

Определить эксергию углекислого газа CO_2 находящегося в баллоне объемом 40 литров при давлении $p_1 := 6 \text{ МПа}$ и температуре $t_1 := 30 \text{ }^\circ\text{C}$ Параметры окружающей среды: давление $p_0 := 0,1 \text{ МПа}$ и температура $t_0 := 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Решение

Эксергию газа рассчитаем по уравнению (7.1)

$$E_v = m \cdot \left(u_1 - u_0 - T_0 \cdot (s_1 - s_0) - p_0 \cdot (v_0 - v_1) \right)$$

Найдём необходимые нам величины с помощью CoolProp:

$$u_1 := \text{CoolProp_Props} \left(\text{"U"}; \text{"T"}; t_1; \text{"Q"}; 0; \text{"CO2"} \right) = 292,4 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$s_1 := \text{CoolProp_Props} \left(\text{"S"}; \text{"T"}; t_1; \text{"P"}; p_0; \text{"CO2"} \right) = 2,7535 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

$$u_0 := \text{CoolProp_Props} \left(\text{"U"}; \text{"T"}; t_0; \text{"Q"}; 0; \text{"CO2"} \right) = 248,46 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$s_0 := \text{CoolProp_Props} \left(\text{"S"}; \text{"T"}; t_0; \text{"P"}; p_0; \text{"CO2"} \right) = 2,725 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

По уравнению (1.33) определим массу газа в баллоне

$$m := \frac{p_1 \cdot 40 \text{ л}}{\frac{R_m}{44 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} \cdot t_1} = 4,1896 \text{ кг}$$

Далее последовательно рассчитаем составляющие уравнения (а)

$$u_1 - u_0 = 43,934 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

разность энтропий вычислим по (2.19)

$$s_1 - s_0 - \frac{R_m}{44 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} \cdot \ln \left(\frac{p_1}{p_0} \right) = -0,74515 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

и

$$p_0 \frac{R_m}{44 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} \cdot \left(\frac{t_0}{p_0} - \frac{t_1}{p_1} \right) = 54,44 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Вставим все эти величины в уравнение (а) и получим искомый ответ

$$E_v := m \cdot \left(u_1 - u_0 - T_0 \cdot \left(s_1 - s_0 - \frac{R_m}{44 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} \cdot \ln \left(\frac{p_1}{p_0} \right) \right) - p_0 \frac{R_m}{44 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} \cdot \left(\frac{t_0}{p_0} - \frac{t_1}{p_1} \right) \right) = 871,16 \text{ кДж}$$

Ответ: $E_v = 871,16 \text{ кДж}$