

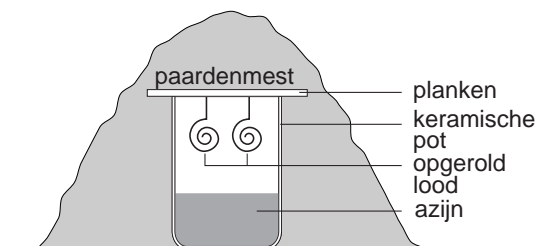
Loodwit en de Oude Meesters

Veel schilderijen van bekende Oude Meesters als Rembrandt, Hals en Vermeer, vertonen beschadigingen die zijn terug te voeren op het gebruik van vervuild loodwit. In de Volkskrant verscheen daarover het artikel “De tijdbom van de Oude Meesters”. Op de bijlage bij dit examen is een fragment uit dit artikel weergegeven (tekstfragment 1). Lees dit fragment en beantwoord daarna de vragen.

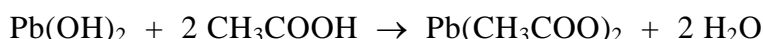
Loodwit is een zogenoemd dubbelzout. Het bestaat uit lood(II)ionen, hydroxide-ionen en carbonaationen. De hydroxide- en carbonaationen komen in loodwit in de molverhouding 1 : 1 voor.

- 2p **7** Geef de formule van loodwit.

De bereiding van loodwit wordt niet zo nauwkeurig beschreven. De keramische potten waren niet volledig afgesloten: het lood stond via kieren in de planken in contact met de buitenlucht en met gasvormige stoffen die uit de broeiende paardenmest kwamen. Andere stoffen konden vanuit de paardenmest niet door of langs de planken in de pot terechtkomen. Zie de figuur hiernaast.



Bij het proces ontstaat eerst loodhydroxide. Een deel van dit loodhydroxide wordt in een zuur-base reactie met de damp van ethaanzuur omgezet tot loodethanoaat:



Vervolgens reageert loodethanoaat door tot loodcarbonaat. Ook dit is een zuur-base reactie. Voor deze omzetting van loodethanoaat tot loodcarbonaat zijn twee stoffen nodig, die weliswaar in de lucht voorkomen, maar waarvan de concentraties te klein zijn voor de beschreven vorming van relatief grote hoeveelheden loodwit. Extra hoeveelheden van deze twee stoffen komen uit de azijn en uit de damp van de broeiende paardenmest. Uiteindelijk wordt bij deze bereiding van loodwit geen ethaanzuur verbruikt.

- 2p **8** Geef de formules van de twee stoffen uit de azijn en uit de damp van de broeiende paardenmest die nodig zijn voor de hiervoor beschreven omzetting van loodethanoaat tot loodcarbonaat.
- 2p **9** Geef een verklaring voor het feit dat bij deze productie van loodwit geen ethaanzuur wordt verbruikt.

Het broeien van paardenmest is een exotherm proces. Dit feit bevordert op twee manieren de vorming van loodwit.

- 3p **10** Op welke twee manieren bevordert het feit dat het broeien van paardenmest een exotherm proces is de vorming van loodwit? Geef een verklaring voor je antwoord.

Ook de vorming van loodzeep wordt in het artikel niet zo nauwkeurig beschreven (zie regels 26 en 27). De journalist wil de lezer waarschijnlijk niet lastig vallen met chemische termen. Uit onderzoek is gebleken dat die loodzeep voornamelijk uit loodpalmitaat en loodstearaat bestaat. Loodpalmitaat en loodstearaat zijn de loodzouten van de vetzuren palmitinezuur respectievelijk stearinezuur. De stoffen uit de 'organische fracties in de grondlaag' die bij de vorming van loodzeep zijn betrokken, zijn de triglyceriden uit de olie (zie regel 10). Die olie was bij de Oude Meesters meestal lijnolie.

Een leerling probeert een nauwkeurigere beschrijving voor de vorming van loodzeep te geven. Hij veronderstelt dat de omzetting van loodwit tot loodzeep begint met de hydrolyse van triglyceriden uit de lijnolie. Dit is mogelijk doordat de onderlaag van het schilderij in de loop van de tijd een geringe hoeveelheid water heeft opgenomen.

- 3p **11** Geef de reactievergelijking van de volledige hydrolyse van een triglyceride. Gebruik voor de organische stoffen structuurformules met daarin de notatie C_xH_y voor de koolwaterstofresten in het triglyceride.
- 3p **12** Geef een nauwkeurigere beschrijving voor de vorming van loodzeep uit loodwit, gebruik makend van chemische vaktermen. Gebruik in je beschrijving ook gegevens uit deze opgave met betrekking tot de samenstelling van loodwit. Begin je beschrijving met:
Door hydrolyse van triglyceriden uit de lijnolie ontstaan ...

Een leerling wil onderzoeken of de bewering van Boon klopt over de herkomst van het chloride in het loodwit van slechte kwaliteit (zie regels 17 t/m 19). Hij stelt zich de volgende onderzoeksvraag: „Bevat de damp die uit broeiende paardenmest komt stoffen die chloride-ionen bevatten?”

- 2p **13** Geef een globaal werkplan dat bij deze onderzoeksvraag hoort.