

■ Bookkeeper®

Papier bestaat hoofdzakelijk uit cellulose. In papier is ook water aanwezig. Cellulose wordt door water langzaam gehydrolyseerd. H^+ ionen versnellen dit proces. Papier kan door de afbraak van cellulose uit elkaar vallen. Inktsoorten uit vroegere tijden bevatten vaak opgeloste ijzer(III)zouten. In het water dat in papier aanwezig is, zijn daarom gehydrateerde Fe^{3+} ionen, $Fe(H_2O)_6^{3+}$, aanwezig. Deze gehydrateerde ionen gedragen zich als een zwak zuur (zie Binas-tabel 49). Daardoor treedt vooral op plaatsen waar een oude inktsoort op het papier aanwezig is, een versnelde afbraak van de cellulose op. Onder de inkt wordt de cellulose dikwijls zo sterk aangetast dat het papier er helemaal verdwijnt. De inkt vreet zich door het papier heen. Dit verschijnsel staat bekend als inktvraat.

- 3p 15 □ Geef de vergelijking van de reactie waarmee kan worden verklaard dat een oplossing die $Fe(H_2O)_6^{3+}$ ionen bevat, zuur is.

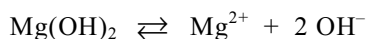
Hoewel papier geen oplossing is, kent men aan papier toch een pH toe. De pH van papier wordt wereldwijd op dezelfde manier gemeten: 2,00 gram papier wordt in zeer kleine stukjes geknipt. Deze hoeveelheid materiaal wordt gedurende één uur geëxtraheerd met 100,0 mL gedestilleerd water. Na het verwijderen van de stukjes papier wordt direct de pH gemeten.

Met behulp van bovenstaande methode heeft men gemeten dat de pH van het papier van een bepaald boek 5,10 is. Het boek bevatte 250 gram papier.

- 3p 16 □ Bereken hoeveel mmol H^+ aanwezig is in het papier van dat boek. Neem aan dat alle H^+ uit het papier is opgelost in de 100,0 mL water en dat alle H^+ in de oplossing afkomstig is van het papier.

Als het zuur in het papier met een base wordt geneutraliseerd voordat de inkt zich door het papier heeft gevretten, gaat het papier langer mee. Dit effect wordt nog versterkt wanneer op en in het papier een extra voorraad van die base wordt aangebracht. Men spreekt dan van een alkalische reserve.

Bij een moderne ontzuringsmethode van papier, de bookkeepermethode, gebruikt men magnesiumoxide. Bij deze methode wordt tevens het water uit het papier verwijderd. Na de behandeling neemt het papier langzaam weer water op. Een deel van het aangebrachte magnesiumoxide reageert met dit water en wordt omgezet tot magnesiumhydroxide. Het magnesiumhydroxide lost gedeeltelijk op in het water in het papier. In het papier ontstaat zo een verzadigde oplossing van magnesiumhydroxide, waarin zich het volgende heterogene evenwicht heeft ingesteld:



De evenwichtsvoorwaarde voor dit evenwicht luidt: $[Mg^{2+}][OH^-]^2 = K_s$.

De evenwichtsconstante voor dit evenwicht wordt het oplosbaarheidsproduct genoemd en staat vermeld in Binas-tabel 46.

Teveel vrije OH^- ionen bevorderen, net als H^+ ionen, de afbraak van cellulose in papier. Daarom mag na de behandeling de pH van het papier niet te hoog zijn. De bookkeepermethode voldoet aan die voorwaarde, omdat de pH van een verzadigde oplossing van magnesiumhydroxide niet hoger kan zijn dan 10,4.

- 4p 17 □ Bereken de pH van een verzadigde oplossing van magnesiumhydroxide (298 K).

Eindexamen scheikunde 1 vwo 2006-II

havovwo.nl

De alkalische reserve wordt uitgedrukt als het massapercentage MgO in het papier. Het is de bedoeling dat papier dat met de boekkeepermethode is ontzuurd, na de behandeling minimaal een alkalische reserve van 0,60 massaprocent magnesiumoxide heeft. Van iedere partij ontzuurd papier wordt direct na de behandeling dit massapercentage bepaald. Het voorschrift van deze bepaling luidt als volgt:

voorschrift

Weeg 1,0 g van het ontzuurde papier af.
Breng het over in een erlenmeyer en pipetteer hierbij 20,0 mL 0,100 M zoutzuur.
Zorg ervoor dat alle basische stoffen uit het papier hebben gereageerd.
Titreer daarna het overgebleven zoutzuur met 0,100 M natronloog.
Noteer het aantal mL toegevoegde natronloog.

Bij zo'n bepaling was voor de titratie van het overgebleven zoutzuur 16,7 mL natronloog nodig.

- 5p **18** Ga door berekening na of in het ontzuurde papier inderdaad 0,60 massaprocent (of meer) aan magnesiumoxide aanwezig is.

Na enige tijd is een deel van het in het papier aanwezige MgO en Mg(OH)₂ door koolstofdioxide uit de lucht omgezet tot MgCO₃.

- 3p **19** Leg uit of ten gevolge van deze omzettingen het aantal mmol H⁺ dat in een bladzijde van een boek kan worden geneutraliseerd minder wordt, gelijk blijft, of toeneemt.

Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.