

## 1. feladat

Egy 50 V/V% nitrogént, 30 V/V% szén-dioxidot és 20 V/V% szén-monoxidot tartalmazó gázelegyet 1,00 atm össznyomáson telítettségig oldunk vízben (10 °C-on). 1,00 kg víz a gázelegyből (normál állapotban mérve) 373 ml-t abszorbeál. Az oldott gázelegyet a vízből eltávolítjuk, így az összetétele 96 V/V% CO<sub>2</sub>, 2,5 V/V% N<sub>2</sub> és 1,5 V/V% CO lesz.

- Adjátok meg az egyes komponensek adott parciális nyomáshoz tartozó oldhatóságát normál ml gáz/kg víz mértékegységben!
- Adjátok meg a komponensek 1 atm nyomásra vonatkozó oldhatóságát 10 °C-on mg/kg víz mértékegységben!

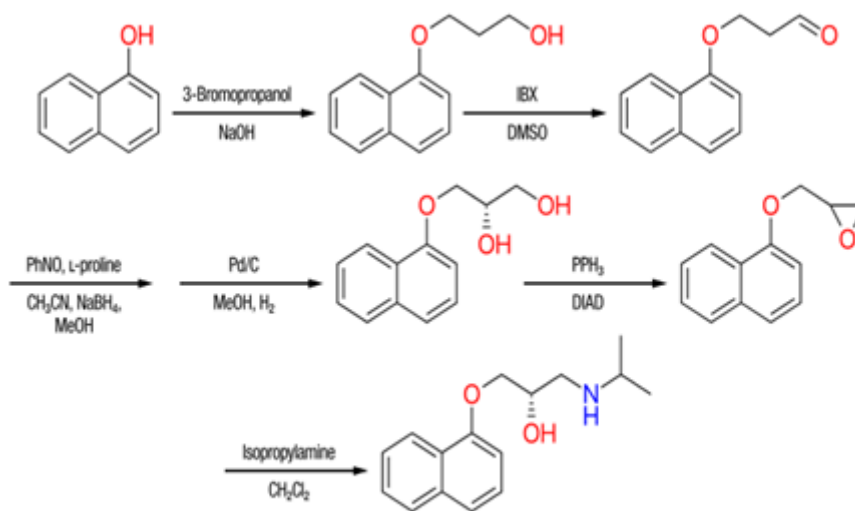
## 2. feladat

A magas vérnyomás Magyarországon mintegy 2,5 millió embert érint. Az egyik legelterjedtebb gyógyszer típus ennek kezelésére a béta-blokkoló, amelyet vízhajtókkal együtt szedve az enyhe és mérsékelt magas vérnyomás esetén érhető el javulás.

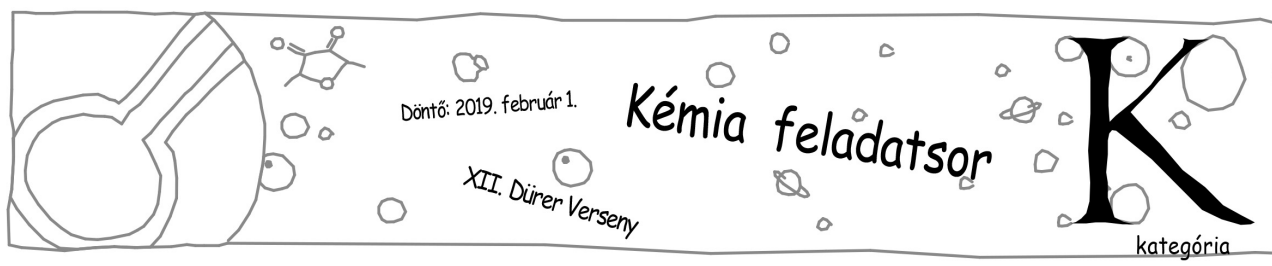
Az első klinikailag jelentős béta-blokkolót, a propranololt 1962-ben J.W. Black fedezte fel. Ezt az anyagot többek között 1-naftolból, 3-brómpropanolból és izopropil-aminból állítják elő (számos egyéb reagens mellett). Manapság a hatóanyag propranolol-hidrokloridként van jelen a gyógyszeriparban.

Egy 200 mg tömegű tablettá hatóanyag tartalma 20,0 tömegszázalék, egy "levélen" 10 db tablettá található és egy dobozban 3 darab "levél" van. Egy doboz gyógyszerhez elegendő hatóanyagot szeretnénk előállítani.

**Megjegyzés:** A propranolol-hidroklorid a propranolol HCl-dal alkotott sóját jelöli. A reakciók során a résztvevő vegyületeket 1:1 anyagmennyiség arányban mérjük be. Termelés alatt azt értjük, hogy a kiindulási anyagok anyagmennyisége alapján kiszámolt maximális mennyiség hány százalékát sikerült a valóságban előállítani.



- Hány g 1-naftolból és hány  $\text{cm}^3$  3-brómpropanolból ( $25^\circ\text{C}$ -on  $\rho = 1,537 \text{ g/cm}^3$ ) induljunk ki, ha tudjuk, hogy a teljes gyártási folyamat során 30,0 %-os volt a termelés?
- Hány  $\text{cm}^3$  izopropil-amin ( $25^\circ\text{C}$ -on  $\rho = 0,694 \text{ g/cm}^3$ ) szükséges a reakcióhoz, ha az utolsó reakciólépésnél 85,0 %-os volt a termelés?



### 3. feladat

A biokémiai laborunkban az egyik, gyakran alkalmazott indikátor a fenolvörös, melynek átcsapási tartománya 6,8-as és 8,2-es pH között van. Savas közegben sárga, lúgos közegben élénk rózsaszín. Sajnos a laborban nincs internet, így nem tudjuk megnézni a fenolvörös  $K_s$  értékét, amire pont szükségünk lenne egy méréshez, így kénytelenek vagyunk azt gyorsan, kísérleti úton, spektrofotometriával meghatározni.

A **spektrofotometria** egy fényabszorpción alapuló mennyiségi analízis. A spektrofotométerben a mintán fényt vezetünk át, aminek egy része a híg oldatban elnyelődik. Ismerjük a bemenő, illetve a mintából kilépő fény intenzitását, melyek hányadosának tízes alapú logaritmusát az **abszorbancia** ( $A$ ). Az abszorbancia és az oldat koncentrációja között egyenes arányosság áll fent (Lambert-Beer törvény):

$$A = \epsilon \cdot l \cdot c$$

ahol  $c$  az oldat koncentrációja,  $l$  a kuvetta (vagyis a fény útjának) hossza cm-ben (a továbbiakban minden mérés esetén 1 cm),  $\epsilon$  pedig a moláris abszorpciós együttható. Az összefüggés csak híg oldatokra érvényes.

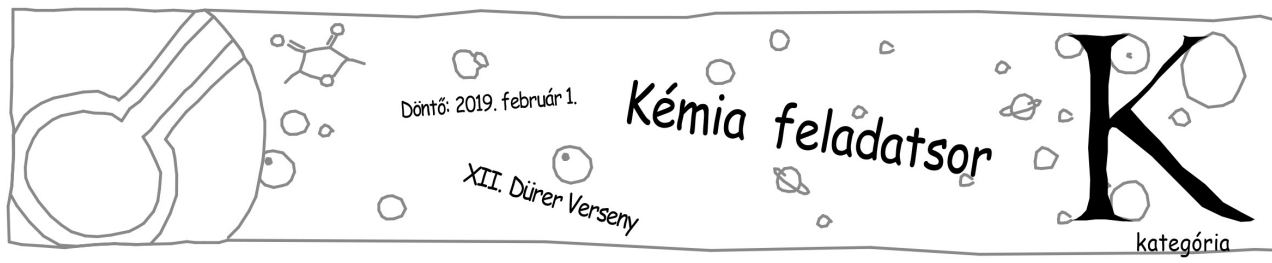
Mérésünk során először egy kalibrációs görbét készítünk, az optimális hullámhosszon mért abszorbanciát ábrázoljuk a koncentráció függvényében. A mérést 6+1 minta esetén végezzük el, melyek összetételét az első táblázat tartalmazza. A pH-t egy puffer segítségével 9,8-as értékre állítjuk be (így a fenolvörös csak anionos formában ( $A^-$ ) van jelen).

Minta	Puffer	0,1 mmol/dm <sup>3</sup> -es fenolvörös oldat	Desztillált víz	[A <sup>-</sup> ]	Abszorbancia
VAK	4 ml	0 ml	1 ml	0	0
1.	4 ml	0,1 ml	0,9 ml		0,112
2.	4 ml	0,2 ml	0,8 ml		0,187
3.	4 ml	0,4 ml	0,6 ml		0,386
4.	4 ml	0,6 ml	0,4 ml		0,662
5.	4 ml	0,8 ml	0,2 ml		0,845
6.	4 ml	1,0 ml	0 ml		1,052

- Adjátok meg mmol/dm<sup>3</sup>-ben a táblázat utolsó előtti oszlopából hiányzó koncentrációkat a hígítás alapján!
- Miért alkalmazzuk a VAK mintát, amely nem tartalmaz fenolvöröst?
- Készítsétek el a kalibrációs görbét milliméterpapíron (abszorbancia-koncentráció függvény)! Illesszettek a pontokra egy origón áthaladó egyenest! Adjátok meg (jó közelítéssel) az egyenes egyenletét!

Továbbiakban az egyenes meredekségét (vagyis a moláris abszorpciós együtthatót) vegyétek 52,81 dm<sup>3</sup>/mmol/cm-nek!

- Mekkora egy 0,0379 mmol/dm<sup>3</sup> anionkoncentrációjú oldat abszorbanciája? Mekkora az anionkoncentrációja annak az oldatnak, amelynek az abszorbanciája 1,585?

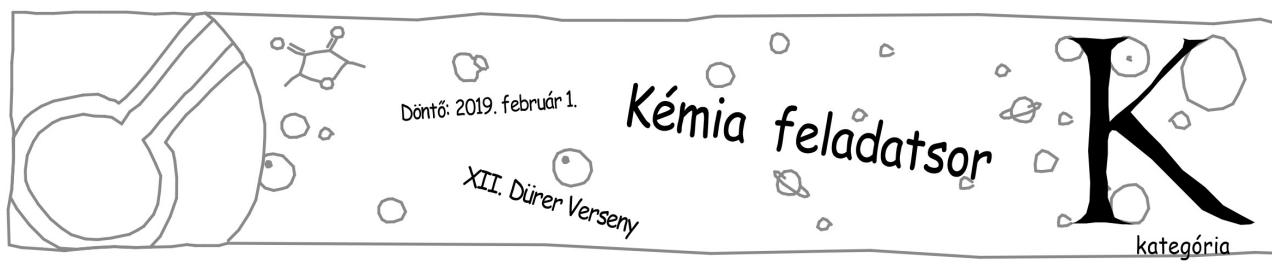


Hogy a  $K_s$  értéket meghatározzuk, a következő mérést eltérő pH-n (eltérő pufferek), azonos bemérési koncentrációval végezzük. A minták összetételét a második táblázatban láthatjátok, melyek elkészítéséhez ugyanazt a 0,1 mmol/dm<sup>3</sup>-es fenolvörös oldatot használtuk.

Minta	pH	Puffer	Deszt. víz	Fenolvörös	Abszorbancia	[A <sup>-</sup> ]	[HA]	pK <sub>s</sub>
VAK	7,2	4 ml	1 ml	0 ml	0	0	0	-
1.	7,2	4 ml	0,5 ml	0,5 ml	0,113			
2.	7,6	4 ml	0,5 ml	0,5 ml	0,189			
3.	7,8	4 ml	0,5 ml	0,5 ml	0,236			
4.	8,0	4 ml	0,5 ml	0,5 ml	0,325			
5.	8,4	4 ml	0,5 ml	0,5 ml	0,436			
6.	8,6	4 ml	0,5 ml	0,5 ml	0,460			

- e) Adjátok meg a második méréshez tartozó anionkoncentrációkat mmol/dm<sup>3</sup>-ben a Lambert-Beer törvény segítségével!
- f) Számoljátok ki a „maradék”, nem disszociált fenolvörös (HA) koncentrációját!
- g) Számoljátok ki a Henderson-Hasselbalch egyenlet segítségével az egyes minták esetén a pK<sub>s</sub> értékeket, és azok átlagából a keresett  $K_s$  értéket!

$$\text{Henderson-Hasselbalch egyenlet: } \text{pH} = \text{pK}_s + \lg \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$



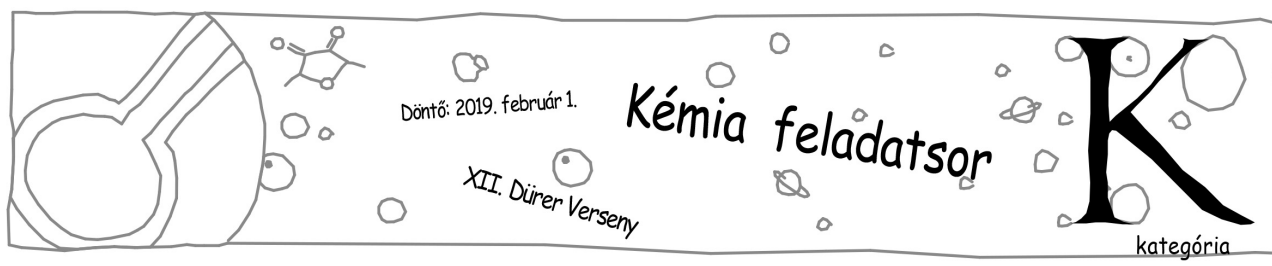
#### 4. feladat

Utónium professzor munkásságáért kitüntetést és egy arany-ezüst ötvözetből készült érmét kapott a Nemzetközi Szövetségtől. Kíváncsi kémikusunk az ötvözet összetételét szeretne volna meghatározni ún. gravimetriás, azaz tömegmérésen alapuló eljárással. Ez a módszer nagyfokú pontosságot igényel, azonban Utónium professzor precizitásával a feladat egyszerűen kivitelezhető. Az érméből 1,01 g-os mintát vett, melyet tömény salétromsavban oldott fel. A keletkezett oldathoz 1 mol/dm<sup>3</sup>-es sósav-oldatot öntött, fehér csapadék keletkezett. A levált csapadékot leszűrte, majd megfelelő körülmények között szárította, végül pedig lemérte a tömegét, mely 0,783 g-nak adódott.

- Írjátok fel a lejátszódó reakciók egyenletét!
- A tiszta arany 24 karátos, minden 1 karát 4,167 m/m% aranytartalomnak felel meg. Hány karátos volt az érme?

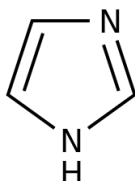
Utónium professzor, csalódván érméje értéktelenségében, úgy döntött, hogy megmaradt részét is tudományos kísérleteihez használja fel. Az érméből újabb, 1,03 g-os mintát vett, melyet ismét tömény salétromsavban oldott. A keletkezett oldatot indifferens lúggal, NaOH-dal semlegesítette, az elegy végső térfogata 15 cm<sup>3</sup> lett. Ehhez 10 cm<sup>3</sup> 1 mol/dm<sup>3</sup>-es HCl-oldatot öntött, majd a levált csapadékot 18 cm<sup>3</sup> 2 mol/dm<sup>3</sup> töménységű ammónia-oldatban oldotta fel.

- Írjátok fel a csapadék feloldásának egyenletét!
- Mennyi lett a keletkező oldat pH-ja? A térfogatokat tekintsük additívnak.
- Az 1,03 g-os minta oldása során keletkező nitrózus gázokat hány köbcentiméter vízbe kell vezetni ahhoz, hogy 0,602-es pH-jú oldatot kapjunk? Az egyszerűség kedvéért tételezzük fel, hogy az oldás során csak NO<sub>2</sub> keletkezett, melynek oldása 100 %-os volt. A keletkező savakat egyértékű, 100 %-ban disszociáló stabil vegyületeknek tekintjük.
- Az e) részben meghatározott koncentrációjú oldat mekkora mennyiségét kell a d) részben meghatározott pH-jú oldathoz önteni, hogy a keletkező rendszer semleges kémhatású legyen (pH=7)?
- Mekkora tömegű ötvözet oldásával lehet előállítani a semlegesítéshez szükséges mennyiségű savoldatot?



## 5. feladat

Az alábbi feladatban egy egészen különleges heterociklusos vegyülettel, az imidazzal foglalkozunk.



Tautomériája során az imidazol az 1-es nitrogénatomon lévő hidrogént proton formában leadja, majd a 3-as nitrogénatom egy protont felvesz. A két folyamat fordított sorrendben is megtörténhet.

- Írjátok fel az említett egyensúlyi reakciókat!
- Egy kísérletben keletkezett 4-metil-imidazol és 5-metil-imidazol nem tudtuk szétválasztani. Mi voltunk ügyetlenek, vagy tényleg nem lehet? Miért?
- Milyen sav-bázis tulajdonsága lehet az imidazolnak? Milyen másodrendű kötéseket alakíthat ki saját halmazában az imidazol? Milyen halmazállapotot vártok tőle szobahőmérsékleten?

A hisztidin egy esszenciális  $\alpha$ -aminosav, melyet úgy származtatunk, hogy az L-alanin (L- $\alpha$ -aminopropánsav) egy hidrogénjét szubsztituáljuk egy imidazolra. A  $\beta$  szénatom az imidazol 4-es szénatomával kapcsolódik.

- Rajzoljátok fel a hisztidin képletét!
- Mit jelent az, hogy esszenciális aminosav?

A hisztidin a hisztamin prekuzora a szervezetben, vagyis a hisztamint hisztidinből, annak dekarboxilezésével állítja elő például egy hízósejt hisztidin dekarboxiláz enzime. A hisztamin fontos szerepet tölt be az immunválaszban, például allergiás reakció esetén.

- Írjátok fel a reakciót képletekkel!

A tautomeria egy másik típusa az oxo-enol tautomeria. Az átalakulás során lényegében az oxocsoport hidroxilcsoporttá alakul, miközben létrejön egy szén-szén  $\pi$ -kötés, a folyamat szintén reverzibilis.

- Rajzoljátok fel a piroszőlősav oxo és enol tautomerének képletét! Melyik tautomer lehet a stabilabb?
- Mely vegyületek enol tautomere a propén-2-ol és a vinil-alkohol? Milyen folyamat során állíthatunk elő belőlük telített alkoholokat?
- Mely, szerves makromolekulákban gyakori kötésre lehet még jellemző tautomer átalakulás? Rajzoljátok fel a két alakot!

A feladatok során 4 értékes jeggyel számoljatok! A szükséges adatok a függvénytáblázatban megtalálhatóak! Mindegyik feladat részletesen indokolt megoldása 8 pontot ér. A feladatok megoldásához függvénytáblázat, számológép és íróeszközök használhatóak. Sikeres versenyzést kívánunk!