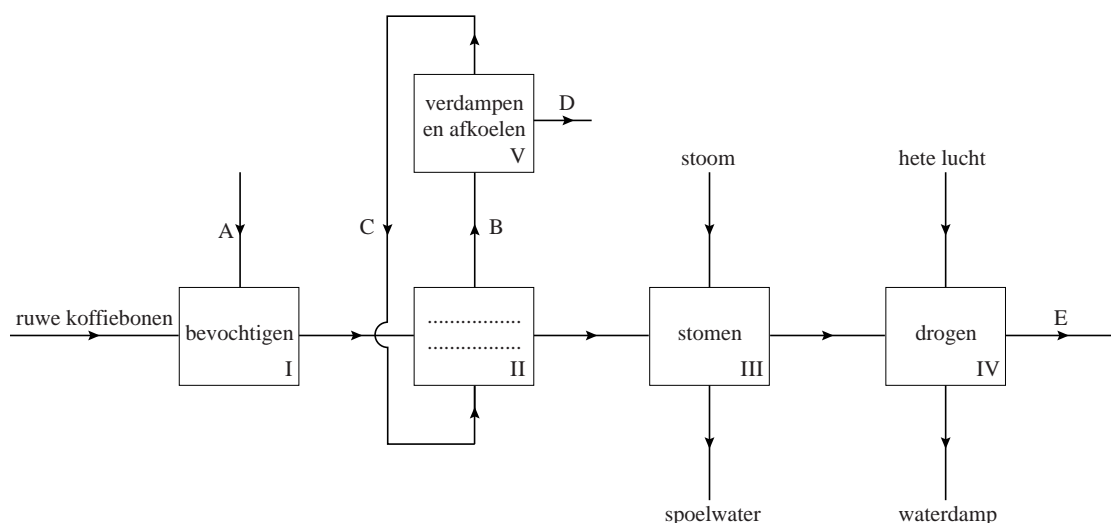


### Cafeïne uit koffie verwijderen

Cafeïne is een oppeppende stof die voorkomt in onder meer koffie(bonen) en chocolade(producten). Cafeïne kan uit koffiebonen worden verwijderd. Dit proces wordt decafeïneren genoemd. Een manier daarvoor is een behandeling met dichloormethaan (DCM). Dit proces is hieronder in een vereenvoudigd en onvolledig blokschema weergegeven.

#### blokschema



Eerst worden de ruwe koffiebonen vochtig gemaakt met water (ruimte I). Daarna worden de bonen geweekt in DCM, waarin de cafeïne oplost (ruimte II). Elk half uur vindt er een meting van het cafeïnegehalte in de bonen plaats. Het weken in DCM wordt herhaald totdat het cafeïnegehalte in de koffiebonen voldoende is afgenomen. In ruimte II worden de bonen afgescheiden. De bonen worden daarna gestoomd (ruimte III) en vervolgens gedroogd met hete lucht (ruimte IV). De overgebleven vloeistof uit ruimte II gaat naar ruimte V, waar deze wordt verwarmd. Hierbij verdampt het DCM, dat na condensatie wordt hergebruikt.

In het blokschema ontbreken de namen van de scheidingsmethodes die in ruimte II worden gebruikt. Ook ontbreken bij de stofstromen A tot en met E de namen van de volgende stoffen:

- cafeïne
- cafeïnevrije koffiebonen
- DCM
- water.

2p 19 Geef aan welke twee scheidingsmethodes in ruimte II worden gebruikt.

- 2p **20** Geef de namen van de stoffen die bij de letters A tot en met E in het blokschema moeten worden vermeld. Let op:
- sommige stoffen moeten bij meer dan één stofstroom worden vermeld;
  - bij één van de stofstromen moet meer dan één stof worden vermeld.

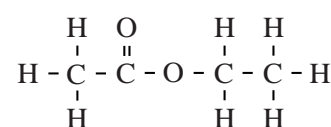
Noteer je antwoord als volgt:

A:  
B:  
C:  
D:  
E:

- 2p **21** Leg met behulp van bovenstaande informatie uit of het decafeïneren een continu proces of een batchproces is.

DCM heeft nadelen, daarom wordt tegenwoordig gebruikgemaakt van andere oplosmiddelen. Het meest gebruikt wordt de ester ethylacetaat (zie figuur 1). Maar ook warm water (80 °C) wordt als oplosmiddel toegepast.

**figuur 1**



ethylacetaat

- 2p **22** Geef de structuurformules van de twee stoffen waaruit door verestering ethylacetaat wordt gevormd.

In onderstaande tabel staat een aantal gegevens per oplosmiddel.

gegeven	oplosmiddel		
	DCM (20 °C)	ethylacetaat (20 °C)	water (80 °C)
oplosbaarheid van cafeïne in oplosmiddel (g per 100 mL)	8	2	35-40
lost uit de koffiebonen alleen cafeïne op in het oplosmiddel?	ja	ja	nee
molaire massa (g mol <sup>-1</sup> )	84,93	88,10	18,02
grenswaarde* (mg m <sup>-3</sup> )	350	550	-
kookpunt (K)	313	350	373

\* TGG (= tijd-gewogen-gemiddelde) in 8 uur

- 2p **23** Geef aan de hand van de gegevens in de tabel een voordeel van het gebruik van ethylacetaat ten opzichte van het gebruik van DCM. Geef ook het daarbij behorende uitgangspunt uit Binas-tabel 97F.  
Noteer je antwoord als volgt:  
voordeel: ...  
uitgangspunt: ...