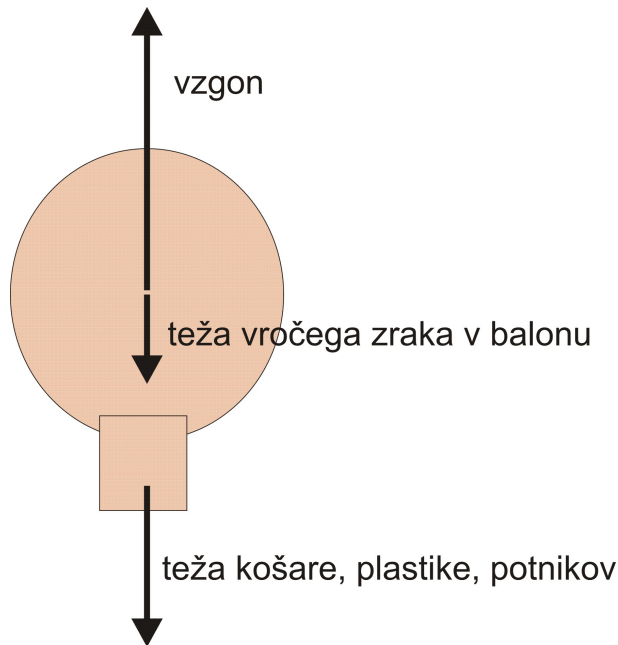


Naloga: Izračunaj temperaturo zraka v balonu da se bo začel dvigati. Polmer kupole je 15 m, skupaj s košaro in posadko tehta 600 kg. Zunanja temperatura je 17 stopinj. Zunanji tlak pa je 10^5 Pa. Tlak je enak zunaj in notri. Zrak je idealni plin z molsko maso 29 g/mol.



Na balon (in vroči zrak v njem) delujejo tri sile:

teža košare, plastike in potnikov: Označimo jo z $F_{g1} = m g = 600 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 6000 \text{ N}$.

teža vročega zraka v balonu: Označimo jo z $F_{g2} = m_{vroci\ zrak} g = \rho_1 V g$. Z ρ_1 smo označili gostoto vročega zraka v balonu. Ko jo bomo izračunali (iz ravnovesja sil) bomo znali iz plinske enačbe izračunati tudi temperaturo tega zraka. Prostornina $V = 4 \pi r^3/3 = 14137 \text{ m}^3$ je prostornina balona, to je prostornina vročega zraka v njem.

vzgon: $F_v = \rho_{okolice} V_{izpodrinjene\ okolice} g = \rho_2 V g$. Tukaj je $V = 14137 \text{ m}^3$, saj je balon izpodrinil prav toliko hladnega zraka, in ρ_2 gostota hladnega zraka v okolici. Gostoto hladnega zraka vemo izračunati iz plinske enačbe, saj imamo dovolj podatkov o tem zraku ($T_2 = 290 \text{ K}$, $p = 10^5 \text{ Pa}$). Plinsko enačbo $p V = \frac{m}{M} R T$ delimo z V in izrazimo razmerje

$$\frac{m}{V} = \rho_2 = \frac{p M}{R T_2} = \frac{10^5 \text{ Pa} \cdot 29 \text{ g mol}^{-1}}{8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 290 \text{ K}} = 1204 \text{ g/m}^3 = 1,20 \text{ kg/m}^3.$$

Da se balon lahko dvigne, morajo biti sile v ravnovesju $F_v = F_{g1} + F_{g2}$ (dejansko mora biti vzgon malenkost večji od vsote tež). Iz

$$F_{g1} + \rho_1 V g = \rho_2 V g$$

sledi

$$\rho_1 = \rho_2 - \frac{F_{g1}}{V g} = 1,20 \text{ kg/m}^3 - \frac{6000 \text{ N}}{14137 \text{ m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2} = 1,16 \text{ kg/m}^3.$$

Zdaj torej poznamo gostoto vročega zraka v balonu. Ta je pričakovano manjša od gostote hladnega zraka v okolici. Podobno kakor smo za hladen zrak iz znane temperature in tlaka izračunali gostoto, lahko zdaj za vroči zrak iz znane gostote ρ_1 in tlaka p , ki je enak kakor v okolici, izračunamo temperaturo T_1 :

$$\rho_1 = \frac{p M}{R T_1}$$

$$T_1 = \frac{p M}{R \rho_1} = \frac{10^5 \text{ Pa} \cdot 29 \text{ g mol}^{-1}}{8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 1160 \text{ g/m}^3} = 301 \text{ K}.$$

Temperatura vročega zraka mora biti 301 K, to je 28 °C.