(۳-۴

$$a_x = \frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x}$$

$$a_x(\text{local}) = \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t}\left[\frac{۲t}{(1-۰/۵x/L)^{۲}}\right] = \frac{۲}{\left[1-۰/۵(۰/۵L)/L\right]^{۲}} = \frac{۲}{(1-۰/۲۵)^{۲}} = ۳/۵۶$$

5

$$a_x(\text{conv}) = u\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{۲t}{(1-۰/۵x/L)^{۲}}\frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{۲t}{(1-۰/۵x/L)^{۲}}\right] = \frac{۴t^{۲}}{L(1-۰/۵x/L)^{۵}} = \frac{۴(۳s)^{۲}}{(۴m)\left\{1-۰/۵\left[۰/۵\times۴\right]/۴\right\}^{۵}}$$

$$= ۳۷/۹۳$$

جواب سوال ۳_۹ :

قطر لوله = ۲۰ mm

$V = ۱۲\ m/s$

می دانیم ثابت مخروجی گاز هوا ⟵ R = ۲۸۶٫۹ ← طبق جدول کتاب

۱۵°C ⟵ درجه حرارت جریان

فرمول دبی جرمی :

$P = ۱۲۰\ kPa$

$$\dot{m} = \int_A \rho(\vec{V}\cdot\vec{n})\,dA = \int_A \rho V_n\,dA = \rho\bar{V}A = \rho VA$$

(1.5)

$$\rho = \frac{P_e}{RT_e} \Rightarrow \frac{۱۲۰ \times ۱۰^{۳}\ Pa}{۲۸۶٫۹\ J/kg\cdot K \times ۲۸۸\ K} = ۱٫۴۵\ kg/m^{۳}$$ ✓

↓

$$\dot{m} = (۱٫۴۵\ kg/m^{۳})(۱۲\ m/s)\left(\frac{\pi}{4}(۰٫۰۲\ m)^{۲}\right) = ۰٫۰۲۱۸\ kg/s$$

$T = ۱۵°C \cong ۲۸۸\ K$

جواب سوال ۳_۱۵ :

۱۸_۳

طبق رابطه پیوستگی → $\sum Q = Cte \rightarrow \rho_1 \bar{u}_1 A_1 = \rho_2 \bar{u}_2 A_2$

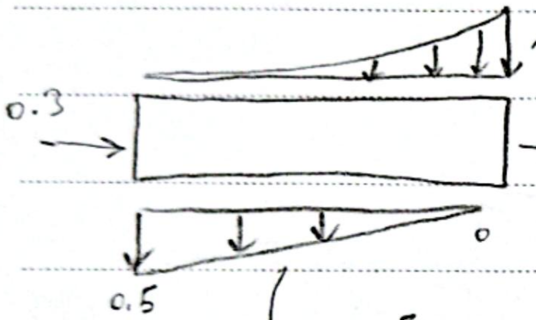
$$\rho_1 = \frac{P_1}{RT_1} = \frac{690 \times 10^3 \, Pa}{270 \times 300} = 8.52 \ (kg/m^3)$$

$$\rho_2 = \frac{P_2}{RT_2} = \frac{127 \times 10^3}{270 \times 252} = 1.87 \ (kg/m^3)$$

$$\rightarrow \bar{u}_1 = \frac{\rho_2}{\rho_1} \bar{u}_2 = \frac{1.87}{8.52} \times 320$$

$$\rightarrow \bar{u}_1 = 70.1 \ m/s$$

ص۴



$\rightarrow V_y = ?$

$-\frac{5}{3}y + 0.5$

$f' = 2ay + b = 0 \xrightarrow{\text{شیب صفر}} b = 0$

_23_3

$\xrightarrow{y=0} c = 0$

$\xrightarrow{y=0.3} a = \frac{10}{3}$

$\Rightarrow \frac{10}{3}y^2 = 0$

$$0.3 + \int_0^{0.3} \frac{10}{3}y^2\,dy - \int_0^{0.3} -\frac{5}{3}y + 0.5 - V_y \times 0.1 = 0$$

(5)

$$0.3 + \frac{10 \times 0.3^3}{9} - \left(-\frac{5 \times 0.3^2}{6} + 0.5 \times 0.3\right) - V_y \times 0.1 = 0 \rightarrow V_y = 2.55 \ m/s$$

$\sum_{in} \dot{m} = \sum_{out} \dot{m}$ $\quad \dot{m}_1 = \dot{m}_2 + \dot{m}_3$

$\dot{m}_1 = \rho \bar{V}_1 A_1 = 1000 \times 8 \times \left(\frac{\pi}{4}(0.3)^2\right) = 565.5$ 13-28

$\dot{m}_2 = \rho V_2 A_2 = 1000 \times U_2 \times \left(\frac{\pi}{4}(0.3)^2\right) = 70.69 U_2$ $\quad \dot{m}_3 = \int_0^2 0.4 U_2 \frac{x}{l} (2 \pi R \, dx) = \frac{0.4 \pi \rho U_2 R}{l} \left| x^2 \right|_0^2$

$\dot{m}_3 = \frac{0.4 \pi \times 1000 \times U_2 \times 0.15}{2} 2^2 = 377 U_2$ $\quad 377 U_2 + 70.69 U_2 = 565.5$ $\quad U_2 = \frac{565.5}{447.7} = 1.263$

$\dot{m}_3 = 377 \times (1.263) = 476.2$

5

(۳۶-۳)

$B = m,\ b = 1$ $\quad \frac{dm}{dt} = \frac{\partial}{\partial t}\int_{CV}\rho\, d\forall + \int_{CS}\rho(\vec{V}\cdot\vec{n})\, dA$

$\frac{dm}{dt} = 0 \quad \frac{\partial}{\partial t}\int_{CV}\rho\, dV = \frac{dh}{dt}\times\frac{1}{4}\times 0.6^2\times\pi\times\rho = 0.09\times\pi\times\rho\,\frac{dh}{dt}$

$\int_{CS}\rho(\vec{V}\cdot\vec{n})\, dA = -\frac{1}{4}\times\pi\times 0.06^2\times\rho\times 3.2 + \frac{1}{4}\pi\times 0.045^2\times\rho\times 1.8 + \frac{1}{4}\times\pi\times 0.05^2\times\rho\times 1.5 = 4.125\times 10^{-5}\pi\rho$

$\frac{\partial}{\partial t}\int_{CV}\rho\, d\forall = -\int_{CS}\rho(\vec{V}\cdot\vec{n})\, dA$

$0.09\times\pi\times\rho\times\frac{dh}{dt} = 4.125\times\pi\times\rho\times 10^{-5} \longrightarrow \frac{dh}{dt} = 4.58\times 10^{-4}\ m/s$

(b)

$\frac{\partial}{\partial t}\int_{CV}\rho\, d\forall = -\int_{CS}\rho(\vec{V}\cdot\vec{n})\, dA$

$\frac{dh}{dt}\times\frac{1}{4}\times 0.6\times\pi = V_a\times\frac{1}{4}\times 0.06^2\times\pi \Longrightarrow V_a = \left(\frac{0.6}{0.06}\right)^2\times 4.58\times 10^{-4} = 4.58\times 10^{-2}$

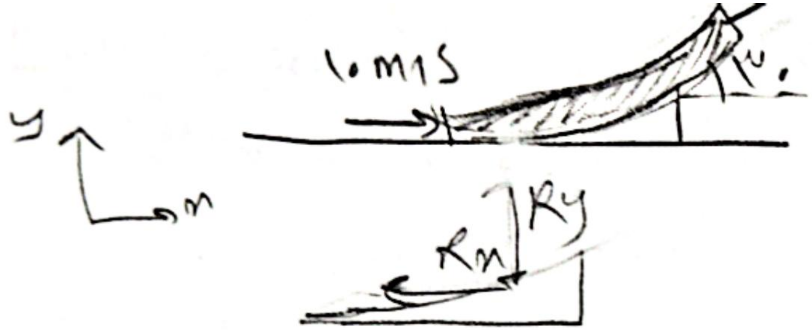
$$\Sigma \rho Q v_x = \Sigma F_x = R_x + P_1 A_1 + P_2 A_2$$

$$(-\dot{m}_1) v_1 + \dot{m}_2 v_2 = -R_x + \frac{1}{2} \gamma h_1 (h_1 t) - \frac{1}{2} (\gamma h_2)(h_2 t)$$

لذا : $A_1 V_1 = A_2 V_2 \Rightarrow 1 \times 4 = v_2 \times 2 \Rightarrow v_2 = 2 \ m/s$

$$R_x = \frac{t\gamma}{2} \left[h_1^2 - h_2^2 \right] - \rho v_1 A_1 (v_2 - v_1) \Rightarrow$$

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times 10^3 [4 - 1] - 10^3 \times 1 \times 4 (2 - 1) = 26 \ KN$$



۲۸ نیروی Rx عکس العمل است

مومنتوم فقط: $\sum_{CS} \rho Q v_x = \sum_{CV} F_x$

$v_{x1} \times -\dot m_1 + \dot m_2 \times v_{x2} = -R_x$

طبق قانون پایستگی $\dot m_1 = \dot m_2$

$\Rightarrow \dot m(-v_2 + v_1)_x = +R_x$

$1 \times (-10 + 10\cos 30) = R_x$ $\qquad R_x = -1.34\,N$

$R_y = \dot m(-v_{y2} + v_{y1}) = 1 \times 10 \times \sin 30 + 0 \Rightarrow +R_y = -5$

تعیین اینکه بلوک حرکت می‌کند یا خیر؟

$W = mg = 9.81\ m/s^2$

$W > R_y \Rightarrow 9.81\,N > R_y$ ✓

برای اینکه بلوک حرکت نکند نیروی اصطکاک در وزن بیشتر از نیروی عکس العمل باشد

$F.f = \frac{F_f}{R_y + W} \Rightarrow F_f = 1.48\,N \qquad 1.48\,N > R_x$

(5)

پس بلوک حرکت نمی‌کند

54-3

$$S = \rho Q_1 V_1 - \rho Q_2 V_2$$

$$S = 1000 \times \frac{\pi}{4} (0.1)^2 \times 30^2 - 1000 \times \frac{\pi}{4} \times (0.05)^2 \times 30^2$$

5

$$S = 5301.43 \text{ N} \simeq 5.3 \text{ kN}$$

پ س ۳-۵۹

تغییر اندازه حرکت در جهت افقی به سمت حرکت این وسیله می‌شود ۱

ب ۲ PQ ۴ ۱
CS

الف) چون سطح مقطع خروجی بیشتر از ورودی است رابطه اندازه حرکت منفی است و یعنی به سمت راست حرکت می‌کند .

۱۵

ب) اندازه حرکت در دو سطح مقطع منفی است پس به سمت راست حرکت می‌کند .

د) فقط در ورودی دارای اندازه حرکت منفی است پس به خاطر همین به راست حرکت می‌کند

(۲۸ _ ۳

$$\beta = \frac{\int_A \vec{V} \rho (\vec{V} \cdot \vec{n})\, dA}{\dot{m} \vec{V}} \quad ①$$

$$\int_A \vec{V} \rho (\vec{V} \cdot \vec{n})\, dA = 2 \int_A (y-r) \rho (y-r) w\, dy = 2\rho w \int_A (y-r)^2\, dy$$

$$\Rightarrow 2\rho w \int_A (y^2 + r^2 - 2ry)\, dy = 2\rho w \frac{r^3}{3}$$

$$\dot{m} V = \rho w r^2$$

$$\vec{V} = \frac{\rho w r^2}{\rho w 2r} = r/2$$

$$\rightarrow \dot{m} \vec{V} = \rho w \frac{r^3}{2}$$

$$① \Rightarrow \beta = \frac{2\rho w\, r^3/3}{\rho w\, r^3/2} = 4/3$$

گزینه ۴

5

(۱۵-۳

$$\dot{m} = \rho V A \quad , \quad P = \rho R T \rightarrow \rho = \frac{P}{RT} \checkmark \quad \Rightarrow \dot{m} = \frac{P}{RT} V A \checkmark$$

$$\Rightarrow \dot{m} = \int_A u_c \left(1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2\right) \cancel{A} \frac{P}{R_{air}} \times \left(T_c\left(1 + \frac{1}{2}\left(\frac{r}{R}\right)^2 - \frac{1}{4}\left(\frac{r}{R}\right)^4\right)\right)^{-1} \underbrace{dA}_{2\pi r dr} =$$

5

$$\Rightarrow \dot{m} = 2\pi u_c T_c \frac{P}{R_{air}} \cancel{A} \int_0^R \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)\left(\frac{1}{1 + \frac{r^2}{2R^2} - \frac{r^4}{4R^4}}\right) r\,dr$$