

حرارت و سیالات

۱. مقداری هوای مرطوب را گرم کرده پس از اسپری آب با دمای محیط عبور می‌دهیم، نقطه شبنم و رطوبت نسبی آن به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

- (۱) کاهش می‌یابد - ممکن است کاهش یابد
(۲) افزایش می‌یابد - حتماً افزایش می‌یابد
(۳) کاهش می‌یابد - حتماً افزایش می‌یابد
(۴) افزایش می‌یابد - ممکن است کاهش یابد

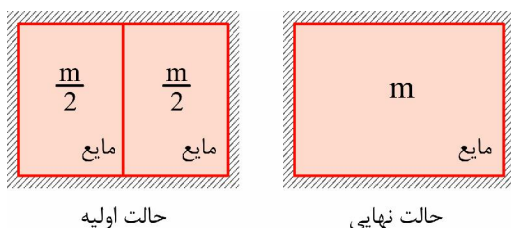
۲. یک سیستم بسته که جداره آن عایق حرارتی و جرم کل m است، مطابق شکل زیر از مخلوط دو مایع یکسان با جرم‌های مساوی $\left(\frac{m}{2}\right)$ و با دماهای اولیه T_1, T_2 تشکیل شده است. غشای بین دو قسمت خود به خود پاره شده و دو مایع با یکدیگر مخلوط می‌شوند. مایع تراکم‌ناپذیر و ظرفیت گرمایی آن C است. انتروپی تولیدی طی این فرآیند، کدام است؟

$$(۱) \quad \frac{mc}{2} \ln \left[\frac{(T_1 + T_2)^2}{2T_1 T_2} \right]$$

(۲) ۰

$$(۳) \quad s_{\text{gen}} = mc \ln \left[\frac{T_1 + T_2}{2(T_1 T_2)^{\frac{1}{2}}} \right]$$

$$(۴) \quad mc \frac{(T_1 + T_2)^2}{2(T_1 T_2)}$$



۳. برای ماده خالصی که گاز کامل نیست، رابطه $u = A + BPv$ بین انرژی داخلی (u) ، فشار (P) و حجم مخصوص (v) برقرار است. (A, B) ثابت هستند. رابطه بین v, P در فرایند بی‌درو، برگشت پذیر برای یک سیستم بسته، چگونه است؟

$$(۲) \quad \frac{B+1}{PV} = \text{ثابت}$$

$$(۱) \quad \frac{B+1}{PV} = \text{ثابت}$$

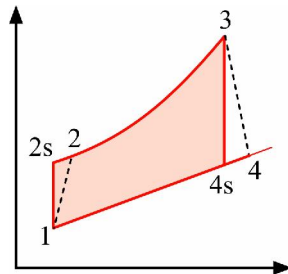
$$(۴) \quad \frac{B+1}{VP} = \text{ثابت}$$

$$(۳) \quad PV = X \text{ ثابت}$$

۴. یک کیلو مول پروپان (C_3H_8) با 60 درصد هوای اضافی می‌سوزد. اگر تنها 80 درصد کربن به CO_2 تبدیل شود و بقیه به صورت CO در گازهای خروجی باقی بماند، چند کیلو مول گاز اکسیژن در گازهای حاصل از احتراق، وجود خواهد داشت؟

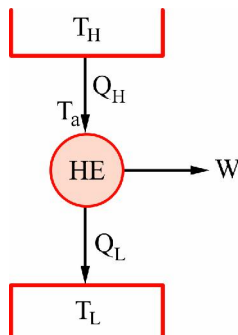
- (۱) 3 (۲) 2.82 (۳) 2.52 (۴) 3.3

۵. در یک نیروگاه گازی، راندمان کمپرسور و توربین برابر فرض می‌شود، مقدار این راندمان برای وقتی که راندمان کل نیروگاه η_{th} صفر باشد، بطور تقریبی به کدام مقادیرهای زیر نزدیک‌تر کدام است؟ در این سیکل $T_1 = 300\text{ K}$ ، $T_4 = 600\text{ K}$ فرض شود. در این چرخه تغییر فشار تنها در کمپرسور و توربین اتفاق می‌افتد.



- (۱) 0.5 (۲) 0.6 (۳) 0.2 (۴) 0.7

۶. ماشین حرارتی شکل زیر، که چرخه کارنو است به منبع حرارتی با دمای T_H (منبع گرم) و منبع حرارتی با دمای T_L (منبع سرد) متصل است. به علت مقاومت حرارتی، دمای گرم‌ترین نقطه ماشین (T_a) با دمای منبع گرم (T_H) اختلاف دارد، و مقدار حرارت منتقل شده برابر است با $Q_H = K(T_H - T_a)$ که k مقدار ثابتی است. حداکثر کار خروجی ماشین به ازای چه مقدار T_a حاصل می‌شود؟



- (۱) $T_a = \sqrt{T_H T_L}$
(۲) $T_a = \frac{T_H T_L}{T_H + T_L}$
(۳) $T_a = \frac{2 T_H T_L}{T_H + T_L}$
(۴) $T_a = \frac{T_L + T_H}{2}$

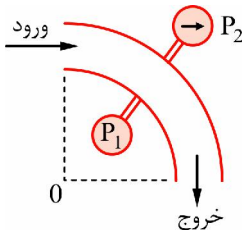
۷. گزینه نادرست کدام است؟

- (۱) $p = -\left(\frac{\partial a}{\partial v}\right)_T$
(۲) $v = \left(\frac{\partial g}{\partial T}\right)_P$
(۳) $v = \left(\frac{\partial g}{\partial p}\right)_T$
(۴) $p = -\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_s$

۸. دو لوله با قطرهای یکسان، یکی صاف و دیگری زیر موجود است. اگر عدد رینولدز جریان 100 باشد، دقیق‌ترین پاسخ برای افت فشار است؟

- (۱) بستگی به زبری نسبی لوله، دارد.
(۲) در لوله صاف کم‌تر است.
(۳) در دو لوله، مساوی است.
(۴) بستگی به رژیم جریان (آرام و یا آشفته) دارد.

۹. در یک زانویی 90° افقی، سیال غیرلزجی مطابق شکل زیر، جریان دارد. فرض کنید سیال از نوع تراک پذیر بوده و تغییرات دانسیته آن به صورت رابطه $\rho(r) = Ar^2$ باشد (A ثابت است). در ضمن بین دو فشار سنج پروفیل سرعت به صورت رابطه $V(r) = \frac{B}{r}$ باشد (B ثابت است). اگر اختلاف فشار بین دو فشار سنج به صورت رابطه $\Delta P = P_2 - P_1 = c \ln \frac{R_2}{R_1}$ باشد، مقدار ضریب C کدام است؟ (R_1 شعاع داخل و R_2 شعاع خارج زانویی می باشند).



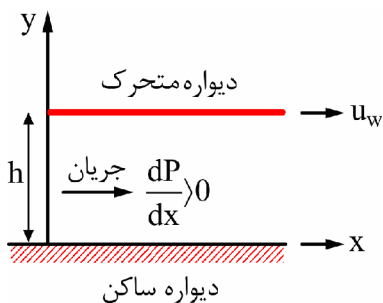
$$C = AB^2 \quad (1)$$

$$C = A^2 B \quad (2)$$

$$C = AB \quad (3)$$

$$C = A^2 B^2 \quad (4)$$

۱۰. جریانی از یک سیال لزج (یا لزجت μ) بین دو سطح تخت موازی که یکی ساکن و دیگری متحرک (با سرعت u_w) است، تحت گرادیان فشار مثبت ($\frac{dp}{dx} > 0$) و به صورت پایا برقرار است. دوباره تغییرات فشار (P) و تنش برشی در صفحه xy (τ) در سیال گزینه صحیح، کدام است؟



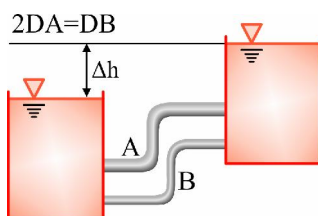
$$\frac{d\tau}{dy} < \frac{dp}{dx} \quad (1)$$

$$\frac{d\tau}{dy} > \frac{dp}{dx} \quad (2)$$

$$\frac{d\tau}{dx} = \frac{dp}{dx} \quad (3)$$

$$\frac{d\tau}{dy} = \frac{dp}{dx} \quad (4)$$

۱۱. در شکل روبرو، دو مخزن توسط لوله های A, B به یکدیگر متصل شده اند قطر لوله B دو برابر قطر لوله A می باشد. اگر طول و ضریب اصطکاک دو لوله برابر باشد، نسبت دبی لوله ها $\frac{Q_A}{Q_B}$ برابر کدام است؟ (از افت های جزئی صرف نظر کنید) (قطر لوله B دو برابر قطر لوله A است).



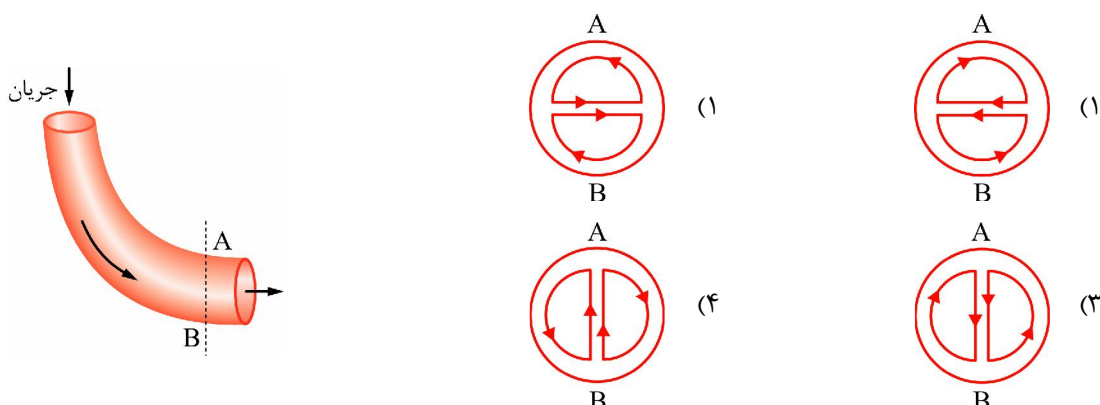
$$\frac{1}{4} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2\sqrt{2}} \quad (2)$$

$$\frac{\sqrt{2}}{8} \quad (3)$$

$$1 \quad (4)$$

۱۲. جریانی از سیال در یک لوله خمیده برقرار است. شکل کلی جریان ثانویه در مقطع AB به کدام صورت زیر است؟



۱۳. تابع جریان برای یک جریان خاص به صورت زیر داده شده است:

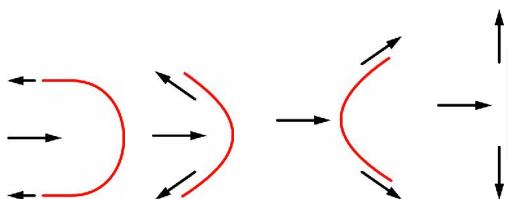
$$\psi = U_{\infty} y \left(1 - \frac{R^2}{x^2 + y^2} \right)$$

اگر R, U_{∞} ثابت باشند، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است.

(۱) جریان غیر چرخشی و تراکم‌پذیر است. (۲) جریان غیردائمی و تراکم‌پذیر است.

(۳) جریان دائمی و تراکم‌پذیری است. (۴) جریان غیر چرخش و غیرقابل تراکم است.

۱۴. آب به چهار جسم ثابت در حالت‌های زیر با دبی جرمی یکسان و سرعت یکسان وارده شده و به طوری مساوی از دو گوشه جسم خارج می‌شود. حالت‌های مختلف را بر مبنای بزرگی نیروی افقی وارد بر جسم از طرف آب، مرتب کنید؟



(۱) $a > b > c > d$

(۲) $a > b > d > c$

(۳) $a = b = c = d$

(۴) $c > d > b > a$

۱۵. توزیع درجه حرارت در یک لحظه زمانی معین در یک دیوار به ضخامت 50 سانتی‌متر به صورت

$$T = 1800 - 4x^2$$

داده شده است. T بر حسب درجه سانتی‌گراد و x بر حسب سانتی‌متر است. اگر ضریب نفوذ

حرارتی برای دیوار $\alpha = 2.5 \times 10^{-4}$ باشد، تغییرات درجه حرارت در وسط دیوار نسبت به زمان چند $\frac{^{\circ}\text{C}}{\text{s}}$ است؟

(۱) -0.02 (۲) -1 (۳) -2 (۴) -0.002

۱۶. سیالی با گرمای ویژه $4000 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$ و با نرخ 0.018 کیلوگرم در ثانیه از درون لوله‌ای با قطر داخلی 4 سانتی‌متر

عبور می‌کند. اگر جریان آرام باشد و دمای سطح خارجی لوله ثابت نگه داشته شود، تغییرات درجه حرارت دمای سیال در هر متر طول لوله بطور تقریب چند درجه سانتی‌گراد است؟ (اختلاف دمای دیوار لوله و سیال 40 درجه

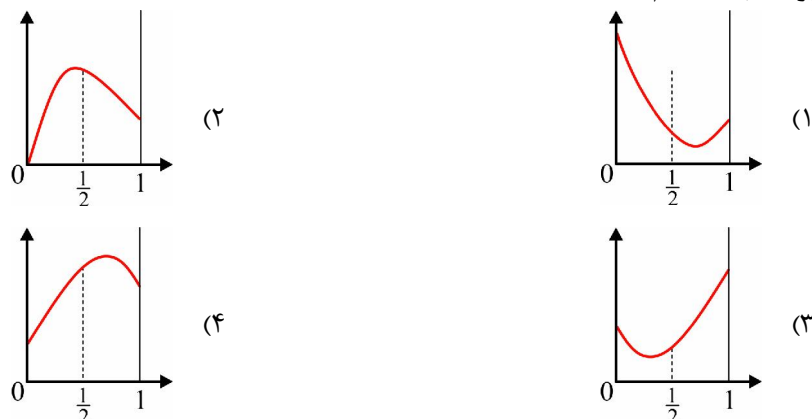
سانتی‌گراد و ضریب هدایت حرارتی سیال $0.4 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$ می‌باشد).

(۱) 2.5 (۲) 2.25 (۳) 1.25 (۴) 5

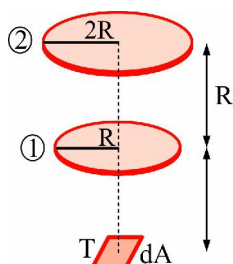
۱۷. شرایط هدایت حرارتی دائمی، یک بعدی با چشمه حرارتی را در نظر بگیرید. معادله حاکم برابر با $\frac{d^2T}{dx^2} + q = 0$

و شرایط مرزی به صورت $\frac{\partial T}{\partial x}\bigg|_{x=0} = 1, \frac{\partial T}{\partial x}\bigg|_{x=1} = -2$ است و دامنه حل مسئله $0 < x < 1$ است. تغییرات توزیع دما

بر حسب x کدام است؟



۱۸. المان dA سیاه پخش کننده کامل و دمای آن T است. تشعشع رسیده به دیسک ۱ نسبت به تشعشع رسیده به واحد سطح دیسک ۱ وقتی دیسک ۱ را برداریم، کدام است؟



(۱) دو برابر

(۲) یک برابر

(۳) یک چهارم برابر

(۴) هشت برابر

۱۹. در یک محفظه عمودی درجه حرارت سطح گرم T_H و سطح سرد T_C و فاصله بین دو صفحه L و ارتفاع صفحات H می باشد. اگر ضریب هدایتی هوا در داخل محفظه K و ضریب جابه جایی آزاد h باشد، مقدار تئوری عدد نوسلت در موقع تغییر مکانیزم حرارت از هدایت به جابه جایی آزاد چقدر است؟

$$Nu = \frac{hK}{L} \quad (۴) \quad Nu = 1 \quad (۳) \quad Nu = 2 \quad (۲) \quad Nu = \frac{h}{K} \quad (۱)$$

۲۰. در یک مبدل حرارتی پوسته لوله، سیال داغ داخل لوله ها جریان دارد، در حالیکه آب در سمت پوسته در حال جوشیدن است. کدام آرایش جریان برای این مبدل از نظر حرارتی مناسب تر است؟

(۲) جریان موازی (همسو)

(۱) جریان مخالف (ناهمسو)

(۴) عملکرد این مبدل به آرایش جریان بستگی ندارد.

(۳) جریان متقاطع

پاسخ تشریحی

۱. گزینه ۴ درست است.

۲. گزینه ۳ درست است.

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = \frac{m}{2} C \ln \frac{T_f}{T_1} + \frac{m}{2} C \ln \frac{T_f}{T_2}$$

T_f : دمای تعادل

$$\Rightarrow \Delta S = \frac{m}{2} C \ln \frac{T_f^2}{T_1 T_2} = m C \ln \frac{T_f}{(T_1 T_2)^{\frac{1}{2}}} \quad (I)$$

به دست آوردن T_f :

اگر فرض کنیم $T_2 < T_1$ آن گاه $T_2 < T_f < T_1$ و داریم:

$$|Q_1| = |Q_2| \Rightarrow \frac{m}{2} C (T_1 - T_f) = \frac{m}{2} C (T_f - T_2) \Rightarrow T_f = \frac{T_1 + T_2}{2} \quad (II)$$

$$(I), (II) \Rightarrow \Delta S = m C \ln \left(\frac{T_1 + T_2}{2 \sqrt{T_1 T_2}} \right)$$

۳. گزینه ۲ درست است.

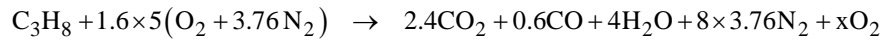
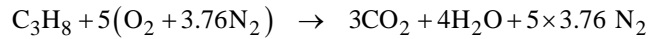
$$\left. \begin{array}{l} Tds = du + PdV \\ ds = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow du = PdV$$

$$\Rightarrow B(PdV + VdP) = -PdV$$

$$\Rightarrow (B+1)PdV = -BvdP \Rightarrow -\frac{B+1}{B} \frac{dV}{V} = \frac{dP}{P} \Rightarrow -\frac{B+1}{B} \ln V = \ln P + C$$

$$\Rightarrow \frac{B+1}{V^{\frac{B+1}{B}}} = KP \Rightarrow P V^{\frac{B+1}{B}} = \text{ثابت}$$

۴. گزینه ۴ درست است.



موازنه برای اکسیژن:

$$16 = 9.4 + 2x \Rightarrow x = 3.3$$

۵. گزینه ۳ درست است.

۶. گزینه ۱ درست است.

$$W_{net} = \eta_{th} Q_H = \eta_{th} k(T_H - T_a)$$

$$\eta_{th} = 1 - \frac{T_L}{T_a} \Rightarrow W_{net} = \left(1 - \frac{T_L}{T_a}\right) k(T_H - T_a)$$

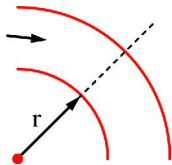
$$\frac{dW_{net}}{dT_a} = 0 \Rightarrow T_a = \sqrt{T_L T_H}$$

۷. گزینه ۲ درست است.

۸. گزینه ۳ درست است.

۹. گزینه ۱ درست است.

$$\text{معادله اولر در راستای شعاع: } \frac{dP}{dr} = \rho \frac{V^2}{r} \Rightarrow \frac{dP}{dr} = Ar^2 \frac{B^2}{r^3} \Rightarrow \frac{dP}{dr} = \frac{AB^2}{r} \xrightarrow{\int} \Delta P = AB^2 \ln \frac{R_2}{R_1}$$



۱۰. گزینه ۴ درست است.

معادله ناویراستوکس در جهت x:

$$\rho \left(\cancel{\frac{\partial u}{\partial t}} + u \cancel{\frac{\partial u}{\partial x}} + \cancel{v} \frac{\partial u}{\partial y} + \cancel{w} \frac{\partial u}{\partial z} \right) = -\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z}$$

$$\tau_{xx} = 2\mu \frac{\partial u}{\partial x} = 0, \quad \tau_{xz} = \mu \left(\cancel{\frac{\partial u}{\partial x}} + \cancel{\frac{\partial u}{\partial z}} \right) = 0 \Rightarrow 0 = -\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial \tau}{\partial y} \Rightarrow \frac{\partial \tau}{\partial y} = \frac{\partial P}{\partial x}$$

۱۱. گزینه ۳ درست است.

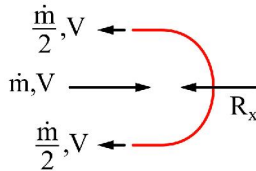
$$\left. \begin{aligned} h_{f_A} &= h_{f_B} \\ h_f &= f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = \frac{8fL}{D^5 g \pi^2} Q^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{1}{D_A^5} Q_A^2 = \frac{1}{D_B^5} Q_B^2 \Rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{\sqrt{2}}{8}$$

۱۲. گزینه ۳ درست است.

۱۳. گزینه ۴ درست است.

تابع جریان برای جریان تراکم‌ناپذیر تعریف می‌شود.

۱۴. گزینه ۲ درست است.



(b): $R_x = \dot{m}V(1 + \cos \alpha)$

(c): $R_x = \dot{m}V(1 - \cos \alpha)$

(d): $R_x = \dot{m}V$

$$\sum F_x = \sum (\dot{m}V_x)_{out} - \sum (\dot{m}V_x)_{in}$$

$$\Rightarrow -R_x = 2 \times \frac{\dot{m}}{2}(-V) - \dot{m}V$$

$$\Rightarrow R_x = 2\dot{m}V$$

۱۵. گزینه ۴ درست است.

$$T = 1800 - 4x^2$$

$$\frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{d^2 T}{dx^2} = -8 \Rightarrow \frac{\partial T}{\partial t} = -0.002$$

۱۶. گزینه ۱ درست است.

۱۷. گزینه ۴ درست است.

$$\frac{d^2 T}{dx^2} = -\dot{q} < 0 \quad \text{تقعر رو به پایین:}$$

$$\left| \frac{dT}{dx} \right|_{x=0} < \left| \frac{dT}{dx} \right|_{x=1}$$

۱۸. گزینه ۲ درست است.

۱۹. گزینه ۳ درست است.

۲۰. گزینه ۴ درست است.