۱-۶. گزینه ۱ صحیح است جریان هوا داخل یک لوله مستقیم یک بعدی است x

جریان هوا که از اطراف خانه می‌گذرد سه بعدی است z و y و x

جریان هوا که از روی یک اتومبیل می‌گذرد سه بعدی است z و y و x

جریان هوا که از روی یک لوله می‌گذرد دو بعدی است y و x

۱-۷

$$P = \gamma Q H$$

$P \doteq FLT^{-1}$ و $\gamma \doteq FL^{-3}$ $Q \doteq L^3T^{-1}$ (دبی حجمی)

$H \doteq L$

$$\rightarrow FLT^{-1} \doteq FL^{-3} \times L^3T^{-1} \times L$$

$FLT^{-1} \doteq FLT^{-1}$ ← رابطه به لحاظ ابعادی همگن است

۱-۱۱

$$\Delta h = \left(h_i + \frac{P_g + P_{atm}}{2\gamma_{hg}}\right) - \sqrt{\left(h_i + \frac{P_g + P_{atm}}{2\gamma_{hg}}\right)^2 - \frac{2P_g h_i}{\gamma_{hg}}}$$

$\Delta h \doteq L$ $h \doteq L$ $P \doteq FL^{-2}$ $\gamma \doteq FL^{-3}$

$$L \doteq L + \frac{FL^{-2} + FL^{-2}}{2FL^{-3}} - \sqrt{\left(L + \frac{FL^{-2} + FL^{-2}}{2FL^{-3}}\right)^2 - \frac{2FL^{-2} \times}{FL^{-3}}}$$

$$L \doteq L + \frac{FL^{-2}}{FL^{-3}} - \sqrt{\underbrace{\left(L + \frac{FL^{-2}}{FL^{-3}}\right)^2}_{(L+L)^2} - \underbrace{\frac{FL}{FL^{-3}}}_{L^2}}$$

$$L \doteq L + L - \sqrt{L^2 - L^2} \doteq L + L - L \doteq L$$

رابطه به لحاظ ابعادی همگن است

۱۵-۱

$$\Delta P = k_v \frac{\mu V}{D} + k_u \left(\frac{A_0}{A_1} - 1\right)^2 \rho V^2$$

$$V \doteq LT^{-1} \qquad \mu \doteq FL^{-2}T \qquad \rho \doteq FL^{-4}T^2$$

$$D \doteq L \qquad A_0 \doteq A_1 \doteq L^2 \qquad P \doteq FL^{-2}$$

$$FL^{-2} \doteq k_v \frac{FL^{-2}T \times LT^{-1}}{L} + k_u \left(\frac{L}{L} - 1\right)^2 \times FL^{-4}T^2 \times (LT^{-1})^2$$

$$FL^{-2} \doteq k_v FL^{-2} + k_u \times L \times FL^{-2} \quad ✓$$

برای اینکه رابطه همگن باشد، k_u و k_v باید بی بعد باشند ✓

۲۵-۱

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + w\frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial x} + A\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right)$$

$$\partial u \doteq LT^{-1} \qquad \partial t \doteq T \qquad \partial x \doteq \partial y \doteq \partial z \doteq L$$

$$u \doteq v \doteq w \doteq LT^{-1} \qquad \rho \doteq FL^{-4}T^2 \qquad P \doteq FL^{-2}$$

برای بررسی همگنی این رابطه باید بعد تمامی عبارات برابر باشند پس

$$\frac{\partial u}{\partial t} \doteq A\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right)$$

$$\frac{LT^{-1}}{T} \doteq A\left(\frac{LT^{-1}}{L^{-2}}\right) \rightarrow A \doteq L^2T^{-1} \quad ✓$$

بعد A مشابه بعد لزجت سینماتیکی است ✓

۲۵-۱

$W = mg = 300\ N = m \times 9.81$

$\Rightarrow m = 30.58\ kg$ ✓

جرم جسم مقدار ثابت و مستقل از شتاب ثقل است

وزن جسم در سیاره‌ای با شتاب ثقل $1.22\ m/s^2$ برابر است با:

$W = mg = 30.58 \times 1.22 = 37.31\ N$ ✓

۳۱-۱

$\tau_1 = \mu_1 \frac{du_1}{dy_1} = 0.4 \frac{3-2}{0.02} = 20\ Pa$ ✓

$\tau_2 = \mu_2 \frac{du_2}{dy_2} = 0.2 \frac{2-0}{0.02} = 20\ Pa$ ✓

$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{20}{20} = 1$ ✓

۳۵-۱

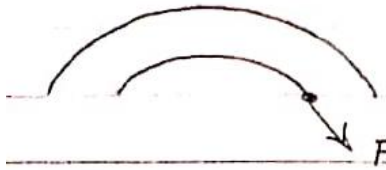
$\tau_1 = \mu_1 \frac{du_1}{dy_1} = 0.1 \frac{2-V}{0.02}$ ✓

$\tau_2 = \mu_2 \frac{du_2}{dy_2} = 0.05 \frac{V-0}{0.01}$

تنش برشی در مرز دو سیال برابر است، پس:

$\tau_1 = \tau_2 \rightarrow 5(2-V) = 5(V)$

$10 - 5V = 5V \rightarrow V = 1\ m/s$ ✓



$T = RF$

$F = ?$

$F = \tau \cdot A \qquad A = 2\pi R_i \times l$

$\tau = \mu \frac{du}{dy} = \mu \frac{V}{t} \rightarrow V = R_i \cdot \omega, \quad t = R_o - R_i$

$\tau = \mu \frac{R\omega}{R_o - R_i} \rightarrow F = \mu \frac{R_i \cdot \omega}{R_o - R_i} \times 2\pi R_i \times l$

$T = F \cdot R_i \rightarrow T = 2\mu \frac{R_i^3 \omega \pi l}{R_o - R_i} \checkmark = 2\mu R_i^3 \omega \pi l^2 t^{-1}$

سوال ۵ : چگالی آب ۲۵° : $۹۹۷٫۹ \frac{kg}{m^3}$ چگالی آب ۴° : $۱۰^3 \frac{kg}{m^3}$ مدول حجمی ۲۵° : $۲٫۱۵ \times ۱۰^9$

$E_v = \frac{dP}{d\rho/\rho} = \frac{\Delta P}{(\rho_2 - \rho_1)/\rho_1} \Rightarrow \Delta P = \frac{E_v (\rho_2 - \rho_1)}{\rho_1} = ۲٫۱۵ \times ۱۰^9 \times \frac{(۹۹۷٫۹ - ۱۰۰۰)}{۱۰۰۰} = -۱۵٫۳ \times ۱۰^7$ ✓

$\rho_{۲۵} = -۱۵٫۳ \, \rho_{۴}$ ✓

۴۵-۱

$T = F \cdot R_i$ → R_i متغیر → F متغیر → τ متغیر

$\omega = 200\ Rad/s \rightarrow V = R\omega$

۴۵-۱ مقدار تنش برشی روی سطح مخروط متغیر است

$$dS = V\,dF = r\omega\,dF = r\omega \cdot \tau\,dA$$

$$\tau = \mu \frac{du}{dr} = \mu \frac{V}{dr} = \mu \frac{V}{\Delta r} = \mu \frac{r\omega}{t}$$

$$dA = 2\pi r\,ds = 2\pi r \left(\frac{dr}{\sin(\alpha/2)} \right)$$

$$dA = \frac{2\pi r\,dr}{\sin(\alpha/2)}$$

$$dP_s = r\omega \left(\mu \frac{r\omega}{t} \right) \left(\frac{2\pi r\,dr}{\sin \alpha/2} \right) = \frac{2\pi\omega^2 \mu}{t \sin(\alpha/2)} \cdot r^3\,dr$$

$$P_s = \frac{2\pi\omega^2\mu}{t\sin(\alpha/2)} \int_{R_d}^{R_u} r^3\,dr$$

$$P_s = \frac{\pi\omega^2\mu}{2t\sin(\alpha/2)} \left(R_u^4 - R_d^4\right)$$

$$dP_a = \tau\,dF = r\omega\,.\,dF = r\omega\,.\,\tau\,dA = r\omega\,\mu\,\frac{r\omega}{t}\,.\,2\pi r\,dr$$

$$dP_a = \frac{2\pi\omega^2\mu}{t}\, r^3\,dr$$

$$P_a = \frac{2\pi\omega^2\mu}{t} \left(\int_0^{R_u} r^3\,dr + \int_0^{R_d} r^3\,dr\right)$$

$$P_a = \frac{\pi\omega^2\mu}{2t} \left(R_u^4 - R_d^4\right)$$

مقدار کل توان:

$$P = P_a + P_s = \frac{\pi\omega^2\mu}{2t} \left(\frac{R_u^4 - R_d^4}{\sin(\alpha/2)} + \left(R_u^4 + R_d^4\right)\right)$$

$$\Rightarrow P = \frac{\pi(200)^2\,0.1}{2\times 0.0012} \left(\frac{0.06^4 - 0.02^4}{\sin 18.44} + \left(0.06^4 + 0.02^4\right)\right)$$

$$P = 280.6\ W \quad \checkmark$$

$$\frac{P_{80}}{\mu_{80}} = \frac{P_{20}}{\mu_{20}} \rightarrow P_{80} = P_{20}\,\frac{\mu_{80}}{\mu_{20}} = 280.6 \times \frac{0.0078}{0.1}$$

$$P_{80} = 21.9\ W \quad \checkmark$$

۵۵-۱

$$P_1 \forall_1 = P_2 \forall \rightarrow P_2 = P_1 \frac{\forall_1}{\forall_2}, \quad \forall_2 = \frac{30}{100} \forall_1$$

$$\Rightarrow P_2 = P_1 \frac{\forall_1}{0.3 \forall_1} = \frac{172}{0.3} \rightarrow P_2 = 573.33 \text{ kPa}$$

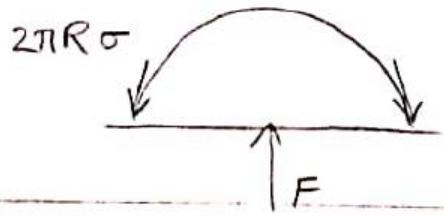
۴۱-۱

$$c = \sqrt{kRT} \qquad T = 80^\circ C + 273.1 = 353.1 \text{ K}$$

$k = 1.4 \qquad R = 2.869 \times 10^2 \text{ J/kg.K}$

$$c = \sqrt{1.4 \times 2.869 \times 10^2 \times 353.1} = 376.6 \text{ m/s}$$

۴۴-۱



$F = \Delta P \times A \qquad A = \pi R^2$

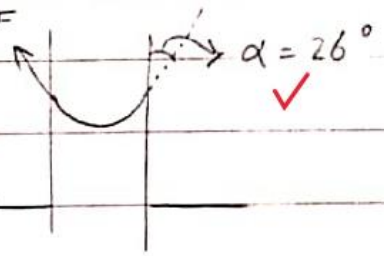
$F = \pi R^2 \Delta P$

$\Sigma F_y = 0 \rightarrow F = 2\pi R \sigma = \pi R^2 \Delta P$

$\Rightarrow \Delta P = \frac{2\sigma}{R} = \frac{2\sigma}{d/2} = \frac{4\sigma}{d}$ ✓

VY-1

$2\pi R \sigma \times \cos\alpha = \rho A h$



✓

$h = \frac{2\pi R . \sigma \cos 26}{\pi R^2 \times \rho}$, $R = 0.381$ mm

$h = \frac{2 \times 0.028 \times \cos 26}{0.381 \times 8043.17 \times 10^{-6}} = 16.4$ mm ✓