

III. kategória

Döntő



Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

Köszöntünk az Oláh György Országos

Középiskolai Kémiaverseny döntőjén!

Eredményes versenyzést kívánnak a szervezők!

2016. február 26.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

1 / 12 oldal

III. kategória

Döntő



Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

A feladatsorokat lektorálta:

Dóbiné Cserjés Edit

Együttműködő partnerek:



BME VEGYÉSZMÉRNÖKI ÉS BIOMÉRNÖKI KAR
VEGY-ÉRTÉK TEHETSÉGPONT



Támogatók:



Egyetemi Hallgatói Képviselet



BME
V B K
Hallgatói Képviselet



RICHTER GEDEON



HUNGAROPHARMA



EMBERI ERŐFORRÁS
TÁMOGATÁSKEZELŐ



EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTERIUMA



Nemzeti
Tehetség Program

2016. február 26.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

2 / 12 oldal

Feleletválasztós kérdések (10p)

- Miért mérgező az emberi szervezet számára a szén-monoxid?
 - kémiai reakcióba lép a tüdő hámsejtjeivel
 - elpusztítja az idegsejteket
 - erősebben kötődik a hemoglobinhoz, mint az oxigén
 - nem mérgező
- Melyik állítás nem igaz minden, hidrogén-kötést tartalmazó molekulára?
 - hidrogénatomot tartalmaz
 - O-H-kötést tartalmaz
 - poláris X-H-kötést tartalmaz, ahol X nagy elektronegativitású atom
 - a kötésben részt vevő egyik atomnak nemkötő elektronpárja van
- Miért használunk hígított kénsavat a vas-szulfát előállításához?
 - a töményben a vas passzíválódik
 - a tömény sav veszélyes a felhasználóra a gyors párolgás miatt
 - ez olcsóbb, de töményet is használunk
 - így kisebb a reakcióhő
- Mi történik, ha nitrátokat ecetsavas közegben fém cinkkel reagáltatunk?
 - nitrogéngáz fejlődik
 - nem játszódik le reakció
 - ammóniagáz fejlődik
 - a nitrátok nitritekké redukálódnak
- Melyik indikátort nem savak kimutatására használjuk?
 - fenolftalein
 - metilnarancs
 - metilvörös
 - mindhármát erre használjuk
- Az első fekete-fehér fényképek előállítása melyik elem vegyületeinek alkalmazásán alapult?
 - alumínium
 - ezüst
 - ón
 - szén

2016. február 26.

7. Melyik termék a kőolaj lepárlási maradéka?
- motorbenzin
 - petróleum
 - pakura
 - kenő- és paraffinolaj
8. Mivé alakul át a szervezetben az etil-alkohol első lépésben?
- vízzé
 - ecetsavvá
 - szén-dioxiddá
 - acetaldehiddé
9. Melyik állítás hibás az ónnal bevont vaslemez korróziójával kapcsolatban?
- Az ónnal bevont vaslemezt a felületét védő réteg addig tudja megvédeni a korróziótól, amíg az meg nem sérül.
 - A helyi elemben a vasatomok oxidálódnak.
 - A helyi elemben az ónatomok redukálódnak.
 - Az ónnal bevont vaslemez esetén passzív védelem teljesül.
10. Létezik-e legalacsonyabb pH-érték, és ha igen, akkor mitől függ?
- a pH-skála vége adja meg, így létezik, az egy az
 - a pH-skála vége adja meg, így létezik, a nulla az
 - nincs legalacsonyabb, bármilyen alacsony lehetséges
 - az adott anyag oldhatósága határozza meg, így létezik gyakorlatban

III. kategória

Döntő



Oláh György

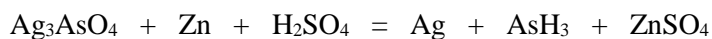
Országos Középiskolai Kémiaverseny

Elméleti feladatok (21p)

Rendezd az alábbi redox egyenleteket!

(10p)

Ahol szükséges, a hiányzó vizeket is pótdold!



Gondolkodtató feladatok

(6p)

- 1) Ha a csapból kitöltött vizet az asztalon kancsóban állni hagyjuk, buborékok jelennek meg a kancsó belső falán. Mi a jelenség magyarázata? (2p)
- 2) Miért könnyebb kinyitni a befőttes üveget konyharuhával? (1p)
- 3) Egy kollégium lakói rendszeresen üzennek egymásnak a zuhanyzó tükreán. Ezt úgy teszik, hogy szappannal ráírják az üzenetet a tükörre, az üzenet pedig csak akkor jön elő, amikor legközelebb zuhanyoznak, és a tükör bepárasodik. Miért párasodik be a következő zuhanyzáskor a tükör? Hogyan és miért válik láthatóvá az üzenet? (3p)

2016. február 26.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

5 / 12 oldal

III. kategória

Döntő



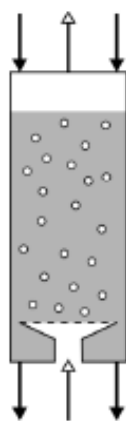
Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

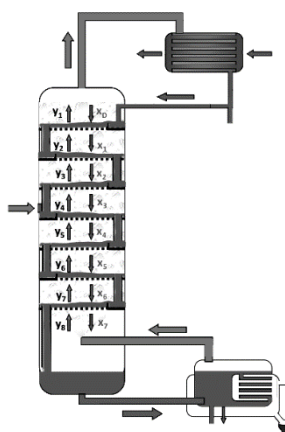
Párosítsd össze a reaktorokat a hozzájuk tartozó készülékrajzokkal!

(5p)

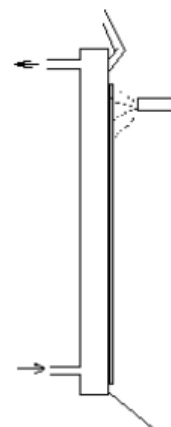
1. Csörgedezőfilmes reaktor
2. Rektifikáló oszlop
3. Keverő-ülepítő extraktor
4. Kaszkádreaktor
5. Buborékoltató abszorber



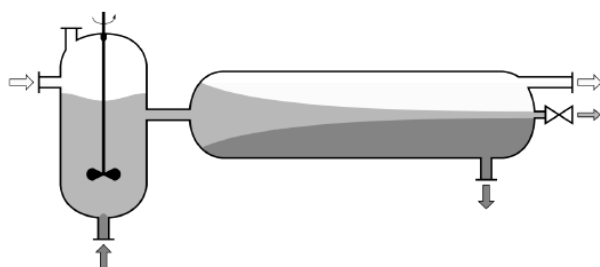
A)



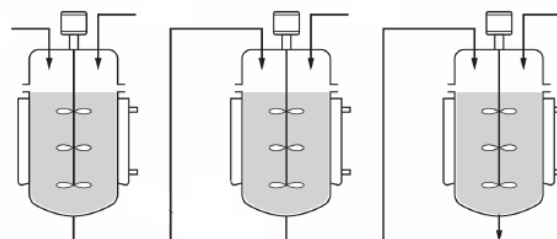
B)



C)



D)



E)

2016. február 26.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

6 / 12 oldal

III. kategória

Döntő



Gondolatkísérlet (11p)

Egy $C_{10}H_{10}O_2$ összegképletű szerves anyagot vizes NaOH-dal melegítve két újabb vegyület keletkezik. Az egyik a lúgos közegben jól oldódik, ám ha sósav hozzáadásával savas pH-t állítunk be, fehér kristályként kiválik az oldatból. Ez a kiszűrt és megszáritott vegyület feloldható szódabikarbóna vizes oldatában, a brómos vizet nem színteleníti el, ám brómmal vaspár jelenlétében képes reagálni, miközben színtelen, szúrós szagú gáz képződik. A kiindulási anyagból a lúgos közeg hatására keletkező másik vegyületet a vizes oldatból kloroformmal osszerázva eltávolítható. Az így izolált tiszta anyag semleges kémhatású. Ez a vegyület a brómos vizet elszínteleníti, és az így keletkező termékben nem lép fel geometriai izoméria. Ha az izolált anyagot enyhe oxidációnak tesszük ki, olyan vegyületet kapunk, amely pozitív Fehling-próbát mutat. Rajzold fel a kiindulási anyag szerkezetét! Írd fel a lejátszódó reakciók egyenleteit!

2016. február 26.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

7 / 12 oldal

Számítási feladatok (25p)

1. Egy tartály térfogata $2,50 \text{ m}^3$, engedélyezési nyomása 18,0 bar.
 - a) Legfeljebb mekkora nyomású gáz lehet benne szobahőmérsékleten ($20 \text{ }^\circ\text{C}$), ha a lezárt tartályt utána 255°C hőmérsékletre szeretnék melegíteni?
 - b) Egy másik tartály térfogata $10,05 \text{ m}^3$, engedélyezési nyomása 15,0 bar. $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 8,0 bar nyomású gázzal töltötték fel, majd $420 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra melegítették. Ekkor a tartályba épített nyomáscsökkentő szelep működésbe lépett, és redukálta a nyomást az engedélyezési nyomásra. Ezt követően lehűtötték a tartályt $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra. Mekkora anyagmennyiségű gáz szökött el? Mekkora lett a nyomás végül a tartályban?

A számítás során feltételezzük, hogy ideális gázzal van szó és a tartályok térfogatváltozásától tekintünk el. **(6p)**

2. Egy gyárban 13-as pH-jú nagyhatékonyságú tisztítószer-keveréket készítenek, mely során 11,2-es pH-jú szennyvíz keletkezik. A szennyvíz kémhatását jobbra a KOH okozza, a többi befolyásoló tényező a számítások során elhanyagolható. Az előírások szerint 8,4 fölötti pH-jú szennyvizet nem lehet kiereszteni a természetbe, így a szennyvíz közömbösítésére lesz szükség. Naponta 120 m^3 szennyvíz keletkezik.
 - a) Hány kilogramm száraz sósav gázzal valósítható ez meg? A gázvezetés során történő térfogatváltozástól tekintünk el!
 - b) A gyár egy másik terméke az ecetsav, így kézenfekvő, hogy egy arra épülő technológiát alkalmazzanak. Mi az a minimális pH, amit 15 m/m%-os ecetsavoldat alkalmazásával el tudunk érni anélkül, hogy puffer rendszert hoznánk létre? Mekkora térfogatú 15 m/m%-os ecetsavoldat szükséges 1 m^3 szennyvízhez? Megfelel-e ez a technológia a követelményeknek?

Pufferrendszernek nevezzük az olyan oldatokat, melyben egy gyenge sav és mellette a gyenge sav erős bázissal képzett sója van jelen.

Az ecetsav-oldat sűrűsége $1,092 \text{ g/cm}^3$. Az ecetsav gyenge sav, így sói hidrolizálnak. $K_s = 1,75 \cdot 10^{-5}$ Az összeöntés során fellépő térfogatváltozástól tekintünk el!

A hidrolízis állandó kiszámítása: $K_h = \frac{K_v}{K_s}$ ahol $K_v = 10^{-14} \text{ (mol/dm}^3\text{)}^2$ **(14p)**

2016. február 26.

3. Gazdag Géza hallotta a tévében, hogy az elhízottság és mindenféle betegség a túlsavasodás jele, mert a test így védi meg a létfontosságú szerveket a káros savaktól és hatásaiktól. Míg lúgos környezetben a test eléri ideális súlyát, és ellenáll az egészségre veszélyes mikroorganizmusoknak.

Mindenképpen egészségesen akar élni (mit sem törődve azzal, hogy a divatos egészséges életmód hetente változik), neki FELTÉTLENÜL lúgosító diétát kell tartani. Sajnos nem nagyon ért a kémiához, ezért nem egészen tudja, hogy mit is csinál.

Biztos, ami biztos bárhová is megy, csak és kizárólag lúgosító teát iszik, bízva csodás hatásában. Géza azonban hosszú évek tapasztalata alapján semmilyen információt nem fogad el kételkedés nélkül, ezért vásárolt az interneten egy pH mérőt, és mielőtt bármiből is iszik, ellenőrzi annak a pH értékét.

Utazások előtt Jean, Géza titkára szigorúan egy előre megadott recept alapján készítheti el a főnöke teáját, így biztosítva, hogy az mindig ugyanolyan pH értékű legyen. Gézának, mint minden szórakozott milliomosnak megvannak a maga heppjei. Szigorúan jól zárható, de szigeteléssel nem rendelkező üvegpalackokban hordja magával a teáját, így utazásai során a tea mindig felveszi a külső hőmérsékletet.

Első útja az Alpokba vezetett, hogy kiélje hegymászó hajlamait. A kinti hőmérséklet 10 °C volt, a mért pH érték pedig $7,22$ volt. Azt azért még hősünk is tudja, hogy az már lúgos, meg is nyugodott. Jean legnagyobb sajnálatára Gézát következő útja azonban a Szaharába vitte, ahol a 40 °C -os hőmérséklet mellett mért $6,71$ -es pH után olyan fejmosást kapott, amit nem tett zsebre, majdnem az állásába került.

Szegény Jean valójában mindent egyformán csinált a teák készítése közben, így kémiai különbség nem lehet a két palack között. Mekkora különbség volt a két üvegben mérhető tea pH-t befolyásoló komponensének egyensúlyi koncentrációja között, ha a tea egyértékű gyenge bázisnak tekinthető, melynek névleges K_b értéke 10 °C -on $3,2 \cdot 10^{-10}\text{ mol/dm}^3$, 40 °C -on $5,2 \cdot 10^{-10}\text{ mol/dm}^3$, míg a vízionszorzat 10 °C -on $0,36 \cdot 10^{-14}\text{ (mol/dm}^3)^2$, 40 °C -on pedig $3,80 \cdot 10^{-14}\text{ (mol/dm}^3)^2$? Jogos volt-e a leszúrás?

(5p)

2016. február 26.

Esettanulmány (13p)

Munkára fogott mikrohullámok

Noha a konyhai mikrohullámú sütők alapvetően ételek melegítésére szolgálnak, leleményes vegyészek mintegy három évtizede megpróbálták kémiai reakciókat lejátszatni bennük. Törekvésüket csak részben koronázta siker, ugyanis a komponensek nemegyszer robbanásszerűen reagáltak egymással, mivel nem lehetett ellenőrizni a reakció hőmérsékletét.

A vegyipar termékei elválaszthatatlanul hozzátartoznak mindennapi életünkhöz. [...] Nem mindegy azonban, hogy „milyen árat fizetünk” vegyipari termékeink létrehozásáért, azaz milyen mértékben éljük fel tartalékainkat és mennyire szennyezzük a környezetünket.

E gondolatok elvében vált egyre inkább kötelező irányulvvé a kémia környezetbarát megközelítése. Ezzel kapcsolatos a zöldkémia 12 alaptörvénye, amely többek között kimondja, hogy csak a környezetünkre és egészségünkre ártalmatlan termékek vezethetők be, kiindulási anyagként veszélytelen kemikáliák használandók, melyek lehetőleg megújuló energiaforrásból jöttek létre. [...]

Ezeket az ajánlásokat és kritériumokat igyekszünk „aprópénzre váltani” a *Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vegyészmérnöki és Biomérnöki Karának Szerves Kémia és Technológia Tanszékén*. Az egyik kiemelt kutatási területünk a cikk címét is inspiráló szerves kémiai reakciók mikrohullámú körülmények közötti megvalósítása, valamint a mikrohullám adta lehetőségek és előnyök feltárása, illetve kihasználása. Mit jelent ez „konyhanyelven”?

A konyha fogalmának említése nem véletlen. A legutóbbi három évtizedben világszerte elterjedtek a háztartási mikrohullámú „sütők”, amelyek alapvetően az ételek melegítésére szolgálnak. Maga a mikrohullám az elektromágneses hullámok palettáján az infravörös és a rádiófrekvencia között helyezkedik el az 1 centiméter és az 1 méter hullámhosszú tartományban [...].

A mikrohullám melegítő hatása – kicsit leegyszerűsítve – azon alapul, hogy amennyiben az anyag elnyeli az elektromágneses energiát, az erőtér periodikus változására a különböző méretű *dipólusmomentumú* molekulák ütemesen mozogni kezdenek és egymással sűrűlődvá hőt termelnek. Az olyan anyagok, amelyeknek nagyobb a dipólusmomentuma, könnyebben és gyorsabban melegszenek.

A hagyományos melegítéssel ellentétben, amely valójában egy *közvetett fűtés*, a mikrohullámú fűtés esetén *közvetlen melegítésről* van szó. [...] A kezdetleges készülékekben olykor robbanásszerűen reagáltak a komponensek, mivel ezekben még nem lehetett szabályozni a reakció hőmérsékletét. [...]

Kutatásaink során a mikrohullámú technika segítségével egyrészt olyan reakciókat tudtunk megvalósítani, amelyek hagyományos körülmények között nem játszódnak le. Másrészt a szokásos melegítéssel is végbemenő reakciókat tettük hatékonyabbá, azaz rövidebb reakcióidővel, nagyobb termeléssel és tisztább formában kaptuk meg a termékeket.

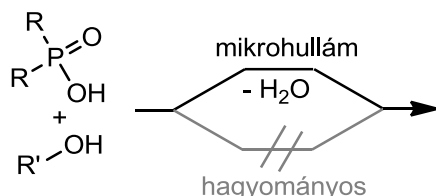
2016. február 26.



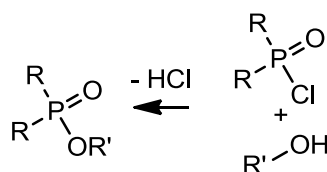
Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

"A" reakcióút



"B" reakcióút



Az előbbi esetre példa lehet a *foszfinsavak* közvetlen észteresítése ("A"), ami hagyományos melegítéssel nem valósítható meg. Azt találtuk, hogy a foszfinsavak és feleslegben vett (oldószerként is használt) alkoholok elegyét mikrohullámmal besugározva, hatékonyan képződtek a foszfinsavak észterei a *foszfinátok*, amelyek fontos köztes termékei a szerves vegyiparnak. Foszfinátok a korábbi módszer szerint foszfinsav-kloridok és alkoholok reakciójával nyerhetők ("B"). Ehhez a módszerhez azonban drága savkloridokra van szükség, továbbá melléktermékként hidrogén-klorid képződik, ami rontja az atomhatékonyságot és ballasztot jelent, nem is beszélve a korróziós hatásáról.

Ma már bevett dolog, hogy a mikrohullámú besugárzás gyorsabbá és hatékonyabbá teszi a reakciót. [...] Nem ritkán 50-100-szoros sebességnövekedést tapasztaltunk, amikor bizonyos szerves kémiai reakciókat hagyományos melegítés helyett mikrohullámú körülmények között valósítottunk meg. [...]

A szerves kémia legjellemzőbb energiaprofiljainak három tipikus esetét mutatjuk be. Az első esetben (A) viszonylag kicsi az aktiválási energiaigény és az átalakulás energianyereséggel jár (vagyis exoterm). Az ilyen típusú reakciók minden további nélkül lejátszódhatnak, a mikrohullám azonban még könnyebbé teheti a kémiai folyamatot. A második esetben viszonylag magas az aktiválási energiaigény, viszont kissé endoterm a reakció vagy nincs számottevő energianyereség. Ezekben az esetekben – ha sikerül az egyensúlyt eltolni – tapasztalatunk szerint előnyös lehet a mikrohullámú besugárzás (B). A harmadik esetben van egy bizonyos aktiválási energiaigény és a reakció endoterm (C), amikor a mikrohullámú besugárzással részleges átalakulást érhetünk el. [...]

Cikkünk elején más kritériumokat is megfogalmaztunk a környezetbarát megvalósításokkal kapcsolatban. Ilyen például, mikor oldószer használata nélkül valósítunk meg reakciókat. Nos, a mikrohullámú reakciók esetében legtöbbször nem is alkalmaztunk oldószert. Oldószerre csak a nagyon heterogén, a reakció hőmérsékletén inhomogén elegyek esetén van szükség. [...]

Említettük, mennyire fontosak a katalitikus reakciók. Maguk a katalizátorok tulajdonképpen csökkentik a reakció során leküzdendő aktiválási energiagátat – ezt nevezzük katalitikus *alapelenségnek*. [...]

Az *Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok* (OTKA) támogatásával és részben a *Richter Gedeon Nyrt*-vel való együttműködésben folytatott környezetbarát kémiai kutatásaink során – láthattuk – mikrohullám segítségével korábbi reakciókat hatékonyabban vittünk véghez, új reakciókat tudtunk megvalósítani, illetve új típusú katalizátorokat fejlesztettünk ki. Az sem mellékes, hogy a mikrohullámú besugárzás jótékony hatása mellett sok esetben ki tudtuk küszöbölni az oldószerek alkalmazását.

Forrás: Keglevich György, *Élet és Tudomány*, 2013, 22, 691

2016. február 26.

III. kategória

Döntő



Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

Kérdések

- 1) Mit nevezünk aktiválási energiának? **(1p)**
- 2) Rajzold le a szövegben említett három energiaprofil diagramját! Hogyan módosítja ezeket a katalizátor? **(4p)**
- 3) Hogy tolja el a katalizátor az egyensúlyi folyamatokat a mikrohullámú reakciókban? **(1p)**
- 4) Hogyan tolnád el a foszfinátok képződésének irányába a hagyományos ("B") reakciót? **(2p)**
- 5) Etil-alkoholból melegítés hatására kénsav jelenlétében kétféle termék is keletkezhet. Mik ezek? Mi a kénsav szerepe? **(2p)**
- 6) Mi a különbség a közvetett és a közvetlen fűtés között? **(1p)**
- 7) Az elektromágneses sugárzás mely hullámhossz-tartományában található a látható fény, az infravörös és a mikrohullámú sugárzás? **(2p)**

2016. február 26.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

12 / 12 oldal