boxsayalat

Friday, February 5, 2021 7:39 PM

boxsayalat

پاسخ تشریحی ترمودینامیک سیالات و انتقال حرارت

کنکور ارشدمهندسی مکانیک ۱۳۹۹

www.ostadsarlak.ir

گروه آموزشی استاد سرلک

حل توسط:

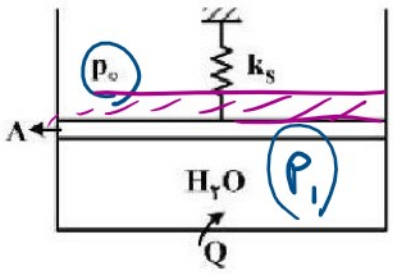
استاد سرلک

کانال خانه سیالات :

https://t.me/sayalat

نشر با ذکر منبع بلامانع است.

۵۱- یک پیستون ـ سیلندر بی‌اصطکاک در حالت اولیه حاوی مقداری بخار آب در فشار p_1 و حجم V_1 است. جرم پیستون ناچیز بوده و پیستون توسط یک فنر خطی با ثابت k_S بارگذاری شده است، که در حالت اولیه بدون کشیدگی / فشردگی است. در اثر انتقال حرارت به سیستم، حجم سیستم به V_2 و فشار آن به p_2 افزایش می‌یابد. اگر فشار جو p_0 بوده و سطح مقطع سیلندر A باشد، کار انجام شده توسط بخار آب در طی فرایند کدام است؟



F = kx

۱) $(V_2 - V_1)\left[\left(\frac{p_1 + p_2}{2}\right) + p_0\right]$

۲) $(V_2 - V_1)\left[\frac{k_S}{2A^2}(V_2 - V_1) + p_0\right]$

۳) $\frac{p_2 - p_1}{2}(V_2 - V_1)$

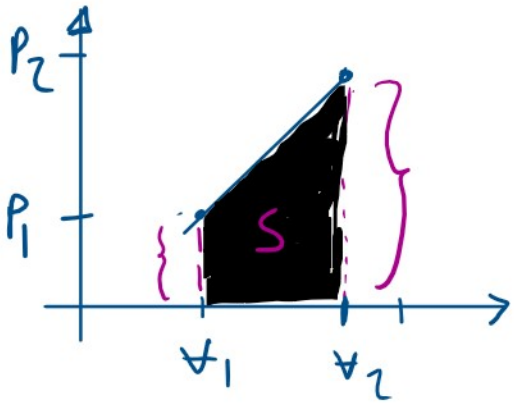
۴) $\frac{k_S}{2A^2}(V_2 - V_1)$

در حالت اول $P_0 A = P_1 A$

در حالت دوم $P_0 A + k_S\left(\frac{V_2 - V_1}{A}\right) = P_2 A$

$2P_0 A + k_S\left(\frac{V_2 - V_1}{A}\right) = (P_2 + P_1)A$

$\frac{P_1 + P_2}{2} = P_0 + k_S \frac{V_2 - V_1}{2A^2}$

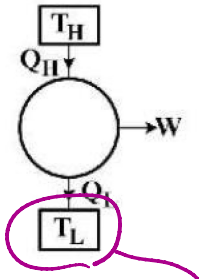


$W = S = \left(\frac{P_1 + P_2}{2}\right)(V_2 - V_1)$

$= (V_2 - V_1)\left(P_0 + k_S \frac{V_2 - V_1}{2A^2}\right)$

@sayalat
@sayalat_100

۵۲- در ماشین حرارتی زیر اگر S_{gen} ناشی از برگشت‌ناپذیری ماشین باشد، راندمان حرارتی η_{th}، برابر کدام است؟



۱) $1-\frac{T_L}{Q_L}\left(S_{gen}+\frac{Q_L}{T_H}\right)$ X

۲) $1-\frac{T_L}{Q_H}\left(S_{gen}-\frac{Q_H}{T_H}\right)$ X

۳) $1-\frac{T_L}{Q_H}\left(S_{gen}+\frac{Q_H}{T_H}\right)$

۴) $1-\frac{T_L}{T_H}$ X

$\eta = \frac{W_{rev}}{Q_H} = 1-\frac{T_L}{T_H}$

T_L

$\eta = \frac{W_{rev} - T_0 S_{gen}}{Q_H} = 1-\frac{T_L}{T_H} - \frac{T_L S_{gen}}{Q_H}$

$\eta = 1-\frac{T_L}{Q_H}\left(S_{gen}+\frac{Q_H}{T_H}\right)$

اگر فرض کنیم $S_{gen}=0$

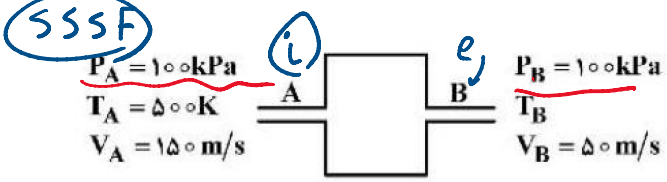
$1-\frac{T_L}{Q_H}\left(0-\frac{Q_H}{T_H}\right) = 1+\frac{T_L}{T_H}$ X

@sayalat
@sayalat_100

کنکور مکانیک
گروه آموزشی استاد سرلک
OstadSarlak.ir

$\Delta h = C_p \Delta T$

۵۳- در شکل زیر هوا (گاز ایدئال) در محفظهٔ عایق و بدون تبادل کار جریان دارد. درصورتی‌که $C_p = 1 \frac{kJ}{kg.K}$ باشد،



در مورد جهت جریان چه می‌توان گفت؟

۱) از A به B است.

۲) چنین جریانی وجود ندارد.

۳) از B به A است.

۴) جریان از هر دو سمت می‌تواند وارد شود.

$$\frac{dE}{dt} = \dot{Q} - \dot{W} + \dot{m}_i \left(h_i + \frac{V_i^2}{2}\right) - \dot{m}_e \left(h_e + \frac{V_e^2}{2}\right)$$

$$h_e + \frac{V_e^2}{2} = h_i + \frac{V_i^2}{2}$$

$$T_B = T_A + \frac{V_A^2}{2C_p} - \frac{V_B^2}{2C_p} \qquad T_B > T_A$$

$$T_B = 500 + \frac{22500}{2 \times 1000} - \frac{2500}{2000}$$

$$S_{gen} = \Delta S_{C.V} + \Delta S_{sur}$$

$$\Delta S_{AB} = C_p \ln \frac{T_B}{T_A} - R \ln \frac{P_b}{P_a}$$

$$\Delta S_{AB} > 0$$

@sayalat
@sayalat_100

کنکور مکانیک
گروه آموزشی استاد سرلک
OstadSarlak.ir

۵۴- به دو سیستم یکی باز SSSF و دیگری بسته، هر دو دارای سیال یکسان، مقدار حرارت $q^*\ (\frac{kJ}{kg})$ یکسان داده می‌شود. تولید آنتروپی به‌ازای واحد جرم کدام‌یک بیشتر خواهد بود؟ (فرض کنید دما و فشار اولیهٔ سیستم بسته به‌ترتیب با دما و فشار ورودی سیستم باز، یکسان است.)

۱) تولید آنتروپی هر دو سیستم صفر است.
۲) تولید آنتروپی سیستم باز بیشتر است.
۳) تولید آنتروپی هر دو سیستم غیر صفر و یکسان است.
۴) تولید آنتروپی سیستم بسته بیشتر است.

برای حجم کنترل:

$$\dot{S}_{gen} = \left(\frac{dS}{dt}\right)^{\circ}_{c.v} + \sum \dot{m}_e s_e - \sum \dot{m}_i s_i - \sum \frac{\dot{Q}}{T}$$

$$\dot{S}_{gen} = \sum \dot{m}_e s_e - \sum \dot{m}_i s_i - \frac{\dot{Q}}{T} = \dot{m}\Delta S - \frac{\dot{Q}}{T}$$

برای سیستم بسته

$$S_{gen} = \Delta S_{sys} + \Delta S_{sur}$$

$$\dot{S}_{gen} = \dot{m}\Delta S - \frac{\dot{Q}}{T}$$

فرض کردیم سیال ما تراکم‌ناپذیری باشد.

$$\Delta S = C \ln \frac{T_2}{T_1}$$

برای سیستم باز:

$$\frac{dE}{dt}^{\circ} = \dot{Q} - \dot{W}^{\circ} + \dot{m}_i h_i - \dot{m}_e h_e$$

$$\dot{m}_e h_e = \dot{Q} + \dot{m}_i h_i \rightarrow h_e = \frac{\dot{Q}}{\dot{m}} + h_i$$

$$T_e = \frac{\dot{Q}}{\dot{m} c_p} + T_i$$

برای سیستم بسته (مخزن صلب)

$$\dot{Q} - \dot{W}^{\circ} = \frac{dU}{dt} = \dot{m}_2 u_2 - \dot{m}_1 u_1$$

$$u_2 = \frac{\dot{Q}}{\dot{m}} + u_1 \rightarrow T_2 = \frac{\dot{Q}}{c_v \dot{m}} + T_1$$

@sayalat
@sayalat_100

۵۵- آب اشباع در یک فشار مشخص و با یک نرخ معلوم وارد یک اتاق اختلاط می‌شود. بخار اشباع نیز با همان فشار و دبی از سمت دیگر وارد اتاق اختلاط شده و جریان حاصل از اتاق اختلاط خارج می‌شود. در این‌صورت بازگشت‌ناپذیری فرایند چقدر خواهد بود؟ (T_0 دمای محیط است.)

۱) صفر ✓

۲) $T_0\left(\frac{s_g - s_f}{2}\right)$

۳) $2T_0(s_g + s_f)$

۴) $T_0\left(\frac{s_f + s_g}{2}$

دکتری ۹۶

$x = \frac{m_g}{m_{tot}} = \frac{1}{2}$

$(S_{c.v})_1 = 0$

$(S_{c.v})_2 = 2m(s_f + x s_{fg}) = 2m\left(s_f + \frac{1}{2}(s_g - s_f)\right)$

$= m(s_f + s_g)$

$\Delta S_{c.v} = \sum m_i s_i - \sum m_e s_e + \sum \frac{Q}{T} + S_{gen}$

$m(s_f + s_g) = m s_f + m s_g - 0 + 0 + S_{gen}$

$S_{gen} = 0$

@sayalat
@sayalat_100

C_2H_5OH C_2H_6

۵۶- اتان و اتانول در شرایط استوکیومتریک در دو محفظهٔ جدا با هوا واکنش می‌دهند. دمای نقطهٔ شبنم محصولات در کدام‌یک بیشتر است؟ (فشار نهایی محصولات حاصل از احتراق در هر دو یکسان است)

۱) دمای نقطهٔ شبنم محصولات در احتراق اتانول زیاد است.

۲) دمای نقطهٔ شبنم محصولات در احتراق اتان زیاد است.

۳) دمای نقطهٔ شبنم محصولات بستگی به نوع سوخت ندارد.

۴) دمای نقطهٔ شبنم محصولات به دلیل تعداد مول یکسان آب، با هم برابر است.

C ✓
H ✓
O

$$C_2H_6 + 3.5\,(O_2 + 3.76\,N_2) \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O + 3.5\times3.76\,N_2$$

$$C_2H_5OH + 3\,(O_2 + 3.76\,N_2) \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O + 3\times3.76\,N_2$$

C_2H_6 / فشار آب:

$$P_{H_2O} = \frac{3}{2+3+3.5\times3.76}\,P_{tot}$$

C_2H_5OH / فشار آب:

$$P_{H_2O} = \frac{3}{2+3+3.3.76}$$

P_{H_2O} for C_2H_5OH > P_{H_2O} for C_2H_6

@sayalat
@sayalat_100

۵۷- یک کمپرسور زمینی، هوا را از محیطی با دمای $15^{\circ}C$ به درون می‌مکد. سرعت هوا در ورود به کمپرسور $100\frac{m}{s}$ است. دمای سکون هوا در مقطع ورود به کمپرسور، چند کلوین است؟ $C_{p_0} = 1/0\ \frac{kJ}{kg.K}$

۱) ۲۸۳
۲) ۲۸۸
۳) ۲۹۳
۴) ۳۳۸

@sayalat
@sayalat_100

کنکور مکانیک
گروه آموزشی استاد سرلک
OstadSarlak.ir

@sayalat
@sayalat_100

۵۸- اگر نیروی لازم برای بسته نگاه داشتن دریچهٔ شکل الف R باشد، نیروی لازم برای بسته نگاه داشتن دریچهٔ شکل ب، چقدر است؟ (پهنای دریچه‌ها ۱m منظور شود.)

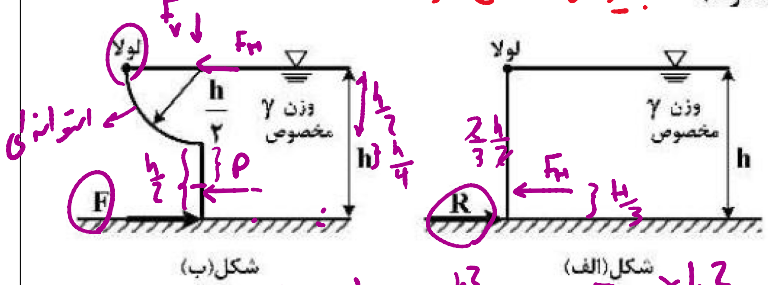
باید ذوزنقه می‌گرفت.

۱) $\frac{F}{R}=\frac{۴}{۵}+\frac{\pi}{۶}$

۲) $\frac{F}{R}=\frac{۵}{۶}+\frac{\pi}{۸}$

۳) $\frac{F}{R}=\frac{۴}{۵}+\frac{\pi}{۸}$

۴) $\frac{F}{R}=\frac{۵}{۶}+\frac{\pi}{۶}$



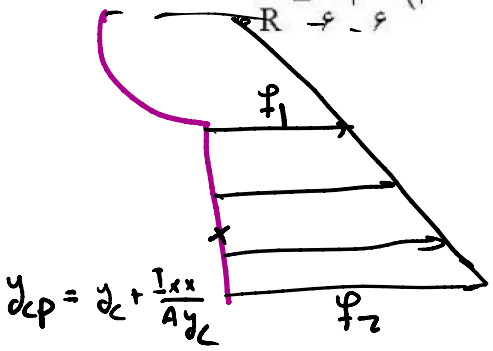
شکل(ب) شکل(الف)

$F_V=\gamma\forall=\gamma\times\frac{1}{4}\pi\frac{h^2}{4}=\frac{\pi}{16}\gamma h^2$

$P=\gamma h_c A=\gamma(\frac{3}{4}h)(\frac{h}{2})=\frac{3}{8}\gamma h^2$

$\sum M_{\text{لولا}}=0 \quad F\times h=F_V\frac{h}{2}+P\times\frac{5h}{6}$

$F=\frac{\pi}{32}\gamma h^2+\frac{15}{46}\gamma h^2$



$F_H=\gamma h_c A=\frac{1}{2}\gamma h^2$

$\sum M_O=0 \quad R\times h=F\times\frac{2h}{3}\longrightarrow R=\frac{1}{3}\gamma h^2$

$\frac{F}{R}=\frac{3\pi}{32}+\frac{45}{46}$

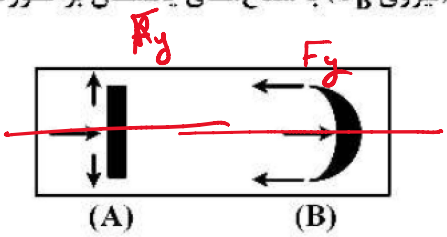
$y_{cp}=y_c+\frac{I_{xx}}{Ay_c}$

$=\frac{3}{4}h+\frac{\frac{1}{12}\times1\times(\frac{h}{2})^3}{(\frac{h}{2}\times1)(\frac{3}{4}h)}$

@sayalat
@sayalat_100

۵۹- جت آبی با شرایط یکسان به یک دیسک (نیروی F_A) و یک نیمکره (نیروی F_B) با شعاع‌های یکسان برخورد می‌کند. مقدار $\frac{F_A}{F_B}$، کدام است؟ (از اصطکاک صرف‌نظر شود)

۱) ۰/۲
۲) ۴/۰
۳) ۲/۰
۴) ۰/۵



$R_A = \dot{m}V$

$R_B = 2\dot{m}V$

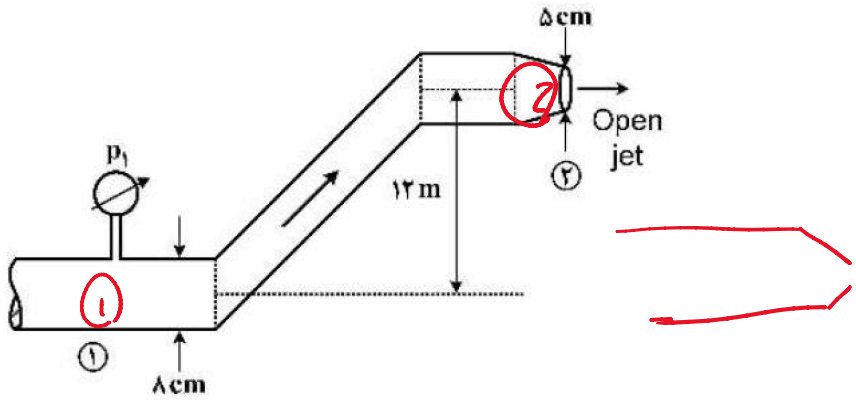
$\frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{2}$

$\Sigma F_x = (\dot{m}V)_{out} - (\dot{m}V)_{in}$

$R_x = \dot{m}V(1-\cos\theta)$

@sayalat
@sayalat_100

۶۰- مطابق شکل زیر گازوئیل با چگالی $۶۸۰\frac{kg}{m^3}$ و با دبی جرمی $۱۲/۲۳\frac{kg}{s}$ از مسیری که افت‌های اصطکاکی آن قابل صرف‌نظر است؛ عبور کرده و به اتمسفر تخلیه می‌شود. فشار نسبی در مقطع ۱، چند کیلو پاسکال است؟



۱) ۱۰۴
۲) ۱۰۶
۳) ۱۰۸
۴) ۱۱۰

پاسخ: گزینه ۱ و ۲ صحیح است.(مثال متشابه با این تست و تست های این تیپی بسیار حل شده فقط تنها مشکل این تست نیاز به یک ماشین حساب بود که بنده را یاد تست های استوکیومتری کنکور سراسری انداخت، باید از طراح محترم بابت یاد آوری اینکه میشود تستی داد که درگیر ضرب و تقسیم شویم بسیار قدر دانی کرد، چون بدون شک هدف کنکور ارشد مهندسی مکانیک افزایش توانایی دانشجویان در ضرب و تقسیم می باشد و ضرب و تقسیم معیار خوبی برای سنجش دانشجو برای ورود به مقطع ارشد می باشد!!!)

بدون شک تست فوق بی کیفیت ترین تست باکس سیالات بوده و با توجه به حل این موضوع را متوجه خواهید شد، بدون شک این تست طبق متن اعتراضی که با توجه به راه حل تشریحی زیر در کانال اینجانب منتشر خواهد تاثیر مثبت خواهد شد، یا به عبارتی عزیزانی که غیر از گزینه ۱ یا ۲ را زده اند نمره منفی نخواهند گرفت.

@sayalat
@sayalat_100

$$\frac{P_1}{\gamma}+\frac{v_1^2}{2g}+Z_1=\frac{P_2}{\gamma}+\frac{v_2^2}{2g}+Z_2$$

$$\dot{m}=12.33=\rho A_1 V_1$$

$$P_1=\frac{1}{2}\rho(v_2^2-v_1^2)+12\gamma$$

$$V_1=\frac{12.33}{680\times\frac{\pi}{4}\times64\times10^{-4}}$$

$$v_1=\frac{12.23\times4}{680\times\pi\times64\times10^{-4}}=3.58$$

$$v_2=\frac{12.23\times4}{680\times\pi\times25\times10^{-4}}=9.16$$

$$P_1=\frac{1}{2}\rho(v_2^2-v_1^2)+12\gamma$$

$$P_1=\frac{1}{2}680(9.16^2-3.58^2)+12(680\times g)$$

$$g=10$$

$$P_1=24170+81600=106$$

$$g=9.8$$

$$P_1=24170+79968=104$$

حال باید از طراح محترم سوال نمود شتاب گرانش مورد نظر شما چند مول بوده است و تا چند رقم اعشار باید در نظر میگرفتیم.

@sayalat
@sayalat_100

کنکور مکانیک
گروه آموزشی استاد سرلک

۶۱- در جریان چرخشی، کدام گزینه برای توابع پتانسیل سرعت و تابع جریان صادق است؟

۱) تابع ϕ وجود ندارد.

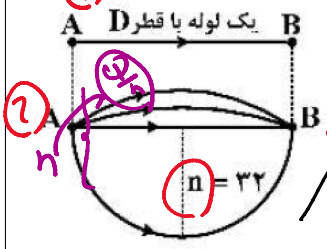
۲) تابع ψ وجود ندارد.

۳) $\nabla^2\phi = 0 \, , \, \nabla^2\psi = 0$

۴) $\nabla^2\phi \neq 0 \, , \, \nabla^2\psi \neq 0$

@sayalat
@sayalat_100

۶۲- در سیستم لوله‌کشی بین دو نقطهٔ A و B همانند شکل زیر، اگر به‌جای یک لولهٔ بزرگ با قطر D از ۳۲ لوله با همان طول و همان ضریب اصطکاک و قطر d که به‌صورت موازی بین دو نقطه بسته شده‌اند؛ استفاده کنیم، به‌طوری‌که مجموع لوله‌های موازی همان میزان دبی و افت فشار را داشته باشند، کدام رابطه صحیح است؟



۱) $d = \frac{D}{۳۲^۲}$

۲) $d = \frac{۱}{۴} D$

۳) $d = \frac{۱}{۳۲} D$

۴) $d = \frac{D}{\sqrt[۳]{۳۲^۲}}$

@sayalat
@sayalat_100

۶۳- یک هواپیمای کوچک به جرم $950\ kg$ در حال سقوط آزاد است. به منظور این‌که هواپیما با سرعت مطمئنهٔ $v = 5\frac{m}{s}$ به زمین برخورد کند، از یک چتر نجات به شکل نیمکره به قطر D استفاده شده است. اگر ضریب درگ نیمکره $C_D = 1/2$ ، $g = 9/8\frac{m}{s^2}$ و چگالی هوا $\rho = 1/2\frac{kg}{m^3}$ باشد، مساحت پارچهٔ استفاده شده در چتر نجات چند مترمربع است؟

۱) ۱۲۹/۳
۲) ۲۵۶/۶
۳) ۵۱۷/۲
۴) ۱۰۳۴/۴

$\Sigma F_y = 0$

$mg = \frac{1}{2}\rho C_D A V^2$

$A = \frac{mg}{\frac{1}{2}\rho C_D V^2} = \frac{950 \times 9.8}{\frac{1}{2} \times 1.2 \times 1.2 \times 25} = 517.22$

$A_{circle} = \pi R^2 = 517.22$

$A_{semi-sp} = 2\pi R^2 = 1034.44$

@sayalat
@sayalat_100

کنکور مکانیک
گروه آموزشی استاد سرلک

$P = \rho R T \rightarrow \frac{\partial \rho}{\partial T} = -\frac{\rho}{RT^2}$

۶۴- یک استوانه به شعاع b محتوی گاز کامل با سرعت زاویه‌ای ω به حول محور خود می‌چرخد. چگالی گاز ρ و فشار آن p است. تغییرات چگالی برحسب شعاع و دمای گاز، کدام است؟

$\rho = f(r, T)$

$d\rho = \left(\frac{\partial \rho}{\partial T}\right)_r dT + \left(\frac{\partial \rho}{\partial r}\right)_T dr$

$\left(\frac{\partial \rho}{\partial r}\right) = \left(\frac{\partial \rho}{\partial P}\right)\left(\frac{\partial P}{\partial r}\right) = \left(\frac{1}{RT}\right)(-\rho r\omega^2)$

$\frac{\partial \rho}{\partial r} = -\rho a_r = -\rho r\omega^2$

$d\rho = \left(-\frac{\rho}{RT^2}\right) dT + \left(-\frac{\rho r\omega^2}{RT}\right) dr$

$d\rho = -\frac{\rho}{T} dT + \left(-\frac{\rho r\omega^2}{RT}\right) dr$

$\frac{d\rho}{\rho} = -\frac{dT}{T} + \left(-\frac{r\omega^2}{RT}\right) dr$

$\ln \rho = -\ln T - \frac{\omega^2 (b^2 - r^2)}{2RT}$

$\ln \rho T = -\frac{\omega^2}{2RT}(b^2 - r^2)$

$\rho T = e^{-\frac{\omega^2}{2RT}(b^2 - r^2)}$

$\rho = \frac{1}{T} e^{-\frac{\omega^2}{2RT}(b^2 - r^2)}$

۱) $\rho \sim T^2 e^{-\frac{\omega^2}{2RT^2}(b^2 - r^2)}$

۲) $\rho \sim T e^{-\frac{\omega^2}{2RT}(b^2 - r^2)}$

۳) $\rho \sim \frac{e^{-\frac{\omega^2}{2RT}(b^2 - r^2)}}{T}$

۴) $\rho \sim \frac{e^{\frac{\omega^2}{2RT}(b^2 - r^2)}}{T^2}$

$\rho \propto \frac{1}{T}$

$\rho \propto \rho$

@sayalat
@sayalat_100

۶۵- یک لوله به شعاع داخلی r_i و شعاع خارجی r_o با دمای سطح داخلی T_i و سطح خارجی T_o را در نظر بگیرید. ضریب هدایت لوله تابع دما بوده و ممکن است به‌صورت $k = k_\circ(1+aT)$ نمایش داده شود که $k_\circ$ و a ثابت هستند. مقاومت حرارتی هدایت R_{cond} به ازای هر متر لوله، کدام است؟

۱) $\dfrac{\ln(r_\circ/r_i)}{\pi k_\circ\left[1+\frac{a}{2}(T_\circ - T_i)\right]}$

۲) $\dfrac{\ln(r_\circ/r_i)}{\pi k_\circ\left[1+\frac{a}{2}(T_\circ + T_i)\right]}$

۳) $\dfrac{\ln(r_\circ/r_i)}{2\pi k_\circ\left[1+\frac{a}{2}(T_\circ - T_i)\right]}$

۴) $\dfrac{\ln(r_\circ/r_i)}{2\pi k_\circ\left[1+\frac{a}{2}(T_\circ + T_i)\right]}$

$q = \dfrac{\Delta T}{R}$

$q = \dfrac{\int -k\,dT}{\int \frac{dr}{A}} = \dfrac{k_\circ \int_{T_\circ}^{T_i}(1+aT)\,dT}{\int_{r_i}^{r_\circ}\frac{dr}{2\pi rL}} = \dfrac{k_\circ\left(T+\frac{a}{2}T^2\right)_{T_\circ}^{T_i}}{\frac{1}{2\pi L}\ln\frac{r_\circ}{r_i}}$

$q = \dfrac{2\pi L k_\circ\left(1+\frac{a}{2}(T_i+T_\circ)\right)(T_i - T_\circ)}{\ln\frac{r_\circ}{r_i}}$

$\frac{1}{R}$

$R = \dfrac{\ln\frac{r_\circ}{r_i}}{2\pi L k_\circ\left(1+\frac{a}{2}(T_i+T_\circ)\right)}$

روش تستی

$R_{\text{استوانه}} = \dfrac{\ln\frac{r_2}{r_1}}{2\pi L k_{eff}}$

$k_{eff}\,\Delta T = \int_{T_1}^{T_2} k\,dT \rightarrow k_{eff} = \dfrac{\int_{T_i}^{T_\circ} k_\circ(1+aT)\,dT}{\Delta T}$

$k_{eff} = k_\circ\left(1+\frac{a}{2}(T_\circ + T_i)\right)$

@sayalat
@sayalat_100

کنکور مکانیک
گروه آموزشی استاد سرلک
OstadSarlak.ir

@sayalat
@sayalat_100

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$\dot{m} = \rho Q = \rho A V$$

$$\rho V = \frac{\dot{m}}{A} = \frac{2\times10^{-7}}{\frac{\pi}{4}\times 9\times10^{-6}} = \frac{8}{9\pi}\times10^{4}$$

آرام

$$Re = \frac{8}{9\pi}\times10^{4}\times\frac{3\times10^{-3}}{4\times10^{-7}} = \frac{2}{9}\times10^{3} \quad < 2300$$

$$\frac{Le}{D} = 0.05\, Re_D\, Pr \rightarrow \frac{\mu c_p}{k}$$

$$Le = 5\times10^{-2}\times 3\times10^{-3}\times\frac{2}{9}\times10^{3}\times\frac{4\times10^{-7}\times 1200}{24} = 6.66\times10^{-7}\ m$$

$$= 0.066\ m$$

می توان بریان را از همان ابتدا توسعه یافته در نظر گرفت

$$Nu = 3.66 = \frac{hD}{k} \rightarrow h = \frac{3.66\times 24}{3\times10^{-3}} = 29280$$

30 W

$$u = \left(\frac{V}{L}\right) y$$

$$0 = k \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \mu \left(\frac{V}{L}\right)^2$$

$$\frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = -\frac{\mu}{k}\left(\frac{V}{L}\right)^2 = C_0$$

$$\frac{\partial T}{\partial y} = C_0 y + C_1 \longrightarrow T = \frac{C_0}{2} y^2 + C_1 y + C_2$$

① $y = 0 \quad T = T_0 \longrightarrow C_2 = T_0$ ✓

② $y = L \quad T = T_0 \longrightarrow T_0 = \frac{C_0}{2} L^2 + C_1 L + T_0 \rightarrow C_1 = -\frac{C_0 L}{2}$ ✓

$$\frac{dT}{dy} = 0 \qquad C_0 y - \frac{C_0 L}{2} = 0 \longrightarrow y = \frac{L}{2}$$

پرانتل گازها $Pr \simeq 1$

$Pr_{\text{هوا}} = 0.7$

$$\frac{\delta_h}{\delta_t} = Pr^{\frac{1}{3}}$$

$$\delta_h < \delta_t$$

$$\frac{F_{32}}{F_{31}}$$

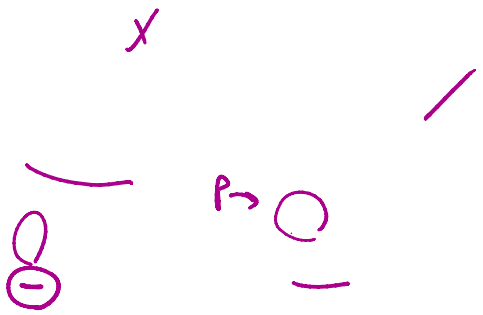
$F_{11} + F_{12} + F_{13} = 1 \quad F_{11} = 0 \quad F_{12} = \quad F_{13} = 1$

$F_{31} = \frac{A_1}{A_3} \quad F_{13} = \frac{A_1}{A_3}$

$F_{21} + F_{22} + F_{23} = 1 \quad F_{21} = 0 \quad F_{22} = 0 \quad F_{23} = 1$

$F_{32} = \frac{A_2}{A_3} F_{23} = \frac{A_2}{A_3}$

$$\frac{F_{32}}{F_{31}} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4}(4d^2 - d^2)}{\frac{\pi}{4} d^2} = 3$$



$$\frac{T_{mo} - T_w}{T_{mi} - T_w} = \exp\left(-\frac{P h L}{\dot{m} c_p}\right) \qquad P = \pi D$$

$$\dot{m} = \rho Q = \rho A V = \rho \frac{\pi}{4} D^2 V$$

$$\frac{T_{mo} - T_w}{T_{mi} - T_w} = \exp\left(-\frac{4 h L}{\rho D V c_p}\right)$$

$$T_{mo} - T_w = (T_{mi} - T_w) \exp\left(-\frac{4 h L}{\rho D V c_p}\right)$$