

Rzeczywiste ciepło właściwe przy stałej objętości metanu CH₄ (16) przechowywanego w zbiorniku określa równanie $c_v(T) = 0,759 + 0,00314 T$ kJ/(kg·K). $V_u = 120$ um³ metanu o ciśnieniu $p_1 = 2,1$ bar podgrzano od temperatury $t_1 = 20^\circ\text{C}$ do temperatury $t_2 = 65^\circ\text{C}$. Obliczyć ile ciepła doprowadzono do gazu oraz wzrost jego ciśnienia.

R O Z W I A Ź A N I E

$$Q_{1-2} = m c_v \Big|_{T_1}^{T_2} (T_2 - T_1)$$

Ilość substancji w kmol

$$n = \frac{V_u}{(Mv_u)} = \frac{120}{22,71} = 5,284 \text{ [kmol]} \quad \left[\frac{\frac{\text{um}^3}{\text{kmol}}}{\frac{\text{um}^3}{\text{kmol}}} = \text{kmol} \right]$$

$$(Mv_u) = 22,71 \frac{\text{um}^3}{\text{kmol}}$$

Ilość substancji w kg

$$m = nM = 5,284 \cdot 16 = 84,54 \text{ [kg]} \quad \left[\text{kmol} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} = \text{kg} \right]$$

Temperatury początkowa i końcowa w kelwinach

$$T_1 = t_1 + 273,15 = 20 + 273,15 = 293,15 \text{ [K]}$$

$$T_2 = t_2 + 273,15 = 65 + 273,15 = 338,15 \text{ [K]}$$

Funkcja $c_v(T)$ jest liniowa. Stąd średnie ciepło właściwe w zakresie temperatur od T_1 do T_2 jest równe rzeczywistemu ciepłu właściwemu dla średniej temperatury $(T_1 + T_2)/2$

$$c_v \Big|_{T_1}^{T_2} = 0,759 + 0,00314 \left(\frac{T_1 + T_2}{2} \right) = 0,759 + 0,00314 \left(\frac{293,15 + 338,15}{2} \right) = 1,750 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$$

$$Q_{1-2} = 84,54 \cdot 1,750 \cdot (338,15 - 293,15) = 6658 \text{ [kJ]} = 6,658 \text{ [MJ]}$$

Wzrost ciśnienia gazu

$$p_1V = mRT_1 \quad (1)$$

$$p_2V = mRT_2 \quad (2)$$

Równanie (2) dzielimy stronami przez równanie (1)

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad (3)$$

Po przekształceniu równania (3) dostajemy

$$p_2 = \frac{T_2}{T_1} p_1 = \frac{338,15}{293,15} \cdot 2,1 = 2,422 \text{ [bar]}$$