

kategória



9-12.  
osztályosok



## XVI. DÜRER VERSENY

Döntő:  
2023. február 10-12.



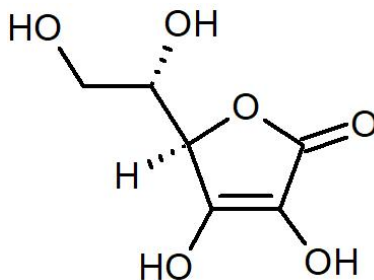
**KÉMIA**  
LABOR  
MEGOLDÓKULCS

### 1. feladat

Bár nem az ókorban születtek, a C-vitaminról rengeteg mítosz kering világszerte, gondoljunk csak a felfedezését övező történetre (amiben egy Nobel-díjas magyar tudós, egy vajazókés és egy paprikás zsemelye is szerepel)! Laboráns Laci is hallott a C-vitamin legendás hatásairól, ezért szaporán szedegeti a tablettákat.

- a) Milyen biológiai hatásai vannak a C-vitaminsnak? Melyik betegség megelőzésére használták?

Itt láthatjátok a C-vitamin szerkezeti képletét:



- b) Milyen közismert vegyületcsalád származéka a C-vitamin?

Azon hatása mellett, amit mondtatok, a C-vitamin egy kitűnő antioxidáns. Még a gyengébb oxidálószerekkel is azonnal redukálószerként reagál. Képes például egy ekvivalensnyi jódot is redukálni.

- c) Írjátok fel a C-vitamin és a jód reakcióját! Adjátok meg a termékek konstitúciós képletét is!

Laboráns Laci egyik nap kifogyott a C-vitamin tablettáiból, de a szekrénye végében még éppen talált egy kopott dobozzal. Legnagyobb balszerencséjére (vagy valamilyen mitológiai csoda folytán) a dobozról pont a hatóanyagtartalma kopott le. Laci tudja, hogy napi 4 gramm C-vitamin elfogyasztása káros mellékhatásokkal, például vesekőképződéssel jár. Segítsetek megtudni Lacinak, hogy maximum hány tablettát vehet be naponta!

A jóddal való reakciója miatt a C-vitamin mennyisége jodometriás titrálással is mérhető. Jódot például kálium-jodid és kálium-jodát savas közegben végbemenő reakciójával állíthattok elő. Ehhez pontosan 10 ml kálium-jodát oldathoz körülbelül 1 gramm kálium-jodidot és 10 ml tömény sósavat kell csak adnotok.

- d) Írjátok fel a fenti reakció rendezett egyenletét! Írjátok fel még két rendezett reakcióegyenletet, amiben jód keletkezik!

kategória

**L**

9-12.  
osztályosok



## XVI. DÜRER VERSENY

Döntő:  
2023. február 10-12.



**KÉMIA**  
LABOR  
MEGOLDÓKULCS

A mérés során nátrium-tioszulfát oldatot használunk mérőoldatként. Ennek névleges koncentrációját ismerjük, viszont a mérés előtt faktorozni kell. A nátrium-tioszulfát is képes redukálni a jódot. Amikor a jód már csak kis mennyiségben van jelen az oldatban, akkor az szalmasárga színűre, végül színtelenre halványul. Ha ilyenkor keményítő oldatot adunk a rendszerhez, akkor kék szín jelzi, ha maradt még jód az oldatban. Ha azonban túl korán használjuk a keményítőt, akkor a jód irreverzibilisen komplexet képez a keményítővel, így a kék szín akkor is megmarad, ha már nincs több reaktív jód az oldatban.

- e) Írjátok fel a titrálás során lezajló reakció rendezett egyenletét! Mi az oka annak, hogy keményítőt használhatunk indikátorként?
- f) Tervezzétek meg, és végezzétek el a mérőoldat faktorozását a rendelkezésetekre álló anyagok segítségével! Legalább háromszor ismételjétek meg a mérést!

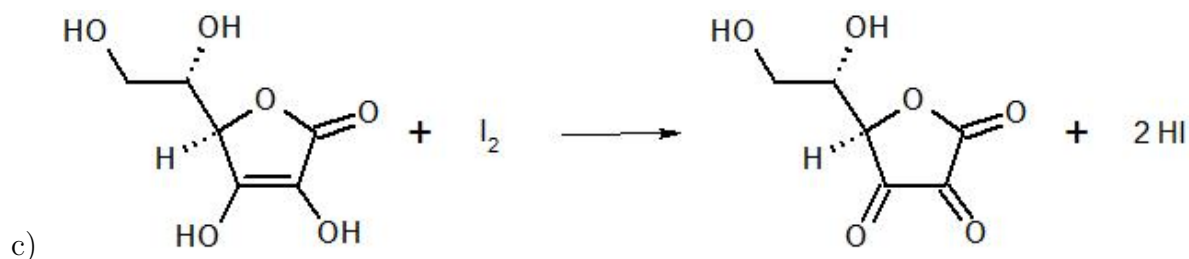
Kaptatok két egyforma, ismeretlen hatóanyagtartalmú C-vitamin tablettát. Mérjétek le az egyik tömegét, majd zúzzátok finom porrá dörzsmozsárban. Mérjétek ki egy bemérőcsónakba körülbelül 0,750 grammnyi a porból, majd azt maradéktalanul juttassátok egy 100 ml-es mérőlombikba. Jegyezzétek fel a pontos tömeget! Óvatosan töltsétek jelre a lombikot, a tabletták egyes összetevői miatt habzás is bekövetkezhet! A kapott törzsoldatból ismert mennyiséget pipettázzatok egy titráló lombikba. Adjatok hozzá 10 ml kálium-jodát oldatot, és körülbelül 1 gramm kálium-jodidot. Végül pipettázzatok hozzá 10 ml tömény sósavat. A barna oldatot fedjétek le óraüveggel, és óvatosan homogenizáljátok! Titráljátok meg az oldatot nátrium-tioszulfát oldattal, keményítő indikátor segítségével!

- g) Határozzátok meg jodometriás titrálással a C-vitamin tablettá hatóanyagtartalmát! Hányat vehet be belőlük Laboráns Laci egy nap, ha nem akar vesekövekkel szenvedni?



## 1. feladat megoldása

- a) A C-vitamin megelőzi a rákos megbetegedéseket. Emellett erősíti az immunrendszert, megelőzi a skorbutot is, mely a C-vitamin hiánybetegsége.
- b) A C-vitamin egy szénhidrát-származék (még pontosabban egy uronsavlakton).



- d)  $\text{KIO}_3 + 5 \text{KI} + 6 \text{HCl} = 3 \text{I}_2 + 6 \text{KCl} + 3 \text{H}_2\text{O}$  vagy  $\text{IO}_3^- + 5 \text{I}^- + 6 \text{H}^+ = 3 \text{I}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$

Jód keletkezik még például az alábbi reakciókban:



- e)  $\text{I}_2 + 2 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2 \text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$

A jód komplexet képez a keményítővel és a jód (a könnyű polarizálhatósága miatt) így kék színt mutat. A komplex azonban eleinte nem elég stabil ahhoz, hogy védje a jódot a reakcióktól, így a redoxireakció végbe megy, a kék szín a jód elfogyásakor eltűnik.

- f) A faktorozást úgy végezzük el, hogy pontosan ismert mennyiségű ( $V_{\text{KIO}_3}$ ) és koncentrációjú ( $c_{\text{KIO}_3}$ ) kálium-jodát oldatot mérünk ki a titráló lombikokba. Ezekhez feleslegben kálium-jodidot és sósavat adunk. A keletkező jód mennyiségét ( $n_{\text{I}_2}$ ) ismerjük, hiszen az a beadagolt kálium-jodát mennyiségétől függ (ld. reakcióegyenletek a d) feladatrészben):

$$n_{\text{I}_2} = 3 \cdot n_{\text{KIO}_3} = 3 \cdot V_{\text{KIO}_3} \cdot c_{\text{KIO}_3}$$

A kapott jódos oldatokat a faktorozandó, pontatlan koncentrációjú ( $c_{\text{felirat}}$ ) nátrium-tioszulfát oldattal megtitráljuk. A kapott fogyások átlagát jelölje  $V_{\text{átl}}$ ! A teljes jódmennyiség elreagáltatásához kétszeres mennyiségű nátrium-tioszulfátra ( $n_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ ) van szükség (ld. e) feladatrész). Így tehát a nátrium-tioszulfát oldat valódi koncentrációja ( $c_{\text{valós}}$ ):

$$c_{\text{valós}} = \frac{n_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}{V_{\text{átl}}} = \frac{2 \cdot n_{\text{I}_2}}{V_{\text{átl}}} = \frac{6 \cdot V_{\text{KIO}_3} \cdot c_{\text{KIO}_3}}{V_{\text{átl}}}$$

$$\text{Így a faktor: } f = \frac{c_{\text{valós}}}{c_{\text{felirat}}} = \frac{6 \cdot V_{\text{KIO}_3} \cdot c_{\text{KIO}_3}}{V_{\text{átl}} \cdot c_{\text{felirat}}}$$

kategória



9-12.  
osztályosok



## XVI. DÜRER VERSENY

Döntő:  
2023. február 10-12.



**KÉMIA**  
LABOR  
MEGOLDÓKULCS

- g) A titrálás során kapott fogyások átlagát jelöljük ismét  $V_{\text{átl}}$ -ként! A tioszulfát-oldat pontos koncentrációját felhasználva megkapjuk a reagálatlan jód mennyiségét (az előző feladat-rész jelöléseit újrahasználva):

$$n_{\text{I}_2, \text{marad}} = 2 \cdot V_{\text{átl}} \cdot c_{\text{felirat}} \cdot f \quad (\text{A kettes szorzó az e) feladat-rész reakcióegyenletéből adódik.})$$

Hasonlóan az előző feladat-részhez, kiszámíthatjuk az összes keletkező jód mennyiségét ( $n_{\text{I}_2}$ ):  $n_{\text{I}_2} = 3 \cdot V_{\text{KIO}_3} \cdot c_{\text{KIO}_3}$

Az elreagált jódmennyiség egyenlő az oldatban található C-vitamin mennyiségével, ami tehát:  $n_{\text{C-vitamin}} = n_{\text{I}_2, \text{reagált}} = n_{\text{I}_2} - n_{\text{I}_2, \text{maradt}} = 3 \cdot V_{\text{KIO}_3} \cdot c_{\text{KIO}_3} - 2 \cdot V_{\text{átl}} \cdot c_{\text{felirat}} \cdot f$

Ennyi C-vitamin van tehát a kimért mennyiségű ( $V_{\text{minta}}$ ) törzsoldatban, aminek tehát teljes C-vitamin tartalma:  $n_{\text{C-vitamin}} = \frac{n_{\text{C-vitamin}}}{V_{\text{minta}} \cdot V_{\text{törzs}}}$  (ahol  $V_{\text{törzs}}$  a törzsoldat térfogata)

A feladat elején összetört tablettá tömegét jelöljük  $m_{\text{tabletta}}$ -ként! A törzsoldat elkészítéséhez használt pormennyiséget jelölje  $m_{\text{törzs}}$ ! Az egész tablettá C-vitamin tartalma tehát:

$$n_{\text{C-vitamin,tabletta}} = \frac{n_{\text{C-vitamin,törzs}}}{m_{\text{törzs}}} \cdot m_{\text{tabletta}}$$

Felhasználva a C-vitamin moláris tömegét ( $M_{\text{C-vitamin}}$ ), a tablettá tömegben kifejezett hatóanyag-tartalma megkapható:  $m_{\text{hatóanyag}} = n_{\text{C-vitamin,tabletta}} \cdot M_{\text{C-vitamin}} = 1000 \text{ mg}$  (esetünkben).

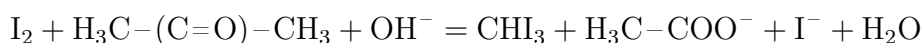


## 2. feladat

A jodoform (általánosan haloform) reakció egyike a legelsőként felfedezett szerves reakcióknak. 1822-ben Georges-Simon Serrulas fedezte fel, kissé agresszívebb körülményeket alkalmazva, mint amit ti fogtok, ugyanis elemi káliumot adott jódtinktúrához, mire a tinktúra elszíntelenedését, és egy sárga csapadék kiválását tapasztalta. A leváló csapadék a jodoform, vagy szisztematikus nevén trijódmetán. A következő receptet követve ti is készíthettek eme legendás anyagból!

- Erlenmeyer-lombikba táramérlegesen mérjétek be körülbelül, de pontosan 2,00 g szilárd kálium-jodidot, oldjátok fel kb. 60 ml desztillált vízben.
- Osztott Pasteur-pipetta segítségével adjatok a KI-oldathoz 2 ml acetont.
- Vegyifülke alatt 250 ml-es főzőpohárba mérjétek ki 100 ml nátrium-hipoklorit-oldatot, majd ezt már a helyeteken lassan, folyamatos kevergetés mellett adagoljátok az előbb készített oldathoz.
- Az adagolás után finomszemcsés, sárgás csapadéknak kell jelen lennie a folyadékegyben. Az elegyet üleptetés céljával kb. 20 percig hagyjátok állni.
- Ülepedés után szűrjétek le a csapadékot, még a tölcseren legalább háromszor bő vízzel mossátok át – a hipó, és a reakció egyéb komponenseitől való megtisztítása végett – majd juttassátok ismert tömegű óraüvegre a szilárd csapadékot. Légszáradás után mérjétek le a termék tömegét!

A lezajló reakciót a következő rendezendő egyenlettel írhatjuk le:



- Rendezzék az egyenletet!
- Mi a szerepe a receptben a nátrium-hipokloritnak? Reakcióegyenlettel mutassátok be!
- Számítsatok termelési százalékot, ügyelve a limitáló reagens helyes megválasztására! (aceton sűrűsége 25 °C-on 0,784 g/ml, hipó NaOCl tartalma kb. 5 m/m %)

A halogénforrás jó megválasztásával hasonló körülmények között ketonokból vagy szekunder alkoholokból fluoroform kivételével bármely trihalogénezett metánszármazékot megkaphatjuk nagy szelektivitással.

- Milyen más folyamatot tudnátok javasolni polihalogénezett metánszármazékok előállítására, és ennek mi mondható el a szelektivitásáról, a haloform reakcióval összehasonlítva?

kategória

**L**

9-12.  
osztályosok



## XVI. DÜRER VERSENY

Döntő:  
2023. február 10-12.



**KÉMIA**  
LABOR  
MEGOLDÓKULCS

### 2. feladat megoldása

- a)  $3 \text{I}_2 + \text{H}_3\text{C}-(\text{C}=\text{O})-\text{CH}_3 + 4 \text{OH}^- = \text{CHI}_3 + \text{H}_3\text{C}-\text{COO}^- + 3 \text{I}^- + 3 \text{H}_2\text{O}$
- b) Jód fejlesztése a kálium-jodidból, illetve a lúgos környezet biztosítása.  
 $\text{OCl}^- + 2 \text{I}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{I}_2 + \text{Cl}^- + 2 \text{OH}^-$  (és  $\text{OCl}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HOCl} + \text{OH}^-$ )
- c) A limitáló reagens a KI, ez kiderül, ha kiszámolják minden anyag anyagmennyiségét, vagy ha csak megnézik, hogy melyik anyag lett beméretve a legnagyobb pontossággal. (Megjegyzés: a hipófeleslegre a jódképzés és a lúgos közeg biztosítása miatt van szükség, az acetont pedig nem lehet elég pontosan bemérni a gyakorlat körülményei mellett, viszont a felesleg eltávolítása egyszerű.)  
A termelésszámításnál az kritikus, hogy 1 mol jodoform 6 mol KI-ból képződik. Az egyénileg kapott termelés értéke nem befolyásolja a pontszámot, a laborban végzett munka minősége azonban igen.
- d) Itt elsősorban a metán halogénekkal való gyökös reakcióira gondoltam, ebben az esetben a folyamat szelektivitása rendkívül rossz a haloform reakcióhoz képest, hiszen mindenképpen valamilyen vegyes termékelegyhez jutnánk. Természetesen minden más helyes eljárás, és összehasonlítás elfogadott.

kategória

L

9-12.  
osztályosok



## XVI. DÜRER VERSENY

Döntő:  
2023. február 10-12.



KÉMIA  
LABOR  
MEGOLDÓKULCS

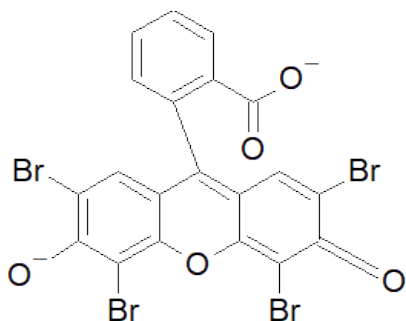
### 3. feladat

A mítosz szónak a modern korban létrejött egy olyan jelentése is, miszerint "a kifejezés valamely dolgról vagy emberről keletkezett vagy szándékosan keltett erősen, esetleg hamis módon, túlzóan pozitív képet is jelenthet". Viszont ezeket a túlzott (vagy esetleg hamis) képeket le lehet rombolni, így létrejött a "mítoszromboló" kifejezés is. Ebben a feladatban három, a kémia témakörében létező mítoszt kell lerombolnotok!

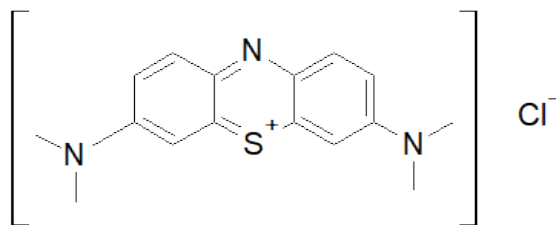
**Első mítosz:** ha összeöntöttünk két egymásban elegyedő oldatot, akkor azt már nem lehet "visszacsinálni".

Egy 50 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárban 10 cm<sup>3</sup> metilénkék és 10 cm<sup>3</sup> eozin oldatot öntöttünk össze. Keresetek módszert arra, hogy elválasszátok a két festéket egymástól, ezáltal megdöntve a mítoszt!

Segítségül ajánljuk az adszorpció foglamát (adszorpció (megkötődés): gáz, gőz vagy folyadékok megkötődése egy szilárd felületen) és a tényt, hogy a szűrőpapír jó adszorbens. Az anyagok képletei:



Eozin



Metilénkék

- a) Írjátok le a módszereket a festékek elválasztására, rajzoljátok le az alkalmazott kísérleti megvalósítást és mutassátok be a szervezőknek, hogy sikerrel jártatok!

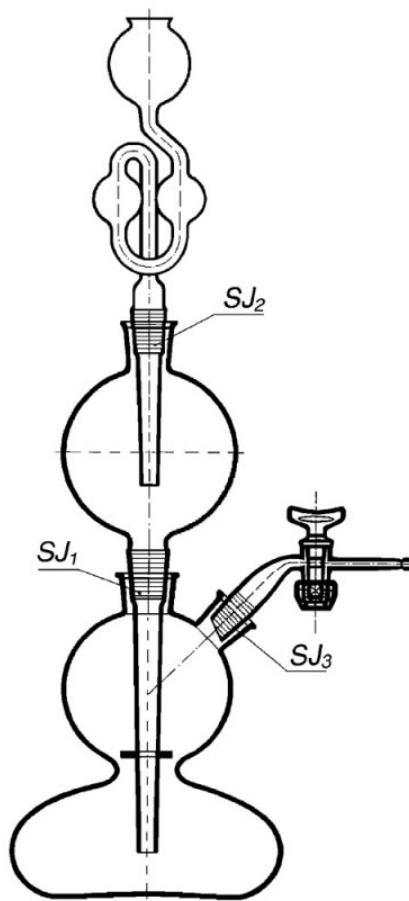


**Második mítosz:** azonos reakcióegyenlethez azonos kísérleti tapasztalat társul.

A kálium-permanganát, mint erős oxidálószer savas közegben a hidrogént vízzé oxidálja, miközben belőle mangán(II)-szulfát és kálium-szulfát keletkezik. A reakcióegyenlet és a kémiai ismereteink szerint ez minden esetben így történik, de vajon tényleg így van-e?

A rendelkezésre álló  $\text{KMnO}_4$ -oldatból töltsetek  $100 \text{ cm}^3$ -t egy  $200 \text{ cm}^3$ -es főzőpohárba, majd adjatok hozzá  $20 \text{ cm}^3$   $2 \text{ mol/dm}^3$ -es kénsavat. Dobjatok bele néhány cinkdarabkát és figyeljétek meg a változást. Egy hasonlóan előkészített főzőpohárba a cinkdarabka helyett vezessetek a vegyi fülkében található gázfejlesztő készülékben keletkezett hidrogéngázt és figyeljétek meg, hogy ugyanúgy változik -e, mint az előző, cinkdarabkás esetben!

- Írjátok fel a  $\text{KMnO}_4$  és a hidrogén reakciójának egyenletét!
- Mi a szerepe a cinkdarabkának? Egyenlettel válaszoljatok!



- Az ábrán Kipp készülék látható, melyet gázfejlesztésre használnak laboratóriumi körülmények között! Miért nevezhető biztonságos gázfejlesztő készüléknek (azaz mi történik ha a gázkivezető csapot elzárjuk)?
- Mit tapasztaltatok a két esetben? A kísérlettel sikerült -e megdönteni a mítoszt? Mivel magyarázzátok ezt?



kategória

**L**

9-12.  
osztályosok



## XVI. DÜRER VERSENY

Döntő:  
2023. február 10-12.



**KÉMIA**  
LABOR  
MEGOLDÓKULCS

**Harmadik mítosz:** víz alatt semmi nem tud meggyulladni.

Az égésnek 3 fő feltétele van. Egy közülük egy fogalom, míg kettő anyagi természetű.

- f) Melyik az égés fogalommal leírható feltétele?
- g) Az egyik anyagi feltétel egy konkrét gáz halmazállapotú anyag. Írjátok fel egyenletek formájában, hogy hogyan lehet laboratóriumban előállítani! Hogyan állítják elő az iparban?

Az égés harmadik feltételül szolgáló anyag sokféle lehet. Amire a mítosz megdöntéséhez szükség van, az a következő folyamat alapján már évszázadok óta előállítható. A csontok magas hőmérsékleten történő hevítése után visszamaradó por fő összetevője egy só (**A**). Ezen **A** só híg kénsavval megfelelő arányban összekeverve olyan átalakulás megy végbe, melyben **B** és **C** vegyület keletkezik. **B** vegyület vízben nagyon rosszul oldódik, kristályvízmentes állapotban 29,4  $m/m\%$ -a fém és 23,5  $m/m\%$ -a kén. **B** nagyon régóta ismert, széles körben (az egészségügytől az építőiparig) alkalmazott anyag. **C** vegyületben ugyanaz a fém található, mint **B** vegyületben, de a kristályvízmentes alakban már csak 17,1  $m/m\%$ -ban. A **C** vegyület vízben közepesen oldódik, így elválasztható **B**-től, majd bepárlás és további vízelvonás után **D** vegyületté alakul, melynek kristályvízmentes állapotban 20,2  $m/m\%$ -a a fémtartalma. **D**-t 1300 °C-on szénrel reagáltatva 3 termék keletkezik: **E**, **F** és **G**. **E** egy gáz, mely a levegővel majdnem megegyező sűrűségű. **F**-et ugyanazok az elemek alkotják, mint **D**-t, de a fémtartalom itt 38,7  $m/m\%$ . A harmadik anyag pedig **G**, mely fehér színű, vízben egyáltalán nem oldódó szilárd anyag, melynek segítségével megdönthető a mítosz.

- h) Milyen anyagokat jelölnek az **A-G** betűk?

A mítosz megdöntéséhez már csak a kísérletet kell megtervezni. Ahhoz, hogy mindent precízen meg tudjunk állapítani, részekre kell bontani a problémát. Ha az égés három feltétele közül csak az egyik van jelen, akkor magától értetődik, hogy nem lesz égés. De mi történik, ha két feltétel is teljesül?

- i) Ennek ellenőrzésére tervezetek egy berendezést, mellyel az égés 3 feltétele egymástól elkülönítve, párosával és együttesen is vizsgálható! Rajzoljátok le a berendezést és írjátok le a kísérleti utasításokat!
- j) Hogyan lehetne kémiailag bebizonyítani, hogy az égés megtörtént? Gondoljátok arra, hogy az égés kémiai reakció és a keletkező égéstermék kimutatásával az égés ténye is bizonyítást nyerne!

Sajnos **G** anyag mérgező és beszerzése számtalan akadályba ütközik, így ezt a mítoszt csak így, gondolatkísérlet formájában tudjátok megdönteni.

kategória



9-12.  
osztályosok



## XVI. DÜRER VERSENY

Döntő:  
2023. február 10-12.



**KÉMIA**  
LABOR  
MEGOLDÓKULCS

### 3. feladat megoldása

- a) A két festék papírkromatográfiával könnyen elválasztható. Egy magasabb eszközre (vasháromláb vagy büretta) kell rögzíteni a szűrőpapírból egy csíkot úgy, hogy az alja az indikátorok keverékének oldatába érjen. Adott idő elteltével a festékek különválnak a papíron, mivel az adszorpciós tulajdonságuk különbözik. Ezután a szűrőpapírt ollóval elvágva acetonnal vagy egyéb oldószerezrel leoldható a festék és oldat formájában bemutatható, mint a mítosz megdöntésének bizonyítéka.
- b)  $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
- c)  $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
- d) A Kipp-készülékben a folyadékot felülről betöltve elkezd megtölteni a készülék alsó részét. Mikor eléri a reakcióhoz szükséges szilárd fázist (cink), elindul a reakció és a fejlődő gáz (hidrogén) az elvezető nyíláson és csövön keresztül távozik. Azért nevezhető biztonságosnak, mert a gázkivezető részen a csap zárásakor (vagy a gáz útjának eltömődésekor) a készülékben - a kialakítása folytán - a reakció biztonságosan megáll. Ugyanis a fejlődő gáz a szilárd fázis körüli részt kezdi megtölteni, ezzel elzárja a folyadékot a szilárd résztől, így a reakció nem folytatódik és ezen a minimális túlnyomáson stabilan megmarad a rendszer.
- e) A kísérlettel sikerült megdönteni a mítoszt, hiszen ugyanazon reakcióegyenlet azonos környezeti feltételek mellett egyik esetben lejátszódott, míg a másikban nem. A magyarázat pedig az, hogy a cink felületén fejlődő hidrogén minimális ideig atomos állapotban található és így sokkal reaktívabb így gyorsan reagál a permanganát ionnal. Ezzel szemben a Kipp-készülékből kivezetve már kizárólag molekuláris hidrogén érkezik a kálium-permanganát oldatba, aminek a reakciókészsége standard körülmények között nagyon alacsony.
- f) A gyulladási hőmérséklet.
- g)  $\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$ , iparban levegő cseppfolyósításával állítják elő, vagy újabban molekuláris szűrők segítségével
- h) **A:**  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , **B:**  $\text{CaSO}_4$ , **C:**  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ , **D:**  $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$ , **E:**  $\text{CO}$ , **F:**  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  és a mítoszt megdöntő anyag a **G:**  $\text{P}_4$ , azaz a fehérfoszfor.
- i) Először is szükség van egy gázfejlesztő készülékre (mint a második mítosz esetén), amiben oxigéngázt lehet fejleszteni. Ehhez szilárd anyagként alkalmas lehet a  $\text{KMnO}_4$ , melyre kénsavat kell önteni, de hidrogén-peroxidból is lehet oxigéngázhoz jutni úgy, hogy bomlását katalizáljuk. A fejlődő gázt egy főzőpohárba kell vezetni, mely egy vasháromlábban áll, és alatta Bunsen-égő vagy borszeszégő található.

kategória

L

9-12.  
osztályosok

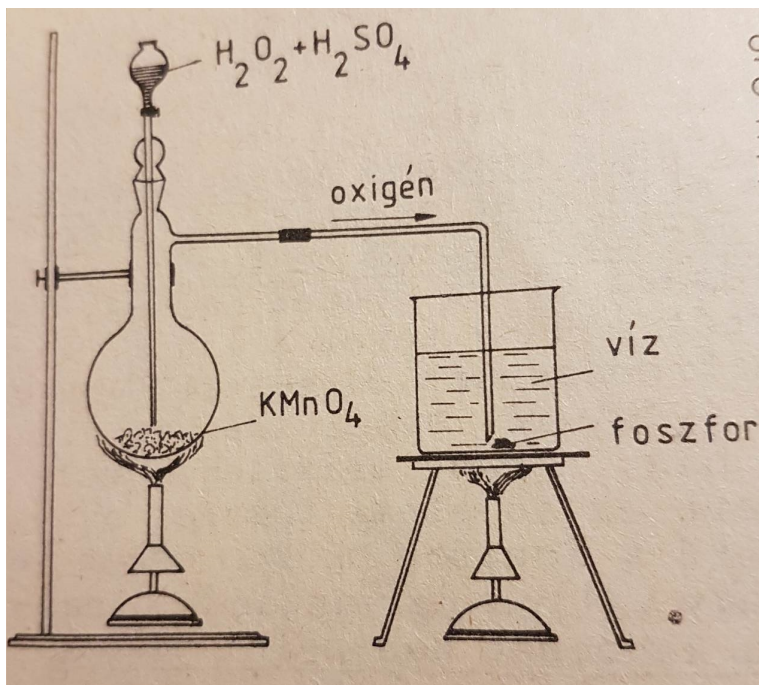


## XVI. DÜRER VERSENY

Döntő:  
2023. február 10-12.



KÉMIA  
LABOR  
MEGOLDÓKULCS



Elsőként a fehérfoszfort a főzőpohárba kell tenni úgy, hogy a víz jócskán ellepje. Ezután el lehet indítani az oxigén fejlesztését, mely szobahőmérsékleten nem képes meggyújtani a fehérfoszfort. Ezután el lehet zárni az oxigén útját. A fehérfoszforos vizet 70-80 °C-osra kell felmelegíteni, ahol szintén nem indul be az égés, tehát sem az éghető anyag és az oxigén sem az éghető anyag és gyulladási hőmérséklet együttes megléte nem elegendő az égéshez. Azonban ha mindhárom feltétel egyszerre van jelen, azaz ha 70-80 °C-on vezetünk oxigéngázt a víz alatt lévő foszforhoz akkor az égés elindul.

- j) Ha a vizet enyhén meglúgosítjuk, és fenolftalein indikátorral megszínezzük (halvány rózsaszín színűre), akkor az égés hatására a szín eltűnik. Ennek az az oka, hogy a foszfor égetése során  $P_2O_5$  keletkezik, ami vízzel azonnal foszforsavvá alakul, ami pedig közömbösíti az ammóniát, így az indikátor színének eltűnése (megváltozása) jelzi számunkra az égés tényét.