



2018/2019. tanévi
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny
második forduló

KÉMIA
I. 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. Állítsa kötőszögek szerinti növekvő sorba a következő molekulákat és összetett ionokat! Szükség esetén jelölje az egyenlőséget is!



2 pont

2. A különösen veszélyes kék azbeszt kémiai összetétele: $\text{Na}_2\text{Fe}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$.

1 mol ásványban hány mol található a vas különféle oxidációs állapotaiból?

2 pont

3. Ebben a feladatban olyan molekulákat és összetett ionokat sorolunk fel, amelyek egyetlen nitrogénatomot tartalmaznak.

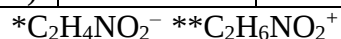
Állapítsa meg, hogy

a) a nitrogénatomhoz hány atom kapcsolódik közvetlenül;

b) a nitrogénatom és a hozzá közvetlenül kapcsolódó atomok egy síkban helyezkednek-e el!

A táblázat a) sorába tehát egy számot, a b) sorába pedig S (síkban) vagy NS (nem síkban) rövidítést kell írnia értelemszerűen.

	metil-amin	formamid	glicinátion*	glicíniumion**	salétromossav	pirrol
a)						
b)						



6 pont

4. Jól ismertek azok a kísérletek, amelyek során egy fémsó oldatához valamilyen elemi fém adnak, és annak felületén fémbevonat képződik. Sokszor ezzel egyidejűleg a kiindulási fémsóoldat színe is változik.

a) Az alábbi fémek közül melyekkel lehet réz(II)-szulfát-oldatból fémrezt kinyerni? Sorolja fel a vegyjeleket!

cink, ezüst, vas, nikkel, arany

b) Ezüst-nitrát-oldatba merítünk egy fémtárgyat, és annak felületén fémbevonat képződése figyelhető meg, az oldat pedig színes lesz. Mely fém(ke)t használhattuk az alábbiak közül? Sorolja fel a vegyjel(ek)et!

cink, ezüst, réz, nikkel, arany

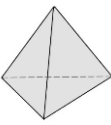
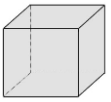
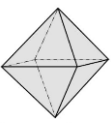
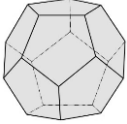
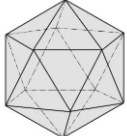
c) Előfordul, hogy egy ilyen kísérlet nem a várt eredményt adja. Keressen magyarázatot a következő esetekre:

c1) Alumínium-klorid-oldatba magnéziumdarabot teszünk. Fémbevonat helyett intenzív buborékképződés figyelhető meg. Írja fel a lejátszódó reakció ioneqyenletét!

c2) Króm(III)-klorid-oldatba cinkforgácsokat teszünk. Fémbevonat egyáltalán nem képződik a cink felületén, viszont az oldat eredeti zöld színe lassan kékre változik. Írja fel a lejátszódó reakció ioneqyenletét!

5 pont

5. Az alábbi táblázat az ún. platóni szabályos (egybevágó szabályos sokszögekkel határolt) testeket tartalmazza. *Döntse el, hogy elvileg létezhet-e telített szénhidrogén a megadott szénvázsal! A szénhidrogén összegképletét vagy N betűt írjon a táblázatba!*

Tetraéder		
Kocka (hexaéder)		
Oktaéder		
Dodekaéder		
Ikozaéder		

4 pont

6. Az alábbi oldatok mindegyikéhez 10,0 mg NaOH-ot adagolunk (miközben a térfogat gyakorlatilag változatlan). Melyik esetben lesz a legnagyobb, ill. a legkisebb a pH-változás?

- A) 100 cm³ pH=1,00 HCl-oldat
- B) 100 cm³ pH=2,00 HCl-oldat
- C) 100 cm³ pH=3,00 HCl-oldat
- D) 100 cm³ pH=9,00 NaOH-oldat
- E) 100 cm³ pH=10,00 NaOH-oldat
- F) 100 cm³ pH=11,0 NaOH-oldat

4 pont

7. A klórprofám egy csírázásgátló gyomirtószer, amit széles körben használnak arra is, hogy meggátolják a krumpli tárolás közbeni kicsírázását.
A klórprofám a szénsav és a meta-klóranilin monoamidja. A szénsav másik hidroxilcsoportját izopropil-alkohol észteresíti.

a) *Rajzolja fel a klórprofám konstitúcióját!*

b) *Mi a klórprofám összegképlete?*

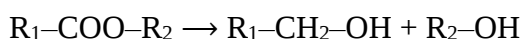
A klórprofám víz (akár talajnedvesség, akár pára) hatására lassan ártalmatlan anyagokká bomlik. (Ez nagyon fontos, hiszen a krumplit megesszük, illetve a talajba egy év múlva vetni kell.) A három bomlástermék közül kettő hamar eltűnik a krumpliból, és csak egy jelenléte mutatható ki még viszonylag hosszabb idő elteltével is, utalva arra, hogy a krumplit korábban klórprofámmal kezelték.

c) *Írja fel a klórprofám hidrolízisének egyenletét!*

d) *Mi a hosszabb idő után is kimutatható bomlástermék? Adja meg a nevét!*

4 pont

8. Észterek redukív hasításának nevezhetjük azt a folyamatot, melynek során a megfelelő primer alkoholok képződnek a kiindulási észterből:



Redukálószer lehet elemi nátrium, etanol (vagy más alkohol) jelenlétében. A reakció körülményei között a nátrium és alkohol közönségesen várt reakciója jóval lassabb, mint a redukív hasítás, nem szükséges vele foglalkozni.

a) *Mi lenne ez a reakció? Írja fel az egyenletét (etanol használata esetén)!*

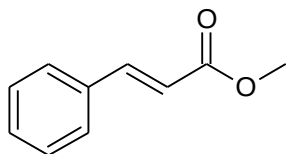
b) *A fenti séma szerint 1 mol észter redukív hasításához hány mol nátrium szükséges?*

Érdekes, hogy míg az észtercsoporttal konjugált helyzetben lévő szén-szén kettős kötés telítődik a reakció során, addig a távolabbi szén-szén kettős kötések gyakorlatilag változatlanul maradnak.

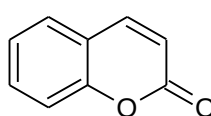
c) *Adja meg az etil-oleát nátriumos redukív hasítása termékeinek szabályos nevét!*

d) *Rajzolja fel a következő észterek nátriumos redukív hasítása termékeinek szerkezetét!*

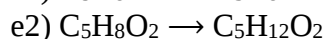
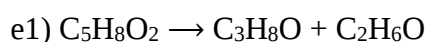
d1)



d2)



- e) *Keressen egy-egy lehetséges konstitúciót a $C_5H_8O_2$ összegképletű észterhez, ha a nátriumos redukív hasítás a megadott összegképletű termékekhez vezet!*



8 pont

II. FELADATSOR

1. feladat

Az alábbi táblázatban a telített vizes Na_2SO_4 -oldat $m/m\%$ -os sótartalma látható különböző hőmérsékleteken.

$T/^\circ\text{C}$	15	20	25	30	32,38	35	40	45
$m/m\%$	11,58	16,13	21,94	29,22	33,59	33,40	32,35	32,18

32,38 $^\circ\text{C}$ alatt $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ összetételű kristályok, 32,38 $^\circ\text{C}$ fölött viszont vízmentes Na_2SO_4 van egyensúlyban a vizes oldattal.

- Hány gramm $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ oldható fel 100 g vízben 32,38 $^\circ\text{C}$ -on?
- Hány gramm szilárd anyag kristályosodik ki, ha 200 g 45 $^\circ\text{C}$ -os telített Na_2SO_4 -oldatot 35 $^\circ\text{C}$ -ra hűtünk?
- 100 g vizet összerázunk 100 g Na_2SO_4 -tal. Mekkora lesz a szilárd fázis tömege 15 $^\circ\text{C}$ -on, ill. 45 $^\circ\text{C}$ -on az egyensúly beállta után?
- 300 g vizet összerázunk 100 g Na_2SO_4 -tal. Mekkora lesz a szilárd fázis tömege 15 $^\circ\text{C}$ -on, ill. 45 $^\circ\text{C}$ -on az egyensúly beállta után?

10 pont

2. feladat

Egy érdekes szervesetlen vegyület (**A**) kristályai napfényben sárgának, míg mesterséges fényben rózsaszínűnek látszanak. Az **A** vegyület 0,250 g-os részletét ammónium-kloriddal reagáltatjuk. 200–250 $^\circ\text{C}$ -on egy szilárd anyaghoz (**B**), továbbá ammónia és vízgőz elegyéhez jutunk. A gázokat 50,00 cm^3 0,1000 mol/dm^3 koncentrációjú sósav mérőoldatban nyeletjük el, majd a sósav feleslegét 0,0500 mol/dm^3 -es NaOH -mérőoldattal mérjük vissza: a fogyás 20,61 cm^3 .

Tudjuk, hogy **A** és **B** ún. biner vegyület, azaz két elem alkotja őket.

- Adja meg **A** és **B** vegyület összegképletét! Válaszát számolással igazolja!
- Írja fel **B** képződésének rendezett egyenletét!

8 pont

3. feladat

Egy trópusi fa kérgének kellemes, enyhén mandulára emlékeztető illatanyagának fő komponense egy olyan észter (**A**), ami egy egyértékű szerves savból és egy egyértékű alkoholból származtatható. **A**-t elégetve csak CO_2 és vízgőz keletkezik.

A vízben nem oldódik, de egy kísérletben 1,2367 g **A**-t rázogatás közben sikeresen feloldottunk 10,00 cm^3 1,000 mol/dm^3 koncentrációjú KOH -oldatban. Az oldatot fenolftalein indikátor mellett 0,500 mol/dm^3 koncentrációjú sósav mérőoldattal titráltuk, 8,35 cm^3 fogyott.

A titrálást követően az oldatot diklór-metán oldószerrel ráztuk össze. Ezt az apoláris, könnyen párologó oldószert gyakran használják arra, hogy a vízben kevésbé oldódó gyengén poláris anyagokat kioldják a vizes oldatból. Az összerázás után a víznél nagyobb sűrűségű diklór-metán-oldatot egy csapos választótölcsér segítségével különválasztjuk, és hagyjuk, hogy a diklór-metán elpárologjon. Kellemes, ismét mandulára emlékeztető illatú olaj marad vissza (**B**), melynek tömege 0,6301 g.

A vizes oldathoz ezután további 10 cm^3 6 mol/dm^3 koncentrációjú sósavat adunk: fehér, kristályos csapadék válik ki (**C**). A csapadékot kiszűrjük, és hagyjuk megszáradni. Tömege 0,7115 g-nak adódik.

B és **C** vegyület is reagál brómmal, ha katalizátorként vasport is használunk. A brómozási reakciókban egy erős sav (**D**) keletkezik, és több izomer vegyület elegye (**B'**, **C'**). Ha **B** olajat savas KMnO_4 -oldattal rázogattjuk, akkor az oldat elszíntelenedik, és egy kristályos, vízben rosszul oldódó anyag keletkezik, melyet kiszűrve és megszáritva azt tapasztaljuk, hogy az olvadáspontja megegyezik **C** olvadáspontjával.

- Rajzolja fel az **A**, **B**, **C** és **D** vegyület szerkezetét!
- Írja fel **A** KOH-oldatban való oldódásának egyenletét!
- Írja fel a **C** csapadék keletkezésének egyenletét!
- Írjon fel egy-egy lehetséges **B'** és **C'** vegyületet!

9 pont

4. feladat

A szén-dioxid megkötése gázelegekből sok esetben fontos feladat, ilyen az égéstermékek elválasztása, zárt terek (pl. tengeralattjárók) légkörének újrahasznosítása.

A sok lehetséges eljárásból az egyik, amikor KOH viszonylag tömény oldatán vezetik át a szén-dioxid-tartalmú gázelegyet.

- Írja fel a lejátszódó reakció egyenletét!

Kálium-karbonát oldatán átvezetve is megkötődik a szén-dioxid, de ez lassabb folyamat.

- Írja fel a lejátszódó reakció egyenletét!

Az utóbbi esetben viszont a kapott oldat aránylag egyszerűen regenerálható.

- Hogyan? Írjon egyenletet is!

Célravezetőnek bizonyult a szén-dioxid megkötésére és a megkötésre használt KOH-oldat regenerálására egy speciális elektrolitikus eljárás.

Ehhez KOH-oldattal töltik fel a grafit-elektrodokat tartalmazó elektrolizáló cellát. Az anód és a katód környezetét egy olyan polimer membrán választja el, amelyen a káliumionok tudnak csak átjutni. A szén-dioxidot tartalmazó gázt az anód környezetében található oldatban nyeletik el.

- Írja fel a katódon lejátszódó elektródfolyamat egyenletét!

- Milyen irányba változik a katód környezetében az oldat koncentrációja?

Az anódon eleinte csak egyféle gáz képződik, azonban az elnyeletés következtében megváltozó összetételű oldatból már egy gázelegy keletkezik az anódnál. Intenzív elnyeletés és elektrolízis esetén az anódtér kémhatása is változik, és ez hatással van az anódon fejlődő gázelegy összetételére. Ha semmilyen módon nem avatkozunk közbe (pl. a katódtérből nem vezetünk át oldatot az anódtérbe), akkor az anódon eredetileg képződő gáz részaránya lecsökken a gázelegyben, bár egy bizonyos határértéknél kisebb nem lesz.

- Milyen gáz képződik az anódon a gáz elnyeletés megindítása előtt? Írja fel képződésének egyenletét!

- Milyen irányba változik az anódtér pH-ja az elektrolízis következtében?

- Mi az a gáz, ami az elnyeletés megindítása után az előbbi mellett szintén fejlődik az anódnál? Írja fel képződésének egyenletét!

- Milyen irányba változik az anódtér pH-ja az intenzív elnyeletés következtében?

- Hány térfogatszázaléknál nem lehet kisebb a kezdetben is fejlődő gáz aránya az anódnál elektrolízis közben fejlődő gázelegyben, ha a pH-változást nem kontrollálják? Válaszát indokolja!

12 pont

5. feladat

A huntit nevű ásványt magyarországi mészkő/dolomit kőzetben kialakult barlangokban is megtalálták. Magát az ásványt a XX. század közepén nevezték el, és azonosították. Ekkor amerikai felfedezője pontos hevítéses vizsgálatokkal bizonyította kémiai összetételét: 550 °C környékén hevítve 37,5% tömegvesztést, 750 °C felett hevítve a tiszta ásványt (1) pedig 50,0% tömegvesztéssel talált.

Egy azonos összetételű ásványt már a XIX. század elején is azonosítottak több helyről, de egyértelmű lelőhely hiányában nem került be az ásványkatalógusokba. Az 1812-ben végzett, tagadhatatlanul pontatlanabb analízis során az ásvány megszáritott, némi vas-oxidos színezettséget mutató mintájából 40 szemernyit salétromsavban feloldottak (2). A fejlődő színtelen gáz mennyiségét nem tudták pontosan meghatározni, mert a teljes oldás melegítést igényelt.

A kapott salétromsavas oldathoz oxálsavat adtak, és a keletkező kis mennyiségű csapadékot leszűrték. Ezt kihevítve 1 és 1/8 szemer égetett meszet kaptak (3). A szűrletet kénsavval kezelték, ismét leszűrték a csapadékot, amit vízzel mostak, és kihevítettek. Az így kapott szilárd anyag 10 és 1/16 szemer vízmentes gipsz volt.

A leszűrt oldatot óvatosan szárazra bepárolva szabályos prizmákban keserűs kristályosodott ki. Ezt kálilúggal főzve csapadék vált le (4), amit kiszűrve és kihevítve 11 és 1/2 szemer keserűföldet kaptak.

- a) Írja fel a kémiai analízis és a hevítés során lejátszódó számozott folyamatok reakcióegyenletét!
- b) Számítással határozza meg a huntit képletét!

8 pont**6. feladat**

A hidrogén-peroxid szobahőmérsékleten is lassan bomlik oxigénfejlődés közben. Általában 30 vegyesszázalékos (helyesen fogalmazva 300 g/dm³ tömegkoncentrációjú) vizes oldatban árulják. Az oldat többnyire a bomlási reakciót lassító inhibitorokat (a katalizátorok ellentéte) is tartalmaz, de néhány hónap után így is érdemes ellenőrizni az oldat összetételét.

Egy gyors becslést jelenthet, ha a hidrogén-peroxid-mintához habképzőt és a bomlást katalizáló anyagot adunk, és megmérjük a fejlődő hab térfogatát.

1,30 cm³ mintából 112 cm³ hab fejlődött (31 °C, 100,8 kPa).

- a) Ez alapján mekkora tömegkoncentrációjú volt az eredetileg 30 vegyesszázalékos minta?

Jóval pontosabb meghatározást tesz lehetővé, ha titrálást végzünk. Egy bevett eljárás, hogy a mintából törzsoldatot készítünk, és ennek részleteit titráljuk savas permanganátoldattal. A reakcióban a hidrogén-peroxidból oxigén, a permanganátból mangán(II)-ion keletkezik.

A laboratóriumban 0,0198 mol/dm³ koncentrációjú KMnO₄-oldat áll rendelkezésünkre.

- b) Hány cm³ gyári hidrogén-peroxid-oldatból célszerű 100,00 cm³ törzsoldatot készíteni, ha a törzsoldat 10,00 cm³-es részleteit titráljuk, és legfeljebb 20 cm³ körüli fogyást várunk? Válaszát egész cm³-re kerekítve adja meg!
- c) Mekkora lenne a fogyás az előbb kiszámított bemérés esetén, ha az eredetileg 300 g/dm³ tömegkoncentrációjú minta hatóanyagtartalma már a felére csökkent?

10 pont

7. feladat

Egy-egy 1,000 dm³ térfogatú evakuált edény egyikébe (**A**) bemértünk m g HI-t, a másikba (**B**) pedig ötödannyit ($m/5$ g-ot). Az edényeket 700 °C-ra melegítettük és megvártuk, hogy beálljon az egyensúly. Ezután meghatároztuk mindkét edényben a HI disszociációfokát.

A $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$ egyenlethez tartozó koncentrációkkal kifejezett egyensúlyi állandó 700 °C-on: $K_c = 57,0$.

a) *Mi a HI disszociációfokainak aránya a két elegyben $[\alpha(\text{B})/\alpha(\text{A})]$?*

Ugyancsak m g HI-t és $m/5$ g tömegű HI-t mértünk be egy-egy 1,000 dm³ térfogatú mérőlombikba és jelre töltöttük őket desztillált vízzel. Ezután meghatároztuk mindkét oldat pH-ját. Arányuk 1,41-nek adódott.

b) *Számítsa ki m értékét!*

8 pont

V Á L A S Z L A P

1.

--

2.

--

3.

	metil-amin	formamid	glicinátion	glicíniumion	salétromossav	pirrol
a)						
b)						

4.

a)	b)
c1)	
c2)	

5.

Tetraéder	Kocka	Oktaéder	Dodekaéder	Ikozaéder

6.

Legnagyobb:

Legkisebb:

7.

a)	
b)	c)
d)	

8.

a)	b)
c)	
d1)	d2)
e1)	e2)

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