévő szennyező oxidációjához?
- I-2-3.** [1,0 pont] Mennyi az ismeretlen minta KOI-értéke ppm-ben? Az O_2 moláris tömege 32,0 g/mol.
- I-2-4.** [2,0 pont] Ha az ismeretlen szennyező C_6H_6 volt, mennyi volt az oldatban lévő szennyező mennyisége milligramm / liter egységben, valamint mekkora térfogatú CO_2 fejlődött 1,00 liter ilyen oldat teljes oxidációjakor 298 K-en és 1,00 atm nyomáson? A C_6H_6 moláris tömege 78,0 g/mol és a gázállandó értéke
- $$R = 0,0821 \text{ liter} \cdot \text{atm} / \text{mol} \cdot \text{K}.$$
- (Tételezzük fel, hogy a CO_2 ideális gáz.)
- I-2-5.** [1,0 pont] Hány mól Cr^{3+} van jelen közvetlenül a Fe^{2+} -nal való titrálás előtt, illetve a titrálás után az oldatban?
- I-3.** [2,0 pont] Ha az alábbi anyagok mindegyikéből 10 mg-ot tökéletesen feloldunk 1,0 liter vízben, melyik oldatnak lesz a legnagyobb KOI értéke és mekkora ez az érték? (A C, H és O atom moláris tömege rendre 12, 1,0 és 16 g/mol.)

HCOOH (hangyasav)

CH₃OH (metanol)CH₃CHO (acetaldehid)

Gyakorlati forduló

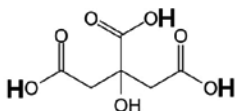
A gyakorlati fordulót háromfős csapatokban kell megoldani a versenyzőknek. A versenyre való készülés során a három diák közül egy diák elsősorban a fizikai, a másik a kémiai, a harmadik a biológiai jellegű feladatrész elvégzésére készül, de az egész kísérleti munkáról közös jegyzőkönyvet kell készíteniük. Így a csapatnak kell egy csapatvezetőt választani, aki irányítja és összehangolja a munkát, és legalább az egyik diáknak tisztában kell lennie a megfelelő jegyzőkönyv elkészítésének elvárásaival (adatok rögzítése, grafikon készítése, egyenes illesztése stb.) A fordulóban összesen 40 pontot lehet szerezni. Ebben az évben vizsgálat tárgyai gyümölcsök és gyümölcslevek voltak. A kémiai jellegű rész egy titrálás volt, amelynek kivitelezéséért, illetve a számítások elvégzéséért összesen 13 pontot kaphatott a csapat minden tagja.

Gyümölcslevek citromsavtartalmának meghatározása

1. Bevezetés

Citromsav

A citrusgyümölcsökben jelen lévő citromsav egy gyenge szerves sav, összegképlete $C_6H_8O_7$ (II-1. ábra). Ételek és italok savanyítására is használják. A citrusgyümölcsök fanyarságát és egyedi ízét a citromsav adja a jelen lévő kis mennyiségű almasavval és borkósavval együtt. A citrusgyümölcsök savtartalma az évszak elején a legmagasabb és a gyümölcs érésével csökken.

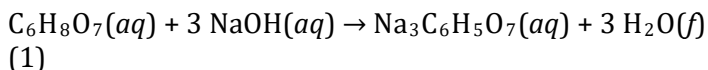


II-1. ábra. A citromsav szerkezeti képlete

Sav és bázis

Arrhenius elmélete szerint savak azok az anyagok, amelyek hidrogénionra (H^+), míg bázisok azok, amelyek hidroxidionra (OH^-) disszociálnak vizes oldatban. Annak ellenére, hogy vannak általánosabb definíciók a savra és bázisra, Arrhenius sav-bázis elmélete segítségével mégis számos vizes oldatban lejátszódó sav-bázis reakció jól leírható.

A citromsav egy háromértékű sav, mely vízben legfeljebb három (a II-1. ábrán félkövér **H**-val jelölt) H^+ leadására képes. Ha a sav vizes oldatához egy erős bázist, például nátrium-hidroxidot (NaOH) adunk, a sav mindegyik protonja képes a NaOH egy-egy OH⁻-jával vízzé (H₂O) alakulni, míg a NaOH-ból megmaradó nátriumion (Na⁺) a sav protonjai helyére kerülve sót képez azzal. A sav-bázis reakcióknak ezt a típusát közömbösítésnek hívjuk.



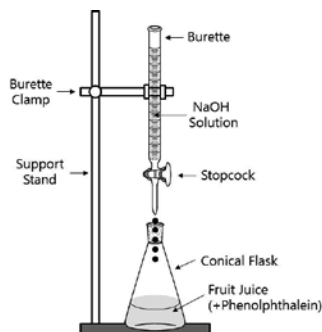
Sav-bázis titrálás

A közömbösítési reakciót használva meghatározható egy sav, illetve bázis koncentrációja. Ezt a módszert hívjuk *titrálásnak*. A titrálás egy ismert koncentrációjú oldat (*mérőoldat*) ismert térfogatának adagolását jelenti (egy bürettából) ahhoz az oldathoz (*titrálendő oldat*), amely a meghatározandó anyagot tartalmazza. A titrálás során azt a pontot, amikor éppen elegendő mérőoldatot adunk a titrálendő oldathoz, hogy azok éppen reagáljanak egymással, **ekvivalenciapontnak** hívjuk. Ezt a pontot általában **indikátorral** jelezzük, amit a titrálás elején hozzáadunk a mérendő oldathoz és az ekvivalenciapontban (vagy ahhoz nagyon közel) vált színt. A titrálás **végpontja** az a pont, ahol az indikátor színt vált.

Ebben a kísérletben NaOH-oldatot fogtok használni mérőoldatként, hogy meghatározzátok a gyümölcslé (titrálendő oldat) citromsav-tartalmát. Az indikátor fenolftalein lesz. A II-2. ábra mutatja a titrálás kísérleti összeállítását. A NaOH-oldatot fogjátok a gyümölcsléhez adagolni. A titrálás elején a gyümölcslevek színei egy ideig sárgásak maradnak. Amint rózsaszín/lila szín kezd megjelenni, adagold lassabban az oldatot! Addig adagolj cseppenként, amíg a halvány rózsaszín/lila szín legalább 30 másodpercig kevergetés közben is megmarad! Ez a végpont, amit ekvivalenciapontnak tekinthetünk.

Mivel a gyümölcslé citromsav-tartalmából származó H^+ mennyisége pontosan megegyezik a végpontig adagolt térfogatú NaOH-oldatban lévő OH⁻ mennyiségével, a sav koncentrációja meghatározható.

Feltételezhetjük, hogy a gyümölcslemben lévő egyetlen sav a citromsav.



II-2. ábra. A sav-bázis titrálás kísérleti összeállítása

A OH^- koncentrációja megegyezik a NaOH koncentrációjával, mivel a NaOH 100%-ban disszociál vízben ionjaira 1:1 arányban. Így a NaOH-oldat koncentrációjából kiszámítható a (2) egyenlethez szükséges OH^- anyagmennyisége. Ha ismert a OH^- -ok anyagmennyisége, akkor meghatározható a citromsav anyagmennyisége az (1) egyenletben szereplő NaOH és citromsav anyagmennyiség-arányából.

Két gyümölcslevet, mandarint és almát készítettek elő a kísérlethez. Mindkét gyümölcslében meg kell határoznotok a tömegszázalékos citromsavtartalmat.

2. Anyagok

Eszközök	Vegyszerek
50 ml-es buretta	0,100 mol/dm ³ -es NaOH-oldat
Állvány és burettafogó	1%-os fenolftalein indikátor
10 ml-es pipetta és pipettalabda	Desztillált víz
100 ml-es Erlenmeyer-lombik	Friss gyümölcslé (mandarin és
1 l-es vödör (szemetes)	
Tölcsér	
Cseppentő	

3. A kísérlet menete

Mielőtt elkezdték a kísérleteket, figyelmesen olvassátok el a pipettalabdára vonatkozó utasításokat, és ha szükséges, ismerjétek meg a használatát vízzel való gyakorlással!

1. Rázátok fel a gyümölcslevet! Pipetázzatok ki 10 ml mandarinlevet egy tiszta Erlenmeyer-lombikba!

2. Mossátok ki rögtön a pipettát desztillált vízzel!
3. Adjatok körülbelül 10 ml desztillált vizet a gyümölcslevet tartalmazó lombikba!
4. Cseppentsetek 6 csepp fenoltalein indikátort az oldatba!
5. Óvatosan keverjétek meg az oldatot!
6. A tölcser segítségével töltsétek fel a bürettát a 0,100 mol/dm³-es NaOH-oldattal!
7. Nyissátok ki a büretta csapját és hirtelen engedjétek ki a NaOH-oldatból a vödörbe annyit, hogy a titrálás megkezdésekor már ne legyen levegőbuborék a bürettában lévő oldatban!
8. Két tizedesjegy pontossággal jegyezzétek fel a **válaszlapra (II-1.)**, hogy hol volt kezdetben a NaOH-oldat szintje a bürettában!
9. Tegyétek az Erlenmeyer-lombikot a büretta alá és lassan kezdjétek el adagolni a NaOH-oldatot a lombikba!
10. Ha megkezdődik a színváltozás, adagoljátok lassabban a NaOH-oldatot! Titráljátok a nátrium-hidroxid oldattal a végpont eléréséig! (Az új szín legalább 30 másodpercig maradjon meg!)
11. Két tizedesjegy pontossággal jegyezzétek fel a **válaszlapra (II-1.)** a NaOH-oldat végső szintjét a bürettában!
12. Mossátok el a lombikot desztillált vízzel!
13. Ismételjétek meg az 1–12. lépést még háromszor!
14. Ismételjétek meg az 1–12. lépést az almalével négyszer!
15. Az eredményeidet felhasználva válaszoljatok a kérdésekre!

4. Kérdések [13 pont]

II-1. [7,0 pont] Számítsátok ki a titráláshoz szükséges NaOH-oldat térfogatát (ml-ben) minden mérés esetén, illetve a fogyások átlagát a mandarin, valamint az almalé!

II-2. [2,0 pont] Számítsátok ki a mandarin-, illetve almalé megtitrálásához szükséges NaOH átlagos anyagmennyiségét!

II-3. [2,0 pont] Számítsátok ki a 10 ml mandarin-, illetve almalében lévő citromsav anyagmennyiségét és tömegét (grammban)! (A C, H és O atomok moláris tömegei rendre 12,0, 1,00 és 16,0 g/mol.)

II-4. [2,0 pont] Számítsátok ki a százalékos citromsavtartalmát a mandarin- és almalének! Ezekhez a számolásokhoz feltételezzétek, hogy mindkét gyümölcsle sűrűsége 1,00 g/cm³