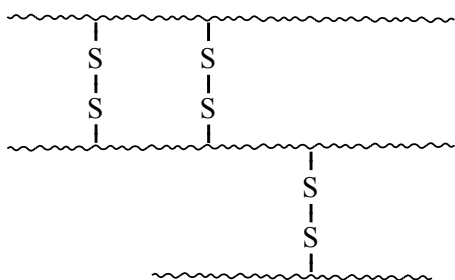


Haarverzorging

In haar is het eiwit keratine aanwezig. In een molecuul keratine komt het volgende fragment voor: $\sim \text{Ser} - \text{Pro} - \text{Cys} \sim$.

- 3p **1** Geef het fragment $\sim \text{Ser} - \text{Pro} - \text{Cys} \sim$ in een structuurformule weer.

In keratine zijn relatief veel cysteïne-eenheden aanwezig. Uit de SH groepen van de cysteïne-eenheden hebben zich zogenoemde zwavelbruggen gevormd. Deze zwavelbruggen geven de haren hun stevigheid. Hieronder is een gedeelte van een keratinemolecuul schematisch weergegeven:



Van een bepaalde keratinesoort is de gemiddelde molecuulmassa $1,74 \cdot 10^4$ u; het massapercentage cysteïne-eenheden is 23.

- 5p **2** Bereken het aantal zwavelbruggen dat in deze keratinesoort per molecuul keratine aanwezig is. Ga er bij de berekening van uit dat:
- alle cysteïne-eenheden zwavelbruggen hebben gevormd;
 - geen eindstandige cysteïne-eenheden voorkomen.

Wanneer mensen ouder worden, verandert de kleur van hun haar; meestal wordt het grijs. Er zijn vele middelen om de grijze kleur te verbergen. Eén zo'n middel, een lotion die vooral door mannen wordt gebruikt, bevat onder andere opgelost lood(II)acetaat. Deze lotion kleurt het haar donker.

Op het flesje lotion staat dat 0,6 massaprocent lood(II)acetaat in de lotion aanwezig is. Om dit te controleren hebben twee leerlingen de hierna beschreven bepaling uitgevoerd.

Ze bepaalden eerst de dichtheid van de lotion: $0,994 \text{ g mL}^{-1}$.

Vervolgens pipetteerden ze 25,0 mL van de lotion in een erlenmeyer, voegden een indicator toe en titreerden met een 0,0500 M EDTA oplossing. EDTA reageert met Pb^{2+} in de molverhouding 1 : 1. Het equivalentiepunt was bereikt nadat 7,85 mL EDTA oplossing was toegevoegd.

Toen de leerlingen het massapercentage lood(II)acetaat in de lotion uitrekenden, kregen zij een andere uitkomst dan 0,6 massaprocent. Toch hebben ze de bepaling goed uitgevoerd. Onderzoek op internet leverde een belangrijk extra gegeven op. In een patent dat voor het haarkleurmiddel is aangevraagd, staat dat het massapercentage van 0,6 betrekking heeft op een hydraat van lood(II)acetaat. De leerlingen waren er in hun berekening van uitgegaan dat de lotion watervrij lood(II)acetaat, $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, bevat. Het hydraat van lood(II)acetaat kan worden weergegeven met de formule $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

- 3p **3** Bereken het massapercentage $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ dat de leerlingen hebben berekend.
- 3p **4** Bereken de waarde van x in de formule $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Gebruik bij de berekening de uitkomst van de berekening zoals door de leerlingen uitgevoerd en het massapercentage van 0,6 dat op het etiket vermeld staat. Geef het antwoord als een geheel getal.

De leerlingen vroegen zich af hoe de lotion het haar donkerder doet kleuren. Een mogelijke verklaring is dat de $-\text{S}-\text{S}-$ bruggen in de keratinemoleculen worden verbroken en dat met Pb^{2+} ionen nieuwe bruggen worden gevormd. Die nieuwe bruggen, die worden weergegeven met $-\text{S}^- \cdots \text{Pb}^{2+} \cdots \text{S}^-$, veroorzaken de donkere kleur.

De vorming van de $-\text{S}^- \cdots \text{Pb}^{2+} \cdots \text{S}^-$ bruggen uit de $-\text{S}-\text{S}-$ bruggen is een redoxreactie.

- 2p **5** Leg uit of voor de vorming van de $-\text{S}^- \cdots \text{Pb}^{2+} \cdots \text{S}^-$ bruggen uit de $-\text{S}-\text{S}-$ bruggen een reductor dan wel een oxidator nodig is.

Om wat meer inzicht te krijgen over hoe die $-\text{S}^- \cdots \text{Pb}^{2+} \cdots \text{S}^-$ bruggen worden gevormd, hebben de leerlingen een e-mail aan de fabrikant van de lotion gestuurd. Zij kregen een antwoord waar onder andere het volgende in staat.

antwoord fabrikant

Het mechanisme voor de vorming van de bruggen is niet precies bekend. We denken dat door de hoofdhuid een stof wordt afgescheiden die vervolgens aanwezig is in de oliën en vetten op de hoofdhuid en op de haren. Deze stof reageert waarschijnlijk met de $-\text{S}-\text{S}-$ bruggen.

- 2p **6** Beschrijf een experiment dat kan worden uitgevoerd om de juistheid van het antwoord van de fabrikant na te gaan.

De leerlingen vinden het vreemd dat zich in haarlotion loodionen bevinden. Als loodionen in de bloedbaan komen, is dat schadelijk voor de gezondheid. Toch is het gebruik van loodacetaat toegestaan voor gebruik in haarlotion. Ze stellen zich de vraag welke verklaring er kan zijn voor het feit dat het gebruik van de lotion niet schadelijk voor de gezondheid wordt geacht.

- 2p **7** Geef twee mogelijke verklaringen voor het feit dat het gebruik van de lotion niet schadelijk voor de gezondheid wordt geacht.