



**2019/2020. tanévi  
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny  
második forduló**

**KÉMIA  
I. kategória**

**FELADATLAP**

**Munkaidő: 300 perc  
Elérhető pontszám: 100 pont**

**ÚTMUTATÓ**

A munka megkezdése előtt nyomtatott nagybetűvel ki kell tölteni a versenyző adatait tartalmazó részt! A munkalapokra nem kerülhet sem név, sem más megkülönböztető jelzés, kizárólag a **versenyző kódszáma**, amelyet minden munkalapra rá kell írni!

A feladatok megoldásához íróeszközön kívül csak függvénytáblázat és szöveges adatok tárolására nem alkalmas zsebszámológép használható, de egyéb elektronikus eszköz (pl. mobiltelefon) nem!

A pótlapok száma:

**A megoldást tartalmazó lapok sorszámozva, ezzel a borítólappal együtt küldendők be!**

**A VERSENYZŐ ADATAI**

Kódszám:

A versenyző neve: ..... oszt.: .....

Az iskola neve: .....

Az iskola címe: ..... irsz. .... város

..... utca .....hsz.

Megye: .....

A felkészítő tanár(ok) neve: .....

.....

## Ú T M U T A T Ó

a dolgozat elkészítéséhez

1. A második forduló feladatlapja két feladatsort tartalmaz.  
Az **I. feladatsor** megoldásait a **borító III. és IV. oldalán lévő VÁLASZLAPON** jelöljük.  
A **II. feladatsor** számítási feladatait feladatonként **külön lapra** kérjük megoldani. A lap felső részén tüntessük fel a versenyző  
kódszámát,  
kategóriáját és  
a feladat sorszámát.
2. **FIGYELEM!**  
A **dolgozathoz** (a II. feladatsor megoldásához) **csatolni kell az ADATLAPOT és a VÁLASZLAPOT (a feladatlap I-IV. oldalszámú borítólapiját)!**  
Az I. és a II. feladatsor nyomtatott feladatait (**csak a feladatlap 1-8. oldalait!**) megtarthatják a versenyzők.
3. A megoldásokat tetszés szerinti sorrendben lehet elkészíteni. Fogalmazványt (piszkozatot) nem szükséges készíteni. Törekedjünk a megoldások világos, szabatos megfogalmazására és **olvasható, áttekinthető leírására!**
4. A dolgozatnak **a feladat megoldásához szükséges egyenleteket, mellékszámításokat, indoklásokat is tartalmaznia kell!** Ferde vonallal határozottan áthúzott részeket nem veszünk figyelembe.  
A számítások végeredményét – **a mértékegységek megjelölésével** – kétszer húzzuk alá!  
A végeredmény pontossága feleljen meg az adatok pontosságának!
5. Segédeszközként függvénytáblázat és szöveges adatok tárolására nem alkalmas zsebszámológép használható.

## I. FELADATSOR

Az I. feladatsorban 8 feladat szerepel. Válaszait a borítólapon III. és IV. oldalán található **VÁLASZLAPRA** írja!

1. Írja fel egy-egy olyan kémiai részecske képletét (a tömegszámot is feltüntetve), amelyre igaz az, hogy a benne található elemi részecskéknek (elektron, proton, neutron) pontosan az 1/3-a proton,

- a) ha *semleges atomról* van szó;  
b) ha *kationról* van szó;  
c) ha *anionról* van szó!

**3 pont**

2. A Naprendszer keletkezése óta a Földön létező nuklidok közül az, amelyiket a legritkábbnak vélnék, sok szempontból különleges. Bár radioaktívnak gondolják, még nem sikerült a feltételezett bomlásait megfigyelni. Ha ez sikerülne, akkor két lehetséges folyamat terméke a  $^{180}\text{W}$  és a  $^{176}\text{Lu}$  lenne.

*Mi a nuklid tömegszáma és rendszáma?*

**2 pont**

3. Egy kísérletben különböző savak  $10,0\text{ cm}^3$  térfogatú,  $0,10\text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatához annyi szilárd NaOH-t adtunk, hogy a keletkező oldat pH-ja pontosan 7,00 legyen.

*Állítsa sorrendbe a savakat aszerint, hogy mennyi NaOH-ra volt szükség! Kezdje azzal, amelyikhez a legkevesebb lúg kellett!*

- A) hidrogén-klorid  
B) kénsav  
C) ecetsav  
D) hangyasav

**2 pont**

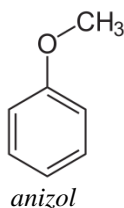
4. Az alább felsorolt anyagok 1,0-1,0 grammjához fölös mennyiségű tömény sósavat öntünk:

- 1) kalcium-karbonát  
2) rézforgács  
3) szilárd  $\text{KMnO}_4$   
4) szilárd vas(II)-szulfid  
5) szilárd  $\text{Na}_2\text{SO}_3$   
6) magnéziumforgács  
7) szilárd kalcium-hidroxid

- a) *Melyik esetben nem történik gázfejlődés?*  
b) *Melyik esetben fejlődik színtelen, szagtalan gáz?*  
c) *Melyik esetben fejlődik a legnagyobb térfogatú gáz? (A gázok hőmérsékletét és nyomását tekintsük azonosnak!)*

**6 pont**

5. A dohos szagért különféle mikroszkopikus gombák által termelt vegyületek, mégpedig az anizol (metoxi-benzol) aromás gyűrűn szubsztituált trihalogénezett származékai felelősek.



Hány különböző konstitúciójú ilyen származék létezik, ha a szubsztituensek a következők:

- 3 brómatom
- 2 brómatom és 1 klóratom
- 1 brómatom és 2 klóratom
- 3 klóratom?

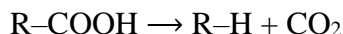
**5 pont**

6. A piroszlósav (2-oxo-propánsav) neve ismerősen csenghet biológiai tanulmányainkból. A vegyület kulcsszerepet tölt be az élő szervezet metabolikus folyamataiban. A vegyület a szervezetben a cukrok lebontása során keletkezik, de laboratóriumban más úton állíthatjuk elő:

- Propánsavat (**A**) főlegesen vett brómmal reagáltatva 2,2-dibróm-propánsav (**B**) keletkezik, mely NaOH-dal reagáltatva egy köztiterméken (**C**) keresztül vízvesztéssel alakul piroszlósavvá.
- Propán-1,2-diol (propilén-glikol, **D**) erélyes oxidációjával.
- Tejsav (**E**) oxidációjával.

- Írja fel az **A–E** betűvel jelölt vegyületek konstitúcióját!
- A 2) módszer esetén erélyes oxidálószerként semmiképpen sem tanácsos tömény salétromsavoddal próbálkozni, mert egy robbanásveszélyes anyag keletkezik. *Rajzolja fel ennek az anyagnak a konstitúcióját!*

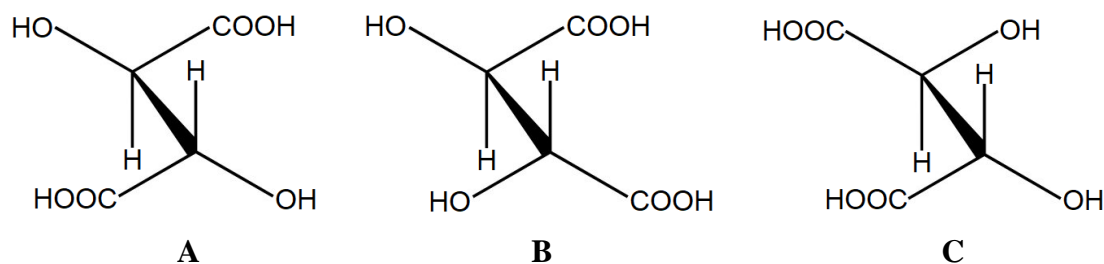
A piroszlósav megfelelő körülmények között ún. dekarboxileződési reakcióban vesz részt, melynek lényege vázlatosan a következő:



- Adja meg a piroszlósav dekarboxileződése során keletkező szerves vegyület nevét!

A piroszlósav előállításának „klasszikus” módja az, hogy szőlósav és  $\text{KHSO}_4$  1:1 arányú szilárd elegyét retortában nyílt lánggal óvatosan hevítjük, kb. 220-250 °C-ra. (Innen ered a név is: a szőlósav pirolízisével állították elő.) A távozó gázok a készülék hosszú nyakában lehűlnek, a magas forráspontú folyadékok gőzei kondenzálnak. A retortából a piroszlósav cseppjei távoznak, amit felfogunk.

Ha a szőlósav név nem ismerős, az nem véletlen. E régies elnevezés ugyanis egy keveréket, mégpedig a borkösav (2,3-dihidroxibutándisav) két enantiomerjének 1:1 arányú (ún. racém) elegyét takarja. A helyzetet bonyolítja, hogy a borkösavnak valójában három sztereoizomerje létezik. E három molekula térszerkezetét a következő perspektivikus ábrák mutatják.



d) Válaszoljon a következő kérdésekre!

d1) Hány kiralitáscentrummal rendelkezik a borkósavmolekula?

d2) Mely szerkezet(ek) királis(ak)? A megfelelő betűjellel (betűjelekkel) válaszoljon!

d3) Melyik két molekulát tartalmazza a szőlősav?

d4) Mely szerkezetek diasztereomerek? A megfelelő betűpár(ok) megadásával válaszoljon!

A szőlősav piroszőlősavat eredményező bomlása során először dekarboxileződés, majd dehidratáció, végül egy átrendeződés történik.

e) Írja fel a dekarboxileződéssel képződő köztitermék konstitúcióját!

f) E köztitermék dehidratációjánál elvileg kétféle molekula keletkezését várjuk. Figyelembe véve a végterméket, melyik képződik elsősorban a kettő közül? Írja fel a konstitúcióját!

g) A  $\text{KHSO}_4$  erős savként vesz részt a reakcióban. Miért nem lehet helyette például sósavat használni?

**14 pont**

7. Kén-hidrogén és kén-dioxid reakcióját szeretnénk szemléltetni egy kísérlettel. A reakció teljesen száraz állapotban nem megy végbe, csak vízgőz jelenlétében, amely katalizálja a folyamatot. A kísérlethez egy gázfejlesztő készülékben kén-dioxidot fejlesztünk, egy másik gázfejlesztő készülékben kén-hidrogént állítunk elő. A kísérlethez teljesen száraz gázokra van szükségünk, viszont azokat vizes oldatok felhasználásával állítjuk elő, ezért szükségszerűen vízgőzt is tartalmaznak. Ezért mindkét gázt szárítószeren vezetjük át. A két gázáramot egy Y-alakú üvegcső segítségével egyesítjük, és egy lombik aljára vezetjük. A két gáz képződésének sebességét (a buborékok számát figyelve) úgy állítjuk be, hogy a gázok a lombikban hozzávetőleg a reakcióegyenletnek megfelelő arányban legyenek jelen. Pár percig figyeljük, hogy van-e változás a frakcionáló lombikban, majd néhány  $\text{cm}^3$  forró vizet engedünk bele egy előzőleg beszerelt tölcseren keresztül.

a) Milyen változást tapasztalunk a lombikban a forró víz hozzáadásakor?

b) Írja fel a lejátszódó reakció rendezett egyenletét!

c) Az alábbiak közül melyik reakció(k) alkalmas(ak) kén-dioxid fejlesztésére? Írja fel a lejátszódó reakció(k) egyenletét!

1) réz és híg kénsavoldat reakciója

2) réz és tömény kénsavoldat reakciója

3) nátrium-szulfid és tömény kénsavoldat reakciója

d) Az alábbiak közül melyik reakció(k) alkalmas(ak) a kén-hidrogén előállítására? Írja fel a lejátszódó reakció(k) egyenletét!

1) nátrium-szulfid és 30%-os kénsavoldat reakciója

2) nátrium-szulfid és 30%-os kénsavoldat reakciója

3) nátrium-szulfát és 30%-os kénsavoldat reakciója

- e) Válassza ki, hogy az alábbi szárítószeresek közül melyik nem alkalmas a kén-dioxid, ill. a kén-hidrogén szárítására! Az ilyen cellákba tegyen X jelet a válaszlapon!

	CaO	CaCl <sub>2</sub>	cc. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KOH
kén-hidrogén szárítására nem alkalmas				
kén-dioxid szárítására nem alkalmas				

7 pont

8. A mangánvegyületek feldolgozása több ipari folyamatban is legfőképpen elektrolízissel történik. Az ilyen célra legkönnyebben felhasználható és legkevésbé szennyezett mangánérc a rodokrozit, ami gyakorlatilag mangán(II)-karbonátnak tekinthető.

Az egyik eljárásban mangán(II)-szulfát vizes oldatát rozsdamentes acél elektródok között elektrolizálják. A hasznosított **A** terméket a katódon kapják, a másik elektródon gáz fejlődik.

- a) Írja fel az elektródfolyamatok egyenletét!

A másik eljárás ugyancsak mangán(II)-szulfát-oldatot használ, de 90 °C-on, szén elektródok között elektrolizálnak. A szárazelemek anódanyagához használt, 63,2 tömegszázalék mangántartalmú **B** terméket az anódon nyerik, a másik elektródon gáz fejlődik.

- b) Írja fel az elektródfolyamatok egyenletét!

Mindkét eljárás esetén a termékek eltávolítása után jól regenerálható az elektrolizáló cellákban visszamaradó oldat rodokrozit segítségével, és az elektrolízis folytatható.

- c) A visszamaradó oldat melyik összetevője reagál a rodokrozittal? Reakcióegyenlettel mutassa be!

A harmadik eljárás hagyományos kémiai reakcióval indít. Olvadt KOH-ba levegő bevezetése közben kevernek a **B** anyagból. Az itt keletkező K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub> aránylag tömény oldatát (ami a KOH feleslegétől lúgos) elektrolizálják nikkell elektródok között. A **C** végtermék kristályai az elektrolízis közben válnak ki.

- d) Írja fel a K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub> képződésének reakcióegyenletét!

- e) Mi a **C** anyag? Írja fel a keletkezéséhez vezető anódreakció egyenletét!

9 pont

**II. FELADATSOR****1. feladat**

A kén-hexafluorid egy izgalmas anyag. Színtelen, szagtalan gáz, kémiaiilag tökéletesen inert, nem mérgező (bár enyhe altató hatása van). A gyakorlatban elektromos berendezésekben dielektrikumként (szigetelő anyagként), a magnéziumöntés során inert atmoszféraként alkalmazzák – néhány egyéb felhasználása mellett. A környezetbe jutva azonban ártalmas, mivel nagyon erős üvegházhatása van.

Kísérleti bemutatókon is találkozhatunk vele, ugyanis a gázt belélegző személy hangja szélsőségesen mélyé válik, hiszen moláris tömege igen nagy. Nem árt azonban az óvatosság: a gáz nagy sűrűsége miatt a tüdő alsó részéből csak lassan távozik, így akadályozza a gázcserét, könnyen oxigénhiányos állapotot előidézve.

a) *Hányszor nagyobb sűrűségű a kén-hexafluorid-gáz az azonos állapotú levegőnél?*

Egy gyártó olyan kén-hexafluorid-palackot forgalmaz, amelynek hasznos térfogata 50 liter, töltőtömege (vagyis a benne lévő anyag tömege) 52 kg. 20 °C-on a kén-hexafluorid gőznyomása 21,1 bar (vagyis zárt térben a tiszta folyadék felett ekkora az anyag gőzének nyomása). Ezen a hőmérsékleten a folyékony kén-hexafluorid sűrűsége 1,41 g/cm<sup>3</sup>. A gőz viselkedését tekintjük ideálisnak.

b) *Hány liter folyadék van a palackban 20 °C-on?*

A kén-hexafluorid növekvő felhasználásának köszönhető, hogy légköri koncentrációja egyre nagyobb. A legfrissebb mérések szerint 2019-re elérte a 10 ppt-t. (A ppt 1/10<sup>12</sup> térfogatrészt jelent.)

c) *Ennek alapján hány kén-hexafluorid-molekula van 0,5 liter belélegzett (25 °C-os, légköri nyomású) levegőben?*

**7 pont****2. feladat**

Egy egyértékű gyenge sav bizonyos koncentrációjú oldatát desztillált vízzel hígítva a disszociációfok kétszeresére nő, míg a pH 1,00 egységgel emelkedik.

a) *Hányszoros térfogatra kellett hígítani az oldatot?*

b) *Mi volt a sav disszociációfoka a kiindulási oldatban?*

A víz autoprotolízisétől tekintsen el!

**6 pont****3. feladat**

Egy fenyőillatú zselés WC-öblítő csík három illatanyaga az alábbi: 2-metilundekanal, 2,3-dimetilciklohex-3-én-1-karbaldehid, 3-(4-*terc*-butilfenil)-2-metilpropanal.

a) *Rajzolja fel a három vegyület szerkezeti képletét, ha tudjuk, hogy a három összegképlet növekvő szénatomszám szerint: C<sub>9</sub>H<sub>14</sub>O, C<sub>12</sub>H<sub>24</sub>O, C<sub>14</sub>H<sub>20</sub>O!*

Mind a három vegyület szobahőmérsékleten, légköri nyomáson átlátszó, színtelen folyadék. A belőlük ismeretlen arányban készült elegy 1,0000 g-jából aktív szén hordozóra felvitt palládium katalizátor jelenlétében végzett, az aromás gyűrűket nem telítő hidrogénezéssel elméletileg 1,0217 g alkohol állítható elő. Lítium-alumínium-hidriddel végzett redukcióban ugyanakkor csak 1,0129 g alkohol képződhet. (A LiAlH<sub>4</sub> a katalitikus hidrogénezéssel ellentétben csak a vegyületek formilcsoportját redukálja.)

b) *Határozza meg a folyadékelegy tömegszázalékos összetételét!*

**8 pont**

**4. feladat**

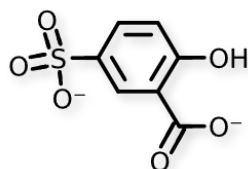
Egy főzőpohár aljára valamilyen gázt vezetünk. Egy 0,4 g tömegű alufóliából csónakot hajtogatunk, melynek térfogata  $100 \text{ cm}^3$ . A csónakot lassan a pohárba eresztjük. Ilyenkor a csónak belsejét levegő tölti ki.

A csónak megtelepítő módon lebegni fog a pohár alja felett.

*Milyen gázt vezethetünk a pohár aljára? Javasoljon két alkalmas anyagot! Válaszát számítással támassza alá!*

**6 pont****5. feladat**

Egy vény nélkül kapható gyógyszer-család hatóanyaga egy különlegesnek is mondható vegyület, amiben kizárólag nátriumionok, az ábrán szereplő anionok és egy az anionok által koordinált fémion mutatható ki. A fémion paramágneses (azaz benne párosítatlan elektronok találhatóak); töltése, mint a legtöbb koordinációs vegyületben +1-nél nagyobb. A kristályvízmentes gyógyszerhatóanyag tömegszázalékos kéntartalma 10,59%.



*Mi a gyógyszerhatóanyag tapasztalati képlete?*

**7 pont****6. feladat**

Számos háztartási gép használata során okoz problémát a kemény víz. Ezért ezekben található vízlágyító egység is, amelynek pontos beállításához vízkeménység gyorseszteket szokás használni. Az egyik ilyen gyorseszteben egy reagens oldatot kell a vízhez csepegtetni a megfelelő szín eléréséig.

A gyorseszteben használt reagens oldat a legegyszerűbb esetben EDTA-t (pontosabban annak dinátriumsóját), valamint kevés eriokrómfekete-T indikátort tartalmaz. Oldatban előbbi színtelen, utóbbi kék színű. Mindkét anyag komplexet képez a kalcium- és magnéziumionokkal, az EDTA-komplex színtelen, az eriokrómfekete-T-vel alkotott komplex viszont vörös. Az EDTA-komplex jóval stabilabb, ezért amikor a fémionokkal ekvivalens mennyiségű EDTA kerül az oldatba, az összes eriokrómfekete-T „kiszorul” a komplexből.

Mindkét komplexképző 1:1 arányban alkot komplexet a fémionokkal.

A teszt használata során  $20 \text{ cm}^3$  vízhez kell csepegtetni a reagenst. Az eleinte megfigyelhető szín bizonyos számú csepp hozzáadása után jól láthatóan megváltozik: eddig kell adagolni a reagenst. A cseppek számából következik a vízminta keménysége.

a) *Milyen szint kell elérni?*

b) *Hány mg EDTA-dinátriumsót ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{EDTA}$ -t) kell tartalmaznia  $100 \text{ cm}^3$  reagens oldatnak, hogy 1 csepp reagens 0,5 német keménységi fok vízkeménységet mérjen?*

1 csepp térfogata becsülhető  $0,05 \text{ cm}^3$ -nek. 1 német keménységi fok keménységű az a víz, mely  $10 \text{ mg/dm}^3$  kalcium-oxiddal egyenértékű kalcium- és magnéziumionot tartalmaz.

$M(\text{Na}_2\text{H}_2\text{EDTA}) = 336,2 \text{ g/mol}$

**8 pont**



**7. feladat**

Cink(II)-klorid  $0,500 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatának  $200 \text{ cm}^3$ -ét elektrolizáljuk  $580 \text{ mA}$  áramerősséggel, platinaelektrodokat használva. A rendszeren héliumot átbuborékolgatva gondoskodunk a folyamat során képződő gáz teljes mennyiségének az oldatból való kiűzéséről. Az elektrolízis leállítása után az elektrodok felületét az oldatba beleöblítve desztillált vízzel mossuk, végül pontosan  $250,0 \text{ cm}^3$ -re hígítva, törzsoldatot készítünk belőle.

Az így keletkezett oldatból  $10,00 \text{ cm}^3$ -t titrálólombikba pipetázunk, majd savanyítást követően  $20,00 \text{ cm}^3$   $0,100 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú ezüst-nitrát-oldatot adunk hozzá. A csapadék leválása után  $1 \text{ cm}^3$   $10 \text{ m/m}\%$ -os  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  indikátoroldatot csepegtetünk a titrálólombikba, és  $0,0987 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{KSCN}$ -oldattal titrálunk a vas(III)-ion tiocianáto-komplexének megjelenését jelző halványpiros színig. (Amíg vannak jelen ezüstionok,  $\text{AgSCN}$  csapadék válik le.) A műveletet kétszer megismételjük, és így az átlagfogyás  $12,73 \text{ cm}^3$ .

- Mennyi ideig végeztük az elektrolízist?*
- Miért nem használhatunk sósavat a titráláshoz szükséges savas kémhatás biztosítására?*
- Adja meg a titrálás végpontjában képződő, kétszeresen pozitív töltésű komplex ion képletét!*
- Az elektrolízis során keletkező gázt NaOH-oldatban elnyelhetjük. Írja fel a lejátszódó reakció egyenletét!*

Ha a leírtakkal ellentétben nem fordítunk gondot arra, hogy az elektrolízis alatt az egyik elektródon fejlődő gázt kiűzzük az oldatból, akkor előfordulhat, hogy egy a fentivel megegyező módon végzett mennyiségi meghatározás során a  $\text{KSCN}$ -oldat fogyása lényegesen kisebb, vagy akár nulla lesz. Ezzel párhuzamosan a másik elektródon tapasztalható tömegváltozás mértéke is elmarad a korábbtól, noha az elektrolízis után visszamaradt oldatunk minőségi összetételét tekintve továbbra is cink(II)-klorid-oldat.

- Akár használunk héliumot a keletkező gáz kiűzésére, akár nem, az elektrolízis végén mindenképpen cink-klorid-oldat marad vissza. Melyik esetben kapunk töményebb oldatot?*
- Milyen reakcióval magyarázná az eltérést? Reakcióegyenlettel válaszoljon!*
- A tapasztalatok szerint ezt a reakciót elősegíti, ha az oldatot kevertetjük, illetve az elektrolízist hidegen végezzük. Miért?*

**10 pont**



V Á L A S Z L A P

1. 

a)	b)	c)
----	----	----

2. 

Z =	A =
-----	-----

      3. 

<	<	<
---	---	---

4. 

a)	b)	c)
----	----	----

5. 

a)	b)	c)	d)
----	----	----	----

6. a) 

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	
b)		c)		d1)	d2)
				d3)	d4)
e)	f)	g)			

7. 

a)	b)
c)	d)

e)	CaO	CaCl <sub>2</sub>	cc. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KOH
kén-hidrogén szárítására nem alkalmas				
kén-dioxid szárítására nem alkalmas				

8. 

a) anód:	katód:
b) anód:	katód:
c)	
d)	
e)	

**A továbbiakat a Versenybizottság tölti ki!**

		1. javítás	2. javítás	3. javítás
I. feladatsor				
II. feladatsor	1. feladat			
	2. feladat			
	3. feladat			
	4. feladat			
	5. feladat			
	6. feladat			
	7. feladat			
Összpontszám				

.....  
1. javító tanár.....  
2. javító tanár.....  
3. javító tanár