

# A ionok színe oldatban, csapadékképződési és komplexképzési reakciók az érettségin

## Ionok színe vizes oldatban

Az érettségin előforduló ionok közül, azok amelyek csak zárt alhéjakat ( $s^2$ ,  $p^6$ ,  $d^{10}$ ,  $f^{14}$ ) tartalmaznak vizes oldatban színtelenek. Ilyenek a halogenidionok (fluorid-, klorid-, bromid-, jodidion), a szulfidion, a szokásos összetett ionok (oxónium-, hidroxid-, ammónium-, szulfát-, nitrát-, karbonát-, foszfát-, acetát, formiát, hidrogén-szulfátion stb.). Az egyetlen érettségin is szereplő színes összetett anion a permanganácion, amely vizes oldatban lila.

A főcsoportok kationjai (pl.  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  stb.) és az  $Ag^+$  és a  $Zn^{2+}$ -ionok vizes oldatban színtelenek (ezeknek csak zárt alhéjai vannak).

Az oldatban színes fémionok csak a mellékcsoportokban lehetnek (mert csak itt vannak olyan ionok, amelyek nem zárt alhéjakat tartalmazhatnak). A következő nem színtelen fémionok színét kell az érettségin ismerni:

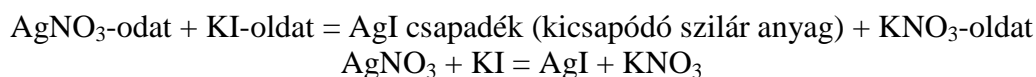
**$Cu^{2+}$  : kék,  $Fe^{2+}$  : (halvány)zöld,  $Fe^{3+}$  : sárga<sup>1</sup>,  $Ni^{2+}$  : zöld,  $Co^{2+}$  : (vöröses)rózsaszín.<sup>2</sup>**

## Csapadékképződés

A kémia érettségin néhány szervesetlen anyagról fejből is kell tudni, hogy vízben jól vagy rosszul oldódik<sup>3</sup>. A (nagyon) rosszul oldódó anyagok megfelelő töménységű oldatok összeöntésekor csapadékként csapódnak ki. Ezeknek a csapadékoknak a színe is része a tananyagnak.<sup>4</sup>

Ha két jól oldódó vegyület vizes oldatát összeöntjük, akkor lehetséges, hogy olyan ionok lesznek az összeöntött oldatban, amelyek együtt egy rosszul oldódó vegyületet képeznek, így az oldatból szilárd anyag (csapadék) csapódik ki.

Ha például ezüst nitrát oldatot összeöntünk kálium-jodid oldattal, akkor egy oldatba kerül az ezüstion és a jodidion, viszont az ezüst-jodid rosszul oldódik vízben, így halványsárga szilárd anyagként kicsapódik az oldatból.



Ezeket a folyamatokat a reakció lényegét kifejező ioneqnyenlettel is leírhatjuk. A teljes egyenletekhez képest azok az ionok nem szerepelnek az ioneqnyenletben, amelyekkel semmi változás nem történik.

Az  $AgNO_3$ -oldatban ezüstionok ( $Ag^+$ ) és nitrácionok ( $NO_3^-$ ) vannak.

A  $KI$ -oldatban káliumionok ( $K^+$ ) és jodidionok ( $I^-$ ) vannak.

Az  $AgI$  gyakorlatilag nem oldható vízben (csapadék)<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Az oldott vas(III)ion sárga színének egyéb feltételei (pH, megfelelő anionok) is vannak, de ezt az érettségin nem kell tudni.

<sup>2</sup> Ezeket a színeket hiába keresed a Függvény táblázatban, ez nincs benne, tehát fejből kell tudni.

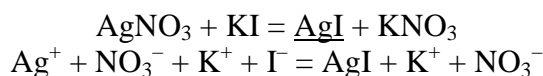
<sup>3</sup> A Függvény táblázat „Néhány rosszul oldódó vegyület oldhatósága” c. táblázata azért segíthet, hiszen ami ebben szerepel az rosszul oldódik, vagyis csapadéknak tekinthető.

<sup>4</sup> Ezeket a színeket hiába keresed a Függvény táblázatban, ez nincs benne, tehát fejből kell tudni.

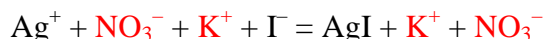
<sup>5</sup> Az, hogy gyakorlatilag nem oldódik azt jelenti, hogy a szokásos  $0,05\text{-}2 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatokat használva az anyag kicsapódik. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy egyáltalán nem oldódik, csak annyit, hogy az oldott formában maradó anyag mennyisége elhanyagolható a kicsapódó anyag mennyiségéhez képest. Ha valamelyik reagens

KNO<sub>3</sub>-oldat káliumionok (K<sup>+</sup>) és nitrátionok (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) vannak.

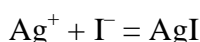
Ha az előző reakciót úgy írjuk le, hogy azokat az anyagokat, amelyek az oldatokban oldott ionokként vannak jelen ionokként írjuk akkor az alábbi egyenletet kapjuk:



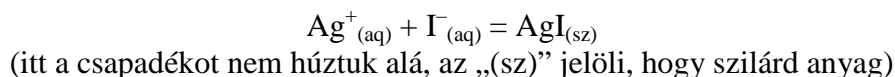
Pirossal kiemelve azokat az ionokat, amelyek nem változnak:



Ezeket az ionokat az ionegyenletben nem tüntetjük fel, hiszen velük nem történik semmilyen változás a folyamatban, így egy egyszerű egyenlethez jutunk, amit a reakció ionegyenletének nevezünk:



Az ionegyenletben is feltüntethetjük az anyagok állapotát: (sz) = szilárd, (aq) = oldott, így az egyenlet:



### a) fém-nitrátok

Minden fém nitrátja jól oldódik vízben, tehát egyik sem csapadék.

### b) fém-hidroxidok

Jól oldódnak (tehát nem csapadékok) az I. főcsoport (pl. NaOH, KOH) és a II. főcsoportból a Ba(OH)<sub>2</sub>. A Ca(OH)<sub>2</sub> (oltott mész) oldhatósága közepes, tehát csak elég tömény oldatokból csapódik ki. Ezekon kívül (szinte) minden fém-hidroxid csapadék.

A következő fém-hidroxid csapadékokat kell tudni a színükkel együtt (gondolj a már megtanult fémionok oldatbeli színére, s akkor egyszerűbb megjegyezni):

Mg(OH)<sub>2</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, Al(OH)<sub>3</sub>, Zn(OH)<sub>2</sub> - **fehérek** (ezek a fémionok oldatban színtelenek)

Fe(OH)<sub>2</sub>: (piszkos)**zöld** (vas(II)ion oldatban (halvány)**zöld**)

Fe(OH)<sub>3</sub>: (vörös)**barna** (vas(III)ion oldatban **sárga**)

Cu(OH)<sub>2</sub>: (világos)**kék** (réz(II)ion oldatban **kék**)

Co(OH)<sub>2</sub>: **rózsaszín** (kobaltion oldatban (vöröses)**rózsaszín**)<sup>6</sup>

Ni(OH)<sub>2</sub>: (alma)**zöld** (nikkelion oldatban **zöld**)

A fém-hidroxidok magasabb hőmérsékleten fém-oxidra és vízre bomlanak (a magasabb hőmérséklet nagyon változó: pár száz, de akár pár ezer fok is lehet). Az ezüst-hidroxid (AgOH) annyiban különleges, hogy már szobahőmérsékleten is bomlik. Tehát ha csapadékként keletkezik, akkor pár pillanat alatt el is bomlik, így az AgOH csapadék helyett az egyenletekben ezüst-oxidot (Ag<sub>2</sub>O) kell írni, hiszen ez a stabilan megmaradó anyag. Az ezüst-oxid (kávé)barna színű.

---

feleslegben van, akkor a csapadékok oldhatósága (általában) még rosszabb, mint tiszta vízben. A csapadékképződés során a csapadékképzésben szerepet játszó oldott ionok mennyisége az összeöntött oldatban elhanyagolható (ha valamelyik ion feleslegben van, a felesleg természetesen az oldatban marad). Ezért az ionegyenletben a csapadékot nem írjuk ionosan (még akkor sem, ha az anyag ionvegyület, mert az ionegyenletben csak az oldott formában lévő ionokat írjuk ionosan).

<sup>6</sup> Az érettségi nem kell tudni, de ha kobalt(II)-sók oldatához nátrium-hidroxidot öntünk

Írd le a következő csapadékképződési reakciók teljes és ioneqyenletét!

**nátrium-hidroxid + magnézium-nitrát**

**kálium-hidroxid + alumínium-szulfát**

**kálium-hidroxid + vas(III)-klorid**

**nátrium-hidroxid + vas(II)-szulfát**

**bárium-hidroxid + réz(II)-nitrát**

**nátrium-hidroxid + ezüst-nitrát = ezüst-oxid + víz + nátrium-nitrát**

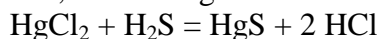
A fém-hidroxid csapadékok leválasztásához nátrium- vagy kálium-hidroxid-oldatot vagy ammónia-oldatot<sup>7</sup> használunk. Az ammónia-oldat használatánál is elfogadott, hogy az ioneqyenletben hidroxidiont írunk, mert ha egy fémion hatására a hidroxidionok kicsapódnak az oldatból, akkor az ammónia + víz reakció a disszociáció irányába tolódik el, s így keletkezhetnek folyamatosan hidroxidionok az oldatban.

Írd le a következő csapadékképződési reakció teljes és ioneqyenletét!

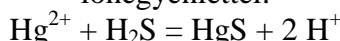
**ezüst-nitrát + ammóniaoldat**

### c) fém-szulfidok

Az I. főcsoport szulfidjainak kivételével a fém szulfidok rosszul oldódnak vízben (néhány fém szulfid oldás közben átalakul, de ez nem szerepel az érettségi tananyagban). Az oldhatatlan fém-szulfidok nagyon gyakran fekete csapadékként csapódnak ki a vizes oldatokból. A szulfidcsapadékok nem csak oldható fém-szulfidokkal, hanem kénhidrogén (H<sub>2</sub>S) gáz oldatba vezetásával is leválaszthatók<sup>8</sup> (a H<sub>2</sub>S gázt nem írjuk ioneqyenletben sem ionosan, mert kovalens kötésű molekulavegyület és gyenge sav, vízben alig disszociál ionokra).



ioneqyenlettel:



A következő fém-szulfid csapadékokat kell tudni a színükkel együtt:

Ag<sub>2</sub>S, PbS, HgS, CuS, FeS: fekete

ZnS: fehér

Írd le a következő csapadékképződési reakciók teljes és ioneqyenletét!

**ezüst-nitrát + kénhidrogén**

**ólom-nitrát + kénhidrogén**

**vas(II)-klorid + nátrium-szulfid**

<sup>7</sup> Az ammónia-oldatot (főként régebben) ammónium-hidroxid-oldatnak is nevezték, de ez nem szerencsés, mert több kémia tanár „allergiás” erre a kifejezésre, s nem tudhatod, hogy az érettségin ki ül veled szemben mert valójában az ammónia-oldat egy egyensúlyi rendszer, amelyben főként ammóniamolekula formában van jelen az oldott anyag. Az „NH<sub>4</sub>OH” nem nyerhető ki az oldatból, vízmentes formában nem létezik, kerüljük a használatát névként és képletként is.

<sup>8</sup> Az, hogy egy szulfidcsapadék leválasztható-e kénhidrogénnel, az a csapadék oldhatóságától függ. De ezt nem kell tudni az érettségin. A vas(II)-szulfid vas(II)-sók oldatából nátrium szulfiddal leválasztható, de pl. sósav hatására kénhidrogént fejleszt és feloldódik, vagyis savas oldatban, kénhidrogén hatására nem válik le csapadékként. A higany(II)-szulfid viszont olyan oldhatatlan, hogy csak királyvízben lehet feloldani

#### d) fém-karbonátok és foszfátok

Az I. főcsoport féminek kivételével ezek rosszul oldódó vegyületek. A színét csak a kalcium- és magnéziumsóknak kell tudni, ezek fehérek. A karbonátok fontos kőzetépítő ásványok (mész:  $\text{CaCO}_3$ , magnezit:  $\text{MgCO}_3$ , és dolomit:  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), de a meszes vázú állatok külső vázát is főképp mész alkotja, a kalcium-foszfát pedig a csontok legfontosabb szeretlen anyaga<sup>9</sup>. A kalcium- és magnézium- karbonát ill. foszfát fehér.

Írd le a következő csapadékképződési reakciók teljes és ioneqyenletét!

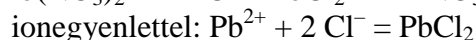
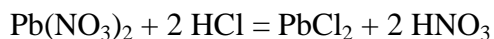
**kalcium-klorid + nátrium-karbonát**

**magnézium-szulfát + kálium-foszfát**

#### e) fém-kloridok

A fém-kloridok általában jól oldódó vegyületek, két rosszul oldódó fém-kloridot kell tudni:  $\text{AgCl}$  és  $\text{PbCl}_2$ , amelyek fehérek. A kloridcsapadékok nem csak oldható fém-kloridokkal, hanem sósavval ( $\text{HCl}$  vizes oldata) is leválaszthatók. (Mivel a sósav erős sav, a sósavban a  $\text{HCl}$  disszociált formában van jelen, ioneqyenletben a sósavat, hasonlóan a salétromsavhoz vagy kénsavhoz ionosan írjuk.)

ólom-nitrát + sósav = ólom-klorid + salétromsav



Írd le a következő csapadékképződési reakciók teljes és ioneqyenletét!

**ezüst-nitrát + magnézium-klorid**

**ezüst-nitrát + sósav**

**ezüst-nitrát + alumínium-klorid**

#### f) fém-szulfátok

A fém-szulfátok általában jól oldódó vegyületek, két rosszul oldódó fém-szulfátot kell tudni:  $\text{BaSO}_4$  és  $\text{PbSO}_4$ , amelyek fehérek.

Írd le a következő csapadékképződési reakciók teljes és ioneqyenletét!

**bárium-nitrát + kénsav**

**bárium-nitrát + alumínium-szulfát**

**ólom-nitrát + nátrium-szulfát**

#### g) szappanok csapadékképzése

A zsírsavak nátrium- és káliumsói vízben jól oldódó vegyületek (szappanok). Kemény víz hatására a keménységet okozó kationok a szappanok anionjaival fehér csapadékot képeznek (ezáltal rontják a szappanok mosóhatását).

Írd le a következő csapadékképződési reakciók teljes és ioneqyenletét!

**nátrium-sztearát + kalcium-nitrát**

**kálium-oleát (olajsav káliumsója) + magnézium-klorid**

---

<sup>9</sup> A kémia érettségien nem kell tudni, de a csontban a kalcium-foszfát főként kettős sók, apatitok formájában szerepel, ilyen só pl. a hidroxilapatit:  $3\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ , vagy a fluorapatit:  $3\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2 = \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$

## **h) ammóniumsók**

Minden ammóniumsó jól oldódik vízben.

Írd le a következő csapadékképződési reakciók teljes és ioneqnyenletét!

**ammónium-klorid + ezüst-nitrát**

**ammónium-szulfát + bárium-klorid**

**ammónium-szulfid + vas(II)-szulfát**

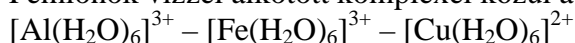
**ammónium-foszfát + kalcium-klorid**

## **Komplexképződés**

Az érettségin csak néhány komplex vegyülettel találkozhatunk. Ezekben a komplexekben egy központi fémionhoz datív kötéssel kapcsolódnak a ligandumok (víz, ammónia vagy hidroxidion). A komplex ionok töltése a központi fémion és a ligandumok töltésének összegéből meghatározható (víz és ammónia esetén ez azonos a központi fémion töltésével). A központi fémionhoz kapcsolódó ligandumok számát koordinációs számnak nevezik.<sup>10</sup>

### **a) akvakomplexek**

Fémionok vízzel alkotott komplexei közül a következőket kell tudni<sup>11</sup>:

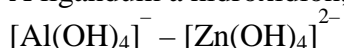


Írd le a következő reakció ioneqnyenletét!

**alumínium-klorid-odat kémhatását meghatározó reakció ioneqnyenlete** (első reakciólépés elég)

### **b) hidroxokomplexek**

A ligandum a hidroxidion, ezek közül kettőt kell tudni<sup>12</sup>:



Írd le a következő reakciók teljes és ioneqnyenletét!

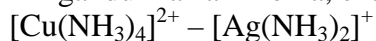
**alumínium-hidroxid csapadék oldódása NaOH-oldat feleslegében**

**cink-hidroxid csapadék oldódása NaOH-oldat feleslegében**

**alumínium oldódása NaOH-oldatban**

### **c) amminkomplexek (ammóniakomplexek)**

A ligandum az ammónia, ezek közül kettőt kell tudni<sup>13</sup>:



Írd le a következő reakciók teljes és ioneqnyenletét!

**réz-hidroxid csapadék oldódása ammónia-oldatban**

**ezüst-klorid csapadék oldódása ammónia-oldatban**

**ezüst-oxid csapadék oldódása ammónia-oldatban (ezüsttükörpróba reagensének keletkezése)**

<sup>10</sup> A Függvénytáblázatban a „Komplex vegyületek stabilitása” táblázatban több komplexion képlete szerepel, sajnos a leggyakrabban kért alumínium-hidroxokomplex nem.

<sup>11</sup> Az akvakomplexek legkönnyebben körülírással nevezhetők meg:  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  – az alumínium(ion) akvakomplexe, de használható név: hexaakva-alumínium is.

<sup>12</sup>  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$  tetrahidroxó-alumínátion – az alumíniumion hidroxidionokkal alkotott komplexe

<sup>13</sup>  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  tetraammin-réz(II)ion – az réz(II)ion ammóniával alkotott komplexe