

kategória
K+
9-12.
osztályosok



XVI. DÜRER VERSENY

Döntő:
2023. február 10-12.



KÉMIA
KIFEJTŐS
MEGOLDÓKULCS

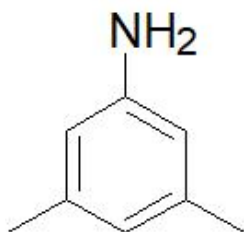
1. feladat

Egy háromkomponensű keverék tartalmaz egy primer (**A**), egy szekunder (**B**) és egy tercier amint (**C**), melyekben közös, hogy összegképletük $C_8H_{11}N$ és a nitrogén atom egy olyan szénatomhoz kapcsolódik, mely egy aromás gyűrű része. **A**-ról tudjuk, hogy belőle brómos vízzel tribromo-származék képződik és az aromás gyűrűn lévő azonos funkciós csoportok csak meta-helyzetben találhatóak egymáshoz képest. **B**-ről pedig azt lehet tudni, hogy anilinból állítható elő etanollal, kénsavas közegben.

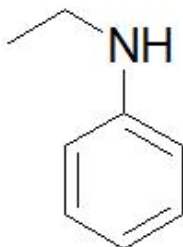
- Határozzátok meg **A**, **B** és **C** szerkezetét!
- Hányféle $C_8H_{11}N$ összegképletű, aromás gyűrűt tartalmazó amin van az említett három vegyületen kívül?
- Hány királis van közöttük?



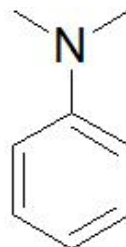
1. feladat megoldása



A



B



C

a)

b) Az alábbi vegyületek lehetségesek:

1 terciér amin (C)

5 szekunder amin:

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH-C}_6\text{H}_5$ (A)

$\text{CH}_3\text{-NH-CH}_2\text{-C}_6\text{H}_5$

$\text{CH}_3\text{-NH-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_3$ (a metil-csoport orto, meta és para helyzetben is lehet)

14 primer amin:

$\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-C}_6\text{H}_5$

$\text{CH}_3\text{-CH(-NH}_2\text{)-C}_6\text{H}_5$ (királis)

$\text{NH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-C}_2\text{H}_5$ (az etil-csoport orto, meta és para helyzetben is lehet)

$\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3$ (a metil-csoport orto, meta és para helyzetben is lehet)

$\text{NH}_2\text{-C}_6\text{H}_3\text{-(CH}_3\text{)}_2$ (a két metil-csoport orto-orto, orto-meta [2,3 és 2,5], orto-para, meta-meta [B] és meta-para helyzetben lehet)

Tehát összesen $20 - 3 = 17$ vegyület van.

c) 1 (ld. fent)



2. feladat

Vejnemöjnen egy Kalevalából kivágott jelenetben 12,3 g *tert*-butil-alkoholból (2-metil-2-propanol) 52 ml térfogatú 1,149 g/cm³ sűrűségű 30 m/m%-os sósav segítségével *tert*-butil-kloridot (2-klór-2-metilpropán) kíván előállítani. A reakciót választótölcsérben végezte, melyben a két fázist folyamatos rázogatással érintkeztette egymással, ezzel lehetővé téve a reakció lejátszódását. Ezt mosási, majd desztillációs lépés követte.

- Írjátok fel a reakcióegyenletet! Milyen típusú reakció játszódott le a két anyag között?
- Melyik reagens volt feleslegben? Hány mol volt ez a felesleg?
- Mennyi a folyamat termelése, ha 10,91 gramm tiszta terméket sikerült elválasztani a desztillációs lépést követően? Miért nem 100 %-os a termelés?
- Miért állt két fázisból a reagensek keveréke?
- Mi a desztilláció? Hol alkalmazzák az iparban (vagy “faluhelyen”)? Írjátok két példát!

Termelés (hatásfok): keletkezett termék mennyiségének és az elméleti (sztöchiometriai arányokból következő) termék mennyiségének hányadosa



2. feladat megoldás

- a) (nukleofil) szubsztitúció: $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{OH} + \text{HCl} \longrightarrow (\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
- b) a sósav: $n(\text{alkohol}) = 12,3/74,1 = 0,166 \text{ mol}$, $n(\text{HCl}) = 52 \text{ mL} \cdot 1,149 \text{ g/mL} \cdot 0,30 / (36,5 \text{ g/mol}) = 0,491 \text{ mol}$, $n(\text{felesleg}) = 0,325 \text{ mol}$.
- c) $m(\text{elméleti termék}) = n(\text{alkohol}) \cdot M(\text{termék}) = 0,166 \text{ mol} \cdot 92,6 \text{ g/mol} = 15,37 \text{ g}$
termelés: $10,91/15,37 = 0,710 = 71,0 \%$.
- Bemérési hibák, nem volt teljes az átalakulás kloriddá, mellékreakció is lejátszódott, valamennyire oldódott vízben a termék, mosás, desztilláció során is veszítettünk terméket, stb.
- d) Azért, mert nem oldódik a dipólusos vízben az apoláris *terc*-butil-alkohol, se a *terc*-butil-klorid. Van egy szerves és egy vizes fázis.
- e) Illékonyságkülönbségen alapuló egyensúlyi elválasztó művelet. Használható termék kinyerésére pl. gyógyszeriparban, oldószer regenerálására, desztillált víz előállítására, de ide tartozik a kőolajfinomításkor használt rektifikálás, sőt a pálinkafőzés is.



3. feladat

A titánok közül ketten, Hüperión és Mnémoszüné feladtak szüleiknek, Gaia-nak és Uranosznak egy feladatot. Gaia a Föld istennője, Uranosz pedig az ég istene, azonban hiába a nagy hatalmuk, nem tudták megoldani a feladatot. Ti tán' tudtok nekik segíteni?

19,17 gramm fém-karbonátot 600 °C-on hevített Hüperión, míg az teljesen elbomlott, közben egy szilárd anyag és egy gáz keletkezett, melyeknek anyagmennyisége megegyezett. A gázt NaOH-oldaton vezette át, az oldat tömege 10,00 grammal nőtt.

a) Mi az ismeretlen fém?

Az ismeretlen fém kristályvíztartalmú szulfátjából 100,0 grammot Mnémoszüné 100,0 gramm vízben 20 °C-on feloldott, ekkor az összes szilárd anyag feloldódott. A fém-szulfátra nézve 24,42 *m/m%*-os oldat keletkezett.

b) Mi a kristályvíztartalmú fém-szulfát összegképlete?

Ezután ugyanabból a kristályvizes fém-szulfátból Mnémoszüné feloldott egy másik mennyiséget 20 °C-on úgy, hogy a víz és a feloldott só tömegaránya 1:2 lett.

c) Mi volt az oldódási egyensúly beállta után a szilárd anyag/folyadék tömegarány?

Miután beállt az oldódási egyensúly, a 20 °C-os rendszer hőmérsékletét 80 °C-ra emelte.

d) Mi lett a melegítés után a szilárd anyag/folyadék tömegarány?

e) Mi a fém-szulfát hétköznapi neve?

20 °C-on 100,0 gramm víz 44,50 gramm kristályvízmentes fém-szulfátot old

80 °C-on 100,0 gramm víz 64,20 gramm kristályvízmentes fém-szulfátot old



3. feladat megoldása

- a) Ha a fém-karbonátot hevítjük, akkor fém-oxid és szén-dioxid keletkezik. A szén-dioxiddal nő a NaOH-oldat tömege, amikor azt átvezetjük rajta, annyi tehát a szén-dioxid tömege, amekkora a tömegnövekedés. A szén-dioxid anyagmennyisége így 0,2273 mol.

Csak akkor lehetséges, hogy a bomlás során keletkező fém-oxid és szén-dioxid anyagmennyisége egyenlő, ha a fémion egyszeresen vagy kétszeresen pozitív. Mivel a fém-karbonát anyagmennyisége is 0,2273 mol, fém-karbonát moláristömege 84,35 g/mol.

Ha a fémion egyszeresen pozitív akkor a fém moláristömege $(84,35 \text{ g/mol} - 60 \text{ g/mol}):2 = 12,18 \text{ g/mol}$, ilyen fém pedig nincs.

Ha a fémion kétszeresen pozitív, akkor a fém moláristömege $84,35 \text{ g/mol} - 60 \text{ g/mol} = 24,35 \text{ g/mol}$. Tehát az ismeretlen fém a magnézium.

- b) Keverési egyenlet: $100 \cdot w = 200 \cdot 0,2442$

A keverési egyenletet megoldva: $w = 0,4884$

$w = M(\text{MgSO}_4)/M(\text{MgSO}_4 \cdot x \text{ H}_2\text{O})$, ezt megoldva $x = 7,001$, hiszen $M(\text{MgSO}_4) = 120,3 \text{ g/mol}$, $M(\text{H}_2\text{O}) = 18,00 \text{ g/mol}$ és $M(\text{MgSO}_4 \cdot x \text{ H}_2\text{O}) = M(\text{MgSO}_4) + x \cdot M(\text{H}_2\text{O})$.

Tehát a kristályvizes só összegképlete: $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$

- c) Tegyük fel, hogy a víz tömege 100,0 gramm, a $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$ tömege pedig 200,0 gramm.

Keverési egyenlet: $200,0 \cdot 0,04884 = (300,0 - y) \cdot 0,3080 + y \cdot 0,4884$

A keverési egyenlet megoldása: $y = 30,00 \text{ gramm}$.

A szilárd anyag 30,00 gramm, a folyadék pedig 270,0 gramm, tehát a szilárd anyag/folyadék tömegaránya 1:9.

- d) 80 °C-on a telített magnézium-szulfát oldat tömegtörtje: $64,20/164,2 = 0,3910$

Keverési egyenlet: $30,00 \cdot 0,4884 + 270,0 \cdot 0,3080 = (300 - z) \cdot 0,3910 + z \cdot 0,4884$

A keverési egyenlet megoldása $z = -200,1$, tehát az összes szilárd anyag feloldódik, az oldat telítetlen lesz.

- e) Keserűső.



4. feladat

Egy műkénéi halandót azzal bíztak meg, határozza meg egy minta fenoltartalmát. Egyedül nem sikerült megoldást találnia a problémára, de megszánták az Istenek (*milyen kellemes ez a cselekmény alakulása szempontjából*). Maga Zeusz fejéből pattant ki az ötlet – *akárcsak valaha Athéné teljes páncélzatban* – hogy savas közegben, a bromid és bromát felhasználásával *in situ* előállított bróm segítségével a fenoltartalom gyorsan elreagáltatható. A maradék brómot feleslegben hozzáadott jodiddal reagáltatva, jód keletkezik, amely tioszulfát-oldattal, keményítő indikátor jelenlétében titrálható. Végül kis gondolkodás és egyenletrendezés után kiszámítható a fenolkoncentráció. Feltételezzük, hogy a mintában nincsen semmi olyan egyéb anyag, amely reagálna a brómmal, a jodiddal, a jóddal vagy a tioszulfáttal.

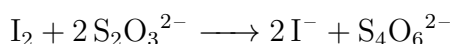
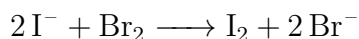
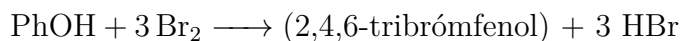
- a) Írjátok fel a lejátszódó reakciók egyenletét, ha tudjátok, hogy 1 mol fenol, 3 mol elemi brómmal reagál! (4 reakció, ha elvesztettétek volna a fonalat Zeusz gondolatmenetében.)

Most pedig részletezzük, hogyan oldotta meg a halandó a mérést: A mintát 100,0 cm³-re hígította, majd ebből 10,00 cm³-es részletet kipipettázott egy csiszolatos, dugós lombikba. Ehhez 20,00 cm³ $\frac{1}{60}$ mol/dm³ koncentrációjú ($f = 1,000$) KBrO₃-oldatot adott, majd desztillált vizes hígítás után kb. 1 g szilárd KBr-ot mért be. Ezt követően 10 cm³ 20 %-os sósav hozzáadása után 10 percig, ledugózva állni hagyta a rendszert. Következő lépésként kb. 1 g szilárd KI feloldása után további 5 percet várt. Végül 0,1 mol/dm³ ($f = 0,954$) Na₂S₂O₃-oldattal titrálta a sárga oldatot, a szín elhalványulásakor 1 cm³ keményítőoldatot adott a titráló lombikhoz. Feljegyezte a végponthoz tartozó fogyást. Háromszor ismételte a mérést, a mért fogyások a következők voltak: $V_1 = 9,05$ cm³, $V_2 = 9,10$ cm³, $V_3 = 9,00$ cm³.

- b) Miért nem kell pontosan bemérni a KBr-ot?
- c) Miért kell bedugózni a lombikot?
- d) Mi jelzi a végpontot?
- e) Hány mg fenol volt a mintában?
- f) Mennyi a minta hígításával készített 100 cm³ oldat pH-ja, ha a fenol savi disszociációs állandója $K_s = 1,6 \cdot 10^{-10}$ mol/dm³?



4. feladat megoldása



- b) A keletkező bróm mennyiségét a bromát mennyisége fogja meghatározni, a bromid nagy feleslegben lesz.
- c) Mert a keletkező jód szublimál, a bróm pedig párolog.
- d) A keményítő jóddal képzett komplexe kék, a jód teljes elfogyásakor elszíntelenedik az oldat.
- e) Az átlagfogyás 9,05 ml volt.

$$n(\text{Br}_2, \text{összes}) = 3 \cdot f(\text{KBrO}_3) \cdot c(\text{KBrO}_3) \cdot V(\text{KBrO}_3) = 1 \text{ mmol}$$

$$n(\text{Br}_2, \text{felesleg}) = 0,5 \cdot f(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{fogyás}) = 0,431 \text{ mmol}$$

$$n(\text{fenol}) = \frac{n(\text{Br}_2, \text{elreagált})}{3} = 10 \cdot \frac{n(\text{Br}_2, \text{összes}) - n(\text{Br}_2, \text{felesleg})}{3} = 1,894 \text{ mmol.}$$

$$m(\text{fenol}) = nM = 178,3 \text{ mg}$$

f) $c(\text{fenol}) = 0,01894 \text{ mol/dm}^3$

$$[\text{H}^+] = (1,6 \cdot 10^{-10} \cdot 0,01894)^{0,5} = 1,741 \cdot 10^{-6}$$

Tehát a $\text{pH} = 5,76$. ($c - x = c$ elhanyagolással)



5. feladat

Héphaisztosz úgy gondolta, hogy nem elég termelékeny és közel sem gazdaságos a kovácsolt munkáinak értékesítése az Olümposziak között, így feltalálta a fröccsöntést. Ehhez azonban műanyagokra is szüksége volt, sőt, még jellemeznie is kellett ezeket az új anyagokat. Nézzünk erre egy egyszerű, ókori Istenek által is megvalósítható módszert! *(Jóllehet, ők még nem tudtak ilyen pontosan időt mérni, de a realitás talaját talán már Héphaisztosz megemlékezésénél elhagytuk; a fröccsöntésnél már biztosan...)*

A polimeroldatok viszkozitása a polimerlánc mértetétől is függ, így megfelelő körülmények között a molekulatömeg meghatározására használható. Az oldat viszkozitását (jele: η , mértékegysége: Pa·s) a tiszta oldószer viszkozitásával (η_0) elosztva megkapjuk a relatív viszkozitást (η_{rel}). Ez a hányados megegyezik az oldat és az oldószer átfolyási idejének (t , illetve t_0) hányadosával is.

$$\eta_{rel} = \frac{\eta}{\eta_0} = \frac{t}{t_0}$$

Egyet levonva ebből az értékből a specifikus viszkozitáshoz jutunk (η_{sp}).

$$\eta_{sp} = \eta_{rel} - 1$$

A specifikus viszkozitás és az oldat g/cm³-ben meghatározott koncentrációjának (c) hányadosát a koncentráció függvényében ábrázolhatjuk. A pontokra egyenest illeszthetünk, amelynek a 0 koncentrációra extrapolált értékét (ahol az egyenes metszené az y tengelyt) határviszkozitásnak nevezzük (jele: $[\eta]$, mértékegysége: cm³/g). Az egyenes egyenlete (adott m meredekség esetén):

$$\frac{\eta_{sp}}{c} = m \cdot c + [\eta]$$

A molekulatömeg a Kuhn-Mark-Houwink-egyenlettel a határviszkozitásból kiszámítható:

$$[\eta] = K \cdot M^\alpha,$$

ahol az egyenletben M dimenziója Dalton (Da); K és α pedig állandók, melyek értéke szakkönyvekben szerepel.

- Milyen makromolekulákat ismertek? Írjatok három példát!
- Fogalmazzatok meg saját szavaitokkal, mi a viszkozitás! Van szoros kapcsolat a viszkozitás és a sűrűség között?

A tiszta oldószer átfolyási ideje 34 másodperc, a vizsgált 0,01 g/cm³-es oldat átfolyási ideje pedig 1 perc és 15 másodperc volt.

- Határozzátok meg a 0,01 g/cm³-es polimerkoncentrációhoz tartozó relatív és specifikus viszkozitás értékét!

A mérést további hígítások esetén is elvégeztük. A mérési pontokra illesztett egyenes egyenlete a következő lett: $\eta_{sp}/c = 4230,9 \cdot c + 80,71$.

- Mekkora a polimer moláris tömege kDa egységben, ha $K = 0,0672$ cm³/g és $\alpha = 0,55$?

kategória
K+
9-12.
osztályosok



XVI. DÜRER VERSENY

Döntő:
2023. február 10-12.



KÉMIA
KIFEJTŐS
MEGOLDÓKULCS

5. feladat megoldása

- a) műanyagok, DNS, RNS, fehérjék, keményítő, cellulóz, kitin...
- b) Folyadékok belső súrlódása, külső (nyíró) erőhatással szembeni ellenállása. Nincs szoros kapcsolat, a viszkózus anyagokat helytelenül hívjuk sűrűnek, sűrűn folyónak.

c) $\eta_{rel} = \frac{\eta}{\eta_0} = \frac{t}{t_0} = 2,206$

$$\eta_{sp} = \eta_{rel} - 1 = 1,206$$

- d) A határviszkózitás értéke az egyenlet alapján $[\eta] = 80,71$.

$$[\eta] = K \cdot M^\alpha, \text{ tehát } M^\alpha = [\eta]/K.$$

$$M = ([\eta]/K)^{1/\alpha} = 3,97 \cdot 10^5 \text{ Da} = 397 \text{ kDa}.$$



Gyakorlati feladat

Négy darab, jelöléssel ellátott kémcső az alábbi ionvegyületek vizes oldatát tartalmazza:

- AlCl_3
- AgNO_3
- CuSO_4
- NaOH

Töltsétek ki a felkészülési idő során az alábbi táblázatot a várható tapasztalatokkal, majd a bemutatás során azonosítsátok a jelölt kémcsöveket és válaszoljatok a szervezők által feltett kérdésekre!

	AlCl_3	AgNO_3	CuSO_4
AgNO_3			
CuSO_4			
NaOH			

kategória

K+

9-12.
osztályosok



XVI. DÜRER VERSENY

Döntő:
2023. február 10-12.



KÉMIA
KIFEJTŐS
MEGOLDÓKULCS

Gyakorlati feladat megoldása

	AlCl_3	AgNO_3	CuSO_4
AgNO_3	<u>AgCl</u> , fehér		
CuSO_4	-	-	
NaOH	<u>Al(OH)₃</u> , fehér, feleslegben feloldódik	<u>Ag₂O</u> , barna	<u>Cu(OH)₂</u> , kék