

1. feladat

Adott **A** és **B** fém, melyek moláris tömegének összege x , szorzata y . Mindkét fém a nehézfémek közé tartozik. Az **A** fémet már az ókor óta ismeri az emberiség, és ennek megfelelően igen sokrétű felhasználásnak örvend, míg **B** fém viszonylag „fiatalabb” elem. Az **A** fémnek több stabil izotópja is van, míg a **B** fém esetén egyetlen stabil izotópról beszélhetünk. A **B** fémnek létezik oxosava, melynek egyik sója egy közismert erős oxidálószer. Mindkét fém vegyületet képez az oxigénnel, és mindkét esetben több stabil oxid lehetséges. Az **A** fém nem reagál vízzel, míg **B** fém negatív standard elektródpotenciálja miatt hideg vízben lassan, meleg vízben igen gyorsan oldódik hidrogéngáz felszabadulása közben.

- a) Mi lehet **A** és **B** fém, ha tudjuk, hogy a fentebb említett y és x hányadosa közel egyenlő a szilícium és a foszfor moláris tömegének számtani közepével?

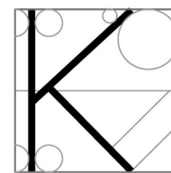
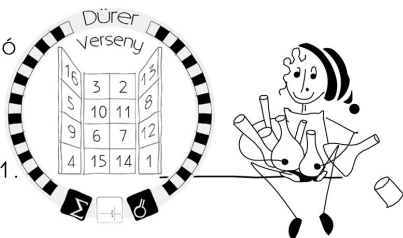
Az **A** fémből x grammot 481,1 g tömény kénsavval (98,0 $m/m\%$ -os) reagáltatunk. A megmaradt kénsavat a **B** fém dioxidjával reagáltatjuk, melyet az alábbi módon állíthatunk elő: **B** fémet vízzel reagáltatjuk, majd a kapott csapadékhoz szűrést követően salétromsavat adunk. A kapott vegyületet hevítve megkapjuk a kívánt dioxidot nitrogén-dioxid felszabadulása mellett.

- b) Írjátok fel a **B** fém dioxidjának előállítását leíró reakcióegyenleteket, illetve az **A** fém reakcióját tömény kénsavval!
- c) Ha feltételezzük, hogy a **B** fém dioxidjából sztöchiometrikus mennyiséget reagáltattunk kénsavval, akkor hányszorosa az **A** fém tömege a dioxid előállításához szükséges **B** fém tömegének?

2. feladat

Van két 20,0 l-es gáztartályunk, melyeket csappal rendelkező vékony cső köt össze. Zárt csapállásnál az egyik gáztartályt megtöltjük 20,0 bar 15,0 °C-os hidrogéngázzal. A másik tartályba 1,20 kg jódot teszünk, majd kiöblítjük standard állapotú argongázzal. A csapot kinyitjuk a tartályok között és 200 °C-ra fűtjük a rendszert.

- a) Mekkora lesz a nyomás a tartályokban, ha a hidrogén-jodid képződésének egyensúlyi állandója 200 °C-on 23,20?
- b) A bemért jód hány százaléka alakul át?



3. feladat

33 $m/m\%$ -osnak vélt sósavoldatból 1,00 dm³ térfogatú, 0,1 mol/dm³ koncentrációjú oldatot készítünk. Ismeretes a következő összefüggés a sósav sűrűsége és tömegszázalékos összetétele között:

$$\rho_{\text{sósav}} [g/cm^3] = 1 + \frac{w_{\text{HCl}}}{200} \quad (1)$$

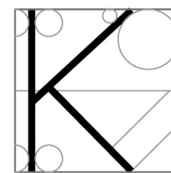
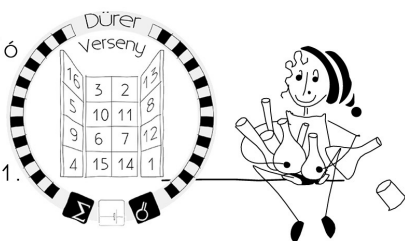
Az egyenlet alapján így például a 33,0 $m/m\%$ -os sósav sűrűsége 1,165 g/cm³.

- a) Számítsátok ki, hogy mekkora térfogatú 33 $m/m\%$ -os sósavra lenne szükségünk 1,00 dm³ 0,1 mol/dm³ koncentrációjú sósav előállításához!

A viszonylag tömény sósavból állás közben HCl-gáz távozik, így a 33 $m/m\%$ -osnak felírt oldat valószínűleg ennél hígabb, ezért az a) pontban kiszámolt térfogatérték 110 %-át mérjük be. Az így készített oldat pontos koncentrációját titrálással határozzuk meg. Szilárd KHCO₃ nagyjából 0,2 g-os (pontosan ismert tömegű) részleteit oldjuk vízben, majd metilnarancs indikátor jelenlétében titráljuk a készített nagyjából 0,1 mol/dm³-es sósavval. A mérési eredményeket az alábbi táblázat mutatja.

	$m(\text{KHCO}_3)$ [g]	$V(\text{sósav})$ [cm ³]	$n(\text{KHCO}_3)$ [mol]	$n(\text{HCl})$ [mol]	$c(\text{HCl})$ [mol/dm ³]
1.	0,1872	22,70			
2.	0,1990	24,20			
3.	0,1926	23,40			

- b) Írjátok fel a KHCO₃ és a HCl között lejátszódó reakció egyenletét!
- c) Töltsétek ki a táblázat üres celláit!
- d) A mérési eredmények átlagából (a táblázat utolsó oszlopa alapján) számítsátok ki az előállított sósavoldat pontos koncentrációját!
- e) Számítsátok ki, hogy valójában hány $m/m\%$ -os volt az eredeti, 33 $m/m\%$ -osnak hitt oldat!



4. feladat

Egy természetben is előforduló, ismert három értékű karbonsav (**A**) tömegszázalékos összetétele: 37,50 % C és 4,21 % H, ezek mellett csak oxigént tartalmaz. **A**-ról tudjuk még azt is, hogy nem királis molekula. A dehidratálásából keletkezik **B** vegyület ($C_6H_6O_6$), ennek megfelelő körülmények közötti hidratálásából jön létre **C** ($C_6H_8O_7$). **C** oxidatív dekarboxilálásából keletkezik **D** ($C_5H_6O_5$), ennél a reakciónál egy energiatároló molekula, E_1 redukálódik. **D** egy olyan α -ketokarbonsav (azaz 2-oxokarbonsav), melynek szénláncában nem található elágazás. **D** oxidatív dekarboxilálásából keletkezik **F** ($C_4H_5O_3X$), mégpedig úgy, hogy a szén-dioxid távozása után azonnal egy X jelű molekula kapcsolódik tioészter kötéssel a szénláncához. Eközben is képződik egy redukált E_1 molekula. A következő reakcióban a tioészter nagy energiájú kötésének felszakítása egy újabb energiatároló molekula szintézisét teszi lehetővé (E_2). A tioészter kötés felszakadása révén egy ismert szimmetrikus molekula keletkezik **G** ($C_4H_6O_4$). **G** dehidrogénezéséből jön létre **H** ($C_4H_4O_4$) és ezen lépés során is redukálódik egy energiatároló molekula (E_3). **H** hidratálásából lesz **I** ($C_4H_6O_5$), aminek dehidrogénezéséből egy négy szénatomos, kétértékű ketokarbonsav keletkezik **J** ($C_4H_4O_5$). **J**-hez oxidatív körülmények között acetaldehidet adva visszakapjuk a kiindulási molekulát, **A**-t.

Dehidratálás: A folyamat során a molekula formálisan egy vízmolekulát veszít. Ellentéte a hidratálás, azaz a vízaddíció.

Dekarboxilálás: A folyamat során a molekulából szén-dioxid lép ki, azaz a karboxilcsoport helyén csak egy hidrogén marad.

Oxidatív dekarboxilálás: A szén-dioxid vesztes mellett a molekula egy másik pontján oxidálódik.

- a) Rajzoljátok fel a vastag betűvel jelölt vegyületek szerkezeti képletét! Az **A** és **G** vegyületek esetén az anyagok nevét is adjátok meg!

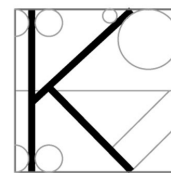
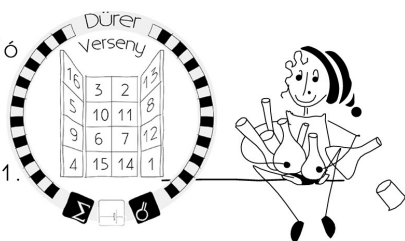
Az energiatároló molekulák a szerkezet azon részén adják le a "tárolt" energiát, ahol az energiaigényes, azaz endoterm folyamatok igénylik ezt. Ilyen folyamat lehet például a víz párologtatása. Tételezzük fel, hogy az A-J reakcióút során a reakciók energiaigényét, illetve az energiatároló molekulák szállítását a szerkezet máshonnan fedezi, így a képződött E_1 - E_3 molekulák csak a víz párologtatása során redukálódnak, azaz használódnak el.

- b) Hány g **A** anyag **J** anyaggá alakítása szükséges 15,0 g 37,0 °C-os víz elpárologtatásához?

Adatok:

$$\Delta_{\text{párologási}} H (H_2O_{(f)}, 37^\circ C) = 2256 \text{ kJ/kg}; \Delta_r H (E_1^{\text{red}} \rightarrow E_1^{\text{ox}}) = 22,1 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_r H (E_2^{\text{red}} \rightarrow E_2^{\text{ox}}) = 16,3 \text{ kJ/mol}; \Delta_r H (E_3^{\text{red}} \rightarrow E_3^{\text{ox}}) = 19,6 \text{ kJ/mol}$$



5. feladat

Manapság a kémiai szintéziseknek egyre több elvárásnak kell megfelelniük. A folyamatos kutatás (mind akadémiai, mind ipari környezetben) számos új módszert eredményez. Az egyik ilyen fiatal módszer az áramlásos kémia, melynek fejlesztésében a magyar kutatóknak jelentős szerepe van.

A mellékelt cikk egy szegedi kutatócsoport sikereit foglalja össze, olvassátok el és válaszoljatok a következő kérdésekre a cikk alapján!

- I) Írjátok fel az aldehidek azodikarboxilát-észterekkel történő alfa-aminálásának egyenletét!
- II) Milyen reakciótípusba sorolható a fenti reakció?
- III) Milyen kötéssel kapcsolódik a prolinalapú organokatalizátor a hordozóhoz?
- IV) Mi a kapcsolat az áramlási sebesség és tartózkodási idő között egy áramlásos oszlopreaktornál? Mekkora az oszlopreaktor térfogata, ha a kutatók úgy találták, hogy 4,5 ml/perc-es áramlási sebesség mellett a tartózkodási idő 198 másodperc?
- V) Rajzoljátok fel az alfa-hidrazino-aldehid képletét, ami racemizálódhat a hosszú kontaktidő alatt. Jelöljétek be rajta a királis szénatomot. Mi lehet az a racemizáció?
- VI) Lombikban elvégezve a reakciót, 70 %-os enantiomerfelesleggel játszódik le a reakció. Mi a két enantiomer aránya, ha az enantiomerfelesleget az alábbi képlet alapján számítjuk:

$$\text{enantiomerfelesleg}(\%) = \frac{\text{enantiomer}_1 - \text{enantiomer}_2}{\text{enantiomer}_1 + \text{enantiomer}_2} \cdot 100\% \quad (2)$$

- VII) Írjátok fel az anilin rézkatalizált oxidatív homokapcsolásának egyenletét!
- VIII) Mit jelent, ha egy reakció 100 %-osan kemoszelektív?
- IX) A toluol forráspontja 110,6 °C. Mekkora nyomást kell alkalmazni a készülékben, hogy a diklórmetánt (forráspontja légköri nyomáson 39,6 °C) fel tudjuk melegíteni 110,6°C-ra? A nyomás és a forráspont közti összefüggést a Clausius-Clapeyron egyenlet adja meg:

$$\ln \left(\frac{p_1}{p_2} \right) = - \frac{\Delta_{\text{párolgási}} H}{R} \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad (3)$$
 A diklórmetán moláris párolgási entalpiája: $\Delta_{\text{párolgási}} H = 28,06 \text{ kJ/mol}$. A hőmérséklet K-ben használandó a behelyettesítés során.
- X) Egy alfa-aminálást végző áramlásos reaktorban az áramlási sebesség 4,50 ml/perc. Mindkét kiindulási anyagot 0,64 mol/dm³-es diklórmetános oldatban adagoljuk az áramlásos reaktorba. Folyamatos működés mellett hány gramm terméket tudunk előállítani a készülékkel egy óra alatt, ha a termék moláris tömege 286 g/mol és a termelés 92,0 %?

A feladatok során 4 értékes jeggyel számoljatok! A szükséges adatok a függvénytáblázatban megtalálhatóak! Mindegyik feladat részletesen indokolt megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldásához függvénytáblázat, számológép és íróeszközök használhatóak. Sikeres versenyzést kívánunk!