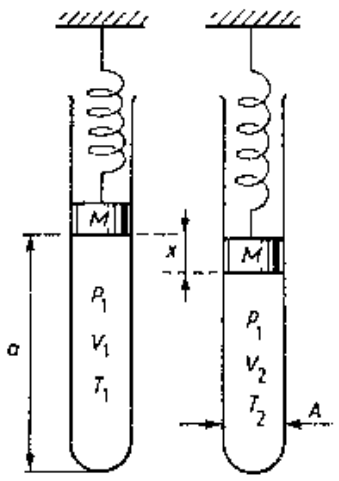
10.123. Egy függőleges helyzetben rögzített, cső alakú gáztartó edény felül súrlódásmentesen mozgatható dugattyúval záródik. A dugattyúhoz függőleges helyzetű ideális rugót erősítünk, melynek másik végét a mennyezethez rögzítjük. Kezdetben a dugattyút úgy tartjuk, hogy a rugó feszítetlen legyen. Ezután a dugattyút igen lassan engedjük lefelé mozogni, mígnem egyensúlyi helyzetbe kerül. Eközben hűtéssel gondoskodunk arról, hogy a csőben lévő, kezdetben 0 °C hőmérsékletű levegő nyomása a külső, 10^5 Pa nyomásnál kisebb és állandó maradjon.

a) Mennyivel változik ezalatt a gáz hőmérséklete?
b) A gázon végzett munka hányadrészét szolgáltatja a leadott hőnek?

Számadatok:
a gáztartó edény keresztmetszete: $A = 10\ \text{cm}^2$,
a cső hossza: $a = 2\ \text{m}$,
a dugattyú tömege: $m = 0{,}8\ \text{kg}$,
a rugóállandó: $D = 150\ \frac{\text{N}}{\text{m}}$,
a normál állapotú levegő sűrűsége: $\varrho_0 = 1{,}3\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$,
a fajhők: $c_p = 1000\ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$,
$c_v = 700\ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$,
a bezárt levegő nyomása: $p = 0{,}7 \cdot 10^5\ \text{Pa}$.

Megoldás:

10.123. $p_1 = 7 \cdot 10^4$ Pa; $p_k = 10^5$ Pa; $T_1 = 273$ K; $A = 10^{-3}$ m^2; $a = 2$ m; $V_1 = 2 \cdot 10^{-3}$ m^3; $M = 0{,}8$ kg; $D = 150 \frac{\text{N}}{\text{m}}$; $\varrho_0 = 1{,}3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; $c_p = 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}$.



a) Egyensúlyi helyzetben (a feltétel szerint a nyomás marad p_1):

$\frac{M \cdot g - D \cdot x}{A} + p_k = p_1$, ebből $x = 0{,}253$ m.

$V_2 = A \cdot (a - x) = 1{,}747 \cdot 10^{-3}$ m^3;

$T_2 = \frac{V_2}{V_1} \cdot T_1 = \frac{A \cdot (a-x)}{A \cdot a} \cdot T_1 = \frac{a-x}{a} \cdot T_1$;

$T_2 = 238{,}5$ K; $\underline{\underline{\Delta T = -34{,}5 \text{ K}}}$.

b) A gázon végzett munka: $W = -p \cdot \Delta V = 17{,}7$ J.

A leadott hőmennyiség: $Q_p = c_p \cdot m \cdot \Delta T = -62{,}1$ J.

$m = V_1 \cdot \varrho_1$, ahol $\varrho_1 = \frac{p_1 \cdot T_0}{p_0 \cdot T_1} \cdot \varrho_0 = 0{,}91 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (lásd 10.50. feladat).

$m = 1{,}8 \cdot 10^{-3}$ kg. $\left|\frac{W}{Q}\right| = 0{,}285$. A gázon végzett munka a leadott hőmennyiségnek 28,5%-a.