10.120. Alul zárt, 100 cm^2 keresztmetszetű, függőleges hengerben 0 °C-os oxigén van, melynek nyomása 10^5 Pa. A hengert 40 cm magasságban súlytalan dugattyú zárja el. A dugattyúra 20 kg tömegű terhet helyezünk. $\left(c_p = 920 \frac{J}{kg \cdot K};\ \varrho = 1{,}4 \frac{kg}{m^3}.\right)$

a) Mekkora hőmérsékletre kell melegítenünk a 0 °C-os gázt, hogy a dugattyú a terhet 12 cm-rel feljebb emelje?

b) Mennyi hőmennyiséget kell közölnünk melegítés közben a rendszerrel?

c) A közölt hőmennyiség hányadrésze fordítódik a mechanikai munka végzésére?

Megoldás:

10.120. $A = 10^{-2}$ m^2; $h_1 = 0{,}4$ m; $V_1 = 4 \cdot 10^{-3}$ m^3; $T_1 = 273$ K; $p_1 = 10^5$ Pa $= p_k$; $c_p = 920 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}$; $\varrho = 1{,}4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; $m^* = 20$ kg.

a) A feladat szerint a melegítés után a terhelt dugattyúnak az eredeti állapothoz képest 12 cm-rel magasabban kell lennie. $h_2 = 0{,}52$ m; $V_2 = 5{,}2 \cdot 10^{-3}$ m^3.

A kialakult új nyomás: $p_2 = p_k + \frac{m^* \cdot g}{A} = 1{,}2 \cdot 10^5$ Pa.

A gáztörvényből $\underline{\underline{T_2}} = \frac{p_2 \cdot V_2}{p_1 \cdot V_1} \cdot T_1 = \underline{\underline{425{,}9 \text{ K}}}$.

b) A tágulás közben felvett hőmennyiség: $\underline{\underline{Q_p}} = c_p \cdot m \cdot \Delta T =$ $= \underline{\underline{787{,}7 \text{ J}}}$.

$m = \varrho \cdot V_1 = 5{,}6 \cdot 10^{-3}$ kg és $\Delta T = T_2 - T_1 = 152{,}9$ K.

c) A teher a ráhelyezéskor lenyomja a dugattyút. Feltételezve, hogy eközben a hőmérséklet nem változik, alsó állásban a gáz térfogata (V'):

$$\left(p_k + \frac{m^* \cdot g}{A}\right) \cdot V' = p_1 \cdot V_1; \qquad V' = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_k + \frac{m^* \cdot g}{A}} = 3{,}3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

A melegítés hatására bekövetkezett térfogatváltozás: $\Delta V = V_2 - V' =$ $= 1{,}9 \cdot 10^{-3}$ m^3, a gáz által végzett munka $W = p_2 \cdot (V_2 - V') = 228$ J. Ez a felvett hőmennyiség 30%-a, mert $\left|\frac{W}{Q}\right| = \underline{\underline{0{,}289}}$.