

Kódszám:



OKTATÁSI HIVATAL

**A 2021/2022. tanévi  
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny  
Döntő forduló**

**Kémia II. kategória  
1. feladat  
Budapest, 2022. március 19.**

*A feladat elvégzésére és a válaszlap kitöltésére összesen 135 perc áll rendelkezésére.  
A rendelkezésre álló eszközök és anyagok listája a mellékletben található.  
A kiadott eszközökön kívül kizárólag számológép és toll használható. Az eszközöket újr felhasználás esetén szükség szerinti alaposággal mosogassa el! Egy eszköz vagy anyag pontlevonás nélkül pótolható, a továbbiakért a teljes forduló pontszámából veszít 1-1 pontot  
A kódszámát minden lapra írja rá!*

**Lugol-oldat kvantitatív analízise**

A kálium-jodidos jódoldatot gyakran úgy használják, mintha a vízben egyébként rosszul oldódó elemi jód vizes, fertőtlenítő hatású oldata lenne. Bár az oldatban a jodidionokból és jódból egyensúlyi folyamatban trijodidion ( $I_3^-$ ) és más polijodidok keletkeznek, minden további nélkül külön-külön is meg lehet határozni a két összetevő mennyiségét, sőt a Lugol-oldat összetételét célszerű is  $I_2 + KI$  tartalom formájában megadni.

Egy ilyen meghatározási feladat várja ma a résztvevőket. Az oldat jodidtartalmát (argentometriásan) ezüst-nitrát-mérőoldattal, jódtartalmát (jodometriásan) pedig tioszulfát-mérőoldattal határozzák meg.

**A jodidkoncentráció meghatározásának módszere**

Az oldat analitikai pontossággal mért részletét desztillált vízzel 40-60 cm<sup>3</sup>-re hígítjuk. 5-6 csepp para-etoxi-krizoidin (PEK) indikátor hozzáadása után az oldatot ezüst-nitrát-mérőoldattal titráljuk. A titrálás során a csapadék felületére adszorbeálódott indikátor színe vörös, majd a végpontban sárga színre vált. Ekkor a csapadék hirtelen kiülepedése is megfigyelhető.

*Írja fel a titrálás rendezett ionegyenletét!*

*1 pont*

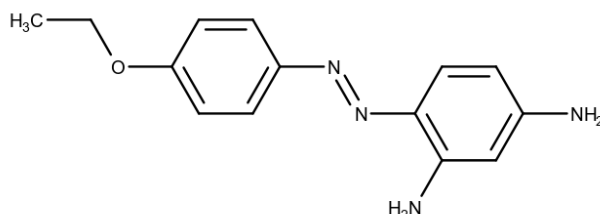
Az Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyek megvalósulását az NTP-TMV-M-21-A0002 projekt támogatja



A para-etoxi-krizoidin indikátor szokatlan módon jelzi a végpontot. Általában az indikátor ugyanis a titrálási reakció típusának megfelelő folyamatban vesz részt (jelen esetben ez csapadékképzés lenne).

A para-etoxi-krizoidin azonban sav-bázis indikátor, a színváltozást sav-bázis folyamat (protonálódás vagy deprotonálódás) okozza. Átcsapási pH-tartománya: 4,3 – 5,8.

Karikázza be a PEK képletén azokat a csoportokat, amelyek vizes oldatban sav-bázis folyamatban vehetnek részt!



1 pont

A csapadékok felületén elsősorban a csapadék saját ionjai kötődnek meg. A leírt titrálás során az AgI felületén jobbra a feleslegben levő (negatív) jodidionok adszorbeálódnak. Ennélfogva a pozitív töltésű PEK ionok is megkötődnek a csapadékon. A titrálás végpontjában elfogy a jodidion, a csapadékrészecskék felülete semleges lesz, amin viszont a töltés nélküli PEK molekulák adszorpciója kedvezőbb, ezért változik a csapadék színe. A töltés nélküli részecskék között megszűnik a taszító kölcsönhatás, ezzel magyarázható a hirtelen leülepedés.

A fentiek alapján válaszolja meg a következő kérdéseket!

Milyen színű a PEK indikátor 4,3 pH alatt?

Milyen színű a PEK indikátor 5,8 pH fölött?

1 pont

### A jódkoncentráció meghatározásának módszere

A minta analitikai pontossággal mért részletét 40-60 cm<sup>3</sup>-re hígítjuk és nátrium-tioszulfát-mérőoldattal titráljuk. Amikor az oldat már halvány-sárga, 8-10 csepp keményítő indikátort adunk hozzá, és a kék szín eltűnéséig titráljuk.

A jód és tioszulfátion (S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup>) reakciója során tetracionátion (S<sub>4</sub>O<sub>6</sub><sup>2-</sup>) és jodidion keletkezik. Írja fel a rendezett ioneqyenletet!

1 pont

### Az ismeretlen oldat vizsgálata

A kapott mintaoldat kb. 1,1 g/dm<sup>3</sup> koncentrációjú jódra [M(I<sub>2</sub>) = 253,8 g/mol] és 7,2 g/dm<sup>3</sup> koncentrációjú kálium-jodidra [M(KI)=166,0 g/mol] nézve. A tioszulfát-mérőoldat 0,1 mol/dm<sup>3</sup>, az ezüst-nitrát-mérőoldat 0,05 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú.

Az egyes meghatározások indikátorai nem zavarják a másik mérést.

Milyen sorrendben érdemes és célszerű elvégezni a titrálásokat? Válassza ki a helyes betűjelet, majd válaszát indokolja meg!

- A) Ugyanazon oldatot először tioszulfát-, majd  $\text{Ag}^+$ -mérőoldattal titráljuk.  
B) Ugyanazon oldatot először  $\text{Ag}^+$ -, majd tioszulfát-mérőoldattal titráljuk.  
C) A mintaoldat egy részletét tioszulfát-, egy másik részletét pedig  $\text{Ag}^+$ -mérőoldattal titráljuk.

Indoklás:

2 pont

Érdemes arra is figyelni, hogy az egyes titrálásokban keletkező termékek reakcióba léphetnek a másik mérőoldattal. A tetracionátionok nem reagálnak.

Írja fel a két lehetséges reakció egyenletét!

2 pont

A két mérőoldat között is lehetséges reakció, erről sem szabad elfeledkezni.

Mire kell figyelni, hogy ez a reakció ne zavarja meg a mérést?

1 pont

A minta és a mérőoldatok koncentrációja nem feltétlenül megfelelő a mérés pontos elvégzéséhez, így lehet, hogy vagy a minta-, vagy egyik, esetleg mindkét mérőoldatot hígítani kell.

A titrálások során fontos szempont, hogy a végpontig szükséges mérőoldat térfogata ne legyen se túl kevés (pl.  $1-2 \text{ cm}^3$ ), se pedig nagyobb a buretta térfogatánál. Mivel a burettánk  $25 \text{ cm}^3$ -es, ideális esetben  $20 \pm 5 \text{ cm}^3$  a mérőoldat fogyása.

Számítsa ki, hogy milyen koncentrációjú mérőoldatokkal kell titrálni, hogy kb.  $20 \text{ cm}^3$  legyen a fogyás mindkét esetben  $20 \text{ cm}^3$  térfogatú mintaoldalatra! Kerekítse a legközelebbi olyan koncentrációra, amit a rendelkezésre álló eszközökkel pontosan el lehet készíteni!

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -mérőoldat szükséges koncentrációja:

$\text{AgNO}_3$ -mérőoldat szükséges koncentrációja:

4 pont

Melyik oldatot kell meghígítani?

	Hányszorosára?
Minta	
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -mérőoldat	
AgNO <sub>3</sub> -mérőoldat	

1 pont

Mely eszközöket használja a hígításhoz? Ha többet is hígít, az eszköz neve mellé írja oda a számot, amelynek a hígításához használta: minta: 1.; tioszulfát: 2; ezüst: 3.

100 cm <sup>3</sup> mérőlombik
200 cm <sup>3</sup> mérőlombik
100 cm <sup>3</sup> főzőpohár
25 cm <sup>3</sup> főzőpohár
50 cm <sup>3</sup> mérőhenger
100 cm <sup>3</sup> -es titrálólombik
5 cm <sup>3</sup> pipetta
10 cm <sup>3</sup> pipetta
20 cm <sup>3</sup> pipetta
büretta

2 pont

Hogyan végezte a hígítást?

--

Végezze el a titrálásokat! A korábban megadott tájékoztató értékektől való eltérés akár ±20 % is lehet!

Jegyezze le a felhasznált mérőoldat-térfogatokat!

	AgNO <sub>3</sub> -mérőoldattal	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -mérőoldattal
Mérőoldat pontos koncentrációja		
Titrált mintatérfogat		
Mért fogyások		
Elfogadott fogyás (átlag)		

Pontosság:

16+16 pont

Mennyi az eredeti (kiadott) mintaoldat bemérési I<sub>2</sub>- és KI-koncentrációja?

I <sub>2</sub> -koncentráció:	g/dm <sup>3</sup>
KI-koncentráció:	g/dm <sup>3</sup>

2 pont

**MELLÉKLET****Eszközök és anyagok listája**

## Eszközök:

- kesztyű (a laboratóriumban kitéve különböző méretekben)
- védőszemüveg (a laboratóriumban kitéve)
- 25 cm<sup>3</sup>-es büretta
- fehér csempe
- 25-50-100 cm<sup>3</sup>-es főzőpoharak
- 100,0 cm<sup>3</sup>-es mérőlombik
- 200,0 cm<sup>3</sup>-es mérőlombik
- 50,0 cm<sup>3</sup>-es mérőhenger
- 3 db 100 cm<sup>3</sup>-es titráló lombik
- 400 cm<sup>3</sup> főzőpohár
- 5,00, 10,00, 20,00 cm<sup>3</sup>-es kétjelű pipetta
- alkoholos filc
- pipettázó labda
- cseppentő 1 db
- papírvatta

## Vegyszerek:

- desztillált víz spriccflaskában
- 100 cm<sup>3</sup> 0,1 M tioszulfát-mérőoldat (rajta a pontos koncentráció)
- 100 cm<sup>3</sup> 0,05 M ezüst-nitrát-mérőoldat (rajta a pontos koncentráció)
- keményítő indikátor
- para-etoxi-krizoidin indikátor, PEK
- mintaoldat csiszoltdugós Erlenmeyer-lombikban, a versenyző sorszámával



OKTATÁSI HIVATAL

**A 2021/2022. tanévi  
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny  
Döntő forduló**

**Kémia II. kategória  
2. feladat  
Budapest, 2022. március 19.**

*A feladat elvégzésére és a válaszlap kitöltésére összesen 105 perc áll rendelkezésére.*

*A rendelkezésre álló eszközök és anyagok listája a mellékletben található.*

*A kiadott eszközökön kívül kizárólag számológép és toll használható. Az eszközöket újr felhasználás esetén szükség szerinti alaposággal mosogassa el! Egy eszköz vagy anyag pontlevonás nélkül pótolható, a továbbiakért a teljes forduló pontszámából veszít 1-1 pontot A kódszámát minden lapra írja rá!*

**Sav-bázis indikátorok vizsgálata és alkalmazása különböző pH-jú oldatok  
azonosítására**

A sav-bázis indikátorok olyan gyenge savak, illetve bázisok, amelyeknek a protonált és a deprotonált formája különböző színű. Mivel az egyes indikátorok más-más erősségű savak (ill. bázisok), így a különböző indikátorok esetében a színváltozás is más-más pH-n történik. Előfordul tehát, hogy egy adott pH-jú oldatban az egyik indikátor a „savas színét” mutatja, a másik pedig a „lúgosat”. Ebben a feladatban négy indikátort kell átcsapási pH-juk szerint sorba rendezni, és a segítségükkel nyolc vegyület oldatát azonosítani. Az indikátorok között van egy olyan is, amelyik két különböző pH-n is színt vált!

**Adatok**

aszorbinsav:  $K_{s1} = 9,1 \cdot 10^{-5}$

borkősav:  $K_{s1} = 9,3 \cdot 10^{-4}$        $K_{s2} = 3,5 \cdot 10^{-5}$

bórsav:  $K_{s1} = 7,2 \cdot 10^{-10}$

foszforsav:  $K_{s1} = 7,5 \cdot 10^{-3}$        $K_{s2} = 6,2 \cdot 10^{-8}$        $K_{s3} = 2,2 \cdot 10^{-13}$

oxálsav:  $K_{s1} = 5,9 \cdot 10^{-2}$        $K_{s2} = 6,5 \cdot 10^{-5}$

A feladat megoldásához nincs szüksége az adatokkal végzett pontos számításokra!

Az Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyek megvalósulását az NTP-TMV-M-21-A0002 projekt támogatja



**Kísérletek**

Négy, nagybetűvel jelölt kis kémcsőben a négy indikátor alkoholos oldata van. Mindegyikhez tartozik egy műanyag pipetta. Az indikátoroldatok töménysége olyan, hogy egy csepp indikátoroldat több  $\text{cm}^3$  oldat megfestéséhez elegendő.

Nyolc számozott kis lombikban található ismeretlen sorrendben az alábbi nyolc vegyület  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú vizes oldata. Az egyes lombikokhoz szintén tartozik egy-egy térfogatosztással ellátott műanyag pipetta.

aszorbinsav	borkősav	bórsav	dinátrium-hidrogén-foszfát
foszforsav	nátrium-hidroxid	oxálsav	trinátrium-foszfát

Az oldatok azonosításához és a kérdések megválaszolásához a fenti oldatokon kívül csak sósavat (szintén  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú) és desztillált vizet, valamint az asztalon található eszközöket használhatja.

*Foglalja össze az alábbi táblázatban, hogy milyen kísérleteket végzett az indikátorokkal, és mit tapasztalt bennük! Csak a szükséges számú sort töltsé ki!*

Sorszám	Indikátor jele	Vizsgált oldat	Tapasztalt szín
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			

Sorszám	Indikátor jele	Vizsgált oldat	Tapasztalt szín
21.			
22.			
23.			
24.			
25.			
26.			
27.			
28.			
29.			
30.			
31.			
32.			
33.			
34.			
35.			
36.			
37.			
38.			
39.			
40.			
41.			
42.			
43.			
44.			
45.			
46.			
47.			
48.			
49.			
50.			
51.			
52.			
53.			
54.			

*4 pont*



**Következtetések**

*A nyolc oldat közül melyeket tudta azonosítani?*

A kémcső sorszáma	A vegyület neve vagy képlete	Hányas sorszámú mérés(ek) alapján azonosította? Magyarázza is meg!
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		

*Ha esetleg két vagy több oldat között nem tudott különbséget tenni, írja le, melyek ezek!*

A nem azonosított oldatok sorszáma	A lehetséges vegyületek neve vagy képlete

*16 pont*

Melyik betűjelű kémcsőben van az az indikátor, amelyik két pH-értéken is színt vált?

Az indikátor betűjele	Az indikátor színe		
	erősen savas oldatban	közél semleges oldatban	erősen lúgos oldatban

2 pont

Milyen a többi indikátor színe erősen savas, illetve lúgos oldatban?

Az indikátor betűjele	Az indikátor színe erősen savas oldatban	Az indikátor színe erősen bázisos oldatban

3 pont

Az alábbi táblázatban tüntesse fel az indikátorok jelét az átcsapási pH-juk szerinti növekvő sorrendben!

A legsavasabb közegben színt váltó indikátorral kezdje, és figyeljen arra, hogy a „háromszínű” indikátor kétszer szerepeljen a sorban!

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

5 pont

**MELLÉKLET****Eszközök és anyagok listája****Minden versenyzőnek:**

kémcsőállvány

4 indikátor kis kémcsőben, kis műanyag Pasteur-pipettával

8 azonosítandó oldat, kis edényben, kis műanyag Pasteur-pipettákkal

0,1 mol/dm<sup>3</sup> sósav kis edényben, kis műanyag Pasteur-pipettával

16 rövid kémcső

desztillált vizes flaska

**Asztalonként:**

gumikesztyű



