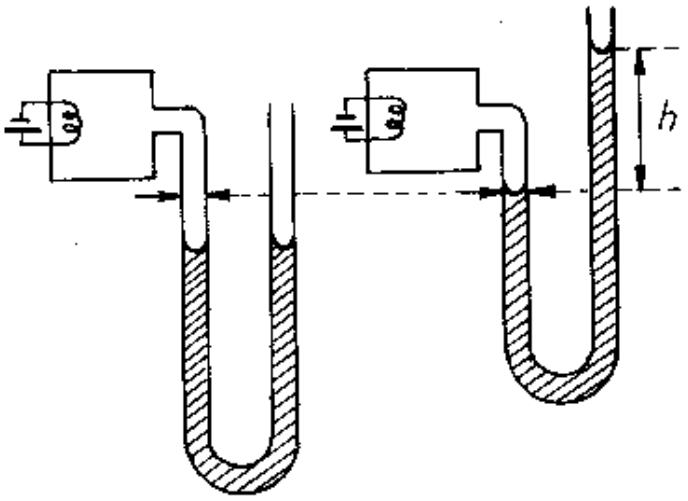
10.69. Az 5 dm^3 térfogatú, 10^5 Pa nyomású, kezdetben 27 °C hőmérsékletű oxigéngázt tartalmazó palackhoz nyitott manométer csatlakozik.



a) A gázt a beépített, 10 W teljesítményű fűtőtesttel melegítjük, közben a manométer mozgatható szárának süllyesztésével biztosítjuk, hogy a gáz nyomása ne változzon. A fűtés hatásfoka 80%. Mekkora lesz 30 s múlva a gáz térfogata?

b) A manométer nyitott szárának emelésével eredeti térfogatára nyomjuk össze a felmelegített gázt. Mekkora lesz a higanyszintek különbsége, ha a hőmérséklet eközben nem változott?

c) Mennyivel változott a gáz belső energiája?

Megoldás:

10.69. $V_1 = 5 \cdot 10^{-3}$ m^3; $p_1 = 10^5$ Pa; $T_1 = 300$ K; $M = 0{,}032 \dfrac{\text{kg}}{\text{mol}}$.

a) $P = 10$ W; $\eta = 0{,}8$; $t = 30$ s; $c_p = 917 \dfrac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$.

A palackban lévő gáz tömege: $m = \dfrac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot T} = 6{,}42$ g.

A gázt a fűtőtest melegíti állandó nyomáson: $\eta \cdot P \cdot t = c_p \cdot m \cdot \Delta T$, innen $\Delta T = \dfrac{\eta \cdot P \cdot t}{c_p \cdot m} = 40{,}77$ K; $T_2 = 340{,}77$ K.

A gáz térfogata az izobár állapotváltozás után: $\underline{\underline{V_2}} = \dfrac{V_1 \cdot T_2}{T_1} =$

$= \underline{\underline{5{,}68 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}}$.

b) $V_2 = 5{,}68 \cdot 10^{-3}$ m^3; $V_3 = 5 \cdot 10^{-3}$ m^3; $T_2 = T_3$; $p_2 = p_k =$ $= 10^5$ Pa. $p_3 = ?$ $h = ?$

A gáz nyomása az izoterm állapotváltozás végén: $p_3 = \dfrac{p_2 \cdot V_2}{V_3} =$

$= 1{,}136 \cdot 10^5$ Pa.

Ezzel tart egyensúlyt a h magasságú Hg oszlop és a külső légnyomás: $p_3 = p_k + h \cdot \varrho \cdot g$.

Ebből $\underline{\underline{h}} = \dfrac{p_3 - p_k}{\varrho \cdot g} = \underline{\underline{0{,}1 \text{ m}}}$.

c) A belső energia csak az izobár melegítés során változott: $\Delta E_b = Q - p \cdot \Delta V$, ahol $Q = \eta \cdot p \cdot t = 240$ J, $\Delta v = v_2 - v_1 = 0{,}68 \cdot 10^{-3}$ m^3; $p = 10^{-5}$ Pa, tehát $\underline{\underline{\Delta E_b = 172 \text{ J}}}$.