

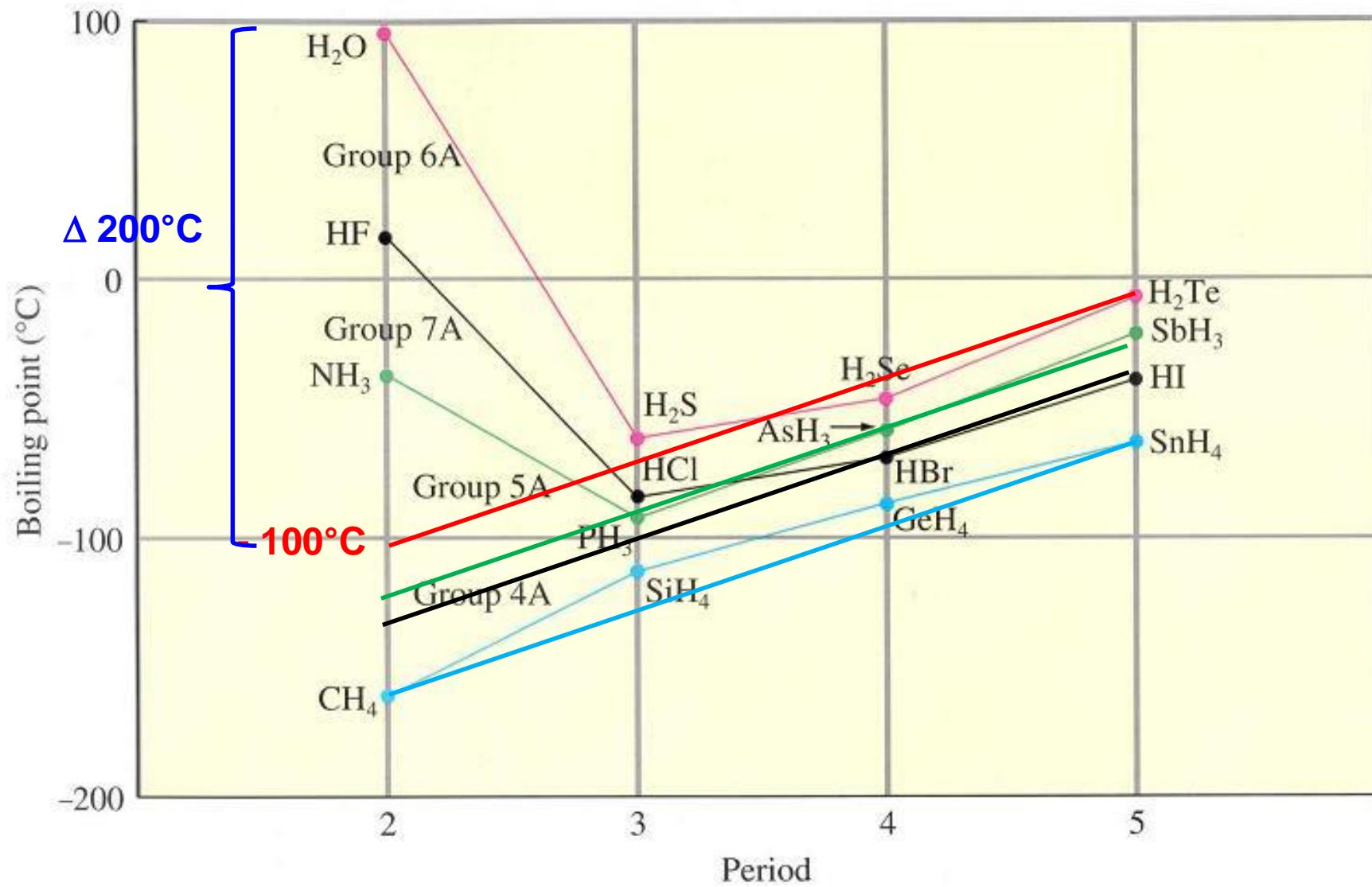
Hoofdstuk 9

Water

Kookpunt van water en waterstofbruggen

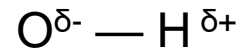
- Een vuistregel stelt dat het kookpunt van een stof stijgt als de moleculemassa toeneemt.

	M	Kpt
H ₂ Te	129	0 °C
H ₂ Se	80	-12 °C
H ₂ S	34	-62 °C
H ₂ O	18	100 °C



- In de polaire binding $O^{\delta-} - H^{\delta+}$ legt het sterk elektronegatief O-atoom bijna volledig beslag op het bindend elektronenpaar, waardoor de H-kern praktisch bloot komt te liggen.
- De zwak afgeschermdde positieve lading van de zeer kleine H-kern oefent een krachtige elektrostatische kracht uit waardoor het partieel negatief geladen O-atoom van een andere molecule H_2O wordt aangetrokken. Er ontstaat op die manier een waterstofbrug.
- Definitie: Waterstof vormt een soort brug tussen twee O-atomen waarbij het covalent gebonden is aan zijn eigen O-atoom en elektrostatisch aan het vreemde O-atoom. Een waterstofbrug heeft dus een elektrostatisch karakter en is tamelijk zwak.

Covalente binding > ionenbinding > waterstofbrug

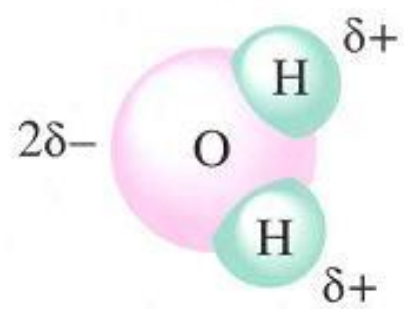


- Een zestal H_2O -moleculen vormen aggregaat door middel waterstofbruggen.
- Waarschijnlijk dynamisch evenwicht tussen
 H_2O ; $(\text{H}_2\text{O})_2$; $(\text{H}_2\text{O})_3$; $(\text{H}_2\text{O})_4$; $(\text{H}_2\text{O})_5$ en $(\text{H}_2\text{O})_6$.

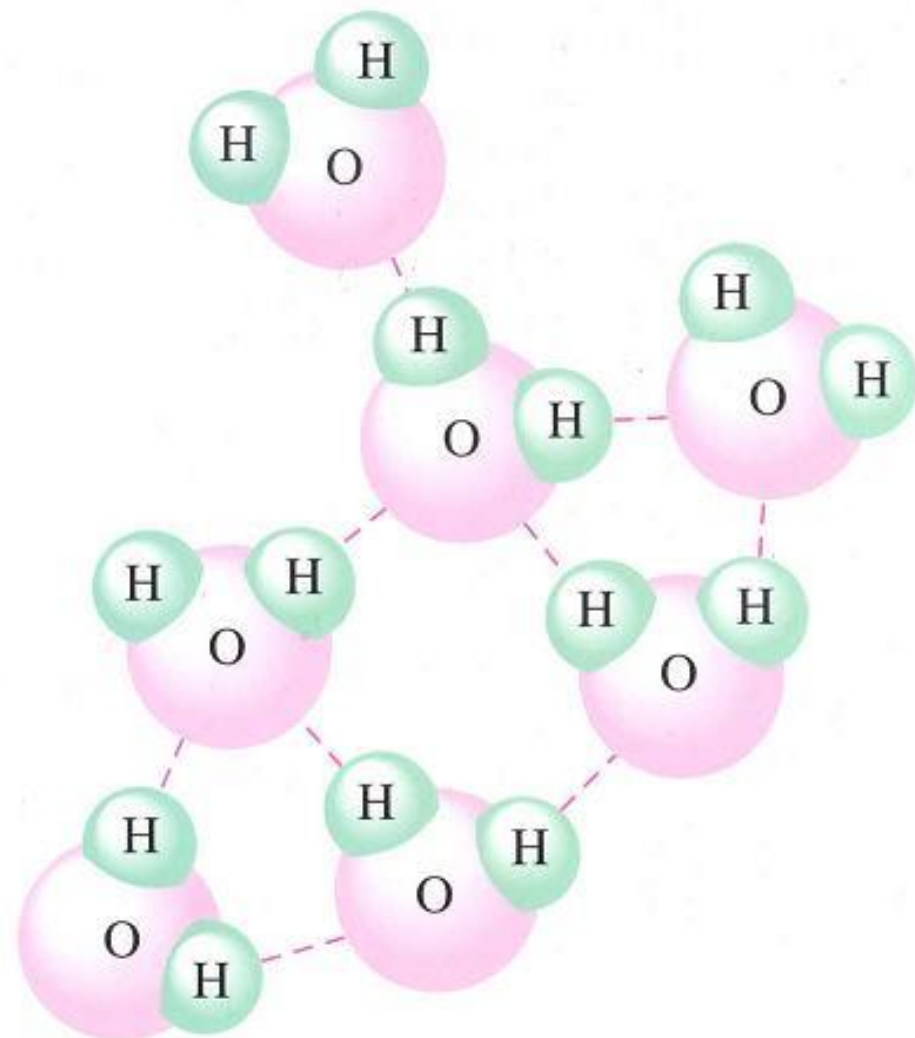
Of $(\text{H}_2\text{O})_n$ met $n_{1 \rightarrow 6}$.

Naarmate T stijgt daalt n.

- Daar het verbreken van de H-bruggen extra energie vergt, heeft water een hoger, abnormaal, kookpunt.



(a)



(b)

**Er ontstaan H-bruggen
tussen een H gebonden
aan een klein sterk
elektronegatief atoom
zoals O, N of F en een
klein sterk elektronegatief
atoom zoals O, N of F met
een vrij elektronenpaar.**

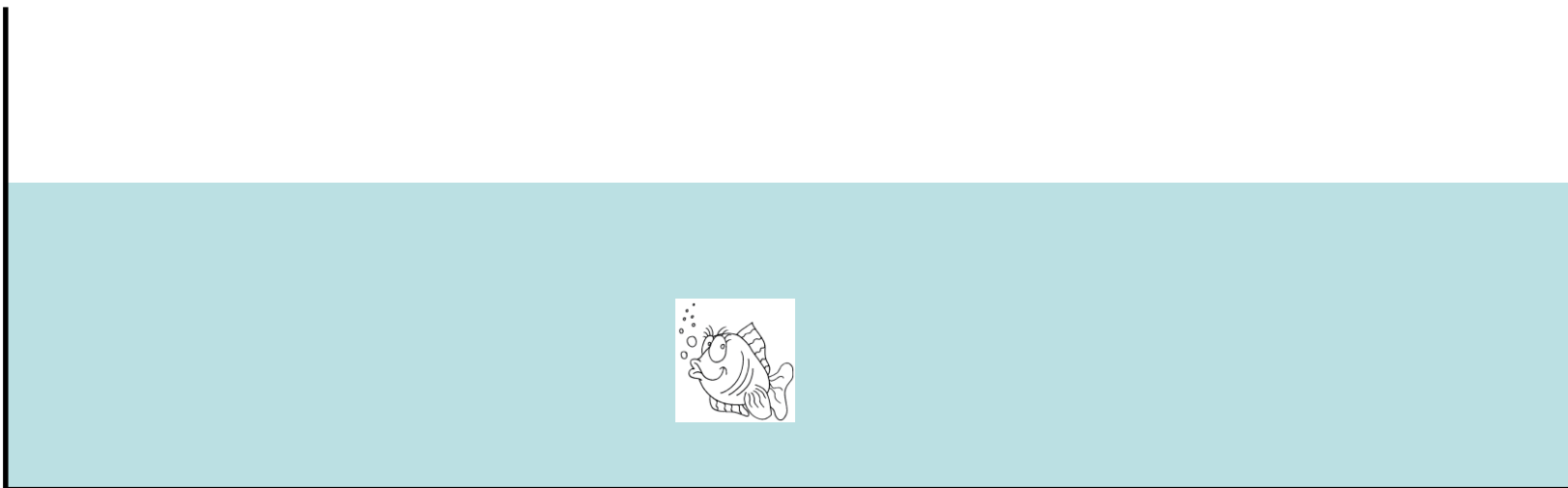
De structuur van ijs

Algemeen.

- De dichtheid van de vaste fase > dichtheid van de vloeibare fase.
- Uitzondering.

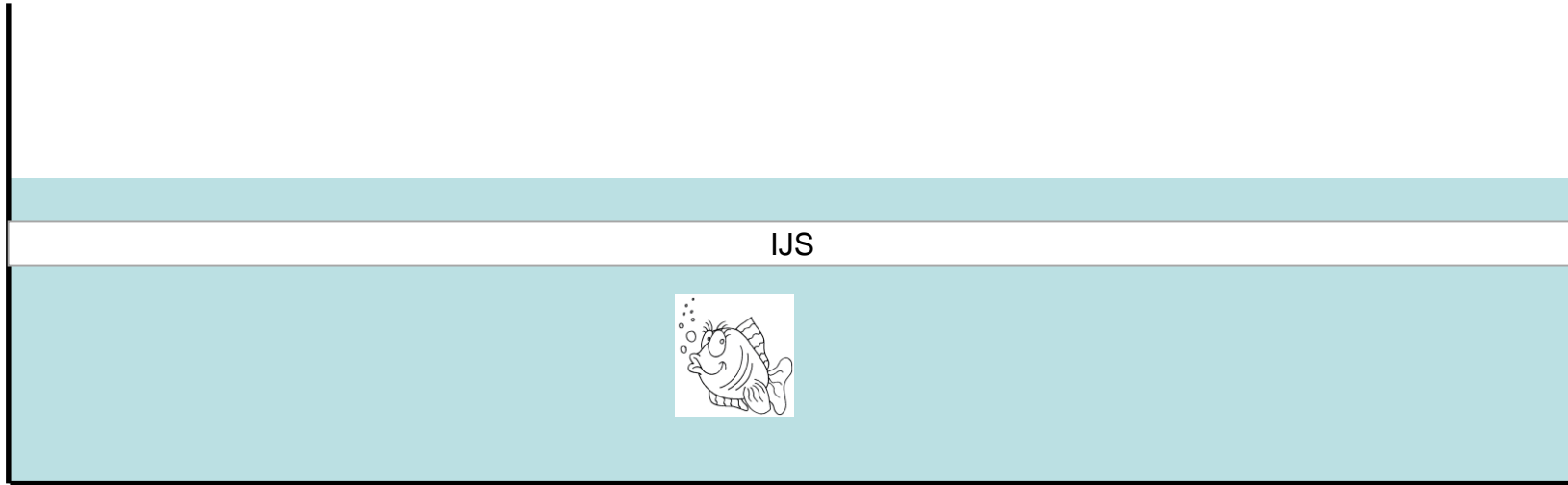
H₂O: $\text{dichtheid}_{\text{ijs}} < \text{dichtheid}_{\text{water}}$

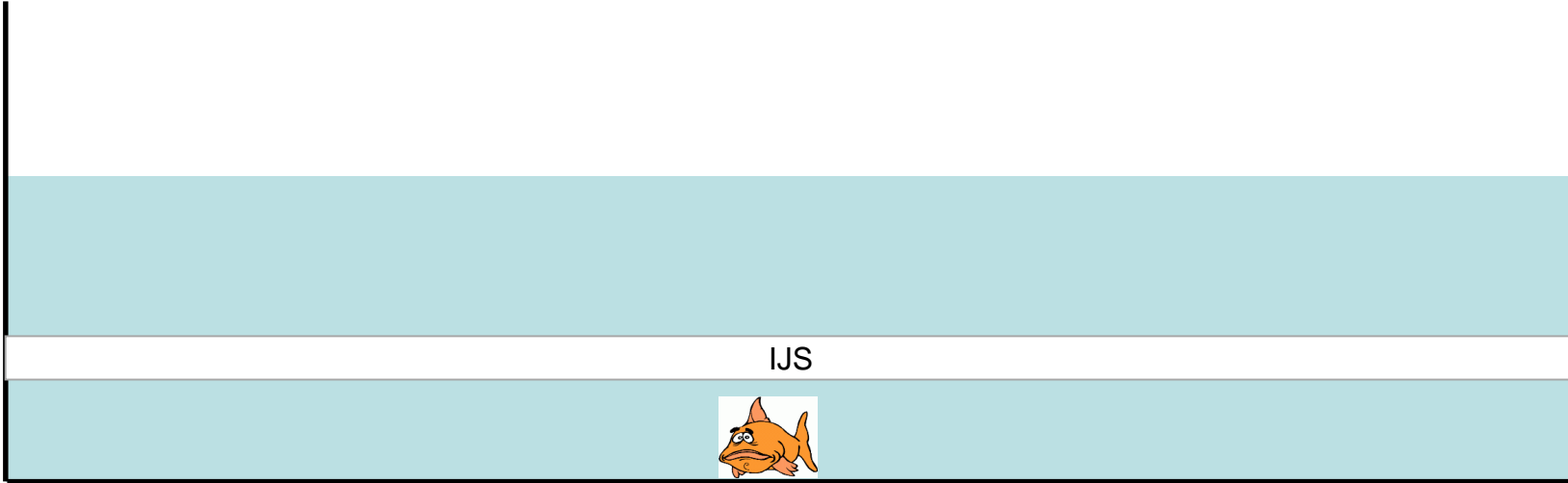
- Gelukkig is water/ijs een uitzondering op de algemene regel. Indien dit niet zo zou zijn, dan zou er geen leven op aarde mogelijk geweest zijn.

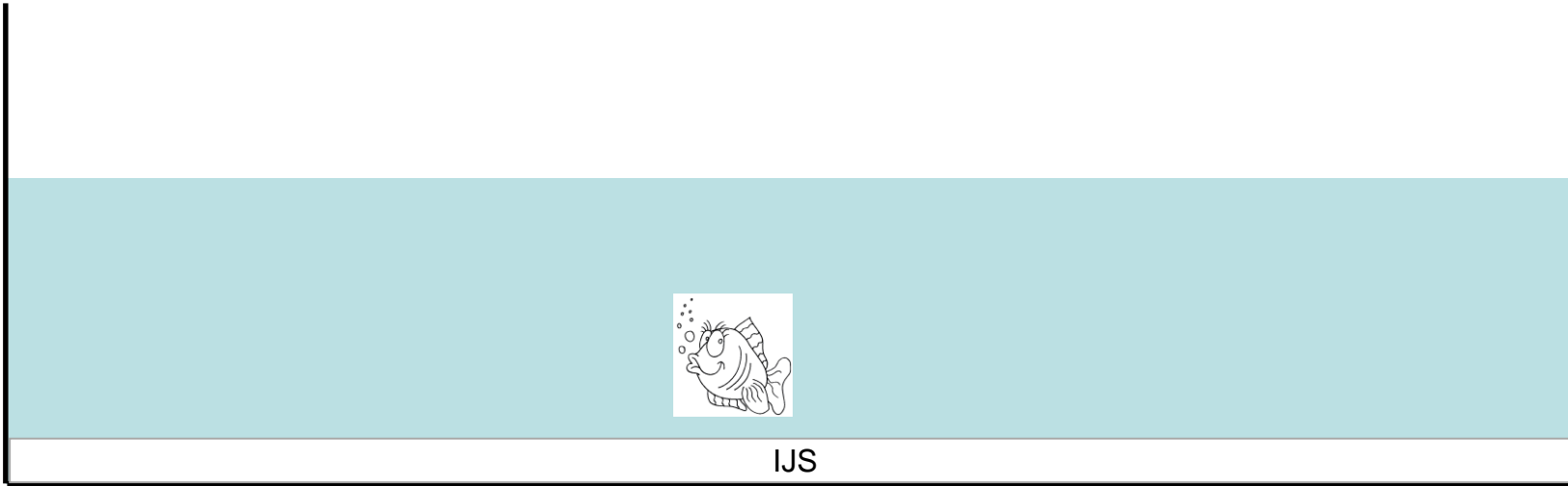


IJS





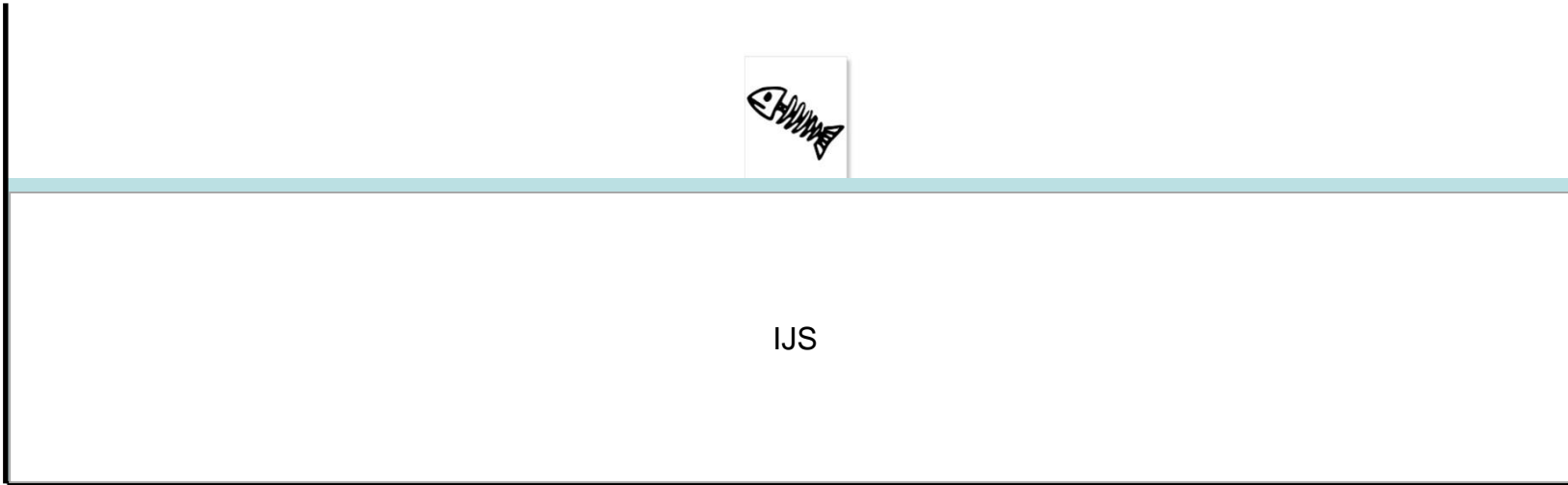




IJS



IJS



IJS

De structuur van ijs

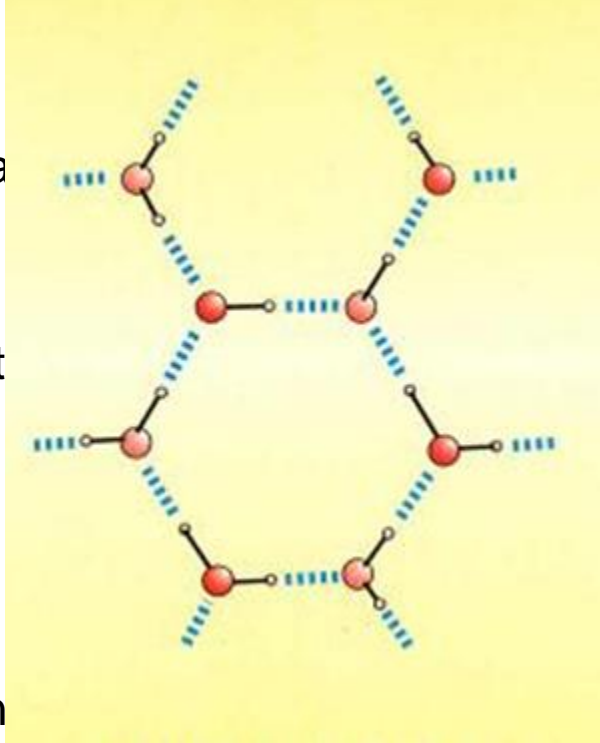
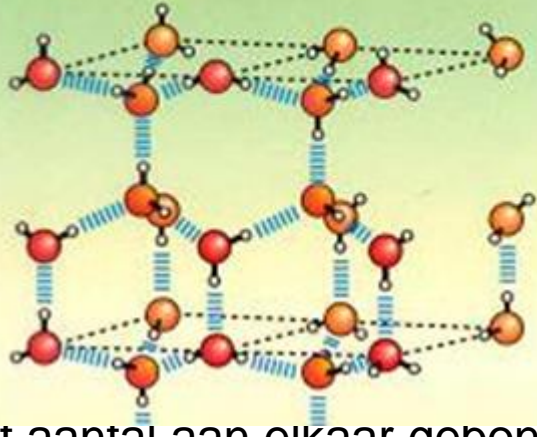
- Tijdens vroegere ijstijden zou het bevroren water in zeeën en meren iedere keer naar de bodem van de zee of meer gezonken zijn, waarna de nieuwe bovenstaande waterlaag zou bevriezen, op zijn beurt zinken enz...
- Uiteindelijk zou al het water in de zeeën of meren bevroren zijn en zou er geen leven meer mogelijk geweest zijn in water.
- Gezien al het leven ontstaan is uit eerste vormen die in het water leefden, zou deze ontwikkeling nooit kunnen doorgaan zijn.

IJS



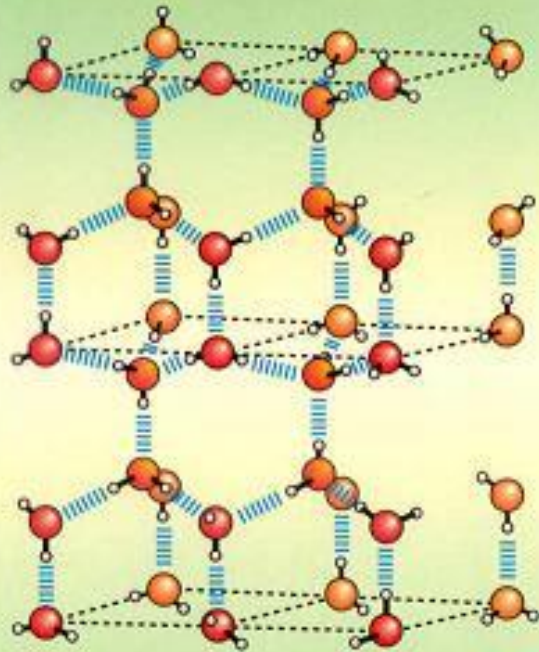
H₂O (s)

- In kristalvorm heeft water een hexagonale holten.
- Röntgenstraling heeft uitgewezen dat in ijs elk O-atoom gebonden is aan een tetraëder.
- Deze tetraëder is gebonden aan twee H-atomen en twee O-atomen in een rechte met 2 O-atomen, doch dicht bij elkaar.
- Eén O-atoom is gebonden aan twee H-atomen en twee O-atomen in een rechte met 2 O-atomen, doch dicht bij elkaar.
- Bij vriesen worden sommige H-bruggen verbroken
- → het aantal aan elkaar gebonden moleculen vermindert.
- De honingraten breken in stukken van zig-zagketens, die in elkaar verstrengeld zijn.
- → verdwijnen de grote holten, die dus enkel in ijskristallen bestaan



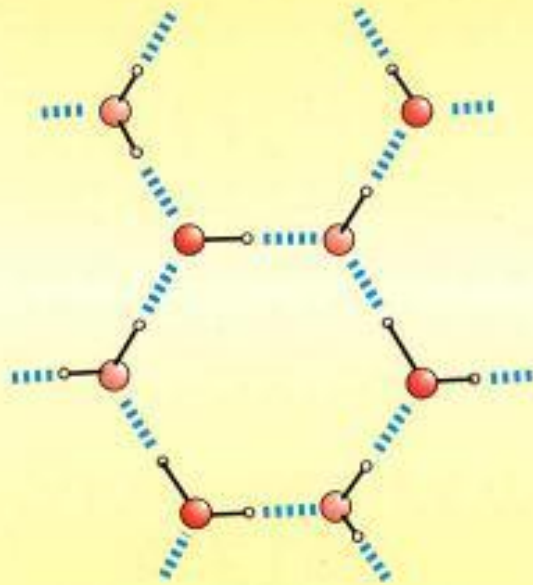
- Bij smelten neemt de dichtheid van water toe.
- Maximum dichtheid wordt bereikt bij 3,98 °C.
- Verdere verwarming van water → de thermische agitatie van de moleculen → nog meer waterstofbruggen los komen.
- Het aantal aan elkaar gebonden moleculen water ↓.
- Tevens vergroot de afstand tussen de kleinere aggregaten en de dichtheid ↓ verder bij ↑ temperatuur, hetgeen normaal is.

$\text{H}_2\text{O (s)}$



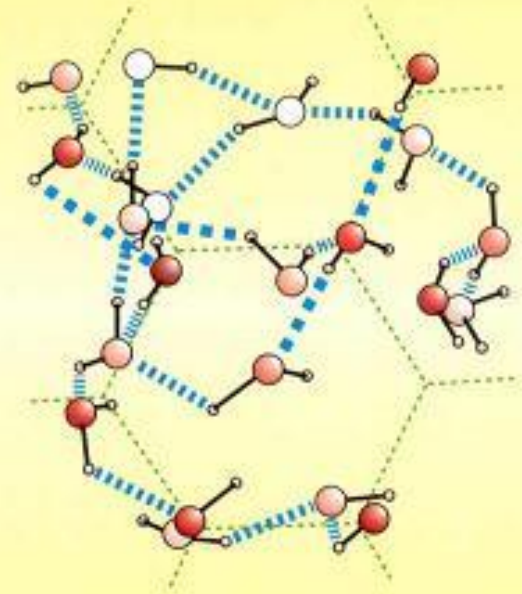
$r(\text{O} - \text{O}) = 0.276 \text{ nm}$

$\text{H}_2\text{O (s)}$

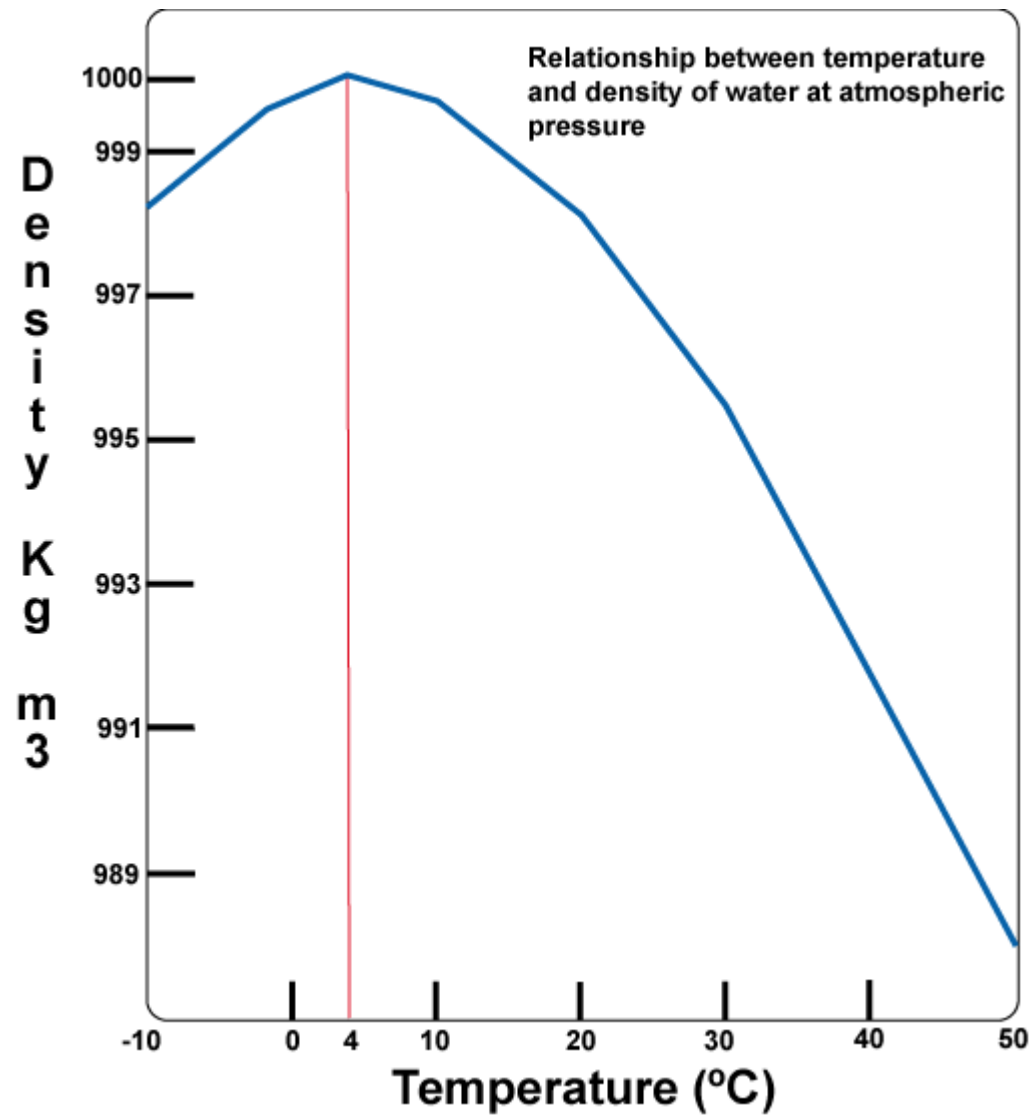


$r(\text{O} - \text{O}) = 0.276 \text{ nm}$

$\text{H}_2\text{O (l)}$



$r(\text{O} - \text{O}) = 0.23 \rightarrow 0.32 \text{ nm}$



Water als solvent

- Water is **zeer goed solvent** voor ionenverbindingen en voor polaire moleculen.
- Ionenverbinding opgelost in water valt uiteen in ionen.
- Interionaire roosterkrachten moeten overwonnen worden.
- Gebeurt door elektrostatische interactie tussen de **waterdipolen** en de **positieve en negatieve ionen** van het kristal.
- **Ion-dipoolinteractie** waarbij de waterstofbruggen doorbroken worden.

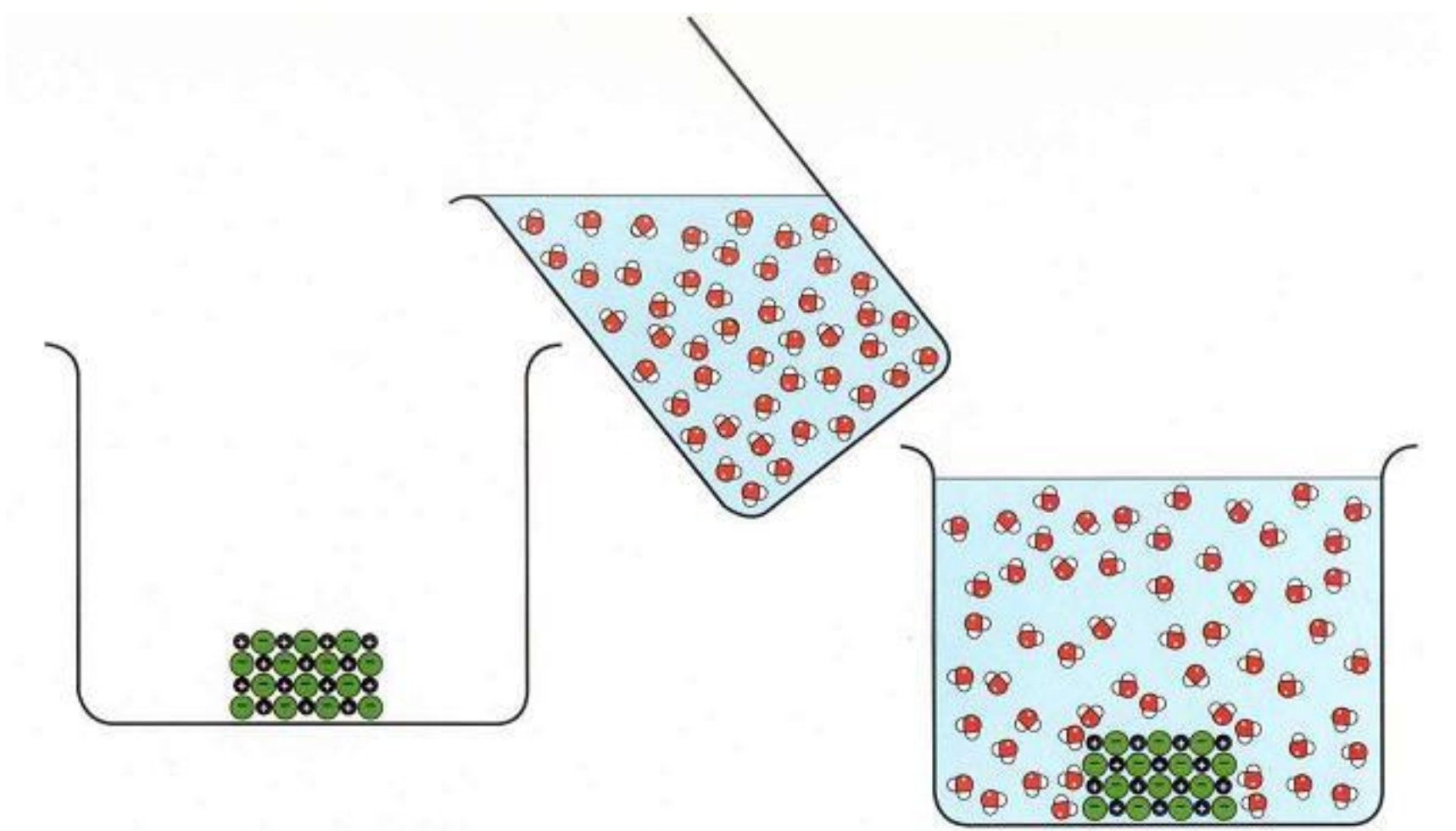
- Elke ion-dipoolinteractie is relatief zwak, maar gezamenlijk leveren ze voldoende energie om de interionaire krachten te overwinnen en de ionen uit het rooster te rukken.

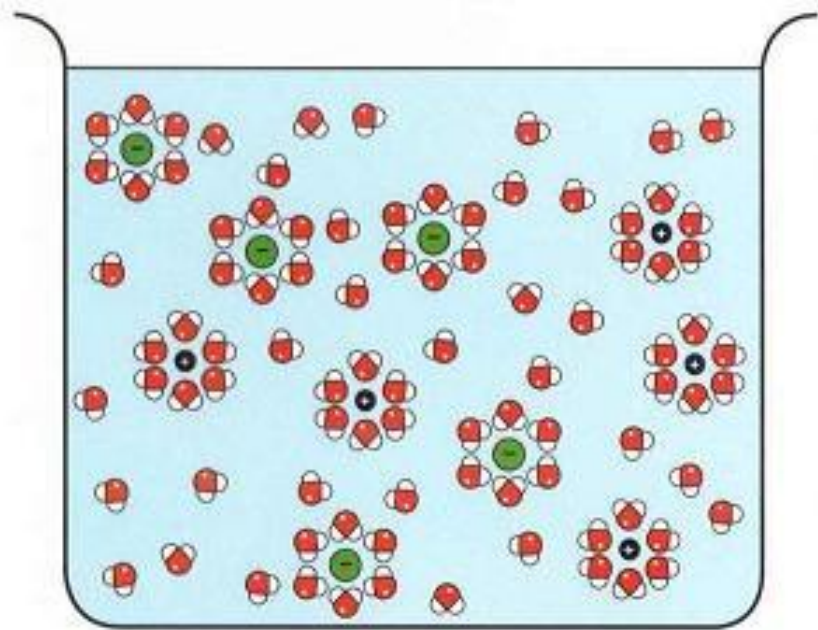
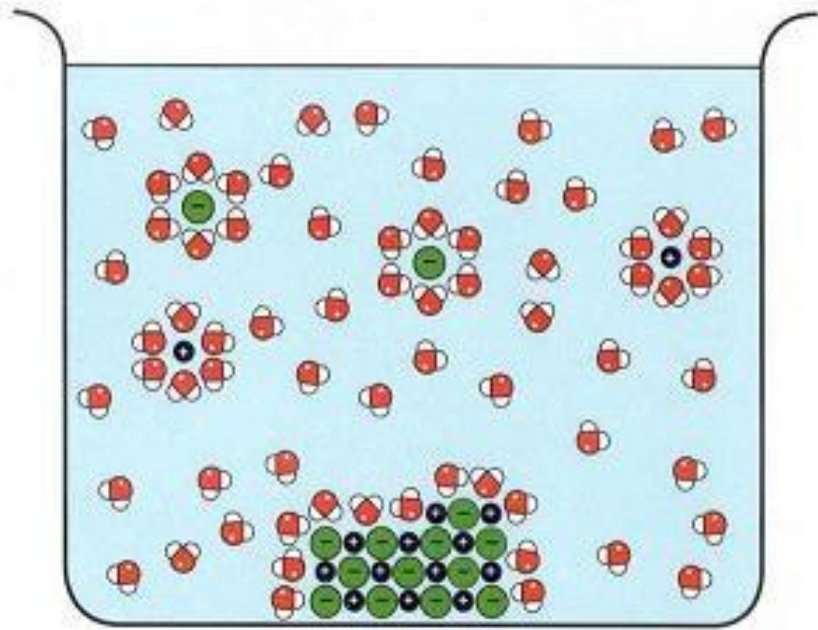
- $\text{Na}^+ \text{-Cl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ (in water)

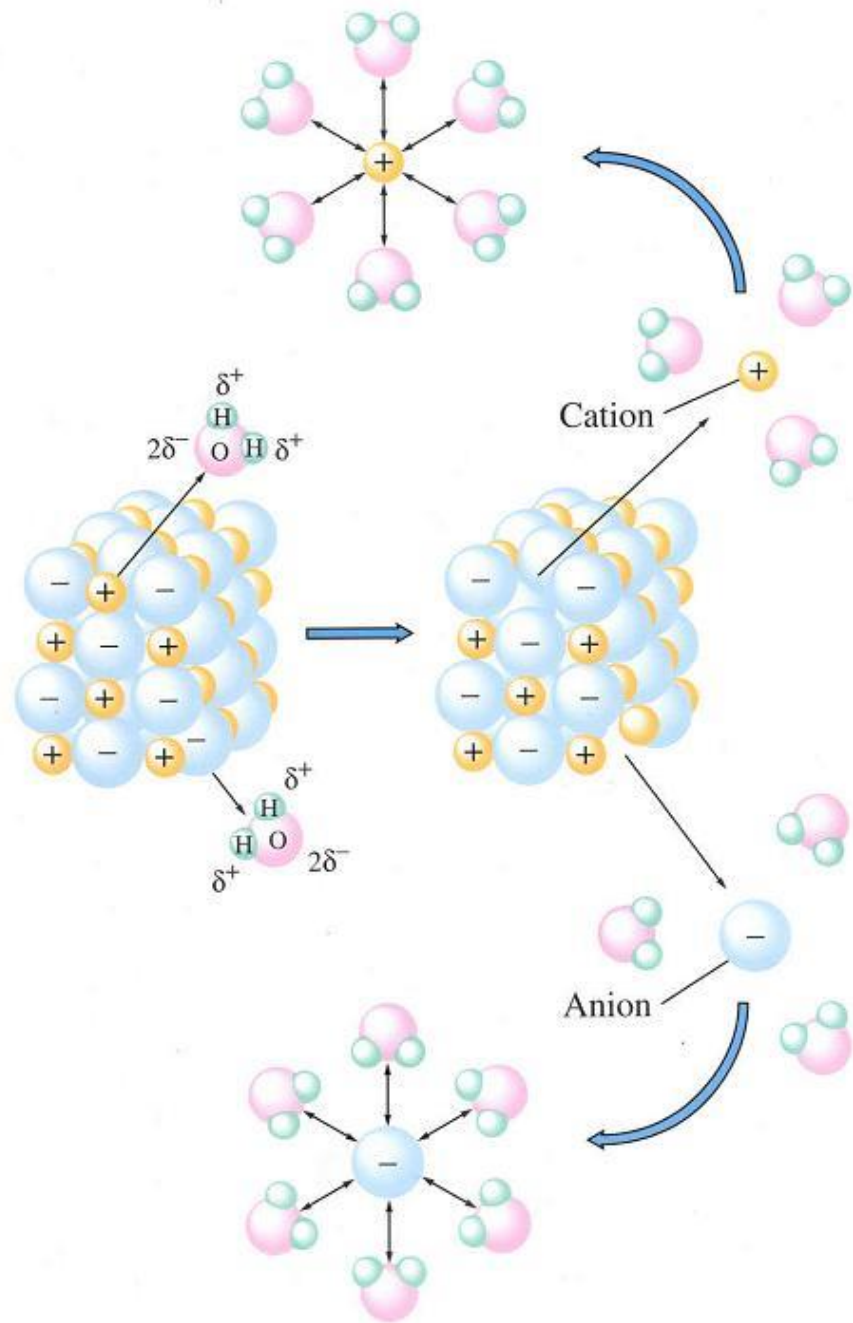
- Dit levert uiteindelijk $\text{Na}^+(\text{H}_2\text{O})_n$ en $\text{Cl}^-(\text{H}_2\text{O})_n$ op.

- $\text{Na}^+ \text{-Cl} \rightarrow \text{Na}^+(\text{H}_2\text{O})_n + \text{Cl}^-(\text{H}_2\text{O})_n$ (in water)

- **Vrije ionen bestaan niet in waterige oplossing.** Ze zijn omringd door een mantel van solventmoleculen.
- Het ommantelen wordt in het geval van water **hydratatie** genoemd, en in het algemeen **solvatatie**.
- Solvatatie gaat gepaard met **stabilisatie**.







Dissolution of NaCl in Water

Aantrekkingskracht tussen ionen

$$F = \frac{1}{D} \times \frac{qq'}{R^2}$$

- Hierbij is: D = diëlektriciteitsconstante $D_{\text{water}} = 80$ $D_{\text{lucht}} = 1$
- M.a.w.: in water worden de aantrekkingskrachten tussen b.v. Na^+ en Cl^- 80 maal kleiner.

R = de afstand tussen de ladingen
 q en q' zijn de ladingen

- Bij het oplossen in water spelen er twee factoren een rol:
 - de grote D (scheidend vermogen). Hoe groter D hoe makkelijker de ionen loskomen.
 - de hydratatie van de ionen (stabilisatie). De ionen zijn niet meer vrij en komen elkaar niet meer tegen.
- Als vuistregel kan gesteld worden dat polaire moleculen oplossen in polaire solventen en dat apolaire moleculen oplossen in apolaire solventen.

“Similia Similibis Solvuntur”

of

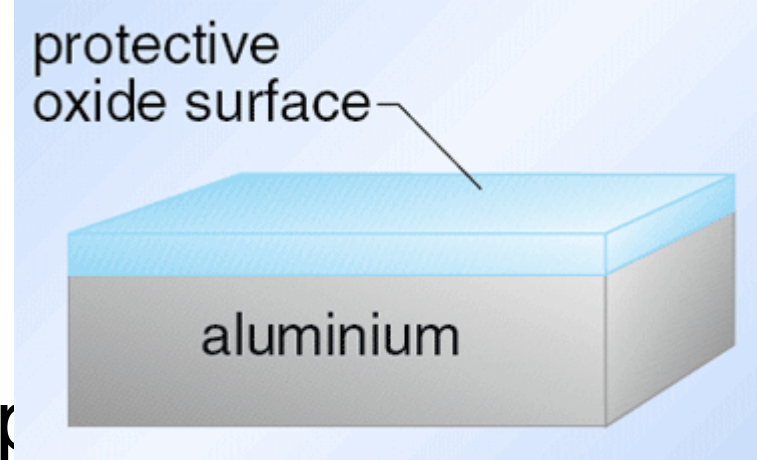
“Like likes like”

- Een ether lost het best op in een ander ether
- Een keton lost het best op in een ander keton
- Polair HCl lost op in polair water.
- CH₄ (apolair) lost niet op in water (polair).

* *Opmerking: CH₄ lost toch een klein beetje op in water doordat de ruimten tussen de watermoleculen ingenomen worden door de kleinere CH₄-moleculen.*



Algemene regel	Uitzonderingen
1. Oxiden	
1.1. Metaaloxiden zijn onoplosbaar en reageren niet met water	Na_2O K_2O [BaO] [CaO] [MgO]
1.2. Niet-metaaloxiden zijn oplosbaar en reageren met water	SiO_2
2. Hydroxiden	
2.1. Hydroxiden van lichte metalen zijn oplosbaar	[Ca(OH) ₂] (±) [Sr(OH) ₂] [Mg(OH) ₂] (slecht) Al(OH)_3
2.2. Hydroxiden van zware metalen zijn onoplosbaar	[Ba(OH) ₂] (redelijk oplosbaar)
3. Zuren	
Anorganische zuren zijn oplosbaar	H_2SiO_3
4. Zouten	
4.1. Normale Na-, K- en NH ₄ -zouten zijn oplosbaar	
4.2. Normale nitraten, acetaten, chloraten en perchloraten zijn oplosbaar	[AgOAc] [KClO ₄]
4.3. Veel waterstofzouten zijn oplosbaar, zelfs als de overeenstemmende normale zouten het niet zijn	
4.4. Hydroxidezouten zijn onoplosbaar	
4.5. Normale zouten afgeleid van sterke zuren zijn over het algemeen oplosbaar	
4.5.1. Nitraten	Zie bij 4.2.
4.5.2. Sulfaten	BaSO_4 PbSO_4 [CaSO ₄] [Hg ₂ SO ₄] [Ag ₂ SO ₄]
4.5.3. Chloriden	AgCl Hg_2Cl_2 PbCl_2
4.6. Normale zouten afgeleid van zwakke zuren zijn over het algemeen onoplosbaar	
4.6.1. Sulfiden	Na_2S K_2S (NH ₄) ₂ S BaS [CaS] [MgS]
4.6.2. Carbonaten	Na_2CO_3 K_2CO_3 (NH ₄) ₂ CO ₃
4.6.3. Sulfiten	Na_2SO_3 K_2SO_3 (NH ₄) ₂ SO ₃
4.6.4. Silicaten	Na_2SiO_3 K_2SiO_3
4.6.5. Fosfaten	Na_3PO_4 K_3PO_4 (NH ₄) ₃ PO ₄



- Metaaloxiden:

- FeO

- Fe₂O₃

} Fe₃O₄ = onop

- Al₂O₃: Aluminium ran

- Uitzondering:

- Na₂O + HOH → 2Na⁺



Algemene regel	Uitzonderingen
1. Oxiden	
1.1. Metaaloxiden zijn onoplosbaar en reageren niet met water	Na_2O K_2O $[\text{BaO}]$ $[\text{CaO}]$ $[\text{MgO}]$
1.2. Niet-metaaloxiden zijn oplosbaar en reageren met water	<u>SiO_2</u>
2. Hydroxiden	
2.1. Hydroxiden van lichte metalen zijn oplosbaar	$[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ (\pm) $[\text{Sr}(\text{OH})_2]$ $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ (slecht) <u>$\text{Al}(\text{OH})_3$</u>
2.2. Hydroxiden van zware metalen zijn onoplosbaar	$[\text{Ba}(\text{OH})_2]$ (redelijk oplosbaar)
3. Zuren	
Anorganische zuren zijn oplosbaar	<u>H_2SiO_3</u>
4. Zouten	
4.1. Normale Na-, K- en NH_4 -zouten zijn oplosbaar	
4.2. Normale nitraten, acetaten, chloraten en perchloraten zijn oplosbaar	$[\text{AgOAc}]$ $[\text{KClO}_4]$
4.3. Veel waterstofzouten zijn oplosbaar, zelfs als de overeenstemmende normale zouten het niet zijn	
4.4. Hydroxidezouten zijn onoplosbaar	
4.5. Normale zouten afgeleid van sterke zuren zijn over het algemeen oplosbaar	
4.5.1. Nitraten	Zie bij 4.2.
4.5.2. Sulfaten	<u>BaSO_4</u> <u>PbSO_4</u> $[\text{CaSO}_4]$ $[\text{Hg}_2\text{SO}_4]$ $[\text{Ag}_2\text{SO}_4]$
4.5.3. Chloriden	<u>AgCl</u> <u>Hg_2Cl_2</u> <u>PbCl_2</u>
4.6. Normale zouten afgeleid van zwakke zuren zijn over het algemeen onoplosbaar	
4.6.1. Sulfiden	Na_2S K_2S $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ BaS $[\text{CaS}]$ $[\text{MgS}]$
4.6.2. Carbonaten	Na_2CO_3 K_2CO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
4.6.3. Sulfiten	Na_2SO_3 K_2SO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$
4.6.4. Silicaten	Na_2SiO_3 K_2SiO_3
4.6.5. Fosfaten	Na_3PO_4 K_3PO_4 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$



- Uitzondering:

- SiO_2

- Natuur: diverse vormen (kristallijne als niet-kristallijne (amorfe) vorm).
- Is als onderdeel van silicaten (kleimineralen) of in vrije vorm (kwarts) hoofdbestanddeel van de aardkorst en is ook de meest voorkomende siliciumverbinding.
- Belangrijkste toepassing: produceren van glas.
- Glas ontstaat door een mengsel van zand en natriumcarbonaat te verhitten. Soms worden ook andere oxiden (zoals ijzer(II)oxide, aluminiumoxide, lood(II)oxide of zinkoxide) toegevoegd om bepaalde eigenschappen aan het glas te geven.



Algemene regel	Uitzonderingen
1. Oxiden	
1.1. Metaaloxiden zijn onoplosbaar en reageren niet met water	Na_2O K_2O $[\text{BaO}]$ $[\text{CaO}]$ $[\text{MgO}]$
1.2. Niet-metaaloxiden zijn oplosbaar en reageren met water	<u>SiO_2</u>
2. Hydroxiden	
2.1. Hydroxiden van lichte metalen zijn oplosbaar	$[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ (\pm) $[\text{Sr}(\text{OH})_2]$ $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ (slecht) <u>$\text{Al}(\text{OH})_3$</u>
2.2. Hydroxiden van zware metalen zijn onoplosbaar	$[\text{Ba}(\text{OH})_2]$ (redelijk oplosbaar)
3. Zuren	
Anorganische zuren zijn oplosbaar	<u>H_2SiO_3</u>
4. Zouten	
4.1. Normale Na-, K- en NH_4 -zouten zijn oplosbaar	
4.2. Normale nitraten, acetaten, chloraten en perchloraten zijn oplosbaar	$[\text{AgOAc}]$ $[\text{KClO}_4]$
4.3. Veel waterstofzouten zijn oplosbaar, zelfs als de overeenstemmende normale zouten het niet zijn	
4.4. Hydroxidezouten zijn onoplosbaar	
4.5. Normale zouten afgeleid van sterke zuren zijn over het algemeen oplosbaar	
4.5.1. Nitraten	Zie bij 4.2.
4.5.2. Sulfaten	BaSO_4 PbSO_4 $[\text{CaSO}_4]$ $[\text{Hg}_2\text{SO}_4]$ $[\text{Ag}_2\text{SO}_4]$
4.5.3. Chloriden	AgCl Hg_2Cl_2 PbCl_2
4.6. Normale zouten afgeleid van zwakke zuren zijn over het algemeen onoplosbaar	
4.6.1. Sulfiden	Na_2S K_2S $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ BaS $[\text{CaS}]$ $[\text{MgS}]$
4.6.2. Carbonaten	Na_2CO_3 K_2CO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
4.6.3. Sulfiten	Na_2SO_3 K_2SO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$
4.6.4. Silicaten	Na_2SiO_3 K_2SiO_3
4.6.5. Fosfaten	Na_3PO_4 K_3PO_4 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

- Ca(OH)_2 1,85g/l redelijk
- Ca = licht metaal

- Mg(OH)_2 0,009 g/l slecht → zwakke base
- Mg = licht metaal

- **Zware metalen** zijn een groep metalen met hoge atoommassa, en met name worden hiervan de leden met een grote giftigheid bedoeld.
- De definities die worden gehanteerd verschillen.
- Soms wordt “zwaar” gedefinieerd als “zwaarder dan ijzer”
- Soms verwijst het ook naar metalen met een soortelijke massa (ρ) groter dan 4,0 of 5,0 g/cm³.
- Een redelijke consensus omvat die metalen die in het periodiek systeem lopen van Cu (A=29) tot lood (A=82) of bismut (A=83) .

Algemene regel	Uitzonderingen
1. Oxiden	
1.1. Metaaloxiden zijn onoplosbaar en reageren niet met water	Na_2O K_2O $[\text{BaO}]$ $[\text{CaO}]$ $[\text{MgO}]$
1.2. Niet-metaaloxiden zijn oplosbaar en reageren met water	<u>SiO_2</u>
2. Hydroxiden	
2.1. Hydroxiden van lichte metalen zijn oplosbaar	$[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ (\pm) $[\text{Sr}(\text{OH})_2]$ $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ (slecht) <u>$\text{Al}(\text{OH})_3$</u>
2.2. Hydroxiden van zware metalen zijn onoplosbaar	$[\text{Ba}(\text{OH})_2]$ (redelijk oplosbaar)
3. Zuren	
Anorganische zuren zijn oplosbaar	<u>H_2SiO_3</u>
4. Zouten	
4.1. Normale Na-, K- en NH_4 -zouten zijn oplosbaar	
4.2. Normale nitraten, acetaten, chloraten en perchloraten zijn oplosbaar	$[\text{AgOAc}]$ $[\text{KClO}_4]$
4.3. Veel waterstofzouten zijn oplosbaar, zelfs als de overeenstemmende normale zouten het niet zijn	
4.4. Hydroxidezouten zijn onoplosbaar	
4.5. Normale zouten afgeleid van sterke zuren zijn over het algemeen oplosbaar	
4.5.1. Nitraten	Zie bij 4.2.
4.5.2. Sulfaten	BaSO_4 PbSO_4 $[\text{CaSO}_4]$ $[\text{Hg}_2\text{SO}_4]$ $[\text{Ag}_2\text{SO}_4]$
4.5.3. Chloriden	AgCl Hg_2Cl_2 PbCl_2
4.6. Normale zouten afgeleid van zwakke zuren zijn over het algemeen onoplosbaar	
4.6.1. Sulfiden	Na_2S K_2S $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ BaS $[\text{CaS}]$ $[\text{MgS}]$
4.6.2. Carbonaten	Na_2CO_3 K_2CO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
4.6.3. Sulfieten	Na_2SO_3 K_2SO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$
4.6.4. Silicaten	Na_2SiO_3 K_2SiO_3
4.6.5. Fosfaten	Na_3PO_4 K_3PO_4 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

- $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 3,9 % matig
- Ba = zwaar metaal

- $\text{Fe}(\text{OH})_3$
- Uitvlokkingsmiddel

Algemene regel	Uitzonderingen
1. Oxiden	
1.1. Metaaloxiden zijn onoplosbaar en reageren niet met water	Na_2O K_2O $[\text{BaO}]$ $[\text{CaO}]$ $[\text{MgO}]$
1.2. Niet-metaaloxiden zijn oplosbaar en reageren met water	<u>SiO_2</u>
2. Hydroxiden	
2.1. Hydroxiden van lichte metalen zijn oplosbaar	$[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ (\pm) $[\text{Sr}(\text{OH})_2]$ $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ (slecht) <u>$\text{Al}(\text{OH})_3$</u>
2.2. Hydroxiden van zware metalen zijn onoplosbaar	$[\text{Ba}(\text{OH})_2]$ (redelijk oplosbaar)
3. Zuren	
Anorganische zuren zijn oplosbaar	<u>H_2SiO_3</u>
4. Zouten	
4.1. Normale Na-, K- en NH_4 -zouten zijn oplosbaar	
4.2. Normale nitraten, acetaten, chloraten en perchloraten zijn oplosbaar	$[\text{AgOAc}]$ $[\text{KClO}_4]$
4.3. Veel waterstofzouten zijn oplosbaar, zelfs als de overeenstemmende normale zouten het niet zijn	
4.4. Hydroxidezouten zijn onoplosbaar	
4.5. Normale zouten afgeleid van sterke zuren zijn over het algemeen oplosbaar	
4.5.1. Nitraten	Zie bij 4.2.
4.5.2. Sulfaten	<u>BaSO_4</u> <u>PbSO_4</u> $[\text{CaSO}_4]$ $[\text{Hg}_2\text{SO}_4]$ $[\text{Ag}_2\text{SO}_4]$
4.5.3. Chloriden	<u>AgCl</u> <u>Hg_2Cl_2</u> <u>PbCl_2</u>
4.6. Normale zouten afgeleid van zwakke zuren zijn over het algemeen onoplosbaar	
4.6.1. Sulfiden	Na_2S K_2S $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ BaS $[\text{CaS}]$ $[\text{MgS}]$
4.6.2. Carbonaten	Na_2CO_3 K_2CO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
4.6.3. Sulfiten	Na_2SO_3 K_2SO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$
4.6.4. Silicaten	Na_2SiO_3 K_2SiO_3
4.6.5. Fosfaten	Na_3PO_4 K_3PO_4 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

- $\text{H}_2\text{SiO}_3 = (\text{SiO}_2)_x (\text{H}_2\text{O})_y$ d.i. kiezelzuur
- **Kiezelzuur** is een zwak zuur dat is afgeleid van siliciumdioxide SiO_2 .
- Het vormt makkelijk silicagel door verlies van water.



Algemene regel	Uitzonderingen
1. Oxiden	
1.1. Metaaloxiden zijn onoplosbaar en reageren niet met water	Na_2O K_2O [BaO] [CaO] [MgO]
1.2. Niet-metaaloxiden zijn oplosbaar en reageren met water	<u>SiO_2</u>
2. Hydroxiden	
2.1. Hydroxiden van lichte metalen zijn oplosbaar	[Ca(OH) ₂] (±) [Sr(OH) ₂] [Mg(OH) ₂] (slecht) <u>Al(OH)₃</u>
2.2. Hydroxiden van zware metalen zijn onoplosbaar	[Ba(OH) ₂] (redelijk oplosbaar)
3. Zuren	
Anorganische zuren zijn oplosbaar	<u>H_2SiO_3</u>
4. Zouten	
4.1. Normale Na-, K- en NH ₄ -zouten zijn oplosbaar	
4.2. Normale nitraten, acetaten, chloraten en perchloraten zijn oplosbaar	[AgOAc] [KClO ₄]
4.3. Veel waterstofzouten zijn oplosbaar, zelfs als de overeenstemmende normale zouten het niet zijn	
4.4. Hydroxidezouten zijn onoplosbaar	
4.5. Normale zouten afgeleid van sterke zuren zijn over het algemeen oplosbaar	
4.5.1. Nitraten	Zie bij 4.2.
4.5.2. Sulfaten	BaSO₄ PbSO₄ [CaSO ₄] [Hg ₂ SO ₄] [Ag ₂ SO ₄]
4.5.3. Chloriden	AgCl Hg₂Cl₂ PbCl₂
4.6. Normale zouten afgeleid van zwakke zuren zijn over het algemeen onoplosbaar	
4.6.1. Sulfiden	Na_2S K_2S $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ BaS [CaS] [MgS]
4.6.2. Carbonaten	Na_2CO_3 K_2CO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
4.6.3. Sulfiten	Na_2SO_3 K_2SO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$
4.6.4. Silicaten	Na_2SiO_3 K_2SiO_3
4.6.5. Fosfaten	Na_3PO_4 K_3PO_4 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

- **Alle K^+ , Na^+ en NH_4^+ -zouten zijn oplosbaar.**
- **Alle NO_3^- -zouten zijn eveneens oplosbaar.**

Algemene regel	Uitzonderingen
1. Oxiden	
1.1. Metaaloxiden zijn onoplosbaar en reageren niet met water	Na_2O K_2O [BaO] [CaO] [MgO]
1.2. Niet-metaaloxiden zijn oplosbaar en reageren met water	<u>SiO_2</u>
2. Hydroxiden	
2.1. Hydroxiden van lichte metalen zijn oplosbaar	[Ca(OH) ₂] (±) [Sr(OH) ₂] [Mg(OH) ₂] (slecht) <u>Al(OH)₃</u>
2.2. Hydroxiden van zware metalen zijn onoplosbaar	[Ba(OH) ₂] (redelijk oplosbaar)
3. Zuren	
Anorganische zuren zijn oplosbaar	<u>H_2SiO_3</u>
4. Zouten	
4.1. Normale Na-, K- en NH ₄ -zouten zijn oplosbaar	
4.2. Normale nitraten, acetaten, chloraten en perchloraten zijn oplosbaar	[AgOAc] [KClO ₄]
4.3. Veel waterstofzouten zijn oplosbaar, zelfs als de overeenstemmende normale zouten het niet zijn	
4.4. Hydroxidezouten zijn onoplosbaar	
4.5. Normale zouten afgeleid van sterke zuren zijn over het algemeen oplosbaar	
4.5.1. Nitraten	Zie bij 4.2.
4.5.2. Sulfaten	BaSO₄ PbSO₄ [CaSO ₄] [Hg ₂ SO ₄] [Ag ₂ SO ₄]
4.5.3. Chloriden	AgCl Hg₂Cl₂ PbCl₂
4.6. Normale zouten afgeleid van zwakke zuren zijn over het algemeen onoplosbaar	
4.6.1. Sulfiden	Na_2S K_2S $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ BaS [CaS] [MgS]
4.6.2. Carbonaten	Na_2CO_3 K_2CO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
4.6.3. Sulfiten	Na_2SO_3 K_2SO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$
4.6.4. Silicaten	Na_2SiO_3 K_2SiO_3
4.6.5. Fosfaten	Na_3PO_4 K_3PO_4 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

Algemene regel	Uitzonderingen
1. Oxiden	
1.1. Metaaloxiden zijn onoplosbaar en reageren niet met water	Na_2O K_2O [BaO] [CaO] [MgO]
1.2. Niet-metaaloxiden zijn oplosbaar en reageren met water	<u>SiO_2</u>
2. Hydroxiden	
2.1. Hydroxiden van lichte metalen zijn oplosbaar	[Ca(OH) ₂] (±) [Sr(OH) ₂] [Mg(OH) ₂] (slecht) <u>Al(OH)₃</u>
2.2. Hydroxiden van zware metalen zijn onoplosbaar	[Ba(OH) ₂] (redelijk oplosbaar)
3. Zuren	
Anorganische zuren zijn oplosbaar	<u>H_2SiO_3</u>
4. Zouten	
4.1. Normale Na-, K- en NH ₄ -zouten zijn oplosbaar	
4.2. Normale nitraten, acetaten, chloraten en perchloraten zijn oplosbaar	[AgOAc] [KClO ₄]
4.3. Veel waterstofzouten zijn oplosbaar, zelfs als de overeenstemmende normale zouten het niet zijn	
4.4. Hydroxidezouten zijn onoplosbaar	
4.5. Normale zouten afgeleid van sterke zuren zijn over het algemeen oplosbaar	
4.5.1. Nitraten	Zie bij 4.2.
4.5.2. Sulfaten	<u>BaSO₄</u> PbSO₄ [CaSO ₄] [Hg ₂ SO ₄] [Ag ₂ SO ₄]
4.5.3. Chloriden	AgCl Hg₂Cl₂ <u>PbCl₂</u>
4.6. Normale zouten afgeleid van zwakke zuren zijn over het algemeen onoplosbaar	
4.6.1. Sulfiden	Na_2S K_2S $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ BaS [CaS] [MgS]
4.6.2. Carbonaten	Na_2CO_3 K_2CO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
4.6.3. Sulfiten	Na_2SO_3 K_2SO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$
4.6.4. Silicaten	Na_2SiO_3 K_2SiO_3
4.6.5. Fosfaten	Na_3PO_4 K_3PO_4 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

Algemene regel	Uitzonderingen
1. Oxiden	
1.1. Metaaloxiden zijn onoplosbaar en reageren niet met water	Na_2O K_2O $[\text{BaO}]$ $[\text{CaO}]$ $[\text{MgO}]$
1.2. Niet-metaaloxiden zijn oplosbaar en reageren met water	<u>SiO_2</u>
2. Hydroxiden	
2.1. Hydroxiden van lichte metalen zijn oplosbaar	$[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ (\pm) $[\text{Sr}(\text{OH})_2]$ $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ (slecht) <u>$\text{Al}(\text{OH})_3$</u>
2.2. Hydroxiden van zware metalen zijn onoplosbaar	$[\text{Ba}(\text{OH})_2]$ (redelijk oplosbaar)
3. Zuren	
Anorganische zuren zijn oplosbaar	<u>H_2SiO_3</u>
4. Zouten	
4.1. Normale Na-, K- en NH_4 -zouten zijn oplosbaar	
4.2. Normale nitraten, acetaten, chloraten en perchloraten zijn oplosbaar	$[\text{AgOAc}]$ $[\text{KClO}_4]$
4.3. Veel waterstofzouten zijn oplosbaar, zelfs als de overeenstemmende normale zouten het niet zijn	
4.4. Hydroxidezouten zijn onoplosbaar	
4.5. Normale zouten afgeleid van sterke zuren zijn over het algemeen oplosbaar	
4.5.1. Nitraten	Zie bij 4.2.
4.5.2. Sulfaten	<u>BaSO_4</u> <u>PbSO_4</u> $[\text{CaSO}_4]$ $[\text{Hg}_2\text{SO}_4]$ $[\text{Ag}_2\text{SO}_4]$
4.5.3. Chloriden	<u>AgCl</u> <u>Hg_2Cl_2</u> <u>PbCl_2</u>
4.6. Normale zouten afgeleid van zwakke zuren zijn over het algemeen onoplosbaar	
4.6.1. Sulfiden	Na_2S K_2S $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ BaS $[\text{CaS}]$ $[\text{MgS}]$
4.6.2. Carbonaten	Na_2CO_3 K_2CO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
4.6.3. Sulfiten	Na_2SO_3 K_2SO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$
4.6.4. Silicaten	Na_2SiO_3 K_2SiO_3
4.6.5. Fosfaten	Na_3PO_4 K_3PO_4 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

Algemene regel	Uitzonderingen
1. Oxiden	
1.1. Metaaloxiden zijn onoplosbaar en reageren niet met water	Na_2O K_2O $[\text{BaO}]$ $[\text{CaO}]$ $[\text{MgO}]$
1.2. Niet-metaaloxiden zijn oplosbaar en reageren met water	<u>SiO_2</u>
2. Hydroxiden	
2.1. Hydroxiden van lichte metalen zijn oplosbaar	$[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ (\pm) $[\text{Sr}(\text{OH})_2]$ $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ (slecht) <u>$\text{Al}(\text{OH})_3$</u>
2.2. Hydroxiden van zware metalen zijn onoplosbaar	$[\text{Ba}(\text{OH})_2]$ (redelijk oplosbaar)
3. Zuren	
Anorganische zuren zijn oplosbaar	<u>H_2SiO_3</u>
4. Zouten	
4.1. Normale Na-, K- en NH_4 -zouten zijn oplosbaar	
4.2. Normale nitraten, acetaten, chloraten en perchloraten zijn oplosbaar	$[\text{AgOAc}]$ $[\text{KClO}_4]$
4.3. Veel waterstofzouten zijn oplosbaar, zelfs als de overeenstemmende normale zouten het niet zijn	
4.4. Hydroxidezouten zijn onoplosbaar	
4.5. Normale zouten afgeleid van sterke zuren zijn over het algemeen oplosbaar	
4.5.1. Nitraten	Zie bij 4.2.
4.5.2. Sulfaten	BaSO_4 PbSO_4 $[\text{CaSO}_4]$ $[\text{Hg}_2\text{SO}_4]$ $[\text{Ag}_2\text{SO}_4]$
4.5.3. Chloriden	<u>AgCl Hg_2Cl_2 PbCl_2</u>
4.6. Normale zouten afgeleid van zwakke zuren zijn over het algemeen onoplosbaar	
4.6.1. Sulfiden	Na_2S K_2S $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ BaS $[\text{CaS}]$ $[\text{MgS}]$
4.6.2. Carbonaten	Na_2CO_3 K_2CO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
4.6.3. Sulfiten	Na_2SO_3 K_2SO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$
4.6.4. Silicaten	Na_2SiO_3 K_2SiO_3
4.6.5. Fosfaten	Na_3PO_4 K_3PO_4 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

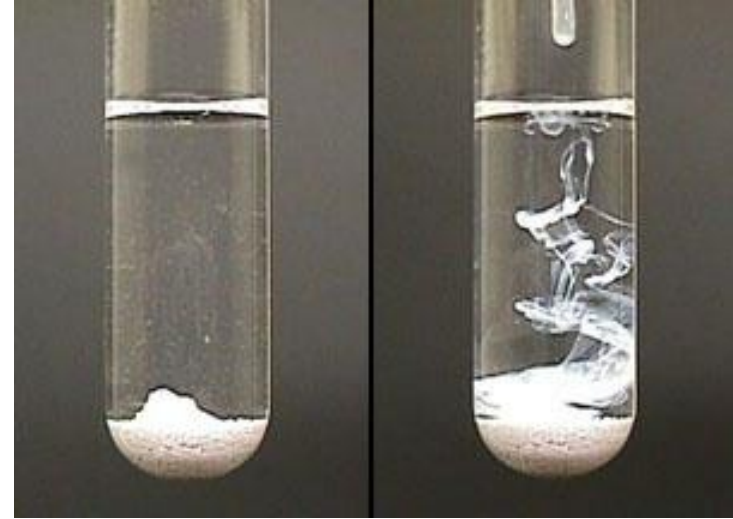
- PbSO_4 : wit pigment. Het is echter een giftige stof.
- PbCrO_4 : geel (koningsgeel) 'Trafficpaints'.



- Tot ver in de 19^{de} eeuw werd het zelfs gebruikt als kleurstof in snoepgoed. Het werd vroeger ook algemeen als kleurstof toegepast (voornamelijk in verven).
- Niet in contact met kinderen
- Zoetsmakend
- Zenuwaandoeningen & carcinogeen
- Loodacetaat in wijn om te zoeten: jicht

Algemene regel	Uitzonderingen
1. Oxiden	
1.1. Metaaloxiden zijn onoplosbaar en reageren niet met water	Na_2O K_2O $[\text{BaO}]$ $[\text{CaO}]$ $[\text{MgO}]$
1.2. Niet-metaaloxiden zijn oplosbaar en reageren met water	<u>SiO_2</u>
2. Hydroxiden	
2.1. Hydroxiden van lichte metalen zijn oplosbaar	$[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ (\pm) $[\text{Sr}(\text{OH})_2]$ $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ (slecht) <u>$\text{Al}(\text{OH})_3$</u>
2.2. Hydroxiden van zware metalen zijn onoplosbaar	$[\text{Ba}(\text{OH})_2]$ (redelijk oplosbaar)
3. Zuren	
Anorganische zuren zijn oplosbaar	<u>H_2SiO_3</u>
4. Zouten	
4.1. Normale Na-, K- en NH_4 -zouten zijn oplosbaar	
4.2. Normale nitraten, acetaten, chloraten en perchloraten zijn oplosbaar	$[\text{AgOAc}]$ $[\text{KClO}_4]$
4.3. Veel waterstofzouten zijn oplosbaar, zelfs als de overeenstemmende normale zouten het niet zijn	
4.4. Hydroxidezouten zijn onoplosbaar	
4.5. Normale zouten afgeleid van sterke zuren zijn over het algemeen oplosbaar	
4.5.1. Nitraten	Zie bij 4.2.
4.5.2. Sulfaten	BaSO_4 PbSO_4 $[\text{CaSO}_4]$ $[\text{Hg}_2\text{SO}_4]$ $[\text{Ag}_2\text{SO}_4]$
4.5.3. Chloriden	AgCl Hg_2Cl_2 PbCl_2
4.6. Normale zouten afgeleid van zwakke zuren zijn over het algemeen onoplosbaar	
4.6.1. Sulfiden	Na_2S K_2S $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ BaS $[\text{CaS}]$ $[\text{MgS}]$
4.6.2. Carbonaten	Na_2CO_3 K_2CO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
4.6.3. Sulfiten	Na_2SO_3 K_2SO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$
4.6.4. Silicaten	Na_2SiO_3 K_2SiO_3
4.6.5. Fosfaten	Na_3PO_4 K_3PO_4 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

- AgCl
- Aanduiden van Cl⁻-ionen in water
- $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$
- $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \underline{\text{AgCl}}$ (witte neerslag)



- AgNO₃ (helse steen): Geneeskunde (wratten, wild vlees)



Precipitation Reactions



Kalomel (Hg_2Cl_2)

Cl-Hg-Hg-Cl

Napoleon



Overlijdensoorzaak van Napoleon ?

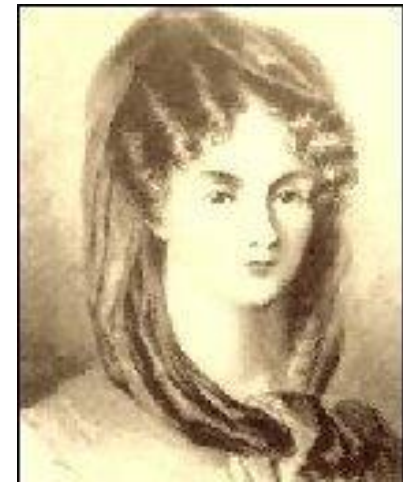
- Maagkanker (familiaal)?
- Psychische uitputting (Burn out)?
- Arseenvergiftiging? (haren)

Arseenvergiftiging

Arseen in haar op \neq manieren te verklaren

- Behangpapier: Cu-arseniet als groen pigment (Scheele)
- Hoge vochtigheid \rightarrow dampen
- + Schimmels geven arseen vrij
- Kruiddampen? Niet courant (wel in oorspronkelijk Chinees buskruit)
- Vermoord (vergiftigd met rattenkruit = As_2O_3) door de royalisten?
- Of passionele moord door Graaf de Montholon (royalist)?
- Albine, Gravin de Montholon, zou de minnares zijn van Napoleon.

Niet meer As dan bij zijn vrouw of zoon.





1000 T.T. No. 798

CALOMEL

MERCUROUS CHLORIDE
MILD

TABLET TRITURATES
(PINK)

1/4 GRAIN

WINTERGREEN FLAVOR
F2435M-

PARKE, DAVIS & CO.

DETROIT, MICH., U.S.A.

Kalomel

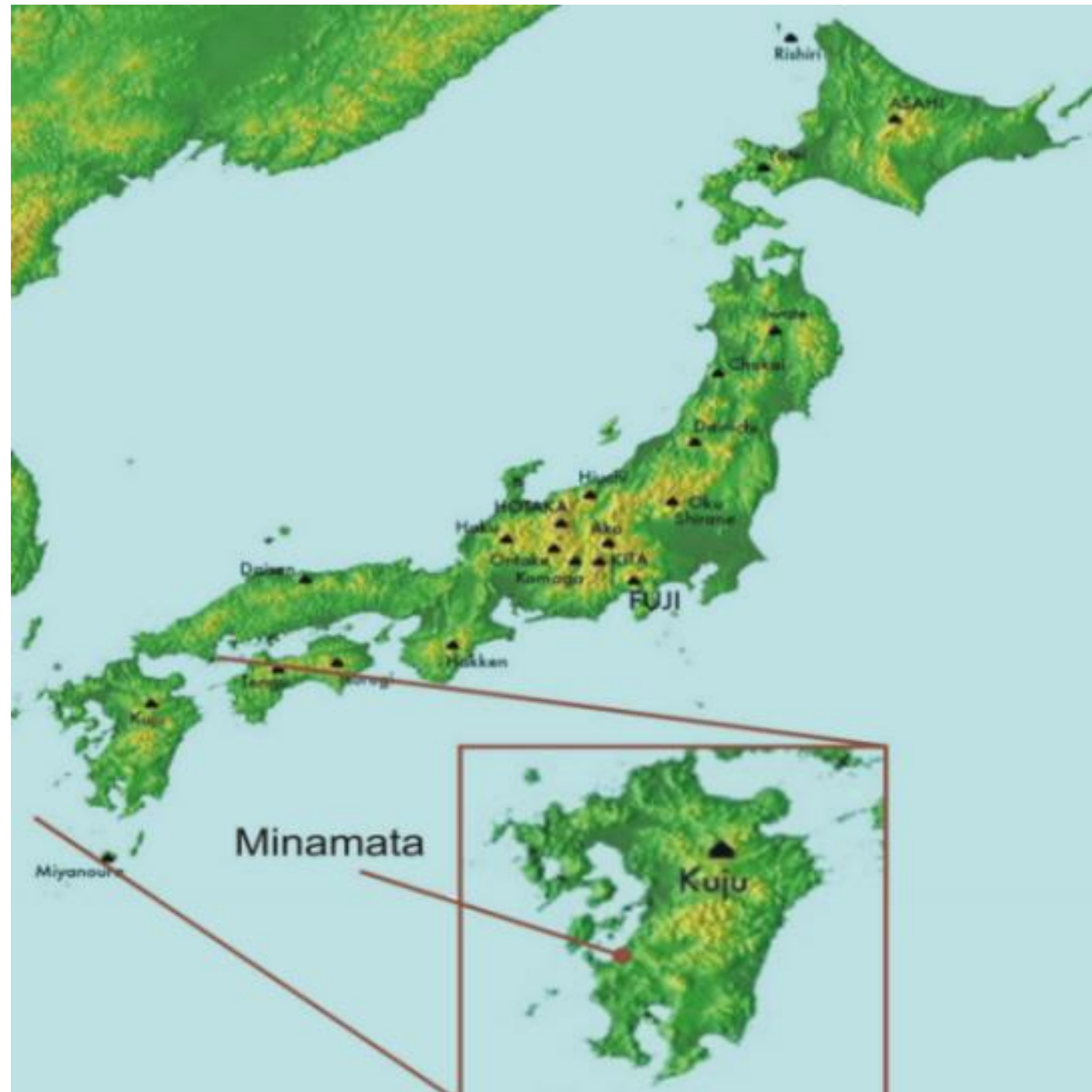
- Hg_2Cl_2
- “Wondermiddel”
- Diureticum (vochtafdrijvend)
- Purgatief (laxerend)

- Bevat wel (anorganisch) kwik

- Uiteindelijk een combinatie van verschillende factoren:

- De omstandigheden op het eiland, het geïsoleerd leven, de leefomstandigheden, de pathologie van de persoon, zijn zwakte, depressieve toestand, ... kalomel zal zeker niet geholpen hebben, in tegendeel.

Kwikvergiftiging



Minamata

- 3000 slachtoffers
- Chisso Corporation → Hg in zee
 - Oorspronkelijk een meststoffenbedrijf
 - Petrochemie
 - Plastics/geneesmiddelen/parfums
- 1932: productie van Acetaldehyde/ethanal (voor productie Hg nodig)
→afvalwater
- 27 ton Hg onder de vorm van Methylkwik van 1932-1968 $\text{H}_3\text{C}-\text{Hg}^+ \text{X}^-$
- 46 doden
- Aantasting zenuwstelsel
- Aantasting spraak
- Aantasting zicht
- Hersenschade
- Spastische bewegingen
- Ongecontroleerd roepen
- Zelfmoord katten
- Vogels vallen uit de lucht

Dimethylkwik nog giftiger. 0,1 ml is letaal.
Gaat door latexhandschoenen.
Zoete geur. Waarnemen is al dodelijke dosis.



Children with Congenital Minamata Disease due to intrauterine methylmercury poisoning (Harada 1986).

- Kwikverbindingen zijn vrijwel zonder uitzondering erg giftig
- Metallisch kwik wordt bij ingestie doorgaans niet goed opgenomen
- Maar de damp die bij inademen in de longen komt wordt opgenomen
- Kwik kan ernstige schade aanrichten in de hersenen en

- **Gemorst kwik verzamelen**

- Met een speciale kwiktang is het wel mogelijk de bolletjes op te pakken en te verzamelen
 - Resterende bolletjes kunnen bedekt worden onder een laagje zwavelpoeder. Het kwik reageert tot kwiksulfide, dat makkelijk hanteerbaar is
 - Kwik vormt een amalgaam, waarna het amalgaam als vaste stof te verzamelen is
 - Tandamalgaam met Tin, Zilver, Koper, Indium, Zink
- Juwelen!!! Au en zilver + Hg → amalgaam
 - Moeilijk te recupereren (24 Kt goud lost op in kwik. 18 Kt vormt een amalgaam)



Algemene regel	Uitzonderingen
1. Oxiden	
1.1. Metaaloxiden zijn onoplosbaar en reageren niet met water	Na_2O K_2O $[\text{BaO}]$ $[\text{CaO}]$ $[\text{MgO}]$
1.2. Niet-metaaloxiden zijn oplosbaar en reageren met water	<u>SiO_2</u>
2. Hydroxiden	
2.1. Hydroxiden van lichte metalen zijn oplosbaar	$[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ (\pm) $[\text{Sr}(\text{OH})_2]$ $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ (slecht) <u>$\text{Al}(\text{OH})_3$</u>
2.2. Hydroxiden van zware metalen zijn onoplosbaar	$[\text{Ba}(\text{OH})_2]$ (redelijk oplosbaar)
3. Zuren	
Anorganische zuren zijn oplosbaar	<u>H_2SiO_3</u>
4. Zouten	
4.1. Normale Na-, K- en NH_4 -zouten zijn oplosbaar	
4.2. Normale nitraten, acetaten, chloraten en perchloraten zijn oplosbaar	$[\text{AgOAc}]$ $[\text{KClO}_4]$
4.3. Veel waterstofzouten zijn oplosbaar, zelfs als de overeenstemmende normale zouten het niet zijn	
4.4. Hydroxidezouten zijn onoplosbaar	
4.5. Normale zouten afgeleid van sterke zuren zijn over het algemeen oplosbaar	
4.5.1. Nitraten	Zie bij 4.2.
4.5.2. Sulfaten	BaSO_4 PbSO_4 $[\text{CaSO}_4]$ $[\text{Hg}_2\text{SO}_4]$ $[\text{Ag}_2\text{SO}_4]$
4.5.3. Chloriden	AgCl Hg_2Cl_2 PbCl_2
4.6. Normale zouten afgeleid van zwakke zuren zijn over het algemeen onoplosbaar	
4.6.1. Sulfiden	Na_2S K_2S $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ BaS $[\text{CaS}]$ $[\text{MgS}]$
4.6.2. Carbonaten	Na_2CO_3 K_2CO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
4.6.3. Sulfiten	Na_2SO_3 K_2SO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$
4.6.4. Silicaten	Na_2SiO_3 K_2SiO_3
4.6.5. Fosfaten	Na_3PO_4 K_3PO_4 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

Onderzoek

Wees steeds kritisch !!!

Franklin expeditie (Veronderstelde Loodvergiftiging)



- 19/05/1845 vertrekken er 134 man met 2 schepen (HMS Terror en HMS Erebus) op expeditie voor de Noord-West doorgang via N-Amerika.



- Goed uitgerust met voldoende voedsel (o.a. 8000 cor om te overwinteren enz ... (3 jaar)
- Nooit meer iets gehoord
- Gedurende 10 jaar reddingexpedities en zoektochten tot 1880
- Kwamen terug met verhalen (via de Inuit) over uithongering en kannibalisme
- Skeletten (met inkervingen) gevonden en verlaten kampplaatsen alsook een reddingsboot met zijden zakdoeken, zeep, sponzen, slippers, kammen



- De b
- Veel
- Lood
- abdo
- Daar
- 3 goe



iteerdheid, verdoving, paranoia, anemie,

m en 225 ppm Pb). Moderne mens (4 ppm)

- Bron van het Pb?
- Conservenblikken!!!





- Napoleon: leger – logistiek
- 1795 Prijskamp (12.000 goudfranken = ± 60.000 €) voor conservering voedsel
- Dhr. Appert (Parijs) → flessen → kokend water (steriliseerbokalen)
- 1810 Britten: Peter Durand patent op tin ipv glas en in 1813 eerste fabriek
- Dichtlassen gebeurde met Pb



- **Eerste conclusie:**
- De expeditie was vast komen te zitten in het Noorderlijke pakijs
- Een aantal leden was op zoek gegaan naar redding
- Door een Pb-vergiftiging waren de beslissingen niet doordacht
- Door een Pb-vergiftiging ook kannibalisme (want o.a. afgezaagde ledematen, bijtsporen, ...)

Tegenargumenten:

- Victoriaans tijdperk → veel Pb-vervuiling
- Watervoorziening via loden buizen
- Pb-verf ($\text{PbCl}_2 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ = “Patterson’s wit lood” en = pigment in verf) (PbCrO_4 , tot ver in de 19de eeuw werd het zelfs gebruikt als kleurstof in snoepgoed. Het werd vroeger ook algemeen als kleurstof toegepast (voornamelijk in verven)).
- Pb-houdend vaatwerk
- Waterreservoirs schepen met lood bedekt
- Pb-folie voor voedselbewaring
- Behandeling van Pneumonia en Tuberculose met Pb-bassins
- Eén van de lijken was stoker (kolen machinekamer bevatten Pb)

Tegenargumenten:

- Levende dieren
- Gepekeld voedsel (en genoeg water in de omgeving)
- Blikken:
 - 600 lege gevonden op een van de eerste kampplaatsen
 - In totaal 700 van de 8.000 gevonden
- In Porthsmouth: stank: blikken + sappen en dampen die de witte verf bruin maken en de werkmannen deed flauw vallen
- 1/15 van de gestapelde waren O.K.
- Andere schepen hadden dezelfde blikken overboord gekieperd. Deed Franklin dit ook?
- Kannibalisme?
 - Niet meest eetbare
 - Afgezaagde handen: Gangreen?
 - Afgeknaagde beenderen: dieren?
 - Snijmarkeringen op armen en handen: Inuit?

Conclusie:



- Waarschijnlijk

- De expeditie was

- Een aantal leden v



- De meesten stierven van longontsteking en tuberculose

- Sommige expeditieleden leden aan gangreen waardoor ledematen werden geamputeerd.

- Roofdieren hebben de lijken opgegeten

- Inuit hebben waarschijnlijk ook aangevallen voor de metalen

Nog steeds actueel

September 2014:

- **Schip Franklin-expeditie na 169 jaar teruggevonden**

2019

- Parks Canada and Inuit researchers announced in 2019 the results of a study of the HMS Terror – including “groundbreaking” new images from within the incredibly well-preserved ship – and raised the possibility that logs and maps have remained intact and legible after nearly 170 years underwater.



Ondergang leger Napoleon



- Oude begraafplaats in Vilnius (Litouwen) 2001
- 30% bacteriële infectie
- Mensenluis draagt *Borrelia recurrentis*, *Bartonella quintana* en *Rickettsia prowazekii* over.
- De veroorzakers van Borreliose (terugkerende koorts) (variant van ziekte van Lyme), loopgravenkoorts en tyfus.

Algemene regel	Uitzonderingen
1. Oxiden	
1.1. Metaaloxiden zijn onoplosbaar en reageren niet met water	Na_2O K_2O $[\text{BaO}]$ $[\text{CaO}]$ $[\text{MgO}]$
1.2. Niet-metaaloxiden zijn oplosbaar en reageren met water	<u>SiO_2</u>
2. Hydroxiden	
2.1. Hydroxiden van lichte metalen zijn oplosbaar	$[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ (\pm) $[\text{Sr}(\text{OH})_2]$ $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ (slecht) <u>$\text{Al}(\text{OH})_3$</u>
2.2. Hydroxiden van zware metalen zijn onoplosbaar	$[\text{Ba}(\text{OH})_2]$ (redelijk oplosbaar)
3. Zuren	
Anorganische zuren zijn oplosbaar	<u>H_2SiO_3</u>
4. Zouten	
4.1. Normale Na-, K- en NH_4 -zouten zijn oplosbaar	
4.2. Normale nitraten, acetaten, chloraten en perchloraten zijn oplosbaar	$[\text{AgOAc}]$ $[\text{KClO}_4]$
4.3. Veel waterstofzouten zijn oplosbaar, zelfs als de overeenstemmende normale zouten het niet zijn	
4.4. Hydroxidezouten zijn onoplosbaar	
4.5. Normale zouten afgeleid van sterke zuren zijn over het algemeen oplosbaar	
4.5.1. Nitraten	Zie bij 4.2.
4.5.2. Sulfaten	<u>BaSO_4</u> <u>PbSO_4</u> $[\text{CaSO}_4]$ $[\text{Hg}_2\text{SO}_4]$ $[\text{Ag}_2\text{SO}_4]$
4.5.3. Chloriden	<u>AgCl</u> <u>Hg_2Cl_2</u> <u>PbCl_2</u>
4.6. Normale zouten afgeleid van zwakke zuren zijn over het algemeen onoplosbaar	
4.6.1. Sulfiden	<u>Na_2S</u> <u>K_2S</u> <u>$(\text{NH}_4)_2\text{S}$</u> BaS $[\text{CaS}]$ $[\text{MgS}]$
4.6.2. Carbonaten	<u>Na_2CO_3</u> <u>K_2CO_3</u> <u>$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$</u>
4.6.3. Sulfiten	<u>Na_2SO_3</u> <u>K_2SO_3</u> <u>$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$</u>
4.6.4. Silicaten	<u>Na_2SiO_3</u> <u>K_2SiO_3</u>
4.6.5. Fosfaten	<u>Na_3PO_4</u> <u>K_3PO_4</u> <u>$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$</u>

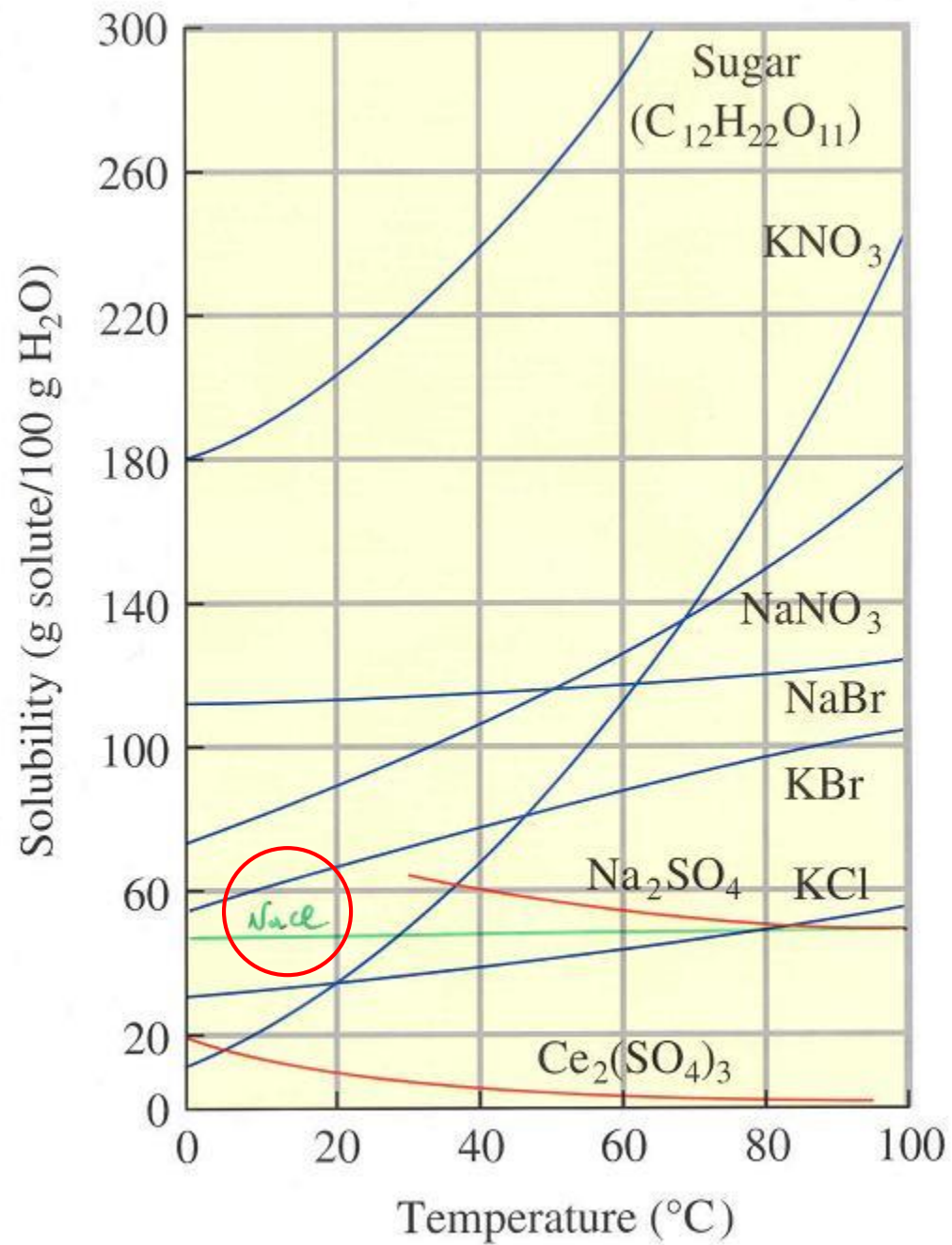
- **Alle K^+ , Na^+ en NH_4^+ -zouten zijn oplosbaar.**
- **Alle NO_3^- -zouten zijn eveneens oplosbaar.**

- M^+ -ion:
- Zout oplossen
- Nitraat zout lost altijd op
- $MNO_3 \rightarrow M^+ + NO_3^-$

- Z^-
- Zout oplossen
- K^+ , Na^+ of NH_4^+ -zout

De oplosbaarheid in functie van de temperatuur

- De vuistregel stelt dat de oplosbaarheid toeneemt als de temperatuur stijgt.
- NaCl is een uitzondering op deze regel. Het lost niet meer op naarmate de temperatuur stijgt.



Hydraten en kristalwater

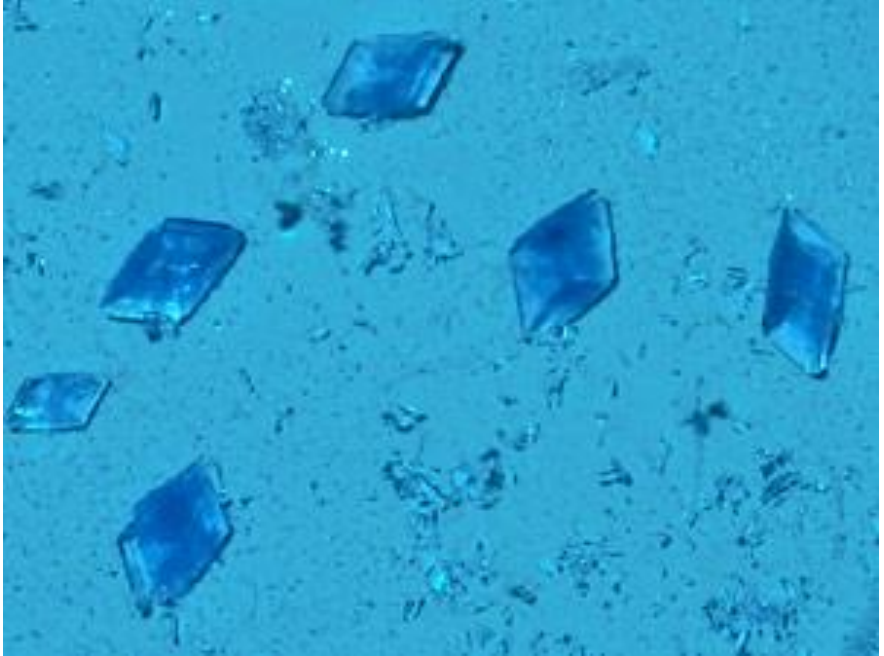
- Een **hydraat** = kristallijne stof welke chemisch gebonden water bevat dat deel uitmaakt van het kristalrooster. Dit water is het **kristalwater**.
- De structuur is zo dat het meeste kristalwater als ligand staat op een positief ion.

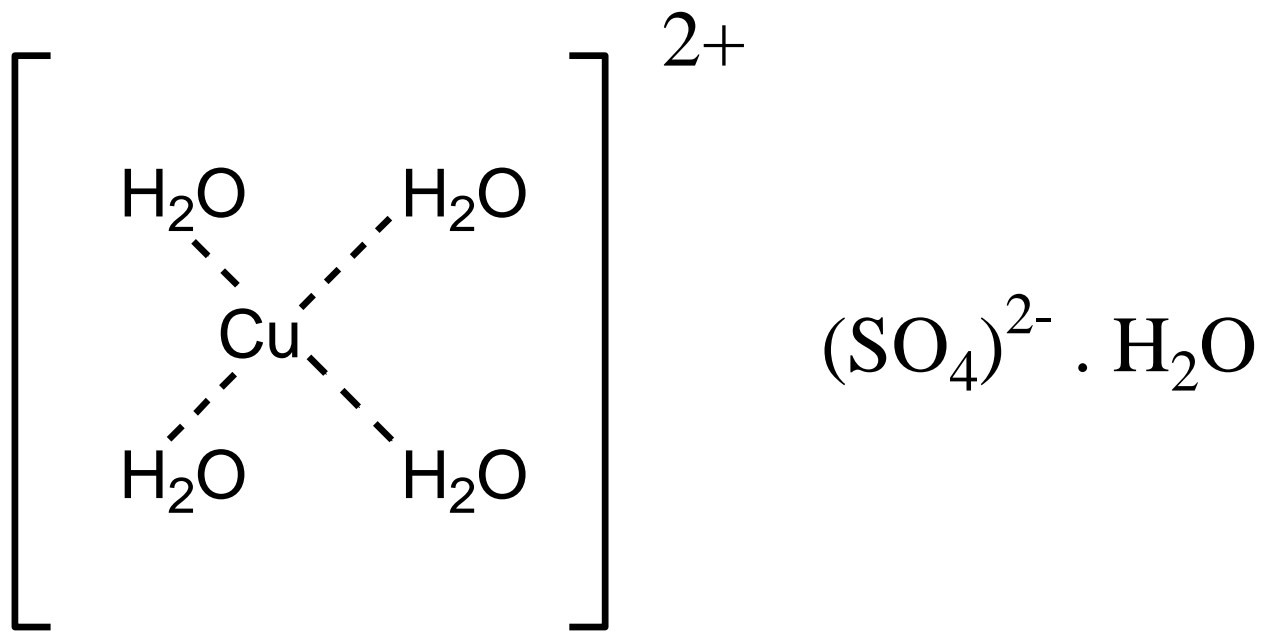


- Hierbij zijn er vier moleculen kristalwater gebonden op Cu^{2+} en één molecule kristalwater op SO_4^{2-} .
- Dit is het tetraquokoper(II)-ion en het is blauw gekleurd. Bij verwarmen verliest een hydraat zijn kristalwater waardoor de kristallijne structuur verdwijnt.



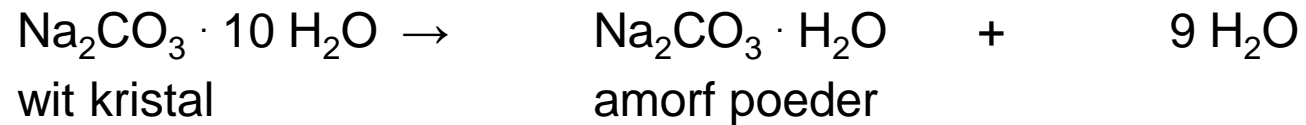
* *Opmerking: De blauwe kleur van kristallijn en in water opgeloste Cu(II)zouten is te wijten aan het $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ -ion.*





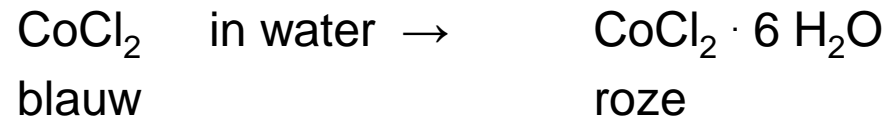
Verwerende en hygroscopische stof

- Een verwerende stof.
- Dit is een hydraat dat zijn kristalwater spontaan verliest aan de lucht waarbij uiteraard de kristalstructuur in elkaar stort.

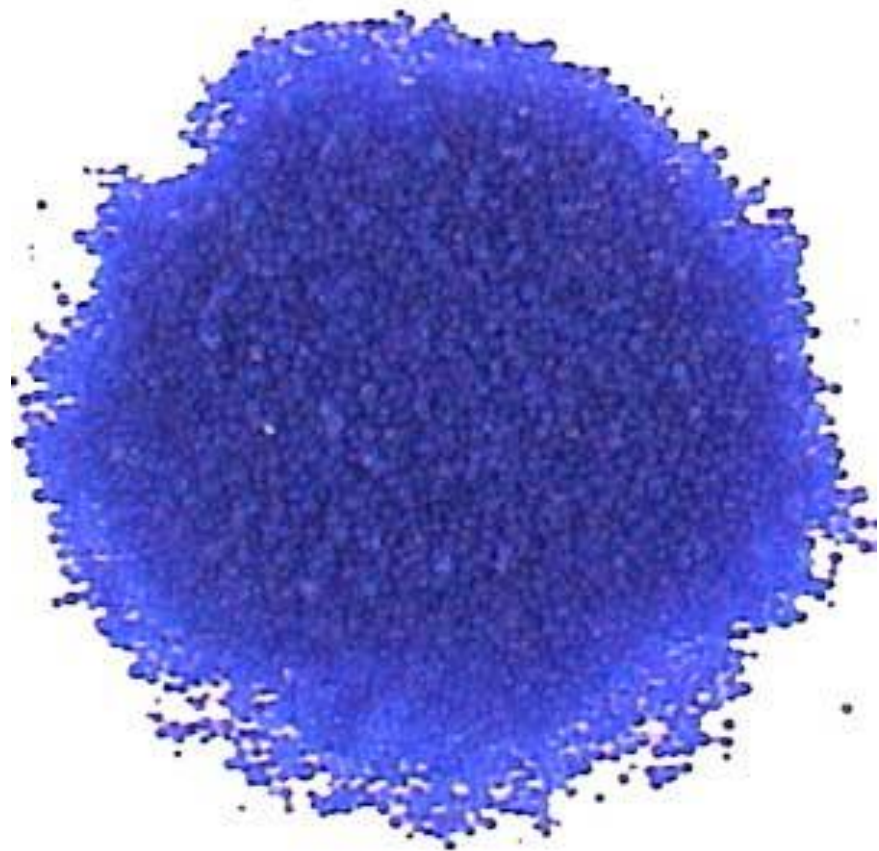




- Een hygroscopische stof.
- Dit is een stof welke water opneemt uit de lucht.



- Rijstkorrels in een zoutvatje
- gec. H_2SO_4 en silicagel nemen water op uit de lucht.







Descicator (EN)

Exicator (NL)

Silicagel + CoCl_2



Moffeloven



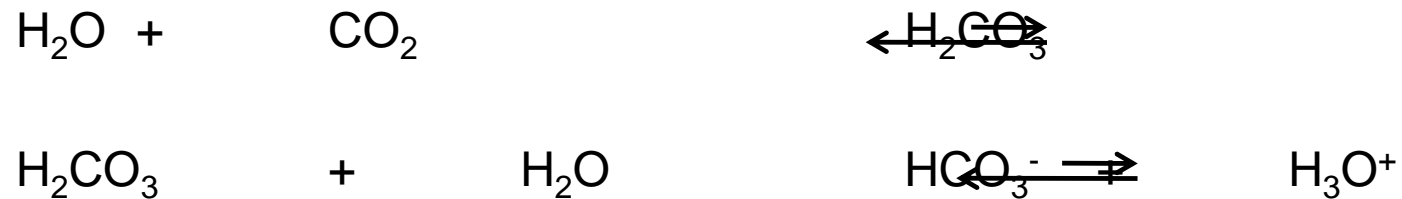


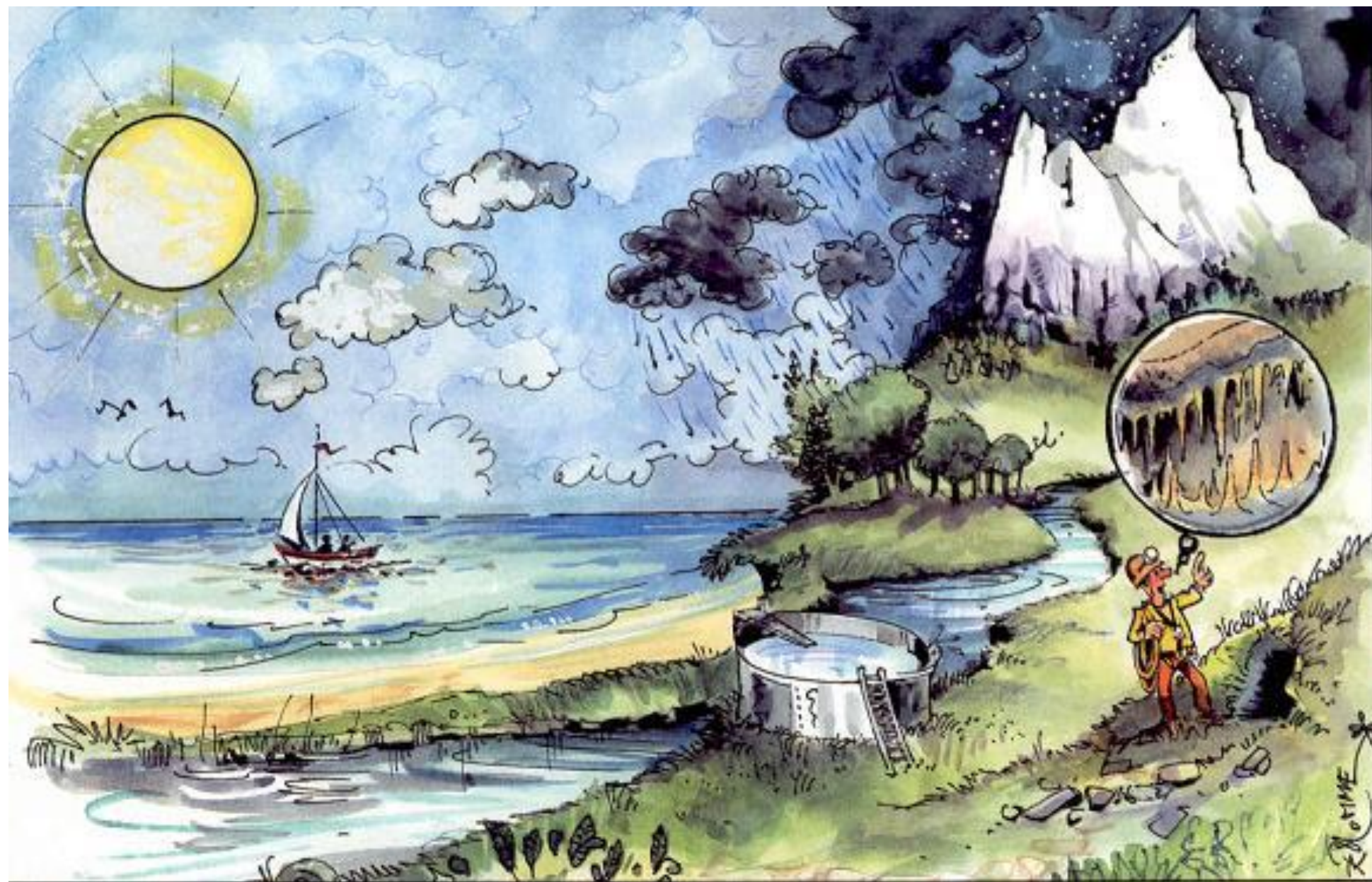
- Vervloeiën.
- Dit is het oplossen in het opgenomen water. De stof neemt zodanig veel water op, dat ze er zelf in oplost.
- B.v. NaOH



De hardheid van water

- Door zonne-energie verdampt grote hoeveelheid water uit de oceanen.
- Dit water wordt door de wind getransporteerd.
- Bij de vorming van wolken ontstaan kleine waterdruppels of ijskristallen.
- Deze druppels nemen koolstofdioxide uit de lucht op.
- Hierdoor wordt het water lichtjes zuur.





- Water als regen of sneeuw op aarde.
- Op zandhoudende grond (silicaatgesteenten) → weinig mee gebeuren. Wel erosie van gesteenten, maar het water blijft zacht. (bv. voor het oppervlaktewater in het noorden van Limburg (zandgrond)).
- Water reageert wel met kalkgesteente. Het calciumcarbonaat lost hierdoor langzaam op en er ontstaan grotten.

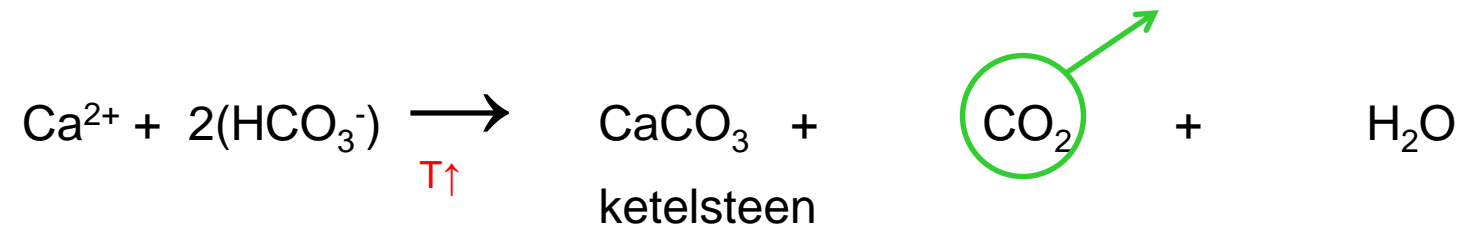


- Door de aanwezigheid van calciumionen wordt dit water hard.
- Dit water komt terecht in het oppervlaktewater of in het grondwater.
- Een deel ervan bereikt via de rivieren terug de oceaan.
- Een klein deel ervan wordt na zuivering eerst als drinkwater gebruikt.

- Hard water bevat Ca^{2+} - en Mg^{2+} -ionen komende van opgeloste Ca- en Mg-zouten.
- De hardheid van het leidingwater wordt voornamelijk bepaald door het calciumgehalte.
- Als negatief ion speelt het waterstofcarbonaat (HCO_3^-) de meest belangrijke rol.
- $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ is immers oplosbaar.
- Er wordt gesproken van tijdelijke en blijvende hardheid.

Tijdelijke hardheid.

- De tijdelijke hardheid is te wijten aan Ca-H-carbonaten en Mg-H-carbonaten. Ze verdwijnt boven de $65\text{ }^\circ\text{C}$.

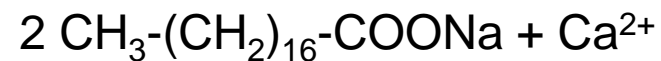


- $\text{T}\uparrow$ hard water (= opgelost $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) \rightarrow onoplosbaar kalkneerslag (CaCO_3). Slaat neer op verwarmingselementen, waterketels, enz.

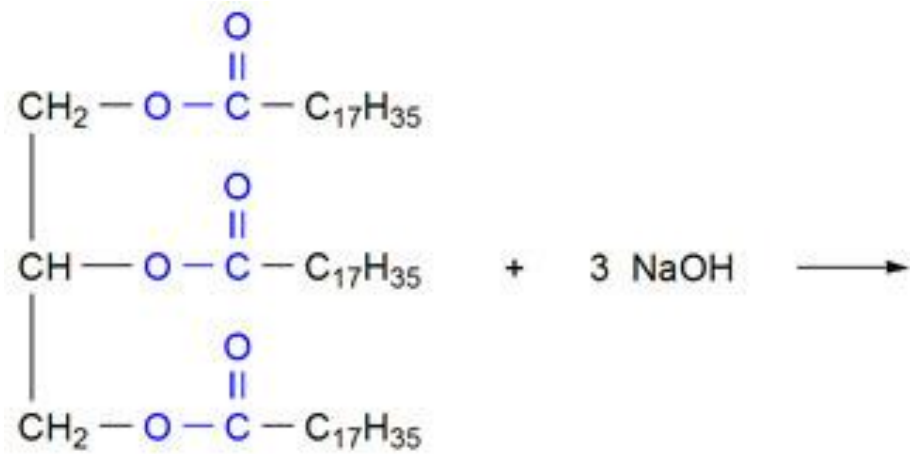
Ketelsteen



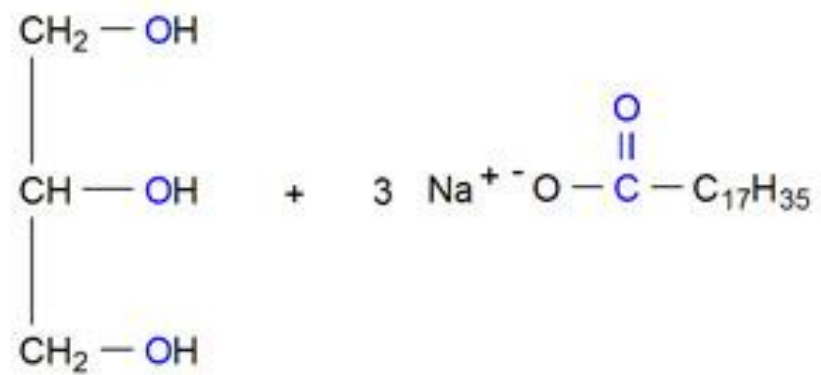
- Blijvende hardheid.
- De blijvende hardheid is te wijten aan Calcium-sulfaten en chloriden en Magnesium-sulfaten en chloriden.
- Calciumionen vormen met natriumstearaat (zeep) een neerslag van calciumstearaat. Hierdoor kan zeep zijn werking niet meer uitoefenen (geen schuimvorming).



- Er moet dus meer zeep gebruikt worden om met hard water eenzelfde reinigend effect te krijgen.

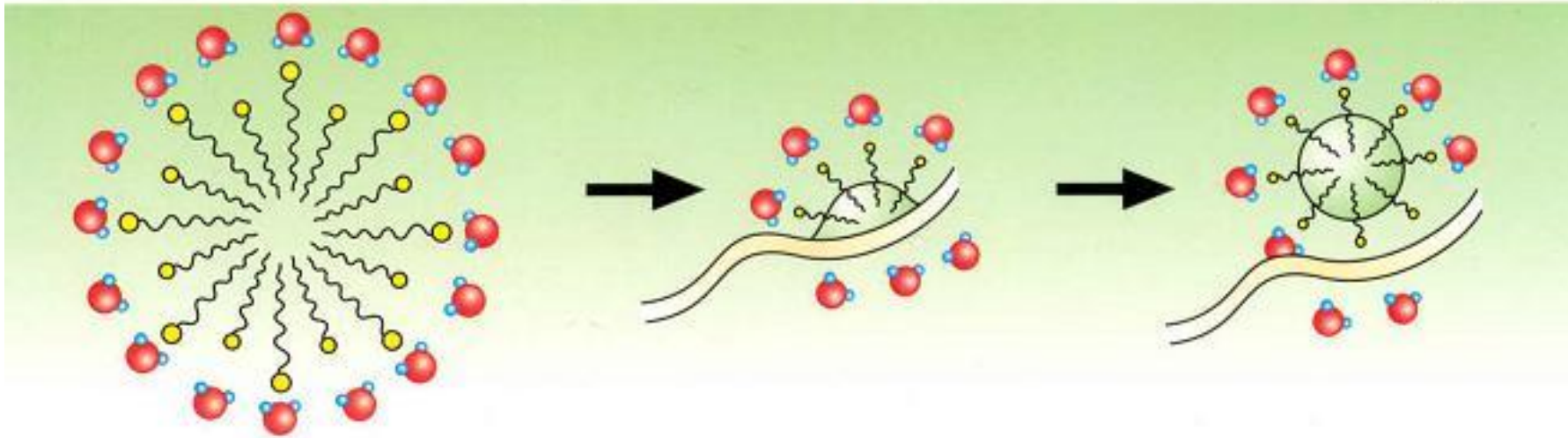
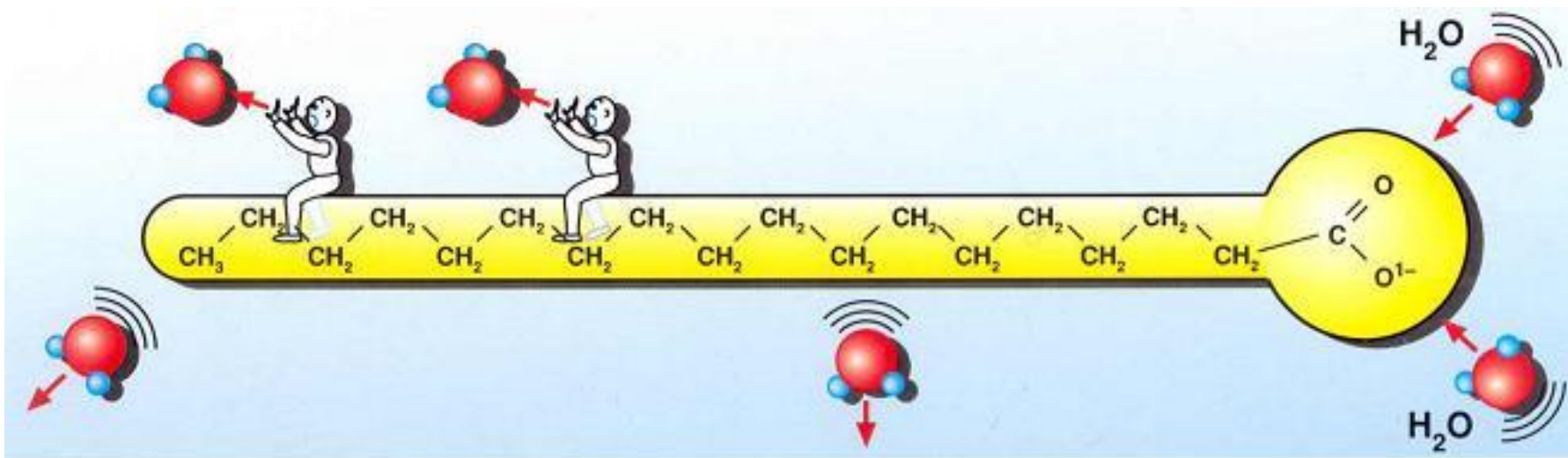


glyceryltristearaat



glycerol

stearaat



Zeep



Voor lange tijd werd zeep gemaakt uit as van hout, dierlijk vet en water. Pas laat in de 18^{de} eeuw werd een andere manier uitgevonden. Het kokend vet werd gemengd met soda en water. Tegenwoordig maken fabrieken steeds meer synthetische 'zepen', in plaats van dierlijke vetten gebruiken ze plantaardige oliën. Soda en natuurlijke vetten ruiken niet zo lekker, daarom voegen producenten parfum toe.

ZEEP

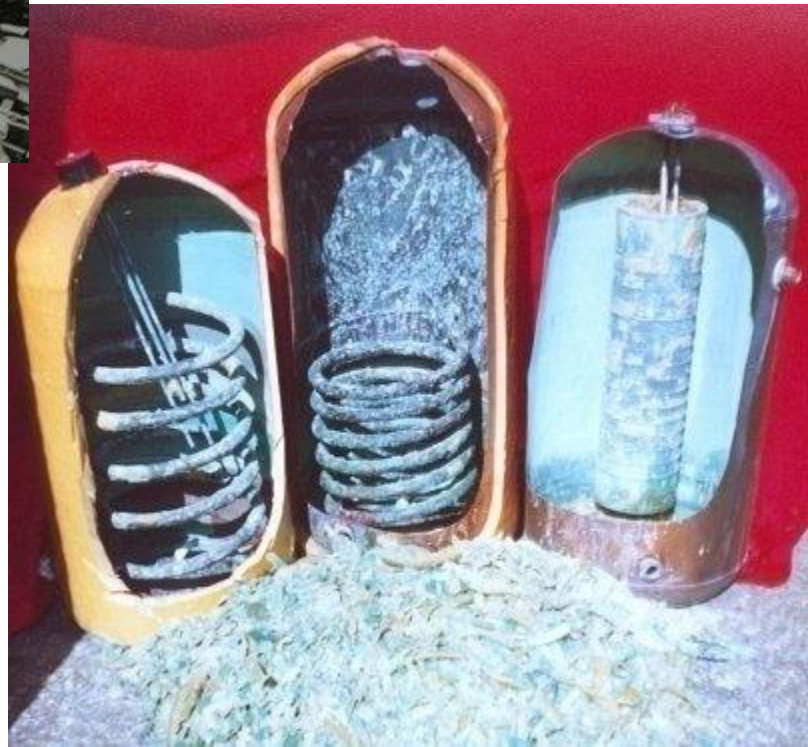


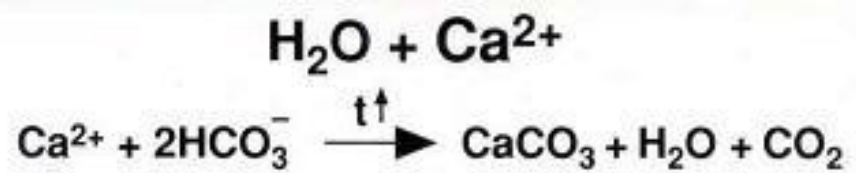
- In België is het drinkwater vrijwel overal zeer hard (> 30 Franse hardheidsgraden).
- Een uitzondering vormen de Ardennen (zacht water, < 15 Franse hardheidsgraden) en het noorden van de provincies Oost-Vlaanderen, Antwerpen en Limburg (zacht tot middelhard).
- Voor mensen is dit hard water zeker niet nadelig.
- Het is slechts nadelig voor warmwaterleidingen, verwarmingselementen en voor het zeepverbruik.





Limescale.

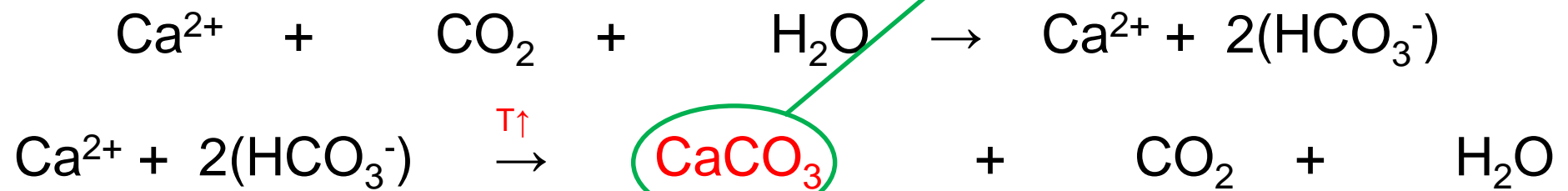
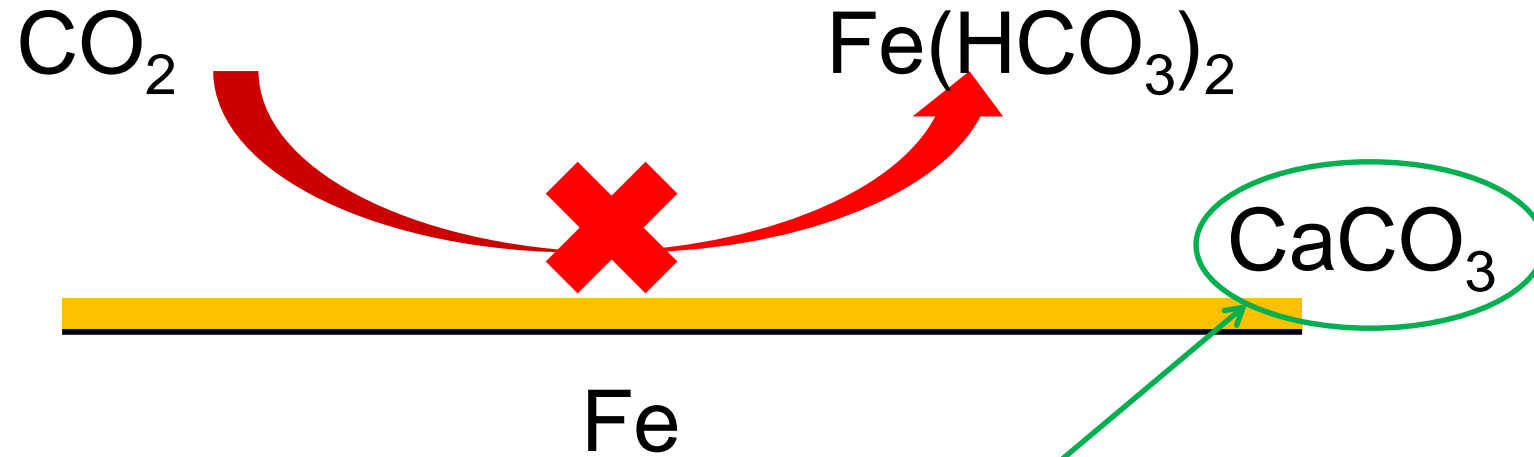




Waterverzachters

- Water zacht maken komt neer op het verwijderen van de vrije calciumionen uit het water.
- Dit kan op verschillende wijzen gebeuren: door een uitwisselingsproces, door neerslagvorming en door complexvorming.
- Het uitwisselingsproces kan op zijn beurt op verschillende manieren plaatsvinden.

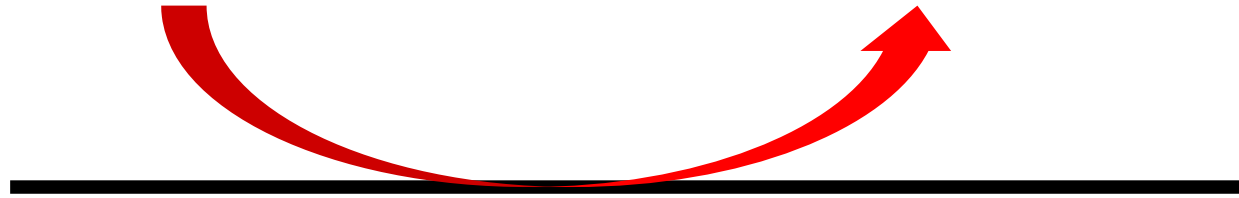
Hard water



Te zacht water

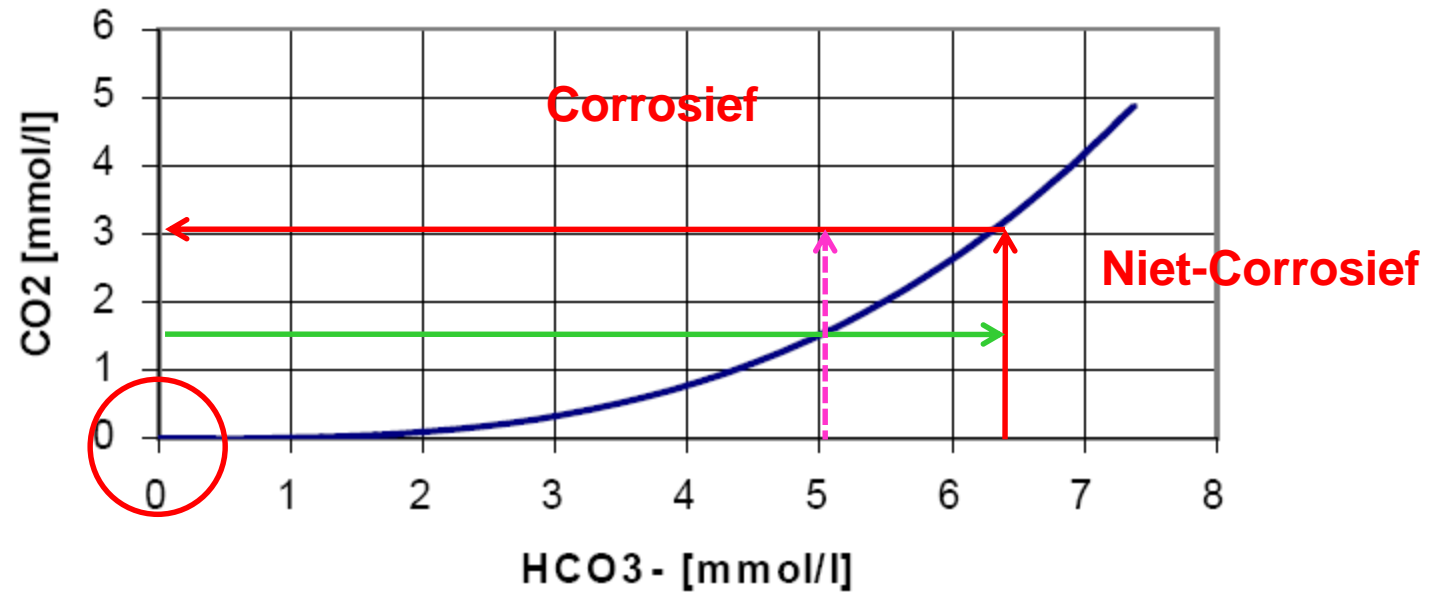
CO_2

$\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$



Fe

Tillmans-curve

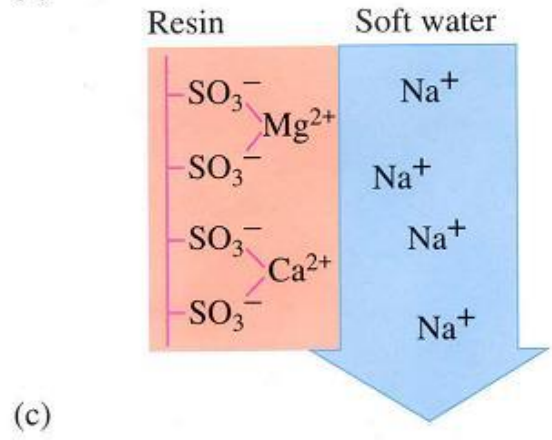
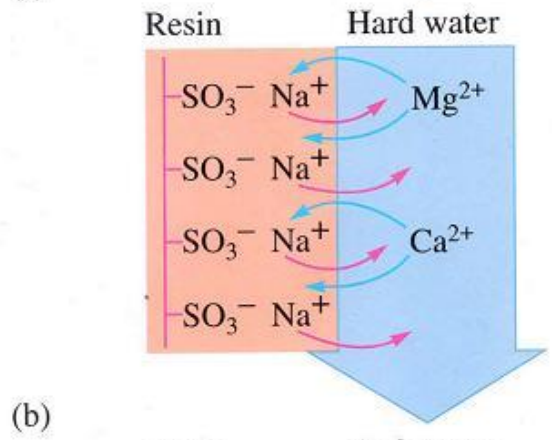
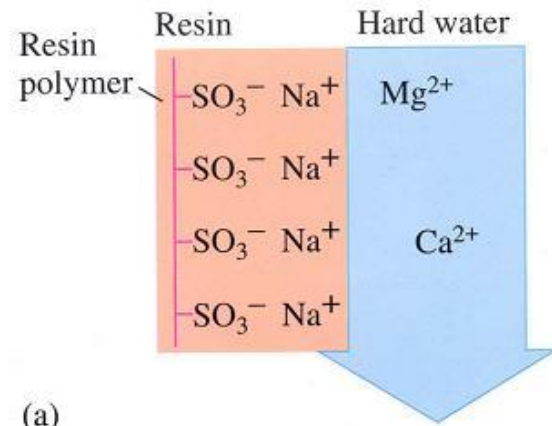


Ionenwisselaar

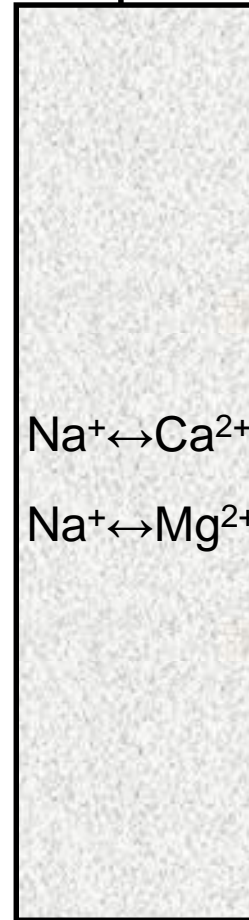
- Harsen van een kation(+)-ionenwisselaar bevatten natriumionen aan het vrije uiteinde van een sulfonaatgroep.
- Deze sulfonaatgroep bindt calciumionen beter/liever dan natriumionen.
- Als er hard water door deze ionenwisselaar stroomt, worden de natriumionen uitgewisseld tegen calciumionen.
- Hierdoor wordt het water zacht.
- Na een bepaalde tijd wordt het hars verzadigd aan calciumionen.
- → regenereren.
- Kan bv. gebeuren met een vrij geconcentreerde NaCl-oplossing, waardoor het omgekeerde proces optreedt.

Ionenuitwisselaar

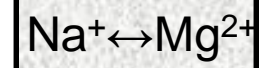
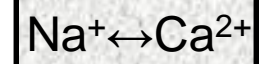




Na⁺/HOH



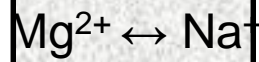
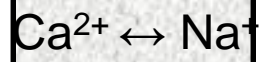
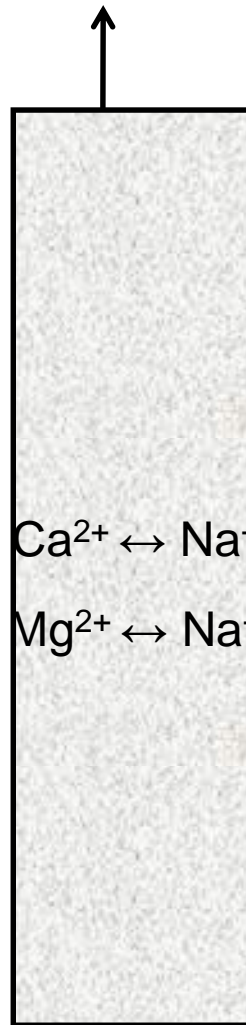
Kationenuitwisselaar



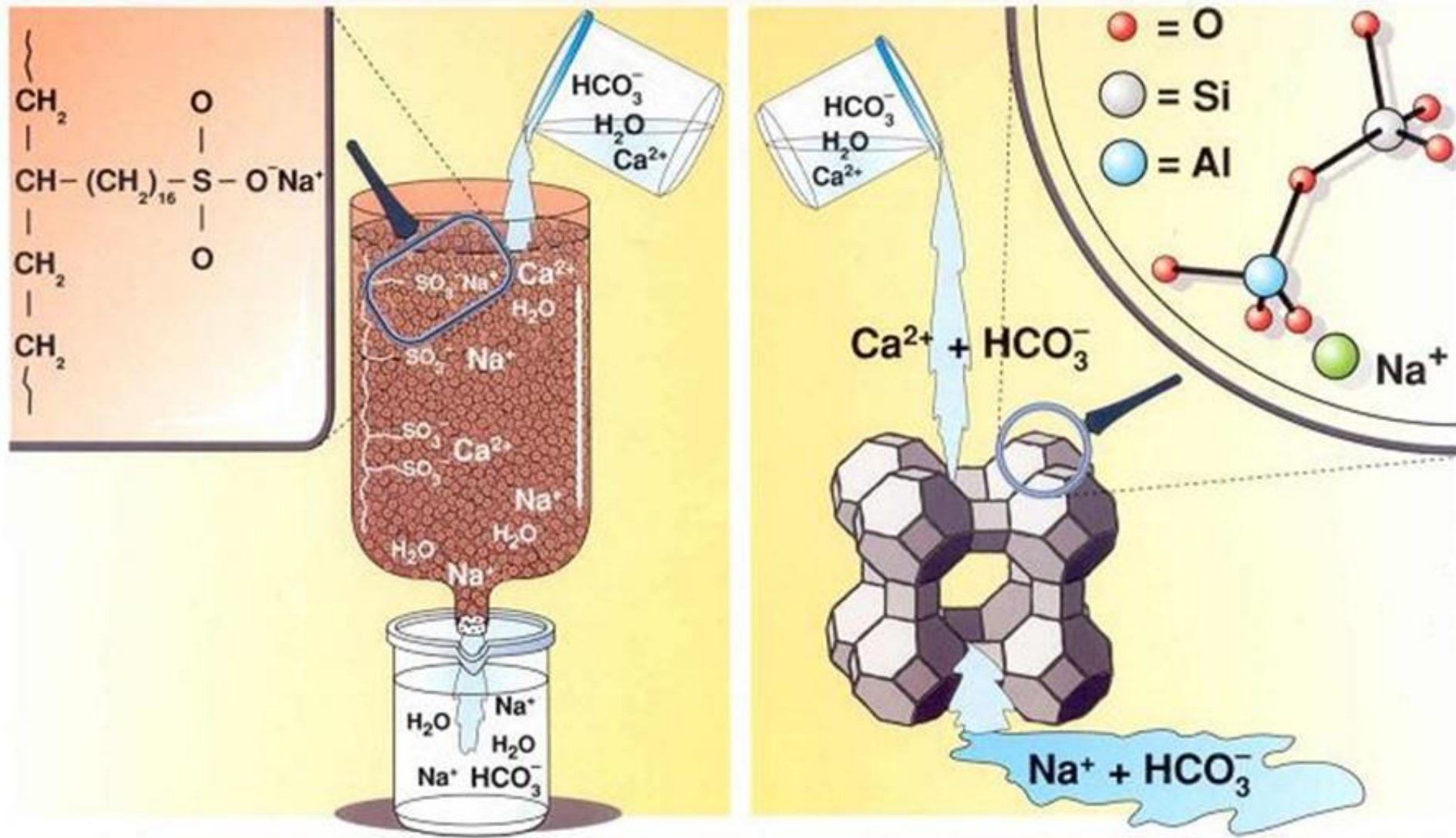
Hard water (Ca²⁺ en Mg²⁺)

(Ca²⁺ en Mg²⁺) & Cl⁻/HOH → Lozen

Regeneratie van
Kationenuitwisselaar



NaCl



Zeolieten

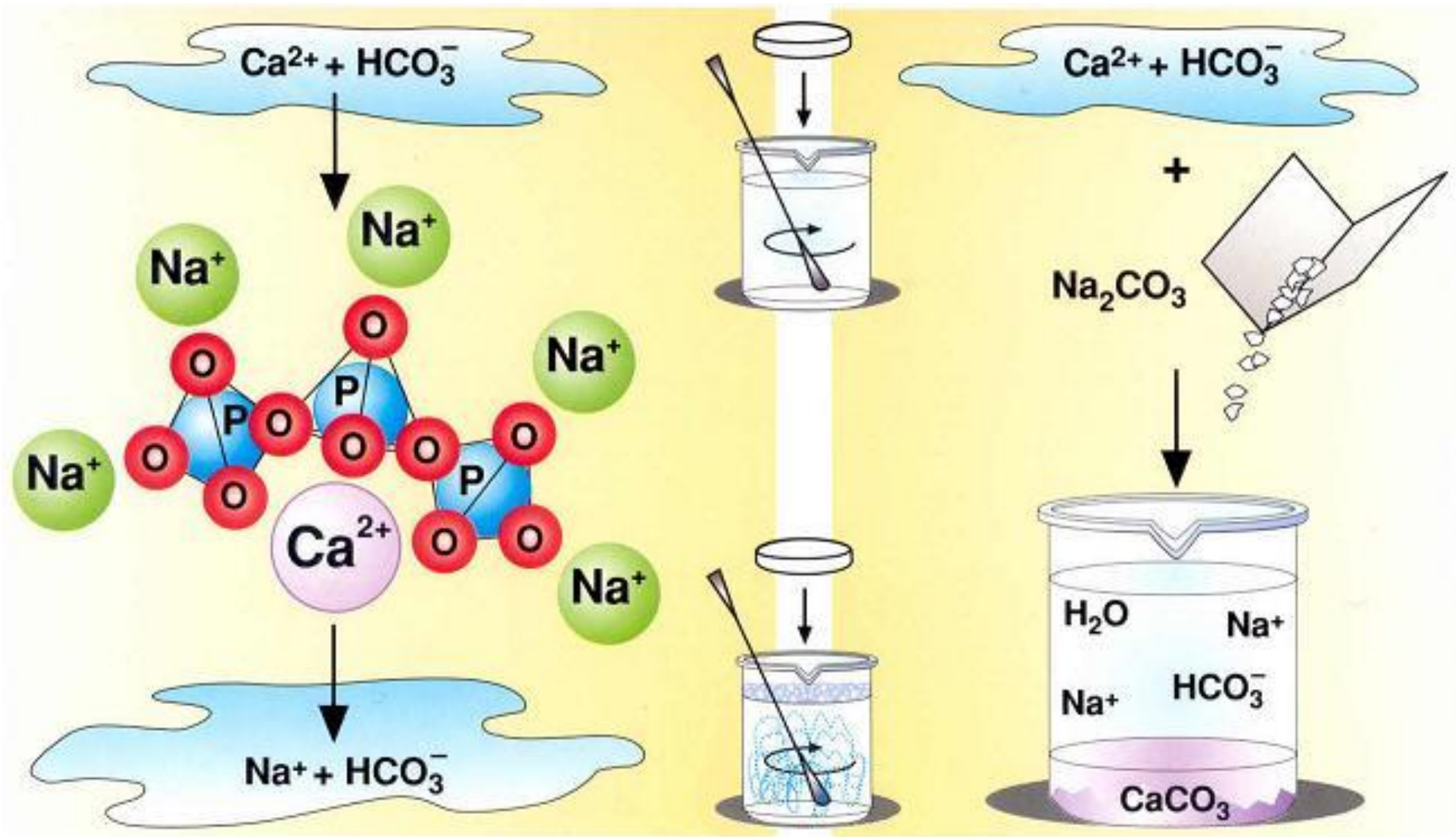
- Sommige waspoeders bevatten zeoliet als middel om water te ontharden.
- Zeolieten zijn silicaten waarbij in het — O — Si — O — -rooster een aantal siliciumatomen vervangen zijn door aluminiumatomen.
- Het rooster = tetraëdrische structuur (vier hoekpunten: zuurstofatoom).
- Silicium is vierwaardig, aluminium driewaardig.
- Hierdoor draagt, in het geval van Al, het elektron afkomstig van het vierde O-atoom een negatieve lading over op het Al-atoom.
- Het positieve tegenion (meestal Na^+ of K^+) of (Ca^{2+} of Mg^{2+}), bevindt zich in de kanalen van het kristal.
- Hard water door zeoliet gestuurd met Na^+ uitgewisseld tegen vrije Ca^{2+} (2 Na^+ -ionen voor 1 Ca^{2+} -ion) → water zachter.
- Zeolieten zijn vrij inert → niet zoals de fosfaten verantwoordelijk voor een sterke vermenigvuldiging van allerlei gewassen (eutrofiëring).
- Grote nadeel is de (grote) hoeveelheid slib dat terechtkomt in een waterzuiveringstation of een rivier.

Fosfaat

- Pentanatriumtrifosfaat ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) is een oplosbaar zout van tripolyfosforzuur.
- Het anion ($\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$) vormt een oplosbaar complex met Ca^{2+} of Mg^{2+} .
- Complex vrij stabiel \rightarrow Ca^{2+} of Mg^{2+} geen rol meer bij toevoeging van zeep aan het water.
- Ook bij verwarming geeft het complex deze ionen niet vrij \rightarrow geen neerslag op de verwarmingselementen van een boiler of wasmachine.
- Fosfaationen zijn niet giftig, maar in de natuur spelen ze een belangrijke rol als voedingsstof voor planten (meststoffen).
- Toevoegen van fosfaten aan waspoeders \rightarrow fosfaatgehalten in rivieren \uparrow \rightarrow weelderige en soms overmatige plantengroei (eutrofiëring).

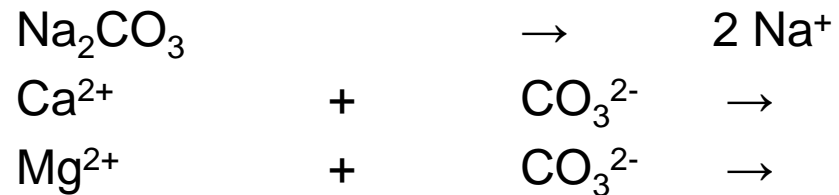
Eutrofiëring:

- Pentanatriumtrifosfaat ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) in wasmiddelen door het water langzaam gehydrolyseerd → vrije fosfaationen ontstaan.
- Fosfaationen met het waswater weggespoeld en in het oppervlaktewater terecht. Ook uit voedselresten en de landbouw komen fosfaten terecht in het oppervlaktewater.
- Fosfaten zijn een belangrijke grondstof voor planten. Samen met kalium en stikstof vormen ze de basisstoffen van kunstmest.
- Door grote concentratie → algen en bepaalde planten rijkelijk groeien in stilstaand en langzaam stromend water → planten, vissen en plankton in de diepere delen van het water krijgen hierdoor onvoldoende licht om te overleven.
- Afgestorven planten worden afgebroken (aëroob proces) waardoor er veel zuurstof uit het water verdwijnt.
- Nadien gaat het afbraakproces verder zonder zuurstofverbruik (anaëroob proces) = verrottingsproces waarbij het water troebel wordt en er een stinkende poel ontstaat. Het water is eutroof geworden. In deze poel is nog weinig leven mogelijk.



Soda

- Het gebruik van soda (natriumcarbonaat, chemisch proces.



Zouten van zwakke zuren zijn niet o

- Calcium- en magnesiumionen worden als reageren met zeep. Het water is zacht ge

- Soda wordt daarom vaak gebruikt als badzout (soda + geurstoffen). Vroeger werd soda ook gebruikt om het waswater te verzachten.

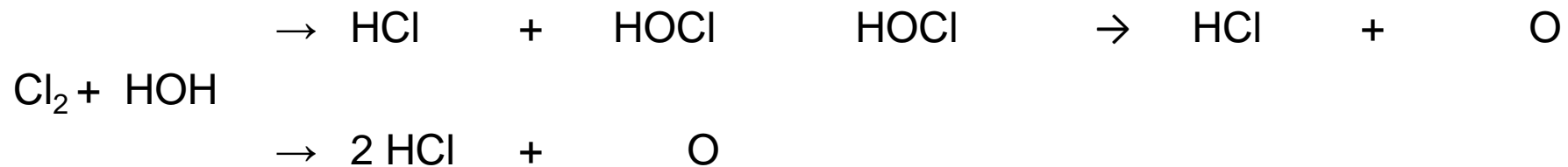


dig

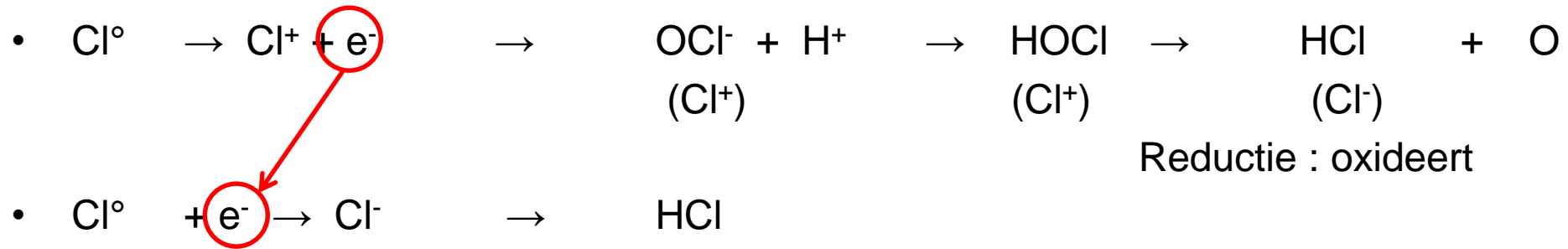
eer

Drinkbaar water

- Drinkbaar water is kleurloos. Indien het bruin is komt dit meestal van Fe-zouten.
- Het is helder en bevat geen vaste deeltjes. Indien wel, dan moet er gefiltreerd worden.
- Het is kiemvrij door de toegevoegde Cl_2 .



De redox (in licht zuur midden)

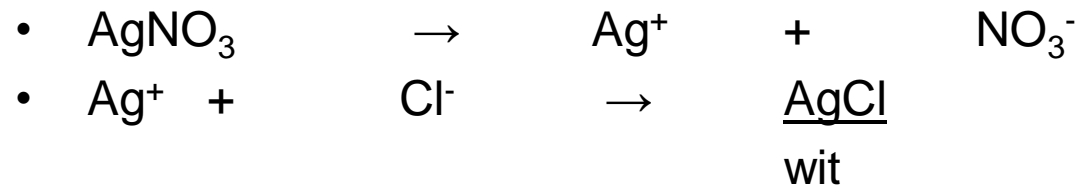


- HOCl en OCl⁻ (vrij chloor) zorgen voor desinfectie (werking op enzymen). HOCl beter dan OCl⁻ (bacteriewand is meestal negatief geladen)
- OCl⁻ + NH₃ → chlooramines (gebonden chloor) → prikkelijke ogen + typische geur
- Desinfecteren ook maar langzamer
- NH₃ komt van zweet en urine
- O is een krachtig oxidatiemiddel

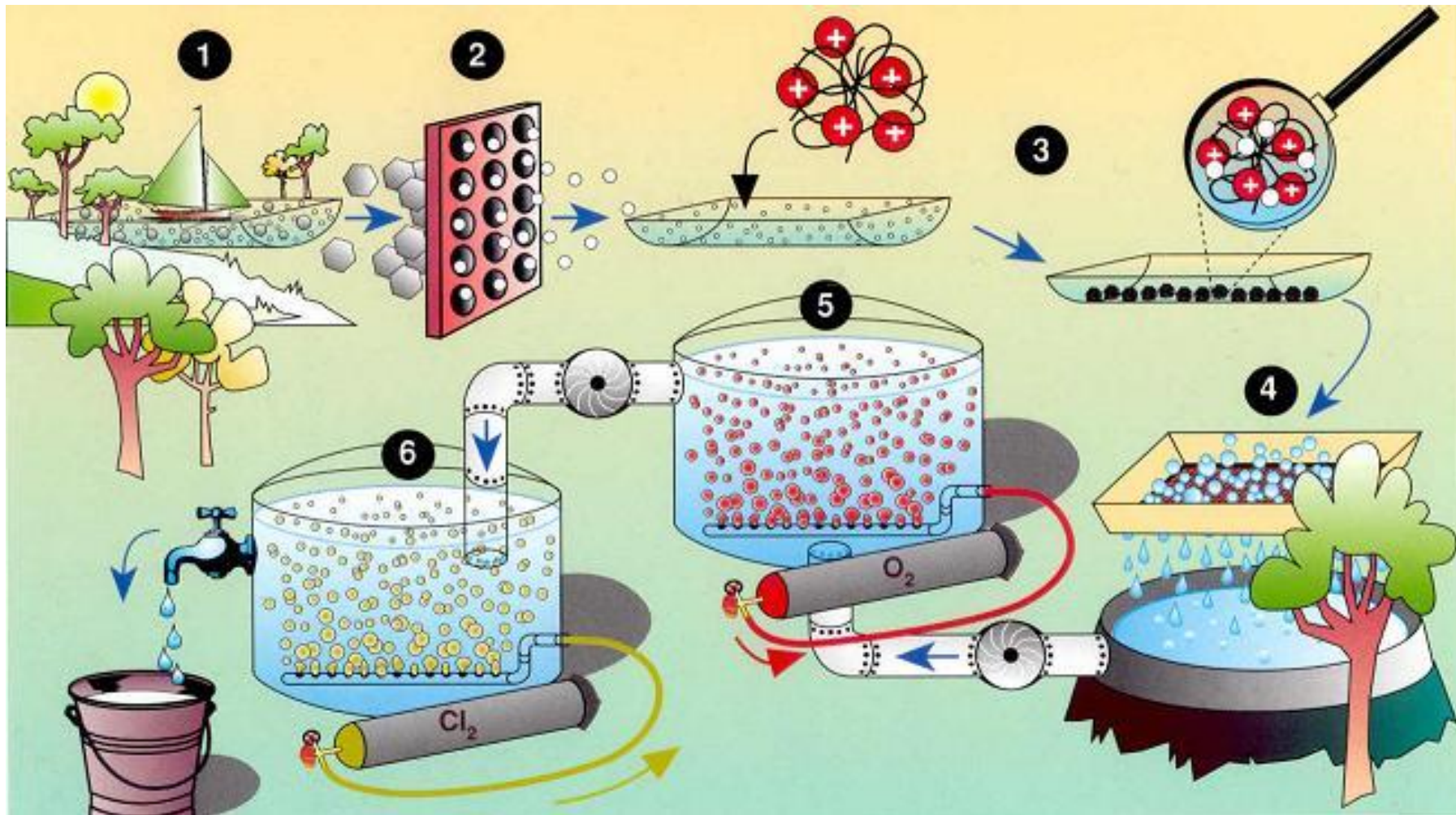
Drinkbaar water

- Het bevat geen nitrieten, ammoniak of bacteriën.

* *Opmerking: Het gevormde HCl valt uiteen in H⁺ en Cl⁻. De Cl⁻ kunnen aangetoond worden met AgNO₃.*



1. Oppervlaktewater 2. Mechanische zieving
Zandfiltratie 3. Vlokmiddel bv. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$



6. Ontsmetting door
Chlorering of Ozon

5. Beluchting = oxidatie
tot H_2O en CO_2

4. Zandfiltratie of
Actieve koolfiltratie

- De **BOD-waarde** (biochemical oxygen demand) of biochemisch zuurstofverbruik geeft de hoeveelheid O_2 aan die nodig is om met behulp van bacteriën de oxideerbare organische stoffen in 1 liter water om te zetten in koolstofdioxide en water.
- Als de BOD-waarde kleiner is dan de oplosbaarheid van O_2 in water ($1,38 \cdot 10^{-3}$ mol/l of 44 mg/l), dan kunnen de in het water aanwezige bacteriën de vervuilende organische stoffen oxideren. In het andere geval blijft het water verontreinigd.
- De **COD-waarde** (chemical oxygen demand) of het chemisch zuurstofverbruik geeft aan hoeveel zuurstof er nodig is om de meeste organische stoffen, ook cellulose, te oxideren. Als oxidatiemiddel wordt hier kaliumdichromaat in zuur midden gebruikt.
- Omdat met deze methode meer stoffen geoxideerd worden dan met behulp van bacteriën, is de COD-waarde steeds hoger dan de BOD-waarde. Toch wordt ze vaak gebruikt omdat ze sneller resultaten geeft.

Actief kool

Actieve kool wordt bereid door uit kool, via een thermisch proces, de gassen en onzuiverheden te verwijderen.



Luchtreinigers

- 2 tot 12 absorbers
- Totaal ± 5 à 8 ton actieve kool
- Actief opp. = 500 à 1500 m²/g
- Stel 8000 kg van 1500 m²/g
- $120 \cdot 10^8 \text{ m}^2 = 1,2 \cdot 10^4 \text{ km}^2 = 12\ 000 \text{ km}^2$
- = 114 km x 114 km
- België = 30.518 km²
- Vlaanderen = 13.522 km²



Vergiftiging

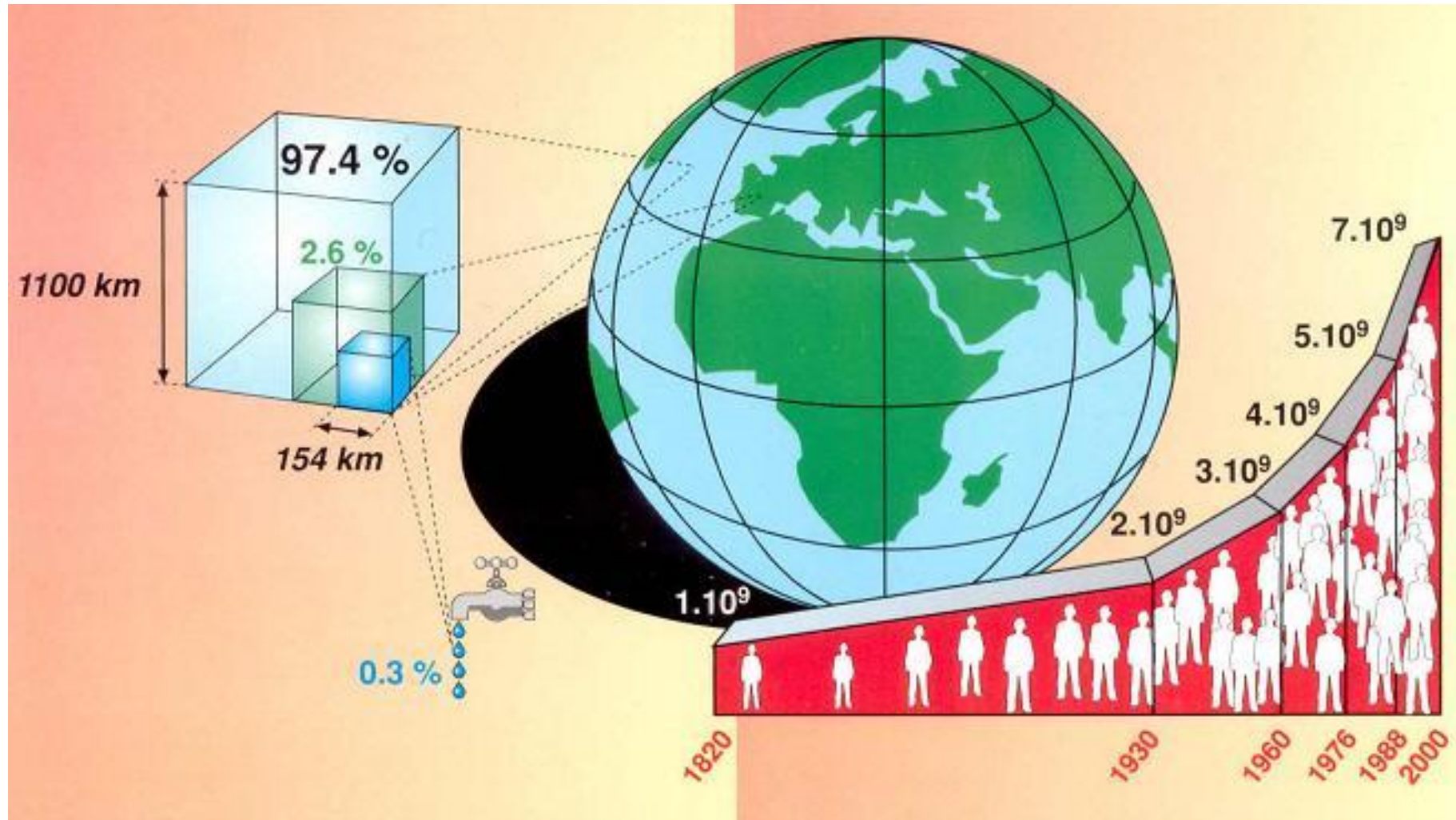
- Actieve kool kan bij verschillende soorten vergiftigingen helpen. Het kan schadelijke stoffen aan zich binden. De schadelijke stoffen verlaten dan met de actieve kool via de ontlasting het lichaam en er komt minder van de schadelijke stof in het bloed.



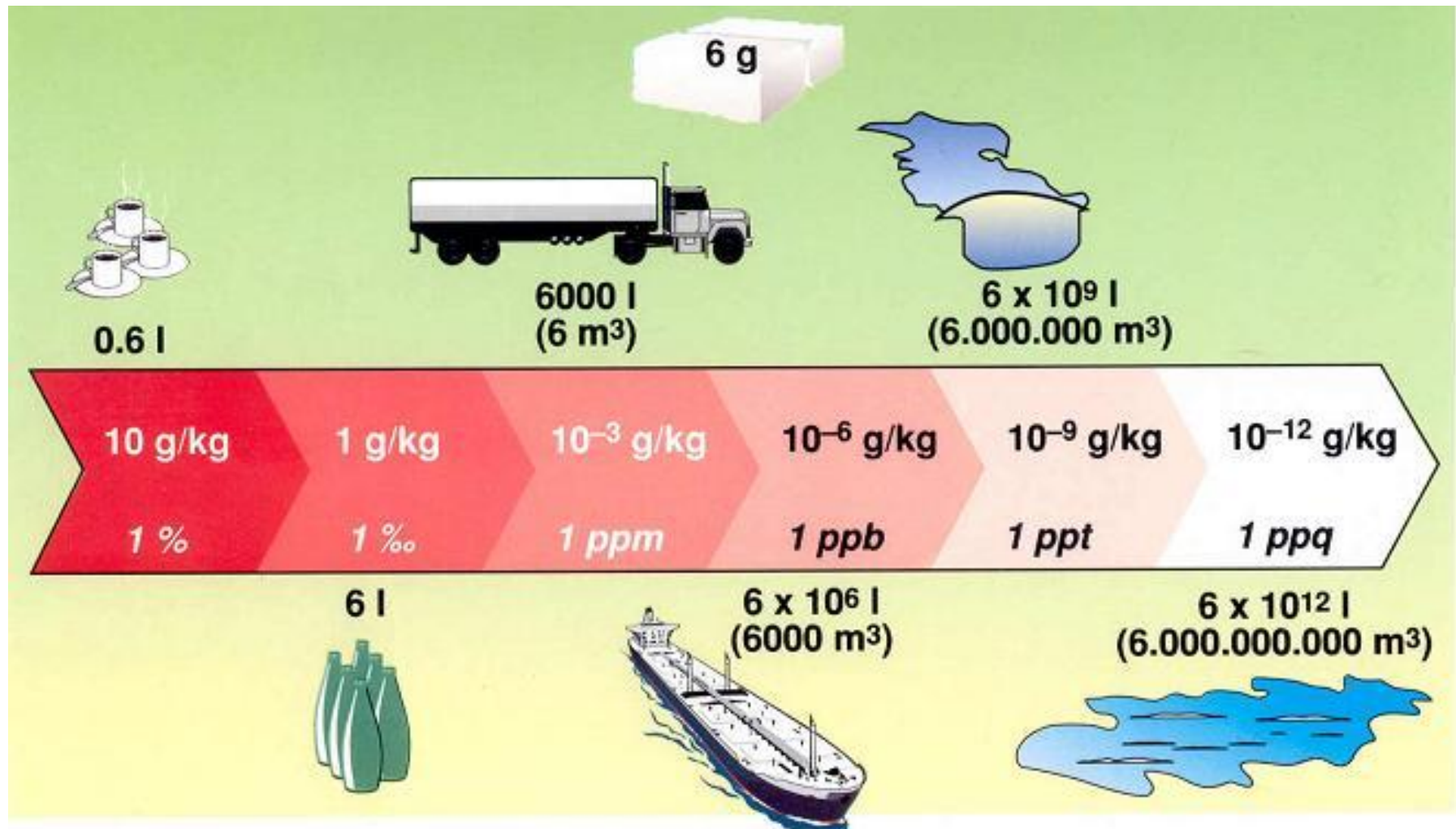
- Door de hoge bemesting komt er in het grond- en oppervlaktewater meer nitraat voor. De norm bij ons is **50 mg/l**, in de VS echter slechts 25 mg/l.
- Nitraten zijn nadelig omdat ze omgezet kunnen worden tot nitrieten en omdat ze de zuurstofopname van het bloed bemoeilijken. **Blauwzucht** bij baby's.
- Om nitraten uit het drinkwater te verwijderen bestaan er processen zoals omgekeerde osmose. Bepaalde bacteriën kunnen nitraten omzetten in distikstof. Omdat de norm nog niet overschreden is, worden deze methodes niet toegepast.
- **Nitrosaminen** kunnen uit nitriet en aminen worden gevormd. De meeste leden van deze chemische familie hebben een carcinogene werking.

- Water is op aarde in overvloed aanwezig.
- De totale watervoorraad wordt geschat op $1,38 \cdot 10^9 \text{ km}^3$.
- Grootste gedeelte (97,4%) is zout water van de oceanen en is dus niet rechtstreeks bruikbaar als drinkwater.
- Maar ook van het zoet water ($36 \cdot 10^6 \text{ km}^3$) is er slechts een klein deel geschikt als drinkwater ($6 \cdot 10^6 \text{ km}^3$).

97,4% = Zout water 2,6% = Zoet water 0,3% = Drinkbaar water



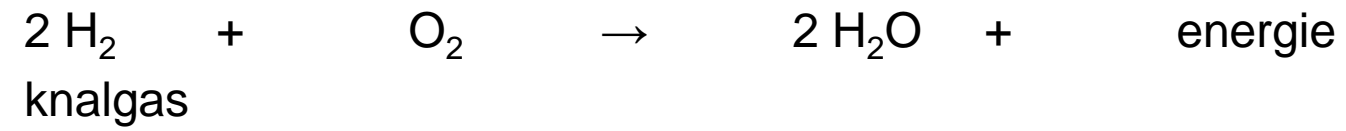
- Omdat er steeds meer **grondwater** wordt **weggepompt**, krijgt het zout water de kans om in de grondlagen door te dringen. Ook **vervuiling** van bovenaf bedreigt steeds meer de zuiverheid van het grondwater. **Overbemesting** zorgt voor een groter nitraatgehalte, koolwaterstoffen kunnen water sterk verontreinigen.
- Omdat er ook getracht wordt om regenwater zo vlug mogelijk in de riolen te krijgen, kan de bodem steeds minder water opnemen. **Betonnering!!! Regenputten!!!**
- Als drinkwater wordt er van langs om meer gebruik gemaakt van oppervlaktewater (bv. Albertkanaal). De kosten om het te zuiveren zullen steeds verder oplopen.
- De analysemethoden om verontreinigingen op te sporen worden ook steeds beter.
- Als voorbeeld wordt één klontje suiker genomen (± 6 g). Dit wordt opgelost in:



Opgelost in water	Concentratie	Voorbeeld
600 ml = 3 tassen	10 g / kg = 1 %	azijnoplossing (8 %)
6 l = 4 flessen van 1,5 l	1 g / kg = 1 ‰	max. alcoholgehalte in bloed (0,5 ‰)
6000 l = 1 tankwagen	1 mg / kg = 1 ppm	nitraat in drinkwater 50 ppm
$6 \cdot 10^6$ l = 1 tanker	1 µg / kg = 1 ppb	norm kwik in drinkwater (1 ppb per dag en per kg)
$6 \cdot 10^9$ l = 1 spaarbekken	1 ng / kg = 1 ppt	PAK's in water
$6 \cdot 10^{12}$ l = 1 groot stuwmeer	1 pg / kg = 1 ppq	dioxine in melkvet

Chemisch zuiver water

- Via synthese:



Na_2SO_4 -oplossing

O_2 -gas

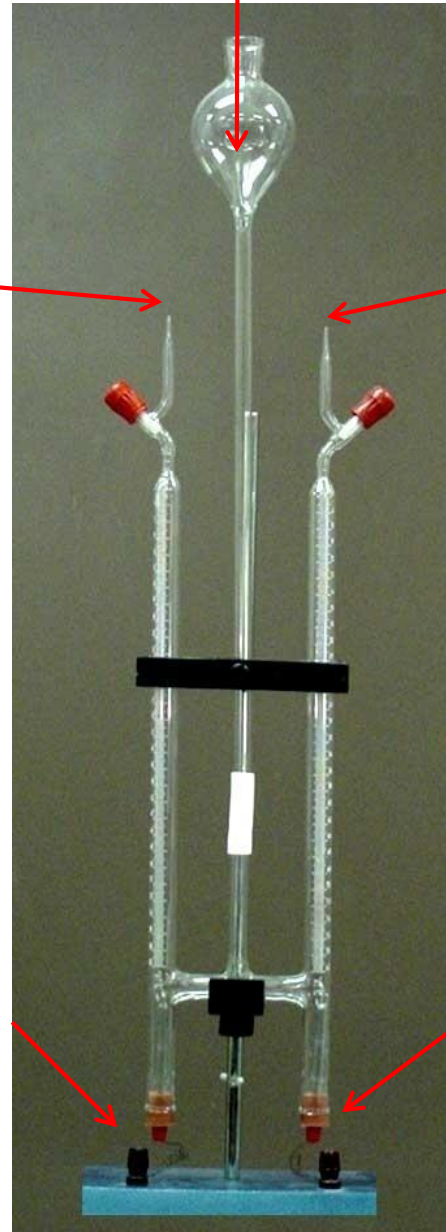
H_2 -gas

+ pool

- pool

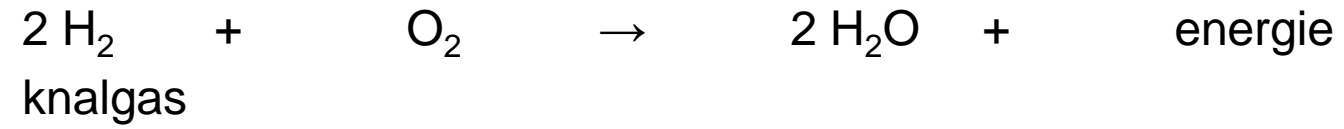
anode

katode



Chemisch zuiver water

- Via synthese:



- Destilleren: aqua destillata

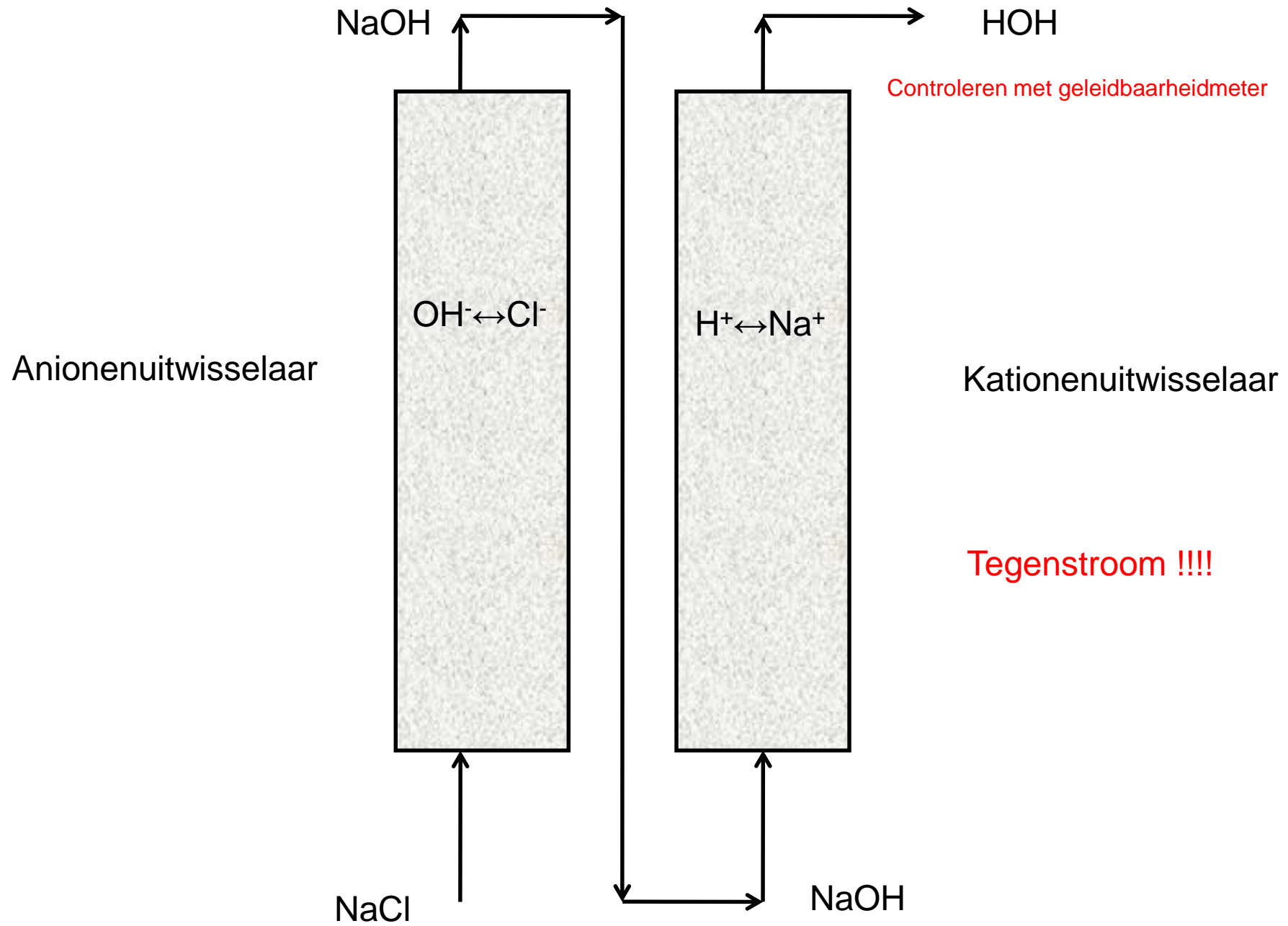
Gedemineraliseerd water

Het water bevat geen ionen meer maar wel nog organische verbindingen. Dit gebeurt door middel van ionenuitwisselaars.

- Anionenuitwisselaar
- Kationenuitwisselaar

Regeneren:

- Anionenuitwisselaar met Na^+OH^-
- Kationenuitwisselaar met H^+Cl^-



Geleidbaarheid van elektrolytoplossingen

Specifieke geleidbaarheid

- De **wet van Ohm** geldt in principe zowel voor elektrolytoplossingen als voor andere geleiders.
- Voor iedere geleider geldt dat $R = \rho \cdot l / A$, waarbij ρ de **specifieke weerstand** is, d.i. de weerstand van een kubus met eenheidsafmetingen. De geleidbaarheid van deze kubus is de **specifieke geleidbaarheid** ($\gamma = 1 / \rho$) met als eenheid de Siemens/m ($1 \text{ S} = 1 / \Omega$). Elk kation en elk anion in een oplossing heeft dus zijn aandeel ($\Lambda =$ equivalente geleidbaarheid) in de geleidbaarheid van de oplossing.
- Zuiver H_2O bevat dus alleen maar H^+ en OH^- ionen. Deze twee hebben echter de grootste equivalente geleidbaarheid resp. $\pm 350 \text{ S/m}$ en $\pm 200 \text{ S/m}$. Maar gezien water heel weinig geïoniseerd is, 10^{-7}M , is water al bij al een slechte geleider.
- NaCl dat wel volledig ioniseert zal in een oplossing van water een hogere geleidbaarheid opleveren ondanks het feit dat de equivalente geleidbaarheden van Na^+ en Cl^- , resp. $\pm 50 \text{ S/m}$ en $\pm 75 \text{ S/m}$, veel lager is.

- Gewoon water (leidingwater), met veel geïoniseerde zouten, zal een hogere geleidbaarheid hebben dan gedemineraliseerd water.
- Gewoon water (leidingwater), met veel Ca^{2+} en Mg^{2+} -zouten, zal een hogere geleidbaarheid hebben dan onthard water.

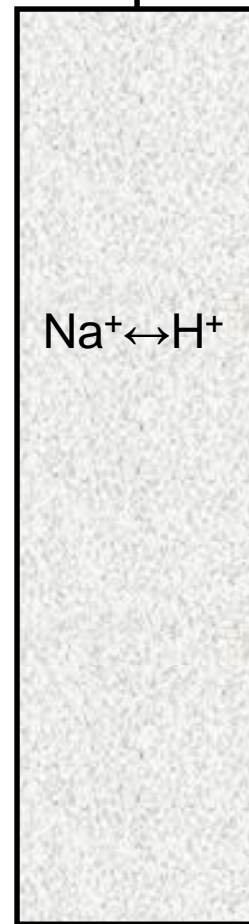
Regenereren

NaCl → Lozen

NaCl → Lozen

Anionenuitwisselaar

Kationenuitwisselaar



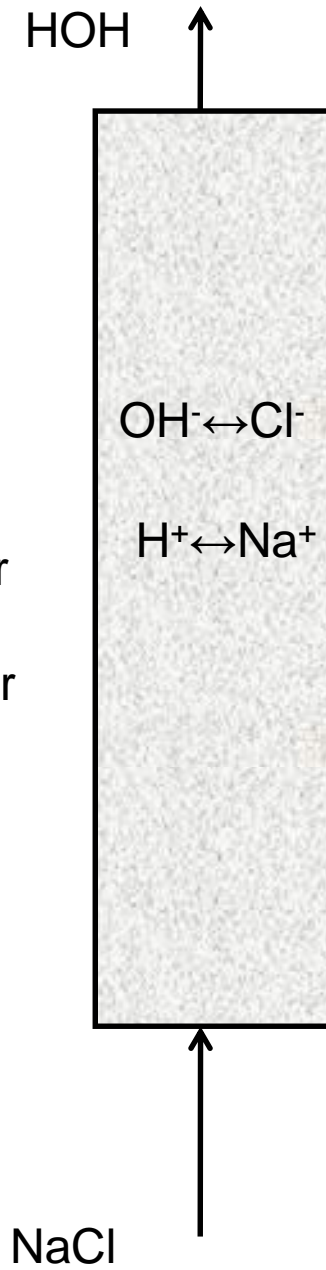
NaOH

HCl

Mixed bed-ionenuitwisselaar:

- Dit is een ionenuitwisselaar met zowel een anionen- als kationenuitwisselaar.
- positieve als de negatieve ionen verwijderd
- eventueel vervangen door H^+ en OH^- of Na^+ en Cl^- .
- Hier is er echter wel een probleem om de ionenuitwisselaar te regenereren.

Mixed Bed =
Anionenuitwisselaar
+
Kationenuitwisselaar



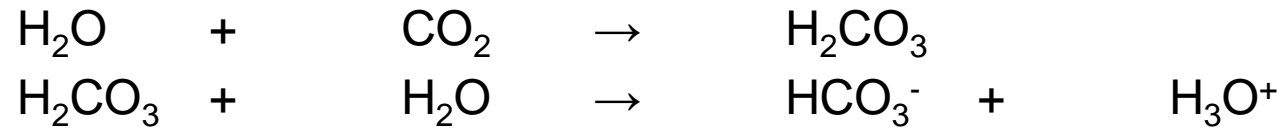
Regeneratie Mixed Bed

Kolom		Toevoegen	Kolom		Uitvloeit
H ⁺	OH ⁻	+ NaCl	Na ⁺	Cl ⁻	H ₂ O
Na ⁺	Cl ⁻	+ HCl	H ⁺	Cl ⁻	NaCl
H ⁺	Cl ⁻	+ NaOH	Na ⁺	OH ⁻	HCl
Na ⁺	OH ⁻	+ HCl	H ⁺	Cl ⁻	NaOH

The diagram illustrates the regeneration of a mixed bed ion exchange resin. It is organized into a grid with four columns: 'Kolom' (left), 'Toevoegen' (addition), 'Kolom' (right), and 'Uitvloeit' (outflow). The rows represent different stages of the process. Blue ovals highlight the initial ion pairs in the columns. Red circles highlight the ions that are displaced during regeneration. Green arrows show the movement of H⁺ and Cl⁻ ions from the 'Toevoegen' stage to the 'Kolom' stages. A red arrow points from the displaced Cl⁻ ion in the second 'Kolom' to the displaced Na⁺ ion in the first 'Kolom'.

Het ontstaan van zure regen:

- Zuiver water bevat evenveel H⁺-ionen als OH⁻-ionen. De pH van zuiver water is daarom theoretisch = 7. Door de aanwezigheid van CO₂ in de lucht (350 ppm) wordt het regenwater steeds een beetje zuur.



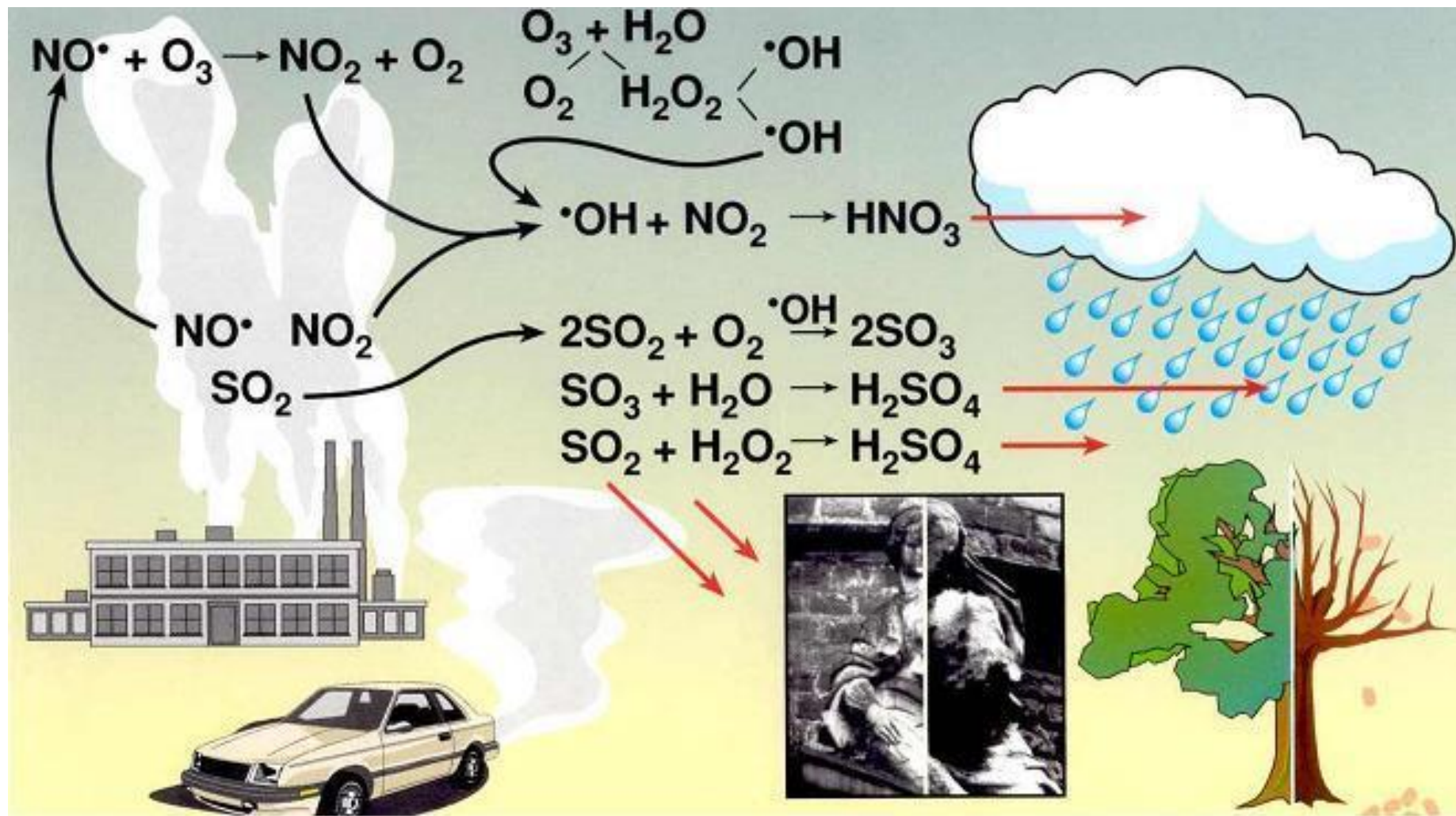
- Het regenwater krijgt hierdoor een pH-waarde van $\pm 5,6$. Dit is een normale waarde. Zure regen heeft echter nog een hogere zuurtegraad.
- Dit komt door de uitstoot van o.a. NO_x door het verkeer en de industrie. NO_x zijn het resultaat van reacties in verbrandingsmotoren.
- Door een reeks van reacties worden deze NO_x omgezet naar HNO₃ (salpeterzuur). Los Angeles (zure smog).

Het ontstaan van zure regen:

- Indien de brandstoffen ook zwavelhoudend zijn of bij uitstoten van vulkanen, komt er ook nog SO_2 vrij dat op zijn beurt via reacties omgezet wordt tot H_2SO_4 (zwavelzuur).
- De vorming van deze zuren kan er voor zorgen dat de pH van regenwater daalt tot 3 à 4.
- Dit is bijna de zuurtegraad van een azijnzuuroplossing.
- Er is zelfs ooit een pH van 1,7 gemeten in Los Angeles (zure smog).

- De negatieve gevolgen van zure regen zijn van allerlei aard.
 - Door de hoge zuurtegraad wordt de buffercapaciteit van de bodem aangetast. Zeker in gebieden met een kleine buffercapaciteit wordt het oppervlaktewater snel zuur (meren in N-Europa). Kwetsbare organismen zoals viskuit overleven dit niet.
 - Als de pH van de bodem daalt tot 3, dan komt het Al^{3+} -ion vrij uit klei. Voor vele planten is dit een giftige stof.
- Zure regen is vooral nefast voor gebouwen en beelden uit kalksteen zoals marmer, mergel, maar ook voor zandsteenkorrels die met kalksteen aan elkaar zijn gebonden. Calciumcarbonaat (kalk) wordt door het zuur omgezet in o.a. gips. Dit is veel zachter en wordt met het water meegespoeld.









Feminisatie van de dierenwereld.

- Recente studies wijzen er op dat door de aanwezigheid van bepaalde stoffen in het water er een feminisatie optreedt van bepaalde diersoorten.
 - In de jaren tachtig constateren hengelaars en later onderzoekers, dat **vis**, die zwemt in de nabijheid van installaties voor het zuiveren van afvalwater, “**vervrouwelijkt**”. Mannetjesvissen gaan een dooierewit produceren (vitelline) dat normaal alleen bij vrouwtjes voorkomt.
 - In Nederland legde de bioloog Peter Reijnders in 1986 een verband tussen het gehalte aan PCB's in vis in de Waddenzee en de **verminderde vruchtbaarheid bij zeehonden** aldaar.
 - Begin jaren negentig constateren de Deense onderzoekers Carlsen en Skakkebaek een **gestage afname van de hoeveelheid spermacellen bij de mens** sinds 1938. Zij leggen een verband met oestrogeen-achtige stoffen in het milieu.
 - In dezelfde tijd verschijnen er onderzoeken waarin een verband wordt gelegd tussen mannelijke vruchtbaarheid en stoffen op het werk, zoals **lood en styreen**.
 - De vestiging van Greenpeace in de Verenigde Staten brengt in 1993 een rapport uit over het verband tussen **borstkanker en organochloorverbindingen**. Daarin wordt, mede op basis van wetenschappelijke literatuur, gewezen op de mogelijk **hormonale werking van die stoffen**.
 - In 1994 zendt de BBC de documentaire ‘**Assault on the Male**’ uit.

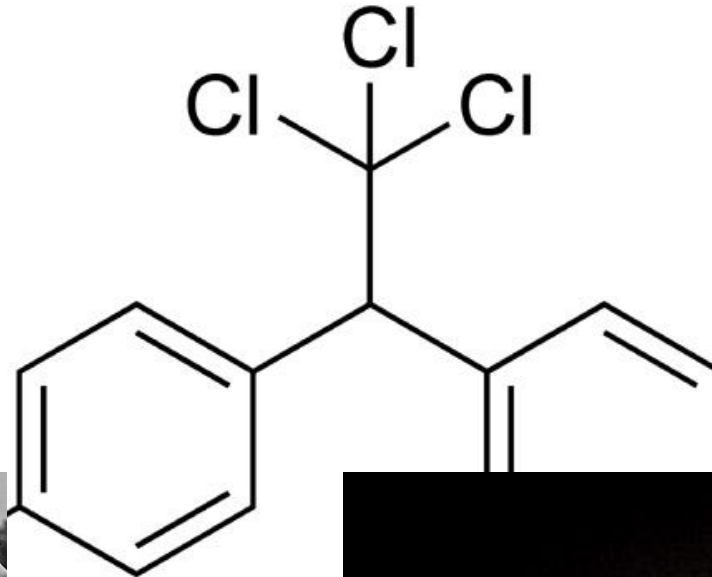
- In januari 1995 publiceert het Deense ministerie van Milieu en Energie een rapport met als titel ‘Mannelijke vruchtbaarheid en stoffen in het milieu met een oestrogene werking’.
- In juni publiceert Greenpeace het rapport ‘Body of Evidence’ voor de Noordzee Ministersconferentie in Esbjerg. Daarin een overzicht van de literatuur over mogelijke effecten van chloorverbindingen op de menselijke gezondheid.
- In de zomer van 1995 verschijnt een rapport van het Instituut voor Milieu & Gezondheid van de Britse Raad voor Medisch Onderzoek (MRC, Medical Research Council), getiteld ‘Oestrogenen in het milieu: gevolgen voor de menselijke gezondheid en de dierenwereld’.
- In Nederland besteden in de zomer van 1995 diverse kranten en TV-programma’s aandacht aan het onderwerp. Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu doet een literatuuronderzoek op verzoek van het ministerie van VROM. De Gezondheidsraad besluit om een commissie van deskundigen in te stellen om het probleem te onderzoeken.

- Dit zou te wijten zijn aan de aanwezigheid van **oestrogenachtige stoffen** in het (drink)water. Deze stoffen zouden afkomstig kunnen zijn van **DDT**, **DDE**, **de pil**, **nonylfenol**, Het zijn allen **vetoplosbare derivaten** die in het lichaamsvet opgestapeld **blijven**.

- B.v. **Nonylfenol** is een kunstmatig aangemaakt. Het wordt gebruikt in plastics als weekmaker en in oppervlaktewatersd...

- Bij proeven werd er een afname van leefwater van vissen en een...

- Ook...



1 ton per jaar werd gebruikt in reinigingsmiddelen en in de industrie. Het komt terecht in drinkwater.

1 mg/l aanwezig was in het water. Ze begonnen vitteline,



