

K1/7. feladat: Túlhevített vízgőz sűrítése állandó hőmérsékleten

| | |
|--------|-------------------------------|
| Szerző | Hadabás Márk István TV3AA4 |
| Szak | Vegyésszmérnöki |
| Félév | 2019/2020 II. (tavaszi) félév |

Izotermikus folyamat során 1 kg $p_1=10$ bar nyomású és $t_1=200$ °C hőmérsékletű vízgőz *száraz telített állapotúvá válik*. Határozza meg a végállapotban a nyomást, az állapotváltozással kapcsolatos a munkát és a gőz belső energiájának megváltozását. Ábrázolja a változást T-s rendszerben!

Ismert jellemzők a kezdeti állapotban

$$m = 1 \text{ kg}, \quad p_1 = 10 \text{ bar}, \quad p_2 = 15,55 \text{ bar}, \quad t_1 = 200 \text{ °C} = \text{konst.}$$

Gőztáblázatból származó adatok

$$\begin{aligned} h_1 &= 2827 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, & h_2 &= 2793 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\ s_1 &= 6,662 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}, & s_2 &= 6,430 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \\ v_1 &= 0,206 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}, & v_2 &= 0,1272 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \end{aligned}$$

Belső energia megváltozása

Termodinamika I. főtétele szerint a belső energia egy állapotjelző, tehát teljes differenciál.

$$\int_1^2 du = u_2 - u_1 = \Delta u_{12}$$

Ugyan akkor ez zárt rendszerre igaz, de nyitott rendszerre az entalpiát alkalmazzuk. Gibbs egyenlet:

$$H = U + pv$$

$$U = H - pv$$

$$\Delta u_{12} = u_2 - u_1 = (h_2 - p_2 \cdot v_2) - (h_1 - p_1 \cdot v_1) \quad (1)$$

$$\Delta u_{12} = \left(2793 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 15,55 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,1272 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right) - \left(2827 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 10 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,206 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right) \quad (2)$$

$$\Delta u_{12} = -25,76 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (3)$$

Figyeljünk a nyomás mértékegységére!

Hőforgalom számítása

Termodinamika II. főtétele szerint:

$$ds = (1/T) \cdot \delta q$$

Ezt q-ra rendezve:

$$q = T \cdot ds$$

teljes differenciál az s-nél:

$$\int_1^2 T ds = T(s_2 - s_1)$$

mert T kivihető integrál jel elé:

$$q_{12} = T_1 \cdot (s_2 - s_1) \quad (4)$$

$$q_{12} = 473,15 \text{ K} \left(6,430 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} - 6,662 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \right) \quad (5)$$

$$q_{12} = -123,13 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (6)$$

Figyeljünk a hőmérséklet mértékegységére!

Munka forgalom

Termodinamika I. főtétele alapján:

$$du = \delta q - \delta w$$

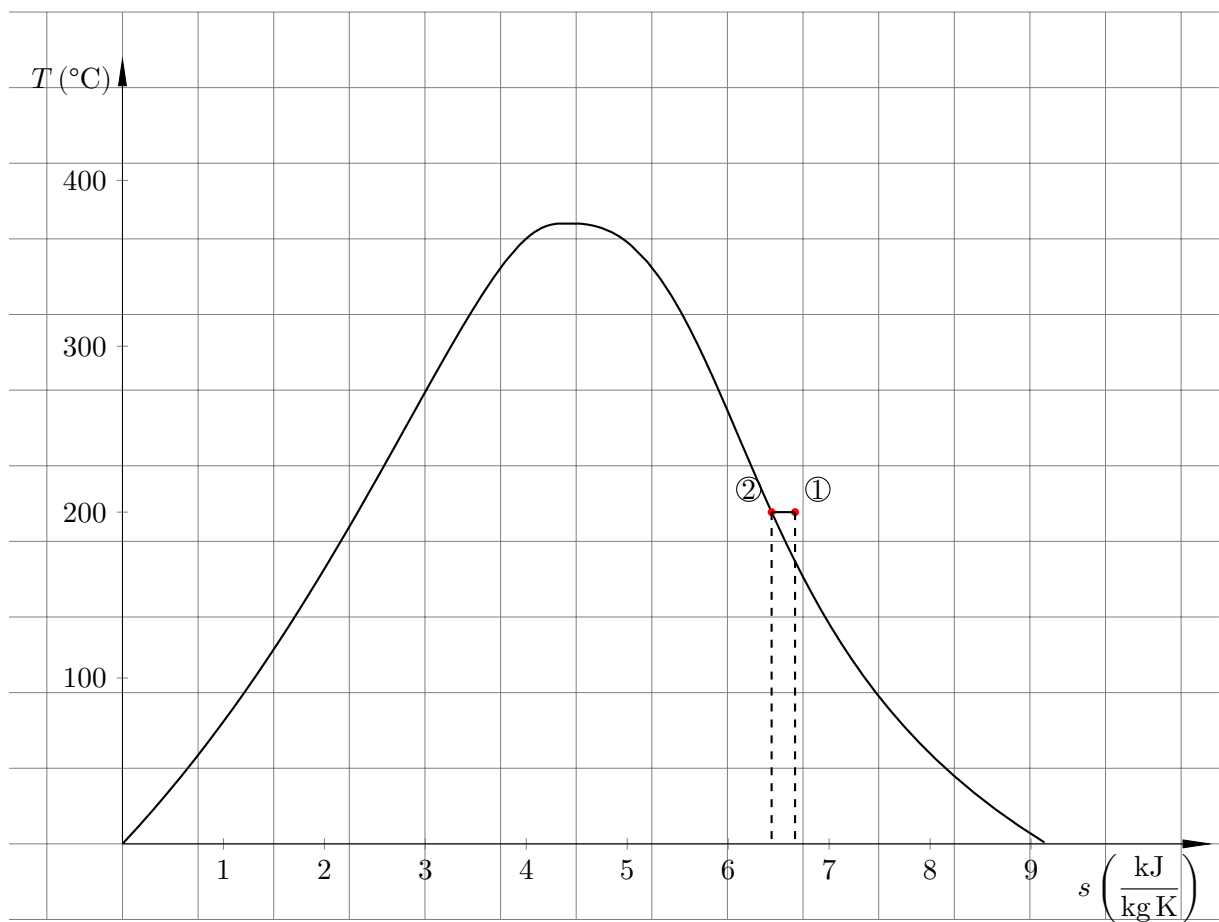
Ezt átrendezve és integrálva:

$$w_{12} = q_{12} - \Delta U_{12} \quad (7)$$

$$w_{12} = -123,13 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - -25,76 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (8)$$

$$w_{12} = -97,3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (9)$$

T-S diagram



1. ábra. Vízgőz $T - s$ diagram