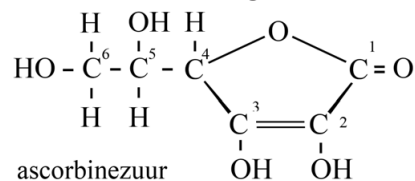


## Ascorbinezuur

Vanaf het begin van de twintigste eeuw is geprobeerd om de structuur op te helderen van ascorbinezuur ( $C_6H_8O_6$ ), bekend als vitamine C.

In 1932 werd de structuur van ascorbinezuur geheel opgehelderd. De structuurformule van ascorbinezuur is hiernaast weergegeven.



Ascorbinezuur is een zwak zuur. Van andere stoffen was al bekend dat de zure eigenschap kan worden veroorzaakt door de aanwezigheid van een carbonzuurgroep in het molecuul, maar ook door een zogeheten enolgroep. Een enolgroep is een  $C=C-OH$  groep.

Om uitsluitel te krijgen over de aanwezigheid van een carbonzuurgroep dan wel een enolgroep in het molecuul, voerde men de volgende twee reacties uit.

1 Reactie met diazomethaan.

Diazomethaan zet OH groepen van uitsluitend carbonzuren en enolgroepen om tot  $O-CH_3$  groepen. Bij de reactie van ascorbinezuur met diazomethaan ontstond één reactieproduct met de molecuulformule  $C_8H_{12}O_6$ . Deze stof noemde men dimethylascorbinezuur. De ontstane stof had geen zure eigenschappen meer.

2 Hydrolyse van het reactieproduct in basisch milieu.

Onder deze omstandigheden worden alleen esterbindingen verbroken. Het bleek dat hierbij slechts één koolstofverbinding ontstond.

- 3p 17 Geef de vergelijking van deze hydrolyse. Gebruik structuurformules. Neem aan dat de hydrolyse van een cyclische ester op dezelfde manier verloopt als de hydrolyse van een ester.

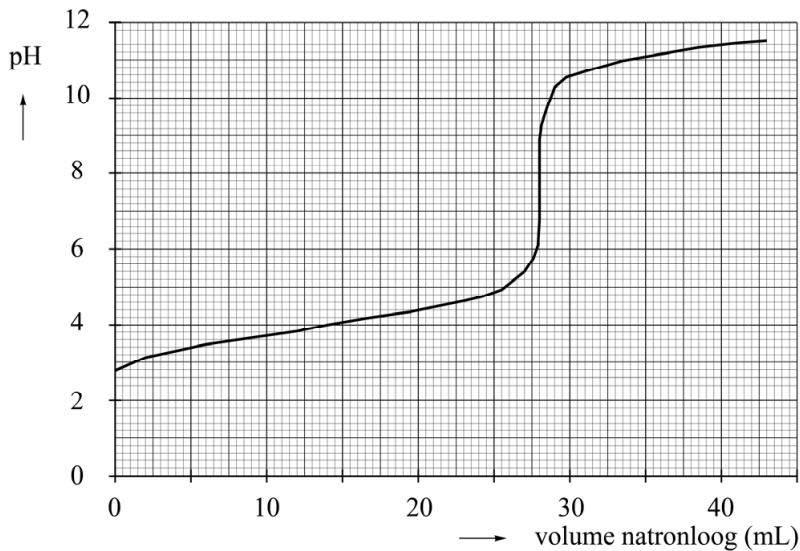
Op basis van de beschreven reacties trok men de volgende conclusies over ascorbinezuur:

- een molecuul ascorbinezuur bevat geen carbonzuurgroep;
- een molecuul ascorbinezuur bevat een cyclische esterbinding;
- ascorbinezuur heeft zure eigenschappen vanwege de aanwezigheid van enolgroepen in het molecuul.

- 3p 18 Leg uit hoe men deze conclusies heeft kunnen trekken. Noteer je antwoord als volgt:
- Als een molecuul ascorbinezuur een carbonzuurgroep had bevat, dan was er in reactie 2 ...
  - Als een molecuul ascorbinezuur een niet-cyclische ester had bevat, dan was er in reactie 2 ...
  - De zure eigenschappen van ascorbinezuur worden veroorzaakt door de aanwezigheid van enolgroepen in het molecuul, want na reactie ... bleek dat ...

De zuurconstante van ascorbinezuur is in 1935 bepaald door een titratie met natronloog. In figuur 1 is het pH-verloop van deze titratie weergegeven. Op het punt dat de lijn uit figuur 1 het steilst is, is alle ascorbinezuur omgezet. Uit figuur 1 is op te maken dat ascorbinezuur in deze titratie reageert als een eenwaardig zuur.

**figuur 1**



Met behulp van de grafiek kan worden berekend wat de waarde is van de  $K_z$  van ascorbinezuur. Hiertoe lezen de onderzoekers de waarde van de pH af, op het punt dat de helft van alle ascorbinezuur met natronloog heeft gereageerd.

- 5p **19** Bereken de waarde van de  $K_z$  van ascorbinezuur, zoals de onderzoekers die hebben bepaald. Geef de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.

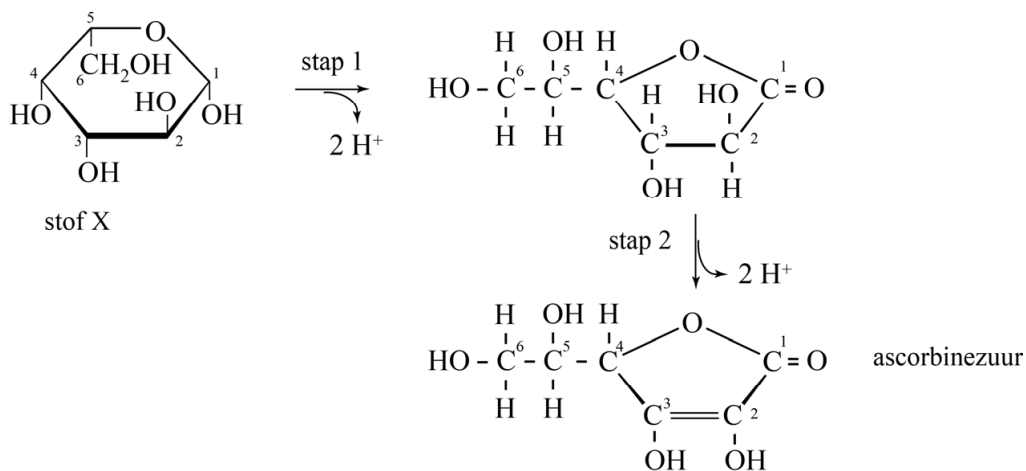
**Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.**

Slechts één van de OH groepen op C-2 en C-3 kan in zuur-basereacties een  $H^+$  ion afstaan. Dit kan worden verklaard met behulp van Lewisstructuren. In één van beide zuurrestionen treedt namelijk mesomerie op en in het andere zuurrestion niet. Op de uitwerkbijlage staan twee onvolledige Lewisstructuren weergegeven van de zuurrestionen die gevormd zouden worden als van ascorbinezuur een OH groep op C-2 dan wel op C-3 een  $H^+$  ion afstaat.

- 2p 20 Maak op de uitwerkbijlage de Lewisstructuur van de weergegeven zuurrestionen compleet met de ontbrekende elektronenparen.
- 2p 21 Geef op de uitwerkbijlage de andere mesomere grensstructuur van het zuurrestion dat ontstaat als ascorbinezuur een  $H^+$  ion afstaat. Gebruik Lewisstructuren en geef formele lading(en) aan.

In later onderzoek is onderzocht hoe ascorbinezuur wordt gesynthetiseerd door planten. Het bleek dat ascorbinezuur wordt gesynthetiseerd uit de beginstof ( $\alpha$ )D-glucose. In een aantal stappen wordt glucose eerst omgezet tot stof X. Vervolgens treden de reacties op die zijn weergegeven in figuur 2.

**figuur 2**



- 2p 22 Leg uit of stof X in stap 1 van figuur 2 met een oxidator of een reductor moet reageren.

Beide omzettingen uit figuur 2 worden gekatalyseerd door enzymen. In stap 1 en 2 wordt in planten slechts één mogelijke stereo-isomeer van de ontstane stoffen gevormd. De omzetting van stap 2 kan in het laboratorium ook worden uitgevoerd zonder enzym.

- 2p 23 Leg uit of in stap 2 ook nog andere stereo-isomeren van ascorbinezuur kunnen ontstaan als de reactie wordt uitgevoerd zonder het enzym.