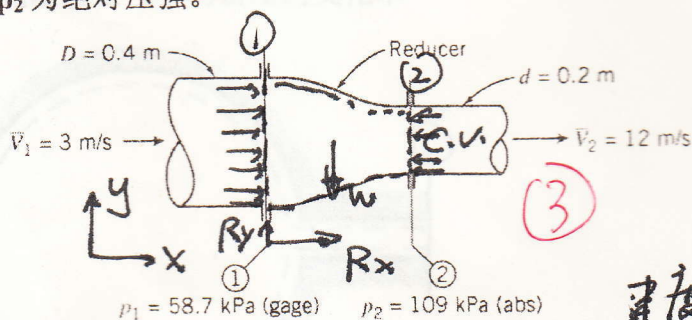


5 [25 分] 管路中有一收缩段。收缩段本身重量为 25kg, 其内部体积为 0.2m^3 。请计算两边管路加载在收缩段上的力的大小及方向。管路内部流体为汽油, 密度 $\rho = 0.73 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 。大气压强为 $P_{\text{atm}} = 101 \text{kPa}$ 。注意给定条件中 p_1 为表压, p_2 为绝对压强。



假设: 定常, 无粘, 不可压, ①②均为布. ②

建立控制体, 分析条如图所不

根据质量守恒. $0 = \int_{CS} \rho \vec{V} \cdot d\vec{A}$ ②

$$\text{有 } -\bar{V}_1 A_1 + \bar{V}_2 A_2 = 0$$

$$\bar{V}_2 = \frac{A_1}{A_2} \bar{V}_1 = \frac{D^2}{d^2} \bar{V}_1 = 12 \text{ m/s} \quad (3)$$

根据动量守恒 x 向. $\Sigma F_x = \int_{CS} u \rho \vec{V} \cdot d\vec{A}$ ④

$$R_x + p_1 A_1 - p_2 A_2 = -\bar{V}_1 \rho \bar{V}_1 A_1 + \bar{V}_2 \rho \bar{V}_2 A_2 \quad (4)$$

$$R_x = p_2 A_2 - p_1 A_1 + (\bar{V}_2 - \bar{V}_1) \rho \bar{V}_1 A_1$$

$$R_x = -4.68 \text{ kN} \quad \text{向左} \quad (3)$$

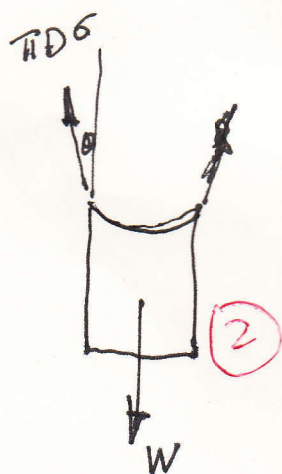
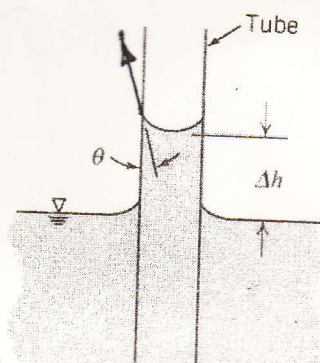
y 向守恒 $\Sigma F_y = R_y - W = 0$ ①

$$R_y = Mg + \rho g V = 1.66 \text{ kN} \quad \text{向上} \quad (3)$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

$$\tan \theta = R_y / R_x$$

6[15分] 一玻璃管插入水中，接触角为 θ 且表面张力系数为 σ ，推导 Δh 和管径 D 之间的关系。



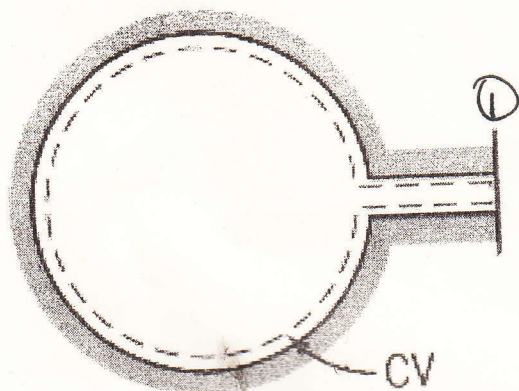
对升起液体的受力分析

$$\sigma \pi D \cos \theta = W \quad (7)$$

$$\sigma \pi D \cos \theta = \rho g \frac{\pi D^2}{4} \Delta h$$

$$\Delta h = \frac{4 \sigma \cos \theta}{\rho g D} \quad (6)$$

7 [10 分] 图中所示的储气罐的体积为 0.05m^3 ，内部绝对压强为 800KPa ，温度为 15°C 。空气可以通过罐右侧阀门排出，阀门截面积为 65mm^2 。在 $t=0$ 时刻，通过阀门的平均流速为 300m/s ，空气密度为 6kg/m^3 ，求此刻储气罐内空气平均密度的变化率



对气罐取控制体如图.. 假设 ρ 均匀, ① 速度均匀
根据质量守恒.

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{CV} \rho dV + \int_{CS} \rho \vec{V} \cdot d\vec{A} = 0 \quad (5)$$

假设密度均匀 (ρ 在气罐内各处一致)

$$\cancel{V} \frac{d\rho}{dt} + \rho_1 V_1 A_1 = 0$$

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{-\rho_1 V_1 A_1}{V} = \frac{-6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} 300 \frac{\text{m}}{\text{s}} 65 \text{mm}^2 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{mm}^2}}{0.05 \text{m}^3} \quad (3)$$

$$= -2.38 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3 \cdot \text{s}} \quad (2)$$

此问题涉及温度、压力等问题

不能由该等力为推进行分析