

kategória

K

9-10.
osztályosok



**XVI. DÜRER
VERSENY**

Döntő:
2023. február 10-12.



KÉMIA
KIFEJTŐS
MEGOLDÓKULCS

1. feladat

Egy fondant receptben a következőt olvashatjuk: *Oldjon fel két bögre cukrot egy bögre vízben!* Egy szakácsnővendék kételkedett a recept szavában, ezért először számolással szeretne volna ellenőrizni a leírtakat. Segítsünk neki megjósolni, hogy ennyi víz képes-e feloldani a kívánt mennyiségű cukrot! Egy bögre cukor tömegét vegyük 225 g-nak, míg egy bögre víz térfogata legyen 280 ml (a sűrűsége pedig $1,00 \text{ g/cm}^3$).

- Számítsátok ki a receptben szereplő cukor (szacharóz) és víz anyagmennyiségét!
- Ezek alapján a leendő oldatban hány vízmolekula jut egy cukormolekulára?
- Milyen másodrendű kötések alakulnak ki a víz és cukormolekulák között? Az oldódás folyamatát figyelembe véve elegendő ennyi víz a cukor oldásához? Válaszotokat indokoljátok!
- Mekkora lesz a keletkező oldat tömegszázalékos cukortartalma?
- Mekkora lesz a keletkező oldat koncentrációja, ha a sűrűsége $1,28 \text{ g/cm}^3$?

kategória

K

9-10.
osztályosok



**XVI. DÜRER
VERSENY**

Döntő:
2023. február 10-12.



KÉMIA
KIFEJTŐS
MEGOLDÓKULCS

1. feladat megoldása

- A szacharóz összegképlete $C_{12}H_{22}O_{11}$, ami alapján a moláris tömege 342 g/mol. Tehát 450 g szacharóz 1,316 mol-nak felel meg. Az egy bögre víz tömege 280 g, ami 15,56 mol-nak felel meg.
- Ezek alapján majdnem 12 vízmolekula jut egy cukormolekulára.
- Mindkét anyag hidrogén-kötések kialakítására képes, ezért ennyi víz elegendő lesz a cukor oldásához.
- Az oldat tömege 730 g, így 61 m/m% cukrot tartalmaz.
- A 730 g oldat térfogata a sűrűsége alapján 570 ml, azaz 0,57 l. Ezek alapján a koncentrációja $1,316/0,57 = 2,31 \text{ mol/dm}^3$.

kategória

K

9-10.
osztályosok



**XVI. DÜRER
VERSENY**

Döntő:
2023. február 10-12.



KÉMIA
KIFEJTŐS
MEGOLDÓKULCS

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

kategória

K

9-10.
osztályosok



**XVI. DÜRER
VERSENY**

Döntő:
2023. február 10-12.



KÉMIA
KIFEJTŐS
MEGOLDÓKULCS

2. feladat megoldása

- 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.

kategória

K

9-10.
osztályosok



**XVI. DÜRER
VERSENY**

Döntő:
2023. február 10-12.



KÉMIA
KIFEJTŐS
MEGOLDÓKULCS

3. feladat

Diogenész, az ókori görög filozófus egy 10 hektoliteres ászokhordóban lakott a piactéren. A szerény életet élő 70 kg-os filozófus - személyes tárgyai hiányában - mindössze 70 liter űrt foglalt el a tárolóedényből. Nyugalomban az emberi test 3,5 ml/ttkg/perc oxigént fogyaszt. A levegő O_2 tartalma 20,93 V/V%, 16 V/V%-os légköri O_2 koncentráció már nyugalomban is tüneteket okoz.

- a) Mennyi ideig lenne panaszmentes Diogenész, ha a rosszakarói bezárnák a hordóba? A bezárt hordót tekintünk tökéletesen szigeteltnek, a rendszerben lévő gázok összmenyiségét és a gáztér jellemzőit tekintjük állandónak.

Diogenész esténként henger alakú gyertyával világít. A gyertya alapja 4 cm átmérőjű, magassága 10 cm. A gyártyát alkotó viasz homogén, kizárólag paraffinokat tartalmaz, sűrűsége $0,9 \text{ g/cm}^3$. A viaszt alkotó alkánok szénatomszámának átlaga 31,25. 3 óra alatt a gyertya térfogatának pontosan 50 %-a égett el. A hordót természetesen mindig nyitva tartja, hogy elegendő legyen az oxigén mennyisége, így az égést tekinthetjük tökéletesnek.

- b) Mennyi a különbség Diogenész és a gyertya oxigénfogyasztása között (ml/perc-ben)?

A feladat megoldása során tekintsétek a gázokat standard állapotúnak ($25 \text{ }^\circ\text{C}$, 1 bar)!

kategória

K

9-10.
osztályosok



**XVI. DÜRER
VERSENY**

Döntő:
2023. február 10-12.



KÉMIA
KIFEJTŐS
MEGOLDÓKULCS

3. feladat megoldása

- a) Diogenész oxigén fogyasztása tömege alapján $245 \text{ ml/perc} = 0,245 \text{ liter/perc}$. A légtér térfogata $1000 - 70 = 930 \text{ liter}$. A légtér oxigén tartalma $194,7 \text{ liter}$. A minimális oxigén tartalom $148,8 \text{ liter}$. A különbség $45,9 \text{ liter}$, amelyet 187 perc alatt lélegez be, tehát ennyi idő telne el panaszmentesen nyugalomban.
- b) A gyertya térfogata $125,7 \text{ cm}^3$, sűrűsége $0,9 \text{ g/cm}^3$, tehát a tömege $113,1 \text{ g}$. 180 perc alatt a fele, $56,55 \text{ g}$ égett el. Az égés sztöchiometriai egyenlete:



$56,55 \text{ g}$ $0,1287 \text{ mol}$ paraffinak felel meg az átlagos szénatomszám alapján. Az égés során $0,1287(1,5n+0,5) \text{ mol}$, azaz $6,096 \text{ mol}$ oxigént fogyaszt, standard állapotban $149,4 \text{ dm}^3$ térfogatú. A percenkénti fogyasztás az idő alapján $829,7 \text{ ml}$. A különbség tehát $829,7 - 245 = 584,7 \text{ ml/perc}$.

kategória

K

9-10.
osztályosok



**XVI. DÜRER
VERSENY**

Döntő:
2023. február 10-12.



KÉMIA
KIFEJTŐS
MEGOLDÓKULCS

4. feladat

Hunor és Magor a csodaszarvast hidrogén energiaforrású kemencében sütötte meg. A hidrogént egy 10 m^3 térfogatú, légmentesen zárt tartályban tárolják. A sütés előtt a tartályban uralkodó nyomás $10,10 \text{ bar}$ volt 25 °C -on, a sütés után pedig $6,031 \text{ bar}$, szintén 25 °C -on.

a) Hány kJ energia keletkezett a hidrogén égése során?

A maradék hidrogént a kündü hasznosította. A tartályba a hidrogén mellé nitrogén gázt vezetett, így a tartályban lévő gázelegy nyomása $8,160 \text{ bar}$ volt (25 °C -on). A tartályt ezután jelentősen felmelegítette, a nyomást megnövelte, majd megvárta, amíg beáll a dinamikus egyensúlyi állapot. A keletkezett gázt egy másik, szintén 10 m^3 térfogatú tartályba vezette. A terméket tartalmazó tartály nyomása $4,00 \text{ bar}$ volt 25 °C -on.

b) Adjátok meg a reakció egyensúlyi állandóját (mol^{-2} -ben)!

c) Mekkora volt az egyensúlyi gázelegy levegőre vonatkoztatott sűrűsége?

d) Mire használhatta a kündü a terméket? Írjátok két példát a vegyület felhasználására!

$$\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}) = -286 \text{ kJ/mol}$$

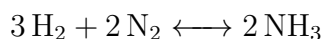
$$M(\text{levegő}) = 28,95 \text{ g/mol}$$



4. feladat megoldása

A feladat megoldása során az egyetemes gáztörvényt alkalmazzuk.

- a) Az égetés előtt $n = pV/(RT) = 4075$ mol, az égetés után $n = pV/(RT) = 2433$ mol hidrogén volt a tartályban, tehát elégett 1642 mol. Az égéshő a víz képződéshőjével egyezik meg, tehát összesen $1642 \text{ mol} \cdot -286 \text{ kJ/mol} = -469612 \text{ kJ}$, azaz 469,6 MJ energia keletkezett.
- b) Az együttes anyagmennyiség $n(\text{H}_2 + \text{N}_2) = pV/(RT) = 3292$ mol, amiből a fentiek alapján 2433 mol hidrogén, 858,9 mol nitrogén. A következő egyensúlyi reakció zajlik le:



A keletkező gáz anyagmennyisége 1614 mol. Ez alapján felírhatjuk a rendszer anyagmennyiség változásait jellemző táblázatot:

	H ₂	N ₂	NH ₃
kiindulás	2433	858,9	0
változás	-2421	-807	+1614
egyensúly	12	51,9	1614

Az egyensúlyi állandó az egyensúlyi anyagmennyiségből számítható:

$$K = \frac{n(\text{NH}_3)^2}{n(\text{H}_2)^3 \cdot n(\text{N}_2)} = 29,05 \text{ mol}^{-2}$$

- c) Az egyensúlyi gázelegy átlagos moláris tömegét megkapjuk a komponensek moláris tömegének anyagmennyiséggel súlyozott átlagából:

$$M = \frac{12 \cdot 2,016 + 51,9 \cdot 28,02 + 1614 \cdot 17,044}{12 + 51,9 + 1614} = 17,23 \text{ g/mol}$$

A levegőre vonatkoztatott sűrűség a két moláris tömeg hányadosa, 0,5953.

- d) műtrágyagyártás, salétromsavgyártás, gyógyszer hatóanyag, hűtőközeg, stb.

kategória

K

9-10.
osztályosok



**XVI. DÜRER
VERSENY**

Döntő:
2023. február 10-12.



KÉMIA
KIFEJTŐS
MEGOLDÓKULCS

5. feladat

Hunor és Magor a csodaszarvas mellé salátát készített, de nem tudtak abban megegyezni, hogy 10 %-os vagy 20 %-os étellecetet használjanak. A heves vita során végül arra jutottak, hogy a kétféle étellecetet 1:1 (térfogat)arányban fogják felhasználni. Amíg Hunor a húst sütötte, Magor elkészítette a salátát. A saláta a recept szerint csak tisztított jégsalátából és étellecetből áll. Az étellecet ecetsav tartalmát vegyes%-ban (g oldott anyag/100 ml oldat) adják meg.

a) Mekkora a felhasznált étellecetek ecetsav koncentrációja (mol/dm^3 -ben)?

Hunor nem bírta a véletlenre a dolgot, így a Magor által készített salátaléből egy 10 ml-es fecskendővel mintát vett, amelyből desztillált vízzel $100,0 \text{ cm}^3$ törzsoldatot készített. A törzsoldat $5\text{-}5 \text{ cm}^3$ -es mintáihoz fenolftalein oldatot adott, majd a mintákat $0,10 \text{ mol}/\text{dm}^3$ -es NaOH oldattal megtitrálta. A fogyások átlaga $9,978 \text{ cm}^3$ volt.

Titrlás: egy bürettából pontosan addig csepegtetjük a mérőoldatot (jelen esetben a NaOH oldatot) a mintába, amíg ki nem alakul a sav-bázis equilibrium (egyensúly). Ezt az állapotot az indikátor színváltozása jelzi. A felhasznált mérőoldat térfogata a fogyás.

b) Milyen szín jelezte a titrlás végét?

c) Megfelel-e a kapott eredmény az 1:1-es arányú keverésnek? Válaszotokat számítással indokoljátok!

d) Milyen arányban keverte össze valójában Magor a kétféle étellecetet?

$$M(\text{ecetsav}) = 60,05 \text{ g/mol}$$

kategória

K

9-10.
osztályosok



**XVI. DÜRER
VERSENY**

Döntő:
2023. február 10-12.



KÉMIA
KIFEJTŐS
MEGOLDÓKULCS

5. feladat megoldása

a) 1,666 illetve 3,331 mol/dm³

b) rózsaszín

c) A titrálás egyenlete: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$

Az 5 cm³-es mintában: $n(\text{minta}) = n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{fogyás}) = 0,9978 \text{ mmol}$ ecetsav volt.

A törzsoldatban $n(\text{törzs}) = 20 \cdot 0,9978 = 19,96 \text{ mmol}$ ecetsav volt. Ugyanennyi ecetsavat tartalmazott a 10 ml-es fecskendő, tehát a saláta ecetsav koncentrációja 1,996 mol/dm³, vagyis kb. 12 g/100 ml (tehát 12 %-os). Ez nem felel meg a megbeszélt keverési aránynak.

d) A keverés 4:1 (10 % : 20 %) arányban történt.