



OKTATÁSI HIVATAL

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

**KÉMIA I. KATEGÓRIA
1. feladat**

Budapest, 2022. március 19.

A feladat elvégzésére és a válaszlap kitöltésére összesen 120 perc áll rendelkezésére.

A rendelkezésre álló eszközök és anyagok listája a mellékletben található.

A kiadott eszközökön kívül kizárólag számológép és toll használható. Az eszközöket újrafelhasználás esetén szükség szerinti alapossággal mosogassa el! Egy eszköz vagy anyag pontlevonás nélkül pótolható, a továbbiakért a teljes forduló pontszámából veszít 1-1 pontot

A kérdésekre adott válaszait alaposan, számolásokkal indokolja!

A kódszámát minden lapra írja rá!

Citrompótló tablettá hatóanyag-tartalmának meghatározása

Ma már sokféle citrompótló tablettá kapható, eltérő hatóanyaggal: borkősavat (2,3-dihidroxi-butándisav), almasavat (2-hidroxi-butándisav) és citromsavat (2-hidroxi-propán-1,2,3-trikarbonsav) egyaránt alkalmaznak erre a célra. A hatóanyag mellett a tablettá egyéb összetevőket is tartalmaz, így például magnézium-sztearátot és talkumot (más néven: zsírkő), amelyek csomósodást gátló anyagként vagy a gyártás során szükséges síkosítóként fejtik ki hatásukat. Ebben a feladatban egy ilyen, **citromsavtartalmú** tablettát kell vizsgálnia.

Rajzolja fel a három szóba jöhető hatóanyag szerkezeti képletét, és jelölje a kiralitáscentrumokat csillaggal!

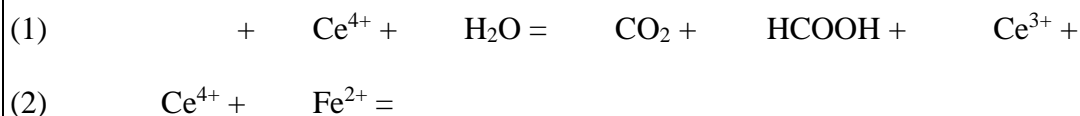
3 pont

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



A hatóanyag-tartalmat visszamérési cerimetriás titrálással határozzuk meg. Cérium(IV)-ionok pontosan ismert mennyiségének hozzáadásával a citromsavat szén-dioxiddá és hangyasavvá oxidáljuk, majd a cérium(IV)-ionok feleslegét vas(II)-mérőoldattal [vas(II)-szulfát-oldat] titráljuk. A vas(II)-mérőoldat pontos koncentrációját is a cérium(IV)-oldat segítségével határozzuk meg.

Egészítse ki és rendezze a két folyamat reakcióegyenletét! (A citromsavban az oxigénatomokhoz kapcsolódó szénatomok szén-dioxiddá oxidálódnak, a többi szénatom hangyasavvá.)



3 pont

Először $100,0 \text{ cm}^3$ törzsoldatot kell készítenie az elporított tabletta előre kimért, kb. $0,22 \text{ g}$ tömegű részletéből. A rosszul oldódó összetevőkkel ne foglalkozzon! Ennek a törzsoldatnak a részleteit vizsgálja később.

A következő receptek nem tartalmaznak fontos térfogatokat. Ezeket önállóan kell kiválasztania.

A kb. $0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es vas(II)-mérőoldat pontos koncentrációjának meghatározásához pipettával mérjen ki egy mintát az ismert, kb. $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú cérium(IV)-szulfát-oldatból, és savanyítsa meg 25 cm^3 20%-os kénsavoldattal! A keveréket titrálja meg a kb. $0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es vas(II)-mérőoldattal. Egy csepp ferroin indikátoroldat hozzáadása után titráljon. A végpontnál halványzöldből éles váltással piros lesz az oldat.

Az elporított tablettából készített törzsoldat pipettával kimért **megfelelő részletét** savanyítsa meg 25 cm^3 20%-os kénsavoldattal, és pipetázzon hozzá ismert mennyiségű $0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es cérium(IV)-szulfát-oldatot és egy csapott kanál (az eszköz nagyobb kanala, kb. $0,3 \text{ g}$) szilárd MnSO_4 -et! Melegítse fel az elegyet kb. $70 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra (a titrálólombik alját ilyenkor már nem tudja megfogni). Néhány perc után hűtse le a lombikot folyó csapvíz alatt, és a cérium feleslegét titrálja meg a kb. $0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es vas(II)-mérőoldattal. Egy csepp ferroin indikátoroldat hozzáadása után titráljon. A végpontnál halványzöldből éles váltással piros lesz az oldat.

Számítással tervezze meg, milyen térfogatokat érdemes használnia az ismeretlen és ismert koncentrációjú oldatokból, ha legfeljebb 10 cm^3 körüli fogyást szeretne kapni, és a citromsavtablettá legalább 50% hatóanyagot tartalmaz!

3 pont

Végezze el a mérést!

A fogyások a vas(II)-koncentráció meghatározása során:

--

Az átlagfogyás:

--

12 pont

A fogyások a minta vizsgálata során:

--

Az átlagfogyás:

--

12 pont

A két titrálás esetében ugyanaz a folyamat jelzi a titrálás végpontját, mégpedig a ferroin redoxiindikátor két formájának átalakulása. Ezeknek a színe kék, illetve piros.

Melyik az oxidált és melyik a redukált?

Kék:

Piros:

1 pont

A végponton felül is megfigyelhetők további színváltozások a titrálás során, és a végpontnál sem kék-piros változást látunk. Milyen további színváltozást figyel meg, és hogyan magyarázza a színeket?

--

1 pont

Mi volt a vas(II)-oldat pontos koncentrációja?

1 pont

Számítsa ki a citrompótló tablettá tömegszázalékos citromsavtartalmát, ha feltételezzük, hogy más komponens nem vett részt a reakciókban!

3 pont

MELLÉKLET

Eszközök és anyagok listája

Minden versenyzőnek:

150 cm³ kb. 0,1 mol/dm³ cérium(IV)-szulfát-mérőoldat (pontos koncentrációval)
150 cm³ kb. 0,1 mol/dm³ vas(II)-szulfát-mérőoldat (frissen készítve, pontos koncentráció meghatározandó)
200 cm³ 20% kénsav
kis Erlenmeyer-lombik, benne kb. 0,22 g porított tablettá
25 cm³-es mérőhenger
100 cm³-es mérőlombik
12 cm³-es büretta
1 db 20 és 2 db 10 cm³-es pipetta
pipettalabda
kis tölcsér
3 db főzőpohár (1 kuka, 2 pedig öntögetéshez)
fehér csempe
flaska desztillált víz
3 db titrálólombik

védőszemüveg
műanyag Pasteur-pipetta
papírvatta
feladatlap, melléklettel

Asztalonként:

ferroin indikátor
gumikesztyű
rezsó a melegítéshez



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

KÉMIA I. KATEGÓRIA
2. feladat

Budapest, 2022. március 19.

*A feladat elvégzésére és a válaszlap kitöltésére összesen 70 perc áll rendelkezésére.
Egy anyag pontlevonás nélkül utántölthető, a továbbiakért a teljes forduló pontszámából
veszít 1-1 pontot.*

*Az eszközöket újrafelhasználás esetén szükség szerinti alaposággal mosogassa el! A
válaszait alaposan indokolja! A kódszámát minden lapra írja rá!*

Oldatok azonosítása

Az asztalán található:

- 1 db kémcsőállvány 15 db üres kémcsővel,
- 10 db számozott kis edény az alábbiakban felsorolt oldatokkal és műanyag cseppentőkkel,
- desztillált vizes flaska.

A számozott edényekben – ismeretlen sorrendben – a következő anyagokat találja:

- 5%-os H_2O_2 -oldat;
- 2 mol/dm^3 HCl-oldat;
- $0,5 \text{ mol/dm}^3$ FeCl_3 -oldat $0,4 \text{ mol/dm}^3$ HCl-ben oldva;
- $0,5 \text{ mol/dm}^3$ NaHCO_3 -oldat;
- $0,2 \text{ g/dm}^3$ vizes metilnarancs-oldat;
- $0,2 \text{ mol/dm}^3$ $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ -oldat néhány csepp HNO_3 -mal megsavanyítva;
- $0,1 \text{ mol/dm}^3$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -oldat;
- $0,1 \text{ mol/dm}^3$ KI-oldat;
- desztillált víz;
- Lugol-oldat, $c(\text{I}_2) = 0,01 \text{ mol/dm}^3$, $c(\text{KI}) = 0,1 \text{ mol/dm}^3$

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



Hasznos információk

- A metilnarancs színváltása pH = 3,5 közelében van.
- A vas(III)-ionok színe erősen függ a koordináló ligandumoktól; pl. a $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ -ion gyakorlatilag színtelen.
- A narancsszínű dikromátion ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) vizes oldatban pH = 6 környékén egyensúlyi reakcióban sárga kromátionná (CrO_4^{2-}) alakul:

$$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2 \text{CrO}_4^{2-} + 2 \text{H}^+$$
- A dikromátion erős oxidálószer, különösen savas közegben. Redukciója során általában a kékeszöld színű Cr^{3+} ionná alakul.

Kísérletek segítségével döntse el, melyik edényben melyik anyag található! Cseppentővel, kis mennyiségekkel végezze el a kísérleteit! Észleleteit az alábbi táblázatban rögzítse! (Csak a szükséges számú sort kell kitöltenie, az elvégzett kísérleteinek megfelelően.)

Kísérlet száma	Milyen számú oldatokat öntött össze?	Tapasztalatok
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		

12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		
20.		
21.		
22.		
23.		
24.		
25.		
26.		
27.		
28.		

Melyik edényben voltak az egyes anyagok? Töltse ki a táblázatot!

Anyag	Az edény sorszáma	Hányas sorszámú kísérlet(ek) alapján azonosította?	Az azonosításhoz szükséges kísérlet(ek) során lejátszódó reakció(k) rendezett egyenlete(i)
H ₂ O ₂			
HCl			
FeCl ₃			
NaHCO ₃			
metilnarancs			
Fe(NO ₃) ₃			
K ₂ Cr ₂ O ₇			
KI			
Lugol-oldat			