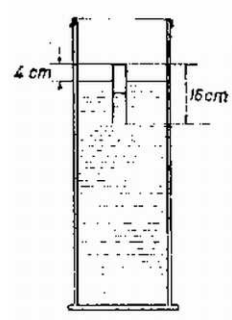


Az úszás feltétele Archimedes törvénye alapján:

$$G = \pi(2Rd + d^2)(L - h)\gamma_v + \pi R^2 x \gamma_v,$$

ahol a jobb oldal első tagjában a kémcső vízbe merülő részének térfogata, másodikban a vízbe „merülő" levegőrész térfogata szerepel (γ_v a víz fajsúlya, a többi mennyiség az 1. ábra szerinti). Innen

$$x = \frac{G}{R^2\pi\gamma_v} - (L - h)\frac{2Rd + d^2}{R^2},$$

így

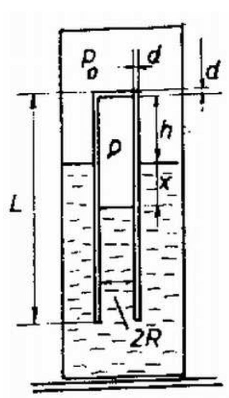
$$L - h - x = (L - h)\left(\frac{R + d}{R}\right)^2 - \frac{G}{R^2\pi\gamma_v}.$$

Tehát a kémcsőben levő víz térfogata

$$V = (L - h - x)R^2\pi = (L - h)(R + d)^2\pi - G/\gamma_v.$$

$\gamma_v = 0{,}01\ \mathrm{N/cm}^3$, és a számadatok felhasználásával

$$x = 2{,}82\ \mathrm{cm}; \quad V = 14{,}12\ \mathrm{cm}^3.$$



1. ábra

A kémcsőben levő levegő nyomása a külső légnyomás és az x magasságú vízoszlop nyomásának az összege:

$$p = p_0 + x\gamma_v;$$

ahol $p_0 = 10^5$ Pa a külső légnyomás. Számadatokkal

$$p = 100\,282\ \mathrm{Pa}.$$

Ha a kémcső közvetlenül a vízszint alá süllyed, a ráható erők egyensúlya alapján (2. ábra)

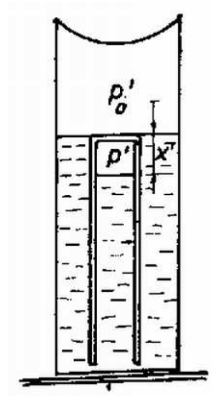
$$G = \pi(2Rd + d^2)L\gamma_v + R^2\pi x'\gamma_v,$$

innen

$$x' = \frac{G}{R^2\pi\gamma_v} - L\frac{2Rd + d^2}{R^2},$$

azaz

$$x' = 1{,}60\ \mathrm{cm}, \quad x' - d = 1{,}50\ \mathrm{cm}.$$



2. ábra

Jelölje p' a kémcsőben levő levegő megváltozott nyomását. A Boyle-Mariotte-törvény alapján

$$p'(x'-d)R^2\pi = p(x+h-d)R^2\pi,$$

ebből

$$p' = p\frac{x+h-d}{x'-d},$$
$$p' = 4{,}48p = 449\,263\ \text{Pa}.$$

A p' légnyomás x' magasságú vízoszlop nyomásával nagyobb a külső nyomásnál (a gumihártya alatti p_0' nyomásnál):

$$P_0' = p' - x'\gamma_v,$$

innen

$$p' = 449\,103\ \text{Pa} \approx 4{,}49\ p_0,$$
$$\Delta p_0 = p_0' - p_0 \approx 3{,}49\ p_0.$$

Tehát ezzel a Δp_0 értékkel kell megváltoztatnunk a gumihártya alatti nyomást. A kémcsőben levő víz mennyisége ekkor:

$$V' = R^2\pi(L-x') = 22{,}17\ \text{cm}^3.$$

.

Furó István