

Fluoride in tandpasta

Eén van de stoffen die in tandpasta aanwezig zijn, zorgt ervoor dat vet en vuil dat aan het gebit kleeft, los komt van de tanden en kiezen en bij het spoelen van de mond met het spoelwater wordt afgevoerd. Een veelgebruikte stof daarvoor is het zogenoemde natriumlaurylsulfaat, een zout met formule $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{11}-\text{OSO}_3\text{Na}$. In water is deze stof gesplitst in natriumionen en laurylsulfaationen. Dat vet en vuil van het gebit loskomen, kan worden verklaard met behulp van de bouw van laurylsulfaationen.

- 3p 17 Leg met behulp van de bouw van laurylsulfaationen uit dat vet en vuil van het gebit loskomen als laurylsulfaationen aanwezig zijn.

Het gebit bestaat aan de buitenkant uit glazuur (hydroxy-apatiet), een zout opgebouwd uit calcium-, fosfaat- en hydroxide-ionen in de molverhouding 5 : 3 : 1. Door de aanwezigheid van de hydroxide-ionen in hydroxy-apatiet wordt het glazuur aangetast door H^+ ionen afkomstig uit levensmiddelen. Door het glazuur regelmatig in contact te brengen met fluoride-ionen, worden hydroxide-ionen uitgewisseld tegen fluoride-ionen. Hierbij ontstaat het zogenoemde fluorapatiet dat minder snel wordt aangetast door H^+ ionen. Om deze reden zijn in veel tandpasta's fluoride-ionen aanwezig.

- 2p 18 Geef de vergelijking van de reactie waarbij hydroxy-apatiet wordt omgezet tot fluorapatiet.

Twee leerlingen gaan voor hun profielwerkstuk het fluoridegehalte bepalen van een bepaald merk tandpasta. Ze hebben op internet een bepaling gevonden waarbij het aanwezige fluoride als PbClF wordt neergeslagen. Door daarna de massa van het PbClF te wegen, kan het fluoridegehalte in de tandpasta worden berekend.

De leerlingen wegen een hoeveelheid tandpasta af en lossen dit in verdund salpeterzuur op. Terwijl zij dit doen, nemen zij een gasontwikkeling waar. Omdat in de tandpasta calciumcarbonaat aanwezig is als polijst- en schuurmiddel, vermoeden ze dat dit gas koolstofdioxide is. Ze leiden het gas daarom door kalkwater.

- 3p 19 Geef de vergelijking van de reactie die verloopt als koolstofdioxide door kalkwater wordt geleid. Geef de waarneming die de leerlingen zullen doen.

De oplossing die is ontstaan na de reactie van tandpasta met salpeterzuur wordt enige minuten verhit om het nog opgeloste koolstofdioxide te verwijderen. Daarna brengen de leerlingen de oplossing op een pH-waarde van ongeveer 5 door het toedruppelen van natronloog. Vervolgens voegen ze een NaCl oplossing toe, waarna ze onder voortdurend roeren een $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ oplossing toevoegen. Tijdens het toedruppelen ontstaat een suspensie doordat zich een heterogeen evenwicht instelt:



Doordat een overmaat NaCl oplossing en een overmaat $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ oplossing is toegevoegd, is de $[\text{F}^-]$ in de vloeistof verwaarloosbaar klein.

- 2p **20** Geef de evenwichtsvoorwaarde voor evenwicht 1.
- 2p **21** Leg met behulp van de evenwichtsvoorwaarde uit dat het gebruik van een overmaat NaCl oplossing en een overmaat $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ oplossing ervoor zorgt dat de concentratie opgeloste F^- verwaarloosbaar klein kan worden.

De leerlingen hebben een hoeveelheid tandpasta van 20,0143 g afgewogen en het fluoride omgezet in PbClF. De verkregen suspensie wordt gefiltreerd over een vooraf gedroogd filter. De massa van het filter is bepaald: 7,1842 g.

Het neerslag van PbClF wordt in het filter verzameld en gewassen. Hierna wordt het filter gedroogd en met het daarin verzamelde neerslag gewogen: 7,5836 g.

- 4p **22** Bereken het fluoridegehalte van de onderzochte tandpasta in massa-ppm. Neem aan dat al het fluoride is neergeslagen als PbClF.