



2017/2018. tanévi
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny
második forduló

KÉMIA
II. kategória

FELADATLAP

Munkaidő: 300 perc
Elérhető pontszám: 100 pont

ÚTMUTATÓ

A munka megkezdése előtt nyomtatott nagybetűkkel 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

A versenyző kódszáma:

A versenyző neve: oszt.:

Az iskola neve:

Az iskola címe: irsz. város

.....utcahsz.

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. *Hogyan változik a kötésszög az alábbi reakciók lejátsszódásakor? A táblázat megfelelő cellájába tegyen X jelet!*

	<i>kötésszög</i>	<i>nő</i>	<i>csökken</i>	<i>nem változik</i>
ammóniamolekula protonálódása	H – N – H			
etén hidrogénaddíciója	H – C – H			
kén-dioxid oxidációja kén-trioxiddá	O – S – O			
oxóniumion képződése vízmolekulából	H – O – H			
grafit katalitikus átalakulása gyémánttá	C – C – C			

5 pont

2. A tiazil-klorid (NSCl) molekulája V alakú, a központi atom a kénatom.

a) *Rajzolja fel a molekula szerkezeti képletét!*

A tiazil-klorid könnyen trimerizálódik. A trimer hattagú gyűrűt tartalmaz, amelyben a kénatomok és a nitrogénatomok felváltva helyezkednek el. Érdekes módon mindegyik S–N kötés egyforma hosszú. A gyűrű gyakorlatilag sík, a kén-klór kötések pedig közel merőlegesek a gyűrű síkjára.

b) *A monomer tiazil-kloridban vagy a trimerben nagyobb az S–N kötéshossz?*

- A) A monomerben.
B) A trimerben.
C) A monomerben és a trimerben azonos az S–N kötéshossz.

c) *Mire következtethetünk a gyűrűn belüli kötéshosszak egyenlőségéből?*

- A) Arra, hogy egyik gyűrűt alkotó atomon sincs nemkötő elektronpár.
B) A π -kötések delokalizációjára.
C) Arra, hogy a gyűrűben csak egyszeres kötések találhatók.
D) Arra, hogy a kénatom és a nitrogénatom sugara közel azonos.

Az $\text{N}_3\text{S}_3\text{Cl}_3$ megfelelő körülmények között $\text{N}_3\text{S}_3\text{Cl}_3\text{O}_3$ összegképletű vegyületté oxidálható. Ebben a gyűrűs szerkezet változatlan, az oxigénatomok a kénatomokhoz kapcsolódnak, a kén-oxigén kötések gyűrűhöz viszonyított helyzete a kén-klór kötésekhez hasonló.

d) Válassza ki a felsoroltak közül azokat az atompárokat, amelyek között nincs kovalens kötés az $N_3S_3Cl_3O_3$ molekulájában!

- A) N–Cl
- B) S–N
- C) S–Cl
- D) O–N
- E) S–O

Érdekes megfigyelést tettek az $N_3S_3Cl_3O_3$ vegyülettel kapcsolatban. Attól függően, hogy a gyűrűn kívüli atomok hogyan helyezkednek el a gyűrű síkjához képest (az alatt vagy fölött), több izomer lehetséges. Ezeket valóban elő is állították.

e) Hány izomer várható?

5 pont

3. Egy oldat azonos ($0,100 \text{ mol/dm}^3$) koncentrációban tartalmaz nátrium-acetátot és nátrium-formiátot. $K_s(\text{ecetsav}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$, $K_s(\text{hangyasav}) = 1,8 \cdot 10^{-4}$
Az alábbi állítások közül melyek helyesek erre az oldatra?

- 1. $[H^+] < [OH^-]$
- 2. $[H^+] > [OH^-]$
- 3. $[H^+] = [OH^-]$
- 4. $2[Na^+] = [CH_3COO^-] + [HCOO^-]$
- 5. $[Na^+] = [CH_3COO^-] + [HCOO^-]$
- 6. $[Na^+] > [CH_3COO^-] + [HCOO^-]$
- 7. $[Na^+] < [CH_3COO^-] + [HCOO^-]$
- 8. $[CH_3COO^-] = [HCOO^-]$
- 9. $[CH_3COO^-] < [HCOO^-]$
- 10. $[CH_3COO^-] > [HCOO^-]$

3 pont

4. Azonos tömegű kálium-permanganátra, cinkre és vas(II)-szulfidra főlöslegben 20 m/m%-os sósavat öntünk.

A reakció teljes lejátékozását feltételezve melyik esetben fejlődik a legkisebb és melyikben a legnagyobb térfogatú gáz (azonos hőmérsékleten és nyomáson)?

2 pont

5. Öt kémcső – ismeretlen sorrendben – a következő vegyületek $0,1\text{--}1,0 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú vizes oldatát tartalmazza: alumínium-szulfát, bárium-klorid, ezüst-nitrát, kálium-jodid, nátrium-hidroxid.

Egy kémiatanár az oldatok azonosítását páronkénti összeöntéssel szánta fakultációs foglalkozásnak, de diákjai 15 percen belül elkészültek az azonosítással, ugyanis már az 1. kémcső tartalmát hozzáöntve a többi oldathoz egyértelmű választ tudtak adni.

a) Melyik anyag oldata volt az 1. kémcsőben?

b) Milyen reakciótermékeket figyelhettek meg az összeöntések során a kísérletezők? Adja meg ezen anyagok képletét!

4 pont

6. Egy citromba magnéziumszalagot és rézlemezt dugunk, majd a két fémét rézdróttal összekötjük. Az így kapott áramkörben áram folyik, amit egy fogyasztó beiktatásával könnyen ellenőrizhetünk is.

a) *Vizsgálja meg a következő állításokat, és döntse el, hogy igazak vagy hamisak! A megfelelő cellába tegyen X jelet!*

	Igaz	Hamis
A berendezésben a magnéziumszalag az anód.		
A folyamat során a magnézium oxidálódik, a réz pedig redukálódik.		
Az áramkörben akkor is folya áram, ha a rézlemezt ezüstlemezre cserélnénk.		
Az áramkörben akkor is folya áram, ha a magnéziumot ezüstre cserélnénk.		
A berendezés működése közben hidrogéngáz képződik.		

b) *Egyetlen egyenlettel írja fel a fent leírt kísérlet során végbemenő áramtermelő reakciót!*

6 pont

7. Az ezüst legismertebb oxidja az ezüst(I)-oxid (Ag_2O). Legegyszerűbben úgy állítható elő, ha ezüstionokat tartalmazó oldathoz nátrium-hidroxid-oldatot öntünk.

a) *Írja fel a reakció egyenletét!*

Kevésbé ismert, hogy léteznek más összetételű ezüst-oxidok is. Az AgO képletű oxid a várakozással ellentétben nem Ag^{2+} ionokat tartalmaz oxidionok mellett, hanem kétféle ezüstiont, 1:1 molarányban.

b) *Milyen töltésűeket?*

Az AgO előállítása legegyszerűbben elektrolízissel történhet. Az eljárás során kálium-fluorid és ezüst(I)-perklorát (AgClO_4) oldatát sztöchiometrikus arányban elegyítik, amikor is a kálium-perklorát kicsapódik. A csapadékot leszűrjük, és a szűrletet elektrolizálják teflonedényben, ezüstkatód és platinaanód felhasználásával. Ekkor mindkét elektródon szilárd anyag lerakódása figyelhető meg, az egyik a szürkésbarna AgO .

c) *Melyik elektródon (az anódon vagy a katódon) képződik az AgO ?*

d) *Mi a másik elektródon lerakódó szilárd anyag?*

e) *Írja fel az AgO keletkezéséhez vezető elektródreakció egyenletét!*

f) *Az elektrolízist nem tanácsos üvegedényben végezni. Miért?*

Az AgO legfontosabb kémiai tulajdonsága erőlyes oxidáló hatása, hiszen egyértelmű, hogy ionként az ezüst +1 töltésűként a legstabilabb. Ez határozza meg az AgO viselkedését különféle vizes oldatokban.

Az AgO vízben gyakorlatilag nem oldódik, ha azonban híg sósavba tesszük, azonnal fehér csapadék jelenik meg, miközben szúrós szagú gáz képződik.

g) *Írja fel a reakció egyenletét!*

Tömény salétromsavoldatban könnyen feloldódik az AgO , és ebben az erősen savas oldatban még viszonylag stabilak a magasabb oxidációs állapotú ezüstionok, de melegítés hatására ebből az oldatból is gáz fejlődik.

h) *Mi a fejlődő gáz?*

i) *Írja fel a lejátszódó reakció egyenletét!*

Különösen heves reakció játszódik le, ha AgO-t ammóniaoldatban próbálunk meg feloldani. A képződő színtelen, szagtalan gáz nem táplálja az égést.

j) *Mi ez a gáz?*

k) *Írja fel a lejátszódó reakció egyenletét!*

Létezik Ag₃O₄ képletű oxid is, amely oxidionok mellett szintén kétféle ezüstiont tartalmaz, kétszeres, ill. háromszoros pozitív töltésűt.

l) *Milyen anyagmennyiség-arányban tartalmazza a vegyület ezeket az ionokat?*

Ennek az anyagnak az előállítása is történhet elektrolízissel (az előzőhöz nagyon hasonló módon), de megoldás lehet ózon átbuborékoltatása ezüst(I)-fluorid enyhén savas oldatán. (Az ózon erős oxidálószer, redukcióját ebben a folyamatban az

$\text{O}_3 + 2 \text{e}^- + 2 \text{H}^+ = \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ egyenlet írja le.)

m) *Írja fel az Ag₃O₄ ózonnal történő előállításának reakcióegyenletét!*

12 pont

8. A C₃H₆Cl₂ és a C₃H₆ClBr összegképletű anyagokat vizsgáljuk. *Állapítsa meg, hogy hány különböző konstitúció létezik a megadott összegképlettel, és ezek közül hány királis!*

	C ₃ H ₆ Cl ₂	C ₃ H ₆ ClBr
Konstitúciós izomerek száma		
Közülük hány királis?		

4 pont

II. FELADATSOR**1. feladat**

Az oldhatóságot laboratóriumban nagy pontossággal sokszor egy olyan készülékkel mérik, ahol egy kis üvegedény (mintatér) merül egy nagyobb hőszigetelt termoszba, mely igen pontosan szabályozott hőmérsékletű (esetünkben 20 °C-os) vizet tartalmaz. A kis edénybe egy keverőlapát nyúlik. Ebbe az edénybe bemértünk 1,342 g kristályvizes nátrium-acetátot ($\text{CH}_3\text{-COONa}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$) és 0,833 g vizet, majd lassan (másodpercenként 0,5 μl) sebességgel vizet adagolunk hozzá. Az edényen egy lézernyalábot is átbocsátunk. Ha az edény tartalmaz feloldatlan kristályokat, akkor oldalról nézve a keveredő kristálykák lézerfelvillanásokat okoznak, melyeket egy kamera érzékel. A víz adagolását a számítógépes vezérlés addig folytatja, amíg a felvillanások megszűnnek.

A vizsgálatunk során átlagosan 758 másodperc után maradt abba az adagolás.

Mennyi a nátrium-acetát oldhatósága 20 °C-on, g/100g víz egységben?

A víz sűrűsége 20 °C-on 0,997 g/cm³. 1 μl = 10⁻⁶ l.

5 pont**2. feladat**

Egy üzemben ammóniagáz vízben való elnyeletésével ammóniaoldatot készítenek. Az ammónia oldhatóságát standard légköri nyomáson az alábbi táblázat mutatja:

Hőmérséklet	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C
1,0 kg vízben oldható ammónia tömege	705 g	521 g	414 g	325 g

Az elnyeletés két lépésben történik: először egy elnyelető toronyban telített ammóniaoldatot készítenek, majd ezt az oldatot hígítják ki „kereskedelmi” töménységűre. Az elnyelető torony konstans 20 °C-os hőmérsékleten és standard légköri nyomáson működik. A kereskedelemben 25 m/m%-os ammóniaoldatot forgalmaznak, melynek sűrűsége 0,911 g/cm³. Egy munkanap során 15 m³ ilyen szalmiákszeszt készítenek.

- Mekkora tömegű vizet és telített (az elnyelető toronyról távozó) ammóniaoldatot kell elegyíteniünk, hogy 15 m³ kereskedelmi szalmiákszeszt kapjunk?*
- Hány m³ vizet és hány m³ ammóniagázt kell naponta az elnyelető toronyra adagolnunk?*
- Az elnyeletés során a torony hőmérsékletének fenntartásához hűtést vagy fűtést kell alkalmaznunk?*

5 pont

3. feladat

Az üdítőitalok készítése során gyakran alkalmaznak olajszerű aromákat, például narancsolajat a kívánt íz eléréséhez. Kellemtelen dolog, hogy ezek az olajok, mivel vízzel nem elegyednek, és kisebb a sűrűségük, mint a vízé, hosszabb állás után az üdítő tetején elkülönülnek. Ezt a stabilitási problémát az Egyesült Államokban úgy küszöbölik ki, hogy az italokhoz ún. brómozott növényolajat (BVO) is adnak (Európában ez az adalék nem engedélyezett). Ennek a szintén olajos anyagnak a sűrűsége $1,33 \text{ g/cm}^3$, így be lehet állítani, hogy a narancsolaj-BVO keverék sűrűsége megegyezzen az italéval (kb. $1,00 \text{ g/cm}^3$), és az olaj mikroszkopikus cseppjei így nem különülnek el.

BVO-t növényi olajból készítenek elemi bróm segítségével.

a) Írja fel az 1,2-dioleil-glicerinnél képződő BVO szerkezetét! A brómozási reakció során a brómot használtuk feleslegben. Jelölje csillaggal a kiralitáscentrumokat!

A Texan Gold üdítő literenként 10 mg narancsolajat tartalmaz, melynek sűrűsége $0,853 \text{ g/cm}^3$.

b) Hány mg BVO-t kell adagolnunk literenként, hogy az olajkeverék ne különüljön el az üdítőtől? (A BVO és a narancsolaj keveredése során a térfogatváltozás elhanyagolható.)

Az USA szabályai a BVO használatát 8 ppm-ben (milliomod tömegrész) maximálták.

c) Beleférünk ebbe az értékbe?

A brómbevitel komoly egészségügyi veszélyekkel járhat: ismeretes, hogy régebben nyugtatóként használták a NaBr-t. Bizonyos esetekben megfigyelték, hogy szélsőséges mértékű üdítőfogyasztás (4 liter/nap éveken át) mellett kialakulnak a „bromizmus” idegrendszeri szövődésményei.

d) Mennyi brómot (mg/liter-ben megadva) tartalmaz a b) pontnak megfelelően előállított Texan Gold, ha a BVO-n kívül nem tartalmaz más brómforrást? A BVO-t ebben a számításban vegyük teljesen brómozott dioleil-glicerinné.

8 pont**4. feladat**

A nyolcatomos kénmolekulában egy vagy több kénatomot más atomra (vagy atomcsoportra) cserélve stabil vegyületek állíthatók elő. Egy kísérletben az X „szubsztituens” beépülését vizsgálták a kénmolekulába. Az S_2Cl_2 reakciója egy megfelelő reagenssel több ilyen, a kénmolekulával analóg jellegű terméket adott, amelyek a beépült X „szubsztituensek” számában, ill. pozíciójában különböztek. Az egyiket ezek közül izolálták, és 93,73 tömegszázalék kéntartalmat mértek benne.

a) Mi lehet az X?

b) Összesen elvileg hányféle termék képződése várható (az izomereket is beleértve), ha az X szubsztituensek szomszédos helyzetben nem fordulhatnak elő? Rajzolja fel szerkezetüket!

6 pont**5. feladat**

A humboldtin nevű ásvány egy fém kristályvizes oxalátja, kristályvíztartalma 20,03 m/m%. Ebből az ásványból 210,0 mg-ot megfelelő oldást követően $0,05002 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú KMnO_4 -oldattal titrálunk kénsavas közegben. A fogyás $14,00 \text{ cm}^3$.

Határozza meg számítással, milyen fémeket tartalmaz az ásvány!

Ismert, hogy a KMnO_4 savas közegben az oxálsavat CO_2 -ig oxidálja Mn^{2+} keletkezése közben. A savas KMnO_4 -oldat emellett több fémiont is képes oxidálni, ha az nem a legoxidáltabb formájában van jelen.

8 pont

6. feladat

Kálium-nitrátot is tartalmazó, 100 cm^3 térfogatú ezüst-nitrát-oldatot elektrolizálunk két rézelektród között állandó áramerősség mellett. Az elektrolízist huzamosabb ideig folytatjuk, és közben mérjük a katódként használt rézlemez tömegét. Gázfejlődést egyik elektródon sem tapasztaltunk. Néhány mérési eredményt tartalmaz a következő táblázat.

eltelt idő / perc	a katód tömege / g
0	8,500
15	8,903
30	9,306
45	9,528
60	9,647
75	9,766

- a) Írja fel az anódon, ill. a katódon lejátszódó folyamat(ok) egyenletét!
- b) Hogyan változik az oldat rézion-koncentrációja az elektrolízis alatt?
- A) Mindvégig nulla marad.
- B) Folyamatosan és egyenletesen nő, bármeddig is folytatjuk az elektrolízist.
- C) Egy ideig egyenletesen nő, majd állandó marad.
- D) Egy ideig egyenletesen nő, majd csökken.
- E) Egy ideig egyenletesen nő, majd eltérő sebességgel, de egyenletesen nő.
- c) Mennyi volt az eredeti oldat AgNO_3 -koncentrációja?
- d) Mekkora áramerősséggel végeztük az elektrolízist?
- e) Ha a 60. perc után a rézanódot platinára cserélnénk, és az elektrolízist változatlan áramerősséggel folytatnánk, mennyi idő múlva fogynának el az oldatból a fémionok?
- f) Mekkora volt a 60. percben kicserélt rézanód tömege, ha az elektrolízis kezdetekor $8,500\text{ g}$ volt?

10 pont

7. feladat

A jodometria egyik alkalmazása a víztartalom Karl Fischer-féle meghatározása. A meghatározás alapja a kén-dioxid jóddal történő oxidációja, amely csak víz jelenlétében játszódik le (az oxidációs termék ebben az esetben SO_3).

a) *Írja fel a lejátszódó reakció egyenletét!*

A módszer során oldószerként vízmentes metanol szolgál, a mérőoldat metanolban oldott kén-dioxid és jód, ezen kívül nagy feleslegben piridint is tartalmaz.

b) *Mi lehet a szerepe a piridinnak a reakcióban?*

A végrehajtandó mérési feladat ecetsavval szennyezett etanol ecetsavtartalmának meghatározása volt. Az ecetsav és az etil-alkohol reakcióba lép egymással, a reakció kvantitatív végbemeneteléhez BF_3 katalizátor szükséges.

c) *Adja meg az ecetsav és az etil-alkohol között lejátszódó reakció egyenletét!*

A mérés során 3,1508 g szennyezett etanolmintából BF_3 hozzáadása után 100,0 cm^3 törzsoldat készült, ennek 10,00 cm^3 -es részleteit 0,0100 mol/dm^3 jódtartalmú Karl Fischer-oldattal titrálva, az átlagos fogyás 6,05 cm^3 .

d) *Határozza meg, hogy a vizsgált etanolmintát hány m/m%-nyi ecetsav szennyezte!*

6 pont

8. feladat

A kénsav első lépésben erős sav. A második lépésben közép-erős savnak tekinthető, a savállandója: $K_s(\text{HSO}_4^-) = 1,02 \cdot 10^{-2}$.

Két kénsavoldatot vizsgálunk.

Az első (c_1 koncentrációjú) kénsavoldatban a savból származó kétféle anion koncentrációja azonos.

a) *Mekkora az oldat pH-ja és koncentrációja?*

A második (c_2 koncentrációjú) kénsavoldathoz 2,0 mol/dm^3 -es sósavat csepegtetünk. A keletkező oldatban a savakból származó mindhárom anion koncentrációja megegyezik.

b) *Mekkora lesz az így keletkező oldat pH-ja?*

c) *Számítsa ki a kénsavoldat koncentrációját és az 1,0 dm^3 -éhez adagolt sósav térfogatát! (A savoldatok elegyedése során a térfogatok összeadhatók.)*

d) *Mennyi volt a kiindulási kénsavoldat pH-ja?*

11 pont

V Á L A S Z L A P

1.		<i>kötésszög</i>	<i>nő</i>	<i>csökken</i>	<i>nem változik</i>
	ammóniamolekula protonálódása	H – N – H			
	etén hidrogénaddíciója	H – C – H			
	kén-dioxid oxidációja kén-trioxiddá	O – S – O			
	oxóniumion képződése vízmolekulából	H – O – H			
	grafit katalitikus átalakulása gyémánttá	C – C – C			

2.	a)	b)	c)	d)	e)
----	----	----	----	----	----

3.		4.	legnagyobb:	legkisebb:
----	--	----	-------------	------------

5.	a)	b)
----	----	----

6. a)		Igaz	Hamis
	A berendezésben a magnéziumszalag az anód.		
	A folyamat során a magnézium oxidálódik, a réz pedig redukálódik.		
	Az áramkörben akkor is folya áram, ha a rézlemez ezüstlemezre cserélnénk.		
	Az áramkörben akkor is folya áram, ha a magnéziumot ezüstre cserélnénk.		
	A berendezés működése közben hidrogéngáz képződik.		

b)	
----	--

7.	a)		
	b)	c)	d)
	e)		
	f)		
	g)		
	h)	i)	
	j)	k)	
	l) $n(\text{Ag}^{2+}) : n(\text{Ag}^{3+}) =$		m)

8.

	$C_3H_6Cl_2$	C_3H_6ClBr
Konstitúciós izomerek száma		
Közülük hány királis?		

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			
8. feladat			
Összpontszám			

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