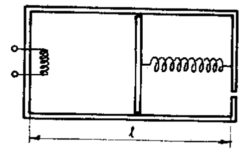
I. megoldás. Legyen a dugattyú x távolságra a tartály bal szélétől! Jelölje V a bezárt gáz pillanatnyi térfogatát, A a tartály keresztmetszetét, D a rugóállandót!



A folyamat elején és végén a dugattyú nyugalomban van, a rá ható erők eredője 0, tehát

$$D \cdot x = p \cdot A,$$

amiből

$$p \cdot V = D \cdot x^2.$$

A folyamat elején, ill. végén

$$Dx_1^2 = p_1V_1 = 0{,}1 \cdot R \cdot T_1,$$
$$Dx_2^2 = p_2V_2 = 0{,}1 \cdot R \cdot T_2.$$

A közölt hőnek fedeznie kell a belső energia növekedtét és a rugó összenyomásához szükséges munkát. A belső energia növekedése $\frac{3}{2} \cdot 0{,}1 \cdot R(T_2 - T_1)$, a rugón végzett munka

$$\frac{1}{2}D(x_2^2 - x_1^2) = \frac{1}{2} \cdot 0{,}1 \cdot R(T_2 - T_1).$$

A kettő összege $2 \cdot 0{,}1R(T_2 - T_1) = 16{,}6$ J.

II. megoldás. Az $xD = pA$ egyenlőségből

$$p = \frac{xD}{A} = \frac{D}{A^2}V.$$

Számoljuk ki általánosan egy $p = p(V)$ függvénnyel megadott folyamat molhőjét:

$$pV = nRT,$$

ezért

$$\Delta(pV) = (\Delta p)V + (\Delta V)p = nR\Delta T.$$

Innen

$$n\Delta T = \frac{(\Delta p)V + (\Delta V)p}{R}.$$

A molhő

$$c \approx \frac{\Delta Q}{n\Delta T} = \frac{\Delta E - \Delta W}{n\Delta T} = \frac{c_V n\Delta T}{n\Delta T} + \frac{p\Delta V}{n\Delta T} =$$
$$= c_V + R\frac{p\Delta V}{V\Delta p + p\Delta V} = c_V + R\frac{p}{p + V(\Delta p/\Delta V)},$$

így

$$c = c_V + R\frac{p}{p + Vp'(V)}.$$

Esetünkben $p = \alpha V$, $(\alpha = D/A^2)$, ezért

$$c = c_V + R\frac{\alpha V}{\alpha V + V(\alpha V')} = c_V + R\frac{\alpha}{\alpha + \alpha} = c_V + \frac{R}{2} = \frac{c_V + c_p}{2}.$$

A hélium gázra $c_V = \frac{3}{2}R$, $c_p = \frac{5}{2}R$, így a szükséges hő,

$$Q = cn\Delta T = \frac{c_V + c_p}{2}n\Delta T = 2R \cdot n \cdot \Delta T = 16{,}6\,\text{J}.$$

Szabó Szilárd (Bp., Apáczai Cs. J. Gimn., IV. o. t.)
dolgozata alapján