



# FELADATLAPOK

## KÉMIA

10. osztály, tehetséggondozó szakkör

*Kisfaludy Béla*



## A GYERTYA ÉGÉSE



### **BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK**

Használjunk kesztyűt a vágásnál és szemüveget a gyertya hevítésekor, és ne hajoljunk a kémcső fölé!



### **JÓ, HA TUDOD**

A gyertyaviasz hevítéskor fokozottan párolog és keveredik a kémcső levegőjével, ezért a gyújtáskor „visszaéghet” ledobva a furatos gumidugót.

### **SZÜKSÉGES ANYAGOK**

- gyertya, kanóc (lámpabél vagy gyapjúfonál)

### **SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK**

- kémcső, kémcsőállvány, borszeszegő, Bunsen állvány, dió, gyufa, védőszemüveg, kémcsőfogó, óraüveg, kés, csipesz, vasháromláb, drótháló, dugó, húzott üvegcső

## **1. KÍSÉRLET: A GYERTYAVIASZ VIZSGÁLATA**

## **TANULÓ KÍSÉRLET**

Kísérlet	Tapasztalat	Magyarázat
- Késsel vágjunk le egy darabot a gyertyaviaszból, úgy hogy ne legyen benne kanóc! - Tegyük az óraüvegre, és gyufával, próbáljuk meggyújtani!		

## **2. KÍSÉRLET: A VIASZGŐZ VIZSGÁLATA**

## **TANULÓKÍSÉRLET**

Kísérlet	Tapasztalat	Magyarázat
- Késsel vágjunk újabb darabot a gyertyából és helyezzük kémcsőbe! - Rögzítsük a kémcsövet a Bunsen-állványhoz a kémcsőfogó és a dió segítségével! - Zárjuk le furatos dugóval, amibe húzott üvegcsövet teszünk! - Helyezzük alá a borszeszegőt és gyújtuk meg gyufával! - Várjuk meg, amíg a viasz megolvad és forr, majd tartunk égő gyufát a húzott üvegcső szájához!		

**SZÉCHENYI 2020**



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**



### 3. KÍSÉRLET: A KANÓC VIZSGÁLATA

### TANULÓKÍSÉRLET

Kísérlet	Tapasztalat	Magyarázat
- Vágjunk késsel a kanócból egy rövid darabot, gyűjtsunk gyufát és próbáljuk meggyújtani a kanócdarabot!		

### 4. KÍSÉRLET: A GYERTYA ÉGÉSE

### TANULÓKÍSÉRLET

Kísérlet	Tapasztalat	Magyarázat
- Gyűjtsunk meg egy teamécsést a szokásos módon! Figyeljük meg az égést megelőző halmazállapot-változásokat!		

### NÉZZ UTÁNA, KUTASS AZ INTERNETEN!

Mik az égés feltételei?

.....

Mi ég a gyertyában?

.....

Mivel magyarázható, hogy a paraffin csak olvad, de nem gyullad meg az égő gyufa hatására?

.....

Mi a kanóc szerepe az égésben, és melyik kísérlet bizonyította ezt a szerepet?

.....

A paraffin égésének mik a feltételei? (Milyen körülmények között éghető a paraffin?)

.....

Miért fújható el a gyertya lángja? Az égés melyik feltételét szüntetjük meg ilyenkor?

.....

Mire utal ez az égés aktiválási energiáját illetően?

.....

#### **Felhasznált irodalom:**

Kisfaludy Béla: *A gyertya égése (Kémia tanítása, módszertani folyóirat IV, évfolyam 1996/3. szám)*

**SZÉCHENYI 2020**



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**



## ACETILÉN ÉS A NYERSGUMI TELÍTETLENSÉGÉNEK VIZSGÁLATA



### **BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK**

A bróm veszélyes oxidálószer, fekélyes sebeket okoz, de oldatban hatása tompul. Szembe ne kerüljön, ezért használjunk védőszemüveget, ami a gázfejlesztésnél is hasznos, ha a túlnyomás szétfeszítené a gázfejlesztőt. A brómos víz kettéosztásánál is használjunk védőszemüveget és gumikesztyűt.



### **JÓ, HA TUDOD**

A szén extrém magas hőmérsékleten a fémekkel, így a kalciummal is karbidokat képez. Mengyelejev hipotézise szerint, ezeknek a karbidoknak a vízzel való reakciójával képződtek a szénhidrogének. Az elmélet nem volt helyes.

### **SZÜKSÉGES ANYAGOK**

- Kalcium-karbid, 20 m/m% nátrium-klorid oldat, brómos víz, nyersgumi

### **SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK**

- Gázfejlesztő lombik, Bunsen-állvány, lombikfogó, dió, gumicső, húzott üvegcső, főzőpohár, borszeszegő, gyufa

## 1. KÍSÉRLET: AZ ACETILÉN FEJLESZTÉSE, ÉS REAKCIÓJA BRÓMOS VÍZZEL TANULÓKÍSÉRLET

- A gázfejlesztő lombikot rögzítsük a Bunsen-állványhoz a lombikfogó és a dió segítségével!
  - Vegyük le a csiszolatos részt!
  - Tegyük két-három darab  $\text{CaC}_2$  (kalcium-karbid) szemcsét a gázfejlesztő lombikba!
  - Helyezzük vissza a csiszolatos tölcser! Óvatos forgatással illesszük a helyére!
  - Hosszabbítsuk meg a gázkivezető csövet, gumicsővel, aminek a végére illesztjük a húzott üvegcsövet!
  - Ellenőrizzük, hogy a tölcser csapja zárt állapotban legyen!
  - Töltsük fel a tölcser a 20 m/m%-os NaCl-oldattal!
  - A húzott üvegcsövet tegyük bele a kettéosztott brómos-vízbe!
- Állítsuk csepegőre a tölcser csapját, és figyeljük meg a változást! Milyen halmazállapotú anyag keletkezik, és a brómos víz színváltozása milyen?

Tapasztalat	Magyarázat

**SZÉCHENYI 2020**

 MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

 Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap

**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**




2.KÍSÉRLET: A NYERSGUMI TELÍTETLENSÉGÉNEK VIZSGÁLATA

TANULÓKÍSÉRLET

Kísérlet	Tapasztalat	Magyarázat
<ul style="list-style-type: none"><li>- Kémcsőbe helyezünk két-három nyersgumi darabot!</li><li>- Zárjuk le fűrt dugóval, amibe hajlított üvegcsövet illesztünk!</li><li>- Rögzítsük a Bunsen-állványhoz, úgy, hogy a borszeszegő aláférjen, és a cső vége a brómos víz alatt legyen!</li><li>- Helyezzük alá a borszesz-égőt! Gyűjtsuk meg, és figyeljük a változást! Milyen a keletkező anyag halmazállapota és a brómos víz színváltozása?</li></ul>		

NÉZZ UTÁNA, KUTASS AZ INTERNETEN!

Mi jelezte a gázfejlődést?

.....

Mi okozza a brómos víz színváltozását?

.....

Milyen halmazállapotú anyag keletkezik a nyersgumi hevítése során, és mi erre a magyarázat?

.....

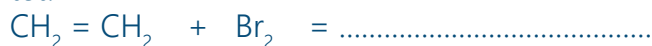
Miért szilárd a nyersgumi?

.....

Miért nevezzük telítetlennek az acetilént, és mi a feltétele ennek a kötések szempontjából?

.....

Tudnád alkalmazni az addíciós mechanizmust, az etén (etilén) esetében? Írd le a reakció-egyenletet!



**Felhasznált irodalom:**

Rózsahegyi Márta - Wajand Judit: 575 Kísérlet a kémia tanításához  
Dr. Siposné Dr. Kedves Éva, Horváth Balázs, Péntek Lászlóné:  
Kémia 10. (Szerves kémiai ismeretek)



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



## ÉSZTEREK VIZSGÁLATA

### **BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK**



A tömény kénsav bőrre kerülve erőteljes vízelvonó hatású, vagyis szenesít. A bőrről azonnal törölővel töröljük le, bő vízzel öblítsük, majd  $\text{NaHCO}_3$  (szódabikarbóna) oldattal mossuk le! A kénsavat a recept szerint adagoljuk a kísérlet során. Ügyeljünk, hogy vízmentes legyen a környezet, mert a tömény kénsav vízben oldása exoterm, és ha víz kerülne bele akár fel is forrhat. (oldani is csak vízhez kevergetés közben adjuk a tömény kénsavat). A hígításhoz, védőkesztyűt és védőszemüveget használjunk! Az illatok azonosításánál, csak csuklóból tereljük magunk felé az illatot, hogy ne legyen túl koncentrált! A kémcső rázásánál, szintén csuklóból, vízszintes síkban előre rázunk, nem szabad a kémcső száját befogni!



### **JÓ, HA TUDOD**

Az észterek keletkezése és hidrolízise egyensúlyi folyamat, így az előállítás során pont arra kell törekednünk, hogy az egyensúly ne alakuljon ki, mert egyensúlyban a koncentrációk nem változnak.

A kísérletben szereplő észterek gyümölcsészterek, melyek könnyű előállíthatóságuk miatt, természet azonos aromaként, élelmiszerekben szerepet kapnak.

### **SZÜKSÉGES ANYAGOK**

- Ismeretlenként adott alkohol és karbonsav (attól függően, hogy milyen gyümölcsésztert szeretnénk előállítani) koncentrált kénsav (cc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), hidegen telített konyhasó-oldat ( $\text{NaCl}$ )

### **SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK**

- kémcső,  $10 \text{ cm}^3$  mérőhenger,  $200 \text{ cm}^3$  főzőpohár, vasháromláb, drótháló, Bunsen-égő, hőmérő.

## **1. KÍSÉRLET: ÉSZTEREK ELŐÁLLÍTÁSA TANULÓKÍSÉRLET**

- Készítsünk vízfürdőt a  $200 \text{ cm}^3$  főzőpohárból úgy, hogy vízzel töltjük a  $\frac{3}{4}$ -éig
- Vasháromlábba dróthálót teszünk, erre kerül a főzőpohár, és Bunsen-égővel melegítjük. Állítsunk bele hőmérőt, és tartsuk a vízhőmérsékletet,  $75 \text{ }^\circ\text{C}$  körül (ha túlhevül, kivesszük a lángot)!
- Száraz kémcsőbe tegyünk 1 ujjnyit ( $1 \text{ cm}^3$ ) először az ismeretlen alkoholból, majd az ismeretlen karbonsavból!
- Adjunk hozzá  $1 \text{ cm}^3$  tömény kénsavat (cc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
- Helyezzük a kémcsövet a vízfürdőbe 3-4 percre! Közben többször rázzuk össze!
- Lehűlés után öntsünk a kémcsőhöz  $3 \text{ cm}^3$  konyhasó-oldatot ( $\text{NaCl}$ ).
- Rázzuk össze, és 3-4 percig hagyjuk állni (vigyázzunk az összerázás során, mert a keletkezett észter egy része gőzzé alakulhat, a rázás hatására, és az így keletkezett túlnyomás kilökheti a kémcső tartalmát)!
- A vizes fázis tetején összegyűlt anyagot próbáljuk az illatáról azonosítani!

Milyen illatú, állagú és oldékonyságú anyag keletkezik?

**SZÉCHENYI 2020**



1.KÍSÉRLLET: ÉSZTEREK ELŐÁLLÍTÁSA TANULÓKÍSÉRLLET (folytatás)

Tapasztalat	Magyarázat

NÉZZ UTÁNA, KUTASS AZ INTERNETEN!

Milyen gyümölcs illatára emlékeztetett az illat?

.....

Melyik volt az észter, amit a szaga alapján azonosítottál?

.....

Kutasd ki, hogy milyen alkoholt és milyen karbonsavat kaphattál a kísérlet végrehajtásához!

.....

Írd fel annak a reakciónak az egyenletét, ami lejátszódott!

(Segítségül az általános mechanizmus)

A reakció mechanizmusa: általános formában. Az „R” tetszőleges szénlánc, vagy hidrogén.  
 $R-COOH + HO-R \rightleftharpoons R-COOR + H_2O$

**Felhasznált irodalom:**

Furka Árpád: Szerves Kémia

Rózsahegy Mária - Wajand Judit: 575 Kísérlés a kémia tanításához

Dr. Siposné Dr. Kedves Éva, Horváth Balázs, Péntek Lászlóné:

Kémia 10. (Szerves kémiai ismeretek)

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE





## KARBAMID GYANTA ELŐÁLLÍTÁSA

### **BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK**



A formaldehid vizes oldata (formalin) mérgező, és így baktériumölő hatású, ezért alkalmazzák anatómiai készítmények tartósítására. Dolgozzunk gumikesztyűben és szemüvegben, ha bőrre kerül bő folyó vízzel azonnal mossuk le. A hőmérséklet-változást kézzel úgy vizsgálhatjuk, hogy csak közelítjük a kezünket a kémcsőhöz, és ha nem tapasztalunk sugárzó hőt, akkor érintsük meg óvatosan a kémcsövet!



### **JÓ, HA TUDOD**

Ezt a kísérletet túróval is végre lehet hajtani, ez volt az első nagy mennyiségben gyártott, természetes alapanyagú műanyag, a műszaru. Az egyben kiönthető tárgyak, gombok, fésűk, zongorabilentyűk gyártására használták, mert kemény kopásálló és fényesre csiszolható (polírozható) anyag volt, és mint ilyen kiváltotta az elefántcsontot, ami tradicionálisan uralta ezt a „piacot”. Mi azért nem a túróban lévő tejfehérjével (a kazeinnel) hajtjuk végre a kísérletet, mert ennek száradása hetekre, akár hónapokra is elhúzódhat. A karbamid lényegesen gyorsabban szárad.

### **SZÜKSÉGES ANYAGOK**

- karbamid ( $H_2N-CO-NH_2$ ), 40 m/m%-os (tömény) formaldehid-oldat (HCHO), 2,5 m/m%-os sósav-oldat (HCl), szilikonzsír

### **SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK**

- kémcsövek, kémcsőállvány, 10 cm<sup>3</sup> mérőhenger, táramérleg, vegyszeres kanál, üvegbot, gumikesztyű, védőszemüveg, műanyag öntőminta

## **1. KÍSÉRLET: KARBAMID GYANTA ELŐÁLLÍTÁSA KÉMCSŐBEN**

## **TANULÓKÍSÉRLET**

- Mérjük ki táramérlegen 2,5 g karbamidot!
- Szórjuk egy kémcsőállványban álló kémcsőbe!
- Adjunk hozzá, 7,5 cm<sup>3</sup> 40 m/m%-os formalint és
- 1 cm<sup>3</sup> 2,5 m/m%-os sósavat.
- Keverjük össze a kémcső tartalmát üvegbottal!
- Figyeljük meg a változást, ami az oldat színét, állagát és a kémcső hőmérsékletét illeti! (a hőmérsékletváltozást kézzel, a kémcső megérintésével végezzük)

Tapasztalat	Magyarázat

**SZÉCHENYI 2020**



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**



**2.KÍSÉRLET: KARBAMID GYANTA KÉSZÍTÉSE ÖNTŐFORMÁBAN**
**TANULÓKÍSÉRLET**

- Az öntőformát szilikonzsírral belülről ujjal, vékonyan kenjük be!
  - Készítjük el a gyantát, ahogy az előbb, és ha kész, minél hamarabb öntsük az öntőformába, hogy ott szilárduljon meg! Vagyis...
  - Mérjük ki táramérlegben 2,5 g karbamidot!
  - Szórjuk, egy kémcsőállványban álló kémcsőbe!
  - Adjunk hozzá, 7,5 cm<sup>3</sup> 40 m/m%-os formalint, és
  - 1 cm<sup>3</sup> 2,5 m/m%-os sósavat.
  - Keverjük össze a kémcső tartalmát üvegbottal!
  - Öntsük a szilikonzsírral kikent öntőformába!
- Hogy változott a szín, az állag, a kémcső hőmérséklete?

Tapasztalat	Magyarázat

**NÉZZ UTÁNA, KUTASS AZ INTERNETEN!**

Milyen elsőrendű kötések kapcsolják össze a karbamid gyantát?

.....

Milyen rácstípusba sorolnád ez alapján a szerkezetet? Válaszod indokold!

.....

.....

Milyen fizikai tulajdonságok igazolják ezt?

.....

Miért lehet hasonló módon, tejfehérjéből is műszarut készíteni?

.....

Mi a sósav szerepe a polikondenzációban?

.....

.....

Melyik termékhez köthető az energia felszabadulás, vagyis miért exoterm a reakció?

.....

**Felhasznált irodalom:**

Rózsahegyi Márta - Wajand Judit: 575 Kísérlet a kémia tanításához  
 Dr. Siposné Dr. Kedves Éva, Horváth Balázs, Péntek Lászlóné:  
 Kémia 10. (Szerves kémiai ismeretek)

**SZÉCHENYI 2020**

 MAGYARORSZÁG  
 KORMÁNYA

 Európai Unió  
 Európai Szociális  
 Alap

**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**

 A Tatai Eötvös József Gimnázium Öveges Programja  
**TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0014**

## METIL-KLORID ELŐÁLLÍTÁSA

### **BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK**



A metil-klorid előállításához szükség van tömény sósavra, ami annyiban veszélyesebb a tömény kénsavnál, amivel már dolgozhattunk, hogy illékony. Ezért elszívófülke alatt kell a gázfejlesztőt összeállítani. Mivel kevés az elszívófülke, ha van egyáltalán, tanári bemutató kísérlettel mutassuk be a gázfejlesztést. Ha bőrre kerülne a tömény sav, száraz ronggyal töröljük le, bő vízzel mossuk le, majd 3 m/m%-os nátrium-hidrogén- karbonát-oldattal semlegesítsük. Használjunk védőkesztyűt és védőszemüveget! Az éghető gázokat mindig csak negatív durranógáz próba után gyűjtsük meg.



### **JÓ, HA TUDOD**

A szénhidrogének klórszármazékait, mivel könnyen cseppfolyósíthatók, előszeretettel használják hűtőgépek, klímaberendezések töltésére. Ezek a vegyületek, ha a levegőbe kerülnek, fotokémiai, gyökös mechanizmusú bomlást szenvednek, ami az oxigén-ózon egyensúlyt, a bomlás irányába tolja el, így növeli az UV sugárzás földre is elérő összetevőjét. Ezért tiltották be a freonos dezodorokat és szabályozták, a hűtő és klímaberendezések javítását.

### **SZÜKSÉGES ANYAGOK**

- Tömény metil-alkohol, koncentrált sósav, koncentrált kénsav

### **SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK**

- 50 cm<sup>3</sup> frakcionáló lombik, vasállvány dióval és lombikfogóval, parafa dugó, kb. 40 cm hosszú üvegcső, gumicső, borszeszegő, 10 cm<sup>3</sup> mérőhenger vagy mérőpipetta

## **1. KÍSÉRLET: METIL-KLORID ELŐÁLLÍTÁSA**

## **TANÁRI BEMUTATÓ KÍSÉRLET**

- Öntsünk frakcionáló lombikba 2 cm<sup>3</sup> metil-alkoholt, majd 2 cm<sup>3</sup> tömény sósavat, majd, nyissuk meg a vízcsapot, és tartsuk a vízcsap alá, a frakcionáló lombik alját, és folyamatos hűtés mellett, öntsünk 2 cm<sup>3</sup> koncentrált kénsavat!
- Rögzítsük a lombikot, a vasállványhoz a dió segítségével!
- A lombik száját zárjuk le gumidugóval!
- Az elvezetőcsőhöz gumicső segítségével rögzítsük a hajlított, húzott végű üvegcsövet. Enyhén melegítsük a lombik alját borszeszegővel!
- Negatív durranógáz próba után, gyűjtsük meg a húzott cső végét, és figyeljük meg a láng színét!

Tapasztalat	Magyarázat

**SZÉCHENYI 2020**



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**





## NÉZZ UTÁNA, KUTASS AZ INTERNETEN!

Miért kellett hűteni a frakcionáló lombikot, amikor a tömény kénsavat öntöttük az alapanyagokhoz?

.....  
.....

Mi a szerepe a tömény kénsavnak a reakcióban?

.....  
.....

Hogy tudja ezt a szerepet vállalni a kénsav, hogy hívjuk a lejátszódó folyamatot?

.....  
.....

Írja le a reakció egyenletét, ha a klór-metán gyökös mechanizmusú, szubsztitúciós láncreakcióban keletkezett volna!

.....  
.....

A klór-metán előállításának miért nem ezt a módját választottuk a kísérlet során?

.....  
.....

### Felhasznált irodalom:

Rózsahegyi Márta - Wajand Judit 575 kísérlet a kémia tanításához





## SZAPPANFŐZÉS NÖVÉNYI OLAJBÓL



### **BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK**

A kálium-hidroxid (KOH) a nátrium-hidroxidhoz hasonlóan erős lúg, így veszélyes anyag, maró hatású, oldása rendkívül exoterm. Ha bőrre kerül, előbb távolítsuk el a bőrről törléssel, csak utána öblítsük bő folyóvízzel. Használjunk védőkesztyűt ennek az elkerülésére! Szembe nem kerülhet, használjunk védőszemüveget!



### **JÓ, HA TUDOD**

A növényi olajok is észterek (gliceridek), de olajsavat is tartalmaznak, vagyis telítetlenek. Ezért folyékonyak, ellentétben a képlékenyen szilárd zsírokkal, függetlenül attól, hogy molekulatömegük csaknem azonos. A kettős kötések a molekula merev pontjai, így nehezebben képesek felvenni egymás alakját, kisebb felületen gyengébb kölcsönhatásokkal kapcsolódnak, nehezebben rendeződnek egymás mellé. Ezért folyékonyak azon a hőmérsékleten, ahol a zsírok már szilárdak.

### **SZÜKSÉGES ANYAGOK**

- étolaj, etil-alkohol ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ ), kálium-hidroxid (KOH)

### **SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK**

- 100 cm<sup>3</sup> gömblombik, egyfuratú parafa vagy gumidugó, hosszú üvegcső, vízfürdő, óraüveg, mérőhenger, borszeszégő, gyufa, vegyszeres kanál

## 1. KÍSÉRLET: SZAPPANFŐZÉS

## TANULÓKÍSÉRLET

- Állítsunk össze vízfürdőt úgy, hogy vasháromlábba olyan méretű főzőpoharat, vagy akár lábost teszünk, amibe belefér a gömblombik, (üvegcádat nem használhatunk, mert nem hőálló) vízzel töltjük és borszesz-égővel melegítjük forrásig!
- 10 cm<sup>3</sup> gömblombikba öntsünk, mérőhengerben kimért etil-alkoholt!
- Folyamatos rázás közben adjunk hozzá, táramérlegben kimért kálium-hidroxidot (KOH)!
- Töltsünk mérőhengerben kimért 10 cm<sup>3</sup> étolajat hozzá!
- A gömblombikot zárjuk le dugóval, úgy, hogy a dugó furatába, tesszük az üvegcsövet (a cső véletlenül se érjen a folyadékig, mert pont azért tettük bele, hogy ne legyen zárt a rendszer, hogy ne csapjon ki lombik)!
- A gömblombikot tegyük vízfürdőbe, és kb. 5 percre tartjuk forrásban!
- A lombik tartalmát öntsük óraüvegre és pároljuk szárazra, akár rövid ideig a legalacsonyabb hőmérsékleten szárítószekrényben, akár közvetlen melegítéssel!
- A kenőszappan tulajdonságait írjuk a tapasztalatok pontba! (szín, szag, halmazállapot)
- Készítsünk vizes oldatot a szappanból, kevergetéssel, és vizsgáljuk, meg 1-2 perces állás után! Írjuk a tapasztalatokhoz a látottakat! (felület, átlátszóság)

SZÉCHENYI 2020





## SZÉNHIDROGÉNEK SZÉN- ÉS HIDROGÉNTARTALMÁNAK KIMUTATÁSA

### **BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK**



A borszeszegő használatakor figyeljünk, hogy egyik borszeszegőt sosem gyújtunk meg a másiktól, csak gyufával, mert ha kiömlik a borszesz, meg is fog gyulladni Csak a 3/4 részéig töltsük fel a borszesztartályt, ha már az 1/5-e elfogyott! Az égőt a kupak ráhelyezésével oltuk el, és hagyjuk is rajta amíg újra nem használjuk! CaO hígítása során hő keletkezik, használjunk szemüveget! A többi vegyszer nem veszélyes anyag, de természetesen, vegyszeres kanalat használunk az adagoláshoz!



### **JÓ, HA TUDOD**

A vízmentes réz-szulfát (rézgálic) színtelen, csak a hidratált rézionok kék színűek. A szilárd rézgálic azért kék, mert a kristályvíztartalom miatt nem vízmentes. A szén-dioxid kimutatására használt meszes víz egy egyensúlyi reakcióban reagál a szén-dioxiddal, ami érzékeny, a nyomástól is erősen függő reakció, így ha túl sok szén-dioxid kerül bele (túlfűjjük a szívószállal) a szén-dioxid szénsavat képez, és ez visszaoldja a csapadékot. Vagyis rövid ideig látjuk a zavarosodást, és ez csak olyan enyhe, mint mikor a csapból kiengedjük a vizet egy pohárba.

### **SZÜKSÉGES ANYAGOK**

- Meszes víz (telített  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  -oldat, (figyeljünk rá, hogy a CaO hígítása során hő keletkezik, használjunk szemüveget, és az ülepedés után csak a telített oldatot töltsük le reagensnek)
- Kristályvízmentes (kiizzított)  $\text{CuSO}_4$  (fehér)

### **SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK**

- Szűrőállvány, kémcsőfogó, dió, tölcsér, gumicső, nedves papírvatta, borszeszegő.

## **1. KÍSÉRLET: A REAGENSEK VIZSGÁLATA**

## **TANULÓKÍSÉRLET**

- Tegyük egy-két kiizzított, vízmentes  $\text{CuSO}_4$  kristályt egy óraüvegre és adjunk hozzá, pár csepp vizet.
- A meszes víz kb. felét különítsük el egy főzőpohárba és szívószállal, fűjjünk bele kilélegzett levegőt! Jegyezzük fel a tapasztalatot (szín, csapadék)!

Tapasztalat	Magyarázat

**SZÉCHENYI 2020**



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**

**2. KÍSÉRLET: SZÉNHYDROGÉNEK ÉGÉSTERMÉKEINEK VIZSGÁLATA TANULÓKÍSÉRLET**

- A szűrőállványra rögzítsünk kémcsőfogót dió segítségével, ebbe fogassunk lefelé fordított tölcserűt, melynek csövet, gumicsővel hosszabbítottunk meg, az égéstermék elvezetése céljából. A gumicsövet tekerjük be nedves papírtörülővel, hogy ezzel hűtsük az égéstermékét.
- Gyűjtsük be a borszeszégőt, és helyezzük a tölcserű alá, hogy az égéstermék elvezesse.
- Irányítsuk a csövet a megmaradt kiizzított, vízmentes  $\text{CuSO}_4$ -ra az óraüvegen!
- A gumicsövet tegyük a meszes vízbe, és a tapasztalatokat!

SZEMPONT A SZÍNVÁLTOZÁS, ÉS AZ ÁTLÁTSZÓSÁG

Tapasztalat	Magyarázat

**NÉZZ UTÁNA, KUTASS AZ INTERNETEN!**

 Mi okozza a kiizzított  $\text{CuSO}_4$  színváltozását?
 

.....

 Mitől lesz zavaros a meszes víz?
 

.....

 Mit tartalmaz a kilélegzett levegő, az előbbi válasz alapján?
 

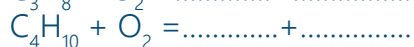
.....

 Mi a két azonosított égéstermék?
 

.....

 Milyen egyenlet írja le a zavarosodás folyamatát?
 

.....

 Írd le ez alapján a propán ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), és a bután ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) tökéletes égésének egyenletét!

**Felhasznált irodalom:**

Rózsahegyi Márta - Wajand Judit: 575 kísérlet a kémia tanításához



## SZERVES VEGYÜLETEK SAV-BÁZIS JELLEGE

### **BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK**



A bőrre került híg savakat vagy lúgokat mindig bő vízzel mossuk le, hogy jobban felhíguljanak, majd a savakat 3 m/m %-os  $\text{NaHCO}_3$ -oldattal, a lúgokat híg ecetsav oldattal semlegesítjük. A tömény savak vagy lúgok esetében rögtön töröljük le száraz ronggyal, csak utána öblítsük bő vízzel és semlegesítsük szó-dabikarbónával vagy ecetsavval. A törlés magyarázata az, hogy a tömény savak és lúgok oldása nagyon exoterm folyamat, így törlés nélkül keletkezhetne annyi hő, hogy még meg is égetné a felmart sebet. Használjunk védőszemüveget, hogy megelőzzük a szemsérüléseket, amiket szintén bő vízzel lehetne orvosolni. Az anilin mérgező, rákkeltő, itt kesztyűt is használjunk.

### **JÓ, HA TUDOD**



Az indikátorok színváltozással reagálnak az oxóniumion ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) koncentrációjának változására. Általában növényi színanyagok (ibolya, tea) melyek egy bizonyos pH tartományra érzékenyek (átcsapási tartomány), és erre reagálnak színváltozással. Az univerzális indikátor papír ezek kombinációja, hogy széles pH tartományban is lehessen használni. A HCl vizes oldata savas, a NaOH lúgos, a savas kémhatást az oxóniumionok ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ), a lúgost a hidroxidionok ( $\text{OH}^-$ ) túlsúlya okozza. Indikátorok színváltozásai:

	Savas közeg	Lúgos közeg	Átcsapási tartomány
metilvörös	vörös	sárga	pH 4,4-6,2
fenolftalein	színtelen	lila	pH 8,2-10

### **SZÜKSÉGES ANYAGOK**

- $0,1 \text{ mol/dm}^3$  etil-alkohol-oldat ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$ )
- $0,1 \text{ mol/dm}^3$  fenol-oldat ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{-OH}$ )
- $0,1 \text{ mol/dm}^3$  ecetsav-oldat ( $\text{CH}_3\text{-COOH}$ )
- $0,1 \text{ mol/dm}^3$  hangyasav-oldat ( $\text{HCOOH}$ )
- $0,1 \text{ mol/dm}^3$  oxálsav-oldat ( $\text{HOOC-COOH}$ )
- $0,1 \text{ mol/dm}^3$  anilin ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2$ )
- $0,1 \text{ mol/dm}^3$  sósav-oldat (HCl)
- $0,1 \text{ mol/dm}^3$  nátrium-hidroxid-oldat (NaOH)
- metilvörös indikátor
- fenolftalein indikátor
- desztillált víz

### **SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK**

- Kémcsövek, kémcsőállványok, jelölő filc, esetleg címkék, Csipesz.

SZÉCHENYI 2020

**1. KÍSÉRLET: INDIKÁTOROK SZÍNREAKCIÓINAK A VIZSGÁLATA****TANULÓKÍSÉRLET**

Hat kémcsövet készíts elő, kettőbe 0,1 mol/dm<sup>3</sup> HCl-oldat, kettőbe 0,1 mol/dm<sup>3</sup> NaOH-oldat, kettőbe desztilláltvíz kerüljön! Cseppents hozzá indikátort!

Kísérlet	Tapasztalat	Magyarázat
HCl + metilvörös		
HCl + fenolftalein		
NaOH + metilvörös		
NaOH + fenolftalein		
Desztillált víz + metilvörös		
Desztillált víz + fenolftalein		

**2. KÍSÉRLET: SZERVES VEGYÜLETEK KÉMHATÁSVIZSGÁLATA****TANULÓKÍSÉRLET**

Készítsünk hat, tiszta kémcsövet a kémcsőállványba!

Töltsünk 1-2 cm<sup>3</sup>-t a kémcsövekbe az etil-alkoholból, fenolból, ecetsavból, hangyasavból, oxálsavból, anilinből, cseppentsünk mindegyikhez metilvörös indikátort, majd egy újabb sorozathoz fenolftaleint!

Kísérlet	Tapasztalat	Magyarázat
Etil-alkohol + metilvörös		
Fenol + metilvörös		
Ecetsav + metilvörös		
Hangyasav + metilvörös		
Oxálsav + metilvörös		
Anilin + metilvörös		
Etil-alkohol + fenolftalein		
Fenol + fenolftalein		
Ecetsav + fenolftalein		
Hangyasav + fenolftalein		
Oxálsav + fenolftalein		
Anilin + fenolftalein		

**NÉZZ UTÁNA, KUTASS AZ INTERNETEN!**

Nézz utána, hogy a használt anyagok közül melyik a legerősebb sav! Írd le a kísérletben szereplő anyagok vízzel való reakciójának egyenletét! Keress példákat a savas esők keletkezésére!

**Felhasznált irodalom:**

Rózsahegyi Márta - Wajand Judit: 575 kísérlet a kémia tanításához



## **SZERVES VEGYÜLETEK OXIDÁCIÓS REAKCIÓI I.** **(CUO-OS OXIDÁCIÓ)**

### **BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK**



A tömény alkohol tűzveszélyes, így a kísérlet végrehajtása során figyelni kell, hogy ne kerüljön a nyílt láng közelébe! Az enyhe égési sérüléseket mindig hideg folyó vízzel, hűtsük az égés után! Az alkohol gyúlékony, ha kiömlik, a nyílt láng hatására könnyen meggyulladhat, homokkal vagy habbal oltjuk! A szagolás során tenyérrel tereljük az orrunk felé az illékony anyagot, hogy ne kerüljön túlnagy koncentrációban a szaglóhámra!

### **JÓ, HA TUDOD**



A primer alkoholoknál a hidroxil-csoport elsőrendű szénatomhoz kapcsolódik, a szekundernél másodrendűhöz, a terciernél harmadrendűhöz.

A kiizzításnál tapasztalt megfeketedés, a réz és a bronz patinásodásának első lépése a mindennapi életben. Ezt követi a levegőből történő szén-dioxid felvétel, és így keletkezik a zöld réz-karbonát.

### **SZÜKSÉGES ANYAGOK**

- rézdrót, tömény etil-alkohol, izopropanol, 2-metil-propán-2-ol,
- Illatmintának kikészített acetaldehid és aceton

### **SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK**

- Izzító csipesz, kémcsövek és kémcsőállvány, borszeszegő, gyufa

## **1. KÍSÉRLET: ETILALKOHOL OXIDÁCIÓJA TANULÓKÍSÉRLET**

1. A tömény etil-alkoholt tartalmazó kémcsövet, tegyük hideg (hűtés céljából) vizet tartalmazó főzőpohárba!
2. Gyűjtsuk meg a borszeszegőt!
3. Fogjuk meg csipesszel a rézdrótot.
4. Tegyük a láng felső harmadába és izzítsuk vörös izzásig, hogy eloxidálódjon.
5. Tegyük a forró rézdrótot az etil-alkoholba, várjunk egy kicsit, és többször ismételjük meg ezt a folyamatot!
6. A tapasztalatok megfigyelésének a szempontja az legyen, hogy a keletkező illékony anyag szaga a mintának kikészített acetaldehid vagy az aceton szagához hasonlít-e, és a hűtött kémcső falán mi csapódik ki.

Tapasztalat	Magyarázat

**SZÉCHENYI 2020**MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYAEurópai Unió  
Európai Szociális  
Alap**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**

**2. KÍSÉRLET: IZOPROPANOL OXIDÁCIÓJA TANULÓKÍSÉRLET**

Járjunk el az 1. kísérletnek megfelelően az izopropanol vizsgálatánál is!

Tapasztalat	Magyarázat

**3. KÍSÉRLET: 2-METIL PROPÁN-2-OL OXIDÁCIÓJA TANULÓKÍSÉRLET**

Tegyük az előző kísérleteknek megfelelően el a 2-metil-propán-2-ol-lal is! A tapasztalatokat vessük össze az előbbi kísérletekkel!

Tapasztalat	Magyarázat

**NÉZZ UTÁNA, KUTASS AZ INTERNETEN!**

Mik voltak a kísérletekben keletkezett anyagok, és hogyan azonosítottuk őket?

.....

Sorold fel azokat az anyagokat, amelyek oxidálódtak a kísérletek során!

.....

Sorold fel azokat, amelyek redukálódtak a kísérletek során!

.....

Írd le szerkezeti képlettel az etil-alkohol és az izopropanol CuO-os oxidációjának egyenletét!

.....

Miért nem játszódott le reakció a 2-metil-propán-2-ol esetében?

.....

Bizonyítsd be az oxidációs számok jelölésével az előző egyenletekben, hogy a funkciós csoport szénatomja tényleg oxidálódott!

.....

**Felhasznált irodalom:**

Dr. Siposné Dr. Kedves Éva, Horváth Balázs, Péntek Lászlóné:  
 Kémia 10. (Szerves kémiai ismeretek)

**SZÉCHENYI 2020**


A Tatai Eötvös József Gimnázium Öveges Programja  
**TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0014**



MAGYARORSZÁG  
 KORMÁNYA

Európai Unió  
 Európai Szociális  
 Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**

## **SZERVES VEGYÜLETEK OXIDÁCIÓS REAKCIÓI II** **(EZÜSTTÜKÖR-PRÓBA)**



### **BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK**

Melegítés során óvatosan járj el!



### **JÓ, HA TUDOD**

A reakció az aldehid-csoportok kimutatására alkalmas, így redukáló monosacharidokkal és diszacharidokkal is elvégezhető, ha azok vizes oldatban vannak, mert a gyűrű felnyílására csak így van lehetőség.

### **SZÜKSÉGES ANYAGOK**

- 1 m/m%-os ezüst-nitrát-oldat ( $\text{AgNO}_3$ ),  
2 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú ammónia-oldat ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), formaldehid (metanal), étolaj, hangyasav, apró közetszemcsék, vagy olyan vas, vagy üvegtárgyak, amik beleférnek egy kémcsőbe

### **SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK**

- Kémcsövek, borszeszegő, kémcsőfogó, gyufa, kémcsőállvány, ha vízfürdővel végezzük, vasháromláb, azbesztháló, főzőpohár

## **1. KÍSÉRLET: EZÜSTTÜKÖR PRÓBA TANULÓKÍSÉRLET**

1. Öntsünk a kémcsőbe 3-4 ujjnyi 1 m/m %-os ezüst-nitrát-oldatot ( $\text{AgNO}_3$ ).
2. Adjunk hozzá az ammónia oldatból annyit, hogy a keletkező csapadék feloldódjon!
3. Töltsünk hozzá 2 ujjnyi formaldehidet (metanal).
4. Vagy közvetlen lángonvagy vízfürdőn melegítsük!
5. Megfigyelési szempont, hogy milyen lett a kémcső fala, és milyen illékony anyag szagát éreztük. Szagoljuk meg a formaldehidet és a hangyasav mintát is az azonosításhoz.

Tapasztalat	Magyarázat

**SZÉCHENYI 2020**MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYAEurópai Unió  
Európai Szociális  
Alap**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**



## 2.KÍSÉRLET: GYAKORLATI ALKALMAZÁS TANULÓKÍSÉRLET

- Öblítsünk ki egy kémcsövet étolajjal, és helyezzünk bele a kőzetszemcséből, üveggolyóból!
- Hajtsuk végre az ezüstitükör-próbát, úgy, ahogy az 1. kísérletben szerepel!
- Hasonlítsuk össze a végeredményt, öntsük le a folyadékfázist és vizsgáljuk meg a belehelyezett tárgy felületét!

Tapasztalat	Magyarázat

### NÉZZ UTÁNA, KUTASS AZ INTERNETEN!

Milyen anyagokat azonosított a kísérlet során?

.....

Hogyan történt az azonosítás?

.....

Mi volt az étolaj szerepe?

.....

Írd fel a reakcióegyenletet, és rendezd!



Dönts el elméleti úton, hogy az acetoadja-e az ezüstitükör próbát! Ha igen, írd le az egyenletét, ha nem, magyarázd meg, hogy miért nem!

.....

.....

### Felhasznált irodalom:

Rózsahegyi Márta-Wajand Judit: 575 Kísérlet a kémia tanításához  
Dr. Siposné Dr. Kedves Éva, Horváth Balázs, Péntek Lászlóné:  
Kémia 10.(Szerves kémiai ismeretek)

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



## **SZERVES VEGYÜLETEK OXIDÁCIÓS REAKCIÓI III. (FEHLING-REAKCIÓ)**



### **BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK**

Melegítés során óvatosan járj el!



### **JÓ, HA TUDOD**

A Fehling-reakció is az aldehid-csoportok jellemző reakciója, így ugyanúgy alkalmazható a redukáló mono-, és diszacharidok kimutatására vizes oldatban, mint az ezüstitűkő-próba.

### **SZÜKSÉGES ANYAGOK**

- Fehling I. és II.-oldat, formaldehid-oldat, (illatmintának hangyasav)

### **SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK**

- Kémcső, kémcsőállvány, borszeszegő, kémcsőfogó, gyufa

## **1. KÍSÉRLET: FEHLING REAKCIÓ**

## **TANULÓKÍSÉRLET**

- A kémcsőbe egy ujjnyi Fehling I.-oldathoz addig öntsünk folyamatos rázogatós mellett a Fehling II.-oldatot, amíg a keletkező világoskék csapadék mélykék színnel fel nem oldódik.
- Ehhez adjunk egy ujjnyi formalint (formaldehid) (de ne érjen a kémcső felénél tovább).
- Gyűjtsük meg a borszeszegőt.
- Fogjuk kémcsőfogóba a kémcsövet, és melegítsük folyamatos rázogatós mellett. Figyeljük meg a csapadék színét, az oldat illatát és hogy hol rakódott le a szilárd fázis!

Tapasztalat	Magyarázat

**SZÉCHENYI 2020**MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYAEurópai Unió  
Európai Szociális  
Alap**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**



## **NÉZZ UTÁNA, KUTASS AZ INTERNETEN!**

1. Írd le a reakció egyenletét és jelöld az egyenletben az oxidációs számokat és változásait!
  
2. Mi játszódhat le a Fehling I., és Fehling II.-oldat között? Nézz utána a Fehling-oldatok összetételének, és ez alapján következtess ki a reakció egyenletét!
  
3. Ha nem vörös csapadékot tapasztalsz, meg tudod magyarázni, mi lehet az eltérés oka, függetlenül attól, hogy a reakció így is sikeres volt.

### **Felhasznált irodalom:**

*Dr. Siposné Dr. Kedves Éva, Horváth Balázs, Péntek Lászlóné:  
Kémia 10.(MS-2620)*

**SZÉCHENYI** 



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

**Európai Unió**  
Európai Szociális  
Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**



A Tatai Eötvös József Gimnázium Öveges Programja  
**TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0014**

## **SZERVES VEGYÜLETEK OXIDÁCIÓS REAKCIÓI IV.** **(ERÉLYES OXIDÁCIÓ KÁLIUM- PERMANGANÁTTAL)**

### **BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK**



### **JÓ, HA TUDOD**



A kálium-permanganát szilárd állapotban, hevítés hatására oxigén keletkezése mellett bomlik, ezt különböző égési folyamatokban is fel lehet használni a pirotechnikában. Oldatban is oxigént eredményez a bomlás, és itt a pH is befolyásolja a folyamatot. Ráadásul autokatalitikus, vagyis a bomlástermékek gyorsítják a bomlás folyamatát.

### **SZÜKSÉGES ANYAGOK**

- aceton, elporított kálium-permanganát ( $\text{KMnO}_4$ ),  $2 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú kén-sav-oldat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), (ecetsav és hangyasav minták a szagok azonosítására).

### **SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK**

- kémcsövek, kémcsőállvány, kémcsőfogó,-vegyszeres kanál, borszeszegő

## **1. KÍSÉRLET: ACETON ERÉLYES OXIDÁLÁSA TANULÓKÍSÉRLET**

1. 1 ujjnyi ( $1 \text{ cm}^3$ ) acetont töltünk egy kémcsőbe!
2. 4-5 ujjnyi ( $4-5 \text{ cm}^3$ )  $2 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú kén-savat öntsünk hozzá!
3. Gyűjtsük meg a borszeszegőt a szokott módon!
4. Vegyszeres kanállal, kis részletekben adagoljunk hozzá, enyhe melegítés közben, a kálium-permanganát ( $\text{KMnO}_4$ ) porból addig, amíg a lilás szín tartósan megmarad!
5. Melegítsük a kémcsövet forrásig, a felszabaduló gázt legyezzük magunk felé, és hasonlítsuk össze a szagmintákkal (ecetsav, hangyasav)

Tapasztalat	Magyarázat

**SZÉCHENYI 2020**



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**



## NÉZZ UTÁNA, KUTASS AZ INTERNETEN!

1. Miért nem adják a ketonok az ezüstitűkőr-próbát?

.....  
.....

2. Milyen anyagokat azonosítottál a kálium-permanganátos oxidáció során?

.....  
.....

3. Miből következettél ezekre az anyagokra?

.....  
.....

4. Milyen karbonsavak keletkezhetnek az acetón (2-propanon vagy propán-2-on) erélyes oxidációs reakciójából?

.....  
.....

5. Rendezd a teljes egyenletet az oxidációs számok változása segítségével!



6. Milyen anyagokkal lehetne még ezt a láncszakadással járó reakciót előidézni?

.....  
.....

### Felhasznált irodalom:

Rózsahegyi Márta- Wajand Judit: 575 Kísérlet a kémia tanításához

