

Jelölje a 0 index a normál állapotú adatokat, míg az 1 index a lineáris térfogatváltozással elért értékeket ( $T_0 = 273\text{K}$ ,  $V_0 = 8 \cdot 10^{-3}\text{m}^3$ ,  $p_0 = 10^5\text{ Pa}$ ,  $V_1 = 12 \cdot 10^{-3}\text{m}^3$ ,  $p_1 = 1,5 \cdot 10^5\text{ Pa}$ ). A feladat szerint a nyomás és a térfogat között lineáris az összefüggés:

$$(1) \quad p = \alpha V.$$

A teljes hőmérsékletváltozás felének megfelelő hőmérsékletet jelöljük  $T^*$ -gal:

$$(2) \quad T^* = T_0 + \frac{T_1 - T_0}{2} = \frac{T_1 + T_0}{2}.$$

A  $T^*$  hőmérséklethez tartozó térfogatot az egyesített gáztörvényből határozhatjuk meg:  $p_0 V_0 / T_0 = p^* V^* / T^*$ .

Az (1) és (2) egyenleteket felhasználva kapjuk:

$$(3) \quad \frac{(V^*)^2}{V_0^2} = \frac{T_1 + T_0}{2T_0}.$$

Az egyesített gáztörvényből

$$T_1 = \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} T_0 = \frac{V_1^2}{V_0^2} T_0.$$

Ezt beírva (3)-ba

$$V^* = \sqrt{\frac{V_1^2 + V_0^2}{2}} = \sqrt{104}\text{ l} = 10,2\text{ l}.$$

Az állapotváltozás során felvett hőt az I. főtételből határozhatjuk meg:

$$(4) \quad \Delta U = Q + W,$$

ahol  $\Delta U$  a belső energia változása,  $W$  a gázon végzett munka,  $Q$  pedig a gáz által felvett hő. A belső energiát ideális gázoknál a gáz hőmérséklete egyértelműen meghatározza és változása

$$(5) \quad \Delta U = c_v m \Delta T,$$

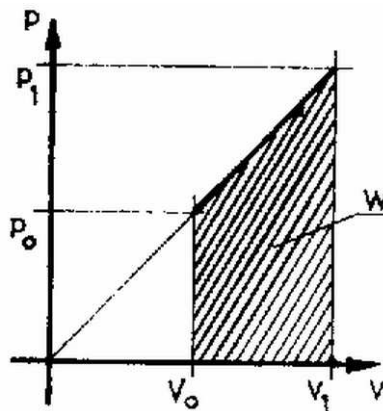
ahol  $c_v$  az állandó térfogathoz tartozó fajhő,  $m$  a gáz tömege.

A nitrogén kétatomos gáz, így  $c_v = (5/2)(k/m_0)$ , ahol  $k$  a Boltzmann-állandó,  $m_0$  a nitrogén molekula tömege. A gáz tömegének kiszámításához az egyesített gáztörvény következő alakját használjuk:

$$p_0 V_0 = m(k/m_0) T_0.$$

A hőmérsékletváltozást már előbb kiszámítottuk; mindezt beírva (5)-be

$$(6) \quad \Delta U = \frac{5}{2} \cdot \frac{k}{m_0} \cdot \frac{p_0 V_0}{T_0(k/m_0)} \left( \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} - 1 \right) T_0 = \frac{5}{2} (p_1 V_1 - p_0 V_0).$$



A gázon végzett munkát az ábrán látható  $pV$  diagram segítségével határozhatjuk meg; a végzett munka az állapotváltozást leíró egyenes alatti területtel egyenlő:

$$W = \frac{p_0 + p_1}{2} (V_1 - V_0).$$

A gáz által felvett hő tehát

$$Q = \frac{5}{2} (p_1 V_1 - p_0 V_0) + \frac{p_0 + p_1}{2} (V_1 - V_0).$$

A megadott adatokat behelyettesítve  $Q = 3000\text{ J}$ -t kapunk.