

2. Disolbagarritasun-arauak

Ikusi denez, konposatu ionikoen disolbagarritasuna gertakari konplexua da, hainbat faktorek parte hartzen baitute. Praktikan, substantzia ionikoez ur-disoluzioan agertzen duten disolbagarritasuna edo disolbaezintasuna determinatzeko, arau erraz batzuk ezagutzea komeni da. Esperimentalki lortutako arau horien arabera, substantziak honela sailka daitezke: *disolbagarriak*, *arinki disolbagarriak* eta *disolbaezinak*.

- **Disolbagarriak:** disolbagarritasuna 0,02 mol solutu disoluzioaren litroko baino handiagoa denean.
- **Arinki disolbagarriak:** disolbagarritasuna 0,02 mol solutu disoluzioaren litroko, gutxi gorabehera, denean.
- **Disolbaezinak:** disolbagarritasuna 0,02 mol solutu disoluzioaren litroko baino txikiagoa denean. Egiatan disolbagarritasuna nulua ez denez, sarri *disolbagaitzak* deritze.

Jarraian, konposatu ionikoez uretan eta 25°C-an duten disolbagarritasuna ikusiko dugu.

Konposatuak	Disolbagarritasuna	Salbuespenak
Metal alkalinoen (1A taldea) eta NH_4^+ ioiaren konposatuak.	Disolbagarriak	
loi hauetakoren bat duten gatzak: nitrato, NO_3^- ; klorato, ClO_3^- ; perklorato, ClO_4^- ; edo azetato, CH_3COO^- .	Disolbagarriak	
Hidroxidoak	Disolbaezinak	Metal alkalinoenak eta Ba^{2+} -arena disolbagarriak dira. Ca^{2+} -arena <i>arinki disolbagarria</i> da.
Kloruro, Cl^- ; bromuro, Br^- edo ioduro, I^- ioia duten gatzak	Disolbagarriak	Ag^+ , Hg_2^{2+} edo Pb^{2+} ioia duten gatzak <i>disolbaezinak</i> dira.
Karbonatoak (CO_3^{2-}) eta fosfatoak (PO_4^{3-})	Disolbaezinak	Metal alkalinoenak, amonio ioiarena, NH_4^+ , eta Mg^{2+} -arena <i>disolbagarriak</i> dira.
Sulfatoak (SO_4^{2-})	Disolbagarriak	Ba^{2+} , Hg^{2+} eta Pb^{2+} -arenak disolbaezinak dira. Ca^{2+} eta Ag^+ -arenak <i>arinki disolbagarriak</i> dira.
Sulfuroak (S^{2-})	Disolbaezinak	1. eta 2. taldeko elementuenak eta NH_4^+ ioiarena <i>disolbagarriak</i> dira.

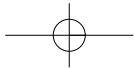
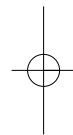
Unitate honetan, substantzia *disolbagaitzen hauspeaketa-erreakzioak* aztertuko ditugu bereziki. Erreakzio horietan *disolbagarritasun-oreka* bat agertzen da, azterketa kimikoan garrantzitsua, bai substantzien bereizketan eta arazketan, baita beste arlo batzuetan ere.

JARDUERAK

- Sailkatu, ikusitako disolbagarritasun-arauak kontuan hartuta, substantzia hauek, disolbagarri, disolbaezin edo arinki disolbagarri gisa: a) potasio ioduroa; b) kaltzio karbonatoa; c) amonio kloruroa; d) bario fosfatoa; e) sodio nitratoa; f) zilar sulfuroa.



Gaiari buruzko orrialde batean (http://clouseau.chemistry.sjsu.edu/1a/ol-help/so_lub.htm), norberak zuzentzeko moduko test bat duzu, disolbagarritasun-arauetan sakontzen lagunduko dizuna. Egin ezazu.



3. Disolbagarritasun-biderkadura

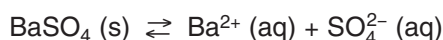
1 L uri, 25°C-an, 1 g bario sulfato, BaSO₄, gehitzen badiogu, eta disolbatzea errazteko irabiatzen badugu, gatzaren parterik handiena ontziren hondoan disolbatu gabe geratzen dela ikusiko dugu. Izatez, soilik 0,0025 g BaSO₄ disolbatuko dira: gatz hori *arinki disolbagarria* da.



Egoera interesgarri batera heldu gara: gatzaren *disolbagarritasun-orekara*. Lortu den disoluzioa *disoluzio ase* da.

Elektrolito sendoa denez, disolbaturiko BaSO₄-a bere ioietan zeharo disoziatuta egongo da: Ba²⁺ eta SO₄²⁻.

Disoluzioa *ase* dagoenez, oreka bat agertzen da: alde batetik, disolbatu gabeko gatz; bestetik, disoluzioan presente dauden ioiak:



Oreka-konstantea honako hau izango da:

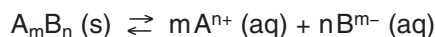
$$K = \frac{[\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{BaSO}_4]}$$

Oreka heterogeneoetan solidoen kontzentrazio molarra konstante moduan kontsideratzen dugula kontuan hartuz gero, goiko oreka-konstantea era honetan idatzi ahal izango dugu:

$$K_s = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$$

K_s konstanteari **disolbagarritasun-biderkaduraren konstantea**, edo, errazago, **disolbagarritasun-konstantea** deritzo.

Oro har, A_mB_n formula duen gatz baten kasuan:



Disolbagarritasun-biderkaduraren konstantea honako hau izango da:

$$K_s = [\text{A}^{n+}]^m [\text{B}^{m-}]^n$$



Konposatu baten **disolbagarritasun-biderkadura** disoluzio asean bere ioien kontzentrazio molarren biderkadura da, kontzentrazio bakoitza disoluzio-orekaren ekuazioan duen koefizientearen berdina den berretzailera berretuta.

ADI!

K_s-a tenperaturaren mende dago, beste oreka-konstante guztiak bezala. Hitzarmenez, haren balioa 25°C-an neurtzen da.

K_s-ren unitateak kontzentrazioak mol·L⁻¹-tan ordezkatzean lortzen direnak dira, baina ohikoa da disolbagarritasun-biderkadurari unitaterik ez esleitzea, eta kantitate adimentsional gisa erabiltzea.

3.1. K_s -ren esanahia

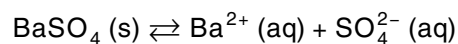
Konposatu baten disolbagarritasun-biderkaduraren konstanteak konposatutik datozen ioi disolbatuen kontzentrazioen biderkadurak lor dezakeen balio maximoa neurtzen du. Beraz, *konposatuaren disolbagarritasunaren neurri bat* adierazten du.

Disolbagarritasun-biderkadurak zera auresatea ahalbidetzen digu, ur-disoluzio batean konposatu baten ioiak kontzentrazio jakinetan presente daudenean zer gertatuko den. Horretarako, *biderkadura ionikoa-ren kontzeptua*, Q , definitu beharko da.



Biderkadura ionikoa, Q , disoluzio batean presente dauden ioien kontzentrazio molarren biderkadura da, kontzentrazio bakoitza dagokion koefiziente estekiometrikora berretuta.

Demagun bario sulfatoaren, BaSO_4 , ur-disoluzio bat dugula, 25°C -an. Dakigunez, disoluzio asean oreka hau agertzen da:



Disolbagarritasun-biderkaduraren balioa, K_s , hauxe da:

$$K_s = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 1,1 \cdot 10^{-10}$$

non $[\text{Ba}^{2+}]$ y $[\text{SO}_4^{2-}]$ ioiek disoluzio asean duten kontzentrazioak baitira. Baldin momentu batean disoluzioan presente dauden ioien kontzentrazioak $[\text{Ba}^{2+}]_0$ eta $[\text{SO}_4^{2-}]_0$ badira, **biderkadura ionikoa, Q** , honako hau izango da:

$$Q_s = [\text{Ba}^{2+}]_0 [\text{SO}_4^{2-}]_0$$

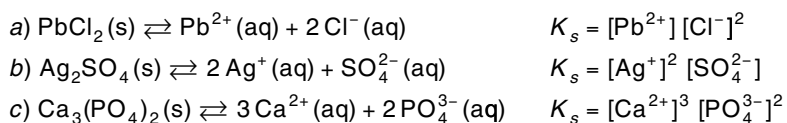
*Biderkadura ionikoa*ren, Q , adierazpen hori, *disolbagarritasun-biderkaduraren*, K_s , berdina da, baina orekakoak ez diren kontzentrazioak erabilita, aztergai dugun kasu honetan, denbora-une jakin bateko kontzentrazioak erabilita.

Q -ren eta K_s -ren balio horiek konparatuz, disoluzioaren portaera aurrean daiteke:

$Q_s < K_s$	Disoluzioa asegabe egongo da, eta solido gehiago disolbatu ahal izango da; <i>disolbagarritasun-orekaren eskuineranzko desplazamenduari laguntzen zaio.</i>
$Q_s = K_s$	Disoluzioa ase egongo da; <i>sistema orekan egongo da.</i>
$Q_s > K_s$	Disolbagarritasun-orekaren <i>ezkerreranzko desplazamenduari laguntzen zaio</i> ; ioien kontzentrazioaren soberakina hauspeatu egingo da, $Q = K_s$ izan arte.

2. ADIBIDEA

Gatz hauek ditugu: *berun (II) kloruroa, zilar sulfatoa eta kaltzio fosfatoa. Gatz bakoitzarentzat idatz ezazu gatzaren oreka disoluzio asean adierazten duen ekuazioa, eta disolbagarritasun-biderkaduraren adierazpena.*



4. Disolbagarritasunaren eta K_s -ren arteko erlazioa

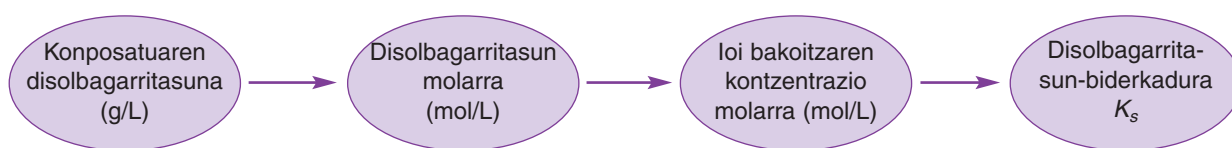
Substantzia bakoitzaren disolbagarritasun-biderkaduraren konstantea esperimentalki determinatzen da, disoluzio asean konposatu horren disolbagarritasunaren balioa aurkitzea ahalbidetzen diguten zenbait prozeduraren bidez. Disolbagarritasuna jakindakoan, erraza da disolbagarritasun-biderkaduraren konstantea, K_s , kalkulatzeko.

Disolbagarritasuna adierazteko, solutu-gramoak zati disoluzio-litroak edo solutu molak zati disoluzio-litroak erabili ohi dira. Azken kasu horretan, *disolbagarritasun molarra* deitzen zaio.



Konposatu baten **disolbagarritasun molarra** disolbaturiko konposatu horren mol kopurua da, disoluzio asearen litro bakoitzean.

Disolbagarritasunetik abiatuta, honela arituko gara *disolbagarritasun-biderkaduraren balioa*, K_s , kalkulatzeko:

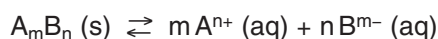


K_s -ren adierazpena kontzentrazio ionikoen berretzaileen mende dago, hau da, disolbagarritasun-orekako ioien koefizienteen mende. Azken horiek katioiak eta anioiak formularen duten azpiindizeak direnez, garrantzitsua da konposatu mota posibleak bereiztea.

4.1. K_s -ren esanahia

Disolbagarritasuna dakigula, honela jotzeko dugu A_mB_n formula orokorra duen konposatu baten K_s -ren balioa kalkulatzeko:

— Konposatuari dagokion disolbagarritasun-oreka formulatuko da:



Disolbagarritasun-biderkaduraren adierazpen orokorra, K_s , honako hau izango da:

$$K_s = [A^{n+}]^m [B^{m-}]^n$$

— Goiko adierazpenaren arabera, disolbatzen den A_mB_n konposatuaren mol bakoitzeko, m mol A^{n+} eta n mol B^{m-} agertzen dira. Beraz, konposatuaren disolbagarritasuna S bada, ioien disolbagarritasuna hau izango da:

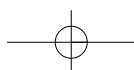
$$S(A^{n+}) = m S \quad S(B^{m-}) = n S$$

— Beste alde batetik, badakigu ioi bakoitzaren disolbagarritasunak haren kontzentrazio molarra adierazten duela, beraz:

$$[A^{n+}] = m S \quad [B^{m-}] = n S$$

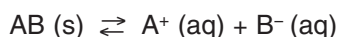
— Lorturiko balioak konposatuaren disolbagarritasun-biderkaduraren adierazpenean ordezkatzuz:

$$K_s = [A^{n+}]^m [B^{m-}]^n = (m S)^m (n S)^n$$



AB motako konposatuaren kasu berezian, esaterako, CaCO_3 , CdS , AgBr , etab., non $m = 1$ eta $n = 1$ baitira, adierazpenak asko sinplifikatzen dira.

Hain zuzen ere, disolbagarritasun-biderkadura honako hau da:



Disolbagarritasun molarrek eta, beraz, kontzentrazio molarrek, honako hauek izango dira:

$$S(\text{A}^+) = [\text{A}^+] = S \quad S(\text{B}^-) = [\text{B}^-] = S$$

Hortik, AB konposatuaren disolbagarritasun-biderkaduraren adierazpena lortzen da:

$$K_s = [\text{A}^+] [\text{B}^-] = S \cdot S = S^2$$

3. ADIBIDEA

Dakigunez, zilar kromatoaren disolbagarritasuna, 25°C -an, $0,043 \text{ g/L}$ da. Kalkula ezazu, datu horretatik abiatuta, gatz horren disolbagarritasun-biderkadura.

— Datuak: $M(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 331,8 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ Ag_2CrO_4 -aren disolbagarritasuna = $0,043 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

— Ag_2CrO_4 -aren disolbagarritasun molarra:

$$S(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = \frac{0,043 \text{ g } \cancel{\text{Ag}_2\text{CrO}_4}}{\text{disoluzioa L-tan}} \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{Ag}_2\text{CrO}_4}{331,8 \text{ g } \cancel{\text{Ag}_2\text{CrO}_4}} = 1,3 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

— Disolbagarritasun-oreka: $\text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons 2 \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$

Disolbaturiko Ag_2CrO_4 -aren mol bakoitzak bi mol Ag^+ eta mol bat CrO_4^{2-} ematen ditu. Beraz,

$$[\text{Ag}^+] = 2S \quad [\text{CrO}_4^{2-}] = S$$

— Disolbagarritasun-biderkadura:

$$K_s = [\text{Ag}^+]^2 [\text{CrO}_4^{2-}] = (2S)^2 (S) = 4S^3 = 4(1,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1})^3 = 8,8 \cdot 10^{-12}$$

Ag_2CrO_4 -aren disolbagarritasun-biderkadura $K_s = 8,8 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}$ da.

Goiko adibide horrek konposatu baten *disolbagarritasun molarren*, S , eta konposatu horren *disolbagarritasun-biderkaduraren* balioaren artean dagoen erlazioa erakusten du. Erlazio horren adierazpen matematikoa *konposatu ionikoaren formularen* mendean dago. 1. taulan kasu posible batzuk laburbiltzen dira.

■ 1. taula.

Konposatu-mota	Adibidea	Katioi/anioi erlazioa	K_s -ren adierazpena	Ioiaren kontzentrazioa disoluzio asean		K_s -ren eta S -ren arteko erlazioa
				Katioia	Anioia	
AB	CaSO_4	1:1	$[\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$	S	S	$K_s = S \cdot S = S^2$
A_2B	Ag_2CO_3	2:1	$[\text{Ag}^+]^2 [\text{CO}_3^{2-}]$	$2S$	S	$K_s = (2S)^2 \cdot S = 4S^3$
AB_2	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	1:2	$[\text{Zn}^{2+}][\text{OH}^-]^2$	S	$2S$	$K_s = S \cdot (2S)^2 = 4S^3$
AB_3	$\text{Al}(\text{OH})_3$	1:3	$[\text{Al}^{3+}][\text{OH}^-]^3$	S	$3S$	$K_s = S \cdot (3S)^3 = 27S^4$
A_3B	Ag_3PO_4	3:1	$[\text{Ag}^+]^3 [\text{PO}_4^{3-}]$	$3S$	S	$K_s = (3S)^3 \cdot S = 27S^4$
A_3B_2	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	3:2	$[\text{Ca}^{2+}]^3 [\text{PO}_4^{3-}]^2$	$3S$	$2S$	$K_s = (3S)^3 \cdot (2S)^2 = 108S^5$

2. taulak konposatu disolbagaitz batzuen disolbagarritasun-biderkadurak, 25°C-an, aurkezten dizkigu.

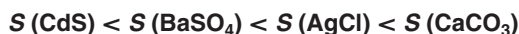
■ 2. taula.

Konposatua	K_s	Konposatua	K_s	Konposatua	K_s
AgBr	$7,7 \cdot 10^{-13}$	CaCO ₃	$8,7 \cdot 10^{-9}$	Fe(OH) ₃	$1,1 \cdot 10^{-36}$
AgCl	$1,6 \cdot 10^{-10}$	CaF ₂	$4,0 \cdot 10^{-11}$	Hg ₂ Cl ₂	$3,5 \cdot 10^{-18}$
Ag ₂ CO ₃	$8,1 \cdot 10^{-12}$	Ca(OH) ₂	$8,0 \cdot 10^{-6}$	Mg(OH) ₂	$1,2 \cdot 10^{-11}$
Ag ₂ S	$6,0 \cdot 10^{-51}$	Ca ₃ (PO ₄) ₂	$2,5 \cdot 10^{-33}$	MgCO ₃	$4,0 \cdot 10^{-5}$
Ag ₂ SO ₄	$1,4 \cdot 10^{-5}$	CdS	$3,6 \cdot 10^{-29}$	MnS	$3,0 \cdot 10^{-14}$
AgI	$8,3 \cdot 10^{-17}$	CoS	$4,0 \cdot 10^{-21}$	PbCl ₂	$1,6 \cdot 10^{-5}$
Al(OH) ₃	$1,8 \cdot 10^{-33}$	Cr(OH) ₃	$3,0 \cdot 10^{-31}$	PbF ₂	$4,1 \cdot 10^{-8}$
BaCO ₃	$8,1 \cdot 10^{-9}$	Cu(OH) ₂	$2,2 \cdot 10^{-20}$	PbI ₂	$8,7 \cdot 10^{-9}$
BaF ₂	$1,7 \cdot 10^{-6}$	CuS	$6,0 \cdot 10^{-37}$	SrSO ₄	$3,8 \cdot 10^{-7}$
BaSO ₄	$1,1 \cdot 10^{-10}$	Fe(OH) ₂	$1,6 \cdot 10^{-14}$	Zn(OH) ₂	$4,5 \cdot 10^{-17}$

4. ADIBIDEA

Konposatu hauek ditugu: zilar kloruroa, kadmio sulfuroa, kaltzio karbonatoa eta bario sulfatoa. Ordena itzazu disolbagarritasunaren ordena hazkorrean, 2. taulan agertutako disolbagarritasun-biderkaduraren balioak kontuan hartuta.

- Datuak: K_s (AgCl) = $1,6 \cdot 10^{-10}$ K_s (CaCO₃) = $8,7 \cdot 10^{-9}$ K_s (CdS) = $8,0 \cdot 10^{-28}$ K_s (BaSO₄) = $1,1 \cdot 10^{-10}$
- Konposatu guztiak AB formula orokorrekoak dira. Kasu honetan $K_s = S^2$ enez (1. taula), zera ondorioztatzen da: K_s zenbat eta handiagoa izan, disolbagarritasuna ere, S , orduan eta handiagoa izango da. Beraz, disolbagarritasunaren ordena hazkorra honako hau da:

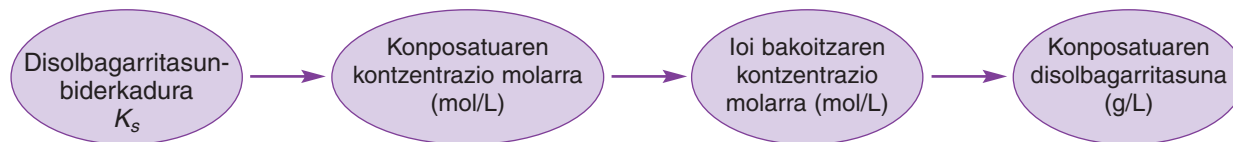


JARDUERAK

- Ordena itzazu gatz hauek disolbagarritasunaren ordena hazkorrean arabera, bakoitzaren disolbagarritasun-biderkadura kontuan hartuta: bario fluoruroa, kaltzio fluoruroa, berun (II) fluoruroa.
- Konposatu hauek emanda, idatz ezazu bakoitzaren disolbagarritasun-oreka disoluzio asean, eta halaber, disolbagarritasun-biderkaduraren adierazpena eta azken horren zenbakizko balioa, 1. taularen arabera: magnesio karbonatoa, berun (II) ioduroa, zilar karbonatoa, aluminio hidroxidoa, kaltzio fosfatoa, merkurio (I) kloruroa.
- Estrontzio sulfatoaren ur-disoluzio baten biderkadura ionikoaren balioa, Q , $2,1 \cdot 10^{-6}$ da. Adierazi gatzaren disolbagarritasun-oreka, eta konparatu biderkadura ionikoa, Q , eta gatzaren disolbagarritasun-biderkadura. Arrazoitu ea disoluzioak solutu gehiago onartuko duen, ase dagoen ala gatz apur bat hauspeatuko den.
- Berun (II) kloruroaren ur-disoluzio baten biderkadura ionikoaren balioa, Q , $3,9 \cdot 10^{-3}$ da. Arrazoitu disoluzio hori asegabea den, ase den ala konposatuaren parte bat, solido gisa, hauspeatuko den.
- BaSO₄-aren disoluzio asearen litro batek gatz horren 0,0025 g disolbatuta dituela jakinda, kalkula ezazu disolbagarritasun-biderkaduraren balioa.
Sol.: $1,14 \cdot 10^{-10}$
- Zilar sulfatoaren, Ag₂SO₄, disolbagarritasun molarra $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ da. Kalkula ezazu gatz horren disolbagarritasun-biderkaduraren balioa, eta Ag⁺ eta SO₄²⁻ ioien kontzentrazio molarak.
Sol.: $1,35 \cdot 10^{-5}$; [Ag⁺] = $3,0 \cdot 10^{-2} \text{ M}$,
[SO₄²⁻] = $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ M}$
- Kadmio fosfatoaren, Cd₃(PO₄)₂, disolbagarritasunaren balioa $1,2 \cdot 10^{-7} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ da. Kalkula ezazu zenbat gramo Cd₃(PO₄)₂ dauden 1,3 L disoluzio-tan, eta gatzaren disolbagarritasun-biderkadura.
Sol.: $8,22 \cdot 10^{-5} \text{ g}$; $2,69 \cdot 10^{-33}$
- Kalkulatu zilar kromatoaren, Ag₂CrO₄, disolbagarritasun-biderkadura, jakinda disoluzio asean Ag⁺ ioiaren disolbagarritasuna $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ dela.
Sol.: $1,69 \cdot 10^{-12}$

4.2. Disolbagarritasunaren kalkulua K_s -ren baliotik abiatuta

Konposatu baten *disolbagarritasun-biderkaduraren* balioa jakinda, konposatu horren eta ioien disolbagarritasuna, disoluzio asean, erraz kalkulatu daitezke. Ikus dezagun nola: K_s -ren adierazpenetik konposatuaren kontzentrazio molarra lortzen dugu, eta hortik, ioien kontzentrazio molarra. Konposatuaren masa molarra jakinda, disolbagarritasuna kalkulatu dezakegu, eta gramotan, disoluzioaren litroko adierazi.



5. ADIBIDEA

Zink hidroxidoaren, $Zn(OH)_2$, disolbagarritasun-biderkaduraren balioa $4,5 \cdot 10^{-17} \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}$ dela jakinda, kalkulatu ezazu konposatu horren disolbagarritasuna, $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ -tan eta $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ -tan, eta zein diren disoluzio asean hidroxidoaren ioi osatzaileen kontzentrazio molarra.

— Datuak: $K_s = 4,5 \cdot 10^{-17} \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}$ $M [Zn(OH)_2] = 99,406 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

— Disolbagarritasun-oreka: $Zn(OH)_2 (s) \rightleftharpoons Zn^{2+} (aq) + 2 OH^- (aq)$

Disolbatzen den mol hidroxido bakoitzak mol bat Zn^{2+} ioi eta bi mol OH^- ioi agerrarazten ditu. Demagun S dela zink hidroxidoaren disolbagarritasuna; horren arabera,

$$\left. \begin{aligned} S(Zn^{2+}) = S &\Rightarrow [Zn^{2+}] = S \\ S(OH^-) = 2S &\Rightarrow [OH^-] = 2S \end{aligned} \right\} K_s = [Zn^{2+}][OH^-]^2 = S(2S)^2 = 4S^3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = \sqrt[3]{\frac{4,5 \cdot 10^{-17}}{4}} = 2,24 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Disolbagarritasuna $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ -tan adierazi nahi badugu, horrela egingo dugu:

$$S = 2,24 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 99,406 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,23 \cdot 10^{-4} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

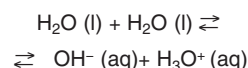
— S -aren balioa lortutakoan, ioien kontzentrazio molarra kalkulatu ditugu:

$$[Zn^{2+}] = S = 2,24 \cdot 10^{-6} \text{ M} \quad [OH^-] = 2S = 2 \cdot 2,24 \cdot 10^{-6} = 4,48 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$Zn(OH)_2$ -aren disolbagarritasuna $2,24 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ($2,23 \cdot 10^{-4} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) da, $[Zn^{2+}]$ -aren kontzentrazioa $2,24 \cdot 10^{-6} \text{ M}$ da, eta $[OH^-]$ -arena, $4,48 \cdot 10^{-6} \text{ M}$.

GOGORATU

Kalkulu praktikoetan, uraren autoionizazioaren orekatik datozen $[OH^-]$ -aren edo $[H_3O^+]$ -aren balioak baztergarritzat jo ditzakegu.



JARDUERAK

15. Kaltzio fluoruroaren disolbagarritasun-biderkadura, 25°C -an, $4,0 \cdot 10^{-11}$ da. Kalkulatu ezazu disoluzio asean disolbagarritasun molarra tenperatura horretan.

$$\text{Sol.: } 2,15 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

16. Kalkulatu itzazu zilar kloruroaren disolbagarritasuna, haren ioi osatzaileen kontzentrazioak, eta gatzaren disolbagarritasuna gramo zati litroko unitatetan, jakinda disolbagarritasun-biderkadura $1,6 \cdot 10^{-10}$ dela.

$$\text{Sol.: } 1,26 \cdot 10^{-5} \text{ M}; 1,81 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

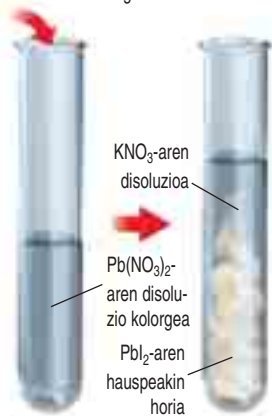
17. 25°C -an berun (II) kloruroaren disoluzio ase batek duen Pb^{2+} ioien kontzentrazioa $1,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ da.

— Kalkulatu ezazu disoluzio horretako kloruro ioien kontzentrazioa.

— Kalkulatu ezazu $PbCl_2$ -aren disolbagarritasun-biderkaduraren konstantearen balioa tenperatura horretan.

$$\text{Sol.: } 3,20 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}; 1,69 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}$$

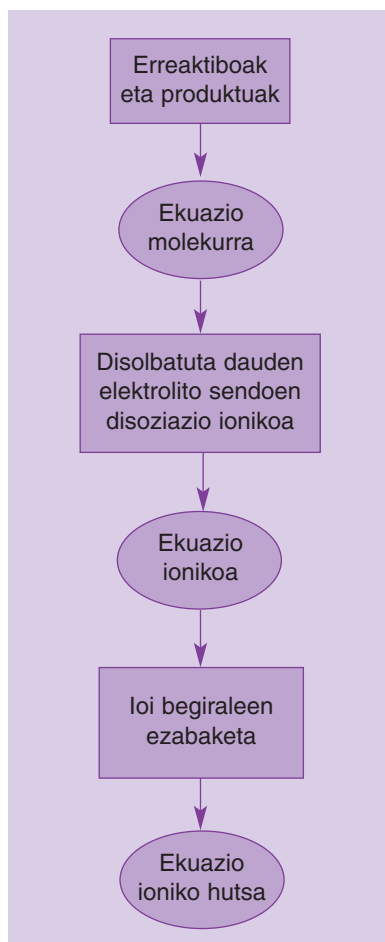
KI-aren disoluzioaren gehiketa



3. irud. Berun (II) ioduroaren hauspeaketa-erreakzioa.



Sar zaitetz orrialde honetan, eta zenbait hauspeaketa-erreakzio ikusi ahal izango dituzu bideo batean: www.libro site.net/data/glosarios/petrucci/videos/cap19/reacciones_de_precipitacion.htm

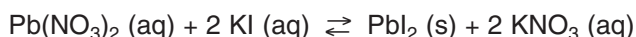


5. Hauspeatzea

Ikus dezagun zer gertatzen den honako bi disoluzio hauek nahasten direnean: bata berun (II) nitratozkoa, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, eta bestea potasio iodurozkoa, KI. Gatz biak *elektrolito sendoak* dira, beraz, bakoitza bere ioietan *zeharo disoziatuta* egongo da. Lehen disoluzioak Pb^{2+} eta NO_3^- ioiak edukiko ditu, eta bigarrenak, K^+ eta I^- ioiak.

Disoluzio bat bestearen gainera isurtzean, produktu disolbaezin baten eraketa bizkorra ikusten da, kolore horikoa (3. irud.); solido hori berun (II) ioduroa da, PbI_2 , eta produktu hori *hauspeakina* dela diogu. Disoluzioan beste elektrolito sendo bat agertzen da, potasio nitratoa, KNO_3 , bere ioietan zeharo disoziatua.

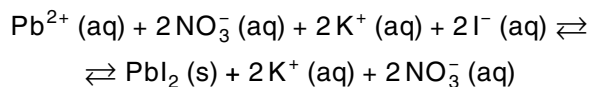
Gertatu den erreakzioari *hauspeatze-erreakzioa* deritzo:



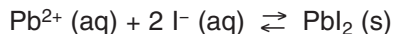
Hauspeatze-erreakzioa konposatu disolbaezin baten eraketa —*hauspeakina*— da. Konposatu hori bi disoluzio nahasten direnean eratzen da, bakoitzak konposatu disolbaezinaren ioi bat ematen duelarik.

Aurreko ekuazioari **ekuazio ez-ionizatua** deitzen zaio, parte hartzen duten substantzia guztiak horrela idatzi baitira.

Ekuazio ionikoa disolbaturiko elektrolito sendoak ioietan zeharo disoziatzen direnean lortzen da. Hauspeaturiko PbI_2 -a forma ez-ionizatuan idazten da.



Ekuazio ioniko hutsa aurreko ekuazioaren bi ataletan agertzen diren ioiak ezabatzen direnean lortzen da, hau da, *ioi begiraleak* kentzen direnean:



Ekuazio honek zera adierazten du, I^- eta Pb^{2+} ioiek elkarrekin erreakzionatzen dutenean, jatorrizko gatzak edozein izan arren, PbI_2 -aren hauspeakin bat eratu ahal izango dutela.

5.1. Hauspeakinen eraketa nola iragarri

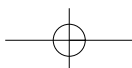
Hainbat substantziaren disolbagarritasun-biderkaduraren konstanteek dituzten datuak erabilita, disoluzioan dauden bi konposatuen arteko erreakzioak substantzia disolbagaitz baten hauspeakina sortuko duenentz iragarri ahal izango dugu.

Horretarako, K_s konstanteaz gain, *biderkadura ionikoa*, Q , ere kontuan hartuko dugu.

Disolbaturiko bi substantzien arteko erreakzioaren ondorioz bietako bat hauspeatu dadin, horren *biderkadura ionikoak disolbagarritasun-biderkaduraren konstantea baino handiagoa izan behar du*.

$$Q > K_s$$

Baldintza hori betetzen denean, konposatua hauspeatuko da $Q = K_s$ izan arte, eta une horretan, disoluzioa ase geratuko da.



6. ADIBIDEA

Bario klorurotan 0,005 M den disoluzio baten 200 mL nahastu dira potasio sulfatotan 0,007 M den beste disoluzio baten 600 mL-rekin. Jakinda BaSO_4 -aren K_s -ren balioa $1,1 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ dela, aztertu ea hauspeakinen bat eratuko den ala ez.

— Datuak: $V_T = 800 \text{ mL}$ $[\text{BaCl}_2] = 0,005 \text{ M}$ $[\text{K}_2\text{SO}_4] = 0,007 \text{ M}$ $K_s (\text{BaSO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$

— Ionizatu gabeko ekuazioa: $\text{BaCl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 + 2 \text{KCl}$

Disolbagarritasun-arauei behatuz, BaSO_4 -a disolbalezina dela ikusten da, eta KCl -a, disolbagarria. Beraz, BaSO_4 -zko hauspeakin bat eratuko da baldin $Q > K_s$ bada.

— Ekuazio ionikoa honako hau da: $\text{Ba}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{Cl}^- (\text{aq}) + 2 \text{K}^+ (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 (\text{s}) + 2 \text{K}^+ (\text{aq}) + 2 \text{Cl}^- (\text{aq})$

— Ekuazio ioniko hutsa: $\text{Ba}^{2+} (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 (\text{s})$

— Disoluzioaren 200 mL-tan dagoen Ba^{2+} -aren mol kopurua (= bolumen \times molaritatea):

$$n(\text{Ba}^{2+}) = V \cdot M = 200 \text{ mL} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \cdot \frac{0,005 \text{ mol Ba}^{2+}}{1 \text{ L}} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol Ba}^{2+}$$

800 mL-tan Ba^{2+} ioien kontzentrazioa, hau da, bi disoluzioak nahastu ondorengo bolumenean, eta bolumenak batukorrak direla suposatuz, honako hau izango da:

$$[\text{Ba}^{2+}]_0 = \frac{1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{800 \text{ mL}} \cdot \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

— Disoluzioaren 600 mL-tan dagoen SO_4^{2-} -aren mol kopurua (= bolumen \times molaritatea)

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = 600 \text{ mL} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \cdot \frac{0,007 \text{ mol SO}_4^{2-}}{1 \text{ L}} = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol SO}_4^{2-}$$

Bukaerako disoluzioaren 800 mL-tan dagoen SO_4^{2-} -aren kontzentrazioa:

$$[\text{SO}_4^{2-}]_0 = \frac{4,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{800 \text{ mL}} \cdot \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 5,25 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

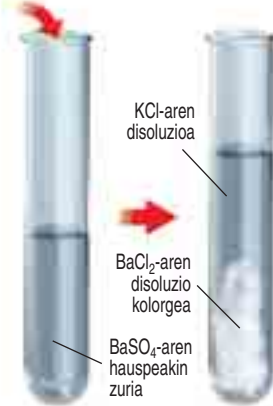
— Biderkadura ionikoa, Q , eta disolbagarritasun-biderkadura, K_s , erkatuz:

$$Q_s = [\text{Ba}^{2+}]_0 [\text{SO}_4^{2-}]_0 = 1,25 \cdot 10^{-3} \cdot 5,25 \cdot 10^{-3} = 6,56 \cdot 10^{-6}$$

$$K_s = 1,1 \cdot 10^{-10}$$

Ikusten denez, $Q > K_s$ da, beraz, disoluzioa **gainasea** izango da, eta barrio sulfatoaren parte bat, BaSO_4 , hauspeatu egingo da, baldintza hau bete dadin: $[\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}] = 1,1 \cdot 10^{-10}$

K_2SO_4 -aren disoluzioaren gehiketa



JARDUERAK

- Barrio nitratoaren disoluzio bat potasio karbonatoaren beste disoluzio bati gehitzen zaionean, barrio karbonatoaren hauspeakin bat eratzten da. Idatz itzazu erreakzioari dagozkion ekuazio ez-ionizatua, ionikoa eta ioniko hutsa.
- Beheko erreakzioan konposatu disolbagaitz bat eratzten da; zein den jakiteko, kontsulatu disolbagarritasun-araueak. Osa ezazu ekuazio ez-ionizatua, eta idatz itzazu ekuazio ionikoa eta ioniko hutsa.
 $\text{K}_3\text{PO}_4 (\text{aq}) + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 (\text{aq}) \rightarrow \dots (\text{s}) + \dots (\text{aq})$
- Barrio nitratoan 0,10 M den disoluzio baten 20 mL, Na_2CO_3 -tan 0,10 M den beste disoluzio bati gehitzen zaizkio. Aztertu ea barrio karbonatoa hauspeatu den ala ez.
- Azido klorhidrikotan, HCl , $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ den 1 L-eko disoluzioari $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ g}$ zilar nitrato gehitzen zaizkio. Aderaz ezazu zilar kloruroa hauspeatu den ala ez.
- Iragar ezazu ea zilar sulfatoa hauspeatu den ala ez MgSO_4 -tan 0,001 M den 1 mL-eko disoluzioa gehitzen bazaio AgNO_3 -tan $5,0 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ diren 100 mL-ri.
- Disoluzio batek Ca^{2+} ioiak ditu, horien kontzentrazioa 0,010 M delarik. Kalkulatu zein izan beharko duen F^- ioiaren kontzentrazio minimoak kaltzio fluoruroaren hauspeaketa has dadin.
Sol.: $[\text{F}^-] = 6,32 \cdot 10^{-5} \text{ M}$
- AgNO_3 -aren disoluzio batean dagoen zilarra berreskuratu nahi da, Ag^+ -aren kontzentrazioa gutxituz, horren balioa $1,0 \cdot 10^{-9} \text{ M}$ izan arte. Horretarako, zilarra AgCl moduan hauspeatu nahi da, NaCl -aren disoluzio bat gehituz. Kalkulatu orekako Cl^- -aren kontzentrazioa.
Sol.: $[\text{Cl}^-] = 0,16 \text{ M}$

H₂SO₄-aren disoluzioaren gehiketa



4. irud. Sr²⁺ ioiaren bereizketa selektiboa, SrSO₄ gisa hauspeatuz.

6. Hauspeaketa zatikatua

Laborategi kimikoan egiten diren lanetan, sarri disoluzio batetik ioi jakin bat ezabatu nahi da, presente dauden beste ioiak disoluzioan mantenduz. *Ioien bereizketa selektiboa* izeneko prozesu hori *hauspeaketa zatikatua*ren bidez lortzen da.



Hauspeaketa zatikatuaren bitartez, ioi hauspeatzaile bat gehitzen da, horren ondorioz bi konposatu sor daitezten, biak disolbagarritasun-biderkadura desberdinekoak. Biderkaduren arteko aldea behar bezain handia bada, soilik hauspeatuko da produktetako bat, eta bestea, aldiz, ez.

Adibidean, Sr²⁺ eta Ba²⁺ ioiak daude disoluzioan. Gehitzen diren SO₄²⁻ ioien kontzentrazioa doituaz, ioietariko bat hauspeatu egin daiteke eta, horren ostean, bestea ere bai, biak sulfato disolbagaitz gisa.

Berriz ikusiko dugu, geroagoko adibide gehiagotan, nola banandu ioiak hauspeaketa zatikatua

7. ADIBIDEA

1,00 L-ko disoluzio bat daukagu, 5,00 g Sr²⁺ eta 0,001 g Ba²⁺ dituena. Azido sulfuriko kontzentratua poliki-poliki gehitzen da (4. irud.). Adierazi zein gatz hauspeatu daitezkeen, kalkula ezazu SO₄²⁻-aren kontzentrazioa ioi bakoitza hauspeatzen has dadin, eta adierazi, halaber, zein hauspeatuko den lehendabizi.

— Datuak: V = 1 L M_{Sr²⁺} = 5,00 g M_{Ba²⁺} = 0,001 g

— Hauspea daitezkeen gatzak estrontzio sulfatoa (SrSO₄) eta bario sulfatoa (BaSO₄) dira. Gatz bakoitzaren disolbagarritasun-orekak honako hauek dira, hurrenez hurren:



Oreka bakoitzari K_s-ren balio bat dagokio:

$$K_s(\text{SrSO}_4) = 3,8 \cdot 10^{-7} \quad K_s(\text{BaSO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-10}$$

— Ioi bakoitzaren kontzentrazio molarra honako zatiketa hau eginez lortzen da: presente dagoen mol kopurua zati disoluzioaren bolumena. Azidoa gehitzean gertatu den bolumenaren aldakuntza baztergarritzat jotzen da, azido hori kontzentratua baita.

$$[\text{Sr}^{2+}] = \frac{5,00 \text{ g}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{87,62 \text{ g}} = 5,71 \cdot 10^{-2} \text{ M} \quad [\text{Ba}^{2+}] = \frac{0,001 \text{ g}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{137,3 \text{ g}} = 7,28 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

— Estrontzio sulfatoa, SrSO₄, hauspeatzen has dadin beharrezkoa den SO₄²⁻ ioiaren kontzentrazioa haren K_s-ren adierazpenetik lor daiteke:

$$K_s = [\text{Sr}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] \Rightarrow [\text{SO}_4^{2-}] = \frac{K_s}{[\text{Sr}^{2+}]} = \frac{3,8 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-2}}{5,71 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 6,65 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \mathbf{6,65 \cdot 10^{-6} \text{ M}}$$

— Era beran, bario sulfatoa, BaSO₄, hauspeatzen has dadin beharrezkoa den SO₄²⁻ ioiaren kontzentrazioa haren K_s-ren adierazpenetik lortzen da:

$$K_s = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] \Rightarrow [\text{SO}_4^{2-}] = \frac{K_s}{[\text{Ba}^{2+}]} = \frac{1,1 \cdot 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-2}}{7,28 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 1,51 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \mathbf{1,51 \cdot 10^{-5} \text{ M}}$$

Emaitza biak erkatuz, zera ondorioztatzen dugu, SO₄²⁻ ioiaren kontzentrazio txikiagoa behar dela SrSO₄-a hauspearazteko (**6,65 · 10⁻⁶ mol · L⁻¹**), BaSO₄-a hauspearazteko behar dena (**1,51 · 10⁻⁵ mol · L⁻¹**) baino.

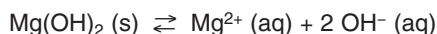
Beraz, **lehendabizi SrSO₄-a hauspeatuko da**, zeren, azido sulfurikoa gehituz, lehenago iritsiko baita sulfato horrek hauspearazteko behar duen kontzentrazioa.

Mg(OH)₂-aren disoluzio aseari **OH⁻ ioiak** gehitzen badizkiogu, eta horrekin pH-a handiago egiten badugu, oreka ezkererantz desplazatuko da, eta beraz, Mg(OH)₂-aren disolbagarritasuna gutxitu egingo da. Gertakizun hori *ioi komunaren efektuaren* ondorioa da.

10. ADIBIDEA

Kalkula ezazu zein diren, Mg(OH)₂-aren disoluzio batean, a) disoluzio asearen pH-a; b) hidroxidoaren disolbagarritasuna pH-a 9,00 denean ($K_s = 1,2 \cdot 10^{-11}$).

a) Disolbagarritasun-oreka honako hau da:



Disolbagarritasun-biderkaduraren balioa: $K_s = [\text{Mg}^{2+}] [\text{OH}^-]^2 = 1,2 \cdot 10^{-11}$

Demagun S dela Mg(OH)₂-aren disolbagarritasuna; horren arabera:

$$K_s = S (2 S)^2 = 4S^3$$

$$S \text{ askatuz} = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = \sqrt[3]{\frac{1,2 \cdot 10^{-11}}{4}} = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Beraz, $[\text{OH}^-] = 2 S = 2 \cdot 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ M} = 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ M}$

Behin $[\text{OH}^-]$ -a jakin eta gero, pH-a kalkula daiteke:

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (2,8 \cdot 10^{-4}) = 3,55$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3,55 = 10,45$$

Mg(OH)₂-aren disoluzio asearen **pH-a = 10,45** da.

b) Azido baten gehiketarengatik disoluzioaren pH-a gutxitzen denean, hidroxidoaren disolbagarritasuna handitu egin beharko da:

Baldin pH = 9,00 \Rightarrow pOH = 14 - pH = 14 - 9,00 = 5,00

Beraz, $[\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ M}$

$$K_s = [\text{Mg}^{2+}] [\text{OH}^-]^2 \text{ denez, } [\text{Mg}^{2+}] = \frac{K_s}{[\text{OH}^-]^2} = \frac{1,2 \cdot 10^{-11}}{(1,0 \cdot 10^{-5})^2} = 0,12 \text{ M}$$

Horren arabera:

$$[\text{Mg(OH)}_2]_{\text{disolbatua}} = [\text{Mg}^{2+}]_{\text{disoluzioan}} = 0,12 \text{ M}$$

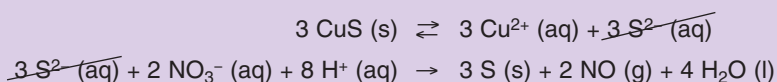
pH-a 10,45etik 9,00ra pasatzen denean, Mg(OH)₂-aren disolbagarritasuna **1,4 · 10⁻⁴ M** izatetik **0,12 M** izatera pasatzen da.

8.2. Oxidazio-erredukzioko erreakzioak

Hauspeakin bat *oxidatzaile* baten eraginez disolba daiteke, horrek ioi baten *oxidazio-zenbakia* handituz, ioiak disoluzioan duen kontzentrazioa gutxitzen duelako.

Adibidez, sulfuro metaliko asko azido nitrikotan, HNO₃, disolbatzen dira oxidatzaile ona delako. Horrek sulfuro ioiak, S²⁻, sulfre elementalera, S, oxidatzen ditu. Disoluzioan dauden S²⁻ ioien kontzentrazioa gutxitzean, eta eragin horri kontra egiteko, sulfuro metalikoaren disolbagarritasun-oreka eskuinerantz desplazatzen da, horrela disolbagarritasuna handiagotu egiten delako, hauspeakina zeharo disolbatuta geratu arte.

Adibide moduan, CuS-aren eta azido nitrikoaren arteko erreakzioa erabil daiteke:



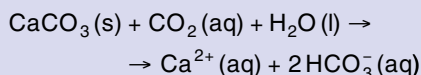
Erreakzio totala: $3 \text{CuS} (\text{s}) + 2 \text{NO}_3^- (\text{aq}) + 8 \text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow 3 \text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + 3 \text{S} (\text{s}) + 2 \text{NO} (\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

Interes praktikoa duten disolbagarritasun-orekak

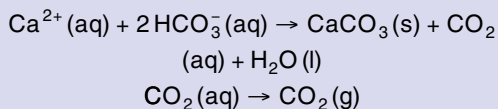
Saihestu beharreko hauspeaketa bat

Batzuetan, ur beroa daramaten berogailuetako hodiak eta galdaretako bideak butxatuta garatzen dira. Horren zioa hodiaren barruko aldea ia-ia bete egiten duen produktu gogor eta kolore zuridun bat da, hain zuzen uraren igarotea zaildu edo guztiz eragotzi egiten duena. Saihestu beharreko hauspeaketa-erreakzio bat da, kaltzio eta magnesio karbonatoen eraketa eragiten duena, CaCO_3 eta MgCO_3 , lehendabizikoa batez ere.

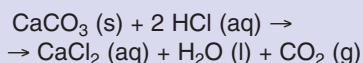
Badakigu kareharria, CaCO_3 , euri-uretan disolbatzen dela, atmosferak disoluzioan daraman CO_2 -ari esker. Erreakzioak HCO_3^- disolbagarriaren eraketa dakar:



Beste aldetik, ur natural askok Ca^{2+} eta HCO_3^- ioiak dituzte disoluzioan, eta, berotzean edo irakinaraztean, goiko erreakzio hori alderantzikatu egiten da, CaCO_3 -a hauspeatuz eta atmosferara itzuliko den CO_2 -a eratuz:



CaCO_3 -aren hauspeakina disolbatu egin daiteke, hodian azido klorhidrikoaren disoluzio bat sartuz, horrek karbonatoarekin erreakzionatu egiten duelako, eta CaCl_2 disolbagarria eratuz:



Hodietan karbonato disolbaezinik ager ez dadin, eraginkorra da Ca^{2+} eta Mg^{2+} ioirik ez duen ura erabiltzea. Horrelako urei *ur bigunak* esaten zaie.

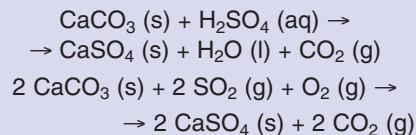
Arras kaltegarria den disoluzio bat

Gauza jakina da guretzat euri azido deiturikoaren izaera. Nagusiki, atmosferara egiten diren SO_2 -aren igorpenak sortua da, eta emisio hori sumendien erupzioen ondorioz, sulfuro metalikoen xigorketaren ondorioz eta gas naturalaren, ikatz mineralaren, petrolioaren eta horien deribatuen errekuntzaren ondorioz gertatzen da. SO_2 -a, bide desberdinak segituz, airean SO_3 -raino oxidatzen da.

Geroago, eta euri-urarekin gertatzen den erreakzioa dela eta, SO_2 -a eta SO_3 -a dagozkien azido bihurtzen dira, H_2SO_3 eta H_2SO_4 , hurrenez hurren.

Euri azido horrek dituen eraginak, lur landuen gainean, basoen gainean eta ibaietako eta aintziretako animaliangen ezagunak dira. Orain, nabarmentzen dugu halaber, kare-harrizko eta marmolezko monumentuetan eta eraikinetan egiten duen kalte

itzela, non CaCO_3 -a, gero eta gehiago disolbatzen baita honelako erreakzioen bidez:



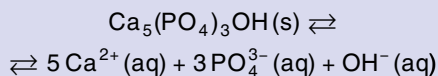
Eratu den CaSO_4 -a ($K_s = 2,4 \cdot 10^{-5}$) disolbagarria nahikoa da urak, poliki-poliki, disolbatzeko eta herrestatzeko.

Monumentu eta eraikin zenbait, narriadura horretatik babesteko, substantzia batzuen bidez gaintali dira, eta horiek, erreakzioz, BaCO_3 -a ekoizten dute ($K_s = 8,1 \cdot 10^{-9}$). Substantzia hori CaCO_3 -a bezain disolbagaitza da ($K_s = 8,7 \cdot 10^{-9}$), baina euri azidoaren H_2SO_4 -ak erasotzen dionean, BaSO_4 eratzen du ($K_s = 1,1 \cdot 10^{-10}$), eta hori CaCO_3 -a baino disolbagaitzagoa da.

Haginetako txantxarra eta disolbagarritasun-oreka

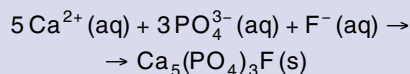
Haginetako eta hortzetako esmaltea kaltzio fosfato hidratatu batez eratuta dago, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$. Haginen desmineralizazio-prozesua, hain zuzen, substantzia horren disoluzioan datza, normalean hedadura txiki batean eragiten duena, eta pertsona helduetan haurretan baino bizkorrago sortzen dena. Esmalte-geruza ahultzean, haginetako txantxarraren hastapenari laguntzen zaio.

Alderantzizko prozesu naturala mineralizazioa da eta goiko prozesua ez bezala, haurretan garrantzitsuagoa da helduetan baino:



Otorduak egin eta gero, eta batez ere azukretan aberatsak diren janariak hartu eta gero, esaterako gozokiak eta izozkiak, azido organikoen ekoizpenak pH-a gutxitu egiten du, eta goiko orekatik OH^- ioiak kentzean, oreka hori eskuinerantz desplazatzen da, desmineralizazioa eraginez eta haginetako txantxarra bideratuz.

Prozesu hori eragozteko, azukretan baxua den dieta bat gomendatzen da, eta otorduen ostean haginak eta hortzak eskuilatzea, janari-hondarrak garbitzeko. Haginetarako ore batzuen F^- ioiek parte batean OH^- ioiak ordezkatu egiten dituzte, azidoekiko oso erresistentea den konposatu bat eratuz:



Hausnartzeko

Ingurumen-kutsadurak seriozki kaltetutako monumentu edo eraikinik ezagutzen al duzu?