

## 1. feladat

Babi néni egy kis 35 m<sup>2</sup> alapú, 2,5 m átlag belmagasságú rosszul (egyáltalán nem) szellőző lakásban lakik. Az idős néni nem sok mindenre emlékszik kémiai tanulmányaiból, ezért a rég nem takarított WC-jét hipó és sósav egyszerre beleöntésével akarta gyorsan kitisztítani. A fejlődő gáz 150 ppm esetén már halálos. (A ppm az egész egy milliomod részét jelenti.) Sajnos így alakult, azonban a szomszédok még időben találták meg Babi nénit a lakásában, és nem történt tragédia.

Számoljátok ki, hogy legfeljebb mekkora térfogatú 10 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú hipót és 6 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósavat használt Babi néni! (Kezdetben standard körülmény volt a lakásban, és minden fejlődő gáz eltávozott a WC-ben keletkező elegyből.)

### Megoldás:

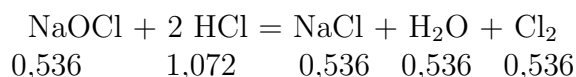
Az egyetemes gáztörvény alkalmazásával, és a 150 ppm segítségével megtudjuk, hogy mekkora anyagmennyiségű klórgáz keletkezik:

$$V = 35 \text{ m}^2 \cdot 2,5 \text{ m} = 87,5 \text{ m}^3, p = 101325 \text{ Pa}$$

$$R = 8,31447 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}), T = 298,15 \text{ K} (25 + 273,15)$$

$$n = \frac{150 \cdot p \cdot V}{10^6 \cdot R \cdot T} = \frac{150 \cdot 101325 \cdot 87,5}{10^6 \cdot 8,31447 \cdot 298,15} = 0,536 \text{ mol}$$

Az alábbi egyenletben a sztöchiometriai arányok segítségével megtudjuk, hogy mekkora anyagmennyiségű NaOCl és HCl reagált el:



$$n(\text{NaOCl}) = 0,536 \text{ mol és } n(\text{HCl}) = 1,072 \text{ mol}$$

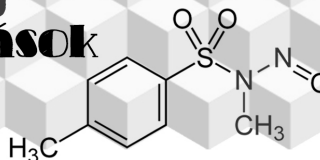
$$c(\text{NaOCl}) = 10 \text{ mol/dm}^3 \text{ és } c(\text{HCl}) = 6 \text{ mol/dm}^3$$

Ezek után pedig egyszerűen térfogatot számolunk, mert minden adat ismert hozzá:

$$V(\text{NaOCl}) = n(\text{NaOCl}) / c(\text{NaOCl}) = \frac{0,536 \text{ mol}}{10 \text{ mol/dm}^3} = 0,0536 \text{ dm}^3 = 0,054 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) / c(\text{HCl}) = \frac{1,072 \text{ mol}}{6 \text{ mol/dm}^3} = 0,1787 \text{ dm}^3 = 0,18 \text{ dm}^3$$

Tehát Babi néni vagy kevesebb, mint 54 ml hipót vagy kevesebb, mint 180 ml sósavat használt fel a takarításhoz.



## 2. feladat

Ebben a feladatban az élelmiszerek egyik adalékával, az E338-cal, vagyis a foszforsavval foglalkozunk, melyet többek között savanyúság szabályzóként és antioxidánsként használ az ipar. A foszforsav egy háromértékű, gyenge sav. Szobahőmérsékleten fehér színű, szilárd anyag.

Mérésünk kezdetén a szilárd foszforsavból egy evőkanálnyit veszünk, de sajnos pont lemerült az analitikai mérlegünk eleme, így a tömegét nem tudjuk megmérni. A foszforsavat desztillált vízben feloldjuk. Az így kapott oldat térfogata 200,0 ml, melyből alapos keverés után kimérünk egy 10,00 cm<sup>3</sup>-es mintát, melyet 20,00 cm<sup>3</sup>-re hígítunk, majd 1,00 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú NaOH oldattal megkezdjük a titrálást. Az oldat pH változását elektronikus pH-mérő segítségével folyamatosan nyomon követjük, és miután a pH beáll egy 12-13 közötti értékre, a titrálást befejezzük.

- Hány gramm foszforsavat oldhattunk fel, ha a mérőoldat fogyása 30,00 cm<sup>3</sup> volt?
- Készítsétek el a foszforsavhoz tartozó titrálási görbét (pH – mérőoldat koncentráció függvény)! Jelöljétek a pKs értékeket (ekvivalencia pontok)! Jelöljétek az inflexiós pontokat\* a görbén!
- Milyen pH értékeket vesz fel az oldat az inflexiós pontokban?

Ezután foszforsavból és dihidrogén-foszfátionból puffert készítünk, melyben a dihidrogén-foszfátionok és a foszforsav végleges koncentrációjának aránya 1:1.

- Határozzátok meg a puffer pH-ját!

A puffer 30,00 cm<sup>3</sup>-éhez 20,00 cm<sup>3</sup>, 5,00 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú KOH oldatot adunk.

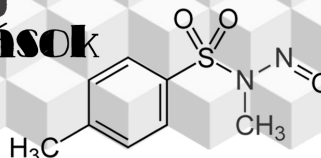
- Mennyivel változik meg a puffer pH-ja, ha a foszforsav összkoncentrációja 1,00 mol/dm<sup>3</sup>?

**\*Inflexiós pont:** a függvény azon pontja, ahol görbületet (konvex/konkáv) vált, azaz a második deriváltja előjelet vált. Ha ebbe a pontba érintőt húzunk, az átmetszi a függvényt. A titrálás során ezen pontokban vagy csak egy savmaradékion, vagy két, de azonos koncentrációban lévő anion (vagy sav és anion) van jelen az oldatban (utóbbiak az ekvivalencia pontok).

### Megoldás:

- Az anyagmennyiségeket a következő táblázat segítségével számolhatjuk ki:

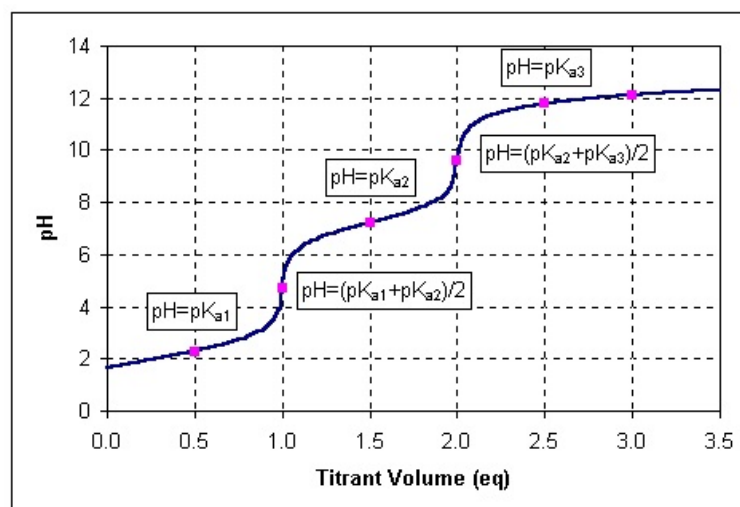
	Térfogat	Koncentráció	Anyagmennyiség
NaOH-oldat	30 cm <sup>3</sup> = 0,03 dm <sup>3</sup>	1,0 mol/dm <sup>3</sup>	0,03 mol
Hígított H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	20 cm <sup>3</sup> = 0,02 dm <sup>3</sup>	0,5 mol/dm <sup>3</sup>	0,01 mol
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> minta	10 cm <sup>3</sup> = 0,01 dm <sup>3</sup>	1,0 mol/dm <sup>3</sup>	(0,01 mol)
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> -oldat	200 ml = 0,2 dm <sup>3</sup>	1,0 mol/dm <sup>3</sup>	0,20 mol



Mivel a tömeg az anyagmennyiség és a moláris tömeg szorzataként számolható, ezért a foszforsav tömege:

$$m = M \cdot n = 98 \text{ g/mol} \cdot 0,20 \text{ mol} = 19,6 \text{ g}$$

b) A titrálási görbe a következő képen látható:



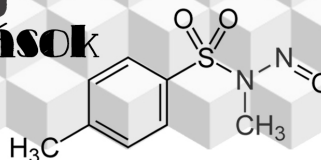
- c) A fenti képről leolvasható, hogy az inflexiós pontban a pH értéke a két közeli savi disszociációs állandó negatív logaritmusának ( $pK_s$ ) a számtani közepe.
- d) Alkalmazva a pufferekre ismeretes képletet és tudva, hogy a dihidrogén-foszfát ionok illetve a foszforsav egyenlő koncentrációban vannak jelen:

$$[H^+] = K_{s,1} \cdot \frac{[H_3PO_4]}{[H_2PO_4^-]}$$

$$pH = pK_{s,1} - \lg \frac{[H_3PO_4]}{[H_2PO_4^-]} = pK_{s,1}$$

Tehát:  $pH = 2,12$

- e) Mivel az összes savkoncentráció  $1,00 \text{ mol/dm}^3$ , ezért eredetileg  $0,03 \text{ mol}$  foszforsav volt a rendszerben. A lúg hozzáadása előtt ebből  $0,015 \text{ mol}$  volt a foszforsav és  $0,015 \text{ mol}$  a dihidrogén-foszfát ion. KOH-ból  $20 \text{ cm}^3$   $5,00 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatot adunk hozzá, így a lúg anyagmennyisége  $0,10 \text{ mol}$ -nak felel meg. Könnyen belátható, hogy a foszforsav közömbösítéséhez  $0,045 \text{ mol}$ , míg a dihidrogén-foszfát ionok közömbösítéséhez  $0,03 \text{ mol}$  lúg szükséges. Összesen tehát  $0,075 \text{ mol}$  lúg fogy el, tehát  $0,025 \text{ mol}$  marad vissza. Mivel a térfogat időközben  $50 \text{ cm}^3$  lett, ezért a KOH koncentrációja  $0,50 \text{ mol/dm}^3$  lesz. Ez pedig azt jelenti, hogy a pH  $13,70$  lesz. Tehát a pH  $11,58$  egységgel változik meg.



### 3. feladat

Szervetlen kémiai ismereteink alapján tudjuk, hogy a kén sok esetben hasonló vegyületeket képez, mint az oxigén. Szerves kémiában sincs ez másképpen, a következő feladatban néhány kéntartalmú szerves vegyülettel ismerkedhetünk meg.

Az alkoholok kéntartalmú analógjait tioloknak, az éterekét pedig szulfidoknak (esetleg tioéternek) nevezzük. A tiolok könnyen oxidálhatók diszulfiddá, melyek sokkal stabilabbak mint az analóg peroxidok.

- Rajzoljátok fel és nevezzétek el az etanol és a dietil-éter kéntartalmú megfelelőjét!
- A fehérjék viselkedésében kulcsfontosságú az említett tiol-oxidáció. Melyik aminosav oxidálódhat így?
- Rajzoljátok fel az aminosav oxidációja során keletkező diszulfidot!

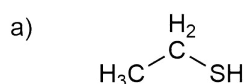
A tiolok erősebb oxidációja esetén oxigén is beépíthető a molekulába. A kénatom oxidációs számának 2-vel történő növekedése esetén szulfoxid, 4-gyel történő növekedése esetén szulfon, míg 6-tal történő növekedése esetén szulfonsav keletkezik.

- Rajzoljátok fel az feniltiol (másnéven tiofenol) erőses oxidációja során képződő termékek szerkezeti képletét és nevezzétek el őket!
- A fenil-szulfonsav előállítható egy szénhidrogén tömény kénsavval történő reakciója során is. Írjátok fel a reakció egyenletét!
- A kisebb szénláncú szulfonsavak jól, a tiolok pedig közepesen oldódnak nátrium-hidroxidban. Mivel magyarázható ez a tény?

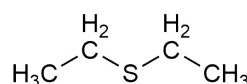
Az **A** vegyület elemvizelés alapján 47,4  $m/m\%$  szenet, 10,5  $m/m\%$  hidrogént és 42,1  $m/m\%$  kén-t tartalmaz és NaOH-oldatban mérsékelten oldódik. **A**-t híg nátrium-hipoklorittal (hypo) kezelve **B**-t kapjuk, mely 42,7  $m/m\%$ -ban tartalmaz kén-t. **B**-t cinkporral redukálva **A** visszanyerhető, míg salétromsav hatására **A** egy savvá (**C**) alakul, miközben nem keletkezik C-O kötés.

- Határozzátok meg **A**, **B** és **C** szerkezetét!

**Megoldás:**

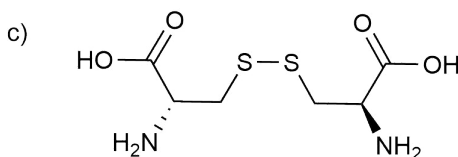
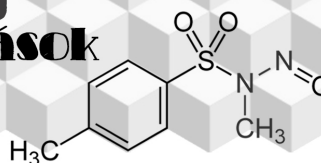


tiotanol vagy etil-tiol

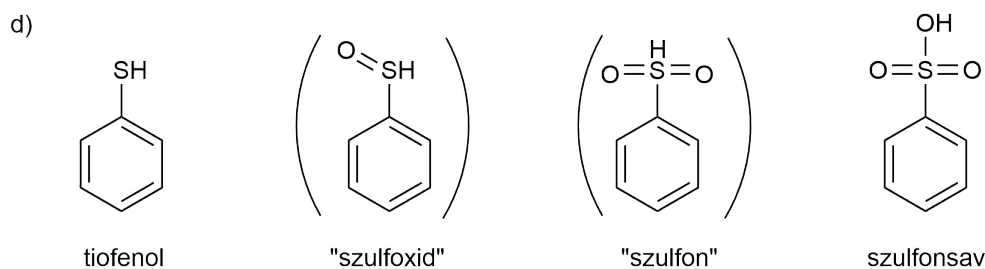


dietil-szulfid vagy dietil-tioéter

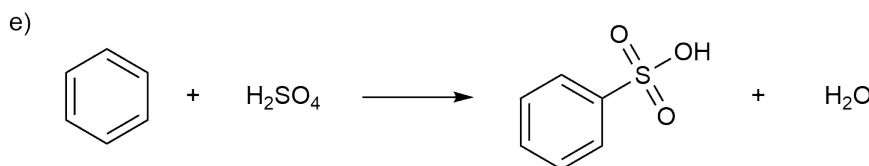
- Mivel csak a ciszteinben található tiol-csoport (-SH), ezért ez az aminosav tud diszulfid vegyületté oxidálódni.



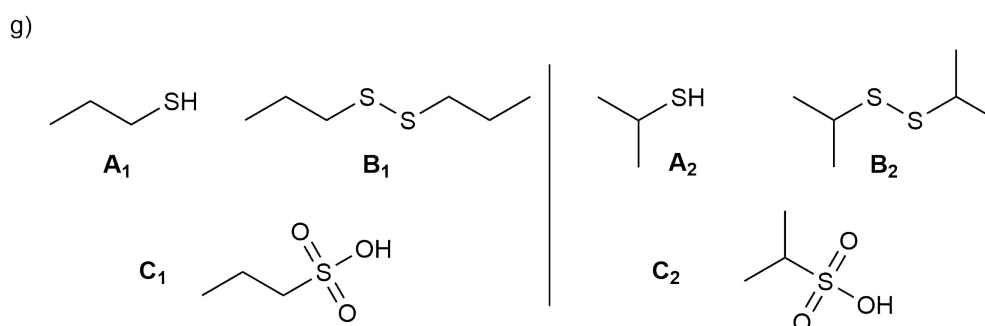
diszulfid-híd két cisztein között



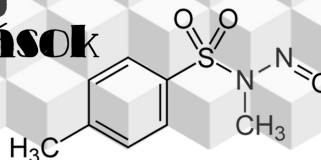
Sajnos a feladatban elírás történt, ugyanis a szulfoxid és a szulfon vegyületek a fenil-metiltioéterből vezethetők le, nem a fenil-tiolból. A feladatra érkező olyan megoldásokat is elfogadtuk, ahol az első oxigén a kén és a hidrogén közé "épült be".



f) A szulfonsavak, mint nevük is mutatja savas tulajdonságúak így a nátrium-hidroxiddal semlegesítési reakció során ionos állapotba kerülnek, ezáltal a poláris oldószerben oldódnak. Savasságuk mértéke jelentős, hiszen a szénláncot "letakarva" a kénsavra hasonlít a vegyület, azaz a hidrogén könnyen leszakítható az oxigénről. Ezzel szemben a tiolok hidrogénje sokkal kevésbé savas karakterű, hiszen a kén-hidrogén kötés csak gyengén poláris, ezért csak korlátozottan oldódnak nátrium-hidroxidban.



Könnyen kiszámítható, hogy az **A** molekula összegképlete  $C_3H_8S$ . Mivel NaOH-ban gyengén oldódik, ezért tiolvegyületről lesz szó. Mivel a  $C_3H_7$ -csoportot kétféleképpen írhatjuk fel: propil- és izopropil csoportként, ezért a feladatnak két megoldása lesz mindhárom vegyületre. A **B** vegyületek összegképlete  $C_6H_{14}S_2$ , tehát ezek diszulfid-vegyületek, míg a **C** vegyületek a szulfonsavak.

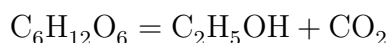


#### 4. feladat

Nemzeti italunk, a pálinka előállítása egyszerre egyszerű és komplex folyamat. Lényegében két részfolyamatból áll: egy erjesztési lépésből (cefrézés) és egy desztillálásból (pálinkafőzés), melyek alapvetően igen egyszerűnek tűnnek, viszont a gyümölcsök különböző összetétele, az esetleges különböző mikroorganizmusok és egyéb kölcsönhatások igen nehezítik a lehető legjobb végtermék előállítását.

Alapvetően az egyes gyümölcsök igen különböző cukortartalommal rendelkezhetnek. Átlagosan 100 g szilvában 9,92 g glükóz van.

- a) Rendezzék az alkoholos erjedés egyenletét a sztöchiometriai arányok figyelembevételével!



Az idei nyáron egy gazdának fél tonna szilvája termett. Tegyük fel, hogy a pálinka csak tiszta víz és alkohol elegye, és az alkohol-víz elegy sűrűsége az alkohol térfogatszázalékának növekedésével lineárisan csökken! A tiszta víz sűrűségét tekintjük 998,20 kg/m<sup>3</sup>-nek, a tiszta alkohol sűrűségét 789,23 kg/m<sup>3</sup>-nek.

- b) Számoljuk ki, hogy elméletileg hány liter 47 térfogatszázalékos szilvapálinkát termelhetne akkor, ha a gyümölcs összes cukortartalma kiejedne!
- c) Mi miatt nem lehet igaz a fenti feltételezésünk, mi szerint a sűrűség lineárisan változik az összetétel függvényében?

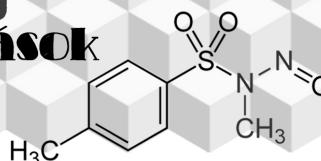
Az erjedésért általában egy élesztőfaj, főleg a *Saccharomyces cerevisiae* a felelős. Igen gyakran azonban a nem túl gondos cefrőzésnek, gyümölcsválogatásnak köszönhetően jelentős mértékben kártékony mikroorganizmusok is bejutnak a cefrébe, például ha a penészes gyümölcsöket is bekeverjük az egészséges gyümölcsök közé. Ezek a mikroorganizmusok komoly hibákat okozhatnak, akár mérgező vegyületeket is előállíthatnak. Szintén gyakori gond a pálinka ecetesedése – mely egyébként hosszabb állásidő után egy jól kiejedt cefre esetén is előfordulhat, de az ecetsav-baktériumok már sokat árthatnak az erjedés elejétől kezdve is.

- d) Mi lehet az oka annak, hogy hosszabb állásidő után a kiejedt cefre elkezd ecetesedni (másképp: mely vegyület alakulhat át)?

A gazda igen gondosan cefrézett, de a pálinkafőzdével csak későn sikerült egyeztetnie, és igen sokat kellett állnia a cefréjének. Amikor a cefréjéből visszakapta a lepárolt pálinkát, elég savanykás ízt érzett rajta. Megmérve a pálinka pH-ját digitális pH-mérővel 3,72-t kapunk.

- e) Mekkora az ecetsav koncentrációja és tömegszázalékos aránya a pálinkában, ha a pálinkát most csak víz, etil-alkohol és ecetsav elegyének tekintjük, valamint az eddigi alkoholfokot tételezzük fel, az ilyen szeszfokkal rendelkező pálinka valós sűrűsége pedig 935,88 kg/m<sup>3</sup>?

A gazda egy barátja hasonló módon cefrézett, mint maga a gazda, de egy dolgot elfelejtett: nem magozta ki a szilvát cefrőzés előtt. A csonthéjas gyümölcsök magja gyakran tartalmaz kisebb-nagyobb mennyiségben amigdalint, melyből az erjedés során hidrogén-cianid is keletkezik. Emellett a főzés előtt sem lettek eltávolítva a magok, így a főzés során nagyobb hőmérsékleten több cianid oldódhatott bele a cefrébe, és ezzel a párlatba is több kerülhetett. Emiatt



fennáll a veszélye a ciános szennyezettségnek, mely miatt a gazdát kérik fel, szakértse meg a dolgokat. Szerencsére a gazda viszonylag jó kémiából, így tudja, hogy ezüst-nitráttal kezelhető a probléma.

- f) Miért segíthet az ezüst-nitráttal való kezelés a pálinkának?
- g) Mennyi ezüst-nitrátot kell a pálinkához adnia a gazdának, ha tudjuk, hogy az előírás szerint abszolút etanolra számítva literenként maximum 0,07 g hidrogén-cianid lehet jelen a párlatban? A gazda barátjának 35 liter ugyancsak 47 V/V%-os pálinkája van, a teszter szerint 60 ppm (mely analóg a mg/l mértékegységgel) hidrogén-cianidot tartalmaz, és az ezüst-cianid oldhatósági szorzata  $1,2 \cdot 10^{-16} \text{ (mol/dm}^3\text{)}^2$ .

### Megoldás:

- a)  $C_6H_{12}O_6 = 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$
- b) Ha 100 g szilvában 9,92 g glükóz van, akkor 500 kg-ban 49600 g, melynek anyagmennyisége 275,6 mol. Ebből sztöchiometria alapján kétszer ennyi, azaz 551,1 mol etil-alkohol keletkezik, ennek tömege 25,351 kg. A tiszta alkohol sűrűségével ezt elosztva megkapjuk, hogy  $32,12 \text{ dm}^3$  a tiszta alkohol térfogata. Ha ezt elosztjuk 0,47-el, megkapjuk az összes térfogatot, mely 68,34 l.
- c) A molekulák közötti kölcsönhatásból következik, hogy a sűrűség nem lineárisan változik.
- d) Az etil alkohol kezd oxidálódni előbb acetaldehiddé, majd ecetsavvá.
- e) A pH alapján a hidrogénion-koncentráció  $1,905 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$ . A függvénytáblázatban megtalálható az ecetsav savi disszociációs állandója:  $pK_s = 4,76$ . Tehát  $K_s = 1,738 \cdot 10^{-5} \text{ (mol/dm}^3\text{)}$  és felírható az alábbi egyenlet:

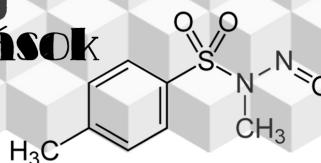
$$K_s = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{(1,905 \cdot 10^{-4})^2}{x} = 1,738 \cdot 10^{-5} \text{ (mol/dm}^3\text{)}$$

Ebből pedig a következő egyenlet írható fel:

$$x = \frac{(1,905 \cdot 10^{-4})^2}{1,738 \cdot 10^{-5}} = 2,089 \cdot 10^{-3} \text{ (mol/dm}^3\text{)}$$

Az acetátion (hidrogénion) mennyiségét ehhez hozzáadva pedig megkapjuk az ecetsav kezdeti koncentrációját, ami  $2,280 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ . Vegyünk 1 liter pálinkát, ebben az ecetsav mennyisége  $2,280 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ , az ecetsav tömege így 0,137 g, 1 liter pálinka tömege pedig a sűrűsége alapján 935,88 g. Ebből következik, hogy az oldat 0,0146 tömegszázalék ecetsavat tartalmazott.

- f) Az ezüst kationok a cianid anionokkal csapadékot képeznek, és kiválnak a pálinkából.



- g) Ha 1 liter abszolút etanolban 0,07 g hidrogén-cianid lehet, akkor 1 liter pálinkában  $0,07 \text{ g} \cdot 0,47 = 0,0329 \text{ g/l}$  lehet a maximális mennyiség. A jelenlegi mennyiség  $0,06 \text{ g/l}$ , melyet leosztva a moláris tömeggel megkapjuk a koncentrációt:  $2,22 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ . A maximális mennyiség koncentrációja  $1,219 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ , a két érték különbsége  $1,004 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$  (ennyi cianid-ionnak, tehát ennyi ezüst kationnak kell kiválnia). Így felírhatjuk az alábbi egyenletet:

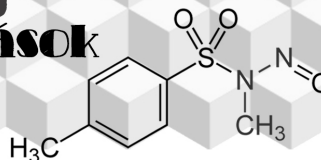
$$L_{AgCN} = [Ag^+] \cdot [CN^-] = (x - 1,004 \cdot 10^{-3}) \cdot 1,219 \cdot 10^{-3} = 1,2 \cdot 10^{-16} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$$

Ebből pedig:

$$x = 1,004 \cdot 10^{-3} + \frac{1,2 \cdot 10^{-16}}{1,219 \cdot 10^{-3}} = 1,004 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Tehát lényegében az oldhatósági szorzat hatása elhanyagolható, a kiváló cianid-mennyiséget kell kb. csak hozzáadni (persze picivel többet, nem pont annyit). Ez egy literre a hozzáadandó  $\text{AgNO}_3$  anyagmennyisége, 35 literre  $0,0351 \text{ mol}$ , melynek tömege  $5,97 \text{ g}$ .





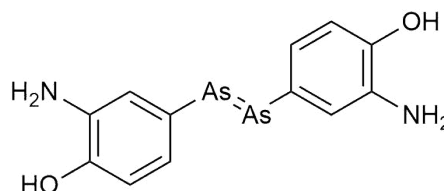
## 5. feladat

A mellékelt cikk bemutatja az arzén kettős szerepét az élettani folyamatok során. Olvassátok el és válaszoljatok a következő kérdésekre a cikk alapján!

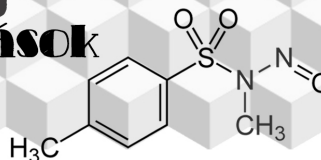
- I) Paracelsus szerint a méregtan legfontosabb alapfogalma a dózis, amely koncentrációegységekben adja meg a mérgező anyag mennyiségét. A halálos dózis értékét akár a háztartásban előforduló vegyszerek esetében is fel kell tüntetni. Az arzén-trioxid esetében a következő érték szerepel: 14,6 mg/kg. Mit jelent ez? Írjátok le saját szavaitokkal!
- II) Rajzoljátok fel az auripigment ( $\text{As}_2\text{S}_3$ ) szerkezeti képletét!

A Salvarsan nevű arzén tartalmú antibiotikum képlete a következő:

- III) Milyen vegyületcsaládba sorolható a molekula?  
Soroljátok fel legalább négyet!



- IV) Egy nagyrévi asszony szeretné eltenni a 85 kg-os testsúlyú férjét láb alól. Ehhez hány ml 1,00 mol/dm<sup>3</sup>-es kálium-dihidrogén-arzenát ( $\text{KH}_2\text{AsO}_4$ ) oldatot kell a férje húislevesébe tennie, ha tudja, hogy a tiszta kálium-dihidrogén-arzenátból testsúlykilogramonként 23,6 mg elegendő a kívánt hatás eléréséhez?
- V) Napóleon etanolban tartósított gyomrát 3,00 l etanolban tárolják. Kimutatható-e az, hogy a császárt arzénnel mérgezték meg, hogy ha a 3,00 l etanolos oldatot (amely a gyomorból ez idő alatt az összes iont kioldotta) bepároljuk, a maradékot 20,0 ml vízben feloldjuk, és az így kapott oldathoz 20,0 ml 0,500 mol/dm<sup>3</sup>-es  $\text{Na}_2\text{S}$  oldatot adunk? A kísérletnél feltételezzük, hogy Napóleon megmérgezéséhez minimum 0,60 g  $\text{As}_2\text{O}_3$ -ot kellett használni a gyilkosnak, és a beadott arzén 10 %-a dúsult a felszívódás során a gyomorban. (Az  $\text{As}_2\text{S}_3$  oldhatósági szorzata  $L = 3,98 \cdot 10^{-29}$ )
- VI) Mi a célja a radioaktív izotópok terápiás és a diagnosztikai felhasználásának? Írjátok le a saját szavaitokkal!
- VII) A <sup>74</sup>As pozitron bomló izotópot ciklotronban állítják elő. Milyen részecskével kell bombázni egy 73-as tömegszámú germánium atomokból álló mintát a ciklotronban, hogy 74-es tömegszámú arzént kapjunk?
- VIII) Mi keletkezik a 77-es tömegszámú arzénizotópból negatív béta bomlás során? Mi keletkezik a 74-es tömegszámú arzénizotópból pozitív béta bomlás során?  
Segítség: a pozitív béta bomlás során az atommag egy protonja kisugároz egy pozitront (pozitív töltésű elektront), miközben önmaga neutronná alakul. A negatív béta bomlás során az atommag egy neutronja kisugároz egy elektront, míg önmaga protonná alakul.
- IX) A radioaktív arzénizotópok kéntartalmú biomolekulákhoz kötve juttathatók be a szervezetbe. Mi adja egy fehérje kéntartalmát? Ez alapján konkrétan milyen csoporthoz köthető az arzén?



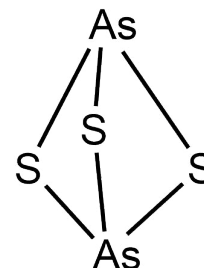
### Megoldás:

I) Azt jelenti, hogy testsúlykilogrammonként 14,6 mg arzén-trioxid a halálos adag.

II) Az  $As_2S_3$  szerkezete jobbra látható.

Minden egyéb más megoldás is maximális pontot ér, ahol a szerkezeti képlet nem tartalmaz elvi hibát.

III) Fenolok, aminok, aromás vegyületek, heteroatomos vegyületek.



IV) Összesen  $85 \cdot 23,6 = 2006$  mg  $KH_2AsO_4$  kell a férj megmérgezéséhez, ami  $2,006 \text{ g} / 180,03 \text{ g/mol} = 0,01114$  mol. Ezt a mennyiséget kerekítve  $11 \text{ cm}^3$   $1,0 \text{ mol/dm}^3$ -es oldat tartalmazza.

V) Ha Napóleont arzénnel mérgezték meg, akkor a gyomra  $0,60 \text{ g} \cdot 0,1 = 0,060 \text{ g}$   $As_2O_3$ -ot tartalmaz, ami teljesen beoldódott az etanolba. Tehát a bepárlás, és a 20 ml vízben való visszaoldás után a vizes oldatban  $0,060 \text{ g}$   $As_2O_3$ -nak megfelelő  $As^{3+}$  ion van. Ez összesen  $0,060 \text{ g} / M(As_2O_3) \cdot 2 = 0,060 \text{ g} / 197,84 \text{ g/mol} \cdot 2 = 6,07 \cdot 10^{-4}$  mol  $As^{3+}$  iont jelent. Az összeöntés után a térfogat 40 ml, így az  $As^{3+}$  koncentráció  $1,51 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ . A  $S^{2-}$  koncentráció a hígulás miatt felére csökken, így az  $0,25 \text{ mol/dm}^3$ .

Felírhatjuk az oldhatósági szorzatot:  $L = c(As^{3+})^2 \cdot c(S^{2-})^3 = 3,59 \cdot 10^{-12} > L$

$c(As^{3+})^2 \cdot c(S^{2-})^3 = 3,59 \cdot 10^{-12} > > L$ , tehát ilyen körülmények között van csapadékkiválás, és kimutatható a mérgezés a feladatban vázolt módszerrel.

VI) A radioaktív izotópok terápiás felhasználásának célja, hogy a radioaktív izotópot a szervezetbe juttatva az valahol dúsul és ott fejtse ki gyógyító hatását, radioaktivitás által. A radioaktív izotópok diagnosztikai felhasználásának az a célja, hogy az izotópot a szervezetbe juttatva az részt vesz a biokémiai folyamatokban, így azok a radioaktivitás által kívülről követhetők.

VII) Egy  $p^+$ -nal, mert a rendszám és a tömegszám is eggyel nő.

VIII)  $^{77}As$ -ból negatív béta bomlás hatására  $^{77}Se$  képződik.  $^{74}As$ -ból pozitív béta bomlás során  $^{74}Ge$  képződik.

IX) A fehérje kéntartalmát a kéntartalmú aminosavak adják, konkrétan a metionin és a cisztein.

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!