

#### A IV. anionosztály jellemzése

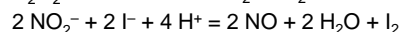
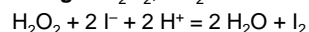
$\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$   
**Csoportreakció:**

Nem adja az I-III. anionosztály reakcióit:

Az anionok erős savaktól nem változnak, semleges oldatukban  $\text{Ba}^{2+}$ -ionok csapadékot nem eredményeznek, salétromsavval megsavanyított oldatukból  $\text{AgNO}_3$  hatására nem válik le csapadék. Az osztály anionjainak bárium- és ezüstsói vízben oldhatók.

1

• **KI-dal reagál:**  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NO}_2^-$ :



• **I<sub>2</sub>-dal reagál:** egyik anion sem

2

$\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$

**sav-bázis sajátság:** a  $\text{HNO}_2$  és  $\text{CH}_3\text{COOH}$  gyenge sav, a többi anion erős savból származtatható

- $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  gyengén lúgos kémhatású
- $\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NO}_3^-$  semleges

**Redoxi sajátság:**

redukál: megfelelő körülmények között (pH, erélyes oxidálószer)  $\text{H}_2\text{O}_2$ :  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{O}_2$

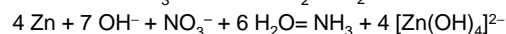
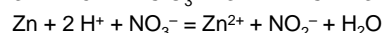
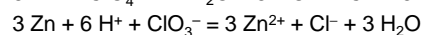
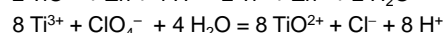
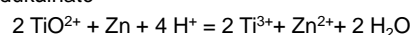
3

$\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$

**Redoxi sajátság:**

oxidál (KI-dal reagál):  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NO}_2^-$

$\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  csak erélyes körülmények között redukálható



4

$\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$

**Komplexbépző sajátság:**

$\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ : nem jellemző

$\text{NO}_2^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ : gyenge komplexképző

$[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$ ,  $[\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_3]^-$ ,  $\text{CrO}_5$ ,  $\text{TiO}_2^{2+}$

**Csapadékképző tulajdonság**

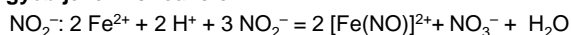
$\text{K}^+$ :  $\text{ClO}_4^-$ :  $\text{KClO}_4$  – fehér csapadék, csak töményebb oldatból válik le

$\text{Ag}^+$ :  $\text{NO}_2^-$ : savban ( $\text{HNO}_3$ ) könnyen oldódó  $\text{AgNO}_2$  csapadék

5

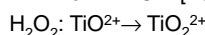
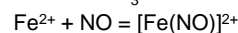
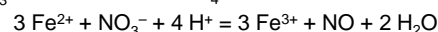
$\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$

**Egyéb jellemző reakciók:**



$\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ : Griess-Ilosvay reagens

$\text{NO}_3^-$ : cc. kénsav +  $\text{FeSO}_4$



6

### A nitrát- ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrit- ( $\text{NO}_2^-$ ) és klorátionok ( $\text{ClO}_3^-$ ) reakciói.

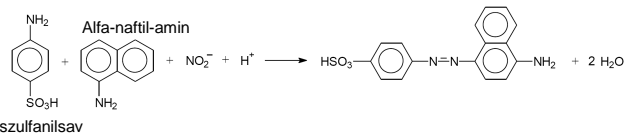
#### A $\text{NO}_2^-$ -ionok reakciói

1. Az oldata **semleges** (a levegő oxigénje lassan oxidálja, így nitrát is található mindig a nitrit oldatban):  
 $2 \text{NO}_2^- + \text{O}_2 = 2 \text{NO}_3^-$
2. **Tömény HCl**: az oldat megkékül, majd zöldül és végül barnás színű lesz:  
 $2 \text{NO}_2^- + 2 \text{H}^+ = \text{N}_2\text{O}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{N}_2\text{O}_3 = \text{NO}_2 \uparrow + \text{NO} \uparrow$  (ez utóbbi az  $\text{O}_2$ -vel  $\text{NO}_2$ -dá oxidálódik)
3. **Híg HCl színreakció nincs**, de melegítés hatására az  $\text{NO}_2$  a gáztérből kimutatható:  $\text{NO}_2 + \text{I}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{I}_2 \downarrow + \text{NO}(\text{gáz}) + 2 \text{OH}^-$
4. tömény  $\text{KNO}_2$  oldatból **AgNO<sub>2</sub>**-val csapadék választható le:  
 $\text{NO}_2^- + \text{Ag}^+ = \text{AgNO}_2 \downarrow$  (fehér cs.)
5. **KI**:  $2 \text{NO}_2^- + 2 \text{I}^- + 4 \text{H}^+ = \text{I}_2 \downarrow + 2 \text{NO}(\text{gáz}) + 2 \text{H}_2\text{O}$
6. **KMnO<sub>4</sub>**:  $5 \text{NO}_2^- + 2 \text{MnO}_4^- + 6 \text{H}^+ = 5 \text{NO}_3^- + 2 \text{Mn}^{2+} + 3 \text{H}_2\text{O}$
10. **FeSO<sub>4</sub>**:  $\text{NO}_2^- + 2 \text{Fe}^{2+} + 2 \text{H}^+ = [\text{Fe}(\text{NO})]^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$  (telített  $\text{FeSO}_4$  oldatra rétegezzük az **ecetsavval** megsavanyított oldatot)

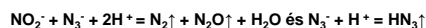
7

#### A $\text{NO}_2^-$ -ionok reakciói

11. **Griess-Ilosvay reakció**: a nitrition diazotálja a szulfanilsavat, ami aromás aminokkal (pl. alfa-naftil-ammal) már gyengén savas közegben élénkvörös színű diazovegyületté alakul át.



- A végrehajtás sorrendje**: Griess-Ilosvay 1 + Griess-Ilosvay 2 majd ehhez adjuk az ismeretlen kis részletét (a nitrition nem lehet nagy feleslegben mivel bontja a képződő színezéket ezért érdemes a nitrit vagy ism. oldatot meghígítani). Az elemzés során a nitritionok kimutatását követően annak feleslegétől érdemes megszabadulni, mivel zavarja a nitrátionok kimutatását:



**Az elemzés menete abban az esetben, ha  $\text{NO}_2^-$  és  $\text{NO}_3^-$  gyanítunk.**

1. A nitritionok ellenőrzése (Griess-Ilosvay reakcióval vagy ecetsavas közegben barnagyűrű reakcióval).
2. Amennyiben a jelenléte beigazolódott, meg kell szabadulni a nitritionoktól ( $\text{HNO}_2 + \text{HN}_3 = \text{N}_2 \uparrow + \text{N}_2\text{O} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ).
3. Amikor a gázfejlesztés abbamarad 2 M  $\text{Na}^+\text{CH}_3\text{COO}^-$  adunk az elegyhez, majd Griess-Ilosvay reagenseket és Zn granulátumot, így redukáljuk a  $\text{NO}_3^-$ -iont  $\text{NO}_2^-$ -ionig:  
 $\text{NO}_3^- + \text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{NO}_2^- + \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
4. A nitrátionból keletkező nitrition kimutatása Griess-Ilosvay reakcióval.

#### A $\text{NO}_3^-$ -ionok reakciói

1. **A nitrátok oldata semleges**
2. **KI** hatására nincs érzékelhető változás, de a cc.  $\text{HNO}_3$ , ill. a 2M  $\text{HNO}_3$  melegítés mellett már oxidálja a jodidionokat.
3. **Zn ecetsavas közegben**:  $\text{Zn} + 2 \text{H}^+ + \text{NO}_3^- = \text{Zn}^{2+} + \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$
4. **Zn (Al) lúgos közegben**:  $4 \text{Zn} + 7 \text{OH}^- + \text{NO}_3^- + 6 \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_3 \uparrow + [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$   
 $\text{NO}_3^- + 8\text{Al} + 5\text{OH}^- + 18\text{H}_2\text{O} = 3\text{NH}_3 \uparrow + 8 [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
5. **cc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$** :  $2\text{NO}_3^- + \text{cc } \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \text{HNO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$   
 $2 \text{HNO}_3 = \text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$   
 $2 \text{N}_2\text{O}_5 = 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$
6. **FeSO<sub>4</sub>**:  $3 \text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4 \text{H}^+ = 3 \text{Fe}^{3+} + \text{NO} + 2 \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{Fe}^{2+} + \text{NO} = [\text{Fe}(\text{NO})]^{2+}$  (barna gyűrű)

A nitritionnal a barnagyűrű reakciót ecetsavval végezzük!!!



#### A $\text{ClO}_3^-$ -ionok reakciói

1. A klorátoldatok semleges kémhatással bírnak.
  2.  $\text{Ag}^+ + \text{ClO}_3^- = \text{AgClO}_3 \downarrow$  (fehér cs.), ami csak nagyon tömény oldatokból válik le, viszont a nitritionok hatására:  $\text{ClO}_3^- + 3 \text{NO}_2^- = \text{Cl}^- + 3 \text{NO}_3^-$  (a  $\text{Cl}^-$  már reagál az ezüst(I)ionnal)
  3. **BaCl<sub>2</sub>**: nincs csapadékképződés
  5. **cc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bemutatás**:  $3 \text{KClO}_3 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \text{ClO}_2 \uparrow + \text{ClO}_4^- + 3 \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 4 \text{H}^+ + 3 \text{K}^+$  (a  $\text{ClO}_2$  zöldes színű gáz, ami narancssárgás színnel oldódik a cc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -ben).
  6. **KI**:  $\text{ClO}_3^- + 6 \text{I}^- + 6 \text{H}^+ = \text{Cl}^- + 3 \text{I}_2 \downarrow + 3 \text{H}_2\text{O}$
  7. **SO<sub>2</sub> ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ )**:  $\text{ClO}_3^- + 3 \text{H}_2\text{SO}_3 (3 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{SO}_2) = \text{Cl}^- + 3 \text{SO}_4^{2-} + 6 \text{H}^+$
  8. **Zn**:  $\text{ClO}_3^- + 3 \text{Zn} + 6 \text{OH}^- + 3 \text{H}_2\text{O} = \text{Cl}^- + 3 [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$
- Egyéb redukáló szerekkel:  $\text{ClO}_3^- + 3 \text{HCOH} = \text{Cl}^- + 3 \text{HCOOH}$   
 $\text{ClO}_3^- + 2 \text{Al} + 2 \text{OH}^- + 3 \text{H}_2\text{O} = \text{Cl}^- + 2 [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$   
 $\text{ClO}_3^- + 6 \text{Fe}^{2+} + 6 \text{H}^+ = \text{Cl}^- + 6 \text{Fe}^{3+} + 3 \text{H}_2\text{O}$

## Anionok elválasztása

12

## Anionok elválasztása

I. osztály kimutatása: HCl-val (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-val)

Két ion egymás mellett:

- SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> – S<sup>2-</sup>;
- SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> – CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>;
- SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> – SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

I-IV. osztály

+ HCl (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

II-IV. osztály

I. osztály (gáz vagy csapadék formájában eltávolítható)

13

## Anionok elválasztása

II. osztály kimutatása Ba<sup>2+</sup>-ionokkal (semleges közeg!):

Két ion egymás mellett:

- BrO<sub>3</sub><sup>-</sup> – IO<sub>3</sub><sup>-</sup>;
- BrO<sub>3</sub><sup>-</sup> – SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, IO<sub>3</sub><sup>-</sup> – SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>
- BrO<sub>3</sub><sup>-</sup> – S<sup>2-</sup>, IO<sub>3</sub><sup>-</sup> – S<sup>2-</sup>

II-IV. osztály

szűrlet

+ Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (BaCl<sub>2</sub>)  
csapadék

III-IV. osztály

II. osztály

14

## Anionok elválasztása

III. osztály kimutatása Ag<sup>+</sup>-ionokkal (semleges közegben, reagens salétromsavban nem oldódik)

Két ion egymás mellett:

- Br<sup>-</sup> – I<sup>-</sup>;
- Cl<sup>-</sup> – Br<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> – Br<sup>-</sup>,
- Br<sup>-</sup> – BrO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Br<sup>-</sup> – IO<sub>3</sub><sup>-</sup>, I<sup>-</sup> – IO<sub>3</sub><sup>-</sup>, I<sup>-</sup> – BrO<sub>3</sub><sup>-</sup>

III-IV. osztály

+ Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
csapadék

szűrlet

IV. osztály

III. osztály

15

## Anionok elválasztása

IV. osztály: nincs csoportreagens

Két ion egymás mellett:

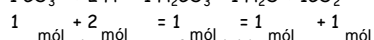
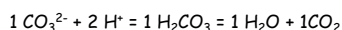
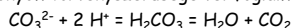
- NO<sub>2</sub><sup>-</sup> – I<sup>-</sup>;
- Br<sup>-</sup> – NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, I<sup>-</sup> – NO<sub>3</sub><sup>-</sup>,
- NO<sub>2</sub><sup>-</sup> – NO<sub>3</sub><sup>-</sup>;  
+ sav + NaN<sub>3</sub> → HNO<sub>2</sub> + HN<sub>3</sub> = N<sub>2</sub>O + N<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O

16

### Néhány dolog amit az elemzés során érdemes szem előtt tartani

1. A sorrend nagyon fontos (előbb az I. osztály ionjait keressük, majd a második osztályba tartozó ionokat, stb.)

2. A kémiai reakciók egy adott **sztoichiometria** szerint játszódnak le (ami a kémiai reakciók során tapasztalható tömeg- és térfogatviszonyok törvényszerűségeivel foglalkozik).



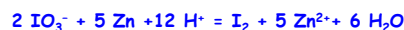
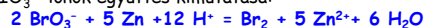
3. A vizsgálatok során alkalmazott fémsóoldatok koncentrációja 0,1 M (mol/dm<sup>3</sup>). Az ismeretlen oldat koncentrációja 0,1 M ionként (0,2 M-os oldatok elegyítésével készül) és meg kell bizonyosodni arról, hogy kellő mennyiségű reagens oldatot adunk a mintához (amelyek többnyire nagyobb konc.-val rendelkeznek (pl. a savak és lúgok koncentrációja 2,0 M)).

CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> + 2 H<sup>+</sup> = H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> = H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> de, ha a CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>-ot nem bontjuk el kvantitatívan (tehát feleslegben van a mintában)

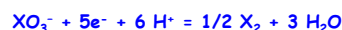
Ba<sup>2+</sup> + CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> = BaCO<sub>3</sub>↓ (fehér cs.) ("+" reakció ami valóban "-" a 2. oszt. nézve).

### Néhány dolog amit az elemzés során érdemes szem előtt tartani

BrO<sub>3</sub><sup>-</sup> és IO<sub>3</sub><sup>-</sup> -ionok együttes kimutatása:



Emlékezzünk arra, hogy melyik ion a reaktívabb kémiai és melyik ion lép gyorsabban reakcióba (az alábbi reakcióra 1,0 M mellett jellemző redox potenciál az alábbiak szerint alakul):



ha X = Cl E<sup>0</sup> = +1.47V

ha X = Br E<sup>0</sup> = +1.52V

ha X = I E<sup>0</sup> = +1.20V

Tehát a felsorolt ionok közül (ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>, BrO<sub>3</sub><sup>-</sup> és IO<sub>3</sub><sup>-</sup>) a BrO<sub>3</sub><sup>-</sup> a legerősebb oxidálószer. A jódát igazolása/redukciója (IO<sub>3</sub><sup>-</sup>-ion redukciója I<sub>2</sub>-ig) addig nem történhet meg, amíg bromátion van jelen a mintában.