

Geleisuiker

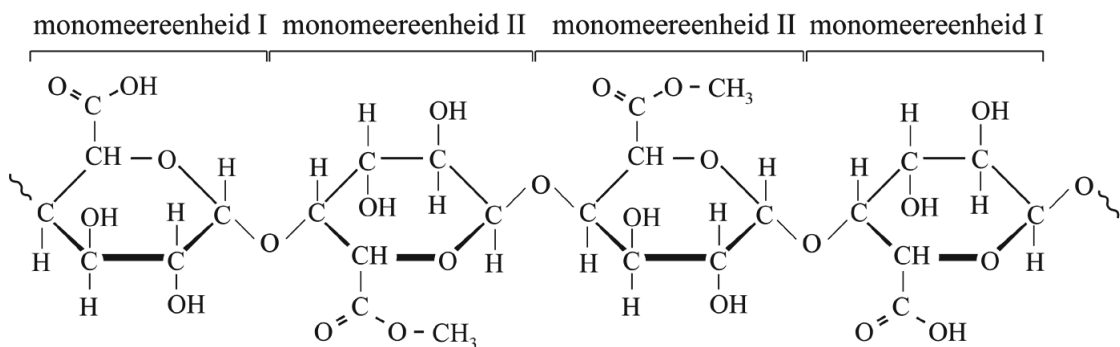
Rian maakt aardbeienjam. Volgens haar recept moet ze gepureerde aardbeien vier minuten lang koken met wat citroensap en geleisuiker. Geleisuiker is een mengsel van suiker (sacharose), pectine en citroenzuur. Sacharose geeft de jam een zoete smaak. Ook bindt sacharose een groot deel van het water uit het fruit, waardoor micro-organismen in jam nauwelijks kunnen groeien en de jam lang houdbaar blijft. Op de uitwerkbijlage bij dit examen is de structuurformule van een sacharosemolecuul weergegeven.

- 2p 1 Teken op de uitwerkbijlage twee watermoleculen die elk met een waterstofbrug aan het sacharosemolecuul zijn gebonden.
- Geef elk watermolecuul weer met $\text{H}-\overset{\cdot\cdot}{\text{O}}-\text{H}$.
 - Geef de waterstofbruggen weer met stippelijntjes ($\cdot\cdot\cdot$).

Tijdens het koken treedt hydrolyse op van de sacharosemoleculen. Op de uitwerkbijlage is deze hydrolyse onvolledig weergegeven.

- 3p 2 Geef op de uitwerkbijlage de reactievergelijking in structuurformules van de hydrolyse van sacharose.

Het verdikkingsmiddel pectine maakt de jam minder vloeibaar. Hieronder is een fragment van een pectinemolecuul in structuurformule weergegeven.



Pectine is een copolymeer. Pectine wordt gevormd uit monomeren van galacturonzuur (monomeereenheid I) en monomeren van stof II (monomeereenheid II). Stof II kan beschouwd worden als de ester van galacturonzuur en één andere stof.

- 2p 3 Geef de structuurformule van deze andere stof.

Rian heeft berekend dat een potje jam 1,6 gram pectine bevat.

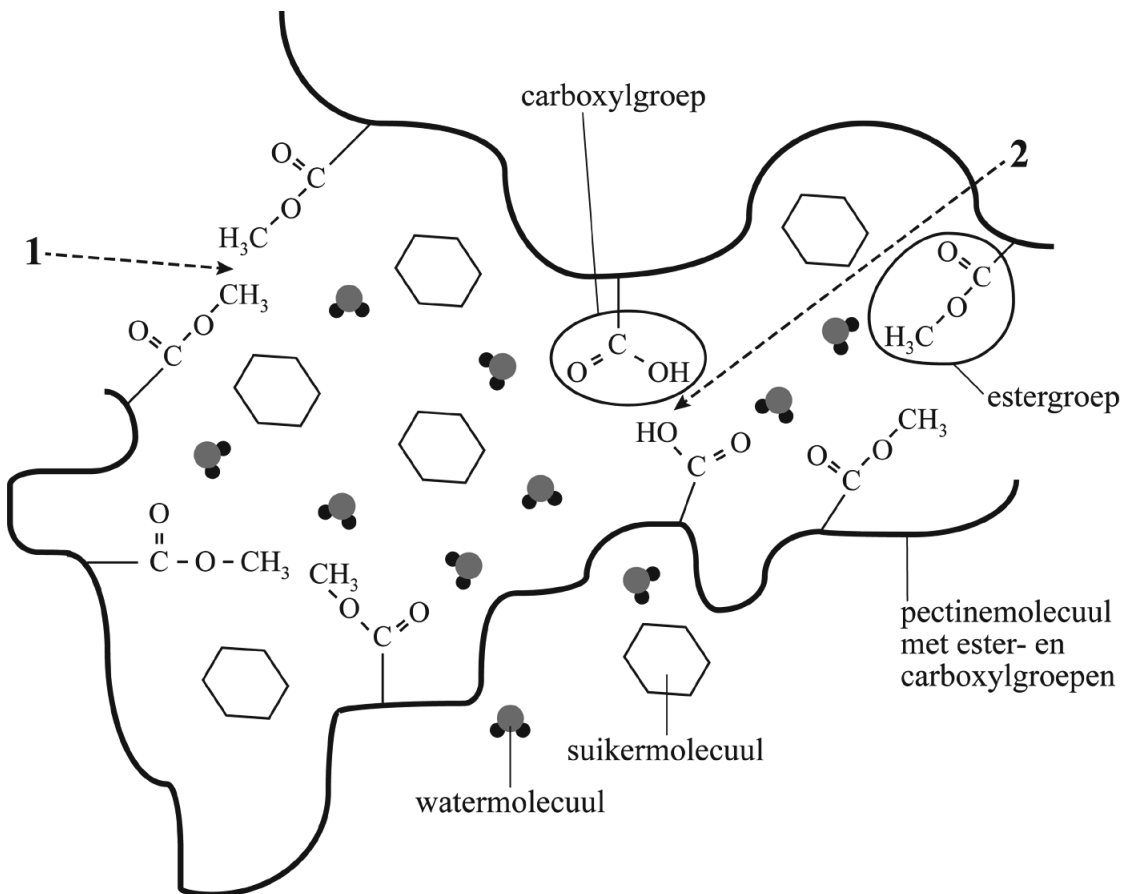
4p 4 Bereken het totale aantal mol pectine in dit potje jam.

Gebruik de volgende gegevens:

- Een pectinemolecuul bestaat gemiddeld uit $5,1 \cdot 10^2$ monomeereenheden.
- 72% van de $5,1 \cdot 10^2$ monomeereenheden is monomeereenheid II.
- Monomeereenheid II heeft een molaire massa van 190 g mol^{-1} .
- Monomeereenheid I heeft de formule $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$.

Wanneer de jam na het koken afkoelt, vormt zich een netwerk van pectinemoleculen dat de andere stoffen insluit. Een dergelijk netwerk wordt een gel genoemd. In onderstaande figuur zijn twee pectinemoleculen te zien die door middel van bindingen (zie 1) tussen de estergroepen en bindingen (zie 2) tussen de carboxylgroepen met elkaar verbonden zijn.

figuur



2p 5 Geef de naam van het bindingstype dat wordt aangeduid met cijfer 1 in de figuur. Licht je antwoord toe aan de hand van de structuurformules van de betrokken groepen.

Het citroensap dat Rian heeft toegevoegd, bevat een zuur dat de vorming van een gel bevordert en de pH rond 3,2 brengt.

- 2p **6** Bereken $[H^+]$ in mol L⁻¹ in deze jam met pH = 3,2. Geef de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.

De structuurformule van het zuur in citroensap is te omschrijven als propaan met op het eerste, tweede en derde koolstofatoom een carboxylgroep in plaats van een H-atoom. Ook bevindt zich aan het middelste koolstofatoom een hydroxylgroep in plaats van een H-atoom. De molecuulformule is C₆H₈O₇.

- 2p **7** Geef de structuurformule van het zuur op basis van bovenstaande beschrijving.

Als Rian vergeet om citroensap toe te voegen wordt de pH van de jam hoger dan 4,1. Bij deze hogere pH zal de meerderheid van de carboxylgroepen (COOH) in pectine zijn omgezet tot COO⁻-groepen. Zonder citroensap zullen er dus weinig tot geen carboxylgroepen zijn, waardoor de binding die in de figuur is aangeduid met cijfer **2** niet aanwezig is. De afwezigheid van deze binding zorgt ervoor dat de pectinemoleculen niet bij elkaar worden gehouden en er zich geen gel vormt. Tussen de COO⁻-groepen vindt zelfs een interactie plaats die gelvorming tegengaat.

- 2p **8** Geef de naam van het bindingstype dat is aangeduid met cijfer **2** en geef aan welke interactie tussen COO⁻-groepen plaatsvindt waardoor gelvorming wordt tegengegaan.
Noteer je antwoord als volgt:
bindingstype (aangeduid met cijfer **2**): ...
interactie tussen COO⁻-groepen: ...