

## Hard water

Water met een hoog gehalte aan calciumionen noemen we hard water. De hardheid van water wordt vaak uitgedrukt in Duitse hardheidsgraden, °D. Water met een hardheid van 1,00 °D bevat 7,17 mg  $\text{Ca}^{2+}$  per liter. Leidingwater in Nijmegen bevat  $2,2 \cdot 10^{-3}$  mol  $\text{Ca}^{2+}$  per liter.

- 3p 12 Bereken de hardheid, in °D, van het Nijmeegse leidingwater. **Geef de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.**

Wanneer hard water wordt verhit, ontstaat een witte aanslag van kalk ( $\text{CaCO}_3$ ). Dit ontstaan van kalkaanslag kan met de volgende reactievergelijking worden weergegeven:



- 2p 13 Leg uit, aan de hand van formules in de reactievergelijking, dat  $\text{HCO}_3^-$  in deze reactie zowel een zuur als een base is.

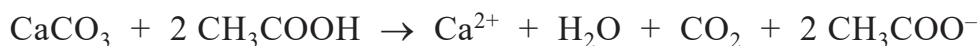
In apparaten waarin water wordt verwarmd, komt kalkaanslag voor. Deze kalkaanslag moet regelmatig worden verwijderd. Op Wikipedia staat hoe je dit in een elektrische waterkoker kunt doen:

### tekstfragment

Een waterkoker met een dompelaar als verwarmingselement zal na verloop van tijd veel kalk op het verwarmingselement krijgen. Dit kan simpel worden verwijderd door de waterkoker te vullen met natuurazijn. Na een paar minuten is de kalk in de azijn opgelost. Deze azijn kan vele malen worden hergebruikt als ontkalker, wanneer deze onverdund wordt gebruikt.

*naar: Wikipedia*

Natuurazijn is een oplossing van azijnzuur in water. Het verwijderen van kalk met behulp van natuurazijn komt neer op de volgende zuur-basereactie:



Op de website [www.VoorOma.nl](http://www.VoorOma.nl) staat het advies de azijn in de waterkoker even aan de kook te brengen.

- 3p 14 Leg uit waarom dit handig is. Gebruik in je uitleg het botsende-deeltjesmodel.

Emine berekent op school de reactiewarmte voor de reactie van kalk met azijnzuur. Ze komt uit op  $\Delta E = -1,2 \cdot 10^4$  J per mol  $\text{CaCO}_3$ . Op de uitwerkbijlage is een nog onvolledig energiediagram gegeven van deze reactie.

- 3p **15** Maak het energiediagram op de uitwerkbijlage af.
- Teken het ontbrekende energieniveau van de geactiveerde toestand.
  - Teken het ontbrekende energieniveau van de reactieproducten.
  - Geef  $\Delta E$  op de juiste plaats in het energiediagram aan.
  - Gebruik bijschriften.

Het verwarmingselement van waterkokers is vaak gemaakt van koper waarop een laagje chroom is aangebracht. Hoewel chroom een onedeler metaal is dan koper, is zo'n verchromd verwarmingselement toch bestand tegen corrosie.

Door reactie met zuurstof ontstaat namelijk op het chroom een laagje chroomoxide dat verdere aantasting van het chroom verhindert.

- 2p **16** Verklaar met behulp van begrippen op microniveau dat een laagje chroomoxide de corrosie van het daaronder liggende chroom verhindert.