

1. Test zur RÜ aus Grundlagen der Thermodynamik,

10.11.2006

Ein Zylinder, der mittels eines reibungsfrei beweglichen Kolbens verschlossen ist, ist mit $m = 10\text{ g}$ Isobutan (in gasförmiger und flüssiger Phase) der Temperatur $\vartheta_1 = 21,11^\circ\text{C}$ gefüllt. Das Volumen des Zylinders wird quasistatisch isotherm von $V_1 = 50\text{ cm}^3$ auf $V_2 = 100\text{ cm}^3$ vergrößert.

- Berechnen Sie den Dampfgehalt im Ausgangs- und Endzustand.
- Berechnen Sie die bei der Expansion geleistete Arbeit W_{12} .
- Welche Wärmemenge Q_{12} muß zugeführt werden?
- Berechnen Sie die Änderung der inneren Energie $U_2 - U_1$ des Isobutans.

Dampf tabel für Isobutan

ϑ °C	p bar	v' dm ³ /kg	v'' dm ³ /kg	h' kJ/kg	h'' kJ/kg
18,33	2,916	1,789	134	507,5	843,6
21,11	3,170	1,799	124	514,0	847,1
23,89	3,442	1,810	114	520,6	850,6

Rechengang:

$$a) \quad x_1 = \frac{v_1 - v'}{v'' - v'} = \underline{2,6195 \cdot 10^{-2}}, \quad x_2 = \frac{v_2 - v'}{v'' - v'} = \underline{6,7111 \cdot 10^{-2}}$$

$$b) \quad W_{12} = - \int_{V_1}^{V_2} p dV = -p (V_2 - V_1) = \underline{-15,85\text{ J}}$$

$$c) \quad h_1 = (1 - x_1)h'(21,11^\circ\text{C}) + x_1h''(21,11^\circ\text{C}) = 522,73 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_2 = (1 - x_2)h'(21,11^\circ\text{C}) + x_2h''(21,11^\circ\text{C}) = 536,35 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$Q_{12} = H_2 - H_1 = m(h_2 - h_1) = \underline{136,29\text{ J}}$$

$$d) \quad U_2 - U_1 = Q_{12} + W_{12} = \underline{120,44\text{ J}}$$

Lösungstabelle:

ϑ_1 °C	V_1 dm ³	V_2 dm ³	x_1	x_2	W_{12} J	h_1 kJ/kg	h_2 kJ/kg	Q_{12} J	$U_2 - U_1$ J
18,33	0,05	0,1	0,024287	0,062105	-14,58	515,66	528,37	127,11	112,53
18,33	0,10	0,2	0,062105	0,137742	-29,16	528,37	553,80	254,21	225,05
21,11	0,05	0,1	0,026195	0,067111	-15,85	522,73	536,35	136,29	120,44
21,11	0,10	0,2	0,067111	0,148943	-31,70	536,35	563,61	272,58	240,88
23,89	0,05	0,1	0,028434	0,073001	-17,21	529,98	544,69	147,07	129,86
23,89	0,10	0,2	0,073001	0,162136	-34,42	544,69	574,10	294,14	259,72