



Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny Kémia II. kategória

3. forduló 1. feladat

Javítási-értékelési útmutató

Mennyi az E250 a pácóban?

A feladat elvégzésére és a válaszlap kitöltésére összesen 120 perc áll rendelkezésére. A kiadott eszközökön kívül kizárólag számológép és toll használható. Az eszközöket újr felhasználás esetén szükség szerinti alaposan 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 pácó nátrium-nitrit-tartalmát határozzuk meg.

Félkvantitatív vizsgálat

Ecetsavas közegben a nitritionokból képződő salétromossav a Griess–Ilosvay-reagenssel vörös (diazó)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/dm³** koncentrációjú nitritoldatból indulunk ki. Ebből hígítjuk a következő koncentrációsorot:

5·10⁻⁶; 1,5·10⁻⁵; 5·10⁻⁵; 1,5·10⁻⁴ és 5·10⁻⁴ mol/dm³.

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

c (mol/dm ³)	Az elkészítéshez használt oldat		A hozzáadott desztillált víz térfogata (cm ³)
	koncentrációja (mol/dm ³)	térfogata (cm ³)	
$5 \cdot 10^{-4}$	0,05	1	99
$1,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	3 v. 30	7 v. 70
$5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-4}$	1 v. 10	9 v. 90
$1,5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$	3 v. 30	7 v. 70
$5 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-5}$	1 v. 10	9 v. 90

Számítások:

2 pont

Mérjen a pácsómintából 50 mg-ot száraz főzőpohárba, és oldja fel 100 cm³ desztillált vízben. Hat kémcsőbe mérjen 10-10 cm³ desztillált vizet. Minden kémcsőhöz adjon 0,5-0,5 cm³ Griess–Ilosvay-reagenst, majd mérjen hozzájuk sorban 1-1 cm³ nitrit összehasonlító oldatot növekvő koncentrációban, és rázza össze. Az utolsóba a pácsó oldatából tegyen 1 cm³-t. Kézzel ne fogja be a kémcső száját, az asztalon található parafilmlet lehet használni a lezáráshoz. A szín kifejlődéséhez néhány percre 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/dm³-ben:

$1,5 \cdot 10^{-4}$	<	ismeretlen oldat	<	$5 \cdot 10^{-4}$
---------------------	---	------------------	---	-------------------

Kísérlet és pontosság: 10 pont

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

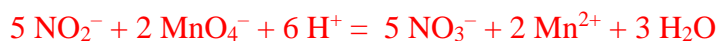
$\frac{m}{m}\% = 1,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 69,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot \frac{0,1 \text{ dm}^3}{0,05 \text{ g}} \cdot 100\%$	<	m/m%	<	6,9 m/m%
$2,1 \text{ m/m}\%$				

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, $\text{MnO}(\text{OH})_2$ -csapadékig megy el.

Írja fel a semleges közegben végbemenő mellékreakció rendezett ionegyenletét!



1 pont

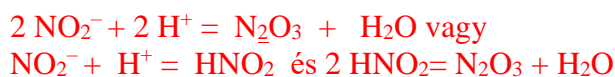
Ha ez a folyamat (is) végbemegy, azzal alul- vagy túlbecsüljük a nitrit mennyiségét? Válaszát indokolja!

Ugyanannyi nitritre több permanganát fogy, tehát túlbecsüljük.

2 pont

A nitrittartalmú mintaoldatot nem szabad savanyítani, mert az instabil salétromossav képződne, amely könnyen az illékony dinitrogén-trioxidá 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 mérnénk? Válaszát indokolja!

Fogy a nitrit, tehát kevesebbet.

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/dm³ koncentrációjú. A félkvantitatív vizsgálat alapján megállapított tartomány közepére tervezze / becsülje a minta NaNO₂-tartalmát. A bemért permanganátoldat térfogatát módosítani tudja az első mérés után, ha esetleg szükséges.

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

$$c_{\text{nitrit}} = \frac{V_p \cdot c_m \cdot 5}{V_{\text{vált}} \cdot 2}$$

$$m_{\text{NaNO}_2} = c_{\text{nitrit}} \cdot 0,2 \text{ dm}^3 \cdot 69,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\frac{m}{m} \% = \frac{m_{\text{NaNO}_2}}{m} \cdot 100\%$$

pl. $V = 22,00 \text{ cm}^3$; $m = 7,7 \text{ g}$

$c = 0,02273 \text{ mol/dm}^3$; $m = 0,3136 \text{ g}$; $m/m\% = 4,073 \%$

A minta nátrium-nitrit-tartalma: _____ m/m%

3 pont

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

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

pl. 4,073 m/m%

40730 ppm > 6000 ppm, tehát nem

1 pont

MELLÉKLET

Eszközök és anyagok listája

Eszközök:

- analitikai mérleg (a laboratóriumban)
- kesztyű (a laboratóriumban kitéve különböző méretekben)
- védőszemüveg (a laboratóriumban kitéve)
- kémcső 6 db
- cseppentő 8 db
- 25 cm³-es büretta
- fehér csempe
- 50 cm³ főzőpohár
- 150 cm³ főzőpohár 3 db
- 25 cm³ Erlenmeyer-lombik 4 db
- 200,0 cm³-es mérőlombik
- 3 db 100 cm³-es titrálólombik
- 250 cm³ főzőpohár kuka
- 10 cm³ mérőhenger 2db
- 50 cm³ mérőhenger
- 5,00, 10,00, 20,00 cm³-es kétjelű pipetta
- műanyag spatula
- kis üvegtölcsér
- alkoholos filc
- pipettázó labda
- Parafilm

Vegyszerek:

- desztillált víz spriccflaskában
- Griess–Ilosvay-reagens páronként
- 100 cm³ permanganát-mérőoldat (rajta a pontos koncentráció)
- 1 mol/dm³ koncentrációjú kénsavoldat páronként
- 0,05 mol/dm³ koncentrációjú NaNO₂-oldat
- pácsó

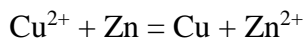


Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny Kémia II. kategória 3. forduló 2. feladat

Javítási-értékelési útmutató

Redoxifolyamatok iránya

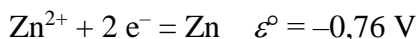
A redoxireakciókat mindig felbonthatjuk két félreakcióra: az oxidációra és a redukcióra. Például a



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 lejátsszódása 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 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:



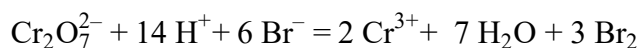
Ilyenkor ugyanis a hidrogénionok koncentrációja is befolyásolja az elektródpotenciált. A fent megadott standard elektródpotenciál $[\text{H}^{+}] = 1 \text{ mol/dm}^3$ esetre, vagyis erősen savas közegre érvényes. Ha a hidrogénion-koncentráció kisebb, akkor az elektródpotenciál is kisebb lesz.

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 lejátszódásához – 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 újr felhasználás esetén szükség szerinti alapossággal 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 lejátszódására 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

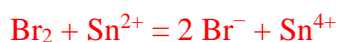
a) Milyen reaktánsok között vár redoxireakciót a bróm/bromid és az ón(IV)/ón(II) rendszerek esetén? Hajtsa végre a reakciót! Az elvégzett kísérlet(ek) és eredménye(ik):

Az elemi bróm oxidálja az ón(II)-t a potenciálok szerint.

Brómos vizet csepegtetve az ón(II)-klorid-oldathoz, elszíntelenedik.

Kísérlet és leírása: 2 pont

Írja fel a lejátszódó 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):

A bromát savas közegben a kloridot oxidálni képes (nagyobb a standardpotenciálja).

Kálium-bromátot sósavhoz adva lassan megsárgul az oldat. A sósav helyett más kloridtartalmú oldattal (KCl, SnCl₄) is megtörténik ugyanez, ha megsavanyítjuk, az SnCl₂ esetén viszont az ón(II) oxidálódik, nem a klorid.

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. Egésztse ki és rendezze a félreakciók egyenletét!

pár		Van-e látható változás a redukció megtörténtekor? Ha igen, mi az?
1	$\text{IO}_3^- + 5 \text{e}^- + 6 \text{H}^+ = 0,5 \text{I}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$	megsárgul, megbarnul v. csapadék (jód) válik ki
2	$\text{I}_2 + 2 \text{e}^- = 2 \text{I}^-$	elszíntelenedik
3	$\text{Ni}^{2+} + 2 \text{e}^- = \text{Ni}(\text{sz})$	csapadék válik ki, az oldat elszíntelenedik (bármelyik elfogadható)
4	$\text{Cl}_2 + 2 \text{e}^- = \text{Cl}^-$	semmi vagy elszíntelenedik vagy nem lesz szaga (mindhárom elfogadható)
5	$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$	sárgásból igen halvány zöld lesz
6	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6 + 2 \text{e}^- + 2 \text{H}^+ = \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$	nincs
7	$\text{MnO}_4^- + 5 \text{e}^- + 8 \text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 4 \text{H}_2\text{O}$	elszíntelenedik

A táblázatban szereplő C₆H₈O₆ az aszkorbinsavat, a C₆H₆O₆ a dehidro-aszkorbinsavat jelöli.

3 pont

A kémcsövekben a következő oldatokat találja:

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

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. Más redoxfolyamatok lehetőségét nem kell a feladat megoldása során figyelembe vennie.

Összeöntött oldatok: Cl₂ + MnSO₄		Észlelés: NINCS lilulás
Végbement? +/ <input type="checkbox"/>	(Reakció)	ez alapján a potenciálok 7 > 4
Összeöntött oldatok: Cl₂ + I₂ vagy Cl₂ felesleg + KI		Észlelés: (a kivált) jód színe eltűnik (felesleg hatására)
Végbement? <input type="checkbox"/> /-	(Reakció) 5 Cl₂ + 2 I₂ + 6 H₂O = 2 IO₃⁻ + 10 Cl⁻ + 12 H⁺	ez alapján a potenciálok 4 > 1
Összeöntött oldatok: FeCl₃ + I₂ vagy FeCl₃ felesleg + KI		Észlelés: (a kivált) jód színe NEM tűnik el (felesleg hatására)
Végbement? +/ <input type="checkbox"/>	(Reakció)	ez alapján a potenciálok 1 > 5

Összeöntött oldatok: $\text{FeCl}_3 + \text{KI}$		Észlelés: jód kiválás (és nem megy tovább)
Végbement? $\boxed{+}/-$	(Reakció) $2 \text{Fe}^{3+} + 2 \text{I}^- = \text{I}_2 + 2 \text{Fe}^{2+}$	ez alapján a potenciálok $5 > 2$
Összeöntött oldatok: $\text{IO}_3^- + \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ felesleg vagy $\text{I}_2 + \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$		Észlelés: (a kivált) jód színe eltűnik (felesleg hatására)
Végbement? $\boxed{+}/-$	(Reakció) $\text{I}_2 + 2 \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 = 2 \text{I}^- + \text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6 + 2 \text{H}^+$	ez alapján a potenciálok $2 > 6$
Összeöntött oldatok: $\text{NiSO}_4 + \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$		Észlelés: NINCS változás
Végbement? $+/\boxed{-}$	(Reakció)	ez alapján a potenciálok $6 > 3$
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!

3 < 6 < 2 < 5 < 1 < 4 < 7

6 pont

MELLÉKLET

Eszközök és anyagok listája

Minden versenyzőnek:

kémcsőállvány
benne a felsorolt anyagok kémcsőben, cseppentővel
üres kémcsövek (15)