



Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny  
Kémia II. kategória

3. forduló  
1. feladat

Budapest, 2019. március 23.

**Mennyi az E250 a pácsóban?**

*A feladat elvégzésére és a válaszlap kitöltésére összesen 120 perc áll rendelkezésére. A kiadott eszközökön kívül kizárólag számológép és toll használható. Az eszközöket újrafelhasználás esetén szükség szerinti alaposággal mosogassa el!*

*Egy eszköz vagy anyag pontlevonás nélkül pótolható, a továbbiakért a teljes forduló pontszámából veszít 1-1 pontot.*

Az E250 a nátrium-nitrit élelmiszeripari jelölése. Kizárólag pácolási célra alkalmazott sóban engedélyezett a használata. Tartósítószer, a mikroorganizmusok szaporodását gátolja, és a hús élénk színének megtartását segíti elő. Ebben a feladatban pácsó nátrium-nitrit-tartalmát határozzuk meg.

### Félkvantitatív vizsgálat

Ecetsavas közegben a nitritionokból képződő salétromosav a Griess–Ilosvay-reagenssel vörös (diazo)festék képződésével reagál. Az oldat színe annál sötétebb rózsaszín (vörös), minél több nitritet tartalmaz az oldat, vagyis minél nagyobb a nitrit koncentrációja.

A reakció nagyon érzékeny, nitritszennyezés kimutatására használják. Ezért nagyon híg oldatokkal kell dolgozzunk. Viszont a szín-összehasonlítás, mint majd látjuk, csak nagyságrendi becslést ad, ún. félkvantitatív vizsgálat, ezért a műveleteket nem kell szigorú analitikai pontossággal végrehajtani. Mérőhenger, illetve cseppentő (Pasteur-pipetta) használata javasolt a szükséges térfogatok kiméréséhez.

Az összehasonlító oldatok készítéséhez a kiadott **0,05 mol/dm<sup>3</sup>** koncentrációjú nitritoldatból indulunk ki. Ebből hígítjuk a következő koncentrációsort:  
**5·10<sup>-6</sup>; 1,5·10<sup>-5</sup>; 5·10<sup>-5</sup>; 1,5·10<sup>-4</sup> és 5·10<sup>-4</sup> mol/dm<sup>3</sup>.**

Foglalja össze, hogy melyik oldatot hogyan készítette el! Tüntesse fel a számításait is!

$c$ (mol/dm <sup>3</sup> )	Az elkészítéshez használt oldat		A hozzáadott desztillált víz térfogata (cm <sup>3</sup> )
	koncentrációja (mol/dm <sup>3</sup> )	térfogata (cm <sup>3</sup> )	

Számítások:

2 pont

Mérjen a pácsómintából 50 mg-ot száraz főzőpohárba, és oldja fel 100 cm<sup>3</sup> desztillált vízben. Hat kémcsőbe mérjen 10-10 cm<sup>3</sup> desztillált vizet. Minden kémcsőhöz adjon 0,5-0,5 cm<sup>3</sup> Griess–Ilosvay-reagenst, majd mérjen hozzájuk sorban 1-1 cm<sup>3</sup> nitrit összehasonlító oldatot növekvő koncentrációban, és rázza össze. Az utolsóba a pácsó oldatából tegyen 1 cm<sup>3</sup>-t. Kézzel ne fogja be a kémcső száját, az asztalon található parafilm lehet használni a lezáráshoz. A szín kifejlődéséhez néhány percet várni kell. Ezután hasonlítsa össze a színeket és becsülje meg a pácsóoldat nitritkoncentrációját.

A kémcsöveket kérjük a tartóban hagyni! Pontozzuk ezeket is.

A szín-összehasonlítás alapján az oldat nitritkoncentrációja mol/dm<sup>3</sup>-ben:

< ismeretlen oldat <

Kísérlet és pontosság: 10 pont

A szín-összehasonlítás alapján a pácsó hozzávetőleges m/m%-os nátrium-nitrit-tartalma  
 $M(\text{NaNO}_2) = 69,00 \text{ g/mol}$

< m/m% <

3 pont

**A nitrittartalom meghatározása**

A minta nátrium-nitrit-tartalmát permanganometriásan határozhatjuk meg. A titrálás során a permanganátionok mangán(II)-ionná redukálódnak, míg a nitrition nitrátiónná oxidálódik.

*Írja fel a titrálás rendezett ionegyenletét!*

*1 pont*

A permanganometriás titrálások erősen savas közeget igényelnek. Ha nem elég savas a közeg, a permanganát redukciója csak a Mn(IV) formáig, MnO(OH)<sub>2</sub>-csapadékig megy el.

*Írja fel a semleges közegben végbemenő mellékreakció rendezett ionegyenletét!*

*1 pont*

*Ha ez a folyamat (is) végbemegy, azzal alul- vagy túlbecsüljük a nitrit mennyiségét? Válaszát indokolja!*

*2 pont*

A nitrittartalmú mintaoldatot nem szabad savanyítani, mert az instabil salétromossav képződne, amely könnyen az illékony dinitrogén-trioxiddá bomolva távozhat a rendszerből.

*Írja fel ennek a mellékreakciónak a rendezett ionegyenletét!*

*1 pont*

*A mintát megsavanyítva az előbbi mellékreakció miatt a valósnál kisebb vagy nagyobb nitrit-tartalmat mérnének? Válaszát indokolja!*

*1 pont*

A probléma kiküszöbölésének egyik módja, hogy a permanganátoldatot savanyítjuk és ezt titráljuk a mintaoldatunkkal (fordított titrálás).

A mérést a félkvantitatív vizsgálat eredménye alapján, a rendelkezésére álló eszközök figyelembevételével kell megterveznie és elvégeznie. A permanganát-mérőoldat kb. 0,02 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú. A félkvantitatív vizsgálat alapján megállapított tartomány közepére tervezze / becsülje a minta NaNO<sub>2</sub>-tartalmát. A bemért permanganátoldat térfogatát módosítani tudja az első mérés után, ha esetleg szükséges.

A bemért permanganát-mérőoldatot  $10 \text{ cm}^3$   $1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú kénsavoldattal savanyítjuk,  $20\text{-}30 \text{ cm}^3$ -re hígítjuk titrálás előtt (ha szükséges), és gyorsan titráljuk az ismeretlen oldattal. A második titrálástól kezdve a várt végpont előtt  $0,5\text{-}1 \text{ cm}^3$ -rel megállunk, és a titrálandó oldat keverése közben várunk fél-egy percet, hogy a reakció végbemenjen. Innentől cseppenként titrálunk a permanganát halvány rózsaszínének eltűnéséig.

A permanganát-mérőoldat magában sem nagyon stabil, viszont savanyítva annyira megnő a permanganát oxidálóképessége, hogy szép lassan még a vizet is oxidálja, így az oldat hatóértéke csökken. Ezért a permanganát-mérőoldatot a savanyítás után rögtön kezdjük titrálni.

*Hány  $\text{cm}^3$  fogyással és hány  $\text{cm}^3$  permanganátoldat bemérésével tervezi a mérést? Számítsa ki a pácsómintából készítendő oldat (törzsoldat) készítéséhez szükséges pácsó tömegét!*

A használni kívánt permanganát-mérőoldat térfogata: \_\_\_\_\_  $\text{cm}^3$

A titrálásban várt fogyás: \_\_\_\_\_  $\text{cm}^3$

Számított mintatömeg \_\_\_\_\_ g \_\_\_\_\_  $\text{cm}^3$  törzsoldathoz

A kapott permanganát-mérőoldat pontos koncentrációja a főzőpohárról leolvasva:

$c_{\text{m}^-}$  \_\_\_\_\_  $\text{mol/dm}^3$

*Jegyezze le a mérése során használt mennyiségeket!*

A törzsoldat készítéséhez bemért pácsó tényleges tömege: \_\_\_\_\_ g

Kapott fogyások:

V(átlag):

*Pontosság: 14 pont*

*Számítsa ki a pácóminta m/m%-os nátrium-nitrit-tartalmát!*

A minta nátrium-nitrit-tartalma: \_\_\_\_\_ m/m%

*3 pont*

A forgalomba hozott pácó maximálisan 6000 ppm nátrium-nitritet tartalmazhat. 1 ppm a minta tömegének 1 milliomodrészét jelenti.

*Megfelel-e a szabálynak az analizált pácó? Hány ppm a nátrium-nitrit-tartalma?*

*1 pont*

## MELLÉKLET

### Eszközök és anyagok listája

#### Eszközök:

- analitikai mérleg (a laboratóriumban)
- kesztyű (a laboratóriumban kitéve különböző méreteken)
- védőszemüveg (a laboratóriumban kitéve)
- kémcső 6 db
- cseppentő 8 db
- 25 cm<sup>3</sup>-es büretta
- fehér csempe
- 50 cm<sup>3</sup> főzőpohár
- 150 cm<sup>3</sup> főzőpohár 3 db
- 25 cm<sup>3</sup> Erlenmeyer-lombik 4 db
- 200,0 cm<sup>3</sup>-es mérőlombik
- 3 db 100 cm<sup>3</sup>-es titrálólombik
- 250 cm<sup>3</sup> főzőpohár kuka
- 10 cm<sup>3</sup> mérőhenger 2db
- 50 cm<sup>3</sup> mérőhenger
- 5,00, 10,00, 20,00 cm<sup>3</sup>-es kétjelű pipetta
- műanyag spatula
- kis üvegtölcsér
- alkoholos filc
- pipettázó labda
- Parafilm

#### Vegyszerek:

- desztillált víz spriccflaskában
- Griess–Ilosvay-reagens páronként
- 100 cm<sup>3</sup> permanganát-mérőoldat (rajta a pontos koncentráció)
- 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú kénsavoldat páronként
- 0,05 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú NaNO<sub>2</sub>-oldat
- pácsó

KÓDSZÁM:

---

KÓDSZÁM:

---



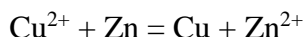


**Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny**  
**Kémia II. kategória**  
**3. forduló**  
**2. feladat**

**Budapest, 2019. március 23.**

**Redoxifolyamatok iránya**

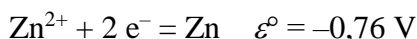
A redoxireakciókat mindig felbonthatjuk két félreakcióra: az oxidációra és a redukcióra. Például a



redoxireakció esetén a két félreakció:



Minden félreakcióhoz hozzárendelhető egy standard elektródpotenciál érték. Ezeknek az összevetése alapján jó előrejelzés adható, hogy a lehetséges redoxifolyamatok közül melyik lejátszódása várható: az alapszabály az, hogy a nagyobb standardpotenciálú rendszer oxidált alakja oxidálja a kisebb potenciálú rendszer redukált alakját.

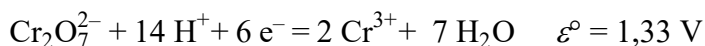


(A félreakciókat megállapodás szerint a redukció irányába szokás felírni.)

Itt tehát a  $\text{Cu}^{2+}$  oxidálni tudja a Zn-t.

Fontos tudni azonban, hogy a standardpotenciál a félreakció rendezett egyenletének megfelelő standard körülményekhez, így minden feltüntetett anyag egységnyi koncentrációjához tartozik. A konkrét esetben érvényes elektródpotenciál tehát függ az érintett részecskék koncentrációjától is.

Valamivel bonyolultabb a helyzet azoknál a félreakcióknál, amelyekben valamilyen más részecske, pl. hidrogénion is részt vesz. Ilyen pl. a dikromácion redukciója króm(III)-ionná:



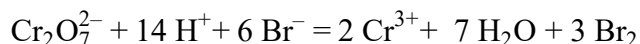
Ilyenkor ugyanis a hidrogénionok koncentrációja is befolyásolja az elektródpotenciált. A fent megadott standard elektródpotenciál  $[\text{H}^{+}] = 1 \text{ mol/dm}^3$  esetre, vagyis erősen savas közegre érvényes. Ha a hidrogénion-koncentráció kisebb, akkor az elektródpotenciál is kisebb lesz.

Mit jelent ez? Lássunk egy példát.

A  $\text{Br}_2 + 2 e^{-} = 2 \text{Br}^{-}$  félreakció standard elektródpotenciálja  $\varepsilon^{\circ} = +1,09 \text{ V}$ .

Oxidálja-e a dikromát a bromidot? A standard elektródpotenciálok alapján igen. De ez a jóslat csak erősen savas közegre lehet igaz, tekintve, hogy az 1,33 V standard elektródpotenciál ilyen körülmények között érvényes. A pH növekedése viszont csökkenti a dikromát/króm(III) elektródpotenciált. Általánosságban: a redukció irányába felírt egyenlet bal oldalán lévő részecskék koncentrációjának csökkenése az elektródpotenciál csökkenését eredményezi.

Valóban: a reakció erősen savas közegben lejátsszódik, de már semleges közeli pH-n nem:



Egyszerűsítve úgy is fogalmazhatnánk, hogy a reakció lejátsszódásához – amint az egyenlet is mutatja – savas közegre van szükség.

A feladat megoldása során ezeket az alapelveket kell majd alkalmaznia.

**A feladat elvégzésére és a válaszlap kitöltésére összesen 80 perc áll rendelkezésére. A kiadott eszközökön kívül más nem használható. Az eszközöket újranelhasználás esetén szükség szerinti alaposággal mosogassa el!**

**A kérdésekre adott válaszait alaposan indokolja!**

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

**A kódszámát minden lapra írja rá!**

### A. Mit mondanak a potenciálok a reakciókról?

Az asztalán, kémcsövekben áll rendelkezésére néhány reagens. Jósolja meg, hogy az a) és b) feladatokban megadott két-két redoxipár esetén milyen reakció lejátsszódására számít vizes közegben! Eztán kísérlettel győződjön meg, hogy jól következtetett! Alaposan írja le, hogy mivel és hogyan végezte a reakciót, és mik voltak a megfigyelései!

A rendelkezésre álló reagensek a következő anyagok vizes oldatban: brómos víz, káliumbromát, kálium-bromid, kálium-klorid, klóros víz, sósav, ón(II)-klorid, ón(IV)-klorid

A standard elektródpotenciálok:

$\text{BrO}_3^- + 6 \text{H}^+ + 5 \text{e}^- = 1/2 \text{Br}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$	+1,52 V
$\text{Cl}_2 + 2 \text{e}^- = 2 \text{Cl}^-$	+1,36 V
$\text{Br}_2 + 2 \text{e}^- = 2 \text{Br}^-$	+1,07 V
$\text{Sn}^{4+} + 2 \text{e}^- = \text{Sn}^{2+}$	+0,15 V

a) Milyen reaktánsok között vár redoxireakciót a bróm/bromid és az ón(IV)/ón(II) rendszerek esetén? Hajtsa végre a reakciót! Az elvégzett kísérlet(ek) és eredménye(ik):

*Kísérlet és leírása: 2 pont*

Írja fel a lejátsszódo reakció rendezett egyenletét!

*1 pont*

b) Milyen reaktánsok között vár redoxireakciót a klór/klorid és a bromát/brom rendszerek esetén? Hajtsa végre a reakciót! Az elvégzett kísérlet(ek) és eredménye(ik):

*Kísérlet és leírása: 2 pont*

Írja fel a lejátszódó reakció rendezett egyenletét!

*1 pont*

### B. Mit mondanak a reakciók a potenciálokról?

Az alábbi redoxipárokat fogja vizsgálni és megkeresni standard elektródpotenciáljaik sorrendjét. Egészítse ki és rendezze a félreakciók egyenletét!

pár		Van-e látható változás a redukció megtörténtekor? Ha igen, mi az?
1	$\text{IO}_3^- + e^- = \text{I}_2$	
2	$\text{I}_2 + e^- = \text{I}^-$	
3	$\text{Ni}^{2+} + e^- = \text{Ni}(\text{sz})$	
4	$\text{Cl}_2 + e^- = \text{Cl}^-$	
5	$\text{Fe}^{3+} + e^- = \text{Fe}^{2+}$	
6	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6 + e^- = \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$	nincs
7	$\text{MnO}_4^- + e^- = \text{Mn}^{2+}$	

A táblázatban szereplő  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$  az aszkorbinsavat, a  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$  a dehidro-aszkorbinsavat jelöli.

*3 pont*

A kémcsövekben a következő oldatokat találja:

	Ezekben a fenti párok oxidált vagy redukált formája található?
KIO <sub>3</sub> savas oldata	
KI-oldat	
NiSO <sub>4</sub> -oldat	
MnSO <sub>4</sub> savas oldata	
aszorbinsav savas oldata	
klóros víz	
FeCl <sub>3</sub> -oldat	

2 pont

Végezzen olyan kísérleteket a fenti hét oldattal, amelyek alapján a redoxipárokat (1-7) standard elektródpotenciáljuk szerint sorba tudja állítani! Gondosan írja le, hogy mely oldatokat keverte össze (*az oldott anyag képletét jelölje!*), és hogy mit észlelt, vagy épp mit nem észlelt! Feltétlenül jelezze, hogy az egyes kísérletek mely standardpotenciálok viszonyát igazolják! Nem feltétlenül kell a táblázatot teljesen kitölteni, de ha a gondolatmenetéhez szükséges, végezhet több kísérletet, és folytathatja a feljegyzéseit másutt is. Ezen rendszerek esetében a standardpotenciálok alapján várható reakciók mindegyike valóban lejátszódik, nincsenek extrém lassú lépések.

Összeöntött oldatok:		Észlelés:
Végbement? +/-	(Reakció)	ez alapján a potenciálok >
Összeöntött oldatok:		Észlelés:
Végbement? +/-	(Reakció)	ez alapján a potenciálok >
Összeöntött oldatok:		Észlelés:
Végbement? +/-	(Reakció)	ez alapján a potenciálok >

Összeöntött oldatok:		Észlelés:
Végbement? +/-	(Reakció)	ez alapján a potenciálok >
Összeöntött oldatok:		Észlelés:
Végbement? +/-	(Reakció)	ez alapján a potenciálok >
Összeöntött oldatok:		Észlelés:
Végbement? +/-	(Reakció)	ez alapján a potenciálok >
Összeöntött oldatok:		Észlelés:
Végbement? +/-	(Reakció)	ez alapján a potenciálok >
Összeöntött oldatok:		Észlelés:
Végbement? +/-	(Reakció)	ez alapján a potenciálok >
Összeöntött oldatok:		Észlelés:
Végbement? +/-	(Reakció)	ez alapján a potenciálok >
Összeöntött oldatok:		Észlelés:
Végbement? +/-	(Reakció)	ez alapján a potenciálok >

*Kísérletek és következtetések: 12 pont*

*Állítsa sorrendbe a redoxipárokat (1-7) standard elektródpotenciáljuk szerint!*

$<$	$<$	$<$	$<$	$<$	$<$
-----	-----	-----	-----	-----	-----

*6 pont*

# MELLÉKLET

## Eszközök és anyagok listája

### **Minden versenyzőnek:**

kémcsőállvány

benne a felsorolt anyagok kémcsőben, cseppentővel

üres kémcsövek (15)

