



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

**KÉMIA  
II. 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 9 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,
- ha semleges atomról van szó;
  - ha kationról van szó;
  - 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!*

- hidrogén-klorid
- kénsav
- ecetsav
- hangyasav

**2 pont**

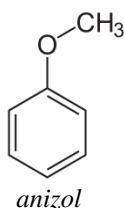
4. Az alább felsorolt anyagok 1,0-1,0 grammjához fölös mennyiségű tömény sósavat öntünk:

- kalcium-karbonát
- rézforgács
- szilárd  $\text{KMnO}_4$
- szilárd vas(II)-szulfid
- szilárd  $\text{Na}_2\text{SO}_3$
- magnéziumforgács
- szilárd kalcium-hidroxid

- Melyik esetben nem történik gázfejlődés?
- Melyik esetben fejlődik színtelen, szagtalan gáz?
- Melyik esetben fejlődik a legnagyobb térfogatú gáz? (A gázok hőmérsékletét és nyomását tekintjük 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?

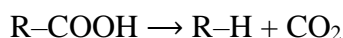
**5 pont**

6. A piroszőlősav (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**) főlegben vett brómmal reagáltatva 2,2-dibróm-propánsav (**B**) keletkezik, mely NaOH-dal reagáltatva egy köztiterméken (**C**) keresztül vízvesztéssel alakul piroszőlősavvá.
- 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 salétromsavoldattal próbálkozni, mert egy robbanásveszélyes anyag keletkezik. *Rajzolja fel ennek az anyagnak a konstitúcióját!*

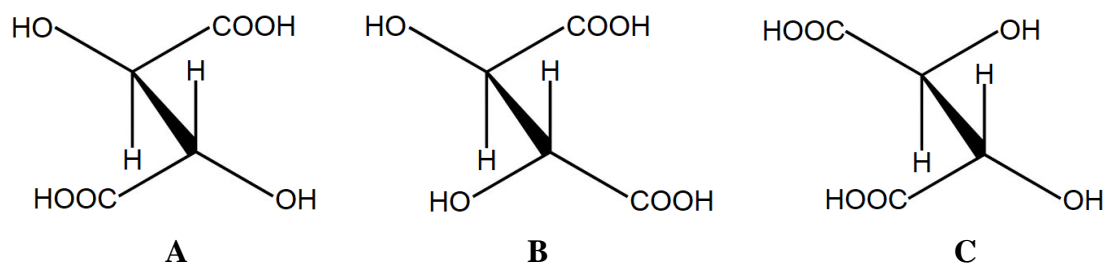
A piroszőlősav megfelelő körülmények között ún. dekarboxileződési reakcióban vesz részt, melynek lényege vázlatosan a következő:



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

A piroszőlősav előállításának „klasszikus” módja az, hogy szőlősav 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 szőlősav pirolízisével állították elő.) A távozó gázok a készülék hosszú nyakában lehűlnek, a magas forráspontú folyadékok gőzei kondenzálnak. A retortából a piroszőlősav cseppjei távoznak, amit felfogunk.

Ha a szőlősav név nem ismerős, az nem véletlen. E régies elnevezés ugyanis egy keveréket, mégpedig a borkősav (2,3-dihidroxi-butándisav) két enantiomerjének 1:1 arányú (ún. racém) elegyét takarja. A helyzetet bonyolítja, hogy a borkősavnak 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. Vizsgálja meg a táblázatban felsorolt molekulákat az alábbi szempontok alapján:

a) Van-e a molekulának szimmetriaközéppontja, azaz olyan pontja, amelyre való középpontos tükrözés a molekulát önmagába viszi? A van, illetve nincs szavak valamelyikével válaszoljon!

b) Síkszimmetrikus-e a molekula, azaz van-e belső tükörsíkja (szimmetriasíkja)? A belső tükörsík olyan sík, amelyre a tükrözés a molekulát önmagába viszi. A táblázat megfelelő oszlopába a szimmetriasíkok számát írja be; ha a molekulának nincs szimmetriasíkja, akkor írjon 0-át!

c) Vannak-e a molekulának forgástengelyei? Ha igen, milyen és hány?  $C_n$  jelű forgástengellyel rendelkezik a molekula, ha van olyan egyenes, amely körül  $360^\circ/n$  (ahol  $n$  1-nél nagyobb egész számot jelöl) fokos forgatás a molekulát önmagába viszi. Jelölje a táblázatban a forgástengely(ek) típusát és számát is!

Példa: a  $\text{HCHO}$  molekula nem rendelkezik szimmetriacentrummal, két szimmetriasíkja van (az egyik az, amely tartalmazza a molekula összes atomját, a másik az erre merőleges, a  $\text{C}=\text{O}$  kötést magában foglaló sík), valamint 1 db  $C_2$  tengellyel rendelkezik (a  $\text{C}=\text{O}$  kötés egyenese).

Töltse ki a táblázatot a válaszlapon az itt megadott példának megfelelően!

Molekula	Van-e szimmetriaközéppont?	Szimmetriasíkok száma	Forgástengelyek jele és darabszáma
<i>HCHO</i>	<i>nincs</i>	<i>2</i>	<i>C<sub>2</sub>: 1 db</i>
H <sub>2</sub> O			
NH <sub>3</sub>			
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (benzol)			
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>			

**6 pont**

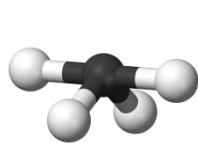
8. Az interhalogének a halogének egymással alkotott vegyületei. Többféle összetételben ismertek, az ún. biner interhalogének XY<sub>n</sub> összegképlettel jellemezhetők.

- a) Mennyi lehet *n* értéke, ha *X* a fluor?
- b) Milyen értékeket vehet fel *n* értéke, ha az *X* a jód, és a molekula nem tartalmaz párosítatlan elektront?
- c) A folyékony interhalogénekben a víz autoprotolíziséhez hasonló, de hidrogénion helyett egyszerű halogenidion átadásával járó elektrolitos disszociációs folyamatok játszódnak le. Emiatt kémiai szintézisekben alkalmasak nemvizes, de ionos típusú oldószernek.

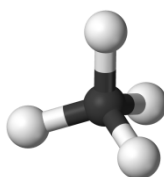
Írja fel a BrF<sub>3</sub> öndisszociációjának egyenletét!

d) A 4, ill. 5 ligandumot tartalmazó interhalogén-molekulák, ill. összetett ionok alakja jól megjósolható a vegyértékelektronpár-taszítási elmélet alapján. *Döntse el, hogy milyen a megadott molekulák, ill. összetett ionok téralkata! A megfelelő ábra betűjelével válaszoljon!*

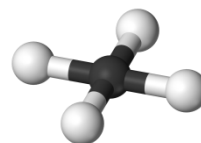
BrF<sub>4</sub><sup>-</sup>, BrF<sub>4</sub><sup>+</sup>, ClF<sub>5</sub>



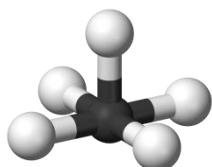
**A**



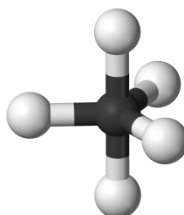
**B**



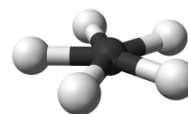
**C**



**D**

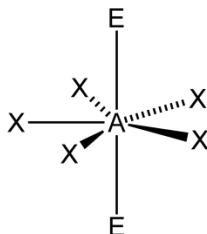


**E**

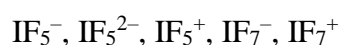


**F**

- e) Kevés olyan összetett iont ismerünk, amely síkötszög geometriájú. Egy interhalogén ion azonban ilyen térszerkezetű. A vegyértékelektronpár-taszítási elméletből következő elrendeződés úgy jön létre, hogy a központi atom két nemkötő elektronpárja egy pentagonális bipiramis szemközti csúcsain helyezkedik el, míg a ligandumok így egy szabályos ötszög csúcsaira kerülnek.



*Az alábbiak közül melyik összetett ionnak ilyen a téralkata?*



**7 pont**

9. Vízmentes réz(II)-foszfát előállítására nem igazán alkalmas módszer réz(II)- és foszfáttartalmú oldatok összeöntése. Vízmentes körülmények között, ammónium-hidrogén-foszfát és réz(II)-oxid magas hőmérsékleten lejátszódó szilárd fázisú reakciójában azonban előállítható az anyag.

a) *Írja fel a reakció egyenletét!*

A réz(I)-foszfát előállítása jóval problémásabbnak tűnik. Felmerült ötletként, hogy réz(II)-ionokból és hipofoszforsavból ( $\text{H}_3\text{PO}_2$ ) kellene kiindulni, ugyanis a hipofoszforsav erős redukálószerként talán réz(I)-gyé redukálná a réz(II)-ionokat, miközben maga foszfáttá oxidálna. Ezzel lehetőség nyílna a réz(I)-foszfát képződésére, amely várhatóan csapadékként leválna.

b) *Írja fel ennek a réz(I)-foszfátig vezető hipotetikus reakciónak az egyenletét!*

Valójában sajnos más történik a fent körülírt esetben. Sötét színű csapadékként  $\text{CuH}$  összetételű anyag válik le, és a hipofoszforsav foszforsavvá ( $\text{H}_3\text{PO}_3$ ) oxidálódik.

c) *Írja fel a reakció egyenletét!*

A réz-hidrid már bő másfél évszázada ismert, eléggé instabil anyag. Néhány évvel ezelőtt egészen egyszerű szintézisét fedezték fel. Réz(II)-ionokat tartalmazó vizes oldatot ultrahanggal megfelelő módon kezelve  $\text{CuH}$ -csapadék képződik. Az ultrahang hatására ugyanis a vízmolekulák disszociációjával hidrogénatomok képződnek, melyek redukálják a réz(II)-ionokat.

d) *Írja fel a réz(II)-ionok és a hidrogénatomok reakciójának egyenletét!*

**8 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 tekintszen 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 meglepő módon lebegni fog a pohár alja felett.

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

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

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. A térfogatváltozástól eltekinthetünk.

*Hány gramm NaOH-ra van szükség, ha a sav*

a) *malonsav (propándisav);*

b) *foszforsav?*

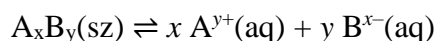
A savállandók:

malonsav:  $K_1 = 1,48 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_2 = 2,04 \cdot 10^{-6}$

foszforsav:  $K_1 = 7,5 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_3 = 2,2 \cdot 10^{-13}$

**10 pont****6. feladat**

Egy vízben rosszul oldódó,  $A_xB_y$  összegképletű vegyület esetén az alábbi oldódási egyensúly írható fel:



Ennek a folyamatnak az egyensúlyi állandóját (figyelembe véve, hogy az egyenlet bal oldalán szilárd anyag szerepel) nevezzük oldhatósági szorzatnak:

$$L(A_xB_y) = [A^{y+}]^x \cdot [B^{x-}]^y,$$

ahol [ ] az adott ion telített oldatbeli egyensúlyi koncentrációját jelöli.

a) A telített ezüst-szulfát-oldat koncentrációja  $1,59 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ . Adja meg az ezüst-szulfát oldhatósági szorzatának értékét!

Telített ezüst-szulfát-oldat  $1,00 \text{ dm}^3$ -éhez állandó keverés közben szilárd kalcium-kloridot adagolunk, miközben a térfogatváltozás elhanyagolható.

b) *Elvileg mekkora tömegű só hozzáadását követően jelenik meg csapadék?*

c) *Mekkora tömegű só hozzáadását követően lesz kétféle csapadék is a rendszerben?*

$L(\text{AgCl}) = 1,80 \cdot 10^{-10} \text{ (mol/dm}^3)^2$ ;  $L(\text{CaSO}_4) = 1,20 \cdot 10^{-6} \text{ (mol/dm}^3)^2$

**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. 

<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. Molekula	Van-e szimmetriaközéppont?	Szimmetriasíkok száma	Forgástengelyek jele és darabszáma
H <sub>2</sub> O			
NH <sub>3</sub>			
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (benzol)			
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>			

8. 

a)	b)	c)
d) BrF <sub>4</sub> <sup>-</sup> :		BrF <sub>4</sub> <sup>+</sup> :
		ClF <sub>5</sub> :
e)		

9. 

a)
b)
c)
d)

**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			
Összpontszám				

.....  
1. javító tanár

.....  
2. javító tanár

.....  
3. javító tanár