

Legyen a nitrogén anyagmennyisége N_1 , nyomása p_1 , térfogata V_1 , hőmérséklete T_1 . Az argon megfelelő adatai legyenek N_2 , p_2 , V_2 és T_2 . (l. az ábrát!).

1987-05-228-1.eps

Az argon nyomása egyensúlyt tart a nitrogén p_1 nyomásával, valamint a h magasságú higanyoszlop nyomásával, tehát:

$$p_2 = p_1 + h\rho g,$$

ahol $\rho = 13\,600\text{ kg/m}^3$ a higany sűrűsége, $g = 9,81\text{ m/s}^2$ a nehézségi gyorsulás. Numerikusan: $p_2 = 2,13 \cdot 10^5\text{ Pa}$. Az egyesített gáztörvény segítségével megkaphatjuk a két gáz anyagmennyiségét:

$$N_1 = \frac{p_1 V_1}{RT_1} \quad \text{és} \quad N_2 = \frac{p_2 V_2}{R \cdot T_2}.$$

A csap kinyitása után a higany szintkülönbsége megszűnik, helyzeti energiája a gázok belső energiájának növelésére fordítódik.

Legyen T a közös hőmérséklet, $c_1 = \frac{5}{2}R$ a nitrogén, $c_2 = \frac{3}{2}R$ az argon mólnyi mennyiségére vonatkozó, állandó térfogaton mért fajhője. Feltéve, hogy közvetlenül a gázok összekeveredése után a higany hőmérséklete még nem változott:

$$N_1 \cdot c_1(T - T_1) + N_2 c_2(T - T_2) = \frac{\rho \cdot g \cdot A \cdot h^2}{4},$$

ahol $\rho g \cdot A \cdot h^2/4$ a higany helyzeti energiájának megváltozása, $A = 4\text{ cm}^2$ a cső keresztmetszete. A kezdeti és a végállapotban ugyanis csak a vonalkázott higanyrészek helyzetében van különbség, amelyek tömege $\rho \cdot g \cdot A \cdot h/2$, a magasságkülönbségük pedig $h/2$. A fenti egyenleteket T -re megoldva:

$$T = \frac{\frac{5}{2}p_1 \cdot V_1 + \frac{3}{2}p_2 \cdot V_2 + \rho \cdot g \cdot A \cdot h^2/4}{\frac{5}{2} \frac{p_1 V_1}{T_1} + \frac{3}{2} \frac{p_2 V_2}{T_2}} = 306\text{ K} \approx 33^\circ\text{C}.$$

A kialakuló nyomás az egyesített gáztörvényből:

$$p = \frac{(N_1 + N_2)R \cdot T}{V_1 + V_2} = \left(\frac{p_1 V_1}{T_1} + \frac{p_2 V_2}{T_2} \right) \frac{T}{V_1 + V_2} = 1,60 \cdot 10^5\text{ Pa}.$$

Megjegyzés: Amint azt több megoldónk is helyesen észrevételezte, ilyen feltételek mellett a csap nem lehet középen.