

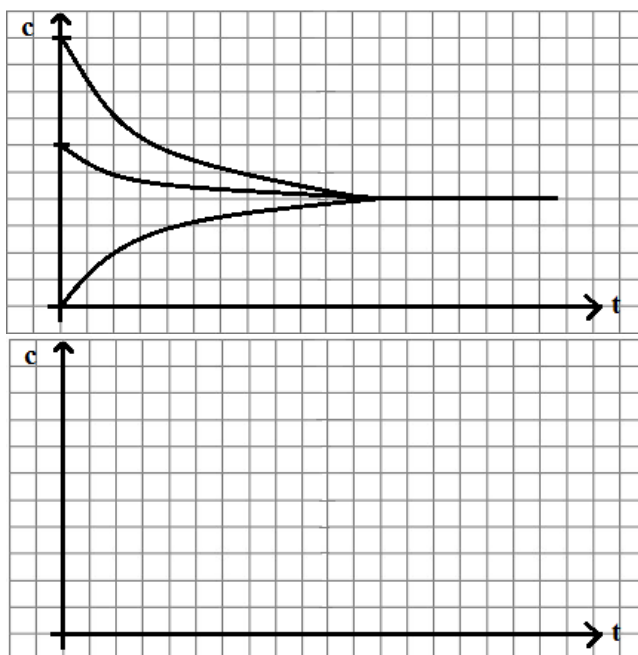


## Dürer Kémiaverseny 2015 – 2016

### K kategória, Helyi forduló

#### 1. feladat

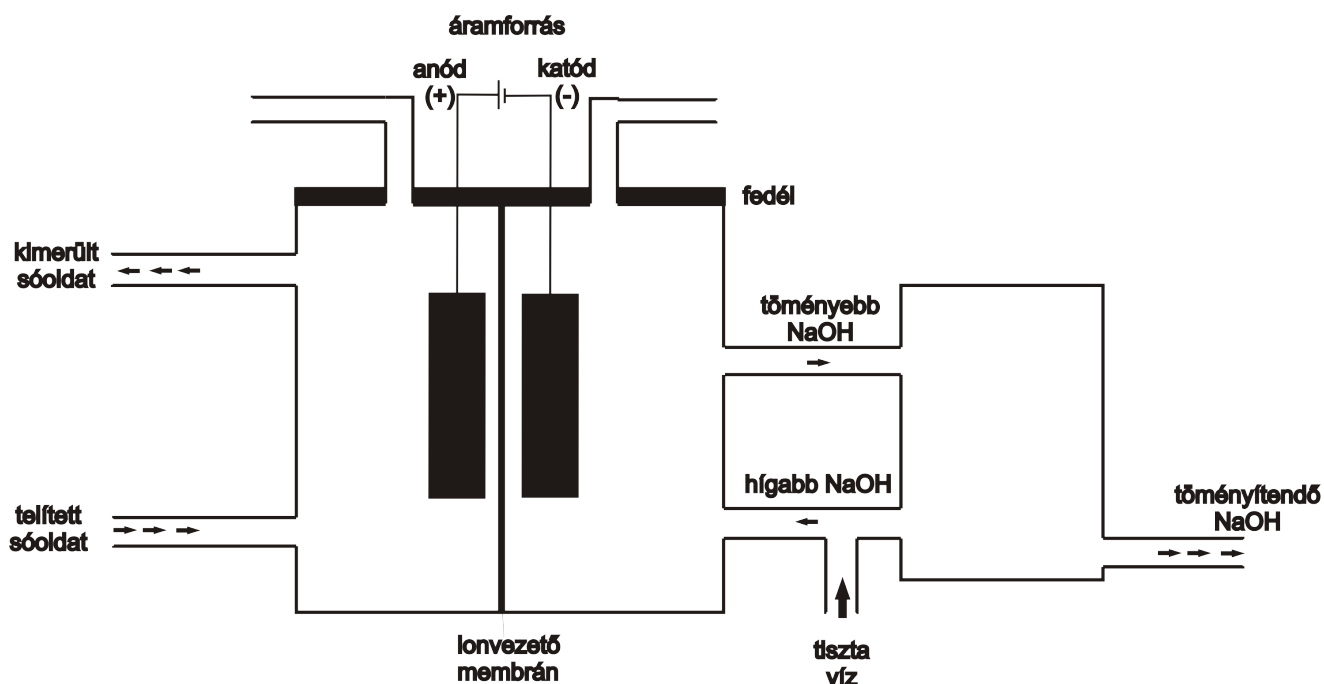
Az alábbi diagram az ammóniaszintézisben részt vevő anyagok koncentrációinak változását mutatja az idő függvényében egy bizonyos  $T$  hőmérsékleten.



- Írjátok fel az ammónia elemeiből való előállításának egyenletét!
- Melyik görbe melyik anyagot jelöli? Feliratozzátok az ábrán!
- Hány százalékos a nitrogén átalakulása?
- Hány százalékos a hidrogén átalakulása?
- Milyen arányban kevertük össze a kiindulási anyagokat?
- Hogyan számolnátok ki a  $K$  egyensúlyi állandó ismeretében a kiindulási, illetve az egyensúlyi koncentrációkat?
- A gáztér térfogatát csökkentjük. Hogyan változik meg a rendszer? Rajzoljátok fel az új diagramot, amelyen a kiindulási állapot ( $t = 0$ ) az a pillanat, amikor összenyomtuk a korábban egyensúlyban lévő rendszert! Az ábrán legyen rajta az újabb egyensúly beállta is! Jelöljétek, hogy melyik vonal melyik anyag koncentrációjának változását jelöli! (Természetesen konkrét számokat nem kell kitalálnotok, de az első diagramhoz képest legyen reális!)

## 2. feladat

A NaOH előállítása klór-alkáli elektrolízissel is történhet. Az ún. membrános eljárás során az anód NaCl-oldatba merül, míg a katódtérben NaOH oldat található. Az elektrolizáló cella két terét vízzáró, ionvezető membrán választja el. A membrán a  $\text{Na}^+$ -ionok számára átjárható. A folyamat végén a kimerült sóoldatot szilárd NaCl hozzáadásával töményítik egy külön tartályban, majd visszatáplálják. A lúgoldatot bepárlással tudják a kívánt összetételre töményíteni.



Az eljárást  $5,55 \text{ dm}^3$   $26,4 \text{ m/m}\%$ -os,  $1197,8 \text{ kg/m}^3$  sűrűségű,  $20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ -os NaCl-oldat betáplálásával hajtottuk végre. Az alkalmazott anód anyaga titán, a katód nikkelből készült. A katódtérbe  $17,36 \text{ dm}^3$   $30 \text{ m/m}\%$ -os,  $1,349 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű NaOH-oldatot juttattunk. A membrán csak a kisméretű nátrium-ion számára átjárható, továbbá az elektrolízis ideje alatt a kimerült sóoldat és a töményített NaOH-oldat nem távozik a rendszerből. Az oldatok betáplálása pillanatszerűnek tekinthető.

- a) Írjátok fel a katódon, illetve az anódon lejátszódó reakciók egyenleteit!

Az elektrolizáló cella tervezésekor nagy gondot kell fordítani arra, hogy a fejlődő gázok ne érintkezzenek egymással, illetve a másik cellatérben lévő oldattal. Ennek egyik oka a melléktermékek keletkezésének elkerülése.

- b) Írjátok fel egy lehetséges melléktermék keletkezésének reakcióegyenletét! Biztos, hogy teljesen "használatlan" ez a reakció?
- c) Hány tömegszázalékos lett a keletkezett NaCl és a nátrium-hidroxid-oldat, ha az elektrolízis 416 perc 40 másodpercig tartott  $100 \text{ A}$  változatlan áramerősség mellett?



A keletkezett oldatot a bepárlás során töményíteni szeretnénk. A bepárlás célja oldatok oldott anyag-koncentrációjának növelése, elgőzölögtetés útján a kívánt koncentráció elérése. A bepárlást elgőzölögtető készülékben hajtják végre, amely rendszerint vízgőzfűtésű. A gőz lekondenzálásakor felszabaduló hő felmelegíti a töményíteni kívánt elegyet. Az oldat bepárlásakor a gőztérbe csak az oldószer molekulái jutnak, az oldott anyag nem illékony. A bepárlás folyamán keletkező gőzt – megkülönböztetésül a fűtésre használt gőztől – párának hívják.

- d) Ha az elektrolízis során keletkező oldat 100 kg-ját 1 óra alatt a bepárlóba táplálom, milyen töménységű lesz a koncentráltabb oldat, ha a keletkező pára mennyisége 25 kg/h? (Amennyiben nem rendelkeztek a b) feladat eredményével, akkor 40 m/m%-os kezdeti töménységgel számoljatok!)

A bepárláshoz szükséges energia függ a nátrium-hidroxid oldat koncentrációjától. Így a szükséges gőz mennyisége nehezen számolható (a számításhoz Merkel-diagramra van szükség). A diagramot ismerve azonban meghatározható, hogy a légköri nyomáson egy órán át tartó bepárlás vízgőzszükséglete 44,7 kg.

- e) Mennyi butánra nézve 25 V/V%-os propán-bután gázelegy elégetésével lehet előállítani azt a hőmennyiséget, amely a szükséges vízgőz előállításához szükséges? Tegyük fel, hogy 20 °C-os vízből indulunk ki, és az égetés során nyert hő 85 %-a tekinthető hasznosnak!

$$\Delta_k H(\text{propán}) = -104,7 \text{ kJ/mol}, \quad \Delta_k H(\text{bután}) = -144,0 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta_k H(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,5 \text{ kJ/mol}, \quad \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = -241,8 \text{ kJ/mol}$$

a víz párolgáshője:  $\Delta_{vap} H(\text{H}_2\text{O})$  2257 kJ/kg, a víz hőkapacitása:  $c = 75,3 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$

### 3. feladat

Egy párhözamos univerzumban létezik egy készülék, mely szénhidrogéneket vizsgál és megmondja, hogy hány darab különböző rendűségű szénatom található a molekulában. A primer szénatomok jele A, a szekundereké B, a terciereké C, a kvaternereké pedig D. A gép képes meghatározni ezen atomok számát is a molekulában, így például a propánra a 2A-1B kódot, a 2-metil propánra pedig a 3A-1C kódot jelzi ki. Egy ilyen készülék milyen kódokat adhat ki a  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  összegképletű szénhidrogénekre, melyek a brómos vizet nem színtelenítik el?

- a) Soroljátok fel ezeket a vegyületeket (név, szerkezeti képlet), és a hozzájuk tartozó kódot! Alkalmas –e a készülék ezen vegyületek megkülönböztetésére?

Létezik egy továbbfejlesztett készülék is, mely a kémiaailag különböző, de azonos rendűségű szénatomokat is meg tudja különböztetni. (Két szénatom akkor azonos kémiaailag, ha hozzájuk pontosan ugyanolyan atomcsoportok kapcsolódnak.) Ez a készülék a 2-metilbutánra a következő kódot adja: 2A-1A'-1B-1C.

- b) Ezzel a fejlesztéssel alkalmas –e a készülék a fenti vegyületek megkülönböztetésére? Írjátok fel az új kódokat is!



## 4. feladat

Egy egyértékű oxosav – mely szobahőmérsékleten szilárd halmazállapotú és sötétvörös színű – 0,8166 g-jából 50 cm<sup>3</sup> oldatot készítettünk, melynek megmértük a pH-ját: ez 1,07-nak adódott.

a) Mennyi a sav moláris tömege, ha  $pK_s = 0,32$ ?

A vegyület a savas karakterű hidrogéneken kívül nem tartalmaz többet a legkisebb rendszámú elemből. A savmolekula központi atomja egy olyan fém, amelynek nincsen stabil izotópja.

b) Mi a vegyület összegképlete? Mennyi a radioaktív fém feladatban szereplő – egyébként legstabilabb – izotópjának relatív atomtömege? (A továbbiakban is ezzel az atomtömeggel számoljatok!)

A sav előállítható a fém egyik oxidjának vízzel való reakciójában. Az oxidban a fém aránya 22,22  $n/n\%$ .

c) Számítással határozzátok meg az oxid képletét! Írjátok fel a szintézis reakcióegyenletét!

A sav ammóniumsója hevítés hatására elbomlik, ekkor a fém egy másik oxidjához jutunk (a többi bomlástermék: nitrogén és víz). 5,00 g kiindulási anyagból 400 °C-on, 101 325 Pa nyomáson 3,84 dm<sup>3</sup> térfogatú gáz keletkezik.

d) Számítással alátámasztva írjátok fel a bomlás reakcióegyenletét!

Az előző pontban meghatározott oxidot 220 °C-on, 300 atm nyomáson CO-dal reagáltatva egy olyan vegyületéhez jutunk a fémnek, melynek moláris tömege 475,92 g/mol. A vegyület oxigéntartalma 33,62  $m/m\%$ , anyagmennyisége pedig fele a kiindulási fém-oxidénak.

e) Számítással határozzátok meg a képződő vegyület képletét! Írjátok fel a reakcióegyenletet!



## 5. feladat

Idén az orvosi és fiziológiai Nobel-díjat **Tu Youyou** (magyar sajtóban Joju Tu) két másik kutatóval megosztva nyerte el. A kínai hölgy a malária ellen ható gyógyszer kifejlesztéséért kapta a díjat. A gyógyszer fejlesztése során kulcslépés volt az egynyári üröm (*Artemisia annua*) hatóanyagának izolálása (artemisinin). A természetes eredetű, biológiailag aktív anyagok kutatásában a magyar kutatók is élen jártak és járnak (gondoljunk például Szent-György Albertre). A mellékelt cikk egy egyetemi kutatócsoport sikereit foglalja össze, olvassátok el és válaszoljatok a következő kérdésekre a cikk alapján!

- I) Ha egy biológiailag aktív vegyület kinyerhető egy természetes forrásból, miért lehet szükség annak szintetikus módszerekkel történő előállítására (totálszintézisére)?
- II) Az ergokriptin (**1a**), lizergsav-észter származékok (**2a**, **2b**, **3a**, **3b**) és a cycloclavin egyaránt indol vázas alkaloidok. Mi az a legnagyobb szerkezeti elem, amely mindegyik vegyületben előfordul? Ez alapján mi lehet az indol képlete, ha moláris tömege 117,15 g/mol?
- III) A **2a** vegyület egy lizergsav-észter dimere. Mi lehet a monomer lizergsav-észter szerkezeti képlete? Mi a lizergsav szerkezeti képlete?
- IV) Mi az LSD, ha az lizergsav és dietilamin reakciójából képződik?
- V) Sztereokémiai szempontból mi a kapcsolat a **2a** és **3a** vegyület között?
- VI) Melyik az a molekuláris részlet a cycloclavin szerkezeti képletében, ami elrettentette a kutatókat? Jelöljétek be egy szerkezeti képletben!
- VII) A THF általánosan használt oldószer a szerves szintézisekben, mivel nem reaktív. Mi lehet a szerkezeti képlete, ha tudjuk, hogy  $C_4H_8O$  az összegképlete és éter típusú vegyület?
- VIII) A **6b**  $\rightarrow$  **7b** gyűrűzárás elég bonyolult reakciónak tűnik. Próbáljátok meg a saját szavatokkal elmagyarázni, hogy mi történik az átalakítás során. (Melyik atom/atomcsoport mivel reagált és mivé alakult?) Mi lehetett a reakció mellékterméke?
- IX) Mivel magyaráznátok azt, hogy a **7a**  $\rightarrow$  **8a** átalakításnál a sósavas etanolos kezelés hatására csak a felső aminocsoportnak keletkezett hidroklorid sója, az alsónak nem?
- X) 11,00 g **5-ös** vegyületből kiindulva hány g **8a** vegyületet nyerhetünk?

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!