10.75. Egy 100 cm^2 keresztmetszetű, egyik végén zárt csőben 5 dm^3 térfogatú nitrogéngázt zár be egy elhanyagolható tömegű dugattyú. A dugattyú és a henger alaplapja közé $10 \frac{N}{m}$ rugóállandójú rugót kötöttünk. Kezdetben a rugó feszítetlen állapotban van. Ekkor a bezárt gáz nyomása 10^5 Pa, hőmérséklete 0 °C. $\left(C_v = 740 \frac{J}{kg \cdot K} \right)$

a) Mennyivel kell emelni a gáz hőmérsékletét, hogy térfogata 8 dm^3 legyen?

b) Mennyi energiát kell ehhez közölni a gázzal?

c) A gázzal közölt energia hány %-a fordítódik a gáz belső energiájának növelésére?

Megoldás:

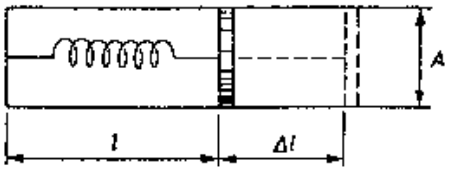
10.75. $A = 10^{-2}$ m^2; $V = 5 \cdot 10^{-3}$ m^3; $D = 10 \dfrac{\text{N}}{\text{m}}$; $p = 10^5$ Pa; $T = 273$ K; $M = 0{,}028 \dfrac{\text{kg}}{\text{mol}}$; $c_v = 740 \dfrac{\text{J}}{\text{kg K}}$.

a) $V_1 = 8 \cdot 10^{-3}$ m^3; $l = 0{,}5$ m $= \dfrac{V}{A}$; $\Delta l = 0{,}3$ m.

Kezdetben a gáz nyomása egyenlő a külső légnyomással. Melegítés után a külső nyomás és az $F = D \cdot \Delta l$ rugóerő által kifejtett nyomás tart egyensúlyt a gáz nyomásával.

$$p_1 = p_k + \frac{D \cdot \Delta l}{A} = 1{,}003 \cdot 10^5 \text{ Pa}.$$

A megváltozott hőmérséklet: $T_1 = \dfrac{p_1 \cdot V_1}{p \cdot V} \cdot T = 438$ K, $\underline{\underline{\Delta T = 165 \text{ K}}}$.



b) A gáz tömege: $m = \dfrac{p \cdot M \cdot V}{R \cdot T} = 6{,}17 \cdot 10^{-3}$ kg.

A belső energia megváltozása

$$\Delta E_b = Q_v = c_v \cdot m \cdot \Delta T = 753{,}4 \text{ J}.$$

Az I. főtétel szerint $\Delta E_b = Q + W$. Itt W a gáz tágulási munkája + a rugó megnyújtásával végzett munka: $W = -p \cdot \Delta V - \dfrac{1}{2} D \cdot \Delta l^2 = -300{,}45$ J.

Az I. főtételből Q-t kifejezve az az energia, amit a gázzal közölni kell: $\underline{\underline{Q = \Delta E_b - W = 1053{,}85 \text{ J}}}$.

c) $\dfrac{\Delta E_b}{Q} = \dfrac{753{,}4 \text{ J}}{1053{,}85 \text{ J}} = \underline{\underline{0{,}715}}$.

A felvett hőmennyiség 71,5%-a a belső energiát növelte.