



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:

redukált formában:

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

KÓDSZÁM:

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

Mi volt az ismeretlenként kapott szerves vegyület? Válaszát indokolja!

Írja fel a titráláskor lejátszódó reakció rendezett egyenletét!

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?

KÓDSZÁM:

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/dm^3 kénsavoldattal** hígítva! A törzsoldat 20 cm^3 -ét Erlenmeyer-lombikban melegítse forrásig. A forrást megszakítva adjon az oldathoz kb. $0,4\text{ g}$ 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!

--

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 tartalmú mintával megegyező színű oldatot! Ha úgy ítéli, újabb ismeretlen mintát is előkészíthet az összehasonlításra.

KÓDSZÁM:

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

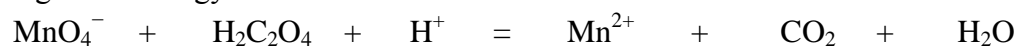
Milyen térfogatok becsepegtetésére volt szükség a színegyezéshez?

Mi volt a mangán tömege a bemért ismeretlenben?

Tömeg:

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:



Az oxálsavoldat térfogata:

KÓDSZÁM:

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, SiO₂) 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 vizsgálattal is sikerül azonosítania az anyagokat.

	Alkalmazott reagens	Tapasztalat	Következtetés
A minta			

KÓDSZÁM:

	Alkalmazott reagens	Tapasztalat	Következtetés
B minta			

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

A minta	B minta

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

KÓDSZÁM:

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 reagensok segítségével, és töltsse ki a táblázatot!

	Alkalmazott reagens	Tapasztalat	Következtetés
C minta			

*A fentiek alapján mely két anyag alkotja a **C** mintát?*

C minta

KÓDSZÁM:

1													18																		
1 H 1.00794	2												13	14	15	16	17	2													
3 Li 6.941	4 Be 9.012182	3											5 B 10.811	6 C 12.0107	7 N 14.00674	8 O 15.9994	9 F 18.9984032	10 Ne 20.1797	4.002602												
11 Na 22.989770	12 Mg 24.3050	4											13 Al 26.581538	14 Si 28.0855	15 P 30.973761	16 S 32.066	17 Cl 35.4527	18 Ar 39.948	36												
19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.955910	5											19 Ga 69.723	20 Ge 72.61	21 As 74.92160	22 Se 78.96	23 Br 79.904	24 Kr 83.80	54											
37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.90585	40 Zr 91.224	41 Nb 92.90638	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.90550	46 Pd 106.42	47 Ag 196.56655	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.760	52 Te 127.60	53 I 126.90447	54 Xe 131.29	86													
55 Cs 132.90545	56 Ba 137.327	71 Lu 174.967	72 Hf 178.49	73 Ta 180.94.79	74 W 183.84	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.217	78 Pt 195.078	79 Au 196.56655	80 Hg 200.59	81 Tl 204.3833	82 Pb 207.2	83 Bi 208.58038	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)	118													
87 Fr (223)	88 Ra (226)	103 Lr (262)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (269)	111 Rg (272)	112 Cn (277)	113 Uut (277)	114 Uuq (277)	115 Uup (277)	116 Uuh (277)	118															
57													57 La 138.9055	58 Ce 140.116	59 Pr 140.50765	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.964	64 Gd 157.25	65 Tb 158.92534	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93032	68 Er 167.26	69 Tm 168.93421	70 Yb 173.04	232.0381				
89													89 Ac 232.0381	90 Th 232.0381	91 Pa 231.035888	92 U 238.0289	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	232.0381				

MELLÉKLET

Eszközök és anyagok listája

Minden versenyzőnek:

100 cm³ 0,1 mol/dm³ koncentrációjú Ce(SO₄)₂-oldat (pontos koncentrációval)
50 cm³ 0,02 mol/dm³ koncentrációjú KMnO₄-oldat (pontos koncentrációval)
200 cm³ 1 mol/dm³ koncentrációjú H₂SO₄-oldat
1 db kis főzőpohár, benne kb. 0,5 g ismeretlen vegyület (pontos tömeggel)
ismeretlen mangántartalmú oldat kis Erlenmeyer-lombikban
2 db 100 cm³-es mérőlombik
1 db 10 cm³-es pipetta
1 db 20 cm³-es pipetta
100 cm³-es Erlenmeyer-lombik
1 db 12 cm³-es buretta állványon
3 db osztásos, 50 cm³-es műanyag centrifugacső
1 db pipettalabda
1 db 25 cm³-es mérőhenger
1 db Bunsen-égő
1 db vas háromláb kerámiabetétes dróthálóval
1 db fehér csempe
1 flaska desztillált víz
2 db vegyszeres kanál
1 db kis tölcsér
3 db műanyag osztott cseppentő
3 db titrálólombik
4 db főzőpohár (1 kuka, 2 kicsi, 1 nagyobb pedig öntögetéshez)
kémcsőállvány 10 üres kémcsővel
3 megbetűzött ismeretlen
reagens oldatok és szilárd anyagok kis kémcsőben egy habszivacs tömbben. Ezek:
2 mol/dm³-es sósav
0,1 mol/dm³-es bárium-hidroxid-oldat
0,1 mol/dm³-es AgNO₃-oldat
5 tömegszázalékos oxálsavoldat
szilárd anyagok: CaCl₂, K₂CO₃, CaSO₄
1 db védőszemüveg
papírvatta
1 db feladatlap, melléklettel

Asztalonként:

gumikesztyű
ferroin indikátor oldata műanyag Pasteur-pipettával
kristályos mangán(II)-szulfát
szilárd KIO₄
fenolftaleinoldat
hidegvizes fürdő
gumiujjak
alkoholos filc