



# XVII. DÜRER VERSENY

# L KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09-11.

## 1. feladat

Edward Teach kapitány (vagy ahogy többen ismerik, Feketeszakáll) aggódva tapasztalta, hogy a legénysége még kalózokhoz mérten is példátlan módon folyamatosan részeg, olyannyira, hogy az elsőtisztje, Basilica Hands zátonyra is futtatta egyik vitorlásukat. A legénységet kifaggatva azt tudta meg, hogy a matrózok szerint rossz íze van a víznek, és megbetegednek tőle, ezért inkább tisztán rumot és whiskyt isznak az egészség nevében.

Feketeszakáll szerencséjére épp az elmúlt hetekben vonták blokádnak alá Charles Town kikötőjét, így meg tudott bízni egy magát gyógyítónak valló szárazföldi patkányt (aki természetesen saját akaratából együttműködött velük, egyáltalán nem azért, mert fegyvert fogtak a fejéhez), hogy vizsgálja meg az ivóvizet, miért nem isszák meg a matrózok.

A gyógyító azt találta, hogy a potenciálisan betegséget okozó anyagok a vízben a légenysav sói. Ezen vegyületek az algás vízben jellemzőek, illetve hogyha feketelópor került a vízbe, hiszen a benne lévő légenysavas hamany oldódik a vízben.

- a) Milyen anyagok lehetnek a légenysav sói? Mi az a légenysavas hamany?

A tudósember a légenysavtartalmat igen előrehaladott módszerrel óhajtotta meghatározni: a távoli földeken tett utazásai során két nagy kuruzslótól (egyiket Griessnek, másikat Ilosvaynak hívták) egy-egy reagenst szerzett. A minta 1 ml-éhez 1 ml ecetsavat majd spatulahegynyi fémcinket adott, végül az egzotikus reagensekből 0,5-0,5 ml-t adagolt az oldathoz. Ha a minta a légenysav sóját tartalmazta, akkor a keverék cseresznyepiros elszíneződést produkált. Megfigyelte, hogy a szín intenzitása összefüggésben áll a légenysav anionjának koncentrációjával. Épp ezért a saját vegytiszta légenysavas hamany készletéből különböző töménységű (egészen pontosan az anionra nézve 500, 250, 100, 50 és 25 mg/ml tömegkoncentrációjú) oldatokat készített, ezeket cseresznyepirosra varázsolta, és ezt hasonlította össze a Feketeszakáll ivóvizéből készített mintával.

- b) A modernkorban az ivóvízben ezen anyag anionjának engedélyezett koncentrációja 50 mg/l. Megfelelt ilyen szempontból a legénység ivóvize a mai követelményeknek? Ha nem, körülbelül mennyire haladta meg a határértéket?

A szárazföldi szakember azt mondta, hogy a rossz ízt a magas kloridion-tartalom is okozhatja, ami lássuk be, tengereken hajózva nem irreális elképzelés. Ezért a vízből 100-100 ml-t mért ki mérőlombikba, majd titrálólombikokba mosta, három párhuzamos mérés céljából, majd indikátorként 20 csepp kálium-kromát oldatot (5%) adott a rendszerhez. A bürettába 0,1 mol/dm<sup>3</sup> elméleti koncentrációjú ezüst-nitrát-oldatot töltött, mellyel a vízmintákat a vörösbarna szín megjelenéséig titrálta.

- c) Milyen reakció az alapja ennek a titrálásnak?  
d) Milyen reakció okozza a vörösbarna szín megjelenését?  
e) Milyen koncentrációban volt jelen kloridion a kalózok ivóvizében?



A gyógyító azt is megtudta, hogy a kalózok fémtartályokban tárolták a víztartalékaikat, így valamilyen nehézfém-szennyezésre (**M**) gyanakodva is megvizsgálta a kapott vízmintát. Ismét három párhuzamossal dolgozott. Erlenmeyer lombikokba bemért 0,1 g szilárd kálium-jodidot, majd kevés vízben feloldotta őket. Ezután ismét mérőlombikkal kimért 100-100 ml-t az ivóvízből, és ezeket maradéktalanul hozzáadta a jodid-oldatokhoz, mire élénk színű csapadék vált ki.

f) Milyen színű a csapadék? Milyen fémmel (**M**) van elszennyezve a víz?

Ezt követően lemért tömegű szűrőpapír segítségével leszűrte a csapadékot. A csapadékot ezután szárította, és száradás után lemérte a tömegét, efféleképpen gravimetriásan meghatározva az **M**-szennyezés mértékét.

g) Milyen tömegű csapadék keletkezett? Ez alapján milyen mértékű volt a víz **M**-szennyezettsége?  
( $M_{\text{csapadék}} = 461,01 \text{ g/mol}$ )

A szakember azonban elgondolkodott, hogy vajon mennyire megbízható ez a gravimetriás módszer, mellyel az **M**-szennyezést meghatározta, így úgy döntött, csinál egy összehasonlító mérést. 200 ml tiszta (desztillált) vízben feloldott 0,2 grammot az **M** fém nitrátjából, majd ebből 100 ml-t mérőlombik segítségével kimért. Egy Erlenmeyer lombikba kimért 0,1 g kálium-jodidot, majd hasonlóan a korábbiakhoz, kevés vízben feloldotta, és hozzáadta az **M**-nitrát oldatot. A keletkező csapadékot szűrte, szárította, és megmérte a tömegét, ez alapján megállapítva, hogy milyen visszanyeréssel működött a mérése.

h) Milyen visszanyerést kapott a gyógyító? Ezzel korrigálva mennyi volt a szennyezés a vízben?



## 1. feladat megoldása

- a) A légenysav sói: nitrátok; légenysavas hamany:  $\text{KNO}_3$ . (2p)
- b) Elsőként a feladtleírásban megadott töménységű nitrát-oldatokat kell elkészítenünk. Ezt többféleképpen megtehetjük, például a legtöményebb oldat elkészítésével, majd annak részleteinek további hígításával. A mintaoldatok 1-1  $\text{cm}^3$ -éhez pár csepp jégecet és kis spatulányi cinkport adunk, majd mindkét Griess-Ilosvay reagensből 1  $\text{cm}^3$ -t adunk hozzájuk. Hasonlóképp járunk el az ismeretlen mintákkal. Ha jól dolgoztunk, minden minta cseresznyepiros színűvé válik, mely szín mélysége a nitrát-ion koncentrációjától függ. Az ismeretlen minta színmélységét összehasonlíthatjuk a kalibrációs soréval, és így megadható, hogy az ismeretlen töménysége mely két kalibrációs minta töménysége közé esik. A maximális pontszámért dokumentálni kell a kalibrációs sor bemérési adatait, az ismeretlent össze kell hasonlítani a kalibrációs sorral, és végül meg kell adni annak körülbelüli nitrát-ion koncentrációját. A pontozásban a szervezőket segíti a kalibrációs sorról a helyszínen elkészített fénykép is (mely segítségével kiküszöbölhető a reagens időbeli bomlásából adódó barna elszíneződés okozta torzulás). (4p)
- c) A titrálás alapja az  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \longrightarrow \text{AgCl}$  reakció. Ennek során fehér csapadék keletkezik. (1p)
- d) A végpontjelzés az  $2 \text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \longrightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4$  reakció szerint történik, mely során vörösbarna csapadék keletkezik, amely csak a kloridionok elfogyta után jelenik meg, mivel az ezüst-klorid stabilitási állandója nagyobb, mint az ezüst-kromáté. (1p)
- e) A feladat leírását követve kb. 14  $\text{cm}^3$  ezüst-nitrát fogyott az átcsapásig. Ez alapján 1,4 mmol ezüstion reagált el, ami megegyezik a mintában lévő kloridion anyagmennyiségével. Mivel 100mL vízmintából dolgoztunk, a kloridion-koncentráció 14  $\text{mmol/dm}^3$  volt. (5p)
- f) Kanárisárga ólom-jodid csapadék keletkezik. (2p)
- g) Az ólom-jodid egy stabil, kis oldhatósági szorzatú csapadék, mely gravimetriához használható. A csapadék szűrése előtt lemért szűrőpapír, majd a szárított, csapadékos szűrőpapír tömegének különbsége adja a csapadék tömegét. Ismerve az ólom-jodid moláris tömegét, így megállapítható a kicsapódott ólom-jodid anyagmennyisége, és így relatíve nagy pontossággal megadható a minta ólom-tartalma. Fontos azonban, hogy a jodidot ne alkalmazzuk nagy feleslegben, mivel akkor komplexképződés mellett oldódhat a csapadék. (5p)
- h) Elvégezzük a gravimetriás mérést a leírás alapján, majd a g) pontban tárgyaltak alapján meghatározzuk a ténylegesen mért csapadékmennyiséget és ólomkoncentrációt. Az elméleti koncentrációt a bemért mennyiségből számítjuk ki: a bemért 2 g ólom-nitrát 6 mmol ólomnak felel meg, melyet 200 ml vízben oldottunk, így a koncentráció 30  $\text{mmol/dm}^3$ . A mért koncentrációt elosztva az elméleti koncentrációval kapjuk meg a visszanyerést, amellyel a mért eredményt elosztva kapjuk meg a valós ólomkoncentrációt. (4p)



# XVII. DÜRER VERSENY

# L KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

## 2. feladat

Víziszonyos Izda legnagyobb sajnálatára kénytelen volt kalóznak szegődni, hiszen sorstársai elmondása szerint neve tökéletes alibit biztosít: senki nem gondolná, hogy majd pont ő venné a fejét ilyen foglalkozásra, aztán ez még mindig jobb, mint a korona alatt szolgálni éhbérért. Emellett mellékesen konyít is Izdánk valamicskét a kuruzsláshoz és a mérgekveréshez, ami talán hasznos is lehet.

Izda első igazi megmérettetésére nemsokára sor is került, amikor a legénység fájdalomcsillapításra, lázkezelésre, és mindenféle egyéb kórságokra használt szalicilsavja elkezdett nem kanonikus problémákat okozni. Névlegesen a gyógyszert használó kalózok erős hasmenést is tapasztaltak, ami pedig nem jellemző az említett sav fogyasztására. Izda gőzerővel neki is állt a probléma felgöngyölítésének, hiszen trópusi vizeken vitorláznak jómadaraink, tehát a jó minőségű sav elérhetősége kérdéses. Izda vizsgálódása során azt tapasztalta, hogy ha a savra nátronlúgot önt, az belilul. Még Izdánk is tudta, hogy ennek igencsak nem kéne megtörténnie. Összekötve az összekötőanyagokat, és ugyanezt a tesztet végrehajtva a fedélzet hashajtókészletein, amely úgyszint egy fehér por állagú anyag, arra jutott, hogy valamiféle szerencsétlen balfácán az egyik fiola hashajtót sikeresen beleöntötte a szalicilsavas edénybe. Izda úgy vélekedett, hogy mivel a szalicilsavkészlet 5 gramm körül lehet, és remélhetőleg az egyébként is kis kiszerezésű hashajtós fiolának csak elenyésző tartalma került a szalicilsavba, ezért még a hajón rendelkezésre álló minimális felszereltség mellett is meg fogja tudni tisztítani szennyezőjétől az értékes gyógyszert, átkristályosítással. Fel is ütötte nagyszerű lexikonját a kémikai anyagok mindenféle csínbínjáról, melyben ez állott vala:

### Szalicil-sav (*acidum spiricum*):

Megtisztítására borszesz (40 V/V %) alkalmazható. 1,0 g savat forrón old 15 ml szesz.

**FIGYELEM:** a *vaporok* felfogása felettébb szükséges a hevítés során, minekután eme gőzök belélegzése a figyelem pusztulásával jár!

Izda egyszerűre fogta a folyamatot, egy Erlenmeyer lombikba beszórta a szennyezett gyógyszert, hozzáöntötte a megfelelő mennyiségű etanol-oldatot (nagynehezen rábeszélte a legénységet, hogy ennyi szesztől megválni kényszerű), teljes oldódásig melegítette az elegyet, majd hagyta lehűlni. A kivált kristályokat szűrte, majd a leszűrt folyadékot újra átszűrte a már felfogott kristályokon, mert azt gondolta, hogy ezzel biztosan kiszűrné az összes szalicilsavat, a szennyező viszont egyszerűen keresztülfolyna a kristályokon. Sajnálattal tapasztalta viszont, hogy a tisztításon átesett kristályok még mindig lila oldatot adnak lúgban oldva.

- Segítsetek Izdának! Egy súlyos hibát követett el a folyamat során, ami kompromittálta az egész eljárást. Melyik ez a lépés, és hogyan kellett volna jól csinálni? Végezzétek el ti is a tisztítási folyamatot a kiadott eszközök segítségével, az általatok helyesnek vélt módszert követve (ehhez nyugodtan kérjétek ésszerű mennyiségű segítséget)! Végezzétek el ti is a lúgos próbát az átkristályosítás előtt, és után, hogy meggyőződjetek annak sikerességéről, illetve mérjétek meg a légszáraz tisztított szalicilsav tömegét!



- b) Írjatok rövid jegyzőkönyvet az elvégzett folyamatról és tapasztalatokról, mely alapján a jövőben Izda könnyen saját maga is megoldhatja a problémát!
- c) Ha feltételezzük, hogy a lúgpróbát kiállt tisztított termék valóban tiszta, és az összes szalicilsavat visszanyertük, akkor hány tömegszázaléka volt a legénység gyulladáscsökkentőjében a hashajtó?
- d) Mi lehet ez a (valóban) hashajtó hatású anyag?



LABOR MEGOLDÁSOK

# XVII. DÜRER VERSENY

L  
KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

## 2. feladat megoldása

a) Izda hibás lépése az volt, hogy a szűrletet mégegyszer átöntötte a leszűrt kristályokon, hiszen ezzel újra elszennyezte azokat. A helyes eljárás az volt, hogy kevés, (hideg), tiszta kristályostó oldattal mossuk át a kristályokat.

b) Olyan részletes jegyzőkönyvet kellett írni, ami alapján a folyamat reprodukálható.

c) Bemenő adatok:  $m(\text{minta})$ ,  $m(\text{tisztá})$

$$m(\text{szennyező}) = m(\text{minta}) - m(\text{tisztá})$$

$$\eta = \frac{m(\text{szennyező})}{m(\text{minta})} \cdot 100$$

Megjegyzés: mivel a minta vizes maradt, a helyes képlet már maximális pontszámot ért.

d) fenolftalein – szintén fehér por, mely alkoholos oldatban jól oldódik, és lúg hatására lilul.



# XVII. DÜRER VERSENY

L  
KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

## 3. feladat

Arisztid megtalálta a pincében ük-üknagyapja naplóját, aki egy portugál kereskedőhajón volt hajóorvos. Egy érdekes feljegyzésen akadt meg a szeme, amikor a vitorlás a lisszaboni kikötőben léket kapott, mert egy szomszédos hajó ágyúját pár suhanc poénból elsütötte. Az orvos raktárát elöntötte a víz, lemosva a címkét egy csomó vegyszeres üvegről. De Arisztid őse nem csüggedt, mert a leltárjegyzék alapján meghatározta, mely polcokról mely vegyszerek címkéi hiányoztak, és pár ügyes reakcióval be tudta azonosítani a fehér porokat.

Arisztid rögtön kihívást látott a sárga lapokon, szeretne volna reprodukálni ük-üknagyapja tétét, így hát otthoni zuglaborja felé vette az irányt. Bár a napló nem tartalmazta a pontos reakciókat, azt tudta, hogy nagyapja milyen csoportokba rendezte a meghatározandó anyagokat. Ám miután előkészítette a 15 ismeretlen port, rájött, hogy így nem lesz igazi a kihívás, hiszen ő tudja, melyik minta mit rejt. Így a ti segítségetek kéri!

Feladatotok azonosítani az előttek álló 15 ismeretlen mintát klasszikus analitikai módszerekkel. Az alábbiakban látjátok, hogy a hajón milyen csoportokban álltak a vegyszerek a polcokon, így ti is szűkíthetitek a meghatározások körét. De figyeltem!

- Csoportonként minden vegyületet pozitívan kell azonosítanotok, a 15 közül kizárásos alapon csak egy anyagot azonosíthattok.
- A helyes azonosítás csak indoklással ér pontot, tippelést nem fogadunk el!
- A meghatározásokhoz szükséges vegyszereket a szervezőktől kérhettek, akik a józan ész és a szertárkészlet határaiig teljesíthetik csak kéréseiteket.

Az első csoportban (1-5) azokat a porokat azonosítaná, melyeket őse a „konyhába” feliratú polcon talált. Itt a kősót, szódabikarbónát, szódát, keményítőt és szárított tejet (Arisztid olvasatában: tejport) kell egymástól megkülönböztetnie.

A második csoportban (6-10) a takarításhoz használt szappanforgácsot, a citromsavat, az oxálsavat, a szőlőcukrot és a répacukrot kell azonosítani.

A harmadik csoport (11-14) a szalalkálit, a repülősóként alkalmazott szalmiáksót, a fájdalomcsillapító aszpirint és a c-vitamint tartalmazza.

Végül pedig ki kell találnia, mely porüveg (15-18) rejt a borkósavat, a nátrium-benzoátot, a Seignette-sót (kálium-nátrium-tartarát), valamint az égetett gipszet.



# XVII. DÜRER VERSENY

# L KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

## 3. feladat megoldása

Az alábbiakban pusztán egy megoldáslehetőség látható a sok közül. Bármely más jó megoldást elfogadtunk.

### I. csoport:

szárított tej (tepor): vízben melegen jól oldódik, adja a xantoprotein-próbát (salétromsav hatására sárgul), valamint a Biuret-próbát

szóda: oldata lúgos kémhatású, fenolftaleinnel lila színű, sósavval gázfejlődés tapasztalható. Több sósav szükséges közömbösítéséhez, mint a szódabikarbóna esetén  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

keményítő: vízben hidegen rosszul oldódik, Lugol-oldattal kékes szín jelenik meg

kősó: oldata semleges kémhatású, ezüst-nitráttal fehér színű ezüst-klorid csapadék keletkezik

szódabikarbóna: oldata enyhén lúgos kémhatású, fenolftaleinnel színtelen vagy csak enyhén lilás színű, sósavval gázfejlődés tapasztalható. Kevesebb sósav kell a közömbösítéséhez, mint a szóda esetén:  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

### II. csoport:

oxálsav: vízoldható, oldata savas kémhatású, magnéziumionnal és nagyon kevés kalciumionnal csapadékot ad szappanforgács: vízoldható – kolloid oldat keletkezik, mely mutatja a Tyndall-effektust – könnyen habzik

répacukor: vízoldható, semleges kémhatású, adja a Tollens-próbát és a Fehling-próbát is, szilárdan karamellizálható

citromsav: vízoldható, savas kémhatású oldat, több kalciumion hozzáadásával csapadék válhat le

szőlőcukor: vízoldható, semleges kémhatású, nem adja sem a Tollens-próbát, sem a Fehling-próbát, szilárdan karamellizálható

### III. csoport:

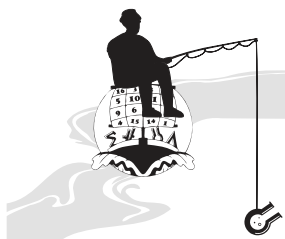
c-vitamin: vízben jól oldódik, Lugol-oldatot elszínteleníti

szalalkáli: nátrium-hidroxiddal ammónia szabadítható fel, mely a nedvesített pH-papírt megszínezi, ezüst-nitráttal nem ad csapadékot, sósavval gázfejlődés tapasztalható.

szalmiáksó: nátrium-hidroxiddal ammónia szabadítható fel, mely a nedvesített pH-papírt megszínezi, ezüst-nitráttal fehér ezüst-klorid csapadékot ad

aszpirin: hideg vízben nem oldódik jól, kizárásos alapon azonosítható





LABOR MEGOLDÁSOK



# XVII. DÜRER VERSENY

L  
KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

## IV. csoport:

Seignette-só: vízben oldható, felhasználtató Fehling-reakcióban reagensként, kalciumionokkal kristályos csapadékot ad

borkősav: vízoldható, savas kémhatású, kalcium-kloriddal nem ad csapadékot

égetett gipsz: vízben nem jól oldódik, ha vizet adunk hozzá, rehidratálódása exoterm reakció és észlelhető térfogatváltozással jár

nátrium-benzoát: vízben oldható, töményebb oldatából erős savval benzoosav csapadék válik ki.