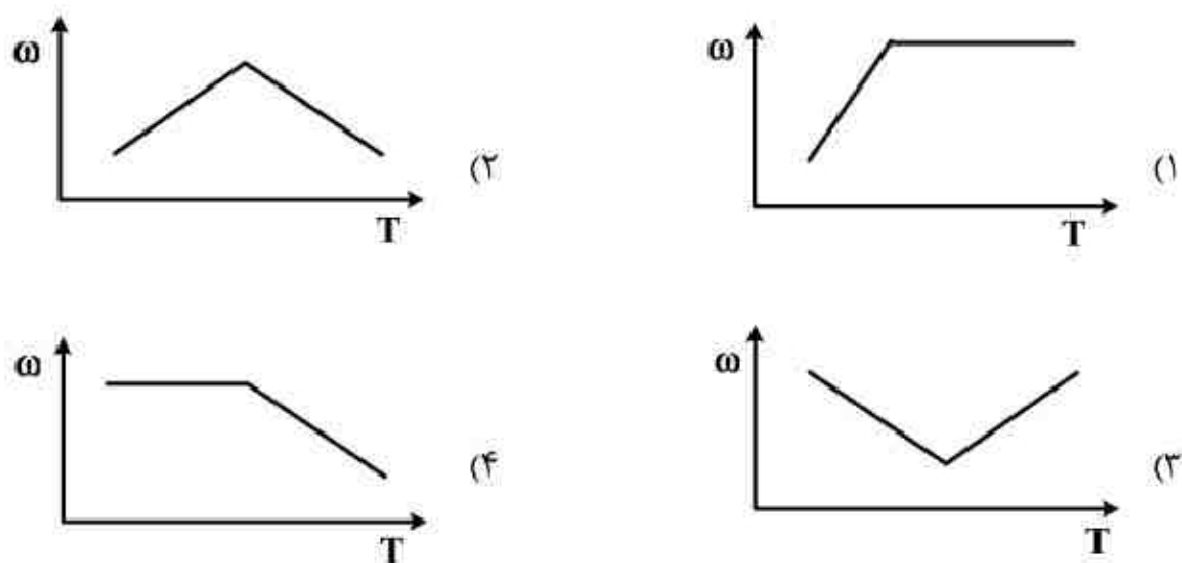


حرارت و سیالات

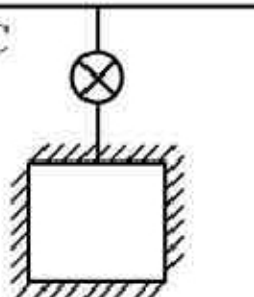
۱- کدام نمودار تغییرات نسبت رطوبت هوای مرطوب با دمای هوا است؟



۲- گاز ایده‌آلی در شرایط $P = 200 \text{ kPa}$ و $T = 727^\circ\text{C}$ در یک خط لوله جریان دارد. شیر متصل به مخزنی کاملاً عایق حرارتی و خالی به حجم 2 m^3 باز می‌شود (شکل زیر)، تا فشار مخزن با فشار خط لوله برابر شود. دمای نهایی مخزن بر حسب دمای سلسیوس $^\circ\text{C}$ چقدر خواهد شد؟ (نسبت گرماهای ویژه گاز را $1/3$ فرض کنید، $k = \frac{c_p}{c_v} = 1/3$)

$$P = 200 \text{ kPa}$$

$$T = 727^\circ\text{C}$$



$$k = \frac{c_p}{c_v} = 1/3$$

$$727 \text{ (1)}$$

$$945/1 \text{ (2)}$$

$$1000 \text{ (3)}$$

$$1027 \text{ (4)}$$

۳- جریان گاز کامل در حالت دائم از میان محفظه عایق شده شکل زیر، با دبی ۱۰ کیلوگرم بر ثانیه عبور می‌کند. در مورد جهت جریان سیال، گزینه صحیح کدام است؟



$$P_1 = 100 \text{ kPa}$$

$$P_2 = 500 \text{ kPa}$$

$$T_1 = 600 \text{ K}$$

$$T_2 = 900 \text{ K}$$

$$V_1 = 1000 \text{ m/s}$$

$$V_2 = 5 \text{ m/s}$$

(۱) جهت جریان از ۱ به ۲ می‌باشد.

(۲) جهت X جریان از ۲ به ۱ می‌باشد.

(۳) جهت جریان می‌تواند از هر دو سمت باشد.

(۴) بر اساس قوانین ترمودینامیک نمی‌توان جهت جریان را پیش‌بینی کرد.

۴- بازده حرارتی یک چرخه ترکیبی ساده متشکل از یک چرخه توربین گاز و چرخه بخار چند درصد می‌باشد؟ (ابتدا چرخه توربین گاز قرار گرفته و دود خروجی از توربین گاز وارد بویلر بازیاب گرمای چرخه بخار می‌شود. بازده حرارتی هر دو چرخه گاز و بخار ۴۰ درصد فرض شود.)

(۱) ۵۶

(۲) ۶۴

(۳) ۸۰

(۴) ۸۴

۵- در یک نیروگاه حرارتی با دو منبع به دمای T_H و T_L مقدار عبارت $\frac{\dot{Q}_L}{T_L} - \frac{\dot{Q}_H}{T_H}$ برابر ۰/۴۶ مگاوات بر

درجه حرارت کلون می‌باشد. برگشت‌ناپذیری سیکل به طور تقریبی چند مگاوات است؟ (دمای محیط ۲۷ درجه سلسیوس است.)

(۱) صفر

(۲) -۱۲/۵

(۳) ۱۳۵

(۴) ۱۲/۵

۶- مخزن عایق‌بندی شده شکل زیر به حجم کل 2 m^3 توسط پیستون بدون اصطکاکی به دو فضای مساوی تقسیم شده است. پیستون در ابتدا توسط پینی ثابت نگه‌داشته شده است. در یک طرف خلأ و در طرف دیگر گاز ایده‌ال به مشخصات $P = 200 \text{ kPa}$ ، $T = 400 \text{ K}$ ، $c_v = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$ و $R = 0.25 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$ قرار دارد.

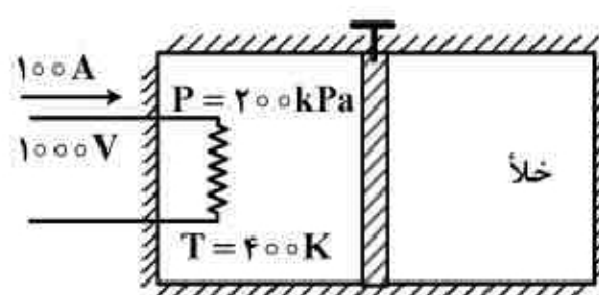
اگر پین برداشته شود و در همان زمان هیتر الکتریکی با ولتاژ 1000 V و جریان 100 A روشن شود و پیستون در ۱ ثانیه به انتهای مخزن برسد، دمای نهایی مخزن چند کلون می‌شود؟

(۱) ۳۵۰

(۲) ۴۰۰

(۳) ۴۴۰

(۴) ۴۵۰



- ۷- در یک کوره گازسوز، مخلوطی از ۸۰ درصد حجمی متان (CH_4) و ۲۰ درصد حجمی اتان (C_2H_6) با ۹۰ درصد هوای تنوری می‌سوزد. نسبت مولی هوا به سوخت برای این احتراق چقدر است؟

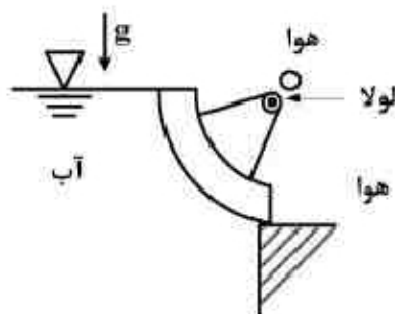
(۱) ۹/۸۵

(۲) ۱۰/۹۵

(۳) ۱۹/۱

(۴) ۸/۶۵

- ۸- یک دریچه ربع استوانه‌ای، مطابق شکل زیر در نقطه O لولا شده است و آب را در سمت چپ خود نگه می‌دارد. با صرف نظر از وزن دریچه، گشتاور لازم در محل لولا برای حفظ دریچه و غلبه برگشتاور نیروهای وارده از طرف آب چقدر است؟ پهنای دریچه W و شعاع آن R است.



(۱) صفر

(۲) $\frac{\rho g R^2 W}{2}$

(۳) $\frac{\rho g R^2 W}{3}$

(۴) $\frac{2\rho g R^2 W}{3}$

- ۹- اگر افت فشار در جریان داخل لوله‌ای به قطر ۴ سانتی‌متر برابر ۰/۱ پاسکال در یک متر باشد، تنش برشی روی دیواره چند پاسکال است؟

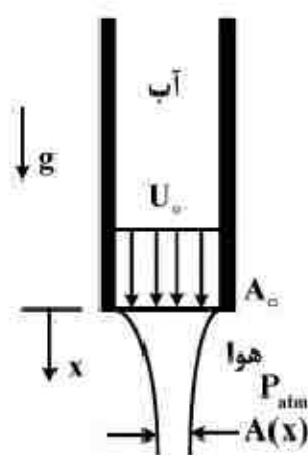
(۱) ۰/۰۴

(۲) ۰/۰۱

(۳) ۰/۰۰۴

(۴) ۰/۰۰۱

- ۱۰- آب به صورت دائمی از لوله شکل زیر خارج می‌شود. سرعت و سطح مقطع در خروجی لوله به ترتیب U_0 و A_0 می‌باشند. سطح مقطع جت آب خروجی در فاصله x از لوله کدام است؟



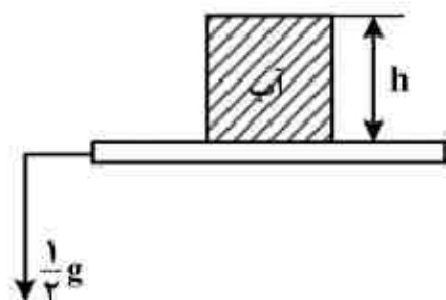
(۱) $\frac{U_0 A_0}{\sqrt{U_0^2 - 2gx}}$

(۲) $\frac{U_0 A_0}{\sqrt{U_0^2 + 2gx}}$

(۳) $\frac{U_0 A_0}{2\sqrt{U_0^2 + 2gx}}$

(۴) $\frac{2U_0 A_0}{\sqrt{U_0^2 - 2gx}}$

- ۱۱- تانک مکعبی سر بسته شکل زیر به ابعاد $h \times h \times h$ پر از سیالی با دانسیته ρ در آسانسوری قرار دارد و با شتاب $\frac{1}{3}g$ به سمت پایین حرکت می کند. اختلاف فشار حداکثر و حداقل در مخزن چند برابر ρgh می باشد؟



(۱) $\frac{1}{2}$

(۲) ۱

(۳) $\frac{3}{2}$

(۴) ۲

- ۱۲- در یک جریان دو بعدی تراکم ناپذیر مؤلفه های بردار سرعت به صورت زیر است:

$$u = 3x^2 - 3y^2, \quad v = -6xy$$

سرعت متوسط جریان بر روی خط وصل بین دو نقطه به مختصات $A(0,0)$ و $B(1,1)$ چقدر است؟

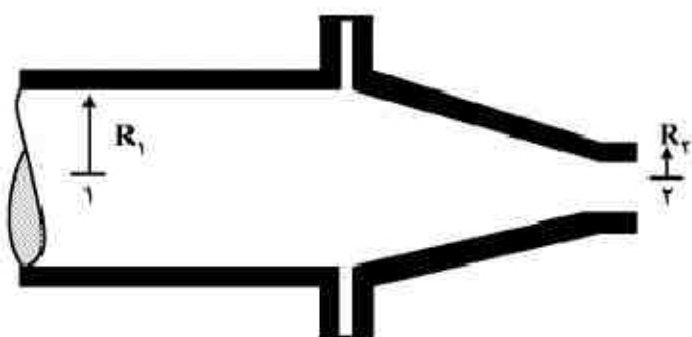
(۱) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

(۲) $\frac{\sqrt{2}}{4}$

(۳) $\sqrt{2}$

(۴) $2\sqrt{2}$

- ۱۳- سیالی به جرم حجمی ρ با سرعت v_1 وارد لوله ای به شعاع R_1 شده و از طریق نازلی به شعاع خروجی R_2 با سرعت v_2 وارد محیط می شود. نیروی وارد بر نازل از طرف سیال چند برابر $\frac{\pi}{4}\rho v_1^2 R_1^2$ می باشد؟



(۱) $\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 + 1$

(۲) $\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 + 1$

(۳) $\left[\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 - 1\right]^2$

(۴) $1 - \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$

- ۱۴- در جریان دائم، آرام و توسعه یافته درون یک لوله افقی، مجموع نیروهای سطحی وارد بر حجم معیار نشان داده شده در جهت جریان، کدام است؟



(۱) منفی

(۲) صفر

(۳) مثبت

(۴) وابسته به افت فشار و اصطکاک منفی یا مثبت

۱۵- از یک صفحه فلزی به ضخامت ۲ میلی‌متر با ضریب هدایت گرمایی $k = 300 \frac{W}{mK}$ برای انتقال حرارت از سیال A که در یک سمت صفحه جریان دارد به سیال B که در سمت دیگر صفحه در جریان است، استفاده می‌شود. به نحوی که $h_B = 2500 \frac{W}{m^2K}$ و $h_A = 60 \frac{W}{m^2K}$ می‌باشد. برای افزایش نرخ انتقال حرارت، گزینه صحیح کدام است؟

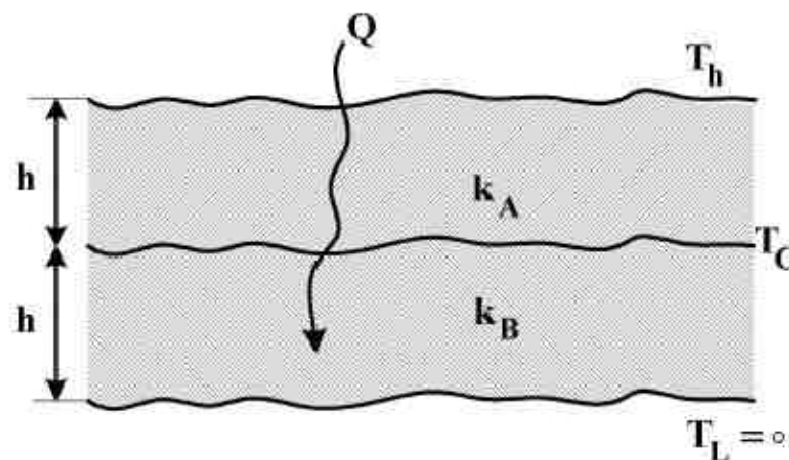
(۱) ضخامت صفحه را افزایش دهیم.

(۲) از پره فلزی هم‌جنس صفحه در سمت سیال A استفاده کنیم.

(۳) از پره فلزی هم‌جنس صفحه در سمت سیال B استفاده کنیم.

(۴) ضخامت صفحه را افزایش دهیم و از پره فلزی در سمت A استفاده کنیم.

۱۶- دو ورقه فلزی A و B با ضخامت‌های یکسان h و ضرایب هدایت حرارتی k_A و k_B در تماس کامل با یکدیگر هستند. سطح آزاد ورقه A در دمای T_h و سطح آزاد ورقه B در دمای $T_L = 0K$ قرار داشته و در صورتیکه هدایت حرارتی یک بعدی برقرار باشد، اگر $k_A = 3k_B$ باشد، کدام رابطه صحیح است؟



$$T_c = \frac{1}{3} T_h \quad (1)$$

$$T_c = \frac{2}{5} T_h \quad (2)$$

$$T_c = \frac{3}{4} T_h \quad (3)$$

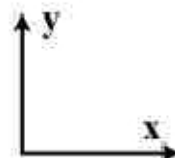
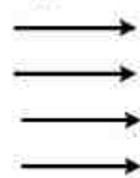
$$T_c = \frac{2}{3} T_h \quad (4)$$

۱۷- سیالی با ضریب هدایت حرارتی $k = 0.4 \frac{W}{m^{\circ}C}$ از روی یک سطح عبور می‌کند. در یک نقطه روی سطح

دمای سیال به صورت رابطه $T = 100 - 2000y + 30000y^2$ داده شده است. (T برحسب درجه سانتی‌گراد و y برحسب متر است) اگر دمای سیال قبل از عبور از روی سطح ۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد،

ضریب جابه‌جایی گرمایی در این نقطه چند $\frac{W}{m^2^{\circ}C}$ است؟

$$T_{\infty} = 20^{\circ}C$$



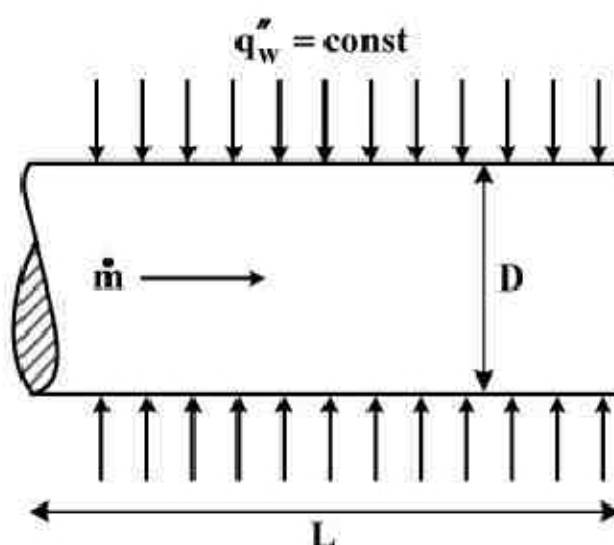
$$10 \quad (1)$$

$$20 \quad (2)$$

$$80 \quad (3)$$

$$800 \quad (4)$$

- ۱۸- جریان غیرقابل تراکم، آرام و کاملاً توسعه یافته در داخل لوله شکل زیر که تحت شار حرارتی ثابت قرار دارد حرکت می‌کند. اگر دبی جرمی سیال به صورتی که رژیم جریان تغییر نکند افزایش داده شود، کدام عبارت صحیح است؟ (میزان تغییرات دمای متوسط سیال برابر ΔT_m می‌باشد.)



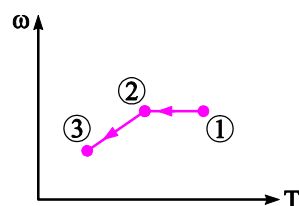
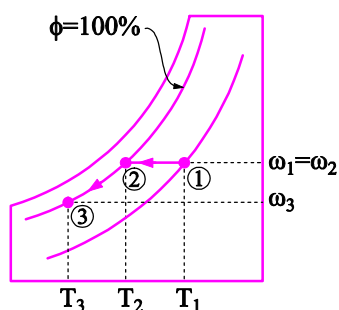
- (۱) ضریب جابه‌جایی و ΔT_m هر دو افزایش می‌یابند.
 (۲) ضریب جابه‌جایی تغییر می‌کند ولی ΔT_m ثابت می‌ماند.
 (۳) ضریب جابه‌جایی و ΔT_m هر دو ثابت می‌مانند.
 (۴) ضریب جابه‌جایی ثابت می‌ماند ولی ΔT_m کاهش می‌یابد.
- ۱۹- گلوله‌های کرومی کوچک فلزی به قطر ۵/۰ سانتی‌متر باید به سرعت خنک شوند. برای این منظور آن‌ها را داخل روغن می‌اندازند. تغییر درجه حرارت مطلوب باید در حد ۲۴ درجه سانتی‌گراد در ثانیه باشد. ضریب جابه‌جایی گرمایی در زمانیکه اختلاف دمایی گلوله و روغن ۶۸ درجه سانتی‌گراد است، باید چند $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$ باشد تا سرعت سرد شدن مطلوب فراهم گردد؟ (می‌توان گلوله را با ظرفیت حرارتی متمرکز (lumped) در نظر گرفت. برای گلوله $\rho = ۸۵۰۰ \frac{kg}{m^3}$ و $c_p = ۴۰۰ \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ و $k = ۲۰ \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$ می‌باشد.)
- (۱) ۳۰۰۰
 (۲) ۲۰۰۰
 (۳) ۱۵۰۰
 (۴) ۵۰۰
- ۲۰- دو جسم سیاه را در دمای ۱۰۰۰ و ۳۰۰۰ کلوین در نظر بگیرید. نسبت شدت تشعشع طیفی در طول موج ۳ میکرون برای جسم ۱۰۰۰ K به طول موج ۱ میکرون برای جسم ۳۰۰۰ K چقدر است؟

- (۱) $\frac{1}{3}$
 (۲) $\frac{1}{243}$
 (۳) ۲۴۳
 (۴) ۳

پاسخ تشریحی

۱. گزینه ۱ درست است.

اگر هوا در حالت اشباع نباشد، با کاهش دما در ابتدا ω ثابت می‌ماند. در نقطه ۲ (نقطه شبنم) مقداری از بخار موجود در هوا به مایع تبدیل می‌شود و در نتیجه مقدار بخار موجود در هوا (m_v) کاهش و در نتیجه ω نیز کاهش می‌یابد.



۲. گزینه ۴ درست است.

$$T_2 = kT_i = 1.3 \times (727 + 273) = 1300\text{K} = 1027^\circ\text{C}$$

۳. گزینه ۲ درست است.

در شرایط پایا و بدون انتقال حرارت در جهت جریان آنتروپی افزایش می‌یابد. فرض می‌کنیم جریان از ۱ به ۲ می‌باشد:

$$\Delta s_{1-2} = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1} = C_p \ln \frac{3}{2} - R \ln 5 = C_p \ln 3 - C_p \ln 2 - R \ln 5 \xrightarrow{\ln 2=0.7, \ln 3=1.1, \ln 5=1.6}$$

$$\Delta s_{1-2} = 0.4C_p - 1.6R \xrightarrow{C_p=R+C_v} \Delta s_{1-2} = 0.4 + 0.4C_v - 1.6R = 0.4C_v - 1.2R \xrightarrow{R>C_v} \Delta s_{1-2} < 0$$

بنابراین جهت جریان از ۲ به ۱ می‌باشد.

۴. گزینه ۲ درست است.

$$\eta_c = \eta_{GT} + \eta_{ST} - \eta_{GT}\eta_{ST} = 0.4 + 0.4 - 0.4 \times 0.4 = 0.64$$

۵. گزینه 3 درست است.

$$\dot{Q} = T_0 \Delta \dot{S}_{\text{net}} = T_0 [\Delta \dot{S}_H + \Delta \dot{S}_L] = T_0 \left[\frac{-\dot{Q}_H}{T_H} + \frac{\dot{Q}_L}{T_L} \right] = (273 + 27)(0.46) = 138 \text{ MW}$$

۶. گزینه 4 درست است.

حرارت ایجاد شده توسط هیتر برابر است با:

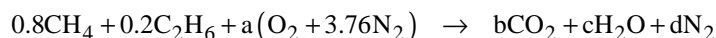
$$\dot{Q} = VI = 1000 \times 100 = 100 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} \xrightarrow{1 \text{ ثانیه}} Q = 100 \text{ kJ}$$

گاز درون مجموعه را به عنوان سیستم در نظر می‌گیریم و قانون اول ترمو را برای آن می‌نویسیم:

$$\left. \begin{aligned} Q - \cancel{W} &= \Delta U \Rightarrow 100 = m C_v \Delta T \\ P \forall &= m R T \Rightarrow m = \frac{200 \times 1}{0.25 \times 400} = 2 \text{ kg} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 100 = 2 \times 1 (T_2 - 400) \Rightarrow T_2 = 450 \text{ K}$$

۷. گزینه 1 درست است.

در ابتدا واکنش با هوای تئوری را می‌نویسیم:

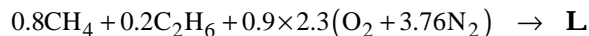


$$\text{C موازنه: } 0.8 + 2 \times 0.2 = b \Rightarrow b = 1.2$$

$$\text{H موازنه: } 4 \times 0.8 + 6 \times 0.2 = 2c \Rightarrow c = 2.2$$

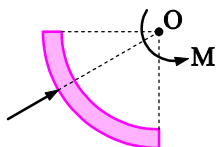
$$\text{O موازنه: } 2a = 2b + c \Rightarrow 2a = 2.4 + 2.2 \Rightarrow a = 2.3$$

واکنش با 90 درصد هوای تئوری:



$$\overline{\text{AF}} = \frac{0.9 \times 2.3 \times 4.76}{0.8 + 0.2} = 9.85$$

۸. گزینه 1 درست است.



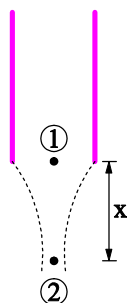
$$\sum M_O = 0 \Rightarrow M + 0 = 0 \Rightarrow M = 0$$

۹. گزینه 4 درست است.

$$\tau = \frac{G}{2} r \Rightarrow \tau_w = \frac{G}{2} R \xrightarrow{G = \frac{\Delta P}{L} = 0.1} \tau_w = \frac{0.1}{2} \times 0.02 = 0.001 \text{ Pa}$$

۱۰. گزینه ۲ درست است.

معادله برنولی بین نقاط ۱ و ۲:



$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{x}{1} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{0}{2}$$

$$\xrightarrow{V_1=U_0} V_2 = \sqrt{U_0^2 + 2gx}$$

معادله پیوستگی بین ۱ و ۲:

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \Rightarrow A_2 = \frac{A_0 U_0}{\sqrt{U_0^2 + 2gx}}$$

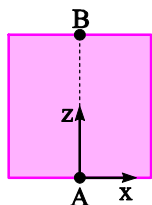
۱۱. گزینه ۱ درست است.

توزیع فشار در سیالی که شتاب دارد:

$$P = -(\rho a_x)x - \rho(a_z + g)z + c$$

از آنجا که $a_x = 0$ و $a_z = -\frac{g}{2}$ است خواهیم داشت:

$$P = -\rho\left(\frac{g}{2}\right)z + c$$



$$\left. \begin{array}{l} P_B = P(z=h) = -\frac{\rho g}{2}h + c \\ P_A = P(z=0) = c \end{array} \right\} \Rightarrow P_A - P_B = \frac{\rho gh}{2}$$

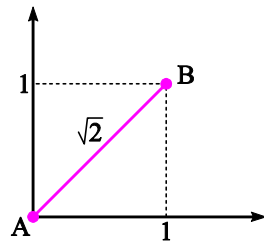
۱۲. گزینه ۳ درست است.

$$\left. \begin{array}{l} u = 3x^2 - 3y^2 = \frac{\partial \psi}{\partial y} \Rightarrow \psi = 3x^2y - y^3 + c_1 \\ v = -6xy = -\frac{\partial \psi}{\partial x} \Rightarrow \psi = 3x^2y + c_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \psi = 3x^2y - y^3 + c$$

$$\left. \begin{array}{l} \psi_A = \psi(0,0) = c \\ \psi_B = \psi(1,1) = 2 + c \end{array} \right\} \Rightarrow q_{A-B} = \psi_A - \psi_B = 2$$

با فرض عمق b خواهیم داشت:

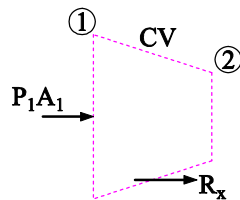
$$Q_{A-B} = b q_{A-B} = 2b$$



$$\bar{V} = \frac{Q}{A} = \frac{2b}{\sqrt{2}b} = \sqrt{2}$$

۱۳. گزینه ۳ درست است.

حجم کنترلی در اطراف سیال داخل نازل در نظر می‌گیریم. فرض می‌کنیم نیروی R_x از طرف نازل به سیال وارد شود. فشار در مقطع ۲ صفر است اما در مقطع ۱ فشار صفر نیست و با استفاده از معادله برنولی به دست می‌آید:



$$\left. \begin{aligned} \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 &= \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 \\ A_1 V_1 &= A_2 V_2 \Rightarrow V_2 = \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2 V_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{1}{2g} \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^4 V_1^2 \Rightarrow P_1 = \frac{1}{2} \rho V_1^2 \left[\left(\frac{R_1}{R_2} \right)^4 - 1 \right] \quad (*)$$

معادله ممنتوم خطی برای حجم کنترل در جهت x :

$$\sum F_x = (\rho V_x)_{out} - (\rho V_x)_{in} \Rightarrow R_x + P_1 A_1 = \rho [V_2 - V_1] \Rightarrow$$

$$R_x = \rho A_1 V_1 \left[\left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2 V_1 - V_1 \right] - P_1 A_1 \xrightarrow{(*)}$$

$$R_x = \rho A_1 V_1^2 \left[\left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2 - 1 \right] - \frac{1}{2} \rho V_1^2 A_1 \left[\left(\frac{R_1}{R_2} \right)^4 - 1 \right] \xrightarrow{A_1 = \pi R_1^2}$$

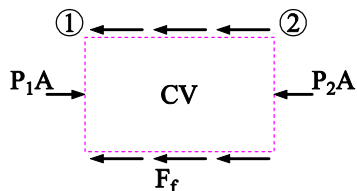
$$R_x = \rho \pi R_1^2 V_1^2 \left[\left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2 - 1 \right] - \frac{1}{2} \rho \pi R_1^2 V_1^2 \left[\left(\frac{R_1}{R_2} \right)^4 - 1 \right]$$

$$R_x = \frac{1}{2} \rho \pi R_1^2 V_1^2 \left[2 \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2 - 2 - \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^4 + 1 \right] = -\frac{\pi}{2} \rho V_1^2 R_1^2 \left[\left(\frac{R_1}{R_2} \right)^4 - 2 \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2 + 1 \right]$$

$$R_x = -\frac{\pi}{2} \rho V_1^2 R_1^2 \left[\left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2 - 1 \right]^2$$

علامت منفی نشان دهنده این است که جهت R_x را باید معکوس کنیم.

۱۴. گزینه 2 درست است.



در جریان آرام توسعه یافته، پروفیل است به صورت سهمی می‌باشد، بنابراین در هر دو مقطع 1 و 2 ضریب تصحیح ممثوم برابر با $\frac{4}{3}$ می‌باشد $\left(\beta = \frac{4}{3}\right)$. با نوشتن معادله ممثوم خطی خواهیم داشت:

$$\sum F_x = \beta_{out} (\rho V_x)_{out} - \beta_{in} (\rho V_x)_{in}$$

از طرفی با توجه به معادله پیوستگی می‌توان گفت سرعت متوسط در هر دو مقطع یکسان است:

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \Rightarrow V_1 = V_2 = V$$

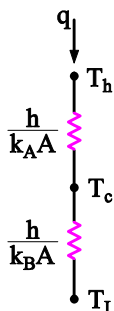
بنابراین برآیند نیروهای وارد به حجم کنترل برابر است با:

$$\sum F_x = \frac{4}{3} \rho V - \frac{4}{3} \rho V = 0$$

۱۵. گزینه 2 درست است.

پره در سمت سیال با h کم‌تر قرار داده می‌شود. در ضمن افزایش ضخامت صفحه باعث افزایش مقاومت رسانشی و کاهش انتقال حرارت می‌شود.

۱۶. گزینه 3 درست است.



$$q = \frac{T_h - T_c}{\frac{h}{k_A A}} = \frac{T_c - 0}{\frac{h}{k_B A}} \xrightarrow{k_A = 3k_B}$$

$$3T_h - 3T_c = T_c \Rightarrow T_c = \frac{3}{4} T_h$$

۱۷. گزینه 1 درست است.

$$T_s = T_{y=0} = 100$$

$$h_x = \frac{-k \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right)_{y=0}}{T_s - T_\infty} = \frac{-0.4(-2000)}{100 - 20} = 10 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

۱۸. گزینه 4 درست است.

در جریان کاملاً توسعه یافته آرام با شرط مرزی شار ثابت داریم:

$$Nu = 4.36 \Rightarrow \frac{hD}{k} = 4.36 \Rightarrow h = \frac{4.36k}{D}$$

از آن‌جا که k و D تغییر نکرده‌اند h ثابت می‌ماند (البته با این فرض که افزایش ρ از طریق افزایش سرعت سیال باشد) با استفاده از قانون اول ترمو می‌دانیم:

$$\dot{Q} = \dot{m} C_p (T_{m,o} - T_{m,i})$$

$$\frac{T_{m,o} - T_{m,i} = \Delta T_m}{\dot{Q} = q'' \pi D L} \rightarrow \Delta T_m = \frac{q'' \pi D L}{\dot{m} C_p}$$

با توجه به ثابت بودن q'' ، افزایش \dot{m} به معنی کاهش ΔT_m می‌باشد.

۱۹. گزینه ۳ درست است.

$$\dot{Q}_{in}^0 - \dot{Q}_{out}^0 + \dot{Q}_g^0 = \dot{Q}_{st}^0$$

$$-hA(T - T_\infty) = \rho C V \frac{dT}{dt}$$

$$h = -\frac{\rho C V \frac{dT}{dt}}{A(T - T_\infty)} \xrightarrow[\frac{dT}{dt} = -24]{\frac{V}{A} = \frac{D}{6}} h = \frac{8500 \times 400 \times \frac{0.5 \times 10^{-2}}{6} \times 24}{68} = 1000 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

۲۰. گزینه ۲ درست است.

با استفاده از قانون جابجایی وین، طول موج حداکثر تشعشع طیفی جسم سیاه در دمای ۱۰۰۰K و ۳۰۰۰K برابر است با:

$$\lambda T = 3000 \Rightarrow \begin{cases} \lambda_1 = \frac{3000}{1000} = 3 \mu m \\ \lambda_2 = \frac{3000}{3000} = 1 \mu m \end{cases}$$

بنابراین تشعشع طیفی این دو جسم سیاه در حقیقت ماکزیمم تشعشع طیفی آنهاست $(E_{\lambda, \max})$. از طرفی می‌دانیم ماکزیمم

$$\frac{(E_{\lambda, \max})_1}{(E_{\lambda, \max})_2} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^5 = \left(\frac{1000}{3000} \right)^5 = \frac{1}{243}$$

تشعشع طیفی جسم سیاه با T^5 متناسب است پس: