

IV. kategória

Döntő



IX. Oláh György

Országos Középiskolai

Kémiaverseny

IX. Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

Döntő



IV. kategória

2023. március 10.

Budapest

2023. március 10.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

IV. kategória

Döntő



IX. Oláh György Országos Középiskolai Kémiaverseny

A feladatsorokat lektorálta:

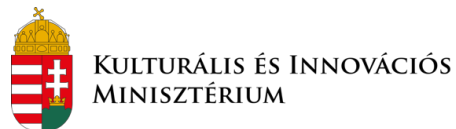
Keglevich Kristóf

Együttműködő partnerek:



Támogatók:

Koplányi Krisztián



2023. március 10.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

IV. kategória

Döntő



IX. Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

A döntő feladatait írta:

Balázs Krisztina

Bartek Máté

Borbás Balázs

Csorba Benjámin

Galacz Dániel

Galántha Szabolcs

Kas Livia

Németh Áron

Szathmári Balázs

A szóbeli forduló zsűrije:

Dr. Benkő Zoltán

Dr. Hornyánszky Gábor

Dr. Huszthy Péter

Dr. Keglevich György

Dr. Mika László Tamás

Dr. Papp Soma

Dr. Rapi Zsolt

Dr. Tóth Blanka

Dr. Benkő Zoltán

Dr. Kállay-Menyhárd Alfréd

Az IV. Kategória gyakorlati feladatát biztosította:

Balázs Viktória

Kovács Endre

A IX. Oláh György OKKV főszervezői:

Bartek Máté

Molnár Sára

Nagy Anna

2023. március 10.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu



Közreműködött

Agárdi Antal	Antal Katalin
Bakos Anna	Balázs Bálint
Balázs Krisztina	Balogh Marcell
Bodzás Gábor	Cziprisz Barbara
Dani Boglárka	Dr. Kupai József
Fent Máté	Galacz Dániel
Galántha Szabolcs	Gyöngyössy Ádám
Gyórfi Sára	Györök Ákos
Harcza-Pintér Zsófia	Hornyánszky Ágnes
Horváth Virág Nikolett	Juhász Péter
Kas Livia	Katona Borbála
Képes Bence	Mihályi Gréta
Miklós Bence	Moldován Patrik
Molnár Blanka	Nagy Orsolya
Palló Barnabás	Nyerges Gyula
Pócsik Bálint	Palotai Gitta Dóra
Török Csongor	Sarkadi Máté Varró
Vészi Blanka	Maja



IV. kategória feladatai

A feladatsorok kitöltésére az alábbi útmutatás vonatkozik:

- Amennyiben kérdések van egy feladattípussal kapcsolatban, **jelentkezzetek**, valamelyikünk odamegy hozzátok.
- Minden kidolgozás az általunk kiosztott lapokra kerüljön. Minden lap jobb felső sarkában **szerepelnie kell az azonosító kódotoknak**.
- Minden feladattípust **egy-egy lapra**, a számolási példákat pedig **külön-külön lapokra** kérjük megoldani, kizárólag **kézzel, olvashatóan írt** megoldásokat fogadunk el.
- A feladatok megoldásához **csak számológép**, illetve toll használható. Más segédeszköz használata tilos!
- Mindegyik oldal jobb felső sarkában szerepelnie kell a **versenyző azonosítójának**, illetve **kategóriájának**. A neveiteket véletlenül se írjátok rá a lapokra!
- A kitöltésre **4 órátk lesz**. A termet elhagyni csak a feladatlap beadásával lehet.



Feleletválasztós kérdések (10p)

Készíts egy táblázatot a feladatok számából és a hozzájuk tartozó helyes válasz betűjeléből, ezek egy külön lapra kerüljenek! Mindegyik feladatnál csak egy helyes megoldás van.

- Válaszd ki az alábbiak közül azt a vegyipari eljárást, mely nem elválasztó művelet!
 - Rektifikálás
 - Extrakció
 - Abszorpció
 - Katalízis
- Az alábbiak közül melyik nitrát válik ki csapadékként? (Melyik nitrátnak a legkisebb az oldhatósága vízben, 25 °C-on?)
 - Ezüst-nitrát (AgNO_3)
 - Bizmutil-nitrát (BiONO_3)
 - Kadmium-nitrát ($\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$)
 - Alumínium-nitrát ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3$)
- Melyik vegyület adja az ezüstitükörpróbát az alábbiak közül?
 - Nátrium-formiát
 - Aceton
 - Szacharóz
 - Kálium-etanoát



4. Melyik puffert használná, ha 9-es pH-jú puffer előállítása a célja (25 °C hőmérsékleten)?
- Ecetsav, nátrium-acetát ($K_s = 1,86 * 10^{-5}$)
 - Ammónia, ammónium-klorid ($K_b = 1,78 * 10^{-5}$)
 - Anilin, anilínium-klorid ($K_b = 3,80 * 10^{-10}$)
 - Hangyasav, nátrium-formiát ($K_s = 1,78 * 10^{-4}$)
5. Melyik eljárással nem keletkezhet emulzió?
- Vízhez olajat adunk, majd a folyadékelegyet összerázzuk.
 - Olajhoz vizet adunk, majd a folyadékelegyet összerázzuk.
 - Vízhez butanolt adunk, majd a folyadékelegyet összerázzuk.
 - Vízhez etánsavat adunk, majd a folyadékelegyet összerázzuk.
6. Melyik energia előjele nem lehet negatív és pozitív is?
- Rácsenergia
 - Oldáshő
 - Képződéshő
 - Reakcióhő
7. Mikor kapott Oláh György Nobel-díjat?
- 1984
 - 1994
 - 1999
 - 2005



8. Melyik molekulában a legkisebb a kötésszög?
- a) H_2O
 - b) H_2S
 - c) NH_3
 - d) CCl_4
9. Melyik vegyületben szerepel a legnagyobb oxidációs számú atom?
- a) H_2SO_4
 - b) KIO_3
 - c) KMnO_4
 - d) NaH_2PO_4
10. Melyik sorban szerepelnek az anyagok forráspontjuk szerint növekvő sorrendben?
- a) Etil-metil-éter, metil-formiát, propanal, aceton, propán-1-ol, ecetsav
 - b) Etil-metil-éter, metil-formiát, aceton, propanal, propán-1-ol, ecetsav
 - c) Etil-metil-éter, propanal, aceton, propán-1-ol, metil-formiát, ecetsav
 - d) Etil-metil-éter, metil-formiát, propanal, aceton, ecetsav, propán-1-ol



Számolós példák (25p):

1)

Az abszorpció fontos elválasztó művelet a vegyiparban, melynek során egy gáz- vagy gőzáram valamely komponensét (esetleg komponenseit) nyeletjük el valamilyen folyadékban. Ezen művelet célja lehet valamilyen értékes anyag elválasztása, de történhet környezetvédelmi megfontolásból is, amennyiben például egy füstgázban vagy más környezetbe kikerülő anyagban jelenlévő káros komponenst kötünk meg (ez sokszor jogszabályi előírás is). Az abszorpciót legtöbbször ellenáramban alkalmazzák, mely azt jelenti, hogy a gáz- és folyadékáram egymással szemben áramlik.

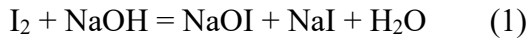
Jelen feladat is ezzel a művelettel foglalkozik. Célunk az acetont, mint oldószer gőzei megkötésének modellezése: acetongőzökkel szennyezett levegő acetontartalmát abszorbeáltatjuk vízben. Célunk az abszorpció hatásfokának meghatározása, azaz szeretnénk kiszámítani, hogy a belépő acetont hány %-a kötődött meg a folyamat során a vízben. Ehhez egy porlasztó segítségével acetont juttatunk a belépő levegőbe, melyet vízzel szemben áramoltatunk egy ún. abszorpciós kolonnában. A kolonnába felülről tiszta víz lép be. A vizsgálat során a következő adatokat olvastuk le:

- A belépő folyadékáram 32 l/h.
- A belépő víz hőmérséklete 19 °C, mely hőmérsékleten a víz sűrűsége 998,4 kg/m³.
- A 3 perc alatt belépő acetont mennyisége: 8,26 g; 9,01 g; 8,57 g (3 párhuzamos mérés).
- A kilépő gázáramot gázórával mértük. 0,2 m³ gáz kilépéséhez szükséges idő: 48,87 s; 48,55 s; 49,01 s.
- A kilépő gázáram hőmérséklete 22 °C, nyomása 100,9 kPa.

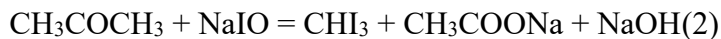
A kilépő folyadékáram acetontartalmát jodometriás titrálással határoztuk meg. Ennek elve a következő:



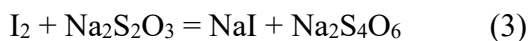
Lúgos oldathoz Lugol-oldatot (KI-os jóddoldat) adva a jód a következő, rendezendő egyenletnek megfelelően diszproporcionálódik:



A keletkező nátrium-hipojodit az acetonnal a következő, szintén rendezendő egyenlet szerint reagál:



Miután az aceton és a nátrium-hipojodit közti reakció maradéktalanul végbement, az oldatot megsavanyítva az (1) reakció egyensúlya balra tolódik, a nátrium-hipojodit maradéka jóddá alakul vissza. A jód ezen feleslegét 0,1 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-tioszulfát mérőoldattal visszatitrálhatjuk a jól ismert (szintén rendezendő) reakcióegyenlet szerint:



A kolonnát elhagyó folyadékfázisból vett mintából 200 ml-es mérőlombikban 10-szeres hígítást készítünk. Ezen oldatból kimérünk 10,0 ml mintát, majd hozzáadunk 12 ml 2 mol/dm³ koncentrációjú NaOH oldatot és 25,0 ml 0,0500 mol/dm³ koncentrációjú KI-os I₂-oldatot. Ekkor a keletkező jodoform világossárga csapadékként kiválik, mutatva az aceton jelenlétét (jodoform-próba). 10 perc várakozás után a mintát sósavval megsavanyítjuk, ekkor a jódtól sötétbarna lesz az oldat. A kivált jódfelesleget 0,100 mol/dm³ koncentrációjú Na₂S₂O₃-oldattal titráljuk meg keményítő indikátor jelenlétében. A titrálást 3-szor elvégezve a következő fogyásokat tapasztaljuk: 19,7 cm³, 19,9 cm³, 19,8 cm³.

Számítsd ki az abszorpció hatásfokát, azaz azt, hogy a belépő aceton hány százalékát sikerült elnyelnünk a vízben!

A számítás során mind a folyadék, mind a gáz móláramának (az egységnyi idő alatt átáramló anyag anyagmennyiségének) változásától jó közelítéssel eltekinthetünk.



Gondolkodtató kérdések (12p):

A gondolkodtató kérdések megoldásai egy lapra kerüljenek!

- 1) Tekintsük az alábbi reakciót:



melyben k_1 a reakcióra vonatkozó *reakciósebességi állandó*. A reakciósebességi állandó kifejezhető az alábbi egyenlettel

$$k(T) = A * e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

Hogyan határozhatjuk meg E_a értékét? Segítség: linearizáljuk az összefüggést!

- 2) Míg az ónnak ismerjük +2 és +4 oxidációs számmal alkotott vegyületét is, addig az ólom kevés kivételtől eltekintve csak +2-es oxidációs számmal fordul elő vegyületeiben. *Mi lehet a jelenség oka?*
- 3)
- 4) A $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ oktaéderes kristályokat alkot. Adj becslést egy olyan elemi kristály térfogatára, melyben a közepes távolság a részecskék között 0,2nm! Hány elemi térfogategységből áll egy 10 cm^3 térfogatú kristály?

Segítség: az oktaéder olyan test, mely két szabályos háromszög oldallapokból álló négyzet alapú gúla összeillesztéséből nyerünk. A gúla térfogata az alaplappal területét szorozva a magasság harmadával.

$$1m = 10^9nm$$



- 5) Az illatos rózsásvarjúháj (*Rhodolia Rosea*) olajának egyik fő összetevői a rosavin, rosin és a rosarin, melyek ún. fahéjalkohol glikozidok. A glikozidok valamilyen szerves vegyületek cukrokkal alkotott vegyületei.

Hogyan izolálnád a Rhodolia Rosea hasznos összetevőit az élő növényből? Milyen egyéb megfontolásokat kell figyelembe venni az extrakció és a tisztítási műveletek előtt?

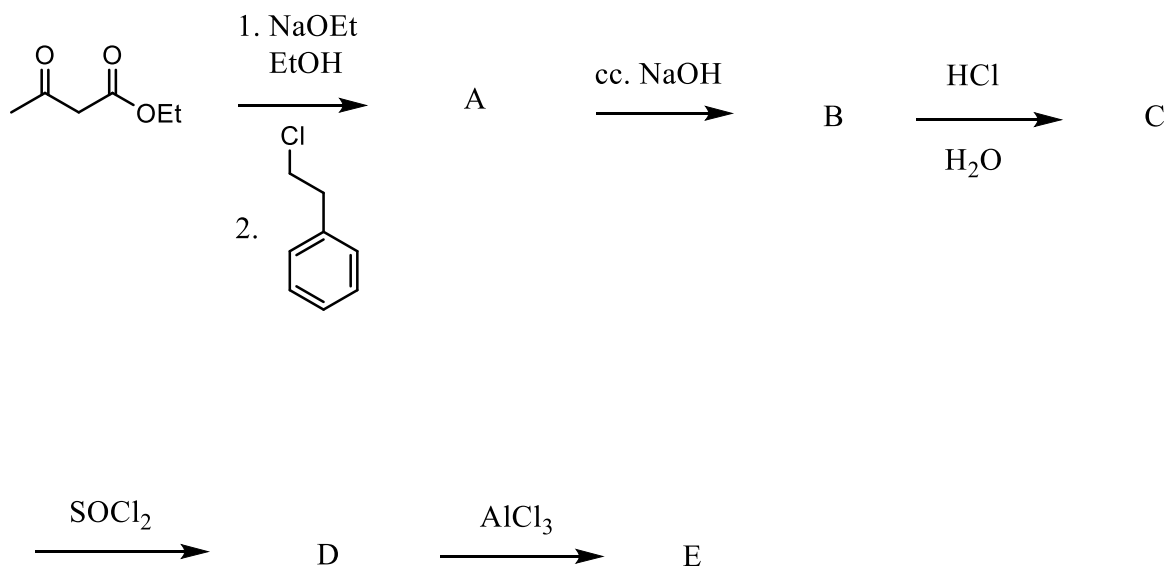
- 6) A Hückel-szabálynak megfelelően az aromás jelleg egyik feltétele, hogy $4n + 2$ elektron delokalizálódjon a π -rendszerben.

Létezhet-e három, öt, illetve hét szénatomra kiterjedő delokalizáció? Amennyiben igen, rajzold fel a megfelelő vegyületeket.



Gondolatkísérlet (12p):

Írd fel a betűvel jelölt reakció köztitermékeit! Amennyiben ismered az elektronmozgásokat, jelöld azokat.



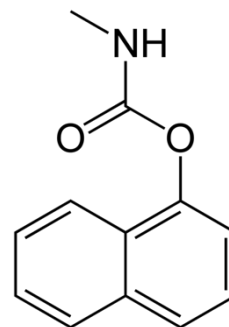


Esettanulmány (20p):

Tarján M. Tamás: A bhopali üzemi katasztrófa

1984. december 3-án történt a történelem egyik legsúlyosabb ipari katasztrófája, ezen a napon ugyanis az indiai Bhopal rovarirtó szerek gyártó üzeméből mintegy 42 tonna metil-izocianát került a levegőbe. Az elszabaduló mérges gáz több mint 2000 azonnali halálos áldozatot követelt, ezenfelül pedig több százezerre tehető azoknak a száma, akik a vegyi baleset következtében maradandó egészségkárosodást szenvedtek.

A Union Carbide multinacionális cég 1969-ben építette fel bhopali üzemét, ahol a következő másfél évtizedben a Sevin néven ismert rovarirtó szer gyártása folyt. Az 1984 decemberében légkörbe szabaduló – súlyosan mérgező – metil-izocianát a vegyszer készítéséhez szükséges reagens; ennek előállítását 1979-től végezték Bhopalban, és a gázt a kémiai reakciók közti fázisokban hatalmas – majdnem 60 000 literes –, félig földbe ázott tartályokban tárolták. Mivel a Sevin gyártásának szinte mindegyik szakaszában veszélyes, karcinogén anyagokkal dolgoztak, a Union Carbide üzemeinek rendkívül szigorú biztonsági előírások szerint kellett működnie, a bhopali létesítmény esetében ugyanakkor erről csak feltételes módban beszélhetünk. A cég ugyanis a létesítmény megnyitása után éppen azon a téren igyekezett spórolni, ahol a lelkiismeretesség a legfontosabb lett volna: a katasztrófát követő vizsgálat nem csak arra derített fényt, hogy a legfontosabb pozíciókban dolgozó munkások nem rendelkeztek kellő ismeretekkel a veszély felméréséhez, hanem arra is rámutattak, hogy a költségek csökkentése céljából a gyár karbantartását teljesen elhanyagolták. Csak hogy az olvasó számára néhány példát hozzunk: a bhopali üzemben a metil-izocianát-tartályok biztonsági riasztója már 1980-ban meghibásodott, a gáztisztító berendezések úgyszintén nem működtek, a súlyosan mérgező anyagokat nem az előírt hőmérsékleten tárolták – hiszen a hűtőberendezés üzemeltetése rengeteg energiába és pénzbe került volna –, és a csövek tisztításához szolgáló berendezések



1. ábra A Sevin (karbaril, naftalén-1-il metilkarbamát) szerkezete



sem funkcionáltak rendesen. Gyakorlatilag már az is csodának számított, hogy a katasztrófa 1984-ig váratott magára.

Ez év december 3-án, röviddel éjfél után aztán a tragédia mégis bekövetkezett, miután az előző esti műszak alatt súlyos rendellenességek léptek fel a metil-izocianát gyártása közben. A probléma abból eredt, hogy a mérgező anyag tárolására szolgáló tartályok egyikébe – máig ismeretlen okból – víz szívárgott be, ami exoterm kémiai reakciót indított be, vagyis a hőmérséklet és a nyomás rohamosan emelkedni kezdett. A bhopali üzem működésének színvonalát jelzi, hogy a műszerek jelezték ugyan a problémát, a dolgozók azonban inkább gondoltak arra, hogy a kijelzők meghibásodtak, mintsem, hogy a probléma valós lehet, mire pedig rájöttek tévedésükre, már túl késő volt. December 3-án, éjfél után mintegy negyedórával a tartályok szétrobbantak, a levegőbe kerülő 42 tonnányi, súlyosan mérgező metil-izocianát, illetve egyéb reagensek, többek között 1-naftol (naftalin-1-ol), foszgén és metil-amin, melyek összessége pedig felhőként borította el Bhopalt.

A különösen szélcsendes időjárás, illetve fagypont körüli hőmérséklet miatt a hideg levegő a városra nyomta a kiszabadult metil-izocianátot, ami a gyárat körülvevő nyomornegyedekben pillanatokon belül elkezdte szedni áldozatait. A gyilkos köd gyorsan tódult előre az utcákon, és mintegy 2000 emberrel azonnal végzett, a túlélők pedig később arról számoltak be, hogy valami hirtelen marni kezdte a szemüket, elnehezítette a légzésüket, és hányingert keltett bennük. Ugyancsak a bhopali üzem gyakorlatára mutat rá az a tény is, hogy a környék lakosai közül sokan hallották a vészjelzést, de az annyira hozzátartozott már az életükhöz, hogy a riasztást alaptalannak vélték.

A tűzoltóság vízfüggönnyel igyekezett megakadályozni a mérges gáz terjedését, de erőfeszítéseik kudarcot vallottak, vagyis Bhopal városa kiszolgáltatottan várta az alattomos módon terjedő halált. A tünetek érzékelése után általános pánik tört ki: aznap éjjel a 900 000 lakosú város több mint 20 000 polgára kereste fel a kórházakat – ahol az orvosok egyébként szintén nem rendelkeztek megfelelő ismeretekkel a metil-izocianát-mérgezésről –, de végül tízszer ennyire nőtt azoknak a száma, akik maradandó egészségkárosodást szenvedtek. A 2000 halálos áldozat mellett sokan elveszítették a látásukat, termékenységüket, de a mérgezés



a tüdő és a gyomor működését is tönkretette, illetve születési rendellenességeket és idegi problémákat is okozott. A több százezer emberi áldozat mellett az üzemi baleset Bhopal egész élővilágát tönkretette, a Union Carbide létesítménye pedig sok szempontból máig szennyezi a környezetet, hiszen a katasztrófa után bezárt gyárból napjainkban is észlelhető a mérges gázok szivárgása.

Egy ekkora katasztrófa kapcsán persze felmerül a felelősség kérdése, amit Bhopal esetében máig nem sikerült teljesen tisztázni. A Union Carbide vezetőit ugyan Indiába érkezésük után azonnal letartóztatták, a gyárban történt szabálytalanságok miatt azonban végül egyiküknek sem kellett börtönbe vonulnia. Az indiai kormány 3,3 milliárd dollárt követelt az amerikai vállalattól az üzem által okozott károk jóvátételére, melyet a Union Carbide később 470 millióig le tudott tornászni, 1989-ben pedig ki is fizetett.

Forrás:

<https://rubicon.hu/kalendarium/1984-december-3-a-bhopali-uzemi-katasztrofa>

Kérdések (I-II. kategóriáknak a-d, III-IV. a-f)

Az I-II. kategória versenyzői az e-f kérdések megválaszolásával plusz pontokat szerezhhetnek.

- Milyen biztonsági berendezéssel lehetett volna megakadályozni a katasztrófát?*
- Milyen tényezők tették súlyosabbá a katasztrófát?*
- Miért alkalmas a vízfüggöny arra, hogy megkösse a levegőben lévő mérgező gázokat?*
- A robbanásból keletkező köd a várost 2-3 méter magasan lepte el. Tekintsük a ködöt homogénnek, mely egy pontból indult, és minden irányban megegyező sebességgel terjedt. Adj számítással alátámasztott felső becslést arra, hogy mekkora területet érinthetett a köd!*
- Mi lehet a metil-izocianát képlete a szöveg alapján?*

IV. kategória

Döntő



IX. Oláh György Országos Középiskolai Kémiaverseny

- f) Írd fel a szövegben rögzített alapanyagok, és kémiai ismereteid alapján a Sevin előállításául szolgáló reakciókat! (2p)

2023. március 10.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu