

Jelölje d_1 a fecskendő hengerének sugarát ($d_1 = 1$ cm), A_1 a keresztmetszetét, v_1 az oldat itteni áramlási sebességét, p_1 a nyomását. A megfelelő adatok a tűben legyenek d_2, A_2, v_2 és p_2 ; az oldat sűrűsége

$$\rho = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \text{ térfogata } V = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3.$$

A kontinuitási egyenlet a tűre, ill. a hengerre felírva:

$$(1) \quad \rho A_1 v_1 = \rho A_2 v_2.$$

A lassú befecskendezés ideje alatt ($t = 4$ s) az áramlás stacionáriusnak tekinthető, így teljesül a Bernoulli-egyenlet:

$$(2) \quad p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2.$$

A kért F erőre nyilván igaz, hogy

$$(3) \quad p_1 = F/A_1 + p_k$$

(nem gyorsul a dugattyú); itt p_k a környezet (légtér) nyomása.

A feladat szövege szerint a vénában $\Delta p = 1500$ Pa túlnyomás van:

$$(4) \quad p_2 = p_k + \Delta p.$$

(1) – (4)-et F -re megoldva, felhasználva, hogy $A_i = \frac{d_i^2 \pi}{4}$ ($i = 1, 2$),

$$F = \frac{d_1^2 \pi}{4} \Delta p + \frac{2V^2}{\pi t^2} \frac{1}{d_1^2} \left[\left(\frac{d_1}{d_2} \right)^4 - 1 \right].$$

Behelyettesítve a feladat értékeit $F = 0,2$ N adódik.

Daruka István (Karcag, Gábor Á. Gimn., III. o. t.)
dolgozata alapján

Megjegyzések. 1. Elhanyagoltuk a súrlódásokat, tehát a folyadék belső súrlódását és a dugattyú súrlódását a hengerben. Főleg ez utóbbi lehet jelentős, de adatok híján nem tudunk számolni ennek a hatásával.

2. Elhanyagoltuk a Bernoulli-egyenlet magasságfüggő részét, mivel nem ismerjük a fecskendő vízszintessel bezárt szögét, de a pár cm-es oldat hidrosztatikai nyomása csak néhány száz Pa, így jogos az elhanyagolás az egyéb adatok (4 s, 1 cm, ...) mellett.