



Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny Kémia I. kategória 3. forduló

Budapest, 2015. március 21.

A verseny döntője három mérési feladatból áll. Mindhárom feladat szövege, valamint a hozzájuk szükséges anyagok, eszközök a laborasztalán találhatóak.

4 óra tiszta munkaidő áll rendelkezésére, hogy a három feladat kísérleteit elvégezze, kiértékelje és eredményeit leírja. Az időt a feladatok között saját belátása szerint oszthatja be. A feladatokat tetszés szerinti sorrendben végezheti.

Munkájának megkezdése előtt további 20 perce van, aminek során átolvashatja a feladatlapot, és átgondolhatja teendőit. A kísérletezést csak a 20 perc eltelte után kezdheti meg.

A kiadott eszközökön kívül kizárólag számológép használható. Az eszközöket újrafelhasználás esetén szükség szerinti alaposan mosogassa el!

A rendelkezésre álló eszközök és anyagok listája a mellékletben található. A feladatlap végén periódusos rendszert is talál.

A kódszámát minden lapra írja rá!

Vegyszerből és eszközből kérhet pótlást. Az első alkalommal nem jár ezért büntetés, de az összes további kérésért 1-1 pontot vonnak le a forduló 50 pontjából. Desztillált vizet büntetés nélkül is lehet kérni.

A gyakorlat közben a felügyelő engedélyével használhatja a folyosók közepén található mosdókat, de egyszerre csak egy személy.

Ugyanígy van módja rövid szünetet tartani, és enni-inni a folyosó végén található teremben tanári felügyelet mellett. Ide egyszerre többen is kimehetnek, de az egymással való kommunikáció nem megengedett.

A feladatok súlya a fordulóban:

1 – 17 pont

2 – 18 pont

3 – 15 pont

1. feladat

Vegyület azonosítása cerimetriás titrálással

A feladat során egy ismeretlen szerves vegyületet kell azonosítani cerimetriás titrálás segítségével.

A cerimetriás mérésekben cérium(IV)-ionokkal, gyors és egyértelmű reakcióban oxidáljuk a meghatározandó anyagot. A cérium(IV)-ionok számos szerves vegyülettel meghatározott sztöchiometria szerint reagálnak, miközben cérium(III)-ionokká redukálódnak. Az ismeretlen vegyület pontosan kimért részletét cérium(IV)-szulfát mérőoldattal titrálva, a titrálás eredménye alapján kell kiválasztani, hogy az alábbi négy vegyület közül melyikkel lehet azonos az ismeretlenként kapott minta:

HCOONa

$(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

$\text{Na}_2(\text{COO})_2$

HOOC-CHOH-CHOH-COOH

Az asztalán lévő kis főzőpohárban található az ismeretlen szerves vegyületnek a poháron feltüntetett tömegű mintája. Készítsen ebből $100,0 \text{ cm}^3$ térfogatú törzsoldatot! A törzsoldat $10,00 \text{ cm}^3$ -es részletéhez adjon 20 cm^3 reagens (1 mol/dm^3 koncentrációjú) kénsavat, adjon hozzá katalizátorként $0,3 \text{ g}$ kristályos mangán(II)-szulfátot (a kapott vegyszeres kanál keskenyebb fele teletöltve), majd az oldat térfogatát egészítse ki 50 cm^3 -re. Melegítse fel az oldatot $40\text{-}50 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra, vagyis amíg a titrálólombikot kézzel melegnek, de nem forrónak érzi. Túlságosan felmelegíteni nem célszerű az oldatot, akkor inkább várja meg, míg kicsit lehül. Adjon az oldathoz 1 csepp ferroin indikátort, majd titrálja kb. $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ -oldattal, amíg az indikátor piros színe teljesen eltűnik. A titrálás végpontjában az oldat színtelen vagy (nagyobb mennyiségű indikátor használata esetén) halványkék.

Ha a titrálás alatt az indikátor színe nagyon elhalványodna, adjon az oldathoz még egy cseppet! A $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ -oldat pontos koncentrációja az üvegeken található.

Az indikátor is fogyaszt mérőoldatot, ezért ezt egy üres kísérlettel érdemes korrekcióba venni. Ehhez titráljon meg egy olyan oldatot is, amely az ismeretlen szerves vegyület kivételével mindent ugyanúgy tartalmaz, mint a megtitrált minták! A nagyobb fogyás érdekében több indikátort is használhat.

Milyen a redoxiindikátorként használt ferroin színe oxidált, ill. redukált formában?

oxidált formában: kék redukált formában: piros

1 pont

Írja le egyértelműen a mért fogyásokat az üres és az ismeretlen esetén!

Átlagfogyás az ismeretlenre: V Átlagfogyás az üres kísérletben: $V_{\text{ü}}$

Pontosság: 8 pont

Mekkora az 1 mol cérium(IV)-ionnal reagáló szerves vegyület tömege?

A törzsoldat $10,00 \text{ cm}^3$ -ére fogyott cérium anyagmennyisége: $(V-V_{\text{ü}}) \cdot c$, ahol c a mérőoldat koncentrációja.

A teljes törzsoldatban m tömegű anyag van, ezzel $10(V-V_{\text{ü}}) \cdot c$ anyagmennyiségű cérium reagálna.

1 mol cériummal reagál tehát: $1 \text{ mol} \cdot \frac{m}{10(V - V_{\text{ü}}) \cdot c}$ tömegű anyag reagál.

2 pont

Mi volt az ismeretlenként kapott szerves vegyület? Válaszát indokolja!

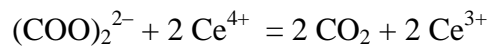


A vegyület moláris tömege egyelektronos változást feltételezve $\sim 67 \text{ g/mol}$
kételektronos változást feltételezve $\sim 134 \text{ g/mol}$
háromelektronos változást feltételezve $\sim 201 \text{ g/mol}$.

A lehetséges vegyületek közül csak a nátrium-oxalát jöhet számításba kételektronos változással.

2 pont

Írja fel a titráláskor lejátszódó reakció rendezett egyenletét!



2 pont

Ha olyan vegyületet szeretnénk cerimetriás módszerrel meghatározni, amelyet a cérium(IV)-ionok csak nehezen tudnak oxidálni, megoldás lehet, ha a mérendő anyagunkhoz feleslegben adjuk a cérium(IV)-ionokat, és a felesleget visszamérjük.

Ilyen esetben hogyan vegyük figyelembe az indikátor mérőoldat-fogyasztását?

Nem kell figyelembe venni, mert a ferroit redukált formájában adjuk az oldathoz, és amennyi cérium(IV)-oldatot fogyaszt az oxidációja, azzal egyenértékű mennyiség fogy a visszaméréshez használt mérőoldatból a redukciója során.

2 pont

Összesen: 17 pont

2. feladat

Oldat mangántartalmának közelítő meghatározása szín-összehasonlítással

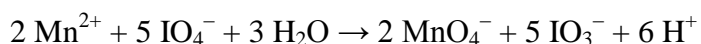
A feladat során egy híg oldatban becsülheti meg a mangán koncentrációját. A mérés elve egyszerű: egy intenzíven színes vegyületet képez az oldott mangánból, és azonos színmélységet próbál elérni egy ismert koncentrációjú mintát hígítva. Ez az egyszerű módszer, amelyet a spektrofotométerek elterjedése előtt sokat használtak, 5%-nál pontosabb koncentrációbecslést is lehetővé tehet.

A minta előkészítése

A Mn^{2+} -tartalmú ismeretlen mintát sorszámozott lombikban kapta. Készítsen belőle $100,00 \text{ cm}^3$ törzsoldatot desztillált víz helyett **1 mol/dm³ kénsavoldattal** hígítva! A törzsoldat 20 cm^3 -ét Erlenmeyer-lombikban melegítse forrásig. A forrást megszakítva adjon az oldathoz kb. 0,4 g szilárd KIO_4 -et (ez a kanál nagyobb oldalának kb. fele)! Ügyeljen arra, hogy ne tapadjon a lombik nyakára szilárd anyag! 3 percen át óvatosan forralja az oldatot (ne párolja be!), azután hagyja melegen állni 10 percig! Ha barna csapadékot észlel, ismételje meg az előkészítést! Ezután vizes fürdőben hűtse szobahőmérsékletre az oldatot!

A KIO_4 a lejátszódó reakcióban KIO_3 -má redukálódik.

Írja fel a lejátszódó reakció rendezett egyenletét!



2 pont

A szín-összehasonlítás

Vigye át a lehűtött mintáját az osztásos centrifugacsőbe, és töltsen fel vízzel 50 cm^3 -re! A másik centrifugacsőbe mérjen be 25 cm^3 desztillált vizet! Ehhez adagoljon hígított KMnO_4 -oldatot, amíg a két csőben levő oldat színe megegyezőnek nem tűnik!

Az adagolandó KMnO_4 -oldat hígítását a kapott $0,02 \text{ mol/dm}^3$ -es oldatból saját belátása szerint végezheti a rendelkezésére álló eszközökkel.

A szín-összehasonlításhoz a csöveket érdemes azonos pozícióba és megvilágításba helyezni. Felülről nézve könnyebb az összehasonlítás. A végső döntés előtt egészítse ki ezt a csövet is kb. 50 cm^3 -re! Érdemes annak a tartománynak a határait rögzíteni, amikor a két szín mélysége még, illetve már nem tűnik azonosnak, majd a tartomány közepét elfogadni eredménynek.

Próbálkozzon meg többször kikeverni az ismeretlen tartalmazó mintával megegyező színű oldatot! Ha úgy ítéli, újabb ismeretlen mintát is előkészíthet az összehasonlításra.

Írja le egyértelműen (a felhasznált eszközöket is részletezve) a végső mérésben használt hígítás menetét és a csőbe csepegtetett oldat koncentrációját!

A becsepegtetett oldat koncentrációja c .

Szabatos leírás: 3 pont

Milyen térfogatok becsepegtetésére volt szükség a színegyezéshez?

A becsepegtetett oldat térfogata: V .
5%-on belül maximális pont.

Pontosság: 8 pont

Mi volt a mangán tömege a bemért ismeretlenben?

A színében egyező oldatban cV anyagmennyiségű permanganát van.

Ugyanennyi permanganát volt a törzsoldat $20,00 \text{ cm}^3$ -ében, a teljes törzsoldatban tehát $5cV$.

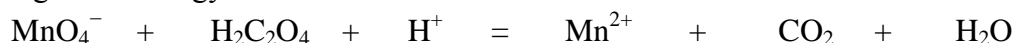
A keresett tömeg:

$$m(\text{Mn}) = M(\text{Mn}) \cdot 5cV$$

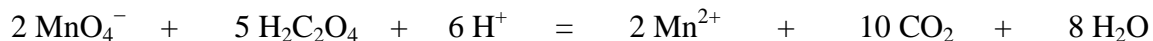
3 pont

A permanganát-koncentrációt elvileg titrálással is meg lehet határozni. *Hány cm^3 $0,05 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oxálsavoldattal reagálna savas közegben a vizsgált, 20 cm^3 -es mintájában levő mangánnak megfelelő mennyiségű permanganát?*

A kiegészítendő egyenlet:



A rendezett egyenlet:



A $20,00 \text{ cm}^3$ -es mintában cV anyagmennyiségű permanganát van, ami $2,5cV$ anyagmennyiségű oxálsavval reagál.

Az oxálsavoldat térfogata:

$$V = \frac{2,5cV}{0,05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$$

2 pont

Összesen: 18 pont

3. feladat

Építőipari analízis

Ebben a feladatban egy ismerős probléma köszön vissza.

A rosszul szigetelt régi épületek falain (és a trehányan kivitelezett újakon is) gyakori az úgynevezett „sókivirágzás”, amelyet okozhat a felszívódó talajvíz oldott ásványianyag-tartalmának egyszerű kiválása, a talajvíz oldott összetevőinek a fal alkotóival történő reakciója, magának a habarcsnak a kötése során lejátszódó reakciók, valamint a mostanában egyre inkább savasodó esővízzel történő reakció is. A „kivirágzó sókban” leggyakrabban a következő vegyületek fordulnak elő:

CaCO_3 , Ca(OH)_2 , CaSO_4 , CaCl_2 , $\text{Ca(NO}_3)_2$, KNO_3 , K_2SO_4 , K_2CO_3 , KCl .

A feladatban néhány falról lekapart mintát kell azonosítani. A következő reagensek állnak rendelkezésére az azonosításhoz:

- desztillált víz,
- fenolftaleinoldat,
- 5 tömegszázalékos oxálsavoldat,
- 2 mol/dm³-es sósav,
- 0,1 mol/dm³-es bárium-hidroxid-oldat,
- 0,1 mol/dm³-es AgNO₃-oldat.

A munkához kémcsövek és műanyag cseppentők állnak a rendelkezésére. CaCl_2 , K_2CO_3 és CaSO_4 is van az asztalán próbakísérletekre.

Először állapítsa meg, hogy melyiket tartalmazza a felsorolt vegyületekből az **A** és a **B** jelű minta! Figyelem, a két minta a fent felsorolt anyagok közül egyet-egyét tartalmaz, valamint tartalmazhat a falból származó homokot (kvarc, SiO_2) is.

Kísérleti tapasztalatait az alábbi táblázatban foglalja össze. Minden lépés során tüntesse fel, hogy milyen reagenst, esetleg reagenseket adott a mintához, mit tapasztalt, és hogy a tapasztalatok alapján milyen következtetés vonható le. Nem szükséges minden reagenst használnia, ha kevesebb vizsgálat is sikerül azonosítania az anyagokat.

	Alkalmazott reagens	Tapasztalat	Következtetés
A minta	desztillált víz	az anyag egy része nem oldódik fel	SiO_2 , CaSO_4 , CaCO_3 vagy Ca(OH)_2 jelen van
	fenolftalein	az indikátor színtelen	kizárható a Ca(OH)_2 és a K_2CO_3
	sósav	az anyag egy része nem oldódik fel, nincs gázfejlődés	CaCO_3 , Ca(OH)_2 kizárható
	oxálsavoldat	fehér csapadék válik le	kalciumsó jelen van
	AgNO ₃ -oldat	fehér csapadék válik le	az oldat Cl^- iont tartalmaz
	Ba(OH) ₂ -oldat	nincs változás (legfeljebb sok oldat hozzáadása után)	nincs jelen szulfát, karbonát

	Alkalmazott reagens	Tapasztalat	Következtetés
B minta	desztillált víz	az anyag teljesen feloldódik	SiO ₂ , CaSO ₄ , CaCO ₃ és Ca(OH) ₂ kizárható
	fenolftalein	az indikátor színtelen	kizárható a K ₂ CO ₃
	oxálsavoldat	nincs változás	kizárhatók a kalciumsók
	AgNO ₃ -oldat	nincs változás	kizárható a KCl
	Ba(OH) ₂ -oldat	nincs változás	kizárható a K ₂ SO ₄

A fentiek alapján a két minta az alábbi anyag(ok)ból áll:

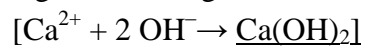
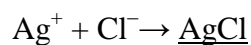
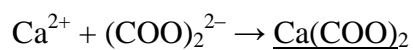
A minta	B minta
CaCl ₂ és SiO ₂	KNO ₃

Helyesen meghatározott anyag: 3 pont

Ennek megfelelő indoklása helyes tapasztalatokkal és következtetésekkel mintánként 5 pont

Téves meghatározás esetén minden helyes tapasztalat és következtetés 0,5-0,5 pont.

Írja föl a fenti táblázatban felsorolt pozitív tapasztalatok reakciójának egyenletét (tehát csak azokat az eseteket, ahol történt kémiai változás)!



2 pont

A C mintát a fenti listán szereplő anyagok közül pontosan kettő alkotja. Szerencsére ez a minta a két anyagon túl nem tartalmaz további alkotókat, például homokot sem.

A korábbiakhoz hasonlóan vizsgálja a kiadott keveréket a rendelkezésére álló reagensek segítségével, és töltsse ki a táblázatot!

	Alkalmazott reagens	Tapasztalat	Következtetés
C minta	desztillált víz	az anyag egésze feloldódik	SiO ₂ , CaSO ₄ , CaCO ₃ és Ca(OH) ₂ kizárható
	fenolftalein	az indikátor lila színű	K ₂ CO ₃ az egyik összetevő
	oxálsavoldat	nincs változás	kalciumsók kizárhatók
	Ba(OH) ₂ -oldat	fehér csapadék	K ₂ CO ₃ és K ₂ SO ₄ lehetséges
	HCl-oldat a Ba-csapadéokra	savban nem oldódik teljesen, gázfejlődés	szulfátion is van jelen, K ₂ SO ₄ a másik összetevő

A fentiek alapján mely két anyag alkotja a C mintát?

C minta
K ₂ CO ₃ , K ₂ SO ₄

Helyesen meghatározott anyag: 3 pont

Ennek megfelelő indoklása helyes tapasztalatokkal és következtetésekkel 5 pont

Téves meghatározás esetén minden helyes tapasztalat és következtetés 0,5-0,5 pont.

$$\text{Összesen: } 32 \cdot \frac{15}{32} = \mathbf{15 \text{ pont}}$$