

Opgave 4 Kruiken

Babybedjes worden vaak nog verwarmd met kruiken. Meestal is dat een roestvrij stalen fles die gevuld is met heet water. Zie figuur 1.

figuur 1



De roestvrij stalen kruik uit figuur 1 heeft een massa van 0,43 kg en is gevuld met 1,1 liter heet water. 's Nachts koelt de kruik met water af van 85 °C tot 35 °C.

- 4p **22** Bereken hoeveel warmte de kruik met water dan heeft afgestaan.

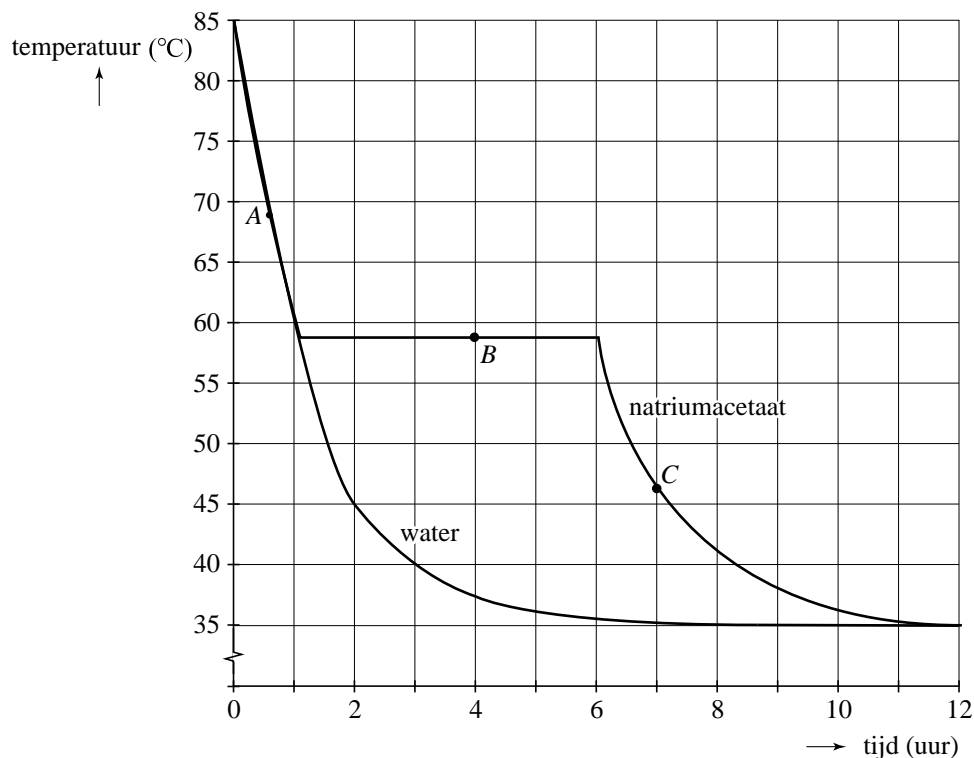
In ziekenhuizen zijn kruiken niet gevuld met water maar met natriumacetaat. In de tabel hieronder staan enkele stoffeïenschappen van natriumacetaat en water.

	smeltpunt (°C)	smeltwarmte* (Jkg ⁻¹)	dichtheid bij 70 °C (kgm ⁻³)
water	0	3,34 · 10 ⁵	0,978 · 10 ³
natriumacetaat	58	2,89 · 10 ⁵	1,45 · 10 ³

* De smeltwarmte van een stof is de hoeveelheid energie die nodig is om 1 kg van die stof volledig te laten smelten. Deze warmte komt vrij als de stof stolt.

Om de warmteafgifte van een kruik gevuld met natriumacetaat te vergelijken met een identieke kruik gevuld met water, wordt tijdens het afkoelen van beide kruiken een (temperatuur,tijd)-diagram opgemeten. Zie figuur 2.

figuur 2



In de grafiek van de kruik die gevuld is met natriumacetaat zijn drie punten A, B en C aangegeven.

2p **23** Geef in de tabel op de uitwerkbijlage met kruisjes aan in welke fase(n) het natriumacetaat zich bevindt bij A, B en C.

2p **24** Geef in de tabel op de uitwerkbijlage met kruisjes aan of de kruik wel of geen warmte afstaat bij A, B en C.

In het eerste uur van de meting geldt voor de afgegeven warmte Q het volgende verband:

$$Q = c\rho V\Delta T$$

Hierin is:

- c de soortelijke warmte in $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$;
- ρ de dichtheid in kgm^{-3} ;
- V het volume in m^3 ;
- ΔT het temperatuurverschil in $^{\circ}\text{C}$.

2p **25** Leid dit verband af met behulp van formules uit Binas.

In het eerste uur van de meting blijkt de kruik die gevuld is met natriumacetaat evenveel warmte per seconde te verliezen als de kruik die gevuld is met water.

4p **26** Leg uit of de soortelijke warmte van natriumacetaat bij 70°C groter, kleiner of gelijk is aan de soortelijke warmte van water. Gebruik in je antwoord ook de grafiek van figuur 2.

In een ziekenhuis worden kruiken opgewarmd in een kruikenmoeder. In dit apparaat zitten negen schachten (openingen) waarin de kruiken passen. Zie figuur 3.

De kruikenmoeder is helemaal gevuld met water dat wordt verwarmd met een elektrisch verwarmingselement.

1p **27** Wat is de belangrijkste vorm van warmtetransport van het element naar een schacht?

Om een kruik op te warmen is $7,0 \cdot 10^5 \text{ J}$ aan energie nodig. Het element in de kruikenmoeder heeft een vermogen van 1,2 kW.

3p **28** Bereken hoeveel minuten er minimaal nodig zijn om negen kruiken tegelijk op te warmen.

figuur 3



bron: Dörr Kampen

uitwerkbijlage

23

	vast	vloeibaar	gasvormig
A			
B			
C			

24

	kruik staat warmte af	kruik staat geen warmte af
A		
B		
C		