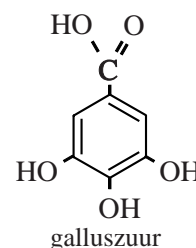


Inktvraat

Gallusinkt is een inkt die al door de Romeinen werd gebruikt. Van de 12e tot en met de 19e eeuw was het in Europa de meest gebruikte inktsoort. De gallusinkt tast echter in de loop der jaren het papier aan. Op de plek van de inkt ontstaan gaten in het document en bruine vlekken. Dit proces wordt inktvraat genoemd. Veel oude documenten dreigen hierdoor verloren te gaan.

Gallusinkt werd onder andere gemaakt uit een extract van galnoten, dat galluszuur bevat.

Galluszuur is een meerwaardig zuur. Niet alleen de carbonzuurgroep kan een H^+ afstaan, ook alle drie de OH groepen kunnen een H^+ afstaan. In het extract komen als negatieve ionen voornamelijk $C_7H_5O_5^-$ ionen voor. Om de inkt te maken werd de galluszuuroplossing (het extract) gemengd met een oplossing van ijzervitriool ($FeSO_4$). Hierbij ontstond een kleurloze oplossing die goed in papier doordringt. Papier bestaat voornamelijk uit cellulose.



- 2p 11 Leg uit dat water (met de daarin opgeloste stoffen) goed in papier kan doordringen. Maak hierbij gebruik van Binas-tabel 67.

Als met de kleurloze oplossing wordt geschreven, komt deze in contact met lucht en in enkele seconden ontstaat het zwarte, slecht oplosbare pigment ijzer(III)tannaat, $FeC_7H_3O_5$. Pas dan is de inkt goed zichtbaar. De vorming van ijzer(III)tannaat kan als volgt worden beschreven:

- reactie 1: waarbij ijzer(II)ionen worden omgezet tot ijzer(III)ionen door het contact met lucht;
- reactie 2: waarbij ijzer(III)tannaat wordt gevormd en ook H^+ ontstaat.

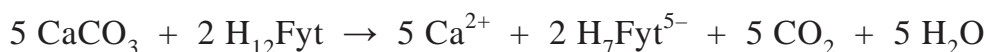
- 3p 12 Geef van reactie 1 de vergelijkingen van de beide halfreacties en leid daaruit de vergelijking van de totale reactie af. In de vergelijking van één van beide halfreacties komen onder andere ook H^+ en H_2O voor.

- 2p 13 Geef de vergelijking van reactie 2.

De belangrijkste oorzaak van de aantasting van oude documenten door inktvraat is de lage pH van de inkt. H_3O^+ is namelijk een katalysator voor de afbraak van cellulose, het hoofdbestanddeel van papier. Daarnaast zijn ook de condities waaronder het document wordt bewaard van invloed op de afbraak van cellulose. Documenten die met gallusinkt zijn beschreven worden daarom vaak in extreem droge ruimtes bewaard.

- 2p 14 Geef twee oorzaken waardoor cellulose niet zal worden afgebroken, op de manier die is genoemd in de tekst tussen vraag 13 en 14, wanneer geen of nauwelijks water aanwezig is.

Een andere oorzaak van inktvraat is de aanwezigheid van ijzerionen in de inkt die niet in ijzer(III)tannaat zijn gebonden. Deze ongebonden ijzerionen katalyseren een andere afbraakreactie van cellulose, oxidatieve decompositie genoemd. Door het Instituut Collectie Nederland is een methode ontwikkeld om ijzerionen uit oude documenten te verwijderen. Daarbij wordt gebruikgemaakt van een calciumfytaatoplossing. Deze calciumfytaatoplossing wordt gemaakt door een fytinezuuroplossing in een bepaalde massaverhouding te mengen met vast calciumcarbonaat. Hierbij treedt de volgende reactie op:



Fytinezuur is een twaalfwaardig zuur en is in de reactievergelijking weergegeven als H_{12}Fyt . Fytaat is weergegeven als $\text{H}_7\text{Fyt}^{5-}$.

- 2p 15 Bereken in welke massaverhouding de fytinezuuroplossing moet worden gemengd met calciumcarbonaat.

Maak hierbij gebruik van de volgende gegevens:

- de molaire massa van fytinezuur is 660 g mol^{-1} ;
- de fytinezuuroplossing bevat 50 massaprocent fytinezuur.

De behandeling van de oude documenten met een calciumfytaatoplossing zorgt ervoor dat ongebonden ijzerionen worden gebonden tot ijzerfytaat, een witte vaste stof.

De behandeling gaat als volgt:

Het document wordt ondergedompeld in de calciumfytaatoplossing.

Na 10 tot 30 minuten wordt het document uit de oplossing gehaald en met water nagespoeld.

Hierna is nog een behandeling nodig met een oplossing van calciumwaterstofcarbonaat om H_3O^+ uit het document te verwijderen.

- 2p 16 Geef de vergelijking van de reactie van een oplossing van calciumwaterstofcarbonaat met H_3O^+ .

Het is niet mogelijk de twee behandelingen in één stap te combineren.

- 2p 17 Geef een mogelijke verklaring hiervoor.