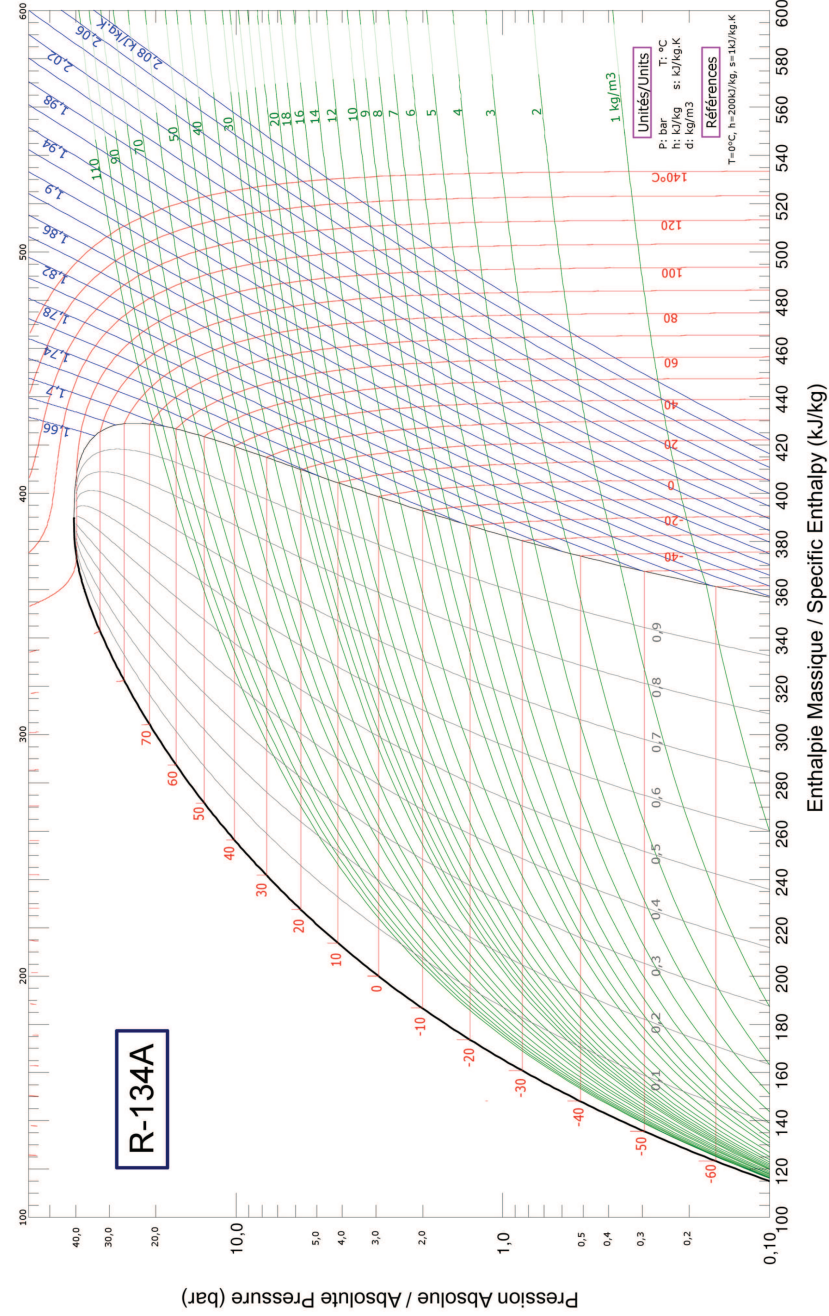


## Ex I Analyse d'un diagramme ( $P, h$ )

Pour l'étude des fluides condensables, l'un des diagrammes les plus utilisés est le diagramme ( $P, h$ ) dans lequel on représente la pression  $P$  en ordonnée et l'enthalpie massique  $h$  en abscisse.

1. Identifier les domaines du liquide, de la vapeur sèche, et des états d'équilibre liquide-vapeur. Indiquer où se situe le point critique  $C$ .
2. Justifier la forme des isothermes.
3. Expliquer comment déterminer l'enthalpie de vaporisation à une température  $T$ .
4. Montrer que l'on peut écrire le théorème des moments comme dans le diagramme de Clapeyron.

Diagramme Enthalpique R-134a



## Ex 2 Compression isotherme

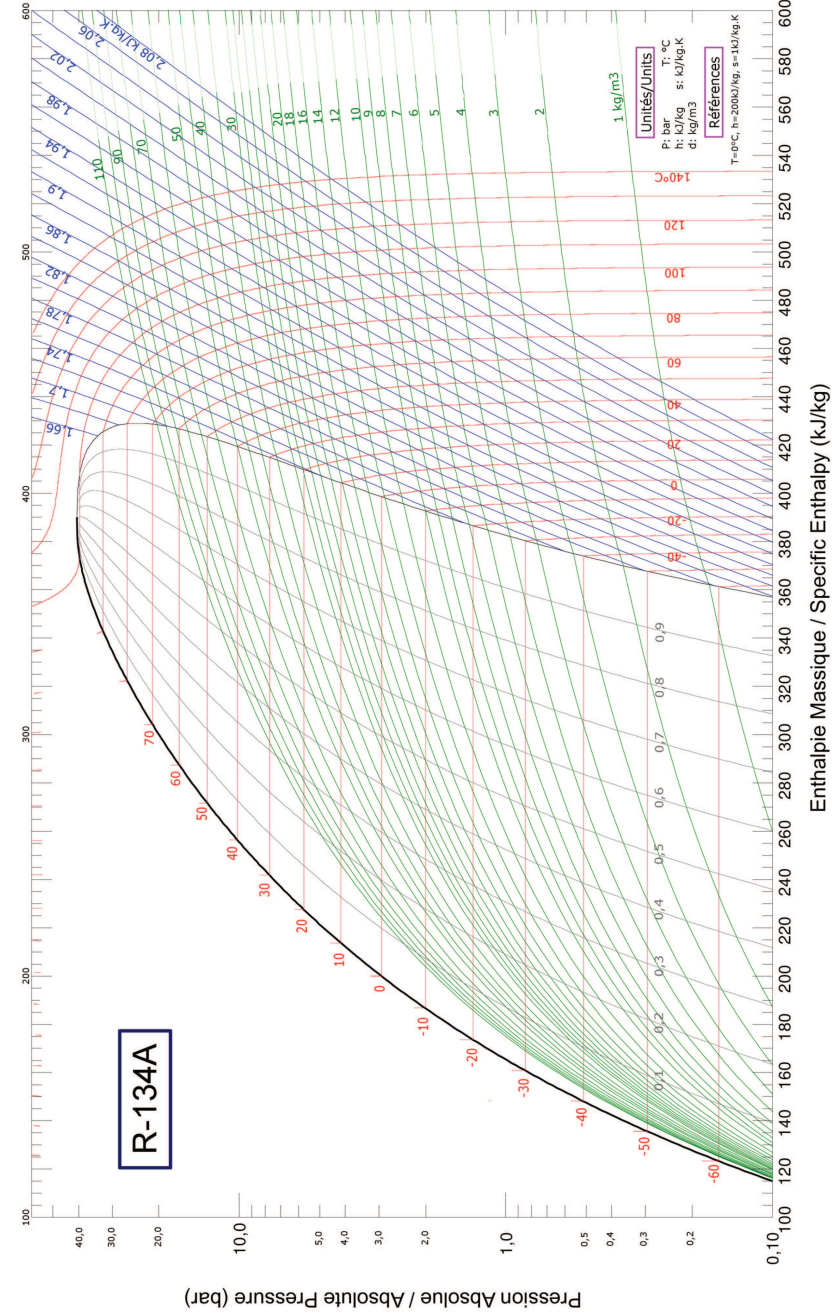
On étudie les transformations thermodynamiques d'un réfrigérant le *R134a* (ou encore 1,1,1,2-tétrafluoroéthane) dont on donne une partie du diagramme ( $P, h$ ) ( $P$  est la pression,  $h$  est l'enthalpie massique).

Dans l'état  $A$ , le volume massique est  $v_A = 0,2 \text{ m}^3/\text{kg}$ , et la température  $\theta_A = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ . La masse totale de fluide est  $m = 15 \text{ g}$ , et la masse molaire du *R134a* est  $M = 102 \text{ g/mol}$ .

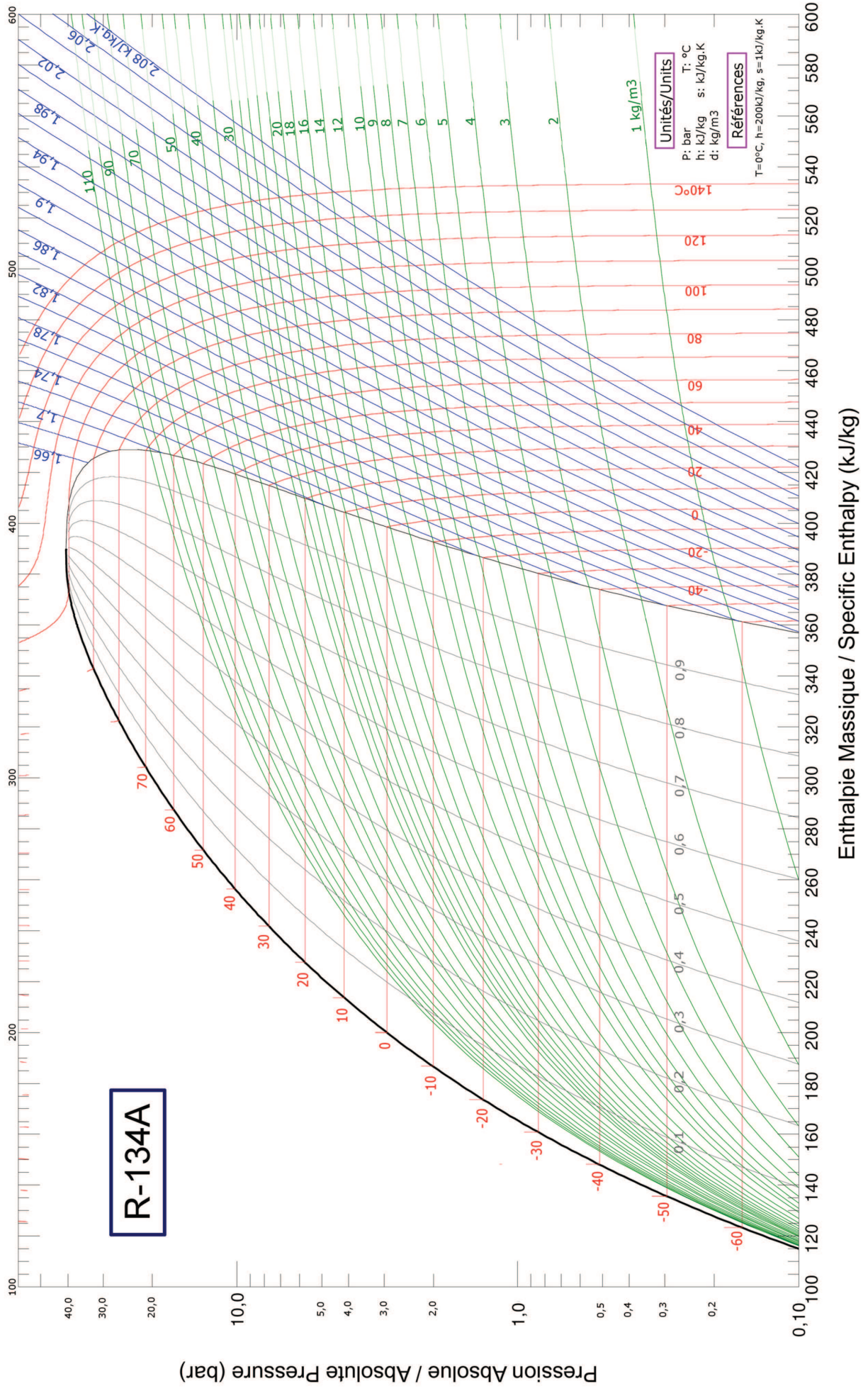
On effectue une compression isotherme mécaniquement réversible  $AB$  telle que le volume massique final en  $B$  soit  $v_B = 0,01 \text{ m}^3/\text{kg}$ .

1. Préciser l'état physique et la composition du fluide dans l'état  $A$  et dans l'état  $B$ .
2. Calculer le travail mécanique reçu au cours de la transformation  $AB$ . On pourra faire une hypothèse simplificatrice.
3. Calculer le transfert thermique reçu par le réfrigérant.

Diagramme Enthalpique R-134a



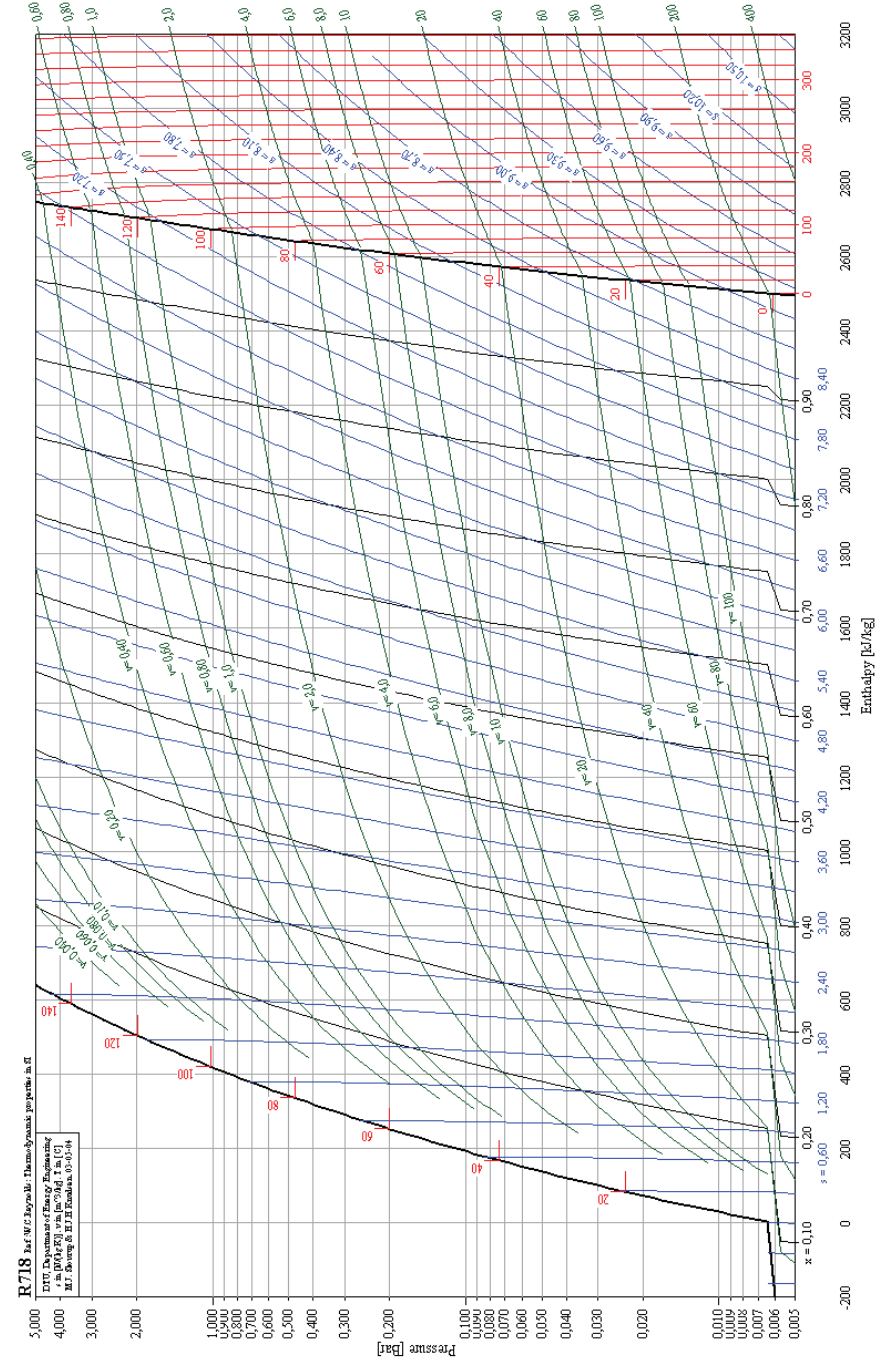
# Diagramme Enthalpique R-134a



### Ex 3 Chauffage isochore

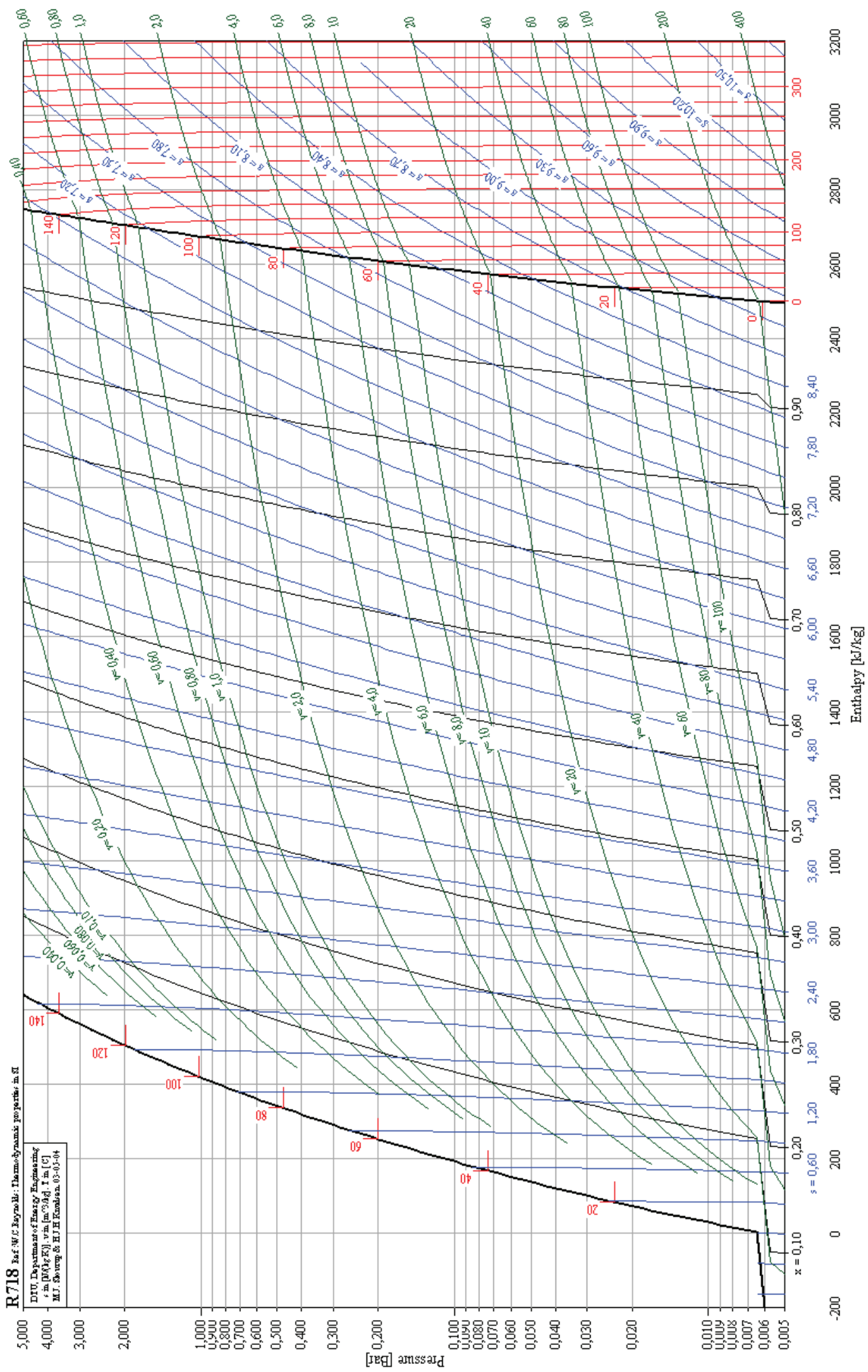
Une enceinte rigide de volume  $V = 1 \text{ L}$  contient  $m = 1 \text{ g}$  d'eau en équilibre à la température  $\theta = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ . On chauffe ce mélange à volume constant jusqu'à la température  $\theta' = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ .

1. Déterminer la composition à l'équilibre dans l'état initial et dans l'état final.
2. Quel transfert thermique a-t-il fallu fournir ?



**R718** Ref. NIST Refprop 8.0 Thermodynamic properties in SI

DTU, Department of Energy Engineering  
 s in [Pa], [K], v in [m³/kg], T in [°C]  
 M.J. Sharrup & H.H. Knudsen, 03-10-04



5,000  
4,000  
3,000  
2,000  
1,000  
0,900  
0,800  
0,700  
0,600  
0,500  
0,400  
0,300  
0,200  
0,100  
0,090  
0,080  
0,070  
0,060  
0,050  
0,040  
0,030  
0,020  
0,010  
0,009  
0,008  
0,007  
0,006  
0,005

Pressure [Bar]

Enthalpy [kJ/kg]

0 200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2200 2400 2600 2800 3000 3200

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0

0,60  
0,80  
1,0  
1,2  
1,4  
1,6  
1,8  
2,0  
2,2  
2,4  
2,6  
2,8  
3,0  
3,2  
3,4  
3,6  
3,8  
4,0  
4,2  
4,4  
4,6  
4,8  
5,0