

kategória
L
9-12.
osztályosok



XVI. DÜRER VERSENY

Helyi forduló:
2022. november 18.



KÉMIA
MEGOLDÁSOK

1. feladat

Arkhimédész már nagyon unatkozott az Alvilágban, felkereste hát Hádészt, hogy segítsen neki valami elfoglaltságot találni. Az Alvilág ura Athéné segítségével a következő feladatot adta neki: kémiai módszerekkel határozza meg a Heuréka-legendából is ismert korona másolatának arany, illetve ezüstitartalmát. Több koronamásolatot is a rendelkezésére bocsájtottak. Arkhimédész nem késlekedett hát, első lépésként megmérte a koronákat, és azt látta, mindnek ugyanakkora a tömege: 494,8 g.

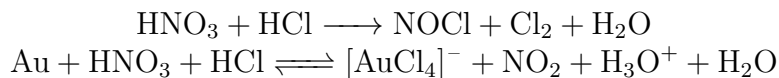
Egy koronát $500,0 \text{ cm}^3$ 65 %-os salétromsav-oldatban melegítve oldott, miközben vörösesbarna gáz fejlődését tapasztalta. A kapott oldatot hagyta lehűlni, kiszűrte belőle a koronamaradványt, majd $500,0 \text{ cm}^3$ 5,00 mol/dm³-es nátrium-klorid oldatot adott hozzá. Fehér csapadék kiválását tapasztalta, amit leszűrte, majd egy sötét teremben megszáritott. Lemérte a tömegét, mely 193,2 g volt.

- Számítsátok ki a korona ezüstitartalmát tömegszázalékban, az ezüst 100 %-os oldódását feltételezve!
- Számítsátok ki az oldatban maradt ezüst tömegét, ha tudjátok, hogy a keletkezett csapadék oldhatósági szorzata $1,76 \cdot 10^{-10} \text{ (mol/dm}^3\text{)}^2$! Ez hány százaléka a kivált csapadékban található ezüst tömegének?
- Változna-e a b) feladatban számolt tömeg és százalék értéke (ha igen, hogyan), ha a folyamat során használt nátrium-klorid oldat ekvivalens anyagmennyiséget tartalmazott volna felesleg helyett?

Egy másik koronát $500,0 \text{ cm}^3$ királyvízben oldott. Megmérte a visszamaradt szilárd koronamaradvány tömegét, mely 155,4 g volt.

- Számítsátok ki a korona aranytartalmát tömegszázalékban, 100%-os oldódást feltételezve!

Arkhimédész felírta a királyvíz keletkezésének, valamint az arany oldásának folyamatát:



- Rendezzétek az egyenleteket!
- Nevezzétek meg a két reakció összes komponensét a kémia nevezéktanának szabályai alapján!

Számításai során azt tapasztalta, hogy az arany és ezüst össztömege kisebb, mint a korona tömege. Rájött, hogy az istenek megtréfálták, és egy harmadik fémmel is ötvözték a koronát. Felkereste hát Héphaisztoszt, segítsen neki a fém meghatározásában. A következőket tudta meg: sűrűsége $12,2 \text{ g/cm}^3$, olvadáspontja $2000 \text{ }^\circ\text{C}$ felett van, nem reagál savakkal, hőkapacitása pedig $24,2 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$. Megállapította, hogy lehetséges belőle oxidot előállítani. A dioxid formát preferálja, bár erős körülmények között tetroxidja is előállítható, mely sárgás színű.

- Függvénytáblázatot és periódusos rendszert felhasználva melyik lehet ez a fém? Válaszokat indokoljátok!

kategória



9-12.
osztályosok



XVI. DÜRER VERSENY

Helyi forduló:
2022. november 18.



KÉMIA
MEGOLDÁSOK

1. feladat megoldása

- a) A salétromsav képes az arany-ezüst ötvözetből kioldani az ezüstöt az alábbi reakció alapján:



Ehhez nátrium-kloridot adva AgCl -csapadék keletkezik. Ezt a csapadékot mérte le, tömege pedig 193,2 g. Az ezüst-klorid moláris tömegével (143,32 g/mol) számolva ez 1,348 mol.

Látható, hogy ez az anyagmennyiség megegyezik a kioldódott ezüst anyagmennyiségével. Így az ezüst moláris tömegével számolva (107,87 g/mol) kiszámolható, hogy 145,41 g ezüstöt tartalmazott a korona, mely a tömegének 29,39 %-a.

Megjegyzés: kiszámolható, hogy mind a salétromsav, mind a NaCl feleslegben vannak.

- b) Itt figyelembe kell venni a kloridionok sajátion hatását a következő egyenletben:

$$L = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

500,0 cm³ 5,00 mol/dm³ töménységű oldatban 2,500 mol kloridion van. Ebből csapadékként kivált 1,348 mol, tehát oldatban maradt 1,152 mol. Ez a kloridion-felesleg. Az oldat végtérfogata (térfogati kontrakciót elhanyagolva, mivel ilyenre vonatkozó adat nincs megadva) 1000 cm³, tehát az oldatban maradt kloridionok koncentrációja 1,152 mol/dm³. Ezt behelyettesítve az oldhatósági szorzat képletébe és azt átrendezve:

$$[\text{Ag}^+] = \frac{L}{[\text{Cl}^-]} = 1,528 \cdot 10^{-10}$$

Tehát ez lesz az ezüstionok egyensúlyi koncentrációja az 1,00 dm³ oldatban. Ebből látható, hogy anyagmennyisége is $1,528 \cdot 10^{-8}$ mol. Az ezüst moláris tömegével számolva ez $1,648 \cdot 10^{-8}$ g, ami a kivált csapadékban található ezüst tömegének $1,13 \cdot 10^{-8}$ %-a.

- c) Változna, mert nem lenne kloridion-felesleg, mely sajátion-hatást kiváltva visszaszorítja a kloridion oldhatóságát. Ezáltal az oldatban a kloridionok és ezüstionok egyensúlyi koncentrációja egyenlő lesz:

$$L = x^2 \\ x = \sqrt{L} = 1,327 \cdot 10^{-5} = [\text{Ag}]$$

Még mindig 1,00 dm³ oldatban vagyunk, így az anyagmennyiség $1,327 \cdot 10^{-5}$ mol. A moláris tömeggel számolva $1,431 \cdot 10^{-3}$ g az oldatban lévő ezüst tömege, amely a csapadékként kivált ezüst tömegének $9,84 \cdot 10^{-4}$ %-a.

kategória
L
9-12.
osztályosok



XVI. DÜRER VERSENY

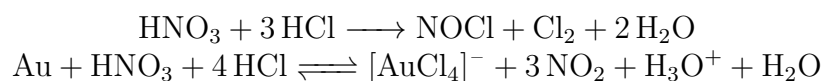
Helyi forduló:
2022. november 18.



KÉMIA
MEGOLDÁSOK

d) A királyvíz kioldja az aranyat, azonban az ezüst nem oldódik benne, így a tömegkülönbség adja az arany tömegét: $494,8 \text{ g} - 155,4 \text{ g} = 339,4 \text{ g}$, ami a korona tömegének 68,59 %-a.

e) A rendezett egyenletek:



f) HNO_3 : salétromsav

HCl : hidrogén-klorid

NOCl : nitrozil-klorid

Cl_2 : klór

H_2O : hidrogén-oxid / dihidrogén-oxid

Au : arany

$[\text{AuCl}_4]^-$: tetrakloro-aurát-ion

NO_2 : nitrogén-dioxid

H_3O^+ : oxóniumion

g) ruténium

kategória



9-12.
osztályosok



XVI. DÜRER VERSENY

Helyi forduló:
2022. november 18.



KÉMIA
MEGOLDÁSOK

2. feladat

A egy aromás bázis C_7H_9N összegképlettel, **B** pedig egy savanhidrid, mely ecetsavból képződik vízelvonószert hatására. **A** és **B** reakciójakor **C** keletkezik, amit különböző savak keverékével reagáltatva a $C_9H_{10}O_3N_2$ összegképletű **D** keletkezik főtermékként, az azonos összegképletű **E** pedig melléktermékként. Ezzel az összegképlettel más termék a reakció során nem keletkezhet. **D**-t hidrolízisnek alávetve az **F** amint kapjuk, amiből bonyolult kémiai folyamat során (diazotálás, majd $CuBr$ -dal történő reakció) **G** vegyületet kapjuk. **G** összegképlete $C_7H_6O_2NBr$ és nem mutat bázikus tulajdonságot. Ha **G**-t toluol származékként nevezzük el, akkor a névben szereplő különböző oldalláncok helyét jelölő számok összege 7.

- Határozzátok meg az **A-G** vegyületek szerkezeti képletét!
- Nevezzétek el **A**, **F** és **G** vegyületeket!
- Mi lehetett a különböző savak keveréke?
- Milyen funkciós csoport jön létre **A** és **B** reakciójakor?
- G** vegyület **A**-ból történő előállítása során miért fontos a **B** savanhidriddel történő reakció?

Savanhidrid: Definíció szerint olyan vegyület, melyhez vizet adva a névadó sav keletkezik. A feladatban az ellenkező irányú reakciót kell megtalálni, melyhez segítséget nyújt, ha két ecetsav molekulát rajzoltok egymás mellé és "radír" segítségével a víz alkotóelemeit vonjátok el belőlük.

Diazotálás: Elsőrendű aromás aminokból, szervesetlen savak jelenlétében, alacsony hőmérsékleten, salétromosav hatására sószerű vegyület képződik, melyet diazónium sónak nevezünk. Nevüket azért kapták, mert az amin funkciós csoportból két, egymáshoz kapcsolódó nitrogén atomból álló diazónium funkciós csoport keletkezik, mely egyszeresen pozitív töltésű.

Sandmeyer-reakció: A diazóniumsók jellemző reakciója, melynek során a diazóniumsó alacsony hőmérsékleten komplexet alkot egy halogén réz(I)-sójával. A hőmérséklet lassú emelésének hatására a komplex elbomlik, mégpedig úgy, hogy a nitrogén molekuláris formában, a réz pedig Cu^+ ionként távozik el, így semleges molekula marad vissza.

kategória



9-12.
osztályosok



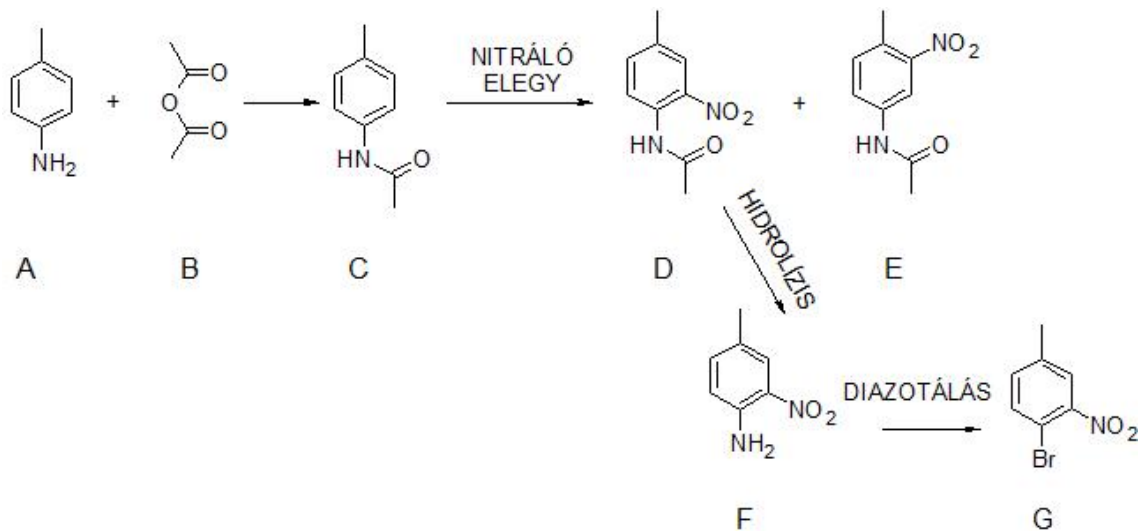
XVI. DÜRER VERSENY

Helyi forduló:
2022. november 18.



KÉMIA
MEGOLDÁSOK

2. feladat megoldása



- a) A vegyületek szerkezeti képlete az ábrán látható.
- b) **A**: para-toluidin, para-amino-toluol vagy para-metil-anilin
F: 3-nitro-4-amino-toluol vagy 2-nitro-4-metil-anilin
G: 3-nitro-4-bróm(o)-toluol
(Bármilyen más helyes elnevezés is elfogadható!)
- c) Nitráló elegy, koncentrált kénsav és koncentrált salétromsav 2:1 arányú keveréke.
- d) Amid funkciós csoport jön létre.
- e) Az amino csoport inkább sav-bázis reakcióban venne részt a savakkal, illetve az esetlegesen kisebb %-ban végbemenő nitrálás nem a kívánt pozícióban történne.

kategória
L
9-12.
osztályosok



XVI. DÜRER VERSENY

Helyi forduló:
2022. november 18.



KÉMIA
MEGOLDÁSOK

3. feladat

A küklpsz barlangjában talált “koszos” kálium-jodid kálium-bromid szennyeződést biztosan tartalmaz. Ennek számszerűsítésére a következő kísérletet végezzük el: bemérünk 0,3302 g anyagot egy 100 cm³-es mérőlombikba, majd desztillált vízzel jelre töltjük. Az elkészült törzsoldat 20 cm³-éhez annyi 20 %-os kénsavat adunk, hogy az oldat pH-értéke 1 legyen, majd 5,00 cm³ kálium-dikromát oldatot ($c = 0,020 \text{ mol/dm}^3$, $f = 0,993$) adunk hozzá. Egy másik 20 cm³-es mintához 50 cm³ pH=3-as pufferoldatot adunk, majd ehhez is adunk 5,00 cm³ kálium-dikromát oldatot. 20 perc várakozás után az első esetben a pH értéke 2 alatt maradt, míg a második esetben 3,5-nél kisebb pH-t mérünk. Mindkét oldatot 100 cm³-re hígítjuk és rázótolcsérben kétszer 20,0 cm³ kloroformmal kirázzuk. A visszamaradt vizes fázisokat pontosan 200 cm³-re hígítjuk és UV-VIS spektrofotométerrel megmérjük az abszorbanciájukat 350 nm-en (az ionok közül csak a dikromátion nyel el ezen a hullámhosszon). A fényút hossza a mintában 1 cm. A pH=1-ről induló esetben az abszorbancia 0,4949-nek adódik, míg a pH=3-ról induló esetben 0,5685-ös abszorbancia értéket mérünk.

$$\varepsilon = 3132 (\text{mol/dm}^3)^{-1} \text{cm}^{-1}$$

$$E^0(\text{kromát/króm}) = 1,36 \text{ V}$$

$$E^0(\text{bromid/bróm}) = 1,07 \text{ V}$$

$$E^0(\text{jodid/jód}) = 0,54 \text{ V}$$

- Miért alkalmas a módszer a bromid-szennyeződés megállapítására? Válaszotokat indokoljátok!
- Miért szükséges a kloroformos kirázás?
- Mekkora a tömegszázalékban kifejezett bromid-szennyeződés?
- Tartalmaz-e más szennyeződést a minta?

kategória



9-12.
osztályosok



XVI. DÜRER VERSENY

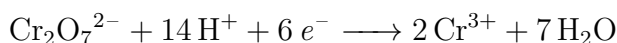
Helyi forduló:
2022. november 18.



KÉMIA
MEGOLDÁSOK

3. feladat megoldása

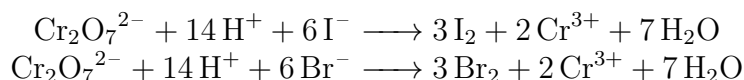
a) A dikromát és a króm ionok anyagmennyiségét a pH igen erősen befolyásolja:



A kromát-króm rendszer elektródpotenciálját a Nernst-egyenlet alapján számolhatjuk ki:

$$E = E^0 - \frac{RT}{zF} \ln \frac{[\text{red}]}{[\text{ox}]} = 1,36 - \frac{0,059}{z} \lg \frac{[\text{Cr}^{3+}]^2}{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}][\text{H}^+]^{14}}$$

pH=1 esetben $E = 1,22$ V, ami magasabb a bromid/brom és jodid/jód rendszerek elektródpotenciáljánál, azaz a dikromát-ion képes oxidálni mind a jodidot, mind a bromidot. pH=3 esetben viszont értéke $E = 0,94$ -re csökken, tehát már csak a jodidot fogja tudni oxidálni. Tehát az első esetben a két aniont egyszerre mérjük, míg gyengén savas esetben csak a jodidion mennyiségét határozzuk meg, ezáltal számolható ki a szennyezés mértéke. A méréshez tartozó redox folyamatok:



- b) A sárga színe miatt a bróm és a jód is elnyelne 350 nm-en.
- c) Az adszorbancia értékből a Lambert-Beer törvény alapján az első esetben $1,58 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$ -es koncentráció adódik a dikromát ionra, tehát az eredeti kromát mennyiségből 0,0316 mmol maradt, azaz 0,0677 mmol reagált el, tehát a bromid és jodid ionok összes anyagmennyisége 0,406 mmol. Hasonlóképpen a második mérésből következik, hogy a jodidionok anyagmennyisége 0,378 mmol. A tömegek ezek alapján: 313,6 mg KI és 16,7 mg KBr, tehát a KI csak KBr szennyeződést tartalmaz, aminek a tömegszázalékos értéke 5,05 %.
- d) Mivel a KI és a KBr kiadja a bemért 0,3302 g-ot ezért nincs más szennyező.

kategória



9-12.
osztályosok



XVI. DÜRER VERSENY

Helyi forduló:
2022. november 18.



KÉMIA
MEGOLDÁSOK

4. feladat

Az enzimek a biológiai rendszerek katalizátorai, amelyek működése nélkülözhetetlen, hiszen enzimek hiányában alapvető élettani folyamatok nem, vagy csak nagyon lassan mennének végbe. Az enzimek működésének legegyszerűbb kinetikai leírása a Michaelis-Menten kinetika. A Michaelis-Menten modellezés során enzimkatalizált reakciót az alábbi, általános egyenlettel jellemezhetjük:



ahol S az enzim szubsztrátja, E az enzim, ES az enzim-szubsztrát komplex és P a termék. Ebben a feladatban a Michaelis-Menten modellt egy tetszőleges enzimen vizsgáljuk. Kísérletünk során adott szubsztrát koncentrációk (egy hígítási sor) esetén mértünk reakciósebességet ($\Delta[P]/\Delta t$), és a következő értékeket kaptuk:

[S] (mmol/l)	0	0,25	0,5	1	2	4	8
v_0 (mmol/perc)	0	0,65	1,15	1,75	2,20	2,50	2,60

- a) Ábrázoljátok milliméterpapíron a reakciósebességet a szubsztrát koncentrációjának függvényében! Illesztetek görbét a pontokra!

A görbéhez tartozó összefüggést a Michaelis-Menten egyenlet írja le:

$$v_0 = \frac{V_{\max}[S]}{K_M + [S]},$$

ahol v_0 a reakció sebessége (iniciális sebesség), V_{\max} a maximális reakciósebesség, [S] a szubsztrát koncentráció, K_M pedig egy, az enzimre (pontosabban az adott reakcióra) specifikus állandó.

- b) Húzzátok be az x tengellyel párhuzamos aszimptota tengelyt, amely a maximális reakciósebesség értékét jó közelítéssel megadja! Jelöljétek a V_{\max} -ot az y tengelyen!
- c) Definiáljátok K_M -et az alapján, hogy hogyan viszonyul a v reakciósebesség és V_{\max} egymáshoz, ha $[S] = K_M$!
- d) Határozzátok meg a grafikonról leolvasva (jó közelítéssel) a fenti reakció K_M értékét!

Szeretnénk bebizonyítani, hogy a **K** anyag kompetitív inhibitora (gátlószere) az enzimnek, így elvégeztük a fenti mérést úgy is, hogy minden esetben azonos mennyiségű **K** anyagot adtunk a rendszerhez. A következő értékeket kaptuk:

[S] (mmol/l)	0	0,25	0,5	1	2	4	8
v_0 (mmol/perc)	0	0,45	0,80	1,25	1,75	2,25	2,55

- e) Ábrázoljátok az a) feladat grafikonján másik színnel a mért adatokat!
- f) Kijelenthető-e szerintetek a mérés alapján, hogy a **K** anyag az enzim gátlószere? Miért?

A kompetitív gátlásra az jellemző, hogy a gátlószert jelenlétében közel azonos V_{\max} érhető el, nagyobb K_M érték mellett.

kategória



9-12.
osztályosok



XVI. DÜRER VERSENY

Helyi forduló:
2022. november 18.



KÉMIA
MEGOLDÁSOK

-
- g) Hogyan változik a reakció K_M és V_{max} értéke **K** anyag jelenlétében? Kijelenthető, hogy **K** egy kompetitív gátlószer?
- h) Az **S** szubsztrát és a **K** anyag nagyon hasonló szerkezetű. Ennek ismeretében szerintetek mi lehet a kompetitív gátlás egyik lehetséges mechanizmusa?
- i) Miért érhető el végül közel azonos maximális sebesség?

kategória



9-12.
osztályosok



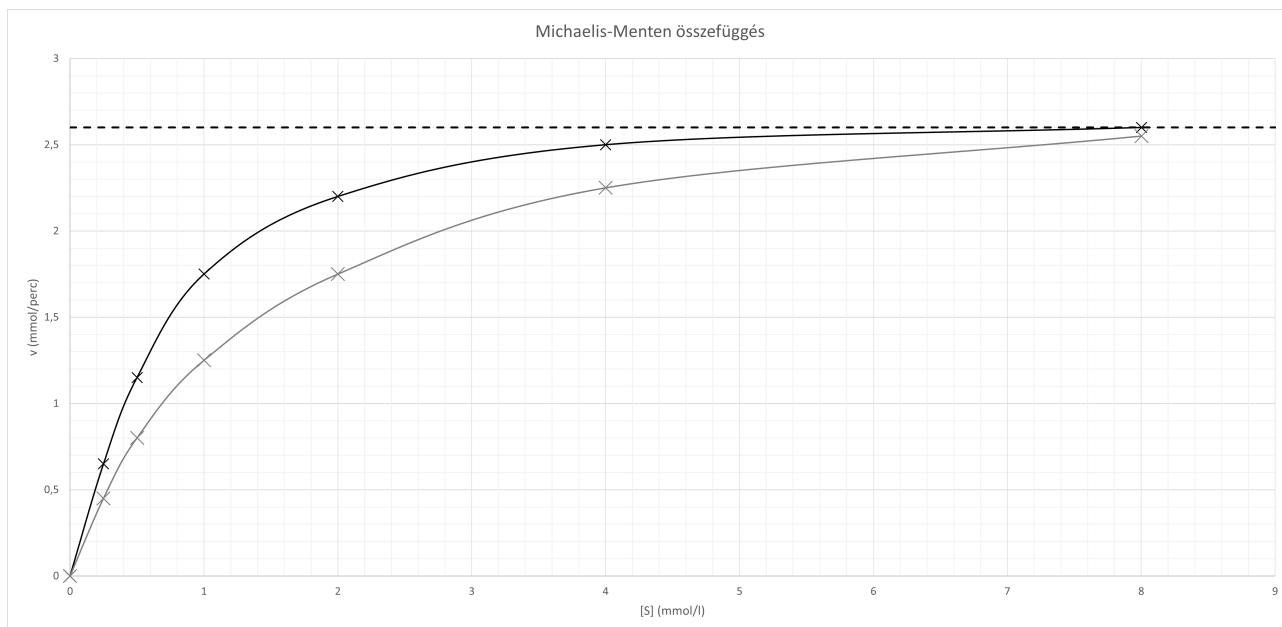
XVI. DÜRER
VERSENY

Helyi forduló:
2022. november 18.



KÉMIA
MEGOLDÁSOK

4. feladat megoldása



- ld. grafikon
- ld. grafikon, $V_{\max} \approx 2,6$ mmol/perc
- $[S] = K_M$ esetén $v_0 = \frac{1}{2}V_{\max}$. K_M tehát az a szubsztrátkoncentráció, amely esetén a reakciósebesség a maximális fele.
- $\frac{1}{2}V_{\max} \approx 1,3$ mmol/perc, ezt az értéket a görbe $x \approx 0,6$ mmol/l-nél veszi fel.
- ld. grafikon
- Igen, mivel K anyag csökkentette a reakciósebességet.
- A V_{\max} értéke K anyag jelenlétében nem változott jelentősen, míg K_M értéke megnőtt. Ez alapján kijelenthető, hogy K egy kompetitív gátlószer.
- Egy lehetséges és gyakori gátlási mechanizmus, hogy K elfoglalja az enzim aktív centrumát, kiszorítva onnan a szubsztrátot.
- Ha közös kötőhelyért versengenek, a szubsztrátot nagy feleslegben adva a gátlószer relatív mennyisége lecsökken, így csökken a gátlás mértéke.

kategória
L
9-12.
osztályosok



XVI. DÜRER VERSENY

Helyi forduló:
2022. november 18.



KÉMIA
MEGOLDÁSOK

5. feladat

Válaszoljátok meg az alábbi kérdéseket korábbi ismereteitek és a mellékelt cikk alapján!

- Definiáljátok az ionfolyadék fogalmát!
- Miért vezetnek az ionfolyadékok az elektromos áramot?
- Az ionfolyadékok egyik előnye a vegyületek változatos szerkezete. Hány különböző 4 C-atom számú telített primer monoamin kation van?
- Miért említhették az ionfolyadékokat sokszor “zöld” oldószerként?
- Milyen toxikus oldószereket ismertek? Írjatok legalább 2 példát!
- Mit jelent a gőznyomás (azaz tenzió)? Miért előnyös, hogy alacsony az ionfolyadékok gőznyomása?
- Soroljátok fel legalább 3 oldószert, amely illékony!
- Milyen kötések alakíthatnak ki az ionfolyadékok az oldott anyaggal?
- Miért oldódnak rosszul az ionfolyadékokban apoláris molekulák?
- Ismertessétek a reverzibilis ionfolyadék-származékok működési elvét!
- Az említett mérés végén a termék toluollal extrahálható volt. Mit jelent ez és milyen mechanizmus áll a háttérben?
- Mi az adszorpció? Mi a SILP (Supported Ionic Liquid Phase) technológia lényege?

A teljes cikk elérhető a https://www.mkf.mke.org.hu/images/stories/docs/2021_3_4/mkf_2021-03-04_2.pdf oldalon.

kategória



9-12.
osztályosok



XVI. DÜRER VERSENY

Helyi forduló:
2022. november 18.



KÉMIA
MEGOLDÁSOK

5. feladat megoldása

- Az ionfolyadékok nagy térkitöltésű szerves kationt tartalmazó, alacsony olvadáspontú sók.
- Szabadon mozgó, töltéssel rendelkező részecskéket tartalmaznak.
- 5: n-butilamin, szek-butilamin (L és D enantiomer!), terc-butilamin, izobutil-amin
- Nem bizonyultak egyértelműen toxikusak szemben pl. nagyon sok szerves oldószerrel. Az elmúlt évtizedben a kutatások rávilágítottak bizonyos szerkezet-toxicitás összefüggésekre, így egyes vegyületek károsak is lehetnek.
- CCl_4 , CHCl_3 , benzol, toluol, etanol, stb.
- A gőznyomás (tenzió) adott hőmérsékleten a folyadékával egyensúlyban lévő telített gőz nyomása. Minél nagyobb egy folyadék gőznyomása, annál nagyobb a parciális nyomása a gáztérben adott hőmérsékleten.
- izopropil-alkohol, dietil-éter, aceton, etil-alkohol, stb.
- H-kötés, dipólus-dipólus kölcsönhatás alakul ki (ezen felül kis mértékben akár diszperziós kölcsönhatás is kialakulhat az adott szerkezet függvényében).
- Az ionfolyadék részecskéi polárisak, apoláris molekulákat rosszul oldanak. Jóval hosszabb szerves lánc esetén (ld. szappanok) oldanának jól apoláris molekulákat.
- A reverzibilis származékok valamilyen külső behatás (pl. CO_2 bevezetés) segítségével egy kevésbé poláris, ún. molekuláris állapotból ionos formába kerülnek, majd a hatást kiváltó anyag eltávolítása után visszaalakíthatóak a molekuláris állapotba.
- Kétfázisú rendszerekben az oldott anyag az őt jobban oldó oldószerbe átoldódik. Jelen esetben az apoláris termék a szintén apoláris, őt jól oldó toluolba oldódott át.
- Adszorpció során egy nagy felületű anyag a felületén megköt más anyagokat. SILP technológia során adszorpcióval vagy kovalens kötéssel hordozóhoz rögzítjük az ionokat, így egy nagyobb részecskékből álló, jobban kezelhető folyadékot kapunk.