

مایعی با وزن مخصوص نسبی 0.798 دارای ضریب گرانروی دینامیکی 13.8 poise می باشد. ضریب گرانروی سینماتیکی این

سیال چند $\frac{ft^2}{sec}$ است؟

حل:

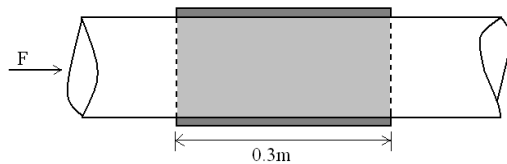
$$\omega = \frac{\gamma}{\gamma_0} \Rightarrow 0.798 = \frac{\gamma}{62.4 \frac{Ibf}{ft^3}}$$

$$\gamma = 49.79 \frac{Ibf}{ft^3}$$

$$\mu = 13.8 \text{ poise} = 13.8 \frac{dyn \cdot sec}{cm^2} \times \frac{1 Ibf}{444800 dyn} \times \left(\frac{30.48 cm}{1 ft} \right)^2 = 0.0288 \frac{Ibf \cdot s}{ft^2}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\mu g}{\gamma} = \frac{0.0288 Ibf \cdot s / ft^2 \times 32.2 ft / s^2}{49.79 Ibf / ft^3} = 0.0186 \frac{ft^2}{sec}$$

- مطابق شکل فضای خالی بین دو لوله هم مرکز توسط سیالی پر شده است با اعمال نیروی 24N استوانه درونی با سرعت 0.15m/s به جلو حرکت می کند. در صورتی که قطر خارجی استوانه داخلی 0.1m و ضخامت سیال پر کننده بین دو لوله 0.025mm باشد. ضریب گرانروی دینامیکی سیال چند پواز است؟



حل: برای حل مسئله فرض می کنیم توزیع سرعت خطی است با استفاده از قانون نیوتون داریم:

$$\tau = \mu \frac{dv}{dy}$$

مقدار تنش برشی (τ) برابر با نیروی وارد بر واحد سطح است:

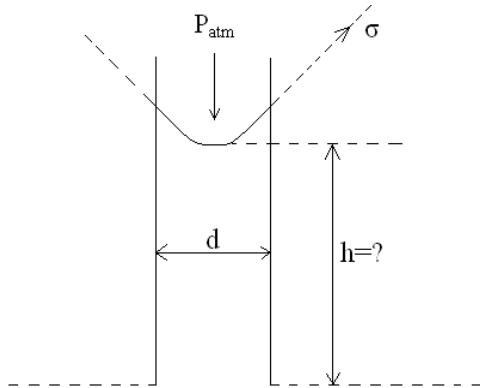
$$\tau = \frac{F}{A} = \mu \frac{dv}{dy}$$

$$\mu = 2\pi r l = \pi \times 0.1 \times 0.3 = 0.0942 m^2$$

$$\mu = \frac{24 N}{0.0942 m^2} \times \frac{0.025 \times 10^{-3} m}{0.15 m/s} = 0.0425 \frac{N \cdot s}{m^2}$$

$$0.0425 \frac{N \cdot s}{m^2} \times \left(\frac{1 m}{100 cm}\right)^2 \times \frac{10^5 dyn}{1 N} = 0.425 poise$$

لوله‌ای موئین به قطر داخلی $0.18 mm$ به صورت عمودی در داخل ظرف استیک اسید با دمای $20^\circ C$ قرار دارد فرض کنید مطابق شکل θ برابر 26 و نیروی کشش سطحی برای استیک اسید $27.8 \frac{dyn}{cm}$ باشد. ارتفاعی که مایع در لوله موئین بالا می‌آید محاسبه کنید. (جرم مخصوص استیک اسید در دمای $20^\circ C$ $1.049 \frac{g}{cm^3}$ است.)



حل:

نیروی کششی سطحی در امتداد قائم $\pi d \sigma \cos \theta$

وزن $w = mg = \rho v g = \gamma v = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 h \gamma$

در حالت تعادل \Leftarrow نیروی کششی سطحی در امتداد قائم = نیروی وزن

$$\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 h \gamma = \gamma = \pi d \sigma \cos \theta$$

$$h = \frac{4 \sigma \cos \theta}{\gamma d} = \frac{4 \times 27.8 \frac{dyn}{cm} \times \cos 26^\circ}{1.8 \times 10^{-2} cm \times 1.049 \frac{g}{cm^3} \times 980.6 \frac{cm}{s^2}} = 5.4 cm$$

ضریب تراکم پذیری آب در دمای 80F برابر با 325000 Ib/in^2 می باشد. فشار لازم برای تغییر حجم آب از 1700 in^3 به 1600 in^3 در این دما چقدر می باشد؟

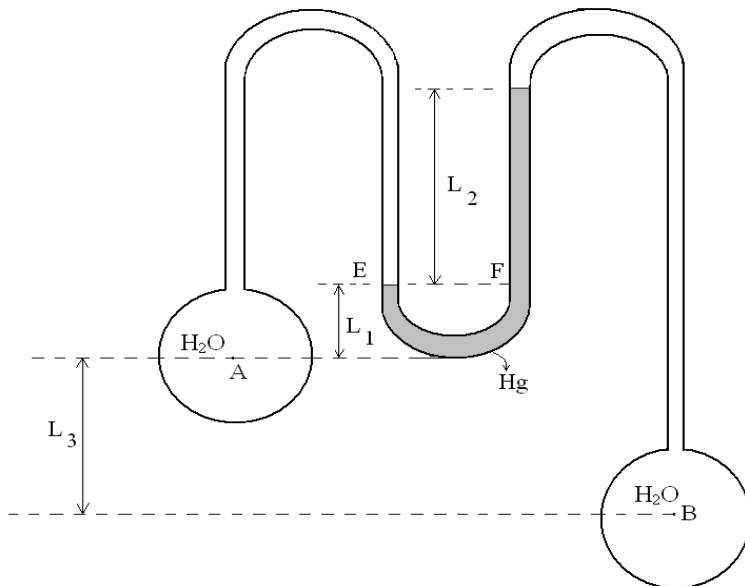
حل:

$$K = -\frac{dp}{dv} \cdot v$$

$$325000 \left(\frac{\text{Ib}}{\text{in}^2} \right) = -\frac{\Delta P}{\frac{(1600 - 1700) \text{ in}^3}{1700 \text{ in}^3}}$$

$$\Delta P = 19117.6 \frac{\text{Ib}}{\text{in}^2}$$

در شکل زیر اساس کار فشارسنج اختلافی (differential) را مشاهده می کنید. مطابق شکل هر گاه بخواهیم اختلاف فشار سیال در مخزن A, B را اندازه بگیریم، دو مخزن را با یک فشارسنج جیوه ای (لوله U شکل) متصل می کنیم. اختلاف فشار نقاط A و B را محاسبه کنید.



حل: برای حل این مسئله می توان دو روش پیشنهاد نمود:

روش اول: ابتدا فشار را در نقاط E و F محاسبه می کنیم:

$$P_E = P_A - L_1 \gamma_{H_2O}$$

$$P_F = P_B + L_2 \gamma_{Hg} - L_2 \gamma_{H_2O} - L_1 \gamma_{H_2O} - L_3 \gamma_{H_2O}$$

چون دو نقطه E و F دارای ارتفاع برابر هستند، پس فشار برابری خواهد داشت:

$$P_F = P_E \Rightarrow P_A - L_1 \gamma_{H_2O} = P_B + L_2 \gamma_{H_2O} - L_1 \gamma_{H_2O} - L_3 \gamma_{H_2O}$$

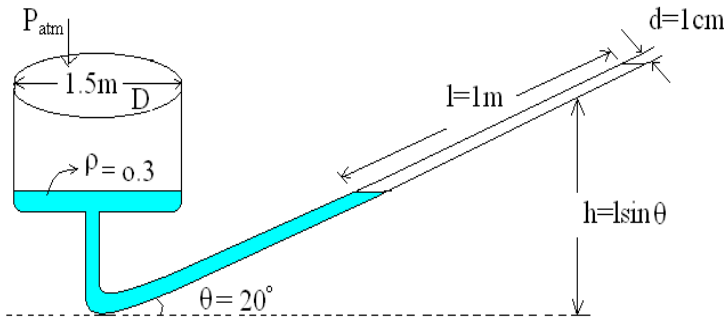
$$P_A - P_B = L_2 \gamma_{H_2O} - (L_1 + L_3) \gamma_{H_2O}$$

روش دوم: در این روش از یک انتها شروع کرده و فشار آن نقطه را بر حسب واحد مناسب می‌نویسیم و به منظور محاسبه تغییرات فشار اگر نقطه بعدی پایین‌تر باشد علامت مثبت و اگر بالاتر باشد از علامت منفی استفاده می‌کنیم و محاسبات را در یک مسیر ادامه می‌دهیم تا به انتهای دیگر برسیم. بنابراین می‌توان اختلاف فشار A و B را به صورت زیر بدست آورد:

$$P_A - L_1 \gamma_{H_2O} - L_2 \gamma_{H_2O} + L_1 \gamma_{H_2O} + L_3 \gamma_{H_2O} = P_B$$

$$P_A - P_B = L_2 \gamma_{H_2O} - (L_1 + L_3) \gamma_{H_2O}$$

بیشترین مقدار فشاری را که مانومتر شیب دار با مشخصات داده شده در شکل زیر می‌تواند، اندازه‌گیری کند. چقدر است؟



حل: فرض می‌کنیم که:

سیال به صورت ایستا است.

تنها نیروی حجمی، نیروی ثقل است

و جهت محور Z، عمودی است.

فشار اعمالی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P = P_{atm} + \rho g(h + x)$$

$$P - P_{atm} = \rho g(l \sin \theta + x)$$

چون مایع مانومتر تراکم ناپذیر است، پس حجم آن ثابت خواهد بود:

$$\text{در لوله } xA_1 = L \times A_2 \text{ برای مخزن}$$

$$x = \frac{A_2}{A_1} l \Rightarrow x = \left(\frac{d}{D}\right)^2 l$$

$$P - P_{atm} = \rho g(L \sin \theta + (d/D)^2 L)$$

$$P - P_{atm} = \rho g l (\sin \theta + (d/D)^2)$$

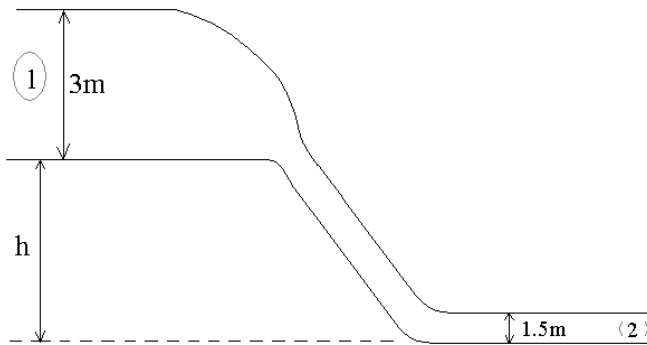
- عدد رینولدز را برای سیالی با ضریب گرانروی $0.032 \frac{N.S}{m^2}$ که در لوله‌ای به قطر $57cm$ با دبی حجمی $0.4 m^3/s$ جریان دارد به دست آورید. (جرم مخصوص سیال $0.72 g/cm^3$ است)

حل: برای تعیین عدد رینولدز ابتدا از روی مقدار دبی حجمی، v (سرعت سیال) را تعیین می‌کنیم، سپس مقدار v را در رابطه عدد رینولدز قرار می‌دهیم.

$$Q = VA \Rightarrow V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

$$Re = \frac{\rho v d}{\mu} = \frac{\rho \frac{4Q}{\pi d^2} \times d}{\mu} = \frac{\rho 4Q}{\mu \pi d} = \frac{720 \times 4 \times 0.4}{0.032 \times \pi \times 0.57} = 20114$$

مطابق شکل در کانالی باز با سرعت $4 m/s$ و عمق $3m$ در جریان است، که به وسیله یک سطح شیب دار به مقطع دیگری از کانال باز که عمق آب در آنجا $1.5m$ و سرعت آن $12 m/s$ می‌باشد، هدایت می‌شود. مقدار h را تعیین کنید.



حل: با استفاده از معادله برنولی داریم:

$$P_1 + \rho g y_1 + 1/2 \rho V_1^2 = P_2 + \rho g y_2 + 1/2 \rho V_2^2$$

$$\frac{P_1}{\gamma} + y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + y_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

$$P_1 = P_2 \Rightarrow y_1 + \frac{V_1^2}{2g} \Rightarrow y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = y_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

$$y_1 = h + 3 \Rightarrow h + 3 + \frac{(4)^2}{2 \times 9.806} = 1.5 + \frac{(12)^2}{2 \times 9.806}$$

$$h = 1.5 - 3 + \frac{(12)^2}{2 \times 9.806} - \frac{(4)^2}{2 \times 9.806} = 5.03m$$

جریانی از سیال با ضریب گرانروی سینماتیکی $\nu = 3.7 \times 10^{-5} m^2/s$ در لوله‌ای به قطر $0.01m$ برقرار است. اگر سرعت سیال $4.2 m/s$ باشد، افت ارتفاع در هر کیلومتر طول لوله چقدر می‌باشد؟

حل: با استفاده از معادله دارسی ویسباخ داریم:

$$h_f = \lambda \frac{L V^2}{d 2g} = \frac{64 l V^2}{\text{Re } d 2g}$$

$$\text{Re} = \frac{VD}{\nu} = \frac{4.2 \times 0.01}{3.7 \times 10^{-5}}$$

بنابراین جریان به صورت آرام است و افت ارتفاع برابر خواهد بود با:

$$h_f = \frac{0.05638 \times 1000}{0.01} \times \frac{(4.2)^2}{2 \times 9.806} = 5072m$$