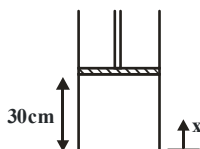


## حرارت و سیالات

۱ - سیلندر پیستونی با سطح مقطع  $100\text{cm}^2$  محتوی هوا در فشار  $300\text{kPa}$  و ارتفاع پیستون در این حالت برابر  $30\text{cm}$  می باشد. با حرارت دادن فشار هوا به  $500\text{kPa}$  می رسد. در طی این فرآیند فشار متناسب با ارتفاع پیستون است ( $P \propto x$ ) کار انجام شده طی این فرآیند چقدر است؟



(۱)  $1/6\text{J}$

(۲)  $2\text{kJ}$

(۳)  $1/6\text{kJ}$

(۴)  $2\text{J}$

۲ - درون یک مخزن صلب مخلوط مایع و بخار از یک ماده خالص وجود دارد. با حرارت دادن به این مخزن .....

(۱) کیفیت همیشه زیاد می شود و دما هم افزایش می یابد

(۲) کیفیت ممکن است کم یا زیاد شود و دما هم افزایش می یابد

(۳) کیفیت همیشه زیاد می شود ولی دما ثابت است

(۴) کیفیت ثابت می ماند و دما افزایش می یابد

۳ - در منطقه دوفازی دما وابسته به کدام کمیت زیر می باشد؟

(۱) کیفیت

(۲) فشار

(۳) حجم مخصوص

(۴) همه موارد

۴ - معادله حالت یک گاز  $P(V-b) = RT$  می باشد. یک مول از این گاز در یک فرآیند انبساط برگشت پذیر و هم دما از حجم  $V_1$  به حجم

$V_2$  تغییر می کند. کار انجام شده برابر با کدام یک از گزینه های زیر است؟

(۱)  $RT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

(۲)  $RT \ln\left(\frac{V_1 - b}{V_2 - b}\right)$

(۳)  $RT \ln\left(\frac{bV_2}{V_1}\right)$

(۴)  $RT \ln\left(\frac{V_2 - b}{V_1 - b}\right)$

۵ - یک مخزن خالی که جداره آن عایق است، توسط یک شیر به خط اصلی بخار داغ با فشار ۷MPa و دمای  $۲۵^{\circ}\text{C}$  متصل شده است. شیر را باز می‌کنیم تا مخزن از گاز پر گردد. دمای نهایی مخزن چقدر است؟  $(C_p = ۱ \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}, R = ۰/۲ \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}})$

- (۱)  $۳۸^{\circ}\text{C}$  (۲)  $۶۵۳^{\circ}\text{C}$  (۳)  $۳۱۲^{\circ}\text{C}$  (۴)  $۴۵^{\circ}\text{C}$

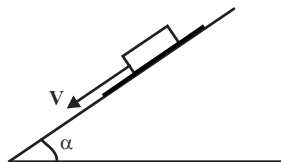
۶ - فشار گاز ایده‌آلی را از شرایط اولیه  $T_1$  و  $P_1$  تا فشار ثانویه  $P_2$  در یک سیستم بسته کاهش می‌دهیم. کدام یک از گزینه‌های زیر در رابطه با این فرآیند صحیح است؟

- (۱) دمای گاز طی یک فرآیند آدیاباتیکی و برگشت پذیر کاهش می‌یابد. (۲) دمای گاز طی یک فرآیند حجم ثابت و برگشت پذیر افزایش می‌یابد.  
(۳) حجم گاز طی یک فرآیند ایزوثرم و برگشت پذیر کاهش می‌یابد. (۴) حجم گاز طی یک فرآیند آدیاباتیکی و برگشت پذیر کاهش می‌یابد.

۷ - یک سیلندر پیستون حاوی هوا در فشار ۶۰۰kPa و دمای ۲۹۰K و حجم  $۰/۰۱\text{m}^3$  می‌باشد. در یک فرآیند فشار ثابت مقدار ۵۴kJ کار انجام می‌دهد. دمای نهایی سیستم چقدر می‌شود؟

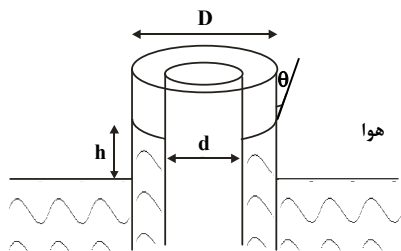
- (۱)  $۳۰۰۰\text{K}$  (۲)  $۲۹۰\text{K}$  (۳)  $۳۰۰\text{K}$  (۴)  $۲۹۰۰\text{K}$

۸ - در شکل مقابل جعبه توسط روغنی با لزجت دینامیکی  $\mu$  از سطح شیب‌دار جدا شده است و با سرعت ثابت  $V$  در حال حرکت به سمت پایین است. فاصله جعبه با سطح شیب دار برابر  $h$  می‌باشد. چنانچه این جعبه بر روی مایعی با لزجت  $۲\mu$  قرار بگیرد و فاصله جعبه با سطح شیب‌دار  $\frac{h}{۲}$  شود، سرعت آن چند برابر می‌شود؟



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

۹ - در شکل مقابل آب در فضای بین دو استوانه به علت کشش سطحی بالا آمده است. چنانچه قطر استوانه داخلی  $d$  و قطر استوانه خارجی  $D$  باشد و کشش سطحی آب  $\sigma$  و زاویه تماس  $\theta$  باشد ارتفاع  $h$  چقدر است؟



- (۱)  $\frac{۲\sigma \cos \theta}{\rho g(D-d)}$  (۲)  $\frac{۲\sigma \cos \theta}{\rho g(D+d)}$  (۳)  $\frac{۴\sigma \cos \theta}{\rho g(D+d)}$  (۴)  $\frac{۴\sigma \cos \theta}{\rho g(D-d)}$

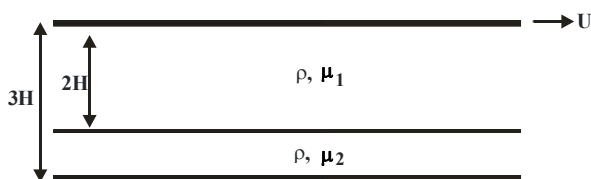
۱۰ - در یک جریان دوبعدی، میدان سرعت به صورت  $\vec{V} = (\Delta x)\vec{i} + (۲yt)\vec{j}$  می‌باشد. کدام گزینه زیر معادله خط مسیر عبوری از نقطه (۱, ۱) در لحظه  $t = ۰$  می‌باشد؟

- (۱)  $x = e^{۲\ln y}$  (۲)  $x = e^{۲\sqrt{\ln y}}$  (۳)  $x = e^{\Delta \ln y}$  (۴)  $x = e^{\Delta \sqrt{\ln y}}$

۱۱ - کدام گزینه نادرست می‌باشد؟

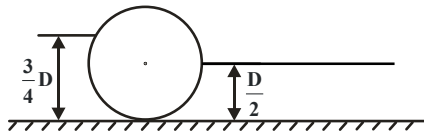
- (۱) برای یک سیال نیوتنی رابطه  $\tau \propto \frac{du}{dy}$  برقرار است. (۲) سیال ایده‌آل سیالی است که لزجت آن صفر و تراکم ناپذیر باشد.  
(۳) با افزایش درجه حرارت لزجت گازها کاهش می‌یابد. (۴) لزجت در مایعات ناشی از نیروهای بین مولکولی است.

۱۲ - دو مایع غیرقابل اختلاط با چگالی‌های یکسان و لزجت‌های متفاوت فضای بین دو صفحه افقی به فاصله  $۳H$  را پر کرده‌اند. صفحه پایینی ثابت و صفحه بالایی با سرعت  $U$  کشیده می‌شود. تنش برشی  $\tau$  که به صفحه پایینی وارد می‌شود، چقدر است؟



- (۱)  $\frac{\mu_2 U}{H(1 + \frac{2\mu_1}{\mu_2})}$  (۲)  $\frac{\mu_1 U}{H(1 + \frac{2\mu_1}{\mu_2})}$  (۳)  $\frac{\mu_2 U}{H(1 + \frac{\mu_2}{2\mu_1})}$  (۴)  $\frac{\mu_1 U}{H(1 + \frac{\mu_1}{2\mu_2})}$

۱۳- در شکل زیر طول استوانه  $L$  و قطر آن  $D$  می باشد. ارتفاع آب در سمت چپ  $\frac{3}{4}D$  و در سمت راست  $\frac{D}{4}$  است. نیروی افقی وارده از طرف آب به استوانه چقدر است؟

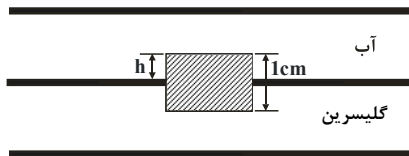


$$(1) \frac{7}{32} \rho g L D^2 \quad (2) \frac{5}{32} \rho g L D^2$$

$$(3) \frac{9}{32} \rho g L D^2 \quad (4) \frac{11}{32} \rho g L D^2$$

۱۴- مکعب توپری به چگالی  $\rho = 1400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  و حجم  $1 \text{ cm}^3$  در فصل مشترک آب و گلیسرین معلق مانده که در شکل نشان داده شده است.

چگالی آب  $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  و چگالی گلیسرین  $1500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  است. فاصله  $h$  چند سانتی متر است؟



$$(1) 0/1$$

$$(2) 0/2$$

$$(3) 0/3$$

$$(4) 0/4$$

۱۵- یک قطعه مس و یک قطعه چوب در دمای  $100^\circ \text{C}$  قرار دارند. اگر با دست با آن‌ها تماس صورت گیرد، کدام یک گرم تر به نظر می رسد؟ چرا؟

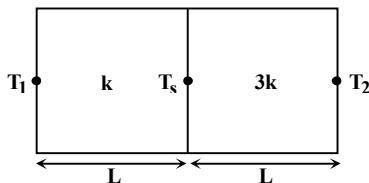
(۱) مس، زیرا ضریب هدایت حرارتی ( $k$ ) آن بیشتر است.

(۲) مس، زیرا سطح تماس واقعی آن بیشتر است.

(۳) مس، زیرا ضریب نفوذ گرمایی ( $\alpha$ ) آن بیشتر است.

(۴) هر دو به یک اندازه گرم به نظر می رسند.

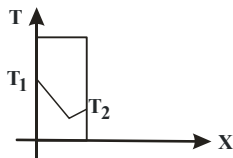
۱۶- دو دیوار مسطح و از لحاظ هندسی کاملاً مشابه می باشند در حالت پایا دمای دو طرف دیواره  $T_1$  و  $T_2$  می باشد. دمای فصل مشترک  $T_s$  چقدر است؟



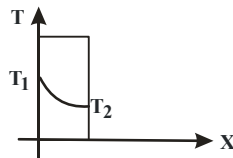
$$(1) T_s = \frac{T_1 + 3T_2}{4} \quad (2) T_s = \frac{3T_1 + T_2}{4}$$

$$(3) T_s = \frac{T_1 + T_2}{2} \quad (4) T_s = \frac{2T_1 + 3T_2}{4}$$

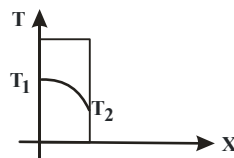
۱۷- دیوار مسطحی دارای ضریب هدایت  $k = k_0 + aT$  می باشد که  $a$  و  $k_0$  بزرگتر از صفر می باشند. توزیع دما در این دیوار برای حالت پایا کدام شکل می باشد؟



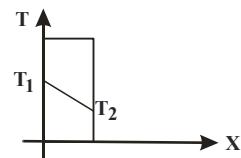
(۴)



(۳)



(۲)



(۱)

۱۸- استوانه بلندی به شعاع  $r$  حرارت داخلی  $\dot{q}(\frac{W}{m^3})$  تولید می کند. این استوانه دارای پوسته عایقی به شعاع  $2r$  است و در محیطی به دمای  $T_\infty$  و ضریب انتقال حرارت  $h$  قرار دارد. دمای سطح خارجی پوسته برابر است با:

$$(1) T_\infty + \frac{r\dot{q}}{4h \ln 2} \quad (2) T_\infty + \frac{r\dot{q}}{12h} \quad (3) T_\infty + \frac{r\dot{q}}{2h} \quad (4) T_\infty + \frac{r\dot{q}}{4h}$$

۱۹- کدام رابطه برای شعاع بحرانی عایق در یک استوانه صادق می باشد؟

$$(1) \frac{k}{h} \quad (2) \frac{h}{k} \quad (3) \frac{2k}{h} \quad (4) \frac{h}{2k}$$

۲۰- کدام عبارت در خصوص انتقال حرارت پره ها صحیح می باشد؟

(۱) نصب پره ها همواره آهنگ انتقال حرارت را افزایش می دهد.

(۲) زمانی که ضریب انتقال حرارت محیط زیاد است نصب پره ممکن است مقدار انتقال حرارت را کاهش دهد.

(۳) عملکرد پره در افزایش انتقال حرارت وقتی ضریب جابجایی گرمایی ( $h$ ) بیشتر باشد، افزایش می یابد.

(۴) عملکرد پره به خواص فیزیکی ماده سازنده پره ارتباطی ندارد.

۲۱- دلیل موازی بودن خطوط آنتالپی ثابت با خطوط دمای حباب تر ثابت، در نمودار رطوبت سنجی چیست؟

(۱) دمای حباب تر با دمای نقطه شبنم مایع یکسان است. (۲) دمای حباب تر با دمای اشباع آدیاباتیک یکسان است.

(۳) دمای حباب خشک با دمای اشباع آدیاباتیک یکسان است. (۴) دمای حباب تر در نسبت رطوبت های متفاوت یکسان است.

۲۲-  $1\text{ m}^3$  از یک مخلوط هوا - بخار آب را در فشار  $100\text{ kPa}$  و دمای  $35^\circ\text{C}$  و با رطوبت نسبی  $70\%$  در نظر بگیرد، نسبت رطوبت چقدر است؟ ( $P_g = 5/628\text{ kPa}$ )

(۱)  $0/08$  (۲)  $0/06$  (۳)  $0/02$  (۴)  $0/04$

۲۳- فشار تصعید بخار آب در دمای  $6^\circ\text{C}$  - با توجه به اینکه در  $4^\circ\text{C}$  - فشار  $0/0129\text{ kPa}$  می باشد، چقدر است؟ ( $P_g$  فشار مربوط به

دمای  $4^\circ\text{C}$  -،  $P_g$  مربوط به دمای  $6^\circ\text{C}$  - می باشد.) ( $R = 0/46152$  ،  $h_{ig} = 2838/9$ )

(۱)  $\ln \frac{P_g}{P_1} = 2/4$  (۲)  $\ln \frac{P_g}{P_1} = 15/3$  (۳)  $\ln \frac{P_g}{P_1} = 20/6$  (۴)  $\ln \frac{P_g}{P_1} = 42/8$

۲۴- یک مخزن صلب حاوی بخار اشباع آمونیاک در دمای  $3^\circ\text{C}$  است. در اثر گرم کردن این سیستم به اندازه  $10$  درجه سلسیوس تغییر حجم مخصوص چگونه بوده و حالت نهایی آمونیاک چه خواهد بود؟

(۱)  $v_2 > v_1$  ، بخار فوق داغ (۲)  $v_2 < v_1$  ، بخار اشباع (۳)  $v_2 = v_1$  ، بخار فوق داغ (۴)  $v_2 = v_1$  ، بخار اشباع

۲۵- گرمای ویژه در حجم ثابت ( $C_v$ ) و گرمای ویژه در فشار ثابت ( $C_p$ ) و تفاضل آنها ( $C_p - C_v$ ) برای گاز ایده آل تابع چه خواصی می باشد؟

(۱)  $C_v$  تابع دما و حجم -  $C_p$  تابع دما و فشار - ( $C_p - C_v$ ) مقداری ثابت است.

(۲)  $C_v$  تابع دما و فشار -  $C_p$  تابع دما و حجم - ( $C_p - C_v$ ) تابع دما است.

(۳)  $C_v$  و  $C_p$  و ( $C_p - C_v$ ) مقداری ثابت هستند.

(۴)  $C_p$  فقط تابعی از دما و ( $C_p - C_v$ ) مقداری ثابت است.



۲۶- برای ماده‌ای که در حین انجماد منبسط می‌شود با افزایش فشار، دمای انجماد و مراحل تغییر فاز ماده به چه صورت تغییر می‌کند؟

- (۱) دمای انجماد کاهش می‌یابد - ابتدا بخار به جامد و سپس به مایع تبدیل می‌شود.
- (۲) دمای انجماد افزایش می‌یابد - ابتدا بخار به مایع و سپس به جامد تبدیل می‌شود.
- (۳) دمای انجماد کاهش می‌یابد - ابتدا بخار به مایع و سپس به جامد تبدیل می‌شود.
- (۴) دمای انجماد افزایش می‌یابد - ابتدا بخار به جامد و سپس به مایع تبدیل می‌شود.

۲۷- در مورد مدل دالتون برای مخلوط‌های گازی کدام فرض در نظر گرفته شده است؟

( $P_A$  و  $P_B$  فشارهای جزئی) ( $V_A$  و  $V_B$  حجم‌های جزئی) ( $P$  و  $V$  فشار و حجم کل)

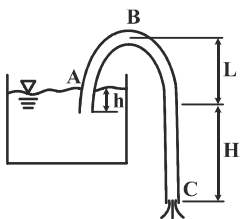
$$V = V_A = V_B \text{ و } P = P_A + P_B \quad (۱)$$

$$V = V_A + V_B \text{ و } P = P_A + P_B \quad (۳)$$

۲۸- نسبت ضریب اصطکاک جریان آرام به ضریب اصطکاک جریان درهم در صورتی که در هر دو جریان  $Re = 10000$  باشد، چقدر است؟

- (۱) ۴ (۲) ۰/۴ (۳) ۲ (۴) ۰/۲

۲۹- کدام رابطه در مورد سیفون شکل مقابل صحیح است؟



$$P_B > P_C > P_A \quad (۱)$$

$$P_A > P_B > P_C \quad (۲)$$

$$P_C = +(L+H)\gamma \quad (۳)$$

$$P_B = -(L+H)\gamma \quad (۴)$$

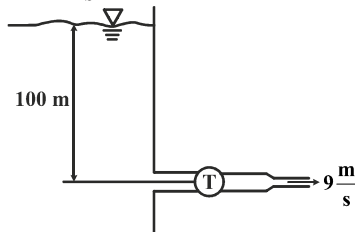
۳۰- برای جریان توسعه یافته داخل لوله به شعاع  $R$  در چه فاصله‌ای از جداره لوله سرعت موضعی دو برابر سرعت متوسط است؟

- (۱)  $R$  (۲) صفر (۳)  $\frac{\sqrt{2}}{2} R$  (۴)  $\frac{\sqrt{2}+1}{4} R$

۳۱- کدامیک از جملات زیر صحیح است؟

- (۱) جریان‌های دارای تشابه هندسی، تشابه سینماتیکی نیز دارند.
- (۲) وقتی خطوط جریان مربوط به دو جریان با هم مشابه باشند آن دو جریان تشابه دینامیکی دارند.
- (۳) شرط لازم برای برقراری تشابه دینامیکی آن است که جریان‌ها تشابه سینماتیکی و هندسی داشته باشند.
- (۴) تشابه سینماتیکی یعنی سرعت‌ها در نقاط متناظر موازی هستند.

۳۲- برای لوله‌ای که در شکل نشان داده شده است، با صرفنظر کردن از اصطکاک، هدی که آب به توربین اعمال می‌کند، چقدر است؟  $g = 10 \frac{m}{s^2}$



- (۱) ۹/۹ m (۲) ۶۲ m (۳) ۹۶ m (۴) ۶/۱ m

۳۳- به منظور بررسی جریان در یک رودخانه از کدام گروه از اعداد بدون بعد استفاده می‌شود؟

- (۱) عدد فرود و عدد ماخ (۲) عدد فرود و عدد رینولدز (۳) عدد رینولدز و عدد اولر (۴) عدد ماخ و عدد رینولدز

۳۴- اگر بخواهیم به جای یک لوله با مشخصات  $(L, D)$  و ضریب اصطکاک  $f$  از سه لوله سری با همان ضریب اصطکاک ولی با

مشخصات  $(L_1, d_1)$  و  $(L_2, d_2)$  و  $(L_3, d_3)$  استفاده کنیم، تا همان افت و دبی را داشته باشیم کدام گزینه صحیح است؟

$$L = D^\gamma \left( \frac{L_1}{d_1^\gamma} + \frac{L_2}{d_2^\gamma} + \frac{L_3}{d_3^\gamma} \right) \quad (۱)$$

$$L = D^\delta \left( \frac{L_1}{d_1^\delta} + \frac{L_2}{d_2^\delta} + \frac{L_3}{d_3^\delta} \right) \quad (۳)$$

$$D^\gamma = L \left( \frac{d_1^\gamma}{L_1} + \frac{d_2^\gamma}{L_2} + \frac{d_3^\gamma}{L_3} \right) \quad (۲)$$

$$D^\delta = L \left( \frac{d_1^\delta}{L_1} + \frac{d_2^\delta}{L_2} + \frac{d_3^\delta}{L_3} \right) \quad (۴)$$

۳۵- بر روی یک صفحه تخت  $-\frac{1}{5}$   $NU_x = C_f x$  حاصل شده است. میانگین عدد ناسلت برابر با کدام گزینه است؟ ( $C_f$  و  $C_1$  اعداد ثابت)

- (۱)  $C_f L^{+\frac{1}{5}}$  (۲)  $C_f L^{\frac{6}{5}}$  (۳)  $C_f L^{-\frac{1}{5}}$  (۴)  $C_f L^{-\frac{6}{5}}$

۳۶- جریان آرام یک فلز مایع روی صفحه تختی با دمای  $T_s$  را در نظر بگیرید ( $T_s > T_\infty$ )، سرعت جریان آزاد  $U_\infty$  می‌باشد. توزیع سرعت  $U(y)$  به کدام عبارت نزدیک‌تر است؟

$$(1) U \approx U_\infty Pr \quad (2) U \approx \frac{U_\infty}{2} \quad (3) U \approx \frac{U_\infty y}{\delta} \quad (4) U \approx U_\infty$$

۳۷- برای جسمی در حالت انتقال حرارت گذرا که نسبت ضریب هدایت به جابجایی خیلی بزرگ است می‌توان:

- (۱) شار حرارتی از جسم را صفر فرض کرد.
- (۲) جسم را تک‌دما فرض کرد.
- (۳) دمای سطح جسم را با دمای محیط یکسان فرض نمود.
- (۴) شار حرارتی از جسم را ثابت فرض کرد.

۳۸- باد با سرعت  $5 \text{ m/s}$  در راستای ضلع کوچکتر یک پشته‌بام مستطیل شکل با مساحت  $10 \times 20 \text{ m}$  می‌وزد. دمای پشته‌بام برابر  $40^\circ \text{C}$  و

دمای جریان آزاد هوا  $20^\circ \text{C}$  است. ناسلت متوسط چقدر است؟

$$Pr = 0.72$$

$$v = 0.16 \text{ cm}^2$$

$$(1) 30 \quad (2) 330 \quad (3) 1000 \quad (4) 5$$

۳۹- از روی صفحه سرد هم‌دمایی سیال داغی به صورت آرام جریان دارد اگر  $x$  در جهت حرکت سیال باشد، انتظار داریم با افزایش  $x$  گرادیان دما در لایه مرزی چگونه باشد؟

- (۱) همواره کم شود.
- (۲) همواره زیاد شود.
- (۳) همواره ثابت بماند.
- (۴) بستگی به عدد پرانتل سیال دارد.

۴۰- یک جسم کروی تا دمای  $500^\circ \text{C}$  گرم می‌شود. براساس روش ظرفیت حرارتی فشرده تحت چه شرایطی جسم کروی در ظرف پر از روغن زودتر خنک می‌شود؟

- (۱) جسم دارای ظرفیت گرمای ویژه کمتر و سیال دارای ضریب انتقال حرارت جابجایی بیشتر باشد.
- (۲) جسم دارای ظرفیت گرمای ویژه بیشتر و سیال دارای ضریب انتقال حرارت جابجایی کمتر باشد.
- (۳) جسم با مساحت کوچکتر ولی حجم بزرگتر و چگالی بیشتر باشد.
- (۴) جسم دارای چگالی کمتر و حجم بیشتر باشد.

۴۱- در یک سیلندر گاز  $\text{Co}_2$  با دمای  $200^\circ\text{C}$  با فشار  $300\text{Mpa}$  و حجم  $0.2\text{m}^3$  وجود دارد اگر وزنه‌ها را برداریم تا گاز طبق رابطه

$$PV^{\frac{1}{\gamma}} = \text{cte} \quad \text{منبسط شود و این عمل تا رسیدن به درجه حرارت } 100^\circ\text{C} \text{ ادامه یابد کار انجام شده در طی این فرآیند برابر است با:}$$

(۱)  $57/5\text{kJ}$  (۲)  $63/4\text{kJ}$  (۳)  $130\text{kJ}$  (۴) قابل محاسبه نیست

۴۲- یک یخچال که با سیکل کارنو کار می‌کند و گرما را از منبع سرد با دمای  $50^\circ\text{K}$  می‌گیرد و به منبع گرم با دمای  $700^\circ\text{K}$  می‌دهد را در نظر بگیرید در این صورت ضریب عملکرد یخچال چند است؟

(۱)  $2/5$  (۲)  $3/5$  (۳)  $0/4$  (۴)  $0/3$

۴۳- یک مول از گاز ایده‌آلی به ظرفیت حرارتی ثابت در یک فرآیند برگشت پذیر شرکت می‌کند چنانچه این تحول فشار ثابت باشد آنگاه تغییر

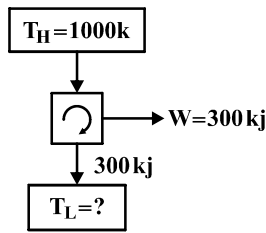
$$\gamma = \frac{C_P}{C_U} \quad \text{انرژی داخلی برابر چند است؟}$$

(۱)  $\frac{\gamma}{\gamma-1} P\Delta V$  (۲)  $(\gamma-1)P\Delta V$  (۳)  $\gamma(\gamma-1)P\Delta V$  (۴)  $\frac{1}{\gamma-1} P\Delta V$

۴۴- به یک ظرف صلب محتوی مایع بخار اشباع حرارت می‌دهیم در این صورت مقدار بخار

(۱) کاهش می‌یابد (۲) افزایش می‌یابد (۳) ثابت می‌ماند (۴) هیچکدام

۴۵- موتور حرارتی بازگشت پذیر کارنو روبرو را در نظر بگیرید که بین دو منبع حرارتی  $T_H = 1000\text{K}$  و  $T_L$  کار می کند در این صورت  $T_L$  کدام گزینه است؟



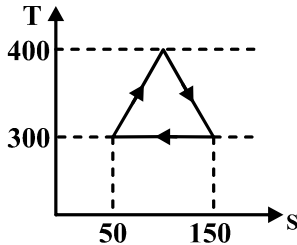
(۴) غیر ممکن است چون  $T_L = 0\text{K}$  می رسد

(۱)  $137\text{K}$

(۲)  $300\text{K}$

(۳)  $500\text{K}$

۴۶- راندمان حرارتی سیکل برگشت پذیر شکل روبرو کدام است؟



(۲)  $14\%$

(۱)  $25\%$

(۴)  $17\%$

(۳)  $60\%$

۴۷- یک صفحه شیشه ای متحرک به فاصله  $1\text{mm}$  از صفحه ثابت دیگری قرار دارد. بین دو صفحه از سیالی با جرم مخصوص  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} 1000$  پر شده

است. اگر نیروی لازم در واحد سطح برای حرکت صفحه متحرک با سرعت ثابت  $\frac{\text{m}}{\text{s}} 0.1$  معادل  $\text{Pa} 4$  باشد، ضریب لزجت سینماتیکی

سیال  $\nu$  برابر چند  $\frac{\text{m}^2}{\text{s}}$  است؟

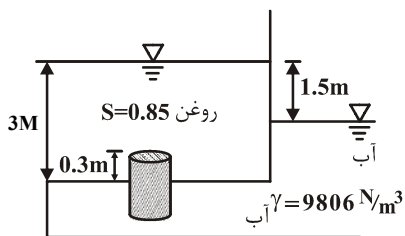
(۴)  $0.4 \times 10^{-1}$

(۳)  $0.4 \times 10^{-2}$

(۲)  $0.4 \times 10^{-3}$

(۱)  $0.4$

۴۸- در شکل زیر، نیروی مورد نیاز برای نگه داشتن وزنه استوانه ای شکل بتنی در وضعیت تعادلی نشان داده شده چقدر است؟  $\left( \gamma_{\text{بتن}} = 25 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \right)$



و  $\gamma_{\text{آب}} = 9806 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$ ، سطح مقطع استوانه  $0.28\text{m}^2$  و ارتفاع آن  $0.5\text{m}$  می باشد)

(۱)  $5682/81\text{ (N)}$

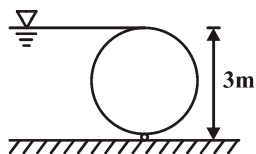
(۲)  $5833/83\text{ (N)}$

(۳)  $6382/96\text{ (N)}$

(۴)  $5133/68\text{ (N)}$

۴۹- یک دریچه استوانه ای به قطر ۳ متر و طول ۸ متر در مقابل آب نصب شده و آب در یک طرف آن تا بالای دریچه می رسد. اندازه و جهت

برآیند نیروی هیدرواستاتیک بر روی دریچه چه مقدار می باشد؟  $\left( g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$



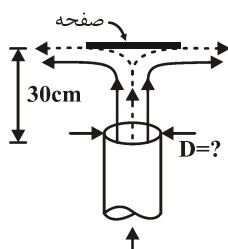
(۱)  $449\text{KN}$ ،  $38/15^\circ$

(۲)  $449\text{KN}$ ،  $51/85^\circ$

(۳)  $658\text{KN}$ ،  $57/52^\circ$

(۴)  $658\text{KN}$ ،  $32/48^\circ$

۵۰- قطر دهانه نازل باید چقدر باشد تا صفحه ۲۲۳ نیوتنی، تحت جریان با دبی  $70 \frac{\text{lit}}{\text{s}}$  در ارتفاع  $30\text{cm}$  در بالای فواره قرار گیرد؟



$\left( \gamma_{\text{آب}} = 9806 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \right)$

(۱)  $19\text{cm}$

(۲)  $15\text{cm}$

(۳)  $17\text{cm}$

(۴)  $21\text{cm}$

۵۱- اگر در سیالی معادله پیوستگی برقرار بوده و جریان دو بعدی و سرعت در جهت  $x$  برابر با  $u = 2x + 5y$  باشد، مطلوبست سرعت در جهت  $y$ .

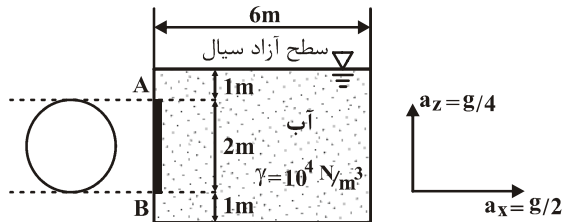
- (۱)  $-5x + c$  (۲)  $-5y + c$  (۳)  $-2y + c$  (۴)  $2y + c$

۵۲- یک مخزن روباز حاوی آب به عمق ۱ متر به صورت آزاد سقوط می‌کند. اگر نیروی Drag ناچیز باشد، فشار در ته ظرف چقدر خواهد بود؟

- (۱) کمتر از فشار اتمسفر (۲) برابر با فشار اتمسفر (۳) بیشتر از فشار اتمسفر (۴) فشار سطح آزاد به اضافه فشار هیدرواستاتیک

۵۳- مرکز دریچه دایره‌ای شکل AB نصب شده در جدار مخزن شکل زیر به فاصله ۲m از سطح آب در حال سکون قرار دارد. نیروی فشاری وارد

بر دریچه، در حالیکه ظرف با شتاب یکنواخت  $\frac{g}{2}$  در راستای  $x$  و  $\frac{g}{4}$  در راستای قائم حرکت داده می‌شود، برابر با کدام گزینه است؟



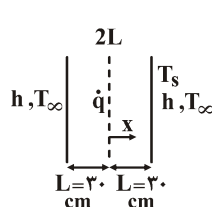
- (۱) ۲۵۱/۳۳ KN  
(۲) ۷۸/۵۴ KN  
(۳) ۱۷۵/۹۳ KN  
(۴) ۱۰۰/۵۳ KN

۵۴- یک صفحه جمع کننده انرژی دارای ضریب جذب ۰/۸۵ است. اگر انرژی خورشیدی  $\frac{W}{m^2}$  باشد و این صفحه به طریق جابجایی

انرژی از دست می‌دهد. در شرایطی که اختلاف دمای جذب کننده و محیط برابر  $20^\circ C$  باشد و بازده جمع‌آوری انرژی برای این جمع کننده ۴۰٪ باشد، ضریب جابجایی چقدر است؟

- (۱) ۱۷ (۲) ۳۰ (۳) ۲۵/۵ (۴) ۲۰

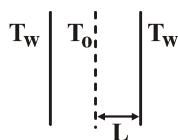
۵۵- دیواره یک بعدی مطابق شکل از دو طرف در محیط جابجایی هستند در داخل دیواره چشمه حرارتی باشد  $\dot{q} = (1 - \frac{x^2}{L^2})\dot{q}_0$  وجود دارد.



مطلوبست دمای دیوار در تماس با سیال بر حسب درجه سانتیگراد.  $T_\infty = 100^\circ C$ ,  $h = 25 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

- (۱) ۳۰۰  
(۲) ۱۴۰  
(۳) ۲۰۰  
(۴) ۱۸۰

۵۶- جسم صلب زیر دارای منبع حرارتی  $\dot{q}$  است. در شرایطی که  $T_0 = 100^\circ C$  برابر  $T_0$  و  $20^\circ C$  برابر  $T_w$  باشد، دمای دیواره در  $x = \frac{L}{2}$  چقدر است؟



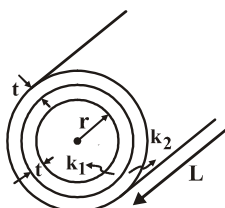
(۱) نمی‌توان تعیین کرد.

- (۲) ۸۰  
(۳) ۶۰  
(۴) ۴۰

۵۷- برای یک استوانه که از دو ماده به ضرائب هدایت  $k_1, k_2$  به طوریکه  $(k_2 = 2k_1 = 2k)$  تشکیل شده است. به طوریکه ضخامت هر دو

جداره معلوم و برابر  $t$  است. اگر شعاع استوانه به سمت یک عدد بزرگ میل کند ( $r \gg t$ )، مقاومت حرارتی استوانه به کدام یک از مقادیر زیر

میل می‌کند. (A سطح داخلی استوانه)

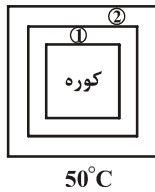


- (۱)  $\frac{3t}{2kA}$   
(۲)  $\frac{t}{2k.A}$   
(۳)  $\frac{2t}{k.A}$   
(۴)  $\frac{2t}{3kA}$

۵۸- چنانچه انتقال حرارت از داخل کوره به خارج آن به وضعیت پایا رسیده باشد و مقاومت حرارتی دیواره ۱ و دیواره ۲ و مقاومت حرارتی تماس

آن‌ها به ترتیب  $\frac{5}{W}^{\circ}\text{C}$  و  $\frac{2}{W}^{\circ}\text{C}$  و  $\frac{1}{W}^{\circ}\text{C}$  باشد و اختلاف دمای سطح و دیواره  $8^{\circ}\text{C}$  باشد و دمای سطح آزاد دیواره ۲،  $5^{\circ}\text{C}$  باشد، دمای

کوره چقدر است؟



(۱)  $608^{\circ}\text{C}$

(۲)  $618^{\circ}\text{C}$

(۳)  $816^{\circ}\text{C}$

(۴)  $610^{\circ}\text{C}$

۵۹- می‌خواهیم بر روی کره‌ای یک ماده عایق کننده بپوشانیم. اگر ضریب هدایت حرارتی  $k$  و ضریب انتقال حرارت هوای آزاد  $h$  باشد در

ضخامت ..... عایق، اتلاف حرارتی ..... می‌شود.

(۱)  $r - \frac{2k}{h}$ ، حداکثر (۲)  $r - \frac{2k}{h}$ ، حداقل (۳)  $r - \frac{k}{h}$ ، حداکثر (۴)  $r - \frac{k}{h}$ ، حداقل

۶۰- در میدلهای مایع - گاز بهتر است از چه پره‌هایی استفاده شود و این پره‌ها چگونه نصب شوند؟

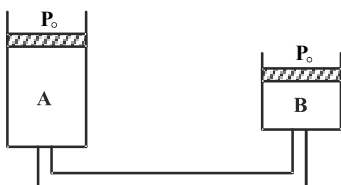
(۱) از پره‌های آهنی استفاده شود و از طرف گاز نصب شود.

(۲) از پره‌های آلومینیومی استفاده شود و از طرف گاز نصب شود.

(۳) از پره‌های آهنی استفاده شود و از طرف مایع نصب شوند.

(۴) از پره‌های آلومینیومی استفاده شود و از طرف مایع نصب شوند.

۶۱- دو مخزن A و B توسط لوله‌ای به هم مرتبط شده‌اند. مساحت مقطع پیستون در A برابر  $5\text{ cm}^2$  و در B برابر  $3\text{ cm}^2$  و جرم پیستون در مخزن A،  $m_A = 25\text{ kg}$  می‌باشد. اگر فشار هوای خارج  $200\text{ kPa}$  باشد؛ جرم پیستون در مخزن B چه مقدار باشد تا در نهایت پیستون A به کف مخزن A برخورد کند؟



- (۱)  $m_B < 15\text{ kg}$
- (۲)  $m_B \geq 15\text{ kg}$
- (۳)  $m_B \leq 15\text{ kg}$
- (۴)  $m_B > 15\text{ kg}$

۶۲- ماده‌ای در دمای  $7^\circ\text{C}$  به صورت بخار - مایع اشباع در ظرف صلبی قرار دارد. می‌خواهیم آزمایشی طراحی کنیم که با دادن گرما به ظرف، ماده به نقطه بحرانی برسد. نسبت جرمی اولیه مایع چه مقدار باید باشد؟ (فرض کنید  $v_{\text{critical}} = 0.0041$  و  $v_{\text{fg}@7^\circ} = 0.042$  و  $v_{\text{f}@7^\circ} = 0.0018$ )

- (۱)  $0.055$
- (۲)  $0.063$
- (۳)  $0.945$
- (۴)  $0.954$

۶۳- یک بالن کروی از گاز هلیوم در دما و فشار محیط ( $P = 100\text{ kPa}$  و  $T = 15^\circ\text{C}$ ) قرار دارد. این بالن چه مقدار بار می‌تواند حمل کند؟ (قطر بالن را  $5\text{ m}$  در نظر بگیرید).  $R_{\text{He}} = 2.077$

- (۱)  $79/25$
- (۲)  $68/3$
- (۳)  $50$
- (۴)  $10/95$

۶۴- یک سیستم سیلندر پیستون شامل یک کیلوگرم آب مایع در دمای  $15^\circ\text{C}$  و فشار  $300\text{ kPa}$  می‌باشد. یک فنر خطی نیز به پیستون متصل شده است. اگر به سیستم حرارت دهیم تا فشار به  $3\text{ MPa}$  و حجم به  $1\text{ m}^3$  برسد، کار انجام شده در طی فرآیند، چقدر است؟

- (۱)  $163/35\text{ J}$
- (۲)  $163/5\text{ kJ}$
- (۳)  $163/35\text{ kJ}$
- (۴)  $163/5\text{ J}$

۶۵ - یک منبع گرمایی در دمای  $800^\circ\text{K}$  مقدار  $1000\text{ kJ}$  گرما به منبع سرد با دمای الف ( $500^\circ\text{K}$  و ب)  $750^\circ\text{K}$  می‌دهد. کدام فرآیند کمتر برگشت‌ناپذیر است و تولید آنتروپی در هر فرآیند چقدر است؟

- (۱) فرآیند «ب» کمتر برگشت‌ناپذیر است و تولید آنتروپی «الف»  $2 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$  و «ب»  $1/33 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$  می‌باشد.  
 (۲) فرآیند «الف» کمتر برگشت‌ناپذیر است و تولید آنتروپی «الف»  $0/75 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$  و «ب»  $0/8 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$  می‌باشد.  
 (۳) فرآیند «ب» کمتر برگشت‌ناپذیر است و تولید آنتروپی «الف»  $0/75 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$  و «ب»  $0/8 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$  می‌باشد.  
 (۴) فرآیند «الف» کمتر برگشت‌ناپذیر می‌باشد و تولید آنتروپی «الف»  $2 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$  و «ب»  $1/33 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$  می‌باشد.

۶۶ - جمله  $S_{\text{gen}}$  در عبارت  $\Delta S_{\text{sys}} = \int \frac{SQ}{T} + S_{\text{gen}}$  همواره یک کمیت ..... است و جزء خواص سیستم ..... و به مسیر انجام فرآیند بستگی .....  
 (۱) مثبت - می‌باشد - ندارد (۲) منفی - نمی‌باشد - دارد (۳) منفی - می‌باشد - ندارد (۴) مثبت - نمی‌باشد - دارد

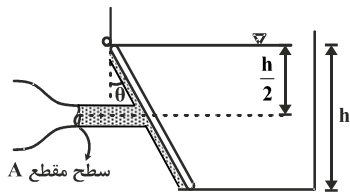
۶۷ - هوا از شرایط اولیه  $11^\circ\text{kPa}$  و  $T = 2^\circ\text{C}$  به شرایط جدید  $500\text{ kPa}$  و  $T = 6^\circ\text{C}$  فشرده می‌شود. تغییرات آنتروپی در این فرآیند چقدر می‌باشد؟

- (۱)  $+0/7$   
 (۲)  $-0/3$   
 (۳)  $-0/7$   
 (۴)  $+0/3$   
 $L_n 110 = 4/700$   
 $L_n 500 = 6/215$   
 $L_n 60 = 4/094$   
 $L_n 333 = 5/808$   
 $L_n 20 = 2/996$   
 $L_n 293 = 5/680$   
 $C_{\text{Pavg}} = 1/006 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$

۶۸ - تابع پتانسیل سرعت به صورت  $\phi = -U_\infty r \cos \theta - k \ln r$  مفروض است که در آن  $k$  و  $U_\infty$  ثابت می‌باشند. تابع جریان به صورت ..... خواهد بود.

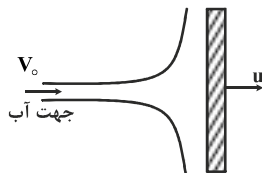
- (۱)  $\psi = -U_\infty r \sin \theta - kr$  (۲)  $\psi = -U_\infty r \cos \theta - k\theta$  (۳)  $\psi = -U_\infty r \sin \theta - k\theta$  (۴)  $\psi = U_\infty r \sin \theta - k\theta$

۶۹ - مخزن زیر را در نظر بگیرید که توسط یک جت آب نگهداری می‌شود. سرعت جت آب را طوری بدست آورید که درب مخزن در آستانه جدا شدن قرار گیرد؟ (عرض مخزن واحد است و محتوی آب می‌باشد).



- (۱)  $\frac{h}{\cos \theta} \sqrt{\frac{rg}{2A}}$  (۲)  $\frac{h}{\sin \theta} \sqrt{\frac{rg}{2A}}$  (۳)  $\frac{h}{\sin \theta} \sqrt{\frac{rg}{3A}}$  (۴)  $\frac{h}{\cos \theta} \sqrt{\frac{rg}{3A}}$

۷۰ - نسبت نیروی وارده بر صفحه توسط جت آب، در صورتی که صفحه از جت دور می‌شود به وقتی که به جت نزدیک می‌شود کدام است؟



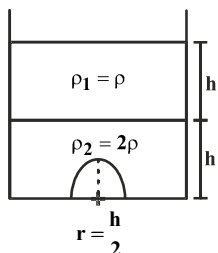
- (۱)  $\left( \frac{V_o - u}{V_o + u} \right)$  (۲)  $\left( 1 + \frac{2u}{V_o - u} \right)$  (۳)  $\left( \frac{V_o + u}{V_o - u} \right)^2$  (۴)  $\left( 1 - \frac{2u}{V_o + u} \right)^2$

۷۱ - اگر توزیع دما در جو به صورت  $T = T_o + kz$  باشد، کدام رابطه نشان‌دهنده توزیع فشار است؟ ( $R$  ثابت گاز و  $g$  شتاب گرانش زمین می‌باشد).

- (۱)  $\frac{P}{P_o} = \left\{ \frac{T_o}{T_o + kz} \right\}^{-\frac{g}{Rk}}$  (۲)  $\frac{P}{P_o} = \left\{ \frac{T_o}{T_o + kz} \right\}^{\frac{g}{Rk}}$  (۳)  $\frac{P}{P_o} = \left\{ \frac{kT_o}{T_o + kz} \right\}^{\frac{g}{R}}$  (۴)  $\frac{P}{P_o} = \left\{ \frac{T_o}{T_o + kz} \right\}^{\frac{g}{R}}$



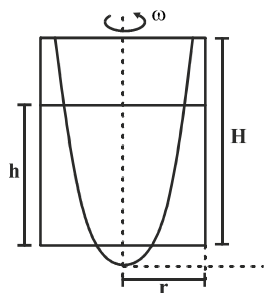
۷۲- یک نیم کره (پوسته نیم کره) در مخزنی قرار دارد و مطابق شکل دو سیال  $\rho_1$  و  $\rho_2$  روی آن قرار دارند. نیروی وارد بر پوسته از طرف سیال کدام است؟



(۱)  $\frac{5}{12} \rho g h^3$  (۲)  $\frac{5}{6} \rho g h^3$

(۳)  $\frac{2\pi}{3} \rho g h^3$  (۴) صفر

۷۳- با توجه به شکل مقابل، مساحت ناحیه‌ای که خیس نمی‌شود، کدام است؟



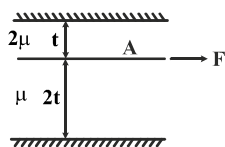
(۱)  $\frac{R^2}{2H} (H-h) - \frac{gH}{\omega^2}$

(۲)  $\frac{\pi R^2}{4H} (H-h) - \frac{\pi gH}{\omega^2}$

(۳)  $\frac{\pi R^2}{2H} (H-h) - \frac{\pi gH}{\omega^2}$

(۴)  $\frac{R^2}{4H} (H-h) - \frac{gH}{\omega^2}$

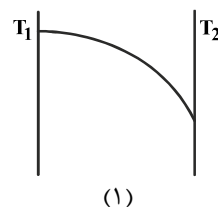
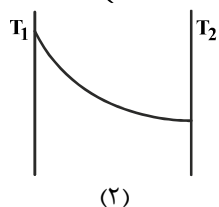
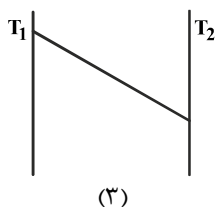
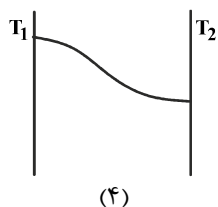
۷۴- صفحه‌ای به مساحت A با نیروی F بین دو سیال  $\mu$  و  $2\mu$  مطابق شکل کشیده می‌شود. سرعت صفحه کدام است؟



(۱)  $\frac{2tF}{3\mu A}$  (۲)  $\frac{tF}{3\mu A}$

(۳)  $\frac{2tF}{5\mu A}$  (۴)  $\frac{tF}{5\mu A}$

۷۵- برای دیواره‌ای با  $k_T = k_0 + aT$  ( $k_0, a = \text{cte}$ ) دما چگونه تغییر می‌کند؟  $T_1 > T_2$  و  $a > 0$



۷۶- منحنی تغییرات دمای یک دیواره به صورت زیر است. مختصات نقاطی که دما با زمان تغییر می‌کند به چه صورت است؟

$T(x, y, t) = x^2 + 2y^2 + yx + 2t + 12$

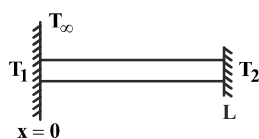
(۱) دایره با مرکز  $(0, 0)$

(۲) بیضی با مرکز  $(0, 0)$

(۳) یک منحنی درجه ۲ با تقعر به سمت بالا

(۴) چنین منحنی‌ای وجود ندارد.

۷۷- میله‌ای به طول L بین دو دیواره با دماهای  $T_1$  و  $T_2$  محدود است. تغییرات دمای میله کدام گزینه می‌باشد؟



(۱)  $\theta = \frac{(T_1 - T_\infty) \sinh n(L-x)}{2 \sinh nL} + \frac{(T_2 - T_\infty) \sinh nx}{2 \sinh nL}$

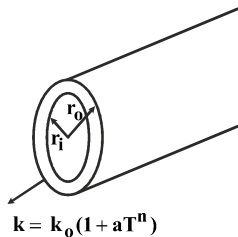
(۲)  $\theta = \frac{T_1 \sinh n(L-x)}{2 \sinh nL} + \frac{T_2 \sinh nx}{2 \sinh nL}$

(۳)  $\theta = \frac{(T_1 - T_\infty) \sinh n(L-x)}{\sinh nL} + \frac{(T_2 - T_\infty) \sinh nx}{\sinh nL}$

(۴)  $\theta = \frac{T_1 \sinh n(L-x)}{\sinh nL} + \frac{T_2 \sinh nx}{\sinh nL}$

۷۸- مقاومت R برای استوانه زیر برابر با کدام گزینه است؟

$$\frac{\text{Ln} \frac{r_o}{r_i}}{2k\pi} \quad (۱)$$



$$\frac{\text{Ln}(\frac{r_o}{r_i})}{k_o \frac{a}{n+1} (T_o^{n+1} - T_i^{n+1})} \quad (۲)$$

$$\frac{(T_o - T_i) \text{Ln}(\frac{r_o}{r_i})}{2k_o \left[ (T_o - T_i) + \frac{a}{n+1} (T_o^{n+1} - T_i^{n+1}) \right]} \quad (۴)$$

$$\frac{(T_o - T_i) \text{Ln}(\frac{r_o}{r_i})}{k_o \left[ (T_o - T_i) + \frac{a}{n+1} (T_o^{n+1} - T_i^{n+1}) \right]} \quad (۳)$$

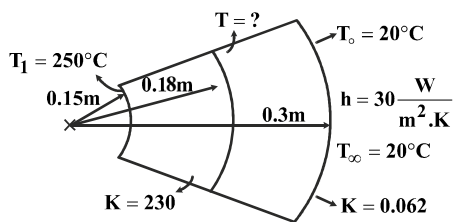
۷۹- در دیواره کروی زیر دمای دیواره وسط بر حسب کلون چقدر است؟

$$۵۲۲/۹ \quad (۱)$$

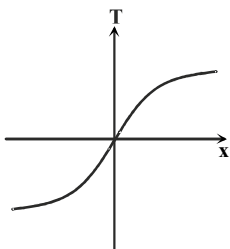
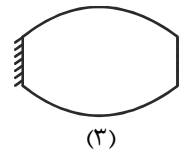
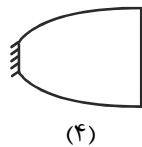
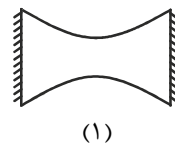
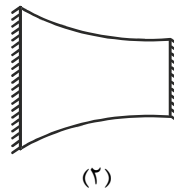
$$۲۴۹/۹ \quad (۲)$$

$$۳۱۳/۹ \quad (۳)$$

$$۴۰۰/۹ \quad (۴)$$



۸۰- پروفیل دمای داده شده مربوط به کدام دیواره است؟ (k = cte)



- ۸۱- اوکتان  $C_8H_{18}$  را با ۲۰۰٪ هوای نظری می‌سوزانیم، فشار جزیی آب چقدر خواهد بود اگر فشار ۱MPa / باشد؟  
(۱) ۲/۲kPa (۲) ۵/۲kPa (۳) ۷/۲kPa (۴) ۹/۲kPa
- ۸۲- در احتراق اتن ( $C_2H_4$ ) با ۷۰ درصد هوای تئوری نسبت هوا به سوخت (مولی) برابر با کدام گزینه است؟  
(۱) ۳/۶ (۲) ۶/۶ (۳) ۱۲/۶ (۴) ۱۸/۶
- ۸۳- ترکیبات پایدار دارای آنتالپی تشکیل ..... و ترکیبات ناپایدار دارای آنتالپی تشکیل ..... می‌باشند.  
(۱) منفی - منفی (۲) مثبت - منفی (۳) مثبت - مثبت (۴) منفی - مثبت

۸۶ - اگر آنتالپی  $\text{CO}_2$   $\bar{h}_{f,\text{CO}_2}^\circ = -393522 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol CO}_2}$  باشد، ارزش حرارتی کربن برحسب  $(\frac{\text{MJ}}{\text{kg}})$  کدام مورد می باشد؟

- (۱)  $-7/3$  (۲)  $+32/7$  (۳)  $-32/7$  (۴)  $+7/3$

۸۵ - کدامیک از تعاریف زیر مربوط به سیستم در حال تعادل می باشد؟

- (۱) یک سیستم منزوی که نسبت به محیط اطرافش امکان انجام هیچ کاری را نداشته باشد.  
(۲) یک سیستم که مقدار کار دریافتی و کار انجام داده آن برابر باشد.  
(۳) یک سیستم که اختلاف دمای زیر سیستم های آن ثابت باشد.  
(۴) یک سیستم که تغییرات فشار آن صفر باشد.

۸۶ - کدامیک از گزینه های زیر تعریف ارزش گرمایی حد بالا می باشد؟

- (۱) گرمایی که به صورت بی دررو رخ می دهد و در آن کاری انجام نمی گیرد.  
(۲) گرمایی که با فرض وجود آب به صورت بخار در محصولات از واکنش گرفته می شود.  
(۳) گرمایی که با فرض وجود آب به صورت مایع در محصولات از واکنش گرفته می شود.  
(۴) مقدار گرمای انتقال یافته از محفظه طی احتراق یا واکنش در دمای ثابت می باشد.

۸۷ - اگر توزیع سرعت یک جسم در لایه مرزی به صورت  $u = ye^{+y^2} U$  باشد ضخامت جابجایی  $(\delta^*)$  چقدر خواهد بود؟

- (۱)  $\frac{1}{2}$  (۲)  $\frac{1}{4}$  (۳)  $\frac{1}{6}$  (۴)  $\frac{1}{8}$

۸۸ - کدامیک از گزینه های زیر اشتباه است؟

- (۱) جریان مادون صوت  $dP < 0$   $dV > 0$   
(۲) جریان مافوق صوت  
(۳) جریان مافوق صوت  $dP < 0$   $dV > 0$   
(۴) جریان مادون صوت  $dP < 0$   $dV > 0$

۸۹ - کدامیک از جملات زیر صحیح می باشد؟

- (۱) وجود گرادیان فشار معکوس شرط لازم و کافی برای جدایی است.  
(۲) جدایی بدون گرادیان فشار معکوس نیز می تواند رخ دهد.  
(۳) وجود گرادیان فشار معکوس شرط لازم و نه کافی برای جدایی است.  
(۴) در گرادیان فشار منفی انحنا ی پروفیل سرعت یعنی  $\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$  گاهی منفی است.

۹۰ - یک پمپ با راندمان ۶۰٪ به وسیله یک خط لوله با طول کل ۲۰ متر آب با دبی ۲۰۰ لیتر بر ثانیه را پمپ می کند. اگر  $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

و  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  باشد انرژی مورد نیاز پمپ چند کیلو وات است؟

- (۱) ۰/۶۶ (۲) ۶/۶ (۳) ۶۶/۶۶ (۴) ۶۶۶/۶۶

۹۱ - یک بالن بزرگ حاوی هوا با فشار ۵ atm است. اگر هوای اطراف بالن دارای فشار ۱ atm باشد و بالن سوراخ شود، آنگاه سرعت هوای خروجی از بالن چقدر است؟ (فشار بالن ثابت)

- (۱) زیر سرعت صوت  
(۲) چهار برابر سرعت صوت  
(۳) برابر سرعت صوت  
(۴) بستگی به دمای هوای داخل بالن و هوای بیرون دارد.

۹۲ - کدامیک از گزینه های زیر در مورد موج ضربه ای قایم صحیح است؟

- (۱) دمای سکون در طی موج ضربه ای قایم ثابت و فشار سکون کاهش می یابد.  
(۲) دمای سکون در طی موج ضربه ای قایم کاهش و فشار سکون افزایش می یابد.  
(۳) دمای سکون در طی موج ضربه ای قایم افزایش و فشار سکون ثابت می باشد.  
(۴) دمای سکون در طی موج ضربه ای قایم کاهش و فشار سکون ثابت می باشد.

۹۳- پروفیل سرعت لایه مرزی روی صفحه تخت با رابطه  $U = U_{\infty}(1 - \exp(+\frac{1}{4} \frac{U_{\infty}}{V_x} y))$  داده شده است. ضخامت لایه مرزی ( $\delta$ ) چقدر است؟

$$(1) -8 \frac{V_x}{U_{\infty}} \ln 10 \quad (2) -4 \frac{V_x}{U_{\infty}} \ln 10 \quad (3) +8 \frac{V_x}{U_{\infty}} \ln 10 \quad (4) +4 \frac{V_x}{U_{\infty}} \ln 10$$

۹۴- آهنگ انتقال گرما در کدام نوع چگالش بیشتر است و مقدار آن حدوداً چقدر است؟

- (۱) چگالش قطره‌ای - ۱۰۰ برابر چگالش فیلمی  
(۲) چگالش قطره‌ای - ۱۰ برابر چگالش فیلمی  
(۳) چگالش فیلمی - ۱۰ برابر چگالش قطره‌ای  
(۴) چگالش فیلمی - ۱۰۰ برابر چگالش قطره‌ای

۹۵- عدد گرافش نشان‌دهنده چه نسبتی از نیروهای جریان جابجایی آزاد می‌باشد و نقش این عدد مشابه کدام عدد بدون بعد در سیستم‌های جابجایی اجباری است؟

- (۱) نسبت نیروی شناوری به لزجتی - عدد رینولدز  
(۲) نسبت نیروی اینرسی به شناوری - پرانتل  
(۳) نسبت نیروی شناوری به اینرسی - پرانتل  
(۴) نسبت نیروی اینرسی به لزجتی - رینولدز

۹۶- در جابجایی آزاد در محفظه بسته با افزایش مقدار  $(Gr \times Pr)$  به ترتیب کدام جریان‌ها ایجاد می‌شوند؟

- (۱) انتقال هدایتی - جریان لایه مرزی آرام - جریان لایه مرزی آشفته - جریان مجانبی  
(۲) جریان لایه مرزی آرام - جریان لایه مرزی آشفته - جریان مجانبی - انتقال هدایتی  
(۳) انتقال هدایتی - جریان لایه مرزی آرام - جریان مجانبی - جریان لایه مرزی آشفته  
(۴) انتقال هدایتی - جریان مجانبی - جریان لایه مرزی آرام - جریان لایه مرزی آشفته

۹۷- در جریان داخل لوله معیار تبدیل شدن جریان از آرام به آشفته عدد رینولدز می‌باشد. این عدد از کدام رابطه زیر بدست می‌آید و مقدار آن چقدر است؟

$$(1) Re = \frac{\rho UL}{\mu}, 2300 \quad (2) Re = \frac{\rho UD}{\mu}, 5 \times 10^5 \quad (3) Re = \frac{\rho UL}{\mu}, 5 \times 10^5 \quad (4) Re = \frac{\rho UD}{\mu}, 2300$$

۹۸- لایه مرزی هیدرودینامیکی ناحیه‌ای از جریان است که در آن ..... احساس می‌شود و در ناحیه لایه مرزی گرمایی ..... در جریان وجود دارد.

- (۱) نیروهای بین مولکولی - گرادیان دما  
(۲) نیروهای لزجتی - گرادیان دما  
(۳) نیروهای بین مولکولی - نیروی لزجتی  
(۴) نیروی لزجتی - نیروی بین مولکولی

۹۹- در جابجایی همزمان آزاد و اجباری معیار کلی غالب بودن آثار جابجایی آزاد به کدامیک از صورت‌های زیر است؟

$$(1) \frac{Re}{Gr} > 10 \quad (2) \frac{Gr}{Re^2} > 10 \quad (3) \frac{Re}{Gr} > 10 \quad (4) \frac{Gr}{Re} > 10$$

۱۰۰- با افزایش اختلاف دمای سطح داغ و مایع مراحل جوشش به چه صورت خواهد بود؟

- (۱) تبخیر در میان سطح - جوشش فیلمی پایا - جوشش فیلمی ناپایا - جوشش هسته‌ای  
(۲) جوشش فیلمی پایا - تبخیر در میان سطح - جوشش فیلمی ناپایا - جوشش هسته‌ای  
(۳) جوشش فیلمی ناپایا - جوشش فیلمی پایا - تبخیر در میان سطح - جوشش هسته‌ای  
(۴) تبخیر در میان سطح - جوشش هسته‌ای - جوشش فیلمی ناپایا - جوشش فیلمی پایا

۱۰۱- اگر هوا را در یک فرآیند همفشار از دمای  $27^{\circ}\text{C}$  تا دمای  $127^{\circ}\text{C}$  تغییر دهیم، تغییر آنتروپی برحسب  $\frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$  چقدر است؟

$$C_v = 0.72, R = 0.28$$

$$\ln(1/33) = 0.28, \ln(4/7) = 1/55$$

$$0.28 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \quad (1) \quad 0.20 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \quad (2)$$

$$1/55 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \quad (3) \quad (4) \text{ برای محاسبه نسبت حجم لازم است.}$$

۱۰۲- در یک فرآیند، هم دما تغییر آنتروپی گاز کامل با افزایش فشار چه خواهد شد؟

(۱) آنتروپی افزایش می‌یابد (۲) آنتروپی کاهش می‌یابد

(۳) در این فرآیند هم‌دما، آنتروپی تغییری نمی‌کند (۴) اطلاعات مساله کافی نیست

۱۰۳- کدام عبارت صحیح است؟

$$C_p = T \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_{p=\text{cte}} \quad (1) \quad C_v = T \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_{v=\text{cte}} \quad (2) \quad C_p = T \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_{p=\text{cte}} \quad (3) \quad C_v = T \left( \frac{\partial S}{\partial T} \right)_{p=\text{cte}} \quad (4)$$

۱۰۴- در یک فرآیند،  $C_a H_b$  با هوا به طور کامل می‌سوزد. نسبت مولی  $\text{CO}_2$  در محصولات احتراق کدام است؟

$$\frac{a}{4/76a + 1/4b} \quad (1) \quad \frac{a}{a + \frac{b}{2}} \quad (2) \quad \frac{b}{2a + b} \quad (3) \quad \frac{a}{5/76a + 1/69b} \quad (4)$$

۱۰۵- پمپی آب را از فشار  $150 \text{ kPa}$  به  $450 \text{ kPa}$  می‌رساند، تحول اگر آدیاباتی برگشت‌پذیر باشد و دبی آب عبوری  $6 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$  باشد، توان مصرفی

پمپ چقدر است؟

$$270 \text{ kW} \quad (1) \quad 900 \text{ kW} \quad (2) \quad 1800 \text{ kW} \quad (3) \quad 1/8 \text{ kW} \quad (4)$$

۱۰۶- دو قطعه مسی یکی به وزن  $2 \text{ kg}$  و دمای  $500 \text{ K}$  و دیگری با وزن  $3 \text{ kg}$  و دمای  $400 \text{ K}$  متصل می‌شوند. اگر نسبت به محیط عایق باشند تغییر آنتروپی مجموع دو قطعه چقدر است؟

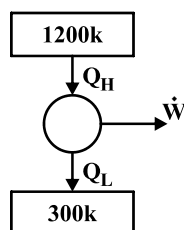
$$C = 0.4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}, \ln 0.88 = -0.13, \ln 1/1 = 0.09$$

$$0.084 \text{ kJ} \quad (2) \quad 0.004 \text{ kJ} \quad (1)$$

$$0.108 \text{ kJ} \quad (3) \quad (4) \text{ چون مجموعه عایق است، تغییر آنتروپی صفر می‌باشد}$$

۱۰۷- یک موتور حرارتی که در شکل نشان داده شده گرما را از منبع با درجه حرارت  $1200 \text{ K}$  و با شدت  $500 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$  دریافت می‌کند و گرمای تلف شده

را با یک منبع با دمای  $300 \text{ K}$  انتقال می‌دهد. توان خروجی موتور حرارتی  $180 \text{ kW}$  است. شدت بازگشت ناپذیری برای فرآیند چقدر است؟



$$375 \text{ kW} \quad (1)$$

$$195 \text{ kW} \quad (2)$$

$$60 \text{ kW} \quad (3)$$

$$\text{صفر} \quad (4)$$

۱۰۸- نیروی وارده بر جسم استوانه‌ای شکلی به قطر ۵ متر و طول ۶۰ متر در تونل باد، توسط مدل به مقیاس  $\frac{1}{10}$  مورد مطالعه قرار گرفته است. در

صورتیکه سرعت باد در طبیعت  $10 \frac{m}{sec}$  و نیروی وارده به استوانه در طبیعت  $1540 N$  باشد، مقدار سرعت و نیروی وارده در مدل فوق چقدر خواهد بود؟ (سیال در مدل و در طبیعت هوا است)

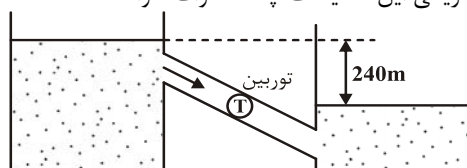
$$F_m = 1540 N, \quad V_m = 10 \cdot \frac{m}{s} \quad (2) \qquad F_m = 1540 N, \quad V_m = 1 \frac{m}{s} \quad (1)$$

$$F_m = 1540 N, \quad V_m = 10 \cdot \frac{m}{sec} \quad (4) \qquad F_m = 154 N, \quad V_m = 1 \frac{m}{sec} \quad (3)$$

۱۰۹- یک توربین آبی مطابق شکل زیر در بین دو مخزن بزرگ برای تولید برق کار گذاشته شده است. اختلاف ارتفاع دو سطح آزاد آب در مخازن

بزرگ  $240 m$ ، دبی ورودی به توربین  $20 \frac{m^3}{s}$ ، راندمان کلی توربین  $80\%$ ، وزن مخصوص آب  $10^4 \frac{N}{m^3}$  و شتاب ثقل  $10 \frac{m}{s^2}$  می‌باشد. در

صورتیکه افت انرژی در مسیر جریان با رابطه  $\Delta H = 0.1 Q^2$  محاسبه شود، مقدار توان الکتریکی این تأسیسات چند مگاوات خواهد شد؟



۵۰ (۱)

۳۲ (۲)

۳۸/۴ (۳)

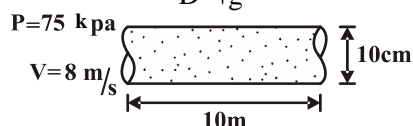
۶/۴ (۴)

۱۱۰- لوله‌های شماره (۱) و (۲) بین نقاط A و B به طور موازی کار گذاشته شده‌اند که در آن طول لوله، ضریب دارسی و ایسباخ، D

قطر لوله، V سرعت جریان و Q دبی جریان را بیان می‌کند. با صرفنظر کردن از افت انرژی موضعی، مشخص کنید که بین این دو لوله کدام یک از روابط زیر صادق است؟

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{\lambda_2 L_2 D_2^5}{\lambda_1 L_1 D_1^5}} \quad (4) \qquad \frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{\lambda_2 L_2 D_1^5}{\lambda_1 L_1 D_2^5}} \quad (3) \qquad \frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{\lambda_1 L_1 D_1^5}{\lambda_2 L_2 D_1^5}} \quad (2) \qquad \frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{\lambda_1 L_1 D_1^5}{\lambda_2 L_2 D_2^5}} \quad (1)$$

۱۱۱- در لوله افقی زیر نیروی اصطکاک وارد بر طول لوله چند نیوتن است؟ ضریب دارسی و ایسباخ  $0.02$  است.  $(h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g})$



۵۸۹ (۲)

۵۰۳ (۱)

هیچکدام (۴)

۵۱/۲۳ (۳)

۱۱۲- سیالی با لزجت سینماتیک  $\nu = 5 \times 10^{-4} \frac{m^2}{s}$  در لوله‌ای به قطر ۳۵ سانتی‌متر با سرعت  $2/5 \frac{m}{s}$  در جریان است. افت انرژی برای ۱۰۰

متر لوله مساوی چند متر از ارتفاع سیال است؟  $(\frac{64}{365\%} = 1750)$

۰/۳۳۳ (۱)

۳/۳۳ (۲)

۳۳/۳ (۳)

۳۳۳ (۴)

۱۱۳- شکل داده شده، دو لوله قرار گرفته به صورت سری را نشان می‌دهد که در آن  $L_1 = L_2 = L$  و  $D_1 = D_2 = D$  و  $f_1 \neq f_2$  می‌باشد. در

صورتیکه از نظر هیدرولیکی معادل‌سازی کل سیستم با یک لوله به قطر D و فاکتور اصطکاک  $f_1$  مدنظر باشد، طول لوله معادل از کدام رابطه بدست می‌آید؟



$$\frac{L f_1}{f_2} \quad (2) \qquad \frac{L f_2}{f_1} \quad (1)$$

$$\frac{L(f_1 + f_2)}{f_1} \quad (4) \qquad \frac{L(f_1 + f_2)}{f_2} \quad (3)$$

۱۱۴- جریان با توزیع سرعت  $\frac{u}{U} = -2(\frac{y}{\delta}) + (\frac{y}{\delta})^2$  در طول جدار جامدی جریان دارد. سیال نسبت به جدار چه وضعی دارد؟

چسبیده به دیوار (۱)

در لحظه جدایی (۲)

دچار جدایی (۳)

سرعت متغیر (۴)

۱۱۵- یک گلوله فلزی با دمای اولیه  $25^{\circ}\text{C}$  در محیطی با دمای  $400^{\circ}\text{C}$  قرار می‌گیرد. با توجه به تحلیل ظرفیت کل (Lumped capacitance)، در کدام حالت گلوله زودتر گرم می‌شود؟

(۱) گلوله دارای مساحت بزرگتر و در عین حال حجم بزرگتری باشد.

(۲) گلوله جرم بیشتری داشته باشد.

(۳) ظرفیت گرمایی ویژه پایین‌تر و شعاع کمتری داشته باشد.

(۴) ضریب انتقال سیال مجاور کمتر باشد.

۱۱۶- اگر توزیع دما در لایه‌ی مرزی حرارتی صفحه تخت به طول  $L = 0.5\text{m}$ ،  $\frac{T - T_s}{T_{\infty} - T_s} = \frac{3}{2} \left(\frac{y}{\delta}\right) - \frac{1}{2} \left(\frac{y}{\delta}\right)^2$  و ضخامت لایه مرزی حرارتی به

صورت  $\frac{\delta}{x} = \frac{1}{\text{Pr}} \text{Re}_x^{-1/2}$  باشد، نوسلت متوسط صفحه چقدر است؟

( $T_s$  دماس سطح و  $T_{\infty}$  دمای محیط)

$$U = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \text{Pr} = 0.7, v = 25 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

(۴)  $60\sqrt{0.7}$

(۳)  $66/4\sqrt{0.7}$

(۲)  $30\sqrt{0.7}$

(۱)  $33/2\sqrt{0.7}$

۱۱۷- گازی با دمای  $30^{\circ}\text{C}$  روی صفحه تختی با دمای ثابت  $70^{\circ}\text{C}$  به صورت آرام حرکت می‌کند کدام عبارت صحیح است؟

(۱) شیب‌های در صفحه در جهت عمود در وسط صفحه بیشتر از ابتدای صفحه است.

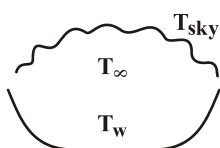
(۲) ضریب جابه‌جایی در ابتدای صفحه کمتر از انتهای صفحه است.

(۳) شیب دمایی در صفحه در جهت عمود متناسب با ضریب جابه‌جایی تغییر می‌کند.

(۴) شیب دمایی در ابتدای صفحه برابر با شیب دمایی در وسط صفحه است.

۱۱۸- در شب‌های تابستانی با هوای صاف و بدون ابر در محیط باز امکان تشکیل یخ در یک لایه نازک آب مطابق شکل امکان‌پذیر است. در صورتی که دمای آسمان  $50\text{K}$  فرض شود و ماکزیمم درجه حرارت هوا  $15^{\circ}\text{C}$  باشد ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی آزاد از هوا به آب چقدر باشد تا یخ تشکیل شود؟

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4}$$



(۱) ۲۰

(۲) ۶/۳

(۳) ۲۹

(۴) ۲۱

۱۱۹- قطر معادل را در مبدل حرارتی لوله‌ای متحد که قطر لوله داخلی  $1/5\text{cm}$  و قطر لوله خارجی  $4\text{cm}$  است را محاسبه کنید. (انتقال حرارت از خارج به داخل است.)

(۴)  $2/75\text{cm}$

(۳)  $1/25\text{cm}$

(۲)  $2/5\text{cm}$

(۱)  $5/5\text{cm}$

۱۲۰- سه کره به اضلاع  $r$ ،  $\sqrt{2}r$  و  $\sqrt{3}r$  در داخل یکدیگر قرار دارند. سطح خارجی کره بیرونی عایق شده است. اگر ضریب صدور کره داخلی و بیرونی  $0.5$  و ضریب صدور کره میانی  $1/0$  باشد و دمای کره‌های داخلی و خارجی به ترتیب  $T_1$  و  $T_3 = 2T_1$  باشد، حرارت مبادله شده بین کره‌های داخلی و خارجی برابر کدام مقدار است؟

(۴)  $\frac{90}{17} \sigma r^2 T_1^4$

(۳)  $\frac{90}{11} \sigma r^2 T_1^4$

(۲)  $\frac{360}{17} \sigma r^2 T_1^4$

(۱)  $\frac{360}{11} \sigma r^2 T_1^4$



## ۱۲۱- اصطلاح «فشار مؤثر متوسط» (mep) به چه معناست؟

- (۱) بیان فشاری است که حداکثر کار در موتور را می‌تواند انجام دهد.  
 (۲) بیان فشاری است که اگر در خلال مرحله تولید قدرت بر روی پیستون اعمال شود و همان اندازه کار انجام می‌دهد که در موتورهای واقعی روی پیستون انجام می‌گیرد.  
 (۳) بیان فشاری است که متوسط مقدار کار انجام شده بر روی موتور ایده‌آل را نشان می‌دهد.  
 (۴) بیان فشاری است که مقدار کار متوسط انجام شده بر روی موتور واقعی را نشان می‌دهد.

۱۲۲- یک نازل واگرا را در نظر بگیرید که سیال در خروج به محیط تخلیه می‌گردد. سرعت سیال در ورودی کمتر از سرعت صوت است. اگر سرعت سیال در ورودی به سرعت صوت برسد، سرعت جریان خروجی چگونه خواهد شد؟

- (۱) کمتر از سرعت صوت (۲) برابر سرعت صوت (۳) بیشتر از سرعت صوت (۴) نمی‌توان اظهار نظر کرد.

۱۲۳- یک کمپرسور دو طبقه هوا را از  $200 \text{ kPa}$  تا فشار  $800 \text{ kPa}$  متراکم می‌کند. اگر فرآیند آدیاباتیک و برگشت پذیر باشد، برای دادن حداقل توان به کمپرسور فشار میان چقدر باید باشد؟

- (۱)  $300 \text{ kPa}$  (۲)  $400 \text{ kPa}$  (۳)  $500 \text{ kPa}$  (۴)  $600 \text{ kPa}$

۱۲۴- یک کمپرسور در محیطی با درجه حرارت  $400 \text{ K}$  و فشار  $1 \text{ kPa}$  قرار دارد، هوا به درون کمپرسور وارد می‌شود. سرعت هوا قبل از ورود به

کمپرسور  $200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  است. اگر  $C_p = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$  فرض شود درجه حرارت جریان هوای ورودی چند کلوین است؟

- (۱)  $300 \text{ K}$  (۲)  $297 \text{ K}$  (۳)  $380 \text{ K}$  (۴)  $400 \text{ K}$

۱۲۵- یک موتور دیزل هنگامی که  $100 \text{ kW}$  قدرت تولید کند مقدار  $10 \frac{\text{gr}}{\text{s}}$  سوخت با ارزش حرارتی  $30000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  مصرف می‌کند. بازده حرارتی خالص این

موتور چند درصد است؟

- (۱)  $75/7$  (۲)  $25/3$  (۳)  $67/7$  (۴)  $33/3$

۱۲۶- کدامیک از موارد زیر در مورد تفاوت چرخه برایتون و چرخه رانکین صحیح است؟

- (۱) اگر شاره عامل تغییر فاز دهد چرخه برایتون و اگر همواره به صورت گاز باقی بماند چرخه رانکین گویند.  
 (۲) در چرخه رانکین دو فرآیند دما ثابت داریم ولی در چرخه برایتون دو فرآیند آنتروپی ثابت وجود دارد.  
 (۳) چرخه ایده‌آل و ساده توربین گازی چرخه برایتون است.  
 (۴) چرخه رانکین شامل دو فرآیند فشار ثابت و دو فرآیند دما ثابت است.

۱۲۷- بخار با شرایط  $h_i = 3051/2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  و  $V_i = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  وارد یک توربین شده و با  $h_e = 2655 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  از آن خارج می‌شود. مقدار کار انجام شده

توسط یک کیلوگرم بخار در حین عبور از توربین، اگر سرعت بخار خروجی  $200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  باشد، چقدر است

- (۱)  $750 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  (۲)  $420 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  (۳)  $377/5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  (۴)  $637 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

۱۲۸- مؤلفه  $x$  سرعت جریانی در صفحه  $xy$  به صورت  $u = 4x^2 + 3y$  می‌باشد. اگر جریان پایا و تراکم‌ناپذیر باشد، مؤلفه  $y$  سرعت، کدام گزینه می‌باشد؟

- (۱)  $8xy + e^x$  (۲)  $-8xy + e^x$  (۳)  $-8xy + e^y$  (۴)  $8xy$

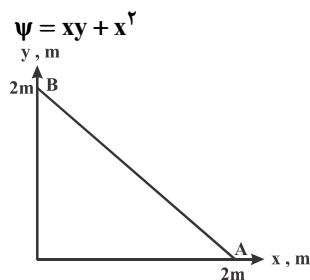
۱۲۹- میدان جریان سیال به صورت زیر می‌باشد:

$$\begin{cases} u = x^2y \\ v = xy^2 - \frac{1}{3}x^3 \end{cases}$$

برای این میدان و با فرض سیال نیوتنی، کدام گزینه صحیح است؟

- (۱)  $\tau_{xy} = \mu y^2$  (۲)  $\tau_{xy} = \mu(x^2 + y^2)$  (۳)  $\tau_{xy} = \mu(x^2 - y^2)$  (۴)  $\tau_{xy} = \mu x^2$

۱۳۰- تابع جریان برای جریان سیال تراکم‌ناپذیر به صورت زیر می‌باشد: سرعت متوسط روی خط  $A-B$  چقدر است؟



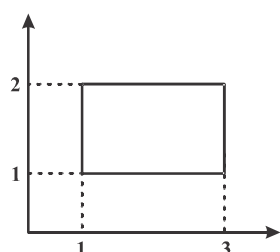
- (۱)  $2\sqrt{2}$   
 (۲)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$   
 (۳)  $\sqrt{2}$   
 (۴) ۲

۱۳۱- برای جریان پتانسیل غیر قابل تراکم، کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟ (جریان غیر چرخشی است).

$\phi$ : تابع پتانسیل       $\psi$ : تابع جریان

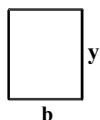
- (۱)  $\nabla^2 \psi \neq 0, \nabla^2 \phi \neq 0$       (۲)  $\nabla^2 \psi \neq 0, \nabla^2 \phi = 0$       (۳)  $\nabla^2 \psi = 0, \nabla^2 \phi \neq 0$       (۴)  $\nabla^2 \psi = 0, \nabla^2 \phi = 0$

۱۳۲- برای میدان سرعت دوبعدی  $v = Bx$  و  $u = -By$  سیر کولاسیون  $\Gamma$  بر روی یک مستطیل با گوشه‌های  $(1,1), (3,1), (3,2), (1,2)$  برابر با چه عددی است؟



- (۱)  $8B$   
 (۲)  $4B$   
 (۳)  $-4B$   
 (۴) صفر

۱۳۳- مقطع مستطیلی زیر را در نظر بگیرید. برای بهترین مقطع هیدرولیکی رابطه بین  $y$  و  $b$ ، کدام گزینه است؟

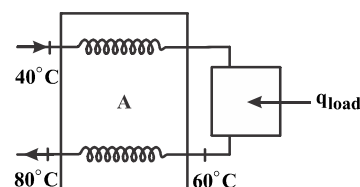


- (۱)  $y = b$   
 (۲)  $y = 2b$   
 (۳)  $y = \frac{b}{2}$   
 (۴)  $y = 4b$

۱۳۴- در کانال روباز (جریان با سطح آزاد) به ازای هر دبی معین  $q$  نقطه‌ای با حداقل انرژی وجود دارد. عمق مربوط به چنین نقطه‌ای با  $y_{cr}$  نشان داده می‌شود. کدامیک از روابط زیر بیانگر عمق بحرانی می‌باشد؟

- (۱)  $y_{cr} = \left(\frac{q}{g}\right)^{\frac{1}{3}}$       (۲)  $y_{cr} = \left(\frac{q}{2g}\right)^{\frac{1}{3}}$       (۳)  $y_{cr} = \left(\frac{q}{g}\right)^{\frac{1}{2}}$       (۴)  $y_{cr} = \left(\frac{q}{2g}\right)^{\frac{1}{2}}$

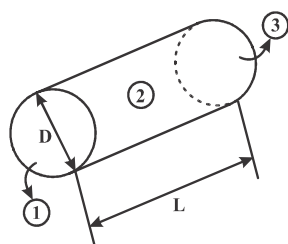
۱۳۵- در صورتی که در مبدل حرارتی نشان داده شده در شکل زیر  $\dot{m}C = 2000 \frac{W}{K}$  و ضریب کلی انتقال حرارت  $U = 100 \frac{W}{m^2 K}$  باشد، سطح انتقال



حرارت در مبدل  $A$  برحسب  $m^2$  چقدر است؟

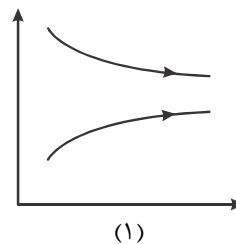
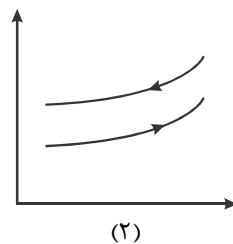
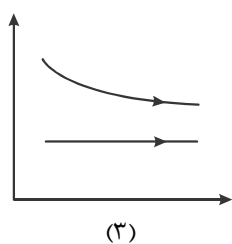
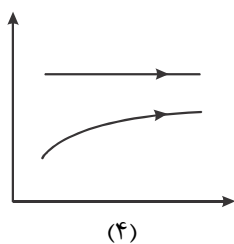
- (۱) ۱۰  
 (۲) ۲۰  
 (۳) ۴۰  
 (۴) ۶۰

۱۳۶- اگر در شکل زیر  $F_{33} = 0/2$  باشد مقدار  $F_{21}$  برابر با کدامیک از مقادیر زیر است؟ ( $L = 2D$ )

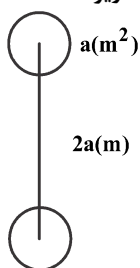


- (۱) ۰/۸  
 (۲) ۰/۲  
 (۳) ۰/۱  
 (۴) ۰/۹

۱۳۷- مبدل حرارتی که از دو لوله هم‌مرکز تشکیل شده است را در نظر بگیرید. اگر در لوله داخلی جوشش رخ دهد ولی در لوله خارجی تغییر فازی نداشته باشیم، کدام گزینه تغییرات دما را برحسب  $x$  به درستی نشان می‌دهد؟



۱۳۸- دو آلان با سطح  $a$  متر مربع به فاصله  $2a$  متر از هم قرار گرفته‌اند. ضریب شکل تشعشعی این دو آلان نسبت به هم کدامیک از اعداد زیر است؟



(۱)  $\pi a$

(۲)  $\frac{1}{\pi a}$

(۳)  $4\pi a$

(۴)  $\frac{1}{4\pi a}$

۱۳۹- در مبدل حرارتی پوسته و لوله‌ای اگر تعداد لوله‌ها را نصف کنیم ولی سطح تبادل حرارت کل ثابت بماند، مقدار انتقال در مبدل چگونه خواهد بود؟

(۱) سرعت جریان در هر لوله دو برابر می‌شود و انتقال حرارت ثابت می‌ماند.

(۲) سرعت جریان در هر لوله دو برابر می‌شود و انتقال حرارت افزایش می‌یابد.

(۳) سرعت جریان در هر لوله دو برابر می‌شود و انتقال حرارت کاهش می‌یابد.

(۴) سرعت جریان در هر لوله نصف می‌شود و انتقال حرارت کاهش می‌یابد.

۱۴۰- طول موج حداکثر توان گسیل جسمی به دمای  $1000^\circ\text{C}$  چند  $\mu\text{m}$  است؟

(۴)  $289/7$

(۳)  $17/7$

(۲)  $28/97$

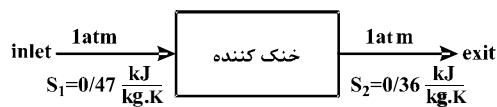
(۱)  $7/76$

۱۴۱- سیستمی از شرایط اولیه تعادلی به شرایط ثانویه مشابه تعادلی توسط دو فرایند مختلف می‌رسد و آنتروپی آن افزایش می‌یابد ( $S_2 > S_1$ ).

فرآیند (I) برگشت‌پذیر و فرآیند (II) برگشت‌ناپذیر است کدام یک از روابط زیر صادق است؟ (دما در طول فرآیند ثابت می‌ماند)

$$\begin{array}{llll} \Delta S_I = \Delta S_{II} & \Delta S_I > \Delta S_{II} & \Delta S_I > \Delta S_{II} & \Delta S_I = \Delta S_{II} \\ Q_I > Q_{II} & Q_{II} > Q_I & Q_I > Q_{II} & Q_I = Q_{II} \end{array} \quad \begin{array}{l} (1) \\ (2) \\ (3) \\ (4) \end{array}$$

۱۴۲- مطابق شکل آب مایع  $C_p = 4/186 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$  با دمای  $33/6^\circ\text{C}$  وارد یک خنک‌کننده می‌شود و با دمای محیط  $T_o = 25^\circ\text{C}$  از آن خارج می‌گردد. کار هدر رفته  $W_{lost}$  بر واحد جرم چقدر خواهد بود؟



$$\begin{array}{ll} -33 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} & (1) \\ 28/9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} & (2) \\ 2/98 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} & (3) \\ -98/24 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} & (4) \end{array}$$

۱۴۳- فشار یک گاز ایده‌آل در یک سیستم طبق رابطه  $PV^{1/2} = \text{cte}$  از یک حالت به حالت دیگر افزایش می‌یابد. در صورتی که نسبت گرماهای ویژه  $\gamma = 1/275$ ، در طی این فرآیند:

- (۱) آنتروپی سیستم افزایش می‌یابد.
- (۲) آنتروپی سیستم کاهش می‌یابد.
- (۳) آنتروپی سیستم تغییر نمی‌کند.
- (۴) با اطلاعات موجود نمی‌توان پاسخ گفت.

۱۴۴- کدام یک از عبارات زیر برای آب صحیح می‌باشد؟

- (۱) آنتروپی مایع متراکم همواره کم‌تر از آنتروپی مایع اشباع می‌باشد.
- (۲) در  $0^\circ\text{C}$  آنتروپی مایع متراکم کم‌تر و در بقیه دماها بیشتر از آنتروپی مایع اشباع می‌باشد.
- (۳) در  $0^\circ\text{C}$  آنتروپی مایع متراکم بیشتر و در بقیه دماها کمتر از آنتروپی مایع اشباع می‌باشد.
- (۴) آنتروپی مایع متراکم همواره بیشتر از آنتروپی مایع اشباع می‌باشد.

۱۴۵- فشار یک قطعه مس به جرم  $2 \text{ kg}$  در فرآیند برگشت‌پذیری در دمای ثابت  $15^\circ\text{C}$  از  $1 \text{ MPa}$  به  $100 \text{ MPa}$  افزایش یافته است تغییر آنتروپی در این فرآیند برابر است با:

$$\alpha_p = 5 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1} \text{ انبساط پذیری حجمی مس}$$

$$v = 0/000114 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \text{ حجم مخصوص مس}$$

$$\begin{array}{llll} -0/57 \frac{\text{J}}{\text{K}} & (1) & -1/14 \frac{\text{J}}{\text{K}} & (2) \\ +0/57 \frac{\text{J}}{\text{K}} & (3) & +1/14 \frac{\text{J}}{\text{K}} & (4) \end{array}$$

۱۴۶- آنالیز نهایی نوعی زغال سنگ بر مبنای خشک به صورت زیر است (درصدها بر مبنای جرمی اند) می‌خواهیم زغال سنگ را با  $30\%$  هوای مازاد بسوزانیم میزان اکسیژن مورد نیاز بر مبنای مولی به ازای  $100$  کیلوگرم سوخت برابر است با:

جرم	درصد جرمی
گوگرد	۰/۶
هیدروژن	۵/۷
کربن	۷۹/۲
اکسیژن	۱۰/۰
نیتروژن	۱/۵
خاکستر	۳/۰

$$\begin{array}{l} M_S = 32 \\ M_{H_2} = 1 \\ M_C = 12 \\ M_{O_2} = 32 \\ M_{N_2} = 28 \end{array}$$

۱۴۶

۹ (۴)

۸ (۳)

۱۲ (۲)

۱۰ (۱)

۱۴۷- متغیرهای مناسب برای جریان در لوله‌های صاف  $D, Q, \rho, \mu, g$  می‌باشد که در آن  $Q$  دبی حجمی،  $D$  قطر،  $L$  طول لوله،  $\Delta h$  ارتفاع،  $\rho$  چگالی،  $\mu$  لزجت و  $g$  شتاب ثقل است. کدام گزینه به صورت پارامترهای بی‌بعد صحیح می‌باشد؟

$$f\left[\frac{\Delta h}{L}, \frac{\mu L}{\rho Q}, \frac{Q^2 \rho^5 g}{\mu^5}\right] = 0 \quad (2) \quad f\left[\frac{\Delta h}{L}, \frac{\mu D \rho}{Q}, \frac{Q^2 \rho^5 g}{\mu^5}\right] = 0 \quad (1)$$

$$f\left[\frac{\Delta h}{L}, \frac{\mu D}{\rho Q}, \frac{\mu^5}{Q^2 \rho^5 g}\right] = 0 \quad (4) \quad f\left[\frac{\Delta h}{L}, \frac{\mu D}{\rho Q}, \frac{Q^2 \rho^5 g}{\mu^5}\right] = 0 \quad (3)$$

۱۴۸- درآگ موجی وارد به مدل یک کشتی در سرعت  $3 \frac{m}{s}$  برابر  $16 N$  است. ابعاد نمونه اصلی ۱۶ برابر ابعاد مدل است. سرعت نمونه اصلی و درآگ موجی وارد بر آن به ترتیب برابرند با: (خواص سیال در دو حالت یکسان است)

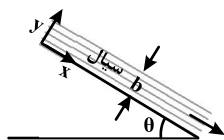
$$(1) \quad 48 \frac{m}{s} \text{ و } 1048576 N \quad (2) \quad 48 \frac{m}{s} \text{ و } 65536 N \quad (3) \quad 12 \frac{m}{s} \text{ و } 4096 N \quad (4) \quad 12 \frac{m}{s} \text{ و } 65536 N$$

۱۴۹- ضریب تصحیح انرژی جنبشی و مومنوم برای جریان آرام بین صفحات موازی یکسان با عرض واحد و پروفیل سرعت

$$u = \frac{-1}{2\mu} \frac{dp}{dx} (ay - y^2) \quad \text{به ترتیب برابر کدام گزینه می‌باشد؟ } a: \text{فاصله صفحات موازی}$$

$$(1) \quad \alpha = 1/2 \text{ و } \beta = 1/543 \quad (2) \quad \alpha = 1/2 \text{ و } \beta = 1 \quad (3) \quad \alpha = 1/543 \text{ و } \beta = 1/2 \quad (4) \quad \alpha = 1 \text{ و } \beta = 1/2$$

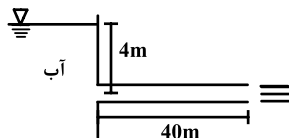
۱۵۰- در شکل مقابل لایه نازکی از مایع بر روی سطح شیب‌دار به طرف پایین جریان دارد. جریان یکنواخت است. از تغییرات فشار صرف نظر کنید. کدام گزینه معرف توزیع سرعت سیال می‌باشد؟



$$u = \frac{\gamma}{\mu} (by - \frac{y^2}{2}) \cos \theta \quad (2) \quad u = \frac{\gamma}{\mu} (by - \frac{y^2}{2}) \sin \theta \quad (1)$$

$$u = \frac{\mu}{\gamma} (by - \frac{y^2}{2}) \cos \theta \quad (4) \quad u = \frac{\mu}{\gamma} (by - \frac{y^2}{2}) \sin \theta \quad (3)$$

۱۵۱- لوله افقی نازکی با قطر  $D = 2mm$  و طول  $L = 4m$  مطابق شکل به یک مخزن متصل شده است. اگر در مدت  $10s$ ،  $3 \times 10^{-5} m^3$  خروجی داشته باشیم لزجت آب را محاسبه کنید. (از سرعت در خروجی لوله طرف نظر شود)



$$\gamma_{\text{آب}} = 10000 \frac{w}{m^2 s^2} \quad \pi = 3$$

$$(1) \quad 4 \times 10^{-3} \frac{N.s}{m^2} \quad (2) \quad 1 \times 10^{-3} \frac{N.s}{m^2} \quad (3) \quad 1/25 \times 10^{-5} \frac{N.s}{m^2} \quad (4) \quad 3/125 \times 10^{-5} \frac{N.s}{m^2}$$

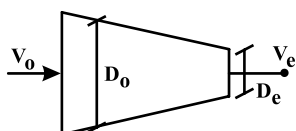
۱۵۲- توان لازم برای پمپاژ کردن  $15 \frac{L}{s}$  مایع با وزن مخصوص  $8600 \frac{N}{m^3}$  و لزجت سینماتیک  $2/5 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}$  در لوله‌ای به قطر  $5mm$

$$F = \frac{2}{(Re)^4} \quad \text{برحسب وات بر کیلومتر طول لوله چقدر است؟ ضریب اصطکاک از رابطه مقابل حساب می‌شود:}$$

$$\pi = 3, \quad g = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$(1) \quad 2064 kw \quad (2) \quad 8256 kw \quad (3) \quad 8/256 kw \quad (4) \quad 2/064 kw$$

۱۵۳- هوا در شرایط پایدار درون نازل شکل مقابل در جریان است و سرعت ورودی جریان  $51 \frac{m}{s}$  و سرعت صوت  $340 \frac{m}{s}$  است. حداقل نسبت قطر خروجی به ورودی چه مقدار باید باشد تا بتوان از اثرات تراکم‌پذیری صرف نظر کرد.



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

$$(4) \quad \text{نمی‌توان از اثرات تراکم‌پذیری صرف نظر کرد.} \quad (3) \quad \frac{1}{\sqrt{3}}$$

۱۵۴- مکعبی به ضلع  $L$ ، دمای اولیه  $T_i$  در محیط  $T_\infty$  و  $h$  قرار گرفته است. ۲ وجه مکعب را عایق می‌کنیم. ثابت زمانی آن چند برابر می‌شود؟

- (۱) ۳ برابر (۲)  $\frac{2}{3}$  برابر (۳)  $\frac{1}{3}$  برابر (۴) تغییر نمی‌کند.

۱۵۵- در جریان درهم داخل لوله که دمای سطح آن ثابت است، اگر قطر لوله دو برابر شود و خواص دیگر ثابت بماند، عدد  $NU$  چه تغییری می‌کند.

- (۱) ۲ برابر می‌شود. (۲)  $\frac{1}{2}$  برابر می‌شود. (۳)  $\frac{1}{4}$  برابر می‌شود. (۴) تغییری نمی‌کند.

۱۵۶- تغییرات درجه حرارت در لایه مرزی روی یک صفحه گرم به صورت معادله زیر تقریب زده شده است. که  $x$  در امتداد صفحه،  $y$  عمود بر صفحه،  $T_s$  دمای سطح و  $T_\infty$  و  $U_\infty$  به ترتیب دما و سرعت جریان پیش از عبور از صفحه است. اگر ضریب هدایت سیال  $K_s$  و ضریب هدایت صفحه  $K_s$  باشد، ضریب انتقال حرارت جابجایی در هر محل کدام است؟

$$\frac{T - T_s}{T_\infty - T_s} = 1 - \exp\left[-Pr \frac{U_\infty y x}{\nu}\right]$$

(۱)  $h_x = \frac{K_a Pr U_\infty x}{\nu}$  (۲)  $h_x = \frac{K_s Pr U_\infty x}{\nu}$  (۳)  $h_x = \frac{K_a Pr U_\infty x}{\nu}$  (۴)  $h_x = \frac{K_s Pr U_\infty x}{\nu}$

۱۵۷- برای سرد کردن یک صفحه داغ فلزی، آن را مطابق شکل در معرض آب ساکن قرار داده‌ایم، با افزایش زاویه  $\theta$  تا  $90^\circ$  درجه:



- (۱) صفحه زودتر سرد می‌شود.  
(۲) صفحه دیرتر سرد می‌شود.  
(۳) تا زاویه مشخص زودتر و سپس دیرتر سرد می‌شود.  
(۴) زمان سرد شدن به زاویه  $\theta$  بستگی ندارد.

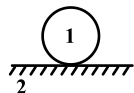
۱۵۸- در جوشش آب در یک ظروف فلزی، افزایش زبری سطح چه تأثیری بر نرخ انتقال حرارت دارد؟

- (۱) در ناحیه جوشش فیلمی و هسته‌ای به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد.  
(۲) در ناحیه جوشش فیلمی و هسته‌ای به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.  
(۳) در ناحیه جوشش هسته‌ای به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش و در فیلمی تغییر نمی‌کند.  
(۴) در ناحیه جوشش فیلمی به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش و در هسته‌ای تغییری نمی‌کند.

۱۵۹- سه مکعب به اضلاع  $a$ ،  $a\sqrt{2}$  و  $a\sqrt{3}$  در داخل یکدیگر قرار دارند. سطح خارجی مکعب بیرونی عایق شده است. چنانچه ضریب صدور مکعب داخلی و بیرونی  $\varepsilon = 0.5$  و ضریب صدور مکعب میانی  $\varepsilon = 1$  باشد و دمای مکعب‌های داخلی و خارجی به ترتیب  $T_1$  و  $T_2 = 2T_1$  باشد، حرارت مبادله شده بین مکعب‌های داخلی و خارجی برابر کدام مقدار است؟

(۱)  $\frac{54}{11} \sigma a^2 T_1^4$  (۲)  $\frac{54}{17} \sigma a^2 T_1^4$  (۳)  $\frac{9}{17} \sigma a^2 T_1^4$  (۴)  $\frac{9}{11} \sigma a^2 T_1^4$

۱۶۰- روی صفحه بسیار بزرگی، کره کوچکی قرار داده‌ایم. اگر کره جسم ۱ و صفحه جسم ۲ باشد، ضریب شکل صفحه به کره  $F_{21}$  برابر است با:



- (۱) یک  
(۲)  $0.5$   
(۳) صفر  
(۴) ۲

۱۶۱- دو موتور کارنو را در نظر بگیرید که اولی بین منابع گرم و سرد به ترتیب در  $T_1$  و  $T_2$  کار می‌کند و دومی بین منابع گرم و سرد به ترتیب در  $T_2$  و  $T_1$  کار می‌کند رابطه بین راندمان های حرارتی موتور اولی ( $\eta_1$ ) و دومی ( $\eta_2$ ) کدام است؟

(۱)  $\eta_1 + \eta_2 + \eta_1 \eta_2 = 0/2$  (۲)  $\eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \eta_2 = 0/8$  (۳)  $\eta_1 + \eta_2 = 1$  (۴)  $\eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \eta_2 = 0/8$

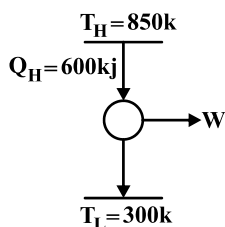
۱۶۲- احتراق سوخت  $C_2H_6$  با ۲۰ درصد هوای اضافی به طور کامل صورت می‌گیرد نسبت مولی سوخت به هوای مصرفی چقدر است؟

(۱) ۰/۱۶ (۲) ۰/۲۴ (۳) ۰/۱۴ (۴) ۰/۰۳

۱۶۳- برای گازی، اگر ضریب ژول - تامسون  $\frac{aT^2}{C_p}$  باشد که  $a$  مقداری ثابت است مقدار  $(\frac{\partial h}{\partial p})_{T=cte}$  چقدر است؟

(۱)  $\frac{aT^2}{C_p}$  (۲)  $-\frac{aT^2}{C_p}$  (۳)  $aT^2$  (۴)  $-aT^2$

۱۶۴- با توجه به سیکل زیر برای این که سیکل بازگشت ناپذیر باشد مقدار  $w$  کدام گزینه می‌تواند باشد؟



(۱) ۶۰۰kj  
(۲) ۴۲۰kj  
(۳) ۳۵۰kj  
(۴) ۳۸۸kj

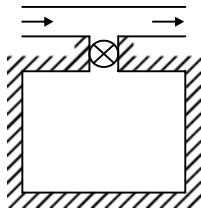
۱۶۵- در فشرده شدن گاز ایده‌آلی از فشار  $P_1$  تا  $P_2$  در فرآیند همدم، تغییر آنتروپی ..... .

- (۱) به نوع گاز کامل بستگی دارد  
(۲) مستقل از نوع گاز ایده‌آل است  
(۳) به دمای گاز و  $C_v$  وابسته است.  
(۴) به دما و فشار گاز و  $C_p$  وابسته است

۱۶۶- در یک فرآیند خفگی، فشار گاز ایده‌آلی کاهش می‌یابد، تغییر آنتروپی این گاز برابر است با:

(۱)  $\Delta S = -R \ln \frac{P_2}{P_1}$  (۲)  $\Delta S > -R \ln \frac{P_2}{P_1}$  (۳)  $\Delta S < -R \ln \frac{P_2}{P_1}$  (۴)  $\Delta S = -R \ln \frac{P_1}{P_2}$

۱۶۷- هوا با دمای  $T = 27^{\circ}\text{C}$  داخل لوله‌ای مطابق شکل زیر جریان دارد، پس از باز شدن شیر، محفظه‌ای که ابتدا خالی بوده است با هوا پر می‌شود. این تحول به صورت آدیاباتیک انجام می‌شود، درجه حرارت نهایی هوا در محفظه چقدر است؟  $\gamma = 1/4$



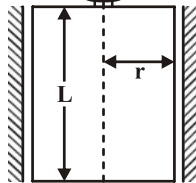
(۱)  $37/8^{\circ}\text{C}$

(۲)  $-58^{\circ}\text{C}$

(۳)  $147^{\circ}\text{C}$

(۴)  $42^{\circ}\text{C}$

۱۶۸- در شکل زیر با ثابت نگه داشتن ضخامت فیلم روغن، شعاع استوانه نصف می‌شود. میزان گشتاور لازم برای چرخاندن سیلندر، با توجه به ثابت بودن سرعت چرخشی  $\omega$  و جنس روغن، چند برابر می‌شود؟



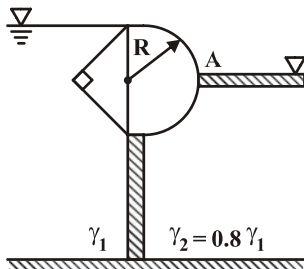
(۱)  $\frac{1}{16}$

(۲)  $\frac{1}{4}$

(۳)  $\frac{1}{2}$

(۴)  $\frac{1}{8}$

۱۶۹- دریچه‌ای که مقطع آن از یک نیم‌مربع و یک نیم‌دایره به شعاع R تشکیل شده، در سیال  $\gamma_1, \gamma_2$  را از هم جدا کرده است. در نقطه A چه نیروی افقی به دریچه وارد می‌شود؟



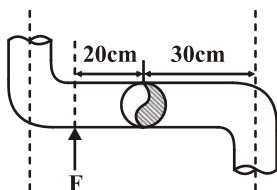
(۱)  $1/6 \gamma_1 R^2$

(۲)  $\frac{1}{2} \gamma_1 R^2 (1 - \pi/8)$

(۳)  $2 \gamma_1 R^2 (1 - \pi/8)$

(۴)  $2/4 \gamma_1 R^2$

۱۷۰- پلان یک آب پاش گردان که در آن آب از لوله قائم واقع در وسط آن وارد و از دهانه‌هایی به مساحت هر یک  $10\text{cm}^2$  با سرعت  $50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  خارج می‌شود، در شکل نشان داده شده است. نیروی لازم F را در شکل طوری تعیین کنید که از چرخش آب پاش جلوگیری نماید. ( $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ )



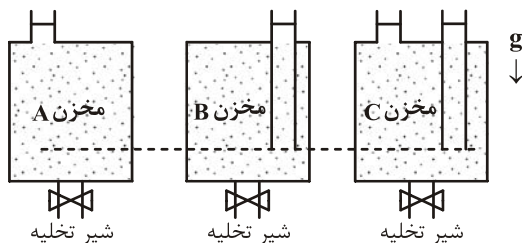
(۱)  $3000\text{N}$

(۲)  $7500\text{N}$

(۳)  $3750\text{N}$

(۴)  $12500\text{N}$

۱۷۱- حجم مخزن‌های A، B و C برابر بوده و همگی پر از آب می‌باشد. اگر این مخزن‌ها با لوله‌های نشان داده شده در شکل به محیط راه داشته باشند و شیر تخلیه آنها مشابه باشند، کدام رابطه زیر برای زمان تخلیه کامل این مخزن‌ها درست است؟ برای تخلیه مخزن، شیر تخلیه را به طور کامل باز می‌کنیم.



(۱)  $t_A = t_B = t_C$

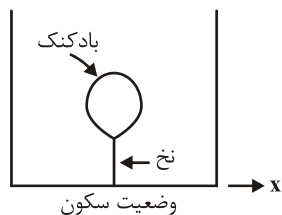
(۲)  $t_C > t_A, t_B$

(۳)  $t_B > t_A, t_C$

(۴)  $t_A > t_B, t_C$



۱۷۲- بادکنکی در داخل مایعی کاملاً مستغرق می‌باشد. اگر سیستم تخت شتاب  $g/5$  که در آن  $g$  شتاب جاذبه است، در جهت مثبت محور  $x$  ها قرار گیرد، نیروی کشش نخ:



- (۱) افزایش یافته و بادکنک به سمت راست حرکت می‌کند.
- (۲) افزایش یافته و بادکنک به سمت چپ حرکت می‌کند.
- (۳) کاهش یافته و بادکنک به سمت راست حرکت می‌کند.
- (۴) کاهش یافته و بادکنک به سمت چپ حرکت می‌کند.

۱۷۳- هنگام عبور سیال از روی یک سطح جامد، جدائی لایه مرزی و ایجاد جریان برگشتی (wake) چه زمانی اتفاق می‌افتد؟

$$(۱) \frac{dp}{dx} > 0$$

$$(۲) \frac{dp}{dx} = 0$$

$$(۳) \frac{dp}{dx} < 0$$

(۴) جدائی لایه مرزی و ایجاد و جریان برگشتی ارتباطی با گرادیان فشار ندارد.

۱۷۴- اگر در صفحه مسطح و رویه سیلندر، زبری مناسب ایجاد شود، اثر زبری در ضریب نیروی پسا  $C_D$  (Drag) نسبت به حالت سطوح صاف چیست؟

- (۱) در صفحه و سیلندر هر دو افزایش می‌یابد.
- (۲) در صفحه مسطح و سیلندر هر دو کاهش می‌یابد.
- (۳) در صفحه مسطح افزایش یافته و در سیلندر کاهش می‌یابد.
- (۴) در صفحه مسطح کاهش یافته و در سیلندر افزایش می‌یابد.

۱۷۵- جسم کروی به شعاع  $5\text{mm}$  با تولید انرژی داخلی  $10^3 \frac{\text{kw}}{\text{m}^3}$  دارای پوسته‌ای به شعاع  $10\text{mm}$  است، دمای سطح خارجی در شرایطی که سیال

محیط بیرون دارای  $h = 25 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$  و  $T_\infty = 25^\circ\text{C}$  باشد:

- (۱)  $46/7^\circ\text{C}$
- (۲)  $75^\circ\text{C}$
- (۳)  $41/7^\circ\text{C}$
- (۴)  $25^\circ\text{C}$

۱۷۶- برای یک کره با ضخامت جداره معلوم  $b$ ، اگر شعاع متوسط کره به سمت یک عدد بزرگ میل نماید، مقاومت حرارتی کره به کدام یک از مقادیر زیر میل می‌کند؟ ( $A$  سطح مقطع داخلی کره می‌باشد.)

- (۱)  $\frac{b}{4KA}$
- (۲)  $\frac{2b}{KA}$
- (۳)  $\frac{b}{KA}$
- (۴)  $\frac{b}{2KA}$

۱۷۷- گلوله فلزی داغی از ارتفاع زیاد در بالای سطح آب استخر عمیقی رها می‌شود. پس از ورود گلوله به آب ..... .

- (۱) ضریب انتقال حرارت متوسط بین گلوله و آب همواره مقدار ثابتی است.
- (۲) ضریب انتقال حرارت بین گلوله و آب ابتدا افزایش و سپس ثابت باقی می‌ماند.
- (۳) ضریب انتقال حرارت متوسط بین گلوله و آب ابتدا کاهش می‌یابد و بعد مقدار ثابتی باقی می‌ماند.
- (۴) ضریب انتقال حرارت متوسط بین گلوله و آب کاهش می‌یابد.

۱۷۸- یک ترموکوپل را در محیطی با دمای  $200^\circ\text{C}$  قرار می‌دهیم، برای اینکه بخواهیم زمان پاسخ کاهش یابد:

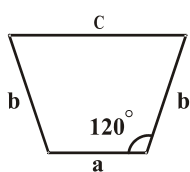
- (۱) دانسیته آن کاهش یابد و گرمای ویژه افزایش یابد.
- (۲) ضریب رسانش آن افزایش یابد و گرمای ویژه آن کاهش یابد.
- (۳) ضریب پخش حرارتی آن کاهش یافته و طول مشخصه آن کاهش یابد.
- (۴) طول مشخصه آن کاهش یافته و دانسیته آن نیز کاهش یابد.

۱۷۹- بخار آب در داخل یک لوله فلزی با جداره بسیار نازک به وسیله‌ی آبی که در حال جوشش است، کندانس می‌کند. در این حالت مقاومت

کنترل کننده بین آب و بخار و دیواره کدام می‌باشد؟

- (۱) مقاومت کنترل کننده در آب جوش است.
- (۲) مقاومت کنترل کننده در بخار در حالت کندانس است.
- (۳) مقاومت کنترل کننده دیواره فلزی است.
- (۴) هیچ کدام مقاومت کنترل کننده نیستند.

۱۸۰- تونل چهار ضلعی با عمق بی‌نهایت را در جهت عمود بر صفحه کاغذ در نظر بگیرید ضریب شکل  $a$  به  $c$  کدام یک از مقادیر زیر است؟



$\frac{\sqrt{a^2 + b^2 + ab} - b}{a} \quad (2)$	$\frac{\sqrt{a^2 + b^2 + 2ab} - b}{a} \quad (1)$
$\frac{\sqrt{a^2 + b^2 - ab} - b}{b} \quad (4)$	$\frac{\sqrt{a^2 + b^2 - 2ab} - b}{b} \quad (3)$

۱۸۱- در سیلندری، گاز کامل با دمای  $127^{\circ}\text{C}$  و فشار  $200\text{ kPa}$  حجم  $3\text{ m}^3$  وجود دارد. اگر وزنه‌ها را برداریم تا گاز طبق رابطه

$$PV^{\frac{1}{3}} = \text{cte} \text{ منبسط شود و این عمل تا رسیدن به درجه حرارت } 27^{\circ}\text{C} \text{ انجام شده طی این فرآیند چقدر است؟}$$

(۱)  $30\text{ kJ}$  (۲)  $15\text{ kJ}$  (۳)  $22/5\text{ kJ}$  (۴)  $45\text{ kJ}$

۱۸۲- یک قطعه فلز به جرم  $5\text{ kg}$  و با ظرفیت حرارتی  $4\text{ kJ/kg.K}$  را از دمای  $900\text{ K}$  تا دمای محیط  $25^{\circ}\text{C}$  سرد می‌کنند. مقدار کار تلف شده

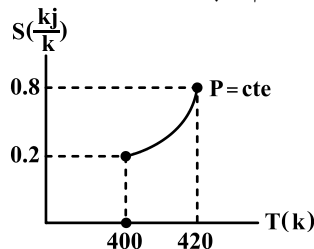
در این تحول عبارت است از:  $(\ln 0/33 = -1/1)$

(۱)  $655\text{ J}$  (۲)  $548\text{ J}$  (۳)  $1204\text{ J}$  (۴)  $1859\text{ J}$

۱۸۳- سیستمی که از یک شرایط اولیه تعادلی به شرایط ثانویه مشابه تعادلی توسط دو فرآیند مختلف برسد، که فرآیند (۱) برگشت‌پذیر و فرآیند (۲) برگشت ناپذیر باشد، کدام یک از روابط زیر صادق است؟

(۱)  $\Delta S_1 = \Delta S_2$  (۲)  $\Delta S_1 > \Delta S_2$  (۳)  $\Delta S_1 < \Delta S_2$  (۴)  $\Delta S_1 = 0$

۱۸۴- اگر نمودار روبرو آنتروپی برحسب دما در فشار ثابت برای یک گاز باشد،  $C_D$  گاز در دمای  $T_1 = 400\text{ K}$  چند است؟

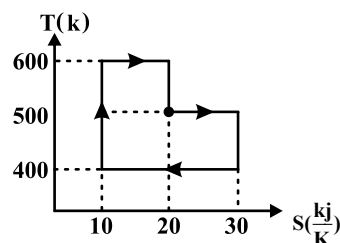


(۱)  $12 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$

(۲)  $24 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$

(۳)  $3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$

(۴)  $1/2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$



۱۸۵- در سیکل برگشت پذیر زیر، کار انجام شده و گرمای گرفته شده به ترتیب چقدر هستند؟

(۱)  $Q_H = 11000\text{ kJ}$  ,  $W = 3000\text{ kJ}$

(۲)  $Q_H = 8000\text{ kJ}$  ,  $W = 3000\text{ kJ}$

(۳)  $Q_H = 3000\text{ kJ}$  ,  $W = 11000\text{ kJ}$

(۴)  $Q_H = 11000\text{ kJ}$  ,  $W = 8000\text{ kJ}$

۱۸۶- فشار گاز ایده‌آلی از ۳ به ۱ اتمسفر در یک فرآیند اختناق کاهش می‌یابد. تغییر آنتروپی گاز برابر است با:

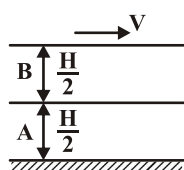
$R$ : ثابت عمومی گازها و  $C_V$ : ظرفیت حرارتی در حجم ثابت و  $C_D$ : ظرفیت حرارتی در فشار ثابت

(۱)  $C_V \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln 3$  (۲)  $C_P \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln 3$  (۳)  $-R \ln 3$  (۴)  $R \ln 3$

۱۸۷- یک پمپ حرارتی بین دو دمای منبع سرد  $(-2^{\circ}\text{C})$  و منبع گرم  $(+27^{\circ}\text{C})$  کار می‌کند. حداکثر کارایی آن چند است؟

(۱) معلومات مساله کافی نیست (۲)  $5/38$  (۳)  $0/57$  (۴)  $6/38$

۱۸۸- در مایع غیرقابل امتزاج A و B بین دو صفحه موازی مطابق شکل قرار گرفته‌اند. اگر صفحه فوقانی با سرعت ثابت V حرکت کند و صفحه



پایینی ثابت باشد و اگر  $\mu_B > \mu_A$  باشد کدامیک از گزینه‌های زیر درست است؟

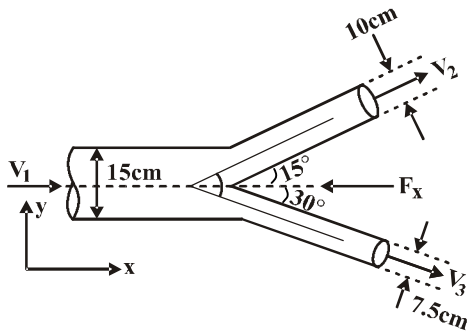
(۱) گرادیان سرعت در هر دو لایه خطی و شیب دو لایه یکسان است.

(۲) توزیع سرعت در هر دو لایه خطی و گرادیان سرعت در لایه B کوچکتر است.

(۳) توزیع سرعت در هر دو لایه خطی و گرادیان سرعت در لایه A کوچکتر است.

(۴) گرادیان در لایه‌های A و B ارتباطی به مقدار ویسکوزیته دو سیال ندارد.

۱۸۹- در شکل زیر نیروی وارد در جهت محور X ها را بر حسب نیوتن محاسبه کنید. سرعت جهت خروجی سیال به اتمسفر در هر دو لوله  $12 \frac{m}{s}$ .



لوله‌ها افقی و از افت در سیستم صرف‌نظر شده است؟

(۱) ۲۴۱/۸

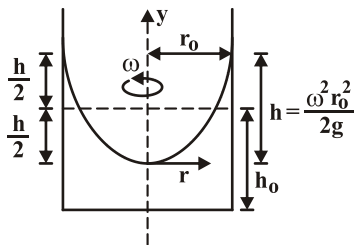
(۲) ۴۱۷/۱۷

(۳) ۲۴۱۸

(۴) ۴۱۷۱/۷

۱۹۰- یک ظرف استوانه‌ای به قطر ۱/۲ متر و به ارتفاع ۲ متر، تا نصف محتوی آب به وزن مخصوص  $1000 \frac{kg}{m^3}$  است. اگر این ظرف با سرعت ۹۰

دور در دقیقه حول قائم خود حرکت دورانی انجام دهد، حداکثر فشار وارد بر کف ظرف چند کیلو پاسکال خواهد شد؟ (شتاب ثقل  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )



(۱) ۱۰

(۲) ۲

(۳) ۱۸

(۴) ۲۶

۱۹۱- دو مخزن آب از طریق شبکه لوله‌ای شامل ۲ لوله A و B با ضریب اصطکاک و طول یکسان که به طور سری قرار گرفته‌اند، به یکدیگر ارتباط دارند. اگر قطر لوله A، ۲۰ درصد بیشتر از قطر لوله B باشد، نسبت افت هد (head) در لوله A به افت هد در لوله B چقدر است؟

(۴) ۱

(۳) ۰/۴۰۲

(۲) ۱/۵۷۹

(۱) ۲/۴۹

۱۹۲- با توجه به رابطه افت انرژی به واسطه اصطکاک در لوله‌ها، کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟  $(h_{fs} = \tau f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g_c})$

در جریان درهم اگر سرعت سیال افزایش یابد، ضریب اصطکاک ..... و  $h_{fs}$  ..... می‌یابد.

(۴) افزایش - کاهش

(۳) افزایش - افزایش

(۲) کاهش - کاهش

(۱) کاهش - افزایش

۱۹۳- جریان دائمی غیرقابل تراکم آب در لوله‌های با سطح مقطع ثابت شکل زیر را در نظر بگیرید. اگر ضریب اصطکاک داریسی لوله برابر  $0.025$ ،

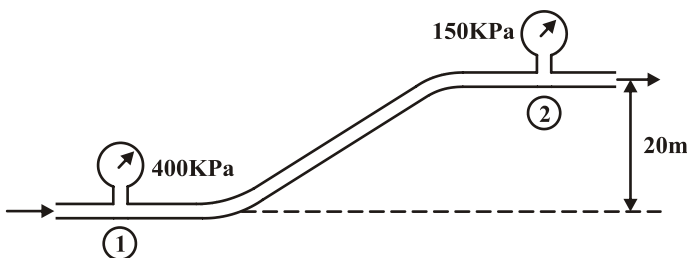
سرعت مجاز جریان ۱/۵ متر بر ثانیه و طول مسیر انتقال ۲۰۰ متر باشد، قطر لوله انتقال بر حسب میلی‌متر کدام است؟  $(\gamma = 9810 \frac{N}{m^3})$

(۱) ۱۰۴۵۵

(۲) ۱۰/۴۵۵

(۳) ۱۰۴/۵۵

(۴) ۱۰۴۵/۵



۱۹۴- هنگام عبور جریان سیال از روی یک جسم، گردابه‌هایی که بعد از نقطه جدایش ایجاد می‌شوند به علت کدام یک از عوامل است؟

(۱) انحناى شکل هندسى جسم

(۲) تبدیل انرژی مکانیکی به انرژی حرارتی

(۳) زبری سطح جسم

(۴) گرادیان شدید سرعت در طول سطح جدایش

۱۹۵- تغییرات درجه حرارت یک بعدی در داخل یک دیواره و در یک لحظه زمانی به صورت  $T(x) = 50 - 8x - 0.4x^2$  داده شده است. (T بر حسب درجه سانتیگراد و x بر حسب متر است). در این لحظه زمانی ضریب جابجایی سیال مجاور با دیواره ورودی ( $x = 0$ ) در شرایطی که دمای سیال  $27^\circ\text{C}$  باشد، چقدر است؟ (ضریب هدایت حرارت دیواره  $10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}$ )

(۱) اطلاعات داده شده کافی نمی باشد.

(۲)  $4/3$

(۳)  $2/8$

(۴)  $3/5$

۱۹۶- روی کره ای که قطر خارجی آن ۱۰cm است، عایقی با شعاع بحرانی و  $k = 0.2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}$  قرار داده ایم. در صورتی که درجه حرارت سطح خارجی

کره  $300^\circ\text{C}$  و هوای محیط  $25^\circ\text{C}$  باشد و ضریب کنوکسیون هوا  $h = 4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}$  باشد. نسبت q با عایق به q بدون عایق کدام است؟

(۴)  $\frac{4}{3}$

(۳)  $\frac{1}{4}$

(۲)  $\frac{3}{4}$

(۱) ۴

۱۹۷- سیالی از روی صفحه ای که با شار ثابت حرارت داده شده است و به طور آرام در جریان است. گرادیان دما بر روی صفحه در جهت عمود بر صفحه:

(۱) ثابت است.

(۲) به تدریج افزایش می یابد.

(۳) به تدریج کاهش می یابد.

(۴) بستگی به عدد، Pr ممکن است کم یا زیاد شود.

۱۹۸- هوا  $50^\circ\text{C}$  با سرعت  $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  وارد یک لوله به قطر ۱cm و طول ۵cm می شود اگر دمای جداره لوله  $20^\circ\text{C}$  باشد. دمای هوا در مرکز لوله در

وسط لوله و هنگام خروج از لوله چگونه است؟ (ویسکوزیته سینماتیکی هوا  $= \frac{10^{-6} \text{m}^2}{\text{s}}$ ،  $Pr \approx 0.7$ )

(۱) دمای هوا در وسط لوله بیشتر از دمای هوا در هنگام خروج است.

(۲) دمای هوا در وسط لوله برابر دما در هنگام خروج است.

(۳) دمای هوا در هنگام خروج بیشتر از دمای هوا در وسط لوله است.

(۴) نمی توان نظر داد.

۱۹۹- دو سطح بی نهایت به موازات هم قرار گرفته اند. یکی از سطوح سیاه و در دمای ۱۰۰۰k می باشد و دیگری خاکستری در دمای ۴۰۰k

می باشد. اگر تشعشع در واحد سطح در واحد زمان در تمام طول موج ها و در تمام فضای نیم کره اطراف سطح جسم سیاه  $e_1 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$  و جسم

خاکستری  $e_2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$  باشد و ضریب تشعشع جسم خاکستری ۰/۲۵ باشد. میزان خالص انتقال حرارت بین این دو سطح کدام است؟

(۴)  $\frac{256}{255} e_2$

(۳)  $\frac{4}{255} e_2$

(۲)  $\frac{255}{256} e_1$

(۱)  $\frac{255}{4} e_1$

۲۰۰- دو استوانه بسیار بلند به شعاع  $I_1$  و  $I_2$  ( $I_1 < I_2$ ) و کاملاً سیاه درون یکدیگر قرار دارند. اگر شعاع  $I_2$  (استوانه بیرونی) دو برابر شود انتقال حرارت موازنه شده بین آن ها چقدر تغییر می کند؟

(۱) نصف می شود. (۲) دو برابر می شود. (۳) ۴ برابر می شود. (۴) تغییر نمی کند.

۲۰۱- بخار آب  $400^{\circ}\text{C}$  حجم مخصوصی برابر  $\frac{0.2}{0.002} \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$  دارد. اگر فشار بر مبنای معادله گاز ایده آل  $P_1$  و بر مبنای رابطه تراکم پذیری  $P_2$  بدست بیاید آن گاه:

$$P_1 = P_2 \quad (1)$$

$$P_1 > P_2 \quad (2)$$

$$P_2 > P_1 \quad (3)$$

(۴) نیاز به داشتن ضریب تراکم پذیری دارد.

۲۰۲- یک دستگاه سیلندر - پیستون حاوی بخار آب اشباع را در نظر بگیرید که در فشار ثابت نگه داشته می شود، یک گرمکن برقی داخل سیلندر روشن است. به مدت زمان  $t$ ، با ولتاژ  $V$ ، جریان  $A$  از آن عبور می کند. مقدار تلفات حرارتی برابر است با: (۱ و ۲ معرف حالات اولیه و نهایی هستند)

$$+VA t \quad (1)$$

$$P_o(V_2 - V_1) + VA t \quad (2)$$

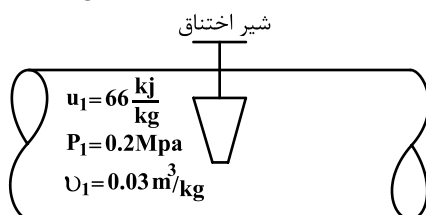
$$V_2 - V_1 + VA t \quad (3)$$

$$H_2 - H_1 + VA t \quad (4)$$

۲۰۳- یک مخزن صلب حاوی  $10 \text{ kg}$  هوا در  $200 \text{ kPa}$  و  $27^{\circ}\text{C}$  می باشد. به هوا حرارت داده می شود تا این که فشارش دو برابر شود. حجم مخزن و مقدار حرارت انتقالی چقدر است؟ ( $R = 0.28$ ،  $C_p = 1$ )

$$3000 \text{ kJ}, 0.42 \text{ m}^3 \quad (1) \quad 2100 \text{ kJ}, 0.42 \text{ m}^3 \quad (2) \quad 3000 \text{ kJ}, 0.42 \text{ m}^3 \quad (3) \quad 2100 \text{ kJ}, 0.42 \text{ m}^3 \quad (4)$$

۲۰۴- طی فرآیند اختناق زیر انرژی داخلی جریان قبل از شیر  $66 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  است و فشار و حجم مخصوص آن به ترتیب  $2 \text{ MPa}$  و  $0.003 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$  می باشد، آنتالپی جریان بعد از شیر چقدر است؟



$$72 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (1)$$

$$66 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (2)$$

$$60 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (3)$$

$$66 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (4)$$

۲۰۵- مجموعه سیلندر - پیستون بدون اصطکاکی محتوی آب و بخار آب اشباع در دمای  $100^{\circ}\text{C}$  است. طی یک تحول فشار ثابت مقدار  $600 \text{ kJ}$  گرما به هوای اطراف با دمای  $25^{\circ}\text{C}$  منتقل می شود. تغییر کل آنتروپی چقدر است؟ و در مورد برگشت پذیری چه می توان گفت؟

$$+3/61 \quad (1) \quad \text{و فرآیند برگشت پذیر است.}$$

$$+2/01 \quad (2) \quad \text{و فرآیند برگشت ناپذیر است.}$$

$$-1/61 \quad (3) \quad \text{و فرآیند برگشت پذیر است.}$$

$$+0/4 \quad (4) \quad \text{و فرآیند برگشت ناپذیر است.}$$

۲۰۶- اگر رابطه تغییر آنتالپی به فرم  $dh = C_p dT + (v - T(\frac{\partial v}{\partial T})_p) dp$  باشد، ضریب ژول - تامسون چقدر است؟

$$v - T(\frac{\partial v}{\partial T})_p \quad (1) \quad v C_p + (\frac{\partial v}{\partial p})_T \quad (2) \quad C_p \left[ \frac{1}{v - T(\frac{\partial v}{\partial T})_p} \right] \quad (3) \quad -\frac{1}{C_p} \left[ v - T(\frac{\partial v}{\partial T})_p \right] \quad (4)$$

۲۰۷- اتان  $C_2H_6$  با ۲۰٪ هوای اضافی در خلال یک فرآیند می‌سوزد. با فرض کامل بودن احتراق و این‌که فشار کل در حدود  $100\text{ kPa}$  است، فشار جزئی بخار آب محصولات چقدر است؟

- (۱)  $100\text{ kPa}$  (۲)  $32\text{ kPa}$  (۳)  $60\text{ kPa}$  (۴)  $14\text{ kPa}$

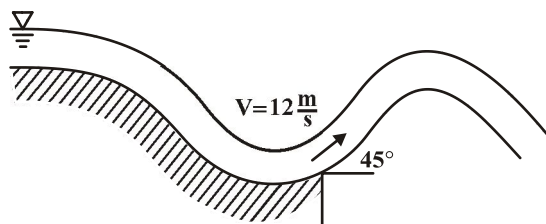
۲۰۸- یک صفحه شیشه‌ای متحرک به فاصله  $1\text{ mm}$  از صفحه ثابت دیگری قرار دارد. بین دو صفحه از سیالی با جرم مخصوص  $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  پر شده

است. اگر نیروی لازم در واحد سطح برای حرکت صفحه متحرک با سرعت ثابت  $0.1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  معادل  $4\text{ Pa}$  ( $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ ) باشد، ضریب لزجت سینماتیکی

سیال  $\nu$  برابر چند  $\frac{\text{m}^2}{\text{s}}$  است؟

- (۱)  $4 \times 10^{-2}$  (۲)  $0.04 \times 10^{-3}$  (۳)  $4 \times 10^{-1}$  (۴)  $4 \times 10^{-3}$

۲۰۹- آب از سرریزی جامی شکل با سرعت  $12\text{ m/s}$  و زاویه  $45^\circ$  به هوا پرتاب می‌شود. با صرف‌نظر کردن از اصطکاک هوا بر روی حرکت جهت، ماکزیمم ارتفاعی که جت آب بالا می‌رود، برابر چند متر است؟



- (۱)  $1/67$  (۲)  $2/67$  (۳)  $3/67$  (۴)  $4/367$

۲۱۰- مکعبی به ضلع یک متر از مایعی به چگالی نسبی  $0.9$  پر شده است و با شتاب  $1/81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  به سمت پائین حرکت می‌کند

( $g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ,  $\rho_w = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ) نتیجه نیروی حاصل از فشار مایع وارده بر هر دیواره جانبی مکعب مساوی است با:

- (۱)  $4414/5\text{ N}$  (۲)  $360\text{ N}$  (۳)  $10458\text{ N}$  (۴)  $5229\text{ N}$

۲۱۱- در یک مدل آزمایشگاهی با مقیاس  $\frac{1}{100}$  یک بندرگاه (برای مطالعه جریان‌های جزر و مدی)، نسبت زمان واقعی جزر و مدی به زمان جزر و مدی در آزمایشگاه چقدر می‌باشد؟

- (۱)  $100\sqrt{2}$  (۲)  $10\sqrt{2}$  (۳)  $200$

(۴) در صورتی که خواص فیزیکی دو سیال در آزمایشگاه و واقعیت یکی باشند، این نسبت برابر ۱ می‌باشد.

۲۱۲- کدام عبارت در مورد تاثیر افزایش زبری سطح بدنه اجسام درست است؟

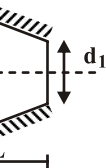
- (۱) ضریب دراگ را افزایش می‌دهد.  
(۲) ضریب دراگ را کاهش می‌دهد.  
(۳) با توجه به شرایط دیگر، می‌تواند منجر به کاهش و یا افزایش ضریب دراگ  $C_D$  گردد.  
(۴) اثری بر ضریب دراگ  $C_D$  ندارد.

۲۱۳- نیروی کشش (Drag) وارده بر یک دودکش استوانه‌ای به بلندی  $80\text{ m}$  و به قطر  $10\text{ m}$ ، بر حسب نیوتن کدام است؟ سرعت باد در دمای

$T = 15^\circ\text{C}$ ،  $\rho_{\text{air}} = 1.226 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  و  $C_D = 0.34$  می‌باشند.

- (۱)  $184/892$  (۲)  $1848/92$  (۳)  $184892$  (۴)  $18489/2$

۲۱۴- یک مخروط ناقص به اقطار  $d_1$ ،  $d_2$  ( $d_2 > d_1$ ) و به دمای قاعده  $T_1$  و به ترتیب که سطح جانبی آن کاملاً عایق شده است را در نظر بگیرید در شرایط پایدار چه مقدار حرارت از این مخروط می‌گذرد. ارتفاع مخروط  $L$  است ( $K$  ضریب هدایت مخروط است)



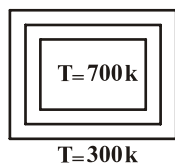
$$q = \frac{\pi k (T_r - T_l)}{L} \frac{d_l^2 d_r^2}{(d_l + d_r)^2} \quad (2)$$

(4) انتقال حرارت وابسته به X می باشد.

$$q = \frac{\pi k (T_r - T_l)}{L} \frac{d_l^2 d_r^2}{(d_r - d_l)^2} \quad (1)$$

$$q = \frac{\pi k (T_r - T_l)}{L} d_l d_r \quad (3)$$

۲۱۵- چنانچه انتقال حرارت از داخل کوره به خارج آن به وضعیت پایا رسیده باشد و مقاومت حرارتی دیواره a و دیواره b به ترتیب  $\frac{K}{W}$  و  $\frac{K}{W}$  باشد و اختلاف دماهای سطح تماس دو دیواره  $\Delta k$  باشد، میزان انتقال حرارت بین کوره و سطح آزاد دیواره b چقدر است؟



$$34/3 W \quad (1)$$

$$32/9 W \quad (2)$$

$$39/2 W \quad (3)$$

(4) نمی توان تعیین کرد

۲۱۶- دو پره طولانی یکی با سطح مقطع دایروی و مربعی در مجاورت هوا قرار دارند. اگر ضریب هدایت پره مربعی دو برابر ضریب هدایت پره دایروی باشد و مساحت دایره با مربع برابر باشد. نسبت راندمان پره مربعی به دایروی:

$$\sqrt[4]{\frac{2}{\pi}} \quad (4)$$

$$\sqrt[4]{\frac{\pi}{2}} \quad (3)$$

$$\sqrt[4]{\frac{16}{\pi}} \quad (2)$$

$$\sqrt[4]{\frac{\pi}{16}} \quad (1)$$

۲۱۷- توزیع درجه حرارت در یک جسم همگن در یک لحظه به صورت  $T = \frac{1}{2}x^2 - y^2 + \frac{1}{2}z^2 - xz - 2yz$  است. با فرض ثابت بودن خواص جسم و بدون تولید حرارت داخلی، نواحی از جسم را که درجه حرارت جسم در یک لحظه مورد نظر با زمان تغییر می کند، مطابق کدام یک از حالت های زیر است؟

(3) در صفحه YOZ

(1) در صفحه XOY

(4) در هیچ نقطه از جسم تغییر نمی کند

(2) در صفحه ZOx

۲۱۸- جریان جابجایی و اجباری و آرام روی یک صفحه تخت را در نظر بگیرید، اگر شار حرارتی ثابت باشد در چه قسمتی از صفحه دما بیشتر است؟

(2) در قسمت انتهایی صفحه

(1) لبه شروع صفحه

(4) بر حسب عدد رینولدز می تواند در ابتدا و یا انتهایی صفحه باشد.

(3) در یک مکان مابین ابتدا و انتهایی صفحه

۲۱۹- سیالی با دمای  $200^\circ C$  از داخل لوله فلزی با جداره خیلی نازک می گذرد، انتقال حرارت در داخل لوله  $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$  و در بیرون لوله  $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$  می باشد. اگر لوله در معرض هوای  $20^\circ C$  باشد. دمای سطح بیرونی لوله به صورت تقریبی برابر است با:

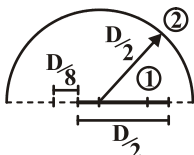
$$159/6^\circ C \quad (2)$$

$$24/4^\circ C \quad (1)$$

(4) بسته به مقاومت دیواره، نمی توان تعیین کرد.

$$200^\circ C \quad (3)$$

۲۲۰- برای نیمکره نشان داده شده که مطابق شکل صفحه ای دایره ای به قطر  $\frac{D}{2}$  در آن قرار دارد. ضریب شکل ۲ به ۱؟



$$0/159 \quad (1)$$

$$0/375 \quad (2)$$

$$0/125 \quad (3)$$

$$0/875 \quad (4)$$



## حرارت و سیالات

۱ - گزینه «۳»

طبق گفته صورت سوال، فشار متناسب است با ارتفاع:

$$P = kx$$

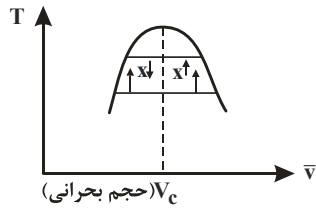
$$\text{در حالت اول: } P_1 = kx_1 \Rightarrow 300 \times 10^3 = k \times 0.3 \Rightarrow k = 10^6$$

$$\text{در حالت دوم: } P_2 = kx_2 \Rightarrow 500 \times 10^3 = 10^6 \times x_2 \Rightarrow x_2 = 0.5 \text{ m}$$

$$\begin{cases} w = \int P dv \\ P = kx \\ V = Ax \Rightarrow dv = A dx = 0.01 dx \end{cases}$$

$$\Rightarrow w = \int_{x_1}^{x_2} kx A dx = \int_{0.3}^{0.5} 10^6 \times 0.01 x dx = 10^4 [(0.5)^2 - (0.3)^2] = 1600 \text{ J} = 1.6 \text{ kJ}$$

۲ - گزینه «۲»



چون مخزن صلب است فرآیند حجم ثابت می‌باشد. با حرارت دادن به مخزن دما افزایش می‌یابد و مطابق شکل اگر  $V < V_c$  باشد کیفیت کاهش می‌یابد و اگر  $V > V_c$  باشد، کیفیت افزایش می‌یابد.

$$V > V_c \rightarrow x \uparrow, T \uparrow$$

$$V < V_c \rightarrow x \downarrow, T \uparrow$$

۳ - گزینه «۲»

در منطقه دوفازی دما و فشار به هم وابسته هستند زیرا ماده خالص در هر فشار خاص در یک دمای مشخص تغییر فاز می‌دهد. در واقع برای هر ماده خالص مشخص در منطقه دوفازی با داشتن فشار می‌توان دمای آن را نیز تعیین کرد.

۴ - گزینه «۴»

$$\left\{ \begin{array}{l} W = \int_{v_1}^{v_2} p dv \\ P = \frac{RT}{v-b} \end{array} \right. \Rightarrow W = \int_{v_1}^{v_2} \frac{RT}{v-b} dv \Rightarrow W = RT \ln(v-b) \Big|_{v_1}^{v_2}$$

$$\Rightarrow W = RT [\ln(v_2 - b) - \ln(v_1 - b)]$$

$$\Rightarrow W = RT \ln \frac{v_2 - b}{v_1 - b}$$

۵- گزینه «۱»  
طبق فرضیات:

$$Q = W = 0$$

$$m_1 = m_e = 0$$

$$m_r = m_i$$

قانون اول برای یک فرآیند USUF:

$$Q + m h_i = m_r u_r \rightarrow u_r = h_i \Rightarrow C_v T_r = C_p T_i$$

$$\begin{cases} T_r = \frac{C_p}{C_v} T_i \\ C_p - C_v = R \end{cases} \rightarrow \begin{cases} C_v = C_p - R = 1 - 0/2 = 0/2 \\ T_i = 250 + 273 = 523 \text{ K} \end{cases} \Rightarrow T_r = \frac{1}{0/2} \times 523 = 653/2 \text{ K} \rightarrow T_r = 326.5^\circ \text{ C}$$

۶- گزینه «۱»

$$1 \text{ گزینه: } \frac{T_r}{T_1} = \left(\frac{P_r}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad \gamma > 1 \xrightarrow{P_r < P_1} T_r < T_1$$

$$2 \text{ گزینه: } \frac{T_r}{T_1} = \frac{P_r}{P_1} \xrightarrow{P_r < P_1} T_r < T_1$$

$$3 \text{ گزینه: } P_1 V_1 = P_r V_r \xrightarrow{P_r < P_1} V_r > V_1$$

$$\left(\frac{V_1}{V_r}\right) = \left(\frac{P_r}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}} \xrightarrow{P_r < P_1} V_r > V_1$$

لذا تنها گزینه ۱ صحیح می باشد.

۷- گزینه «۴»

کار در فرایند فشار ثابت:  $W = P(V_r - V_1) = 54 \text{ kJ}$

$$V_r - V_1 = \frac{W}{P} = \frac{54}{600} = 0/09 \text{ m}^3$$

$$V_r = \frac{W}{P} + V_1 = 0/01 + 0/09 = 0/1 \text{ m}^3$$

قانون گاز ایده آل:  $P_r V_r = mRT_r \Rightarrow P_r = \frac{mRT_r}{V_r}$

$$P_1 V_1 = mRT_1 \Rightarrow P_1 = \frac{mRT_1}{V_1}$$

$$\rightarrow P_r = P_1 \rightarrow \frac{mRT_r}{V_r} = \frac{mRT_1}{V_1} \Rightarrow T_r = \frac{V_r}{V_1} T_1 = \frac{0/1}{0/01} \times 290 = 2900 \text{ K}$$

۸- گزینه «۲»

$$\begin{cases} mg \sin \alpha = \tau A \\ \tau = \mu \frac{du}{dy} = \mu \frac{V}{h} \Rightarrow mg \sin \alpha = \mu \frac{V}{h} A \end{cases}$$

$$\Rightarrow V_1 = \frac{mg \sin \alpha h}{\mu A}$$

سرعت با لزجت رابطه عکس و با فاصله جعبه با سطح شیبدار رابطه مستقیم دارد.

$$V_2 = \frac{mg \sin \alpha \frac{h}{2}}{2\mu A} = \frac{1}{2} \frac{mg \sin \alpha}{\mu A} = \frac{1}{2} V_1$$

۹- گزینه «۱»

فشار نسبی در ارتفاع h بانیروی کشش سطحی خنثی می‌گردد.

$$\sigma \cos \theta (\pi D + \pi d) = \rho g h \pi \left( \frac{D^2}{4} - \frac{d^2}{4} \right)$$

$$\sigma \cos \theta (D + d) = \rho g h \times \frac{1}{4} (D - d)(D + d)$$

$$\Rightarrow h = \frac{4\sigma \cos \theta}{\rho g (D - d)}$$

۱۰- گزینه «۴»

$$u = \Delta x = \frac{dx}{dt} \Rightarrow \frac{dx}{x} = \Delta dt \rightarrow \ln x = \Delta t + c_1$$

$$V = \gamma y t = \frac{dy}{dt} \rightarrow \frac{dy}{y} = \gamma t dt \rightarrow \ln y = t^2 + c_2$$

با توجه به این‌که در لحظه  $t = 0$  باید از نقطه (۱, ۱) عبور کند، ثابت‌های  $c_1$  و  $c_2$  هر دو در این لحظه برابر صفر هستند.

$$\ln x = \Delta t$$

$$\ln y = t^2 \rightarrow \ln x = \Delta \sqrt{\ln y} \rightarrow x = e^{\Delta \sqrt{\ln y}}$$

۱۱- گزینه «۳»

در گازها با افزایش درجه حرارت لزجت افزایش می‌یابد.

۱۲- گزینه «۱»

ابتدا باید سرعت در سطح تماس دوسیال (V) را به دست آوریم.

$$\mu_1 \frac{U-V}{2H} = \mu_2 \frac{V}{H} \rightarrow U-V = 2 \frac{\mu_2}{\mu_1} V \rightarrow V = \frac{U}{1 + \frac{2\mu_2}{\mu_1}}$$

$$\text{تنش در صفحه پایینی} = \mu_2 \frac{\frac{U}{1 + \frac{2\mu_2}{\mu_1}}}{H} = \frac{\mu_2 U}{H(1 + \frac{2\mu_2}{\mu_1})}$$

۱۳- گزینه «۲»

$$F = F_1 - F_2 = \rho g \times \left(\frac{rD}{\lambda}\right) \times \left(\frac{L \times rD}{\varphi}\right) - \rho g \left(\frac{D}{\varphi}\right) (L \frac{D}{r})$$

$$F = \frac{9}{32} \rho g L D^2 - \frac{1}{8} \rho g L D^2 = \frac{5}{32} \rho g L D^2$$

۱۴- گزینه «۲»

نیروی شناوری = نیروی وزن

$$1400 \times g[A \times 1] = 1000 \times g[A \times h] + 1500 \times g[A(1-h)]$$

$$\Rightarrow 1400 = 1000h + 1500 - 1500h \Rightarrow 500h = 100$$

$$\Rightarrow h = \frac{100}{500} = 0.2 \text{ cm}$$

۱۵- گزینه «۳»

میزان گرم به نظر رسیدن به ضریب نفوذ گرمایی مربوط می شود و برای مس ضریب نفوذ گرمایی بزرگتر از چوب می باشد.

۱۶- گزینه «۱»

$$\begin{aligned} q_1 &= q_2 \\ \rightarrow -\frac{k_1}{L} (T_1 - T_s) &= -\frac{k_2}{L} (T_s - T_2) \\ \rightarrow T_1 - T_s &= \frac{k_2}{k_1} (T_s - T_2) \rightarrow T_1 - T_s = r(T_s - T_2) \\ \rightarrow T_1 + rT_2 &= rT_s \rightarrow T_s = \frac{T_1 + rT_2}{r} \end{aligned}$$

۱۷- گزینه «۲»

$$q'' = -(k_o + aT) \frac{dT}{dx}$$

از طرفین نسبت به X مشتق می گیریم  $\rightarrow \frac{dq''}{dx} = -\frac{d}{dx}[(k_o + aT) \frac{dT}{dx}] = 0$

برای حالت پایا  $\frac{dq}{dx} = 0$

$$\begin{aligned} \Rightarrow -(k_o + aT) \frac{d^2 T}{dx^2} - a \left[ \frac{dT}{dx} \right]^2 &= 0 \\ \rightarrow \frac{d^2 T}{dx^2} = \frac{-a}{k_o + aT} \left[ \frac{dT}{dx} \right]^2 &\rightarrow \begin{cases} k_o + aT > 0 \\ -a < 0 \\ \left[ \frac{dT}{dx} \right]^2 > 0 \end{cases} \rightarrow \frac{d^2 T}{dx^2} < 0 \end{aligned}$$

یعنی تقعر منحنی رو به پایین می باشد.

۱۸- گزینه «۴»

گرمای تولید شده در استوانه برابر با گرمای خروجی از پوسته عایق می‌باشد.

$$\dot{q} \times \pi r^2 L = h[\pi(r) L](T_s - T_\infty)$$
$$\Rightarrow T_s - T_\infty = \frac{\dot{q} r}{h} \rightarrow T_s = \frac{\dot{q} r}{h} + T_\infty$$

۱۹- گزینه «۱»

شعاع بحرانی برای استوانه  $r_c = \frac{k}{h}$  و برای کره  $r_c = \frac{2k}{h}$  می‌باشد.

۲۰- گزینه «۲»

نصب پره‌ها لزوماً آهنگ انتقال حرارت را افزایش نمی‌دهد. اگر ضریب جابجایی گرمایی ( $h$ ) زیاد باشد و ضریب هدایت حرارتی پره کم باشد ممکن است انتقال حرارت کاهش یابد.

همچنین عملکرد پره از رابطه  $\varepsilon = \sqrt{\frac{kP}{hA_c}}$  بدست می‌آید که با ضریب هدایت پره رابطه مستقیم و با ضریب جابجایی رابطه عکس دارد.

۲۱- گزینه «۲»

این موضوع که خطوط آنتالپی ثابت اساساً با خطوط دمای حبابی ثابت موازی اند، از این واقعیت ناشی می شود که دمای حبابی اساساً با دمای اشباع بی دررو یکسان است.

۲۲ - گزینه «۳»

$$\phi = \frac{P_v}{P_g} \rightarrow P_v = 0.7 \times 5.628 = 3.94 \text{ kPa}$$

$$P_a = P - P_v = 100 - 3.94 = 96.06 \text{ kPa}$$

$$w = 0.622 \times \frac{P_v}{P} = 0.622 \times \frac{3.94}{96.06} = 0.0255$$

۲۳- گزینه «۱»

از رابطه کلایپرون داریم:

$$\frac{dP}{dT_{ig}} = \frac{P \cdot h_{ig}}{RT^2} \rightarrow \int_1^2 \frac{dP}{P} = \frac{h_{ig}}{R} \int \frac{dT}{T^2} \rightarrow \ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{h_{ig}}{R} \left( \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right), \quad T_1 = 213/2 \text{ K} \quad T_2 = 233/2 \text{ K}$$

$$\rightarrow \ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{2838/9}{0.46152} \left( \frac{233/2 - 213/2}{233/2 \times 213/2} \right) = 2.4744$$



۲۴- گزینه «۳»

با توجه به صلب بودن مخزن تغییری در حجم مخصوص رخ نمی‌دهد. از طرف دیگر با توجه به اینکه آمونیاک در حالت اشباع قرار دارد با گرما دادن به آن به بخار فوق داغ تبدیل می‌شود.

۲۵- گزینه «۴»

چون انرژی داخلی و آنتالپی گاز ایده‌آل فقط تابعی از دماست می‌توان نتیجه گرفت که گرماهای ویژه در حجم ثابت و فشار ثابت نیز فقط تابع دما هستند. از طرفی تفاضل  $C_p$  و  $C_v$  همواره مقداری ثابت و برابر  $R$  می‌باشد.

۲۶- گزینه «۱»

برای ماده‌ای مانند آب که در حین انجماد منبسط می‌شود با افزایش فشار، دمای انجماد کاهش می‌یابد. بنابراین با افزایش فشار، بخار نخست به جامد و سپس به مایع تبدیل می‌شود.

۲۷- گزینه «۲»

در مدل دالتون مخلوط‌های گازی، خواص هر جزء مخلوط چنان در نظر گرفته می‌شود که گویی آن جزء به تنهایی و مستقل در حجم و دمای مخلوط وجود دارد.

$$PV = n\bar{R}T, \quad n = n_A + n_B \quad \text{برای کل مخلوط}$$

$$P_A V = n_A \bar{R}T \quad \text{برای جزء A}$$

$$P_B V = n_B \bar{R}T \quad \text{برای جزء B}$$

$$\frac{PV}{\bar{R}T} = \frac{P_A V}{\bar{R}T} + \frac{P_B V}{\bar{R}T} \Rightarrow P = P_A + P_B$$

۲۸- گزینه «۴»

$$f_{Lam} = \frac{64}{Re} \text{ : جریان آرام}$$

$$f_{turb} = \frac{0.316}{\frac{1}{Re^4}} \text{ رابطه بلازیوس : جریان درهم}$$

$$\frac{f_{Lam}}{f_{turb}} = \frac{\frac{64}{Re}}{\frac{0.316}{\frac{1}{Re^4}}} = \frac{64}{0.316} \times \frac{1}{10000} = \frac{64}{316} = 0.2$$

۲۹- گزینه «۴»

$$\text{معادله برنولی بین B و C: } \frac{V_C^2}{2} + gz_C + \frac{P_C}{\rho} = \frac{V_B^2}{2} + gz_B + \frac{P_B}{\rho}$$

$$V_C = V_B \text{ : از پیوستگی}$$

$$P_C = 0 \text{ : به دلیل تخلیه به محیط بیرون}$$

$$\frac{P_B}{\rho} + g(H+L) = 0 \Rightarrow P_B = -\rho g(H+L) \Rightarrow P_B = -\gamma(H+L)$$

۳۰- گزینه «۱»

$$u = \frac{\Delta P}{4\mu L} (R^2 - r^2) \text{ : سرعت موضعی برای جریان توسعه یافته}$$

$$\bar{V} = \frac{\Delta P R^2}{8\mu L} \text{ : سرعت متوسط برای جریان توسعه یافته در لوله}$$

$$u = \bar{V} \rightarrow \frac{\Delta P}{4\mu L} (R^2 - r^2) = \bar{V} \times \frac{\Delta P R^2}{8\mu L}$$

$$\rightarrow R^2 - r^2 = R^2 \rightarrow r = 0 \rightarrow \text{در مرکز لوله} \rightarrow \text{از جداره لوله} \rightarrow R \text{ فاصله}$$

۳۱- گزینه «۳»

برای تشابه دینامیکی جریان‌ها باید به طور سینماتیکی مشابه باشند به علاوه تشابه هندسی نیز وجود داشته باشد.

۳۲- گزینه «۳»

$$\left(\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1\right) = \left(\frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2\right) + H_T$$

$$H_T = (Z_1 - Z_2) - \frac{V_2^2}{2g} = 100 - \frac{9^2}{2 \times 10} = 100 - 4.05 = 95.95 \text{ m}$$

۳۳- گزینه «۲»

عدد رینولدز نسبت نیروی اینرسی به نیروی اصطکاک می‌باشد این عدد معمولاً برحسب پارامترهای مناسبی از جریان و هندسه آن بیان می‌شود و در اکثر مسایل سیالاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. عدد فرود نسبت نیروی اینرسی به نیروی جاذبه می‌باشد. اگر در جریان، یک سطح آزاد وجود داشته باشد مثل جریان در یک رودخانه، شکل این سطح و امواج آن مستقیماً متأثر از نیروی جاذبه است بنابراین در چنین مواردی عدد فرود حائز اهمیت است.

۳۴- گزینه «۳»

$$h = h_1 + h_r + h_v, \quad h = \frac{f L}{D} \frac{V^2}{2g}, \quad Q = VA \rightarrow V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi d^2/4}$$

$$\frac{f L}{D} \frac{Q^2}{D^5} = f \frac{L_1}{d_1} \frac{Q^2}{d_1^5} + f \frac{L_r}{d_r} \frac{Q^2}{d_r^5} + f \frac{L_v}{d_v} \frac{Q^2}{d_v^5}$$

$$\rightarrow \frac{L}{D^5} = \frac{L_1}{d_1^5} + \frac{L_r}{d_r^5} + \frac{L_v}{d_v^5} \rightarrow L = D^5 \left[ \frac{L_1}{d_1^5} + \frac{L_r}{d_r^5} + \frac{L_v}{d_v^5} \right]$$

۳۵- گزینه «۳»

$$NU_x = \frac{hx}{k} = Cx^{-\frac{1}{5}} \rightarrow h = kCx^{-\frac{6}{5}}$$

$$\bar{h} = \frac{1}{L} \int_0^L h \, dx = \frac{1}{L} \int_0^L k C x^{-\frac{6}{5}} \, dx = L^{-\frac{6}{5}} k C$$

$$\overline{NU} = \frac{\bar{h}L}{k} = C L^{-\frac{1}{5}}$$

۳۶- گزینه «۴»

در فلزات مایع عدد پراتل کوچکتر از یک است که در نتیجه آن ضخامت لایه مرزی سرعت خیلی کوچکتر از ضخامت لایه مرزی گرمایی است بنابراین تقریباً ضخامت لایه مرزی سرعت ناچیز بوده و توزیع سرعت معادل سرعت در جریان آزاد  $U_\infty$  می‌باشد.

۳۷- گزینه «۲»

در صورتی که ضریب هدایت خیلی بزرگ باشد انتقال حرارت درون جسم به سرعت صورت گرفته و می‌توان آن را به عنوان جسم تک‌دما فرض کرد.

۳۸- گزینه «۲»

$$Re = \frac{Ux}{\nu} = \frac{0/5 \times 10}{0/16 \times 10^{-4}} = 3/1 \times 10^5 \rightarrow \text{جریان آرام}$$

$$\overline{Nu} = 0/664 Pr^{\frac{1}{3}} Re^{\frac{1}{2}} = 0/664 \times (0/72)^{\frac{1}{3}} \times (3/1 \times 10^5)^{\frac{1}{2}} \cong 330$$

۳۹- گزینه «۱»

با توجه به اینکه با افزایش X ضخامت لایه مرزی افزایش می‌یابد گرادیان دما در لایه مرزی کاهش خواهد یافت چون دمای سیال و صفحه ثابت است.

۴۰- گزینه «۱»

زمان لازم برای خنک شدن جسم متناسب است با  $\frac{\rho V C_p}{h A}$ . از این روی برای سریعتر خنک شدن جسم باید  $C_p$  کمتر و  $h$  بیشتر باشد.

۴۱- گزینه «۲»

در فرآیند پلی تروپیک

$$w = \frac{P_r V_r - P_1 V_1}{1 - n}$$

$$MR = \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{300 \times 0/2}{473} = 0/126$$

$$w = \frac{P_r V_r - P_1 V_1}{1 - n} = \frac{MR (T_r - T_1)}{1 - n} = \frac{0/126 (373 - 473)}{1 - \frac{1}{2}}$$

$$w = 63/4kj$$

۴۲- گزینه «۱»

$$\beta = \frac{T_L}{T_H - T_L} = \frac{\Delta_{\circ\circ}}{\gamma_{\circ\circ} - \Delta_{\circ\circ}} = \frac{\Delta_{\circ\circ}}{\gamma_{\circ\circ}} = \gamma / \Delta$$

۴۳- گزینه «۴»

$$\Delta u = C_u \Delta T$$

$$PU = mRT \Rightarrow Pdv + udp = mRdT$$

$$\Rightarrow P\Delta V = mR\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{P\Delta V}{mR} = \frac{P\Delta V}{m(C_P - C_U)}$$

$$\Rightarrow \Delta u = C_U \Delta T = C_U \cdot \frac{P\Delta V}{m(C_P - C_U)} = \frac{1}{\gamma - 1} P\Delta V$$

m : تعداد مول ها است.

۴۴- گزینه «۴»

مقدار بخار آب در این فرآیند بستگی به حجم مخصوص دارد که چون در این سوال حجم مخصوص مشخص نیست گزینه ۴ صحیح است. یعنی اگر حجم مخصوص از مقدار بحرانی کمتر باشد مایع زیاد می‌شود و بالعکس.

۴۵- گزینه «۳»

$$\eta = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

راندمان موتور حرارتی کارنو:

$$\eta = \frac{W}{Q_H}$$

از طرفی راندمان به فرم روبرو هم است:

$$1 - \frac{T_L}{T_H} = \frac{W}{Q_H}$$

در نتیجه

توجه داشته باشید که  $Q_H = Q_c + w = 600 \text{ kJ}$  پس:

$$1 - \frac{T_L}{1000} = \frac{300}{600} \Rightarrow \frac{T_L}{1000} = 0.5 \rightarrow T_L = 500 \text{ K}$$

۴۶- گزینه «۲»

$$\eta = \frac{W}{Q_H} = \frac{\text{مساحت مثلث}}{\text{مساحت مثلث} + \text{مستطیل}} = \frac{100 \times \frac{100}{2}}{100 \times \frac{100}{2} + 300 \times 100}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{5000}{5000 + 30000} = \frac{5}{35} = \frac{1}{7} \approx 14\%$$

راندمان حرارتی سیکل ۱۴٪ است پس گزینه ۲ صحیح است.



۴۷- گزینه «۲»

از قانون لزجت نیوتن داریم:

$$\tau = \mu \frac{\Delta V}{h} \Rightarrow \epsilon = \mu \times \frac{0.1 - 0 \left( \frac{m}{s} \right)}{1 \times 10^{-3} (m)}$$

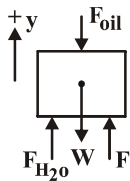
$$\Rightarrow \mu = 0.04 \frac{kg}{m.s}$$

$$v = \frac{0.04}{1000} \Rightarrow v = 0.04 \times 10^{-3} \left( \frac{m}{s} \right) \quad \text{لذا:}$$

$$v = \frac{\mu}{\rho} \quad \text{داریم:}$$

۴۸- گزینه «۴»

از تعادل نیروها داریم:



$$\sum F_y = 0 \Rightarrow F + F_{H_2O} - F_{oil} - W = 0 \quad (1)$$

$$W = \gamma_{\text{بتن}} \times V = 25 \times 10^3 \times 0.28 \times 0.5 \Rightarrow W = 3500 \quad (N)$$

$$F_{H_2O} = P_{H_2O} \times A = \gamma_{H_2O} \times d_{H_2O} \times A = 9806 \times [(3 - 1/5) + (0.5 - 0.3)] \times 0.28$$

$$\Rightarrow F_{H_2O} = 4667/65 (N)$$

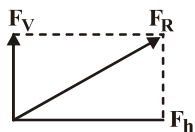
$$F_{oil} = P_{oil} \times A = \gamma_{oil} \times d_{oil} \times A = 0.85 \times 9806 \times (3 - 0.3) \times 0.28 \Rightarrow F_{oil} = 6301/33 (N)$$

در نتیجه با جایگذاری نیروهای بدست آمده فوق در رابطه (۱) خواهیم داشت:

$$F = 3500 + 6301/33 - 4667/65 \Rightarrow F = 5133/68 (N)$$

۴۹- گزینه «۱»

نیروهای وارد بر دریچه شامل یک نیروی موازی با سطح آزاد وارد از طرف آب و به دریچه و یک نیروی عمود بر سطح آزاد وارده از آب به دریچه می‌باشد:



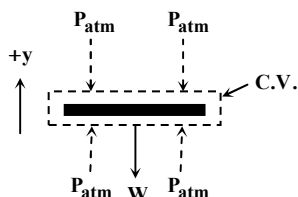
$$F_h = \gamma h_c A = 1000 \times 9.81 \times \frac{3}{2} \times (3 \times 1) \\ \Rightarrow F_h = 353.16 \text{ (KN)}$$

$$F_v = \gamma V = \gamma \left( \frac{1}{2} \times \frac{\pi D^2}{4} \times L \right) = 1000 \times 9.81 \times \frac{\pi}{8} \times 3^2 \times 1$$

$$\Rightarrow F_v = 277.37 \text{ (KN)}$$

$$F_R = (F_h^2 + F_v^2)^{\frac{1}{2}} \Rightarrow F_R = 449 \text{ KN} \quad , \quad \alpha = \tan^{-1} \frac{F_v}{F_h} \Rightarrow \alpha = 38.15$$

۵۰- گزینه «۲»



حجم کنترلی دور صفحه به صورت روبرو انتخاب می‌کنیم:

با نوشتن معادله مومنوم در جهت y داریم:

$$-W = -\rho V^2 A + 0 \Rightarrow Q = \rho V^2 A = \rho Q V \Rightarrow V = \frac{223}{1000 \times 70 \times 10^{-3}} = 3.186 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

سپس با نوشتن معادله برنولی بین نقطه (۱) یعنی خروجی از نازل و نقطه (۲) یعنی ورودی به حجم کنترل خواهیم داشت  
 $(z_1 = 0, p_1 = p_2 = p_{\text{atm}})$

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2$$

$$\frac{V_1^2}{2 \times 9.81} = \frac{(3.186)^2}{2 \times 9.81} + 0.3 \Rightarrow V_1 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q = V_1 \times A = V_1 \times \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow D = \left( \frac{4Q}{V_1 \pi} \right)^{\frac{1}{2}} = \left( \frac{4 \times 70 \times 10^{-3}}{4 \times \pi} \right)^{\frac{1}{2}} \Rightarrow D = 0.149 \text{ m}$$

$$\Rightarrow D = 0.149 \text{ m} \square 0.15 \text{ m}$$

### ۵۱- گزینه «۳»

از معادلات ساده شده ناویر - استوکس در حالت دو بعدی برای جریان غیرقابل تراکم، معادله پیوستگی بصورت زیر خواهد بود:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$u = 2x + 5y \Rightarrow \frac{\partial u}{\partial x} = 2$$

بنابراین داریم:

$$\frac{\partial v}{\partial y} = -2 \Rightarrow v = -2y + c$$

لذا از معادله (۱) خواهیم داشت:

### ۵۲- گزینه «۲»

از معادله تغییرات فشار نسبی در امتداد قائم برای مایعات تحت شتاب ثابت داریم:

$$\frac{\partial P_g}{\partial Z} = -\rho(g + a_z), \quad a_z = -g$$

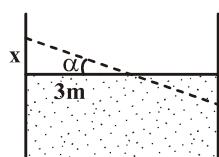
$$\Rightarrow \frac{\partial P_g}{\partial Z} = 0 \Rightarrow P_g = \text{const.}$$

از معادله توزیع فشار نسبی در سیال خواهیم داشت:

$$P = C - \gamma y \frac{a_y}{g} - \gamma z \left( 1 + \frac{a_z}{g} \right) \Rightarrow \begin{cases} a_y = 0 \\ a_z = -g \end{cases} \Rightarrow P = C$$

در معادله توزیع فشار نسبی فوق، ثابت انتگرال‌گیری C با دانستن فشار در یک محل معلوم به دست می‌آید و چون در محاسبات فوق P برابر C است (و چون مخزن روباز است)، بنابراین P برابر فشار محل یعنی فشار اتمسفر می‌باشد.

۵۳- گزینه «۴»



خطوط فشار ثابت (هم‌فشار) دارای شیب  $-\frac{a_x}{g + a_z}$  و موازی سطح آزاد خواهند بود:

$$\tan \alpha = \frac{dz}{dx} = -\frac{a_x}{a_z + g} = -\frac{\frac{g}{4}}{\frac{g}{4} + g} = -\frac{2}{5} \quad (\alpha \text{ عبارت از زاویه سطح سیال با افق است})$$

$$\tan \alpha = -\frac{x}{3} \Rightarrow -\frac{2}{5} = -\frac{x}{3} \Rightarrow x = 1.5$$

برای محاسبه نیروی فشاری وارده از طرف آب به دریچه داریم:

$$F = P.A = \gamma h A = 10^4 \times (1.5 + 3) \times \frac{\pi}{4} (2^2) \Rightarrow F = 100.53 \text{ (KN)}$$

۵۴- گزینه «۳»

در ابتدا باید در نظر بگیریم که بازده جمع‌آوری انرژی یعنی چه:

$$(*) \quad \text{بازده} = \frac{q \text{ تلف شده} - q \text{ جذب شده}}{q \text{ جذب شده}}$$

میزان انرژی که از خورشید توسط جمع‌آوری کننده جذب شده است.

$$q \text{ جذب شده} = 1000 \times 0.85 = 850 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

میزان انرژی که تلف می‌شود فقط از طریق جابجایی اتفاق می‌افتد.

$$q = h(T_s - T_\infty) = h(20) \frac{w}{m^2}$$

بنابراین با قرار دادن در فرمول (\*):

$$40\% = \frac{850 - 20 \cdot h}{850} \Rightarrow 340 = 850 - 20 \cdot h \rightarrow 20 \cdot h = 510$$

$$\Rightarrow h = 25.5 \frac{w}{m^2 K}$$

پس گزینه ۳ صحیح است.

## ۵۵- گزینه «۴»

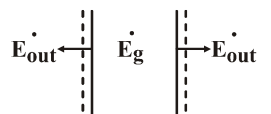
در این شکل به دلیل تقارنی که وجود دارد میزان دفع انرژی از هر دو طرف به شکل جابجایی یکسان است. با نوشتن موازنه انرژی برای کل دیواره می‌توانیم دمای سطح  $T_s$  را به دست آوریم.

برای محاسبه  $\dot{q}$  کل سطح پایه از رابطه انتگرال گیری کنیم:

$$10^{-4} \times q'' = \int_{-L}^L \left(1 - \frac{x^2}{L^2}\right) dx = \left(x - \frac{x^3}{3L^2}\right) \Big|_{-L}^L = 2L - \frac{2L^3}{3L^2} = 2L - \frac{2L}{3} = \frac{4L}{3} = 0.4 \frac{w}{m^2}$$

$$\Rightarrow q'' = 0.4 \times 10^{-4} = 40000 \frac{w}{m^2}$$

حال موازنه انرژی را می‌نویسیم (برای حجم کنترل روبرو):



$$\dot{E}_g = 2\dot{E}_{out} \Rightarrow q'' = 2h(T_s - T_\infty)$$

$$40000 = 2 \times 25 \times (T_s - 100) \rightarrow 800 = T_s - 100$$

$$\Rightarrow T_s = 180^\circ C$$

## ۵۶- گزینه «۲»

انتقال گرمای یک بعدی پایا، با تولید انرژی، در شرایطی که  $k$  ثابت است.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \dot{q} = 0 \rightarrow \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\dot{q}}{k} = 0$$

$$\Rightarrow T(x) = -\frac{\dot{q}}{2k} x^2 + c_1 x + c_2 \Rightarrow T(-L) = T_w, T(L) = T_w$$

$$\Rightarrow T(x) = \frac{\dot{q}L^2}{2x} \left( 1 - \frac{x^2}{L^2} \right) + T_w$$

توزیع دما برابر است با:

$$\frac{T(x) - T_o}{T_w - T_o} = \left( \frac{x}{L} \right)^2$$

$$\frac{T - 100}{20 - 100} = \left( \frac{1}{2} \right)^2 = \frac{1}{4} \quad T - 100 = (-80) \frac{1}{4} = -20 \Rightarrow T = 80^\circ \text{C}$$

راه تستی:

در شرایطی که تولید انرژی وجود داشته باشد، و دمای دیواره در دو طرف با هم برابر باشد توزیع‌ها به صورت روبرو خواهد بود:

$$\frac{T(x) - T_o}{T_w - T_o} = \left( \frac{x}{L} \right)^2$$

## ۵۷- گزینه «۱»

مقاومت گرمایی برای یک استوانه با شعاع داخلی  $r_1$  و شعاع خارجی  $r_2$  و طول  $L$  و ضریب هدایت  $k$  برابر است با:

$$\frac{\ln \left( \frac{r_2}{r_1} \right)}{2\pi k L}$$

در این مسئله دیواره مرکب داریم، بنابراین مقاومت مجموعه برابر است با:

$$R_t = \frac{\ln \left( \frac{r+t}{r} \right)}{2\pi k_1 L} + \frac{\ln \left( \frac{r+2t}{r+t} \right)}{2\pi k_2 L}$$

$$\ln \left( 1 + \frac{t}{r} \right), (t \ll r) \rightarrow \frac{1}{1+x} = 1 - x + x^2 - x^3 + \dots \quad (0 < x < 1)$$

حال اگر از طرفین انتگرال بگیریم:

$$\ln(1+x) = x - \frac{x^2}{2} + \dots$$

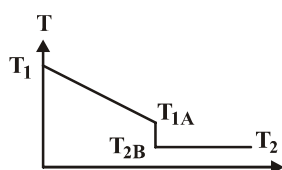
بنابراین

$$\ln\left(1 + \frac{t}{r}\right) \approx \frac{t}{r}, \quad \ln\left(1 + \frac{t}{r+t}\right) \approx \frac{t}{r+t}$$

$$R_t = \frac{\frac{t}{r}}{\gamma \pi k L} + \frac{\frac{t}{r+t}}{\gamma \pi k \times \gamma L} = \frac{t}{\underbrace{\gamma \pi r L}_A k} + \frac{t}{\underbrace{\gamma (r+t) \gamma \pi L}_A k} = \frac{t}{Ak} + \frac{t}{\gamma Ak} = \frac{\gamma t}{\gamma Ak}$$

۵۸- گزینه «۲»

مقاومت گرمایی تماس عاملی است که سبب افت دما در سطح تماس بین مواد می شود.



$T_1$ : دمای سطح مجاور با کوره (برای دیواره ۱ است)

$T_{1A}$ : دمای سطح دیواره ۱ در تماس با دیواره ۲ است.

$T_{2B}$ : دمای سطح دیواره ۲ در تماس با دیواره ۱ است.

$T_2$ : دمای سطح دیواره ۲ در تماس با محیط اطراف است.

$$q = \frac{T_1 - T_{1A}}{R_A} = \frac{T_{1A} - T_{2B}}{R''} = \frac{T_{2B} - T_2}{R_B} = \frac{T_1 - T_2}{R_A + R_B + R_{t,c}''}$$

$$R_A = \frac{c}{w} \cdot 1^\circ, \quad R_B = \frac{c}{w} \cdot 2^\circ, \quad R_{t,c}'' = \frac{c}{w} \cdot 1^\circ \text{ مقاومت گرمایی تماس}$$

$$T_{1A} - T_{2B} = \lambda^\circ c$$

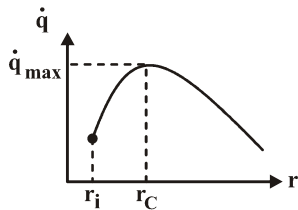
$$\Rightarrow q = \frac{\lambda}{1^\circ} = \lambda \cdot w \quad q = \frac{T_1 - T_2}{R_A + R_B + R_{t,c}''} = \lambda \cdot \frac{T_1 - 50}{5 + 2 + 1} = \frac{T_1 - 50}{7/1}$$

$$56\lambda = T_1 - 50 \Rightarrow T_1 = 61\lambda^\circ c$$

۵۹- گزینه «۱»

در کره، با افزایش ضخامت عایق مقاومت جابجایی کاهش یافته ولی مقاومت هدایتی افزایش می‌یابد. بنابراین مجبور هستیم شعاع بحرانی را تعیین کنیم. در شعاع بحرانی مقاومت گرمایی حداقل و در نتیجه اتلاف گرما حداکثر مقدار را خواهد داشت با افزایش ضخامت عایق، اتلاف گرمایی افزایش می‌یابد.  $(r_i + f) > r_c$

با افزایش ضخامت عایق، اتلاف گرمایی کاهش می‌یابد.  $(r_i + d) > r_c$



$$q = \frac{\Delta T}{\Sigma R_t}, \quad \Sigma R_t = \frac{1}{h(\pi r^2)} + \frac{1}{\pi k} \ln \frac{r}{r_i}$$

$$\frac{dq}{dr} = 0 \Rightarrow \frac{d\Sigma R_t}{dr} = 0 \quad r_c = \frac{2k}{h}$$

$$t = \frac{2k}{h} - r$$

بنابراین ضخامت عایق برابر  $t = \frac{2k}{h} - r$  و اتلاف گرمایی حداکثر است بنابراین گزینه ۱ صحیح است.

۶۰- گزینه «۲»

برای پره‌های بلند داریم: راندمان پره

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{kp}{kA_c}} = \frac{\text{نرخ انتقال گرما با پره}}{\text{نرخ انتقال گرما بدون پره}} = \frac{q_f}{hA_{c,b} \theta_o}$$

بنابراین هر چه ضریب هدایت گرمایی (k) پره بیشتر و ضریب جابجایی گرمایی (h) کمتر باشد راندمان پره بیشتر می‌شود در نتیجه انتقال حرارت افزایش می‌یابد.

ضریب هدایت گرمایی (k) آهن کمتر از ضریب هدایت گرمایی (k) آلومینیوم است، بنابراین آلومینیوم مناسبتر است.

ضریب جابجایی گرمایی (h) گاز کمتر از ضریب جابجایی گرمایی (h) مایعات است بنابراین بهتر است در طرف گاز نصب شود.



۶۱- گزینه «۱»

اگر فشار در دو مخزن یکسان باشد پیستون‌ها ثابت خواهند ماند.

فشار در هر مخزن برابر است با فشار هوا به اضافه فشار حاصل از وزن پیستون در آن مخزن.

$$P_A = P_o + \frac{m_A g}{S_A}, \quad P_B = P_o + \frac{m_B g}{S_B}$$

$$\text{شرط تعادل} \Rightarrow P_A = P_B \Rightarrow P_o + \frac{m_A g}{S_A} = P_o + \frac{m_B g}{S_B} \Rightarrow m_B = \frac{S_B}{S_A} m_A$$

$$m_B = \frac{30}{50} \times 25 = 15 \text{ kg}$$

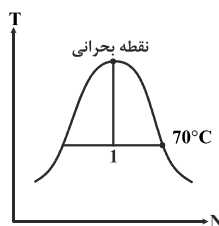
۶۲- گزینه «۳»

$$N_r = N_{\text{critical}} = 0.0041$$

$$N_1 = 0.0018 + x \times 0.042$$

$$N_1 = N_r \Rightarrow x = 0.055$$

$$\text{نسبت جرمی مایع} = 1 - x = 0.945$$



۶۳- گزینه «۲»

$$V = \frac{\pi}{6} D^3 = \frac{\pi}{6} \delta^3 = 65/5 \text{ m}^3$$

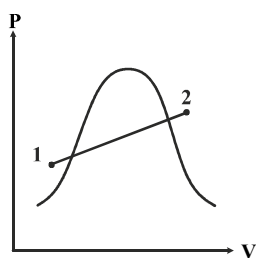
$$m_{\text{He}} = \rho V = \frac{V}{\mu} = \frac{PV}{RT} = \frac{100 \times 65/5}{2/0.77 \times 288} = 10/95$$

وزن بار + وزن بالن = نیروی شناوری

$$\rho_{\text{air}} V g = m_{\text{He}} \times g + m_L \times g, \quad m_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} V = \frac{100 \times 65/5}{0.287 \times 288} = 79/25$$

$$79/25 = 10/95 + m_L \Rightarrow m_L = 68/3 \text{ kg}$$

۶۴- گزینه «۳»



$$W_{1-2} = \int P dV = \frac{1}{\gamma} (P_1 + P_2)(V_2 - V_1) = \frac{1}{1.5} (300 + 2000) \left( \frac{0.1}{0.001} - \frac{0.001}{0.001} \right) = 163.35 \text{ kJ}$$

بسیار دقت کنید و دنبال یافتن ثابت فتر نباشید با محاسبه مساحت دوزنقه نمودار PN به راحتی به جواب خواهید رسید.

۶۵- گزینه «۳»

الف -

$$\left. \begin{aligned} \Delta S_H = \Delta S = \frac{Q}{T_{\text{منبع گرم}}} = \frac{-1000}{800} = -1.25 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} \\ \Delta S_C = \Delta S = \frac{Q}{T_{\text{منبع سرد}}} = \frac{1000}{500} = 2 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow S_{\text{gen}} = \Delta S_H + \Delta S_C = +2 - 1.25 = 0.75 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

ب-

$$\left. \begin{aligned} \Delta S_H = \frac{-1000}{800} = -1.25 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} \\ \Delta S_C = \frac{1000}{750} = 1.33 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow S_{\text{gen}} = 1.33 - 1.25 = 0.08 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

بنابراین فرآیند ب کمتر برگشتناپذیر است.

۶۶- گزینه «۴»

تولید آنتروپی جزء خواص سیستم نمی باشد زیرا به مسیر انجام فرآیند بستگی دارد و همواره مقدار آن در فرآیندهای برگشتناپذیر مثبت است.

۶۷- گزینه «۲»

$$\Delta S = C_p \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) - R \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$$

$$\Delta S = 1.006 \ln\left(\frac{273 + 60}{273 + 20}\right) - 0.287 \ln\left(\frac{500}{110}\right) = -0.3$$

۶۸- گزینه «۳»

$$V_r = \frac{\partial \phi}{\partial r} = \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial \theta} \rightarrow \frac{\partial \psi}{\partial \theta} = r \frac{\partial \phi}{\partial r} = r \left[ -U_\infty \cos \theta - \frac{k}{r} \right]$$

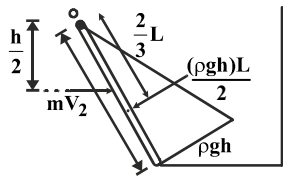
$$\psi = -rU_\infty \sin \theta - k\theta + f(r) \rightarrow V_\theta = -\frac{\partial \psi}{\partial r} = U_\infty \sin \theta - f'(r)$$

$$V_\theta = \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial \theta} = +U_\infty \sin \theta = U_\infty \sin \theta - f'(r) \rightarrow f'(r) = 0 \rightarrow f(r) = \text{constant}$$

$$\psi = -rU_\infty \sin \theta - k\theta$$

چون برای ثابت‌های مختلف،  $\psi$  ها با هم موازی هستند، می‌توانیم این ثابت را برابر با صفر فرض کنیم.

۶۹- گزینه «۱»



$$L = \frac{h}{\cos \theta} \quad m = \rho A V$$

$$\sum M_o = 0 \rightarrow \frac{\rho g h L}{2} \times \frac{2}{3} L = \rho A V \cdot V \frac{h}{3}$$

$$\frac{\rho g h^2}{3 \cos^2 \theta} = \rho A V \frac{h}{3} \rightarrow V = \frac{h}{\cos \theta} \sqrt{\frac{2g}{3A}}$$

۷۰- گزینه «۱»

$$\text{در حالت نزدیک شدن: } F_1 = -(V_o + u) A \rho (V_o + u) \Rightarrow F = -(V_o + u)^2 A \rho$$

$$\text{در حالت دور شدن: } F_2 = -(V_o - u)^2 \rho A$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{(V_o - u)^2}{(V_o + u)^2}$$

۷۱- گزینه «۲»

$$\frac{dP}{dz} = -g\rho = -g\left(\frac{P}{RT}\right) = \frac{-gP}{R(T_o + kz)}$$

$$\frac{dP}{dt} = \frac{-g}{R} \left( \frac{dz}{T_o + kz} \right)$$

$$\text{چون } y = T_o + kz \Rightarrow kdz = dy$$

$$\text{Logp} \Big|_{p_o}^p = \frac{-g}{R} \int_{T_o}^y \frac{\frac{1}{k} dy}{y} = \frac{-g}{kR} \log y \Big|_{T_o}^y = \frac{-g}{kR} \log(T_o + kz) \Big|_{z=0}^z$$

$$\frac{p}{p_o} = \left\{ \frac{T_o}{T_o + kz} \right\}^{\frac{g}{Rk}}$$

۷۲- گزینه «۳»

$$F_y = \rho g \left( h \times \pi \left( \frac{h^r}{r} \right) \right) + r \rho g \left( h \times \pi \frac{h^r}{r} \right) - \frac{r}{r} \pi \frac{h^r}{\lambda} \rho g$$

$$F = \rho g \left\{ \left( h^r \frac{\pi}{r} \right) + r h^r \frac{\pi}{r} - \frac{r}{r} \pi \frac{h^r}{\lambda} \right\} = \frac{\pi}{r} \rho g h^r \left( 1 + r - \frac{1}{r} \right) = \frac{\lambda}{r} \times \frac{\pi}{r} \rho g h^r = \frac{r \pi}{r} \rho g h^r$$

۷۳- گزینه «۲»

$$h_1 = \frac{\omega^r r_1^r}{r g} \quad (1)$$

$$h_r = H + h_1 = \frac{\omega^r r_r^r}{r g} \quad (2)$$

$$r_r^r - r_1^r = \frac{r g H}{\omega^r} \quad I$$

$$\text{volume of air} \text{ حجم هوا} : \frac{\pi}{r} R^r (H - h) = \frac{\pi}{r} (r_r^r h_r - r_1^r h_1)$$

$$h_r r_r^r - h_1 r_1^r = \frac{R^r}{r} (H - h) \quad \frac{\omega^r}{r g} (r_r^r - r_1^r) = \frac{R^r}{r} (H - h)$$

$$r_r^r + r_1^r = \frac{R^r}{r} (H - h) \quad II$$

$$II - I \Rightarrow r r_1^r = \frac{R^r}{r H} (H - h) - \frac{r g H}{r} \Rightarrow A = \pi r_1^r = \frac{\pi R^r}{r H} (H - h) - \frac{\pi g H}{r}$$



۷۴- گزینه «۳»

$$\left. \begin{aligned} r\mu \frac{U}{t} + \mu \frac{U}{rt} &= \frac{F}{A} \\ U \left( \frac{r\mu}{t} + \frac{\mu}{rt} \right) &= \frac{F}{A} \end{aligned} \right\} \rightarrow U = \frac{rtF}{\Delta\mu A}$$

۷۵- گزینه «۱»

$$q = -\frac{kdT}{dx} = -(k_o + aT) \frac{dT}{dx}$$

$$\frac{dq}{dx} = -\frac{d}{dx}[(k_o + aT)] \frac{dT}{dx} = 0 \Rightarrow -(k_o + aT) \frac{d^2T}{dx^2} - a \left( \frac{dT}{dx} \right)^2 = 0$$

$$\frac{d^2T}{dx^2} = \frac{-a}{k_o + aT} \left[ \frac{dT}{dx} \right]^2 \Rightarrow \frac{d^2T}{dx^2} < 0$$

۷۶- گزینه «۲»

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$$

$$12x^2 + 36y^2 = \frac{r}{\alpha}$$

۷۷- گزینه «۳»

$$\theta = C_1 e^{nx} + C_2 e^{-nx}, \theta(0) = T_1 - T_\infty = \theta_1, \theta(L) = T_2 - T_\infty = \theta_2$$

$$C_1 = \frac{\theta_2 - \theta_1 e^{-nL}}{e^{nL} - e^{-nL}}, C_2 = \theta_1 - C_1$$

$$\theta = \left( \frac{\theta_2 - \theta_1 e^{-nL}}{e^{nL} - e^{-nL}} \right) (e^{nx} - e^{-nx}) + \theta_1 + e^{-nx} = \theta_2 \left( \frac{e^{nx} + e^{-nx}}{e^{nL} - e^{-nL}} \right) + \theta_1 \left[ \frac{e^{-nx} (e^{nL} - e^{-nL}) - e^{nL} (e^{nx} - e^{-nx})}{e^{nL} - e^{-nL}} \right]$$

$$= \theta_1 \frac{\sinh n(L-x)}{\sinh nL} + \theta_2 \frac{\sinh nx}{\sinh nL}$$

$$q_r = -k(r\pi rL) \frac{dT}{dr}$$

$$q' = -r\pi k_o r (1 + aT^n) \frac{dT}{dr}$$

$$\frac{q' dr}{r\pi r} = k_o (1 + aT^n) dT \rightarrow \frac{q'}{r\pi} \int_{r_i}^{r_o} \frac{dr}{r} = k_o \int_{T_i}^{T_o} (1 + aT^n) dT$$

$$\frac{q'}{r\pi} \ln \frac{r_o}{r_i} = k_o \left( T + \frac{aT^{n+1}}{n+1} \right) \Big|_{T_i}^{T_o} \rightarrow \frac{q'}{r\pi} \ln \frac{r_o}{r_i} = k_o \left[ (T_o - T_i) + \frac{a}{n+1} (T_o^{n+1} - T_i^{n+1}) \right]$$

$$q' = \frac{k_o \left[ (T_o - T_i) + \frac{a}{n+1} (T_o^{n+1} - T_i^{n+1}) \right] r\pi}{\ln \left( \frac{r_o}{r_i} \right)}$$

$$R = \frac{\Delta T}{q'} = \frac{(T_o - T_i) \ln \left( \frac{r_o}{r_i} \right)}{k_o \left[ (T_o - T_i) + \frac{a}{n+1} (T_o^{n+1} - T_i^{n+1}) \right] r\pi}$$

$$\frac{T_i - T_o}{R_t} = \frac{T_i - T}{R_1}$$

$$\frac{\frac{1}{\frac{0.15}{4\pi(230)} + \frac{0.18}{4\pi \times 0.062}} + \frac{1}{30 \times 4\pi \times (0.3)^2}}{\frac{250 - 20}{4\pi \times 230}} = \frac{250 - T}{\frac{1}{\frac{0.15}{4\pi \times 230} + \frac{0.18}{4\pi \times 230}}} \Rightarrow T = 249/969$$

$$q = -kA \frac{dT}{dx}$$

$$\frac{dq}{dx} = -\left( k \frac{dA}{dx} \frac{dT}{dx} + kA \frac{d^2T}{dx^2} \right) = 0$$

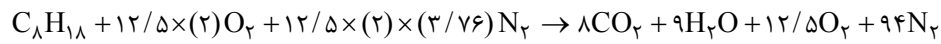
$$\frac{dA}{dx} = \frac{-A \frac{d^2T}{dx^2}}{\frac{dT}{dx}} \quad \text{در ابتدا تقعر به سمت بالا و صعودی}$$

$$\frac{dA}{dx} < 0 \quad \text{پس}$$

$$\frac{dA}{dx} = 0 \quad \text{پس} \quad \frac{d^2T}{dx^2} = 0 \quad \text{در نقطه عطف}$$

$$\frac{dA}{dx} > 0 \quad \text{و در انتها تقعر به سمت پایین و صعودی پس}$$

۸۱- گزینه «۳»

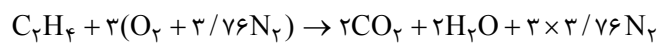


کل کیلو مول‌های محصول =  $8 + 9 + 12/5 + 94 = 123/5$

$$\frac{9}{123/5} = 7/29 \text{ : تجزیه مول آب}$$

$$\text{فشار جزیی آب} = 100 \times (0/0729) = 7/29 \text{ kPa}$$

۸۲- گزینه «۲»



۷۰ درصد هوای تئوری:  $C_2H_4 + 3 \times 0/7(O_2 + 3/76N_2)$

$$\text{نسبت هوا به سوخت مول} = \frac{2 \times 0/7 \times 4/76}{1} = 6/6$$

۸۳- گزینه «۴»

ترکیبات پایدار دارای آنتالپی تشکیل منفی و ترکیبات ناپایدار دارای آنتالپی تشکیل مثبت می‌باشند.

۸۴- گزینه «۲»

$$\bar{h}_C = h_P - h_R = h_{fCO_2} - h_C - h_{O_2}^0$$

$$\bar{h}_C = \frac{393522}{12} \times \frac{1}{1000} = 32/79 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$$

۸۵- گزینه «۱»

به طور کلی وقتی یک سیستم منزوی نسبت به محیط اطرافش امکان انجام هیچ کاری را نداشته باشد می‌گوییم آن سیستم در حال تعادل است.



۸۶- گزینه «۳»

معمولاً همراه با اصطلاح ارزش گرمایی از پسوندهای حد بالا و حد پایین استفاده میشود. ارزش گرمایی حد بالا گرمایی است که با فرض وجود آب به صورت مایع در محصولات و ارزش گرمایی حد پایین گرمایی است که با فرض وجود آب به صورت بخار در محصولات از واکنش گرفته می‌شود.

۸۷- گزینه «۱»

$$\delta^* = \int_0^{\infty} \left(1 - \frac{u}{U}\right) dy = \int_0^{\infty} \left(1 - \frac{ye^{+y^2} U}{U}\right) dy = \int_0^{\infty} (1 - ye^{+y^2}) dy \quad (I)$$

$$y^2 = z \rightarrow 2y dy = dz \rightarrow y dy = \frac{1}{2} dz$$

$$(I) \quad y \Big|_0^{\infty} - \int_0^{\infty} \frac{1}{2} e^z dz = (\infty - 0) - \frac{1}{2} (\infty - 1) = \frac{1}{2}$$

۸۸- گزینه «۴»

در صورتی که سرعت جریان ورودی به نازل تنگ‌شونده کمتر از سرعت صوت باشد جریان مادون صوت خواهد شد اما با افزایش سطح مقطع فشار افزایش و سرعت کاهش می‌یابد یعنی  $dP > 0$  و  $dV < 0$  خواهد شد. بنابراین گزینه ۴ اشتباه می‌باشد.

۸۹- گزینه «۳»

وجود گرادیان فشار معکوس یک شرط لازم و نه یک شرط کافی برای جدایی است به عبارت دیگر می‌توانیم گرادیان فشار معکوس داشته باشیم، اما جدایی نداشته باشیم. جدایی بدون گرادیان فشار معکوس نمی‌تواند رخ دهد.

۹۰- گزینه «۳»

$$P = \frac{\gamma Q H_P}{\mu} = \frac{10^4 \times 200 \times 10^{-3} \times 20}{0.6} = 66.66 \text{ kW}$$

#### ۹۱- گزینه «۳»

چون فشار بالن بیش از فشار هوا بوده و از آنجا که سوراخ مانند یک نازل عمل می‌کند سرعت هوای خروجی برابر سرعت صوت خواهد بود.

#### ۹۲- گزینه «۱»

گرچه دمای سکون در طی موج ضربه‌ای قائم تغییر نمی‌کند ولی کاهش فشار سکون در چنین جریان‌هایی معرف خوبی از اثرات اصطکاک است.

#### ۹۳- گزینه «۱»

ضخامت لایه مرزی به فاصله‌ای از دیواره اطلاق می‌شود که در آن سرعت به  $0.99$  سرعت جریان آزاد برسد.

$$\frac{U}{U_{\infty}} = 0.99 \rightarrow 0.99 = 1 - \exp\left(-\frac{1}{4} \frac{U_{\infty}}{V_x} \delta\right) \rightarrow \frac{1}{4} \frac{U_{\infty}}{V_x} \delta = \ln \frac{1}{1-0.99} \rightarrow \delta = 4 \frac{V_x}{U_{\infty}} \ln \frac{1}{1-0.99} = -8 \frac{V_x}{U_{\infty}} \ln 0.01$$

#### ۹۴- گزینه «۲»

در چگالش قطره‌ای بخش بزرگی از سطح صفحه مستقیماً در معرض بخار است در این حالت مانع فیلمی در مقابل جریان گرما وجود ندارد و آهنگ انتقال گرما بیشتر است در حقیقت آهنگ انتقال گرما در چگالش قطره‌ای ممکن است ده برابر چگالش فیلمی باشد.

#### ۹۵- گزینه «۱»

عدد گراشف را از نظر فیزیکی می‌توان به عنوان گروه بی‌بعدی تفسیر کرد که نسبت نیروهای شناوری به نیروهای لزجی را در سیستم جریان جابجایی آزاد نشان می‌دهد نقش این عدد مشابه عدد رینولدز در سیستم‌های جابجایی اجباری است و متغیر عمده‌ای است که به عنوان معیار گذار از جریان آرام به آشفته استفاده می‌شود.

#### ۹۶- گزینه «۴»

به ازای اعداد گراشف خیلی پایین، جریان‌های خیلی ظریف جابجایی آزاد وجود داشته و انتقال گرما عمدتاً به صورت هدایت در عرض لایه سیال صورت می‌گیرد. با افزایش عدد گراشف ابتدا جریان مجانبی و سپس جریان لایه مرزی آرام و جریان لایه مرزی آشفته صورت می‌گیرد.

۹۷- گزینه «۴»

در لوله از عدد رینولدز برای تعیین آرام یا آشفته بودن جریان استفاده می‌شود که مقدار آن  $2300$  می‌باشد و از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$Re_D = \frac{\rho U D}{\mu}$$

۹۸- گزینه «۲»

درست مثل تعریف لایه مرزی هیدرودینامیکی به عنوان ناحیه‌ای از جریان که نیروهای لزجی در آنجا احساس می‌شود، لایه مرزی گرمایی را می‌توان به عنوان ناحیه‌ای تعریف کرد که در آنجا گرادیان‌های دما در جریان وجود دارد.

۹۹- گزینه «۲»

معیار کل غالب بودن یا نبودن آثار جابجایی آزاد به صورت  $\frac{Gr}{Pr} > 10$  می‌باشد. که در این صورت جابجایی آزاد اهمیت دارد.

۱۰۰- گزینه «۴»

با افزایش اختلاف دمای سطح با سیال ابتدا بخار مایع تشکیل می‌شود و ایجاد تبخیر در میان سطح می‌کند سپس حباب‌ها در مرحله جوشش هسته‌ای ایجاد می‌شوند پس از آن وارد ناحیه فیلم می‌شویم که ابتدا فیلم ناپایاتشکیل شده و با افزایش اختلاف دما تبدیل به فیلم پایا می‌شود.

۱۰۱ - گزینه «۱»

هوا را گاز کامل فرض می‌کنیم پس:

$$S_2 - S_1 = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1}$$

نیاز به محاسبه  $C_p$  داریم:

$$C_p - C_v = R \Rightarrow C_p = C_v + R = 0.72 + 0.28 = 1$$

چون فرآیند همفشار است پس:

$$S_2 - S_1 = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} = 1 \times \ln \frac{273 + 127}{273 + 27} = 1 \times \ln \frac{400}{300} = \ln \frac{4}{3}$$

$$\Rightarrow \Delta S = \ln 4/3 = 0.28$$

۱۰۲ - گزینه «۲»

$$\Delta S = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1}$$

فرآیند هم دما است، پس  $\ln \frac{T_2}{T_1} = 0$  پس  $\Delta S = -R \ln \frac{P_2}{P_1}$  چون افزایش فشار داریم:

$$\ln \frac{P_2}{P_1} > 0 \Rightarrow \Delta S = -R \ln \frac{P_2}{P_1} < 0$$

در نتیجه آنتروپی کاهش می‌یابد.

۱۰۳- گزینه «۴»

در مورد  $C_p$ :

$$dh = Tds + pdv \xrightarrow{v=cte} dh = Tds$$

از طرفی  $dh = C_p dT$  پس:

$$C_p = T \left( \frac{\partial s}{\partial T} \right)_{v=cte}$$

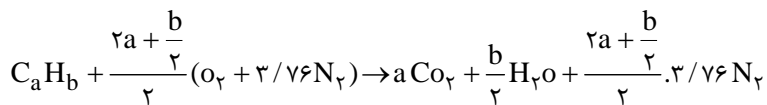
در مورد  $C_v$ :

$$du = Tds - vdp \xrightarrow{p=cte} du = Tds$$

از طرفی  $du = C_v dT$  پس:

$$C_v = T \left( \frac{\partial s}{\partial T} \right)_{p=cte}$$

۱۰۴- گزینه «۱»



پس نسبت مولی  $CO_2$  به محصولات عبارتست از:

$$\frac{a}{a + \frac{b}{2} + \frac{r_a + \frac{b}{2}}{2} (3/76 + 1/44b)} = \frac{a}{4/76a + 1/44b}$$

با توجه به پارامترهای بدست آمده نسبت مولی  $CO_2$  برابر خواهد بود با:  
دانشجو اگر احتراق را با اکسیژن خالص فرض کند، به گزینه ۲ می‌رسد.  
اگر دانشجو ضریب  $N_2$  را ۴/۷۶ در نظر بگیرد، به گزینه ۴ می‌رسد.

۱۰۵- گزینه «۴»

با توجه به آدیاباتیک و برگشت پذیر بودن:

$$\dot{w} = \int \dot{V} dp \longrightarrow \dot{V} \Delta p$$

چون آب است

برای محاسبه دبی حجمی:

$$\dot{v} = \frac{\dot{m}}{\rho} = \frac{6 \frac{kg}{s}}{1000} = 0/006 \frac{m^3}{s}$$

$$\rightarrow \dot{w} = 0/006 \times (450 - 150) kPa = 0/006 \times 300 = 1/8 kw$$

۱۰۶- گزینه «۱»

$$T = \frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_1 + m_2} = \frac{2 \times 500 + 3 \times 400}{5} = 440 \text{ K}$$

$$\Delta S_1 = m_1 c_1 \ln \frac{T}{T_1} = 2 \times 0.4 \times \ln \frac{440}{500} = 0.8 \ln 0.88$$

$$\Delta S_2 = m_2 c_2 \ln \frac{T}{T_2} = 3 \times 0.4 \times \ln \frac{440}{400} = 1.2 \ln 1.1$$

$$\Delta S_{\text{total}} = \Delta S_1 + \Delta S_2 = 0.8 \times (-0.13) + 1.2 \times (0.09) = -0.104 + 0.108 = 4 \times 10^{-3}$$

۱۰۷- گزینه «۲»

ابتدا باید توان بازگشت پذیر محاسبه گردد که راندامان، راندمان موتور حرارتی کارنو می باشد.

$$w_{\text{rev}} = \eta_{\text{th,rev}} Q_H$$

$$\eta_{\text{th,rev}} = \left(1 - \frac{T_L}{T_H}\right) = 1 - \frac{300}{1200} = 0.75$$

$$\Rightarrow \dot{w}_{\text{rev}} = 0.75 \times 500 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} = 375 \text{ kW}$$

از طرفی بازگشت ناپذیری تفاوت بین توان بازگشت پذیر و توان خروجی است:

$$\dot{I} = \dot{w}_{\text{rev}} - \dot{w} = 375 - 180 = 195 \text{ kW}$$

#### ۱۰۸- گزینه «۴»

با برابر قرار دادن عدد رینولدز در مدل و نمونه اصلی داریم:

$$(Re)_m = (Re)_p$$

$$\left(\frac{\rho V L}{\mu}\right)_m = \left(\frac{\rho V L}{\mu}\right)_p$$

چون سیال مورد استفاده در مدل طبیعت هوا را دارد پس  $\rho$  و  $\mu$  در نمونه اصلی برابر خواهد بود. بنابراین:

$$\frac{V_m}{V_p} = \frac{L_p}{L_m} \Rightarrow V_m = 10 \times 10 \Rightarrow V_m = 100 \frac{m}{s}$$

حال برای بدست آوردن نیروی وارده در مدل از برابری عدد اولر در مدل نمونه اصلی استفاده می‌کنیم:

$$(Eul)_m = (Eul)_p \Rightarrow \left(\frac{F}{\rho V^2 L^2}\right)_m = \left(\frac{F}{\rho V^2 L^2}\right)_p$$

$$\Rightarrow F_m = F_p \times \left(\frac{V_m}{V_p}\right)^2 \times \left(\frac{L_m}{L_p}\right)^2 = 1540 \times \left(\frac{100}{10}\right)^2 \times \left(\frac{1}{10}\right)^2 \Rightarrow F_m = 1540 \text{ N}$$

#### ۱۰۹- گزینه «۲»

توان خروجی مفید توربین از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$P = \eta \gamma H Q$$

که در آن  $\eta$  راندمان توربین است.

افت مسیر جریان - هد ایجاد شده  $H =$

و همینطور:

$$\Delta H = 0.1 \times (20)^2 = 40 \text{ m}$$

طبق صورت مسئله:

$$H_{\text{tot}} = 240 - 40 = 200 \text{ m}$$

بنابراین هد توربین برابر است با:

$$P = 0.1 \times 10^4 \times 200 \times 20 = 32000000 \Rightarrow P = 32 \text{ Mw}$$

در نتیجه توان برابر خواهد بود با:

۱۱۰- گزینه «۳»

افت فشار دو سر کلیه لوله موازی یکسان بوده و خواهیم داشت:

$$(H_L)_{\text{tot}} = (H_L)_1 = (H_L)_2 = \dots$$

در نتیجه برای مسئله فوق داریم:

$$(H_L)_1 = (H_L)_2$$

9

$$H_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = \frac{f L Q^2}{\pi^2 g D^5}$$

در نتیجه خواهیم داشت:

f در فرمول بالا همان  $\lambda$  صورت مسئله فوق است.

$$\frac{\lambda \lambda_1 L_1 Q_1^2}{g \pi^2 D_1^5} = \frac{\lambda \lambda_2 L_2 Q_2^2}{g \pi^2 D_2^5} \Rightarrow \left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^2 = \frac{\lambda_2 L_2 D_1^5}{\lambda_1 L_1 D_2^5} \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{\lambda_2 L_2 D_1^5}{\lambda_1 L_1 D_2^5}}$$

۱۱۱- گزینه «۱»

از تعادل نیروها داریم:

$$F_f = \tau \pi D L \quad \text{نیروی اصطکاک}$$

$$\sum F = 0 \Rightarrow \Delta P \cdot \frac{\pi D^2}{4} = \tau \pi D L \quad (1)$$

$$H_L = \frac{\Delta P}{\gamma} = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \Rightarrow \Delta P = \gamma f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

از رابطه (۱) خواهیم داشت:

$$F_f = \tau \pi D L = \gamma f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \times \frac{\pi D^2}{4} = f \rho g \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \times \frac{\pi D^2}{4}$$

$$\Rightarrow F_f = \tau \pi D L = \frac{1}{8} \rho V^2 \pi D L f$$

$$\Rightarrow F_f = \frac{1}{8} \times 1000 \times 1^2 \times \pi \times 0.1 \times 10 \times 0.02 \Rightarrow F = 5.02/65 \text{ N}$$



## ۱۱۲- گزینه «۲»

می‌دانیم که معیار انتقال جریان آرام به درهم در یک لوله عدد رینولدز است و عدد رینولدز بحرانی که برابر ۲۳۰۰ می‌باشد معرف انتقال از جریان آرام به جریان درهم است، لذا:

$$Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{2/5 \times 0/35}{5 \times 10^{-4}} \Rightarrow Re = 1750 < (Re)_{crit} = 2300$$

چون عدد رینولدز بدست آمده فوق از عدد رینولدز بحرانی کوچکتر است بنابراین می‌توان گفت که در ناحیه جریان آرام (Laminar flow) قرار داریم. در ناحیه آرام جریان رابطه ساده‌ای بین ضریب اصطکاک (f) و عدد رینولدز (Re) وجود دارد که مستقل از زبری سطح است که بدین صورت

$$f = \frac{64}{Re}$$

است:

$$f = \frac{64}{1750} = 0/03657$$

بنابراین:

$$H_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = 0/03657 \times \frac{100}{0/35} \times \frac{2/5^2}{2 \times 9/81} \Rightarrow H_L = 3/33m$$

## ۱۱۳ - گزینه «۴»

در لوله‌های سری (متوالی) دبی‌ها یکسان بوده و افت فشار کل از مجموع افت فشارهای بخش‌های مختلف بدست می‌آید:

$$Q = Q_1 = Q_2 = \dots, \quad (H_L)_{tot} = (H_L)_1 + (H_L)_2 + \dots$$

$$VA = V_1 A_1 = V_2 A_2, \quad A = A_1 = A_2 \Rightarrow V = V_1 = V_2$$

از رابطه افت فشار فوق داریم:

$$(H_L)_{eq} = (H_L)_1 + (H_L)_2$$

$$f_1 \frac{L_{eq} \times V^2}{D 2g} = f_1 \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} + f_2 \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \Rightarrow f_1 L_{eq} = (f_1 + f_2)L \Rightarrow L_{eq} = \frac{L(f_1 + f_2)}{f_1}$$

۱۱۴- گزینه «۳»

طبق تعریف می‌توان نقطه جدایی را به عنوان نقطه‌ای در مرز که در آن شرط  $(\frac{\partial u}{\partial y})|_{y=0} = 0$  برقرار است در نظر گرفت که در نتیجه تنش برشی در جداره  $\tau_w = \mu \frac{\partial u}{\partial y}|_{y=0}$  نیز صفر می‌باشد.

$$\frac{u}{U} = -\frac{y}{\delta} + \left(\frac{y}{\delta}\right)^2$$

$$\frac{\partial u}{\partial y} = U\left(-\frac{1}{\delta} + \frac{2y}{\delta^2}\right)$$

$$\tau_w = \mu \frac{\partial u}{\partial y}|_{y=0} = \mu \left[U\left(-\frac{1}{\delta} + \frac{2y}{\delta^2}\right)\right]_{y=0}$$

از تعریف تنش برشی داریم:

$$\Rightarrow \tau_w = \mu U \left(-\frac{1}{\delta}\right) < 0$$

چون تنش برشی در جداره منفی است، بنابراین جدایش در لایه مرزی رخ داده است.

۱۱۵- گزینه «۳»

در روش ظرفیت گرمایی فشرده دمای جسم در هر لحظه از فرآیند ناپایا از لحاظ مکانی یکنواخت است یعنی دمای جسم با زمان تغییر می‌کند ولی در کل جسم در هر زمانی یکنواخت می‌ماند. البته باید توجه داشت که در هر حالتی نمی‌توان از روش ظرفیت گرمایی فشرده استفاده کرد و معیاری برای استفاده از این روش وجود دارد که این معیار با عدد بی بعد بیو حاصل می‌شود:

$$Bi = \frac{hL_c}{k}, \quad L_c = \frac{V}{A}$$

در حالت کلی روش ظرفیت گرمایی فشرده زمانی قابل استفاده که  $Bi \ll 0.1$  بنابراین در کل می‌توان نتیجه گرفت که اگر  $Bi \ll 1$  آنگاه  $T(x, t) \approx T(t)$  است. با اعمال موازنه انرژی برای گلوله فلزی مسئله مربوط می‌توان توزیع‌ها را برای روش ظرفیت گرمایی فشرده به دست آورد:  $T_i$  ها در لحظه  $t = 0$ .

$$-hA(T - T_\infty) = \rho CVP \frac{dT}{dt} \rightarrow \frac{T(t) - T_\infty}{T_i - T_\infty} = e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\tau = \frac{\rho VCP}{hA}, \quad \frac{V}{A} = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{4\pi r^2} = \frac{r}{3} \Rightarrow \tau = \frac{\rho CPr}{3h}$$

بنابراین هر چه شعاع، ظرفیت گرمایی و چگالی در نتیجه جرم گلوله کمتر باشد و ضریب انتقال سیال مجاور بیشتر باشد زمان گرم شدن کمتر می‌شود.

هنگامیکه یک سیال روی صفحه حرکت می‌کند، لایه سیال در تماس با سطح جامد حرکت ندارد یعنی یک لایه نازک سیال در روی صفحه با سرعت صفر می‌شود و در نتیجه انتقال گرما در این قسمت فقط توسط هدایت صورت می‌گیرد:

$$-K_f \frac{\partial T}{\partial y} \bigg|_{y=0} = h_x (T_s - T_\infty) \rightarrow \frac{-\partial T}{\partial y} \bigg|_{(T_s - T_\infty)} = \frac{h_x}{K_f}$$

$K_f =$  ضریب هدایت

$$\rightarrow \left[ \frac{3}{2} \left( \frac{1}{\delta} \right) - \frac{y}{\delta^2} \right]_{y=0} = \frac{h_x}{k_f} \Rightarrow \frac{h_x}{k_f} = \frac{3}{2} \frac{1}{\delta} \quad h_x \text{ ضریب جابه‌جایی موضعی}$$

$$Nu_x = \frac{h_x \cdot x}{k_f} = \frac{3}{2} \frac{x}{\delta} = \frac{3}{2} \times \frac{1}{5} \times Re_x^{\frac{1}{2}} \cdot Pr^{\frac{1}{3}} = 0.6 Re_x^{\frac{1}{2}} Pr^{\frac{1}{3}}$$

$$\overline{Nu} = \frac{\bar{h}L}{K} \quad , \quad \bar{h} = \frac{1}{L} \int_0^L h_x dx \Rightarrow \bar{h} = 2h_x \quad , \quad \overline{Nu} = 2Nu_x$$

$$\Rightarrow \overline{Nu} = 0.6 Re_x^{\frac{1}{2}} \cdot Pr^{\frac{1}{3}} = 0.6 \times \sqrt{\frac{U \cdot L}{\nu}} \cdot Pr^{\frac{1}{3}} = 0.6 \sqrt{\frac{0.5 \times 0.5}{25 \times 10^{-6}}} \times \sqrt[3]{0.7} \Rightarrow \overline{Nu} = \frac{0.6 \times 0.5}{5 \times 10^{-3}} \sqrt[3]{0.7} = 6.0 \sqrt[3]{0.7}$$

### ۱۱۷- گزینه «۳»

هنگامیکه یک سیال روی صفحه حرکت می‌کند، لایه سیال در تماس با سطح جامد حرکت ندارد یعنی یک لایه نازک سیال در روی صفحه با سرعت صفر فرض می‌شود و در نتیجه انتقال گرما در این قسمت فقط توسط هدایت صورت می‌گیرد.

$$q_{\text{conv}} = q_{\text{cond}} = -K_f \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0} = h(T_w - T_\infty)$$

در این مسئله  $T_w$  و  $T_\infty$  هر دو ثابت می‌باشند، در نتیجه:

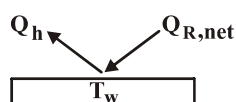
$$h = -\frac{K_f \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0}}{T_w - T_\infty} \Rightarrow h = \alpha \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0}$$

یعنی تغییرات ضریب جابجایی متناسب با تغییر شیب‌ها روی صفحه در جهت عمود است.

$$\text{در جریان آرام} \quad Nu \propto \sqrt{L} \Leftarrow Nu = 0.332 Re^{\frac{1}{2}} Pr^{\frac{1}{3}}, \quad h = \frac{Nu \cdot K_f}{L}$$

بنابراین  $h \propto \frac{1}{\sqrt{L}}$  بنابراین با افزایش  $x$  و جلوتر رفتن در صفحه  $h$  کاهش می‌یابد. بنابراین چون ضریب جابجایی با شیب‌هایی در صفحه در جهت عمود متناسب است پس با کاهش ضریب جابجایی در طول صفحه شیب دمایی در صفحه در جهت عمود کاهش می‌یابد.

### ۱۱۸- گزینه «۴»



در این مسئله می‌خواهیم  $T_{\text{water}}$  برابر صفر درجه سانتیگراد باشد.  $T_{\text{water}} = 0^\circ\text{C} = 273\text{K} \Leftarrow$  برای این مسئله باید موازنه انرژی را بنویسیم:

$$E_{\text{in}} = E_{\text{out}} \quad \otimes$$

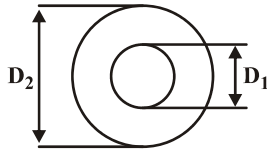
$$E_{\text{in}} = hA(T_\infty - T_w), \quad E_{\text{out}} = \varepsilon \sigma A(T_w^f - T_{\text{surr}}^f) \rightarrow \varepsilon = 1$$

این  $\varepsilon$ ،  $\varepsilon$  جسم (یعنی آب یخ زده) می‌باشد.

$$\otimes \Rightarrow hA(T_\infty - T_w) = \sigma A(T_w^f - T_{\text{surr}}^f) \Rightarrow h(15^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = 5/67 \times 10^{-8} \times (273^4 - 50^4)$$

$$\Rightarrow h = 20/97 \approx 21 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

گاهی اوقات برای محاسبه‌ی انتقال حرارت و عدد رینولدز باید از قطر معادل استفاده کنیم:



قطر معادل برابر است با  $De = \frac{4A}{P}$

$$A = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2) \quad \text{مساحت میانی بین دو لوله}$$

$$P = \pi(D_1 + D_2) \quad \text{مجموعه‌ی محیط تر شده که برابر است با}$$

بنابراین،

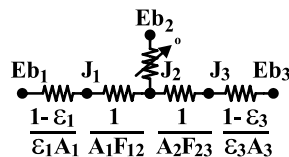
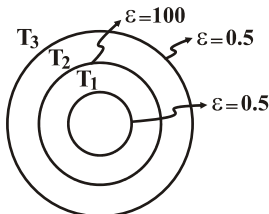
$$De = \frac{\frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2)}{\pi (D_1 + D_2)} = \frac{(D_2 - D_1)(D_2 + D_1)}{D_1 + D_2} = D_2 - D_1$$

$$D_2 = 4 \text{ cm}, \quad D_1 = 1.5 \text{ cm}$$

$$De = 4 - 1.5 = 2.5 \text{ cm}$$

برای حل این مسئله باید از مدارالکتریکی استفاده کنیم:

به دلیل اینکه  $\epsilon_2 = 1$  است بنابراین مقاومتی بین  $J_2$  و  $E_{b2}$  وجود ندارد و  $J_2$  همان  $E_{b2}$  است.



$$q_{13} = \frac{E_{b3} - E_{b1}}{\frac{1-\epsilon_1}{\epsilon_1 A_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1}{A_2 F_{23}} + \frac{1-\epsilon_3}{\epsilon_3 A_3}} = \frac{\sigma(T_3^4 - T_1^4)}{\frac{1-\epsilon_1}{\epsilon_1 A_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1}{A_2 F_{23}} + \frac{1-\epsilon_3}{\epsilon_3 A_3}}$$

$$q_{13} = \frac{4\pi r^2 \sigma (T_3^4 - T_1^4)}{2 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}} = \frac{4\pi r^2 \sigma (T_3^4 - T_1^4)}{2.5} = \frac{4\pi r^2 \sigma (16T_1^4 - T_1^4)}{2.5} = \frac{4\pi r^2 \sigma (15T_1^4)}{2.5} = 24\pi r^2 \sigma T_1^4$$

#### ۱۲۱- گزینه «۲»

اصطلاح «فشار مؤثر متوسط» (mep) که در موتورهای رفت و برگشتی به کار می‌رود، بیان فشاری است که اگر در خلال مرحله تولید قدرت بر روی پیستون اعمال شود همان اندازه کار انجام خواهد داد که در موتورهای واقعی روی پیستون انجام می‌گیرد.

۱۲۲- گزینه «۴»

در نازل واگرا اگر سرعت در مقطع ورودی برابر سرعت صوت باشد سرعت جریان خروجی ممکن است برابر یا بیشتر از سرعت صوت باشد و یا در اثر ایجاد شوک به مقادیر کمتر از سرعت صوت برسد.

۱۲۳- گزینه «۲»

$$P_m = \sqrt{P_1 P_2} = \sqrt{200 \times 800} = \sqrt{160000} = 400 \text{ kPa}$$

۱۲۴- گزینه «۳»

$$\sum (\dot{m}_i (h_i + \frac{V_i^2}{2})) = \sum \dot{m}_e (h_e) + \dot{m}_e \frac{V_e^2}{2} \rightarrow \dot{m}_i (h_i + \frac{V_i^2}{2}) = \dot{m}_e h_e$$

$$\begin{aligned} \dot{m}_i &= \dot{m}_e \\ h &= C_p T \end{aligned}$$

و پیوستگی گاز ایده‌آل

$$C_p T_i + \frac{V_i^2}{2} = C_p T_e \rightarrow T_i = T_e - \frac{V_i^2}{2 C_p} = 400 - \frac{200^2}{2 \times 1 \times 1000}$$

$$T_i = 400 - 20 = 380 \text{ K}$$

۱۲۵- گزینه «۴»

$$\text{انرژی حرارتی سوخت بر واحد زمان} = 10 \times 10^{-3} \times 30000 = 300 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{100}{300} = \%33.3$$

۱۲۶- گزینه «۳»

چرخه برایتون استاندارد - هوا چرخه ایده‌آل و ساده توربین گازی است.

۱۲۷- گزینه «۳»

$$h_i + \frac{V_i^2}{2} = h_e + \frac{V_e^2}{2} + w \rightarrow w = 3051/2 + \frac{50^2}{2 \times 1000} - 2655 - \frac{200^2}{2 \times 1000} = 377/5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

۱۲۸- گزینه «۲»

$$\frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} = 0 \rightarrow \lambda x + \frac{\partial V_y}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial V_y}{\partial y} = -\lambda x \rightarrow V_y = -\lambda xy + f(x) \rightarrow \text{که تنها گزینه ۲ به این صورت می باشد.}$$

۱۲۹- گزینه «۱»

$$\tau_{xy} = \mu \left( \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) = \mu (x^2 + y^2 - x^2) = \mu y^2$$

۱۳۰- گزینه «۳»

$$Q_{AB} = |\psi_B - \psi_A| = |0 - 4| = 4$$

$$A = \sqrt{\lambda}$$

$$Q = \bar{V}A \rightarrow \bar{V} = \frac{4}{\sqrt{\lambda}} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}$$

۱۳۱- گزینه «۴»

در جریان غیر چرخشی  $\nabla^2 \phi = 0$  و  $\nabla^2 \psi = 0$  که اپراتور  $\nabla^2$  را لاپلاسین گویند که حل های معادله لاپلاس به نام توابع هارمونیک شناخته می شوند.



۱۳۲- گزینه «۲»

$$\vec{V} \times \vec{V} = r B \hat{k} \quad , \quad \Gamma = \int (\vec{V} \times \vec{V}) \cdot d\vec{A} = \int \nabla V \cdot d\vec{A} = r B \int dA = r B(A) = r B \times r = r^2 B$$

۱۳۳- گزینه «۳»

$$A = yb \rightarrow b = \frac{A}{y} \Rightarrow P = ry + \frac{A}{y}$$

$$P = ry + b$$

$$A = kP^{\frac{r}{\Delta}} \leftarrow \text{کمترین مساحت مقطع هیدرولیکی}$$

$$P = ry + \frac{kP^{\frac{r}{\Delta}}}{y} \rightarrow \frac{dP}{dy} = r + \frac{k}{y} \times \frac{r}{\Delta} P^{-\frac{r}{\Delta}} \frac{dP}{dy} + kP^{\frac{r}{\Delta}} (-1) \times \frac{1}{y^2} \rightarrow r - yP^{\frac{r}{\Delta}} \frac{1}{y^2} = 0 \rightarrow r = k \left( \frac{yb}{k} \right) \left( \frac{1}{y^2} \right) \rightarrow y = \frac{b}{r}$$

۱۳۴- گزینه «۳»

$$E_{sp} = \frac{V^2}{2g} + y \quad \text{انرژی مخصوص}$$

$$q = Vy \rightarrow E_{sp} = \frac{q^2}{2y^2g} + y$$

$$\frac{\partial E_{sp}}{\partial y} = 0 \rightarrow \frac{q^2}{gy_{cr}^2} + 1 = 0 \rightarrow y_{cr} = \left( \frac{q^2}{g} \right)^{\frac{1}{3}}$$

۱۳۵- گزینه «۱»

$$\dot{m}C\Delta T = UA\Delta T \quad \text{کل}$$

$$2000 \times 20 = 1000 \times A \times 40 \rightarrow A = 10$$

۱۳۶- گزینه «۳»

$$F_{11} + F_{12} + F_{13} = 1 \rightarrow F_{12} = 1 - 0/2 = 0/2$$

$$A_1 F_{12} = A_2 F_{21} \rightarrow \frac{\pi}{4} D^2 \times 0/2 = \pi D L \times F_{21} \quad , \quad L = 2D \rightarrow F_{21} = 0/1$$

۱۳۷- گزینه «۳»

هنگام تغییر فاز دما ثابت است. چون فرآیند جوشش است. پس سیال گرما می‌گیرد و دمای سیال دیگر کاهش می‌یابد. پس گزینه ۳ صحیح است.

۱۳۸- گزینه «۴»

$$F_{\gamma} = \frac{A}{\pi r^2} = \frac{a}{\pi \times (ra)^2} = \frac{1}{4\pi a}$$

۱۳۹- گزینه «۲»

با نصف کردن تعداد لوله‌ها با توجه به رابطه  $\dot{m} = \rho V A n$  سرعت جریان در لوله‌ها دو برابر می‌شود و چون سطح تبادل حرارت ثابت مانده است با دو برابر شدن سرعت، انتقال حرارت نیز افزایش می‌یابد.

۱۴۰- گزینه «۱»

$$\lambda_{\max} T = 2897/6 \quad , \quad T = 273 + 100 = 373 \text{ K} \rightarrow \lambda_{\max} \times 373 = 2897/6 \rightarrow \lambda_{\max} = 7/76 \mu\text{m}$$

۱۴۱- گزینه «۴»

آنتروپی تابع نقطه‌ای بوده و مسیر هیچ تأثیری بر مقادیر اولیه و نهایی آن نخواهد گذاشت بنابراین  $\Delta S_I = \Delta S_{II}$  و گزینه‌های ۲ و ۳ اشتباه می‌باشند. با توجه به رابطه داریم:

$$\text{I فرآیند : } S_2 - S_1 = \frac{1}{T} \int_1^2 \delta Q_I$$

$$\text{II فرآیند : } S_2 - S_1 \geq \frac{1}{T} \int_1^2 \delta Q_{II}$$

با مقایسه دو رابطه متوجه می‌شویم:

$$\int_1^2 \delta Q_I > \int_1^2 \delta Q_{II} \Rightarrow Q_I > Q_{II}$$

۱۴۲ - گزینه «۳»

$$\Delta S_{\text{sys}} = S_2 - S_1 = 0/36 - 0/47 = -0/11 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$$

$$q_{\text{sys}} = \Delta h \equiv C_p (T_2 - T_1) = (4/186)(25 - 33/6) = -36 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\Delta S_{\text{surr}} = \frac{-q_{\text{sys}}}{T_o} = \frac{36}{298} = 0/12 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$$

$$\Delta S_{\text{net}} = \Delta S_{\text{sys}} + \Delta S_{\text{surr}} = -0/11 + 0/12 = 0/01 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$$

$$\frac{I}{m} = T \cdot \Delta S_{\text{net}} = (298)(0/01) = 2/98 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

۱۴۳ - گزینه «۲»

$$\Delta S = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1}, \quad \frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}}$$

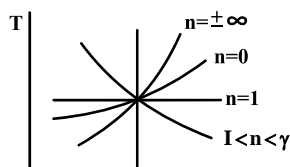
$$\Rightarrow \Delta S = S_2 - S_1 = C_p (n-1) \ln \left( \frac{P_2}{P_1} \right) - R \ln \frac{P_2}{P_1} = [C_p (n-1) R] \ln \frac{P_2}{P_1}$$

$$C_p = \frac{\gamma R}{\gamma - 1} \Rightarrow \Delta S = \left[ \frac{n\gamma R - \gamma R - n\gamma R + nR}{(\gamma - 1)n} \right] \ln \left( \frac{P_2}{P_1} \right) = R \left[ \frac{n - \gamma}{(\gamma - 1)n} \right] \ln \left( \frac{P_2}{P_1} \right)$$

چون فشار افزایش یافته است،  $\frac{P_2}{P_1} > 1$  و در نتیجه  $\ln \frac{P_2}{P_1} > 0$  و علامت  $\Delta S$  به علامت  $\frac{n - \gamma}{(\gamma - 1)n}$  بستگی دارد. چون  $\gamma - 1 > 0$  است، بنابراین

اگر  $n > \gamma$  باشد  $\Delta S$  مثبت و اگر  $n < \gamma$  باشد  $\Delta S$  منفی است.

روش تستی: طبق نمودار T-S داریم:

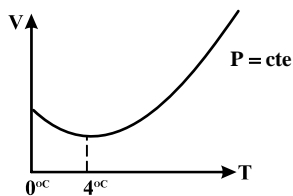


$$\text{چون } P \text{ افزایش} \quad \frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}}$$

۱۴۴- گزینه «۳»

فرض کنید فشار آب مایع را که ابتدا به صورت اشباع است، افزایش دهیم و دمای آن را ثابت نگه داریم. متغیر آنتروپی در این فرآیند با توجه به رابطه ماکسول به صورت زیر است:

$$\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = -\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P$$



لذا علامت تغییر آنتروپی به علامت جمله  $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P$  بستگی دارد. وقتی آب با فشار متوسط و دمای  $0^\circ\text{C}$  در فرآیند فشار ثابت گرم می‌شود. حجم مخصوص تا دمای  $4^\circ\text{C}$ ، متناظر با چگالی ماکزیمم، کاهش و سپس افزایش می‌یابد، این موضوع در نمودار  $V-T$  نشان داده شده است. لذا کمیت  $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P$  شیب منحنی در شکل است. چون این شیب در  $0^\circ\text{C}$  منفی است، کمیت  $\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_T$  در  $0^\circ\text{C}$  مثبت است. بنابراین در  $0^\circ\text{C}$  آنتروپی مایع متراکم بیشتر از آنتروپی مایع اشباع است ولی در مابقی دماها آنتروپی مایع اشباع بیشتر از آنتروپی مایع متراکم است.

۱۴۵- گزینه «۲»

$$\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = -\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P = -\frac{v}{\alpha} \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P = -v\alpha_p$$

$$dS_T = -v\alpha_p dP_T$$

$$S_2 - S_1 = -v\alpha_p (P_2 - P_1)_T = -0.000114 \times 5 \times 10^{-5} (100 - 0/1) \times 10^6 = -0.5694 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$$

$$S_2 - S_1 = m(S_2 - S_1) = 2 \times -0.5694 = -1.1388 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

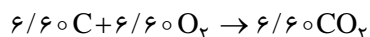
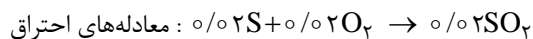
۱۴۶- گزینه «۱»

$$\text{kmol S} = \frac{0/6}{32} = 0/02$$

ترکیب مولی برای ۱۰۰ کیلوگرم سوخت عبارتست از:

$$\text{kmol H}_2 = \frac{5/7}{2} = 2/85, \quad \text{kmol C} = \frac{79/2}{12} = 6/60, \quad \text{kmol O}_2 = \frac{10}{32} = 0/31$$

$$\text{kmol N}_2\text{S} = \frac{1/5}{28} = 0/05$$



۱۰۰ کیلوگرم سوخت / کیلو مول  $\text{O}_2$  مورد نیاز: ۸/۰۴

۱۰۰ کیلوگرم سوخت / کیلو مول  $\text{O}_2$  در سوخت: ۰/۳۱

۱۰۰ کیلوگرم سوخت / کیلو مول  $\text{O}_2$  مورد نیاز در هوا: ۷/۷۳

کیلوگرم سوخت / کیلوگرم هوا  $10 = 7/73 \times 1/3$ : نسبت مولی

۱۴۷- گزینه «۳»

گزینه ۱ عبارت  $\frac{Q^r \rho}{\mu^5}$  بی بعد نیست.

گزینه ۲ همه عبارات بی بعد هستند اما از D در گروه های بی بعد استفاده نشده است.

گزینه ۳ همه عبارات بی بعد هستند و از همه متغیرها استفاده شده است.

گزینه ۴ عبارت  $\frac{\mu^5}{Q^3 \rho^5}$  بی بعد نیست.

۱۴۸- گزینه «۴»

$$(\text{Fr})_m, (\text{Fr})_p \Rightarrow \frac{V_m^r}{g_m L_m} = \frac{V_p^r}{g_p L_p} \Rightarrow V_p = V_m \sqrt{\frac{L_p}{L_m}} = 3\sqrt{16} = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F \propto \rho V^r L^r \Rightarrow \frac{F_p}{F_m} = \frac{\rho_p V_p^r L_p^r}{\rho_m V_m^r L_m^r}$$

$$F_p = F_m \times \frac{\rho_p}{\rho_m} \times \frac{V_p^r}{V_m^r} \times \left(\frac{L_p}{L_m}\right)^r = 16 \times 1 - \left(\frac{12}{3}\right)^r \times 16^r = 65536 \text{ N}$$

۱۴۹- گزینه «۳»

$$Q = \int_0^a u dy = \int_0^a -\frac{1}{2\mu} \frac{dp}{dx} (ay - y^2) dy = \frac{a^2}{2\mu} \frac{dp}{dx}$$

$$\text{سرعت متوسط } V = \frac{Q}{A} = \frac{a^2}{2\mu} \frac{dp}{dx}$$

$$\frac{u}{V} = -\frac{y^2}{a^2} (y^2 - ay)$$

$$\alpha = \frac{1}{A} \int_0^a \left(\frac{u}{V}\right)^2 dy = \frac{216}{a^3} \int_0^a (ay - y^2) dy = \frac{216}{a^3} \left[ \frac{1}{2} a^2 y - \frac{1}{3} a y^2 - \frac{1}{4} a^2 y + \frac{1}{5} a y^2 \right] = 1/543$$

$$\beta = \frac{1}{A} \int_0^a \left(\frac{u}{V}\right)^2 dy = \frac{216}{a^3} \int_0^a (ay - y^2)^2 dy = \frac{216}{a^3} \left[ \frac{1}{3} a^3 y - \frac{2}{4} a^2 y^2 + \frac{1}{5} a y^3 \right]_0^a = \frac{216}{30} = 1/2$$

۱۵۰- گزینه «۱»

رابطه سرعت مطابق رابطه مقابل می باشد که A در آن ثابت  $\mu \frac{du}{dy} = y \frac{d}{dx} (P + \gamma h) + A$  است.

از تغییرات فشار صرف نظر می کنیم.  $\frac{d}{dx} (P, \gamma h) = -\gamma \sin \theta$  : بنابراین  $\frac{dh}{dx} = -\sin \theta$  ,  $\frac{dP}{dx} = 0$

$$\Rightarrow \mu \frac{du}{dy} = -\gamma y \sin \theta + A \Rightarrow u = \frac{-\gamma y^2 \sin \theta}{2\mu} + \frac{A}{\mu} y + \beta$$

ثابت های A و B با توجه به شرایط مرزی به دست می آیند.

$$\begin{cases} y=0, & u=0 \\ y=b, & \frac{\partial u}{\partial y} = 0 \end{cases} \quad (\text{تنش برشی در سطح آزاد برابر صفر است})$$

$$\Rightarrow B=0, \quad A = \gamma b \sin \theta \quad u = \frac{\gamma}{\mu} \left( by - \frac{y^2}{2} \right) \sin \theta$$

۱۵۱- گزینه «۴»

معادله انرژی را بین نقطه ۱ در سطح آب و نقطه ۲ در ورودی لوله می‌نویسیم:

$$\frac{P_o}{\gamma} + \frac{V_o^2}{2g} + z_o = \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = z$$

صرف نظر می‌کنیم  $\frac{V_o^2}{2g} = 0$  ,  $V_o = 0$  ,  $z = 0$  ,  $P_o = 0$

$$\frac{P}{\gamma} = \frac{P}{\gamma} \Rightarrow P = \gamma P = 4 \times 10000 = 40000 \text{ Pa}$$

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{40000}{4} = 10000 \frac{\text{Pa}}{\text{m}}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{3 \times 10^{-6}}{\pi \times \frac{(2 \times 10^{-3})^2}{4}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta P = \frac{128 \mu L Q}{\pi D^4} \Rightarrow \mu = \frac{\Delta P \pi D^4}{128 L Q} = \frac{10^4 \times 3 \times (2 \times 10^{-3})^4}{128 \times 40 \times 3 \times 10^{-6}} = 3/128 \times 10^{-5} \frac{\text{N.s}}{\text{m}^2}$$

۱۵۲- گزینه «۳»

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0/15}{\pi \times \frac{(0/5)^2}{4}} = 0/8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$R_e = \frac{VD}{\nu} = \frac{0/8 \times 0/5}{2/5 \times 10^{-6}} = 16 \times 10^4$$

$$F = \frac{\gamma}{R_e^4} = 0/1$$

$$\Rightarrow h_f : F \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = 0/1 \times \frac{1000}{0/5} \times \frac{0/8^2}{2 \times 10} = 6/4$$

$$P = \gamma h_F Q = 8600 \times 6/4 \times 0/15 = 8256 \text{ W} = 8/256 \text{ kW}$$



۱۵۳- گزینه «۲»

وقتی می‌توان از اثرات تراکم‌پذیری صرف‌نظر کرد که  $M < 0.3$  باشد.

$$M_1 = \frac{51}{340} = 0.15$$

$$M_r = 0.3 = \frac{V_e}{340} \Rightarrow V_e = 102 \frac{m}{s}$$

$$\frac{V_e}{V_o} = \left(\frac{D_o}{D_e}\right)^2 \Rightarrow \sqrt{\frac{102}{51}} = \frac{D_o}{D_e} = \sqrt{2} \Rightarrow \frac{D_e}{D} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

۱۵۴- گزینه «۲»

$$\tau = \frac{\rho V C_p}{hA} \quad \text{ثابت زمانی}$$

چون ۲ وجه مکعب عایق شده است،  $A$  در رابطه بالا  $\frac{4}{6}$  برابر و ثابت زمانی  $\frac{3}{6}$  برابر می‌شود.

۱۵۵- گزینه «۳»

$$NU_D = 0.023 Re_D^{\frac{4}{5}} Pr^n$$

در جریان در هم داخل لوله:

برای گرمایش  $n = 0.4$  ، برای سرمایش  $n = 0.3$

بنابراین عدد  $NU$  با  $D^{\frac{4}{5}}$  رابطه مستقیم دارد.

$$\frac{NU_r}{NU_1} = \left(\frac{D_r}{D_1}\right)^{\frac{4}{5}} = 2^{\frac{4}{5}} = 1.7$$

۱۵۶- گزینه «۱»

$$-K_a \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0} = h_x (T_s - T_\infty) \Rightarrow h_x = \frac{-K \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0}}{T_s - T_\infty}$$

$$\frac{T - T_s}{T_\infty - T_s} = 1 - \exp\left\{-\text{Pr} \frac{U_\infty y x}{\nu}\right\}$$

$$\frac{\partial T}{\partial y} = (T_\infty - T_s) \frac{\text{Pr} U_\infty x}{\nu} \Rightarrow h(T_s - T_\infty) = K_a (T_s - T_\infty) \frac{\text{Pr} U_\infty x}{\nu} \Rightarrow h = K_a \frac{\text{Pr} U_\infty x}{\nu}$$

۱۵۷- گزینه «۲»

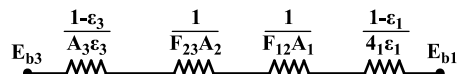
ضریب جابجایی آزاد برای صفحه قائم بیشتر از صفحه مایل و برای صفحه مایل بیشتر از صفحه افقی است. بنابراین با افزایش زاویه  $\theta$ ، ضریب جابجایی آزاد کاهش یافته و صفحه دیرتر سرد می‌شود.

۱۵۸- گزینه «۳»

زبری سطح سبب افزایش شار گرما در ناحیه جوشش هسته‌ای شده و در جوشش فیلمی تأثیر چندانی ندارد.

۱۵۹- گزینه «۲»

$$q = \frac{E_{b1} - E_{b3}}{\frac{1-\varepsilon_3}{A_3 \varepsilon_3} + \frac{1}{F_{23} A_2} + \frac{1}{F_{12} A_1} + \frac{1-\varepsilon_1}{\varepsilon_1 A_1}}$$



$$E_{b3} = \sigma T_1^f, \quad E_{b1} = \sigma (2T_1)^f = 16 \sigma T_1^f$$

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_3 = 0.5, \quad A_1 = 6a^2, \quad A_2 = 12a^2, \quad A_3 = 18a^2, \quad F_{12} = F_{23} = 1$$

$$q = \frac{540}{17} \sigma a^2 T_1^f \quad \text{با جایگذاری مقادیر فوق}$$

۱۶۰- گزینه «۳»

اگر محیط را جسم ۳ در نظر بگیریم:

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

$$A_1 F_{12} = A_2 F_{21} \quad , \quad A_2 \gg A_1 \Rightarrow F_{21} = \frac{A_1}{A_2} F_{12} = 0 \times F_{12} = 0$$

۱۶۱- گزینه «۲»

راندمان حرارتی این موتورها چون کارنو هستند به فرم زیر است:

$$\eta = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

که  $T_L$  دمای منبع سرد و  $T_H$  دمای منبع گرم است.  
در مورد موتور اولی :

$$\eta_1 = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

در مورد موتور دومی:

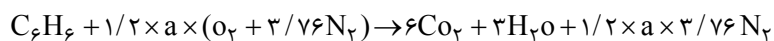
$$\eta_2 = 1 - \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = 1 - \eta_2 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{1 - \eta_2}$$

که  $\frac{T_2}{T_1} = 1 - \eta_1$  پس:

$$1 - \eta_1 = \frac{1}{1 - \eta_2} \Rightarrow -\eta_1 \eta_2 + \eta_1 + \eta_2 = 1/8$$

۱۶۲- گزینه «۴»

احتراق با ۲۰٪ هوای اضافی به این معنی است که در محاسبه مول‌های واکنش دهنده‌ها در مورد هوا این مول در عدد ۱/۲ ضرب شود.



برای محاسبه a باید تعداد مول‌های اکسیژن را در دو طرف مساوی قرار دهیم:

$$1/2 \times a \times 2 = 12 + 3 \Rightarrow a = \frac{15}{2 \times 1/2} = \frac{15}{2/4} = 6/25$$

$$\text{نسبت مولی} = \frac{1}{1/2 \times 6/25 \times 4/76} = 0.03$$

۱۶۳- گزینه «۴»

ضریب ژول - تامسون برابر است با:

$$\mu = \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_h = -\frac{1}{C_p} \left(\frac{\partial h}{\partial p}\right)_T$$

$$\mu = \frac{aT^2}{C_p} = -\frac{1}{C_p} \left(\frac{\partial h}{\partial p}\right)_T \Rightarrow \left(\frac{\partial h}{\partial p}\right)_T = -aT^2$$

۱۶۴- گزینه «۳»

در سیکل بازگشت‌پذیر (سیکل کارنو) راندمان برابر است با:

$$\eta_{\text{کارنو}} = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{300}{850} = 0.647$$

بیشترین میزان کار در سیکل برگشت‌پذیر اتفاق می‌افتد.

$$\eta_{\text{کارنو}} = \frac{W}{Q_H} \Rightarrow W = 0.647 \times 600 \text{ kJ} = 388 \text{ kJ}$$

برای بازگشت ناپذیر بودن باید مقدار کار کمتر از این اندازه باشد. پس گزینه ۳ صحیح است.

۱۶۵- گزینه «۲»

$$\Delta s = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{p_2}{p_1} \xrightarrow{\text{همدما}} \Delta s = R \ln \frac{p_1}{p_2}$$

باتوجه به عبارت  $\Delta s = R \ln \frac{p_1}{p_2}$  مشخص است که تغییر آنتروپی به نوع گاز وابسته نیست چون  $R$  ثابت جهانی گازها و  $p_1$  و  $p_2$  فشار است.

چون دما ثابت است پس عبارت  $C_p \ln \frac{T_2}{T_1}$  یا صفر می شود بنابراین وابستگی به دما و  $C_v$  و  $C_p$  وجود ندارد.

۱۶۶- گزینه «۱»

با توجه به فرمول:

$$\Delta s = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{p_2}{p_1}$$

چون فرآیند خفگی، آنتالپی ثابت است و همچنین گاز مورد نظر، گاز ایده آل می باشد پس  $T_2 = T_1$ . در نتیجه:

$$\Delta s = -R \ln \frac{p_2}{p_1}$$

۱۶۷- گزینه «۳»

با توجه به قانون رابطه اول برای سیستم های جریان یکنواخت و عبارت آدیاباتیک، خالی بودن مخزن گاز و کامل بودن هوا به رابطه زیر می رسیم:

$$h_i = u_2 = C_p T_i = C_v T_2 \Rightarrow T_2 = \gamma T_i$$

که  $T_2$  درجه حرارت نهایی هوا در محفظه و  $T_i$  درجه حرارت ورودی است.

$$T_2 = 1/4 \times (273 + 27) = 1/4 \times 300 = 75^\circ \text{K}$$

$$T_2 = 75^\circ - 273 = -198^\circ \text{C}$$

۱۶۸- گزینه «۴»

از رابطه نیرو با گشتاور داریم داریم:

$$T = F \cdot r, \quad F = \tau \cdot A, \quad \tau = \mu \frac{\Delta u}{\Delta r}, \quad A = 2\pi r L$$

در نتیجه طبق معادلات فوق خواهیم داشت:

$$T = F \cdot r = \tau \cdot A \cdot r = \mu \frac{\Delta u}{\Delta r} \times 2\pi r L \times r = \mu \times \frac{r\omega - 0}{t} \times 2\pi r L \times r \Rightarrow T = \frac{2\pi r^3 \omega L \mu}{t}$$

از رابطه به دست آمده فوق چنین استنباط می شود که گشتاور با توان سوم شعاع رابطه مستقیم دارد یعنی:

$$\frac{T_2}{T} = \left(\frac{r_2}{r}\right)^3 = \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8} \Rightarrow T_2 = \frac{1}{8} T_1$$

۱۶۹- گزینه «۱»

نیروی برآیند ناشی از فشار هیدرواستاتیک وارده از طرف مایع بر سطح دريچه نیم مربع  $(F_x)_L = \gamma_1 h A_1 = \gamma_1 \times R \times (2R \times 1) = 2\gamma_1 R^2$

نیروی برآیند ناشی از فشار هیدرواستاتیک وارده از طرف مایع بر سطح دريچه نیم دایره  $(F_x)_R = \gamma_2 h A_2 = 0.5 \gamma_2 \times \frac{R}{2} \times (R \times 1) = 0.25 \gamma_2 R^2$

از تعادل نیروها داریم:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow (F_x)_L = (F_x)_R - F_A = 0$$

$$F_A = 2\gamma_1 R^2 - 0.25\gamma_2 R^2 \Rightarrow F_A = 1.75\gamma_1 R^2$$

۱۷۰- گزینه «۲»

( $\circ$  = لنگر ممنتوم ورودی) و لنگر ممنتوم دو خروجی = گشتاور نیرو نسبت به ورودی داریم:

$$F_d = \left(\frac{\dot{m}}{2}\right)V \times r + \left(\frac{\dot{m}}{2}\right)V \times r \Rightarrow F_d = \dot{m}Vr = \rho A V^2 r \Rightarrow F(0.5) = 1000 \times 2 \times 10 \times 10^{-4} \times 50^2 \times 0.5 / 2 \Rightarrow F = 7500 \text{ N}$$

۱۷۱- گزینه «۳»

با توجه به اشکال فوق، بر روی سطح آزاد مایع در مخازن A و C در هنگام تخلیه همواره فشار اتمسفر وجود دارد و اعمال می‌شود. در مورد مخزن B باید گفت که در هنگام تخلیه در بالای مخزن خلاء نسبی به وجود می‌آید و لذا این اختلاف فشار (فشار بالای مخزن که خلاء نسبی می‌باشد و فشار پائین مخزن در قسمت شیر تخلیه که فشار اتمسفر می‌باشد) باعث می‌شود که سرعت تخلیه کمتر شده و بنابراین زمان تخلیه این مخزن از دو مخزن دیگر بیشتر خواهد بود.

۱۷۲- گزینه «۲»

اگر سیستم با شتاب ثابت به طرف راست حرکت کند، سطح مایع غیرواقعی شده و ارتفاع آن در سمت چپ بالا می‌آید و لذا بادکنک به سمت چپ منحرف می‌شود و نیروی کشش نخ افزایش می‌یابد.



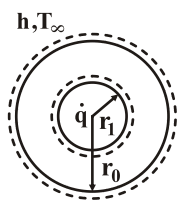
۱۷۳- گزینه «۱»

گرادیان فشار معکوس (افزایش فشار در جهت جریان) شرط لازم برای ایجاد جدایش لایه مرزی و ایجاد جریان برگشتی است و لذا  $\frac{dp}{dx} > 0$  به عبارت دیگر جدائی فقط زمانی رخ می‌دهد که گرادیان فشار معکوس وجود داشته باشد ولی در نقطه جدایی جریان  $\frac{dp}{dx} = 0$  می‌باشد.

۱۷۴- گزینه «۳»

در صفحه مسطح، افزایش زبری باعث درهم شدن جریان و در نتیجه افزایش نیرو (ضریب) دراگ می‌شود. در استوانه نیز افزایش زبری جریان را درهم کرده و جریان درهم باعث به تأخیر افتادن جدایش می‌شود و لذا افت فشار در پشت استوانه نیز کمتر خواهد شد و در نتیجه نیرو (ضریب) دراگ کاهش می‌یابد.

۱۷۵- گزینه «۳»



$$r_i = 5 \text{ mm}, r_o = 10 \text{ mm}$$

شکل مسئله بالا به صورت روبرو می‌باشد:

$$\dot{q} = 10 \frac{\text{kw}}{\text{m}^2}$$

$$\dot{E}_{in} = \dot{E}_{out}$$

با نوشتن موازنه انرژی برای مسئله روبرو، حجم کنترل نیز حجم داخل خط‌چین‌ها می‌باشد،  $E_{in}$  انرژی ناشی از انرژی تولیدی است و  $\dot{E}_{out}$  ناشی از انرژی جابجایی است:

$$\dot{q} \times V = hA(T_s - T_{\infty})$$

$V$  حجم کره داخل است و  $A$  مساحت سطح بیرونی است.

$$V = \frac{4}{3}\pi r_i^3, A = 4\pi r_o^2$$

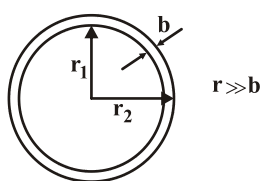
$$\dot{q} \times \frac{4}{3}\pi r_i^3 = h \times 4\pi r_o^2 (T_s - T_{\infty})$$

$$10 \times \frac{1}{3} \times (\delta \times 10^{-3})^3 = 25 \times (10 \times 10^{-3})^2 (T_s - T_{\infty})$$

$$10 \times \frac{125}{3} \times 10^{-9} = 25 \times 10^{-4} (T_s - T_{\infty}) \quad \frac{50}{3} = T_s - T_{\infty} \Rightarrow T_s = 41.7^\circ\text{C}$$

۱۷۶- گزینه «۳»

مقاومت گرمایی برای یک کره برای انتقال حرارت هدایت:



$$r \gg b$$

$$R = \frac{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}}{4\pi k}$$

در این مسئله  $r_2 = b + r_1$  در نتیجه:

$$R = \frac{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_1 + b}}{4\pi k} = \frac{\frac{r_1 + b - r_1}{(r_1 + b)r_1}}{4\pi k} = \frac{b}{4\pi(r_1)r_1 k}$$

$$\Rightarrow R = \frac{b}{4\pi r_1^2 k}$$

سطح مقطع داخلی کره برابر  $A = 4\pi r_1^2$

$$\Rightarrow R = \frac{b}{AK}$$

۱۷۷- گزینه «۳»

با توجه به اینکه گلوله از ارتفاع زیادی رها می‌شود در لحظه ورود به آب سرعت زیادی دارد بنابراین عدد بی‌بعد رینولدز  $Re_D = \frac{Ud}{\nu}$  زیاد است. رفته رفته در اثر مقاومت آب سرعت آن کاهش می‌یابد. بنابراین  $Re_D$  کاهش می‌یابد بنابراین معادله تیاکر (برای جریان روی کره)

$$\overline{Nu}_D = 2 + \left[ 0.4 Re_D^{\frac{1}{4}} + 0.6 Re_D^{\frac{1}{2}} \right] Pr^{\frac{1}{4}} \left( \frac{\mu}{\mu_s} \right)^{\frac{1}{4}}$$

بنابراین عدد ناسلت متوسط کاهش می‌یابد، پس  $\bar{h}$  یعنی ضریب انتقال حرارت متوسط بین گلوله و آب کاهش می‌یابد. اما پس از اینکه به سرعت حد می‌رسد در نتیجه عدد ناسلت ثابت باقی می‌ماند پس ضریب انتقال حرارت متوسط بین گلوله و آب ثابت باقی می‌ماند.

#### ۱۷۸- گزینه «۴»

ترموکوپل وسیله‌ای است که از آن برای اندازه‌گیری دما استفاده می‌شود و مکانیزم عمل آن براساس تبدیل اختلاف دما به اختلاف پتانسیل و ایجاد جریان الکتریکی است.

ترموکوپل که در نظر داریم، در محیطی با دمای  $T_{\infty}$  قرار گرفته است و هدف اندازه‌گیری  $T_{\infty}$  است. با استفاده از معادله  $\frac{T(t) - T_{\infty}}{T_i - T_{\infty}} = e^{-\frac{t}{\tau}}$  می‌توان گفت که با صفر شدن  $e^{-\frac{t}{\tau}}$  ترموکوپل دقیقاً دمای محیط را نشان می‌دهد ( $T = T_{\infty}$ ) و داریم:

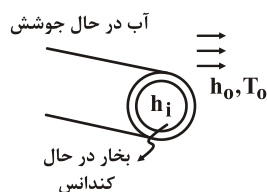
$$\tau \rightarrow \infty \Rightarrow e^{-\frac{t}{\tau}} \rightarrow 0 \Rightarrow T = T_{\infty}$$

بنابراین برای کوتاه بودن پاسخ ترموکوپل ثابت زمانی آن ( $\tau$ ) باید کوچک‌تر باشد و با توجه به تعریف ثابت زمانی که به شکل  $\tau = \frac{\rho VC}{hA} = \frac{mc}{hA}$  است. نتیجه می‌گیریم که باید جرم ترموکوپل به ازای واحد مسطح آن کم باشد. بنابراین دانسیته، طول مشخصه، در نهایت جرم و ظرفیت گرمایی ویژه باید کم باشد.

#### ۱۷۹- گزینه «۴»

$$\Sigma R_t = \frac{1}{h_i} + \frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h_o}$$

مقاومت گرمایی:



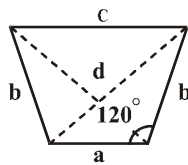
$h_i$ : ضریب جابجایی بخار آب در حالت کندانس

$h_o$ : ضریب جابجایی آب در حالت جوشش

$\Delta x$ : ضخامت لوله فلزی،  $k$ : ضریب رسانش لوله.

در داخل لوله و بیرون لوله میعان صورت می‌گیرد که در هر دو مورد به علت تغییر فاز، مقدار  $h$  بالاست. لذا مقاومت در برابر انتقال حرارت پائین است و نمی‌توان از یک مقاومت در برابر دیگری صرف‌نظر کرده مقاومت جداره فلزی نیز ناچیز است. به دو دلیل: ۱- اکثر فلزات به کار رفته،  $k$  بالایی دارند مانند مس و آلومینیوم و ۲- ضخامت جداره لوله کم است پس  $\frac{\Delta x}{k} \rightarrow 0$ . لذا مقاومت جداره فلزی در حدی نیست که کنترل کننده باشد.

۱۸۰- گزینه «۲»



با استفاده از روش ریسمان ضریب شکل این مسئله را تعیین می کنیم.

روش ضربدری یا ریسمان های متقاطع روشی برای تعیین ضریب شکل های سطوحی که در یک جهت دارای طول زیاد هستند به کار می رود.

$$F_{ij} = \frac{\Sigma(\text{مجموع طول خطوط متقاطع}) - \Sigma(\text{مجموع طول خطوط غیرمتقاطع})}{\text{دو برابر خط روی سطح } i \text{ ام}}$$

$$F_{ac} = \frac{(rd) - (rb)}{ra} \quad d = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos 120^\circ} = \sqrt{a^2 + b^2 + ab} \Rightarrow F_{ac} = \frac{\sqrt{a^2 + b^2 + ab} - b}{a}$$

۱۸۱- گزینه «۳»

$$W = \int_1^2 P dV = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{1-n}$$

$$P_1 = 200 \text{ kPa} , V_1 = 0.3 \text{ m}^3 , T_1 = 127^\circ \text{C}$$

با فرض گاز کامل بودن:

$$mR = \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{200 \times 0.3}{127 + 273} = \frac{60}{400}$$

$$\Rightarrow W = \frac{mR(T_2 - T_1)}{1-n} = \frac{\frac{60}{400}(100)}{1-\frac{1}{3}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{60}{400} \times 100$$

$$W = \frac{3 \times 60}{2 \times 4} = \frac{90}{4} = \frac{45}{2} = 22.5 \text{ kJ}$$

۱۸۲- گزینه «۲»

$$\text{کار تلف شده} = T_o \Delta S - Q , \Delta S_{\text{sys}} = mc \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Delta S_{\text{sys}} = 5 \times 0.4 \ln \frac{25 + 273}{900} = 2 \ln \frac{298}{900} = -2 \times 1.1 = -2.2$$

$$Q = mc \Delta T = 5 \times 0.4 \times (298 - 900) = 2 \times (-602) = -1204$$

$$\text{کار تلف شده} = T_o \Delta S - Q$$

$$\text{کار تلف شده} = 298 \times (-2.2) + 1204 = 548.4 \text{ J}$$

۱۸۳- گزینه «۱»

$$dH = Tds + vdp \Rightarrow C_p dT = Tds + vdp \xrightarrow{p=cte} C_p dT = Tds$$

$$C_p = T \left( \frac{ds}{dT} \right)_{p=cte} = 400 \text{ K} \left( \frac{0.6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}}{20 \text{ K}} \right) = \frac{4 \times 6}{2} = 12 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$$

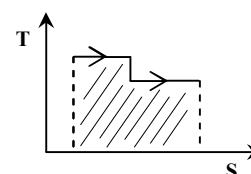
۱۸۴- گزینه «۱»

$$\text{کار انجام شده} = \text{مساحت شکل داده شده در سوال} = (600 - 400) \times 10 + (500 - 400) \times 10$$

$$\text{کار انجام شده} = 2000 + 1000 = 3000 \text{ kJ}$$

$$\text{مساحت زیر نمودار روبرو} = \text{گرمای گرفته شده}$$

$$\text{گرمای گرفته شده} = 600 \times 10 + 500 \times 10 = 6000 + 5000 = 11000$$



۱۸۵- گزینه «۴»

$$\begin{cases} \Delta s = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1} \\ \Delta s = -R \ln \frac{P_2}{P_1} = -R \ln \frac{1}{3} = R \ln 3 \end{cases}$$

در فرآیند اختناق آنتالپی ثابت است، چون گاز ایده‌آل است با ثابت بودن آنتالپی دماها ثابت است پس قسمت  $C_p \ln \frac{T_2}{T_1}$  حذف می‌شود و

قسمت  $-R \ln \frac{P_2}{P_1}$  باقی می‌ماند.

۱۸۶- گزینه «۴»

حداکثر کارایی برای وقتی است که یخچال در سیکل کارنو کار کند که در این صورت:

$$\text{cop} = \frac{|Q_H|}{W} = \frac{T_H}{T_H - T_C} = \frac{300}{47} = 6/38$$

۱۸۷- گزینه «۲»

مطابق با قانون سوم نیوتن در مرز مشترک دو مایع، تنش برشی در آنها با هم برابر می‌باشد. لذا خواهیم داشت:

$$\tau_A = \tau_B \Rightarrow \mu \left( \frac{dV}{dy} \right)_A = \mu_B \left( \frac{dV}{dy} \right)_B$$

$$\mu_B > \mu_A \Rightarrow \mu_A \left( \frac{dV}{dy} \right)_B < \left( \frac{dV}{dy} \right)_A$$

از نامساوی به دست آمده فوق چنین استنباط می‌شود که توزیع سرعت در هر دو لایه خطی و گرادیان سرعت دو مایع B کوچکتر از مایع A است.

۱۸۸- گزینه «۱»

از قانون بقاء جرم (معادله پیوستگی) داریم:

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_r + \dot{m}_p$$

$$\rho V_1 A_1 = \rho V_r A_r + \rho V_p A_p$$

$$\Rightarrow V_1 \times \frac{\pi}{4} (0/15)^2 = 12 \times \frac{\pi}{4} (0/1)^2 + 12 \times \frac{\pi}{4} (0/75)^2 \Rightarrow V_1 = 8/33 \left( \frac{m}{s} \right)$$

از معادله ممتموم در جهت X داریم:

$$P_1 A_1 + F_x = -\dot{m} V_1 + -\dot{m}_r V_r \cos 15^\circ + \dot{m}_p V_p \cos 30^\circ \quad (a)$$

برای یافتن  $P_1$  از معادله برنولی استفاده می‌کنیم لذا نقطه (۱) را محل انشعاب در لوله اول و نقطه (۲) را در خروجی لوله دوم انتخاب می‌کنیم:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + y_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + y_2 \Rightarrow \frac{P_1}{9806} + \frac{8/33^2}{2 \times 9.81} = \frac{12^2}{2 \times 9.81} \Rightarrow P_1 = 37290/34 \text{ (Pa)}$$

$$\text{داریم (a) از معادله (a): } 37290/34 \times \frac{\pi}{4} \times 0/15^2 + F_x = 1000 \times \frac{\pi}{4} [-8/33^2 \times 0/15^2 + 12^2 \times 0/1^2 \times \cos 15^\circ + 12^2 \times (0/75)^2 \times \cos 30^\circ]$$

$$\Rightarrow F_x = -241/8 \text{ (N)} \quad \text{و} \quad K_x = -F_x = 241/8 \text{ (N)} \quad \text{نیروی وارده از طرف سیال}$$

۱۸۹- گزینه «۳»

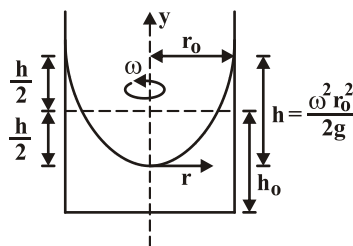
بیشترین فشار بر روی جداره استوانه قرار دارد بنابراین:

$$P_{\max} = \gamma(h_o + \frac{h}{\gamma}) = \rho g(h_o + \frac{\omega^2 r_o^2}{4g})$$

$$\omega = \gamma \pi \times \frac{90}{60} = \gamma \pi (\frac{\text{rad}}{\text{s}})$$

$$P_{\max} = 1000 \times 10 \cdot [1 + \frac{(\gamma \pi)^2 \times (0/6)^2}{4 \times 10}]$$

$$\Rightarrow P_{\max} = 17994/4 (\text{Pa}) \Rightarrow P_{\max} \approx 18 (\text{kPa})$$



در نتیجه:

۱۹۰- گزینه «۳»

از رابطه داری و ایسباخ داریم:

$$H_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}, \quad V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$H_L = f \frac{L}{D} \times \frac{(\frac{4Q}{\pi D^2})^2}{2g} = \frac{16fLQ^2}{g\pi^2 D^5}$$

$$f_A = f_B, \quad L_A = L_B, \quad D_A = 1/2 D_B$$

$$Q_A = Q_B: \text{در لوله‌های سری}$$

$$\frac{(H_L)_A}{(H_L)_B} = \frac{(D_B)^5}{(D_A)^5} = (\frac{1}{1/2})^5 = 0/402$$

با توجه به صورت مسئله فوق:



۱۹۱- گزینه «۱»

در جریان درهم با افزایش سرعت سیال، عدد رینولدز نیز افزایش یافته و با توجه به نمودار مودی و یا رابطه بلازیوس ( $f = \frac{0.3164}{Re^{0.25}}$ ) ضریب اصطکاک کاهش می‌یابد. همچنین با استفاده از رابطه داریسی - وایسباخ ( $h_{fs} = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g_c}$ )، افزایش سرعت باعث افزایش  $h_{fs}$  خواهد شد (افزایش  $V^2$  بیشتر از کاهش  $f$  تأثیر گذار است)

۱۹۲- گزینه «۳»

با نوشتن معادله برنولی بین نقاط (۱) و (۲) داریم:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + H_L, \quad H_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

برای طبق صورت مسئله:

$$D_1 = D_2 \Rightarrow V_1 = V_2 = V$$

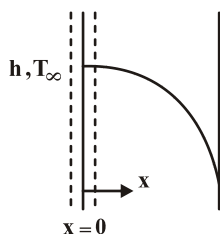
$$\frac{400 \times 10^3}{9810} = \frac{150 \times 10^3}{9810} + 20 + 0.025 \times \frac{200}{D} \times \frac{1/5^2}{2 \times 9.81}$$

$$\Rightarrow D = 0.10455 \text{ m} = 104.55 \text{ mm}$$

۱۹۳- گزینه «۴»

گردابه‌های ایجاد شده بعد از نقطه جدایش در هنگام عبور جریان سیال از روی جسم، به دلیل وجود گرادیان شدید سرعت در طول سطح جدایش است.

۱۹۴- گزینه «۴»



در ابتدا موازنه انرژی را برای سطح کنترل ترسیم شده در نظر می‌گیریم.

میزان انرژی ناشی از هدایت با انرژی جابجایی برابر است.

$$E_{in} = E_{out}$$

$$-kA \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=0} = hA(T - T_{\infty}) \big|_{x=0}$$

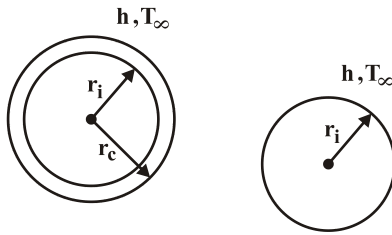
$$T(x=0) = 50^{\circ}\text{C}, \quad \frac{\partial T}{\partial x} = -10/1x \rightarrow \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=0} = -10$$

$$-10 \times (-10) = h(50 - 20)$$

$$100 = 30 \times h \rightarrow h = 3.33 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

۱۹۵- گزینه «۴»

در شرایطی که عایق نداریم:



$$q_o = \frac{\Delta T}{R_o}$$

$$R_o = \frac{1}{4\pi r_i^2 h}$$

$$q = \frac{\Delta T}{R}, R = \frac{1}{4\pi r_c^2 h} + \frac{1}{4\pi k} \ln \frac{r_c}{r_i}$$

در شرایطی که عایق داریم:

شعاع بحرانی در کره از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$r_c = \frac{rk}{h} = \frac{2 \times 0.2}{4} = 0.1 \text{ m}$$

$$R_o = \frac{1}{4\pi r_i^2 h} = \frac{1}{4\pi (0.05)^2 \times 4}$$

قطر کره  $r_i = 5 \text{ cm} \leftarrow 10 \text{ cm}$

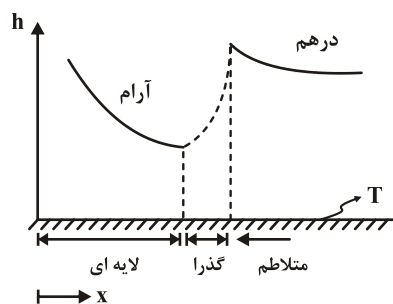
$$R = \frac{1}{4\pi k} \ln \frac{r_c}{r_i} + \frac{1}{4\pi r_c^2 h} = \frac{1}{4\pi \times 0.2} \ln \frac{0.1}{0.05} + \frac{1}{4\pi (0.1)^2 \times 4}$$

چون  $\Delta T$  ثابت باقی می‌ماند:

$$\frac{q}{q_o} = \frac{R_o}{R} = \frac{\frac{1}{4\pi \times 4 \times 0.05^2}}{\frac{1}{4\pi \times 0.2} \ln \frac{0.1}{0.05} + \frac{1}{4\pi \times 0.1^2}} = \frac{\frac{1}{4 \times 10^{-4} \times 25}}{\frac{1}{2} \ln 2 + \frac{1}{4}} = \frac{100}{75} = \frac{4}{3}$$

۱۹۶- گزینه «۱»

هرگاه جریان آرام باشد و شار حرارتی ثابت باشد، با پیشروی در طول صفحه  $h$  کاهش می‌یابد. بنابراین  $T_w - T_\infty$  افزایش می‌یابد. پس اختلاف دما در ابتدای صفحه کمتر از وسط صفحه است.



$$q_s'' = h(T_s - T_\infty) = -k_f \frac{\partial T}{\partial x}$$

بنابراین در شرایطی که خصوصیات سیال ثابت باقی بماند و شار ثابت:  $\frac{\partial T}{\partial x} = 0$ .

یعنی گرادیان‌ها بر روی صفحه در جهت عمود بر صفحه ثابت باقی می‌ماند.

۱۹۷- گزینه «۲»

در ابتدا برای بررسی وضعیت و شرایط تغییر دمایی در داخل لوله عدد رینولدز را محاسبه می‌کنیم:

$$Re = \frac{U \cdot d}{\nu} = \frac{0.5 \times 10^{-2}}{26/4 \times 10^{-6}} = 189/4$$

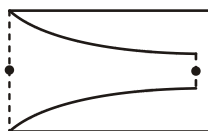
جریان در داخل لوله در شرایطی که  $Re < 2300$  باشد آرام محسوب می‌شود.

بنابراین جریان آرام است. در جریان آرام طول ناحیه ورودی گرمایی برابر است با:

$$\left(\frac{x_t}{d}\right) = 0.5 \times Re_d \times pr = 0.5 \times 189/4 \times 0.7 = 6/63$$

بنابراین طول ناحیه ورودی گرمایی:  $x_t = 6/63 \text{ cm} = (x_t)$ .

اما طول لوله برابر  $5 \text{ cm}$  است بنابراین لایه‌های مرزی گرمایی همگرا نمی‌شود و سیال همچنان در ناحیه توسعه نیافته است. بنابراین دما در مرکز لوله در هنگام خروج از لوله و در وسط لوله با هم برابر است با  $T_o$ .

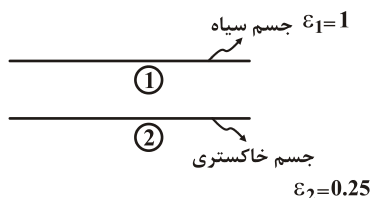


۱۹۸- گزینه «۱»

خالص انتقال حرارت بین دو جسم برابر است:

$$q_{1-2} = \frac{\sigma(T_1^f - T_2^f)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1} = \epsilon_2 \sigma(T_2^f - T_1^f)$$

(چون دو سطح بی‌نهایت هستند ضرایب شکل برابر ۱ هستند).



$$Q_{1-2} = \epsilon_1 A \sigma T_1^f, \quad Q_{2-1} = \epsilon_2 A \sigma T_2^f$$

$$= A \sigma T_1^f, \quad = 0.25 A \sigma T_2^f$$

$$Q_{1-2} = A e_1, \quad \frac{Q_{2-1}}{A} = e_2 = 0.25 \sigma T_2^f$$

$$\frac{Q_{1-2}}{A} = e_1 = \sigma T_1^f = \sigma(1 \dots f)$$

$$e_2 = \frac{Q_{2-1}}{A} = 0.25 \sigma (f \dots)^f = f^f \times \frac{1}{f} \sigma \times 1 \dots f = f^f e_1$$

$$\Rightarrow e_2 = f^f e_1 \rightarrow e_1 = \frac{1}{f^f} e_2$$

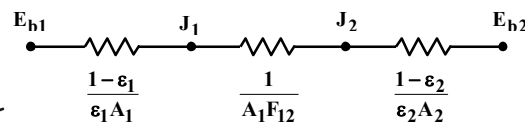
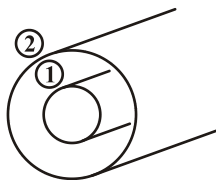
$$q_{2-1 \text{ net}} = e_2 - \frac{1}{f} e_1 = 64 e_1 - \frac{1}{4} e_1 = \frac{255}{4} e_1 = \frac{255}{256} e_2$$

۱۹۹- گزینه «۴»

برای دو سطح خاکستری، دیفیوز و مات:

چون دو سطح سیاه هستند  $\epsilon_1 = \epsilon_2 = 1$  در نتیجه ترم‌های اول و سوم برابر صفر

هستند. و چون  $F_{12} = 1$  است. بنابراین:



$$\Rightarrow q_{12} = \frac{E_{b1} - E_{b2}}{\frac{1-\epsilon_1}{\epsilon_1 A_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1-\epsilon_2}{\epsilon_2 A_2}}$$

$$q_{12} = A_1 \sigma (T_1^f - T_2^f) = (2\pi r_1 L) \sigma (T_1^f - T_2^f)$$

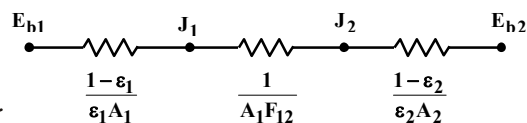
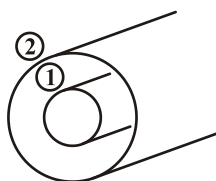
بنابراین میزان انتقال حرارت موازنه شده تنها به سطح استوانه داخلی بستگی دارد. و به سطح استوانه بیرون بستگی ندارد، بنابراین با افزایش شعاع استوانه خارجی تغییری در میزان انتقال حرارت موازنه شده ایجاد نخواهد شد.

۲۰۰- گزینه «۴»

برای دو سطح خاکستری، دیفیوز و مات:

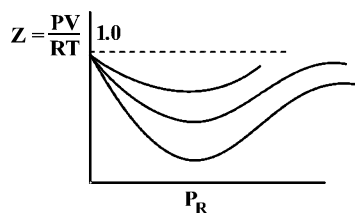
چون دو سطح سیاه هستند  $\epsilon_1 = \epsilon_2 = 1$  در نتیجه ترم‌های اول و سوم برابر صفر

هستند. و چون  $F_{12} = 1$  است. بنابراین:



$$\Rightarrow q_{12} = \frac{E_{b1} - E_{b2}}{\frac{1-\epsilon_1}{\epsilon_1 A_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1-\epsilon_2}{\epsilon_2 A_2}}$$

$$q_{12} = A_1 \sigma (T_1^f - T_2^f) = (\pi L) \sigma (T_1^f - T_2^f)$$



۲۰۱- گزینه «۲»

Z طبق نمودار مقابل همیشه کمتر از ۱ است.

$$P_1 V = RT$$

گاز ایده‌آل

رابطه تراکم پذیری:

$$P_1 V = Z RT \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = Z < 1$$

چون  $Z < 1$  است پس  $P_1 > P_2$

۲۰۲- گزینه «۴»

$$Q - W = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$$

که KE انرژی جنبشی، PE انرژی پتانسیل است که تغییرات آنها صفر است لذا:

$$Q - W = \Delta U$$

کار مرزی در فرآیند فشار ثابت  $W_b = P_o(V_2 - V_1)$  در نتیجه:

$$Q - W_{\text{other}} - W_b = U_2 - U_1$$

$$Q - W_{\text{other}} - P_o(V_2 - V_1) = U_2 - U_1$$

$$Q - W_{\text{other}} = (U_2 + P_o V_2) - (U_1 + P_o V_1)$$

که عبارت داخل پرانتزها H است.

$$Q - W_{\text{other}} = H_2 - H_1 \rightarrow Q = H_2 - H_1 + W_{\text{at}}$$

$W_{\text{other}}$  کار گرمکن برقی است.

۲۰۳- گزینه «۱»

$$PV = mRT \Rightarrow V = \frac{10 \times 10^{-3} \times 28 \times (273 + 27)}{200} = 4/2 \text{ m}^3$$

گاز ایده آل در مخزن صلب:

$$Q - W = \Delta u$$

کار انجام شده صفر است در نتیجه:

$$Q = \Delta u$$

هوا را گاز ایده آل فرض می کنیم:

$$Q = mC_v \Delta T = mC_v (T_2 - T_1)$$

برای پیدا کردن  $T_2$ :

$$P_1 V = mRT_1 \rightarrow \text{فشار دو برابر می شود} \rightarrow T_2 = 2T_1$$

$$T_2 = 2 \times 300 = 600 \text{ K} = 327^\circ \text{C}$$

$$\rightarrow |Q| = 10 \times 10^{-3} / 28 \times 300 = 2100 \text{ J}$$

۲۰۴- گزینه «۲»

$$h_1 = u_1 + p_1 v_1 = 66 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 0.2 \times 10^3 \text{ kPa} \times 0.03 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$\Rightarrow h_1 = 66 + 6 = 72 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = h_2$$

۲۰۵- گزینه «۴»

$$\Delta s_{\text{آب}} = \frac{Q}{T_{\text{آب}}} = \frac{-600 \text{ kJ}}{100 + 273} = -1/61 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

$$\Delta s_{\text{محیط}} = \frac{Q}{T_{\text{محیط}}} = \frac{600 \text{ kJ}}{25 + 273} = +2/01 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

$$\Delta s_{\text{کلی}} = -1/61 + 2/01 = +0/4$$

تغییر آنتروپی کلی مثبت است، پس فرآیند برگشت ناپذیر می باشد.

۲۰۶- گزینه «۱»

$$dh = 0 \Rightarrow \mu = \left( \frac{\partial T}{\partial P} \right)_h$$

رابطه ضریب ژول - تامسون :

$$\Rightarrow C_p dT + [v - T \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p] dp = 0$$

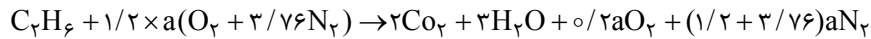
$$\Rightarrow \mu = \left( \frac{\partial T}{\partial P} \right)_h = \frac{-1}{C_p} [v - T \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p]$$



۲۰۷- گزینه «۴»

$$\text{فشار جزئی} = \frac{N_{\text{water}}}{N_{\text{product}}} \cdot P_{\text{total}}$$

معادله احتراق:



که a ضریب استوکیومتری نظری هوا می باشد که این ضرایب از موازنه  $O_2$  تعیین می شود.

$$O_2: 1/2a = 2 + 1/5 + o/2a \rightarrow a = 3.5$$

پس:

$$N_{\text{product}} = 2 + 3 + o/7 + 15/79 + = 21/49 \quad \text{و} \quad N_{\text{water}} = 3$$

$$\text{فشار جزئی} \quad P_v = \frac{3}{21/49} \times 100 = 13/96 \text{ kPa} \approx 14 \text{ kPa}$$

۲۰۸- گزینه «۲»

از تعریف قانون لزجت نیوتن داریم:

$$\tau = \mu \frac{\Delta V}{h} \Rightarrow \tau = \mu \frac{0/1-0}{1 \times 10^{-3}} \Rightarrow \mu = 0/04 \frac{\text{kg}}{\text{m.s}}$$

با توجه به رابطه بین لزجت دینامیکی و لزجت سینماتیکی خواهیم داشت:

$$v = \frac{\mu}{\rho} \Rightarrow v = \frac{0/04}{1000} \Rightarrow v = 0/04 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

۲۰۹- گزینه «۳»

نقطه (۱) را محل پرتاب و نقطه (۲) را ماکزیمم ارتفاع انتخاب می کنیم و با نوشتن معادله برنولی بین این دو نقطه خواهیم داشت:

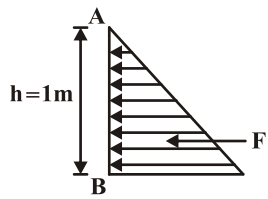
$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2$$

$$P_1 = P_2 = P_{\text{atm}}$$

$$\Rightarrow Z_2 = h = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} = \frac{12^2 - (12 \cos 45)^2}{2 \times 9/81} \Rightarrow h = 3/67 \text{ m}$$

۲۱۰- گزینه «۲»

داریم:



$$P = \rho(g - a_z) \frac{h}{2}$$

$$\Rightarrow P = 1000 \times 1 \times \left( \frac{9.81}{2} - \frac{1}{2} \right) = 4405 \text{ Pa}$$

$$F = P \times A = 4405 \times (1 \times 1) \Rightarrow F = 4405 \text{ N}$$

۲۱۱- گزینه «۲»

باتوجه به عدد فرود خواهیم داشت:

$$Fr = \frac{V}{Lg} \quad , \quad \left( \frac{V}{Lg} \right)_p = \left( \frac{V}{Lg} \right)_M \Rightarrow \left( \frac{L}{T} \right)_p = \left( \frac{L}{T} \right)_M \Rightarrow \left( \frac{L}{T^2} \right)_p = \left( \frac{L}{T^2} \right)_M$$

$$\Rightarrow \frac{T_p}{T_M} = \sqrt{\frac{L_p}{L_M}} = \sqrt{\frac{1}{4}} \Rightarrow \frac{T_p}{T_M} = \frac{1}{2}$$

۲۱۲- گزینه «۳»

افزایش زبری سطح بدنه اجسام بسته به شرایط دیگر نظیر نوع جریان و یا هندسه جسم، منجر به کاهش یا افزایش ضریب دراگ  $C_D$  خواهد شد.

۲۱۳- گزینه «۳»

طبق تعریف نیروی دراگ وارده از طرف سیال عبور کننده از روی جسم به آن، در امتداد جریان آزاد عبارتست از:

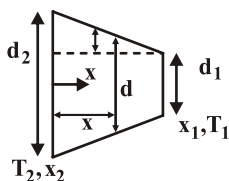
$$F_D = C_D \left( \frac{1}{2} \rho V^2 \right) A$$

A: سطح تصویر شده در امتداد عمود بر جریان

$$= 0.34 \times \frac{1}{2} \times 1.226 \times (33/3)^2 \times (80 \times 10) = 184892$$

۲۱۴- گزینه «۳»

در مسئله سه شرط زیر برقرار می باشد: ۱- حالت پایا ۲- بدون تولید گرما ۳- انتقال گرمای یک بعدی در نتیجه  $q$  (انتقال حرارت) ثابت می باشد، بنابراین می توانیم از قانون فوریه انتگرال گیری کنیم.



$$q = -kA(x) \frac{dT}{dx}, x_r = 0, x_l = L \Rightarrow q \frac{dx}{A(x)} = -k dT, \frac{L-x}{L} = \frac{\frac{d-d_1}{2}}{\frac{d_r-d_1}{2}} \Rightarrow 1 - \frac{x}{L} = \frac{d-d_1}{d_r-d_1} \Rightarrow$$

$$d = d_1 + \left(1 - \frac{x}{L}\right) (d_r - d_1) \quad d = d_1 + d_r - d_1 - (d_r - d_1) \frac{x}{L} = d_r - (d_r - d_1) \frac{x}{L}$$

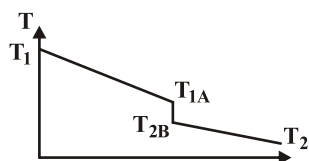
$$A(x) = \pi \frac{d^2}{4} = \frac{\pi}{4} (d_r - (d_r - d_1) \frac{x}{L})^2$$

$$q \int_{x_r}^{x_l} \frac{dx}{\frac{\pi}{4} (d_r - (d_r - d_1) \frac{x}{L})^2} = -k \int_{T_r}^{T_l} dT \rightarrow q \times \frac{4}{\pi} \times \left( + \frac{L}{d_r - d_1} \right) \times \frac{1}{d_r - (d_r - d_1) \frac{x}{L}} \Big|_0^L$$

$$\frac{4}{\pi} q \left( \frac{L}{d_r - d_1} \right) \left( \frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_r} \right) = k(T_r - T_l) \Rightarrow q = \frac{\pi k (T_r - T_l)}{4 L} d_1 d_r$$

۲۱۵- گزینه «۲»

مقاومت گرمایی تماس عاملی است که سبب افت دما در سطح تماس بین مواد می‌شود.



$T_1$  : دمای سطح مجاور با کوره (برای دیواره ۱ است)

$T_{1A}$  : دمای سطح دیواره ۱ در تماس با دیواره ۲ است.

$T_{2B}$  : دمای سطح دیواره ۲ در تماس با دیواره ۱ است.

$T_2$  : دمای سطح دیواره ۲ در تماس با محیط اطراف است.

$$q = \frac{T_1 - T_{1A}}{R_A} = \frac{T_{1A} - T_{2B}}{R_{t,c}} = \frac{T_{2B} - T_2}{R_B} = \frac{T_1 - T_2}{R_A + R_B + R_{t,c}}$$

$R_A$  مقاومت گرمایی دیواره ۱ که برابر با  $8 \frac{K}{W}$  است و  $R_B$  مقاومت گرمایی دیواره ۲ با  $4 \frac{K}{W}$  برابر می‌باشد.

$$\frac{700 - 300}{4 + 8 + R_{t,c}} = \frac{5}{R_{t,c}}, \quad 400 R_{t,c} = 60 + 5 R_{t,c}, \quad 395 R_{t,c} = 60 \rightarrow R_{t,c} = 0.15 \frac{K}{W} \rightarrow q = \frac{5}{0.15} = 32.9 \text{ watt}$$

۲۱۶- گزینه «۲»

برای پره‌های طولانی داریم:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{kp}{hAc}} = \frac{q_f}{hA_{c,b} \theta_0} = \frac{\text{نرخ انتقال گرما با پره}}{\text{نرخ انتقال گرما بدون پره}}$$

( $r$  : شعاع دایره)  $A_c = \pi r^2$  دایره و  $P = 2\pi r$  دایره

( $a$  : ضلع مربع)  $A_c = a^2$  مربع و  $P = 4a$  مربع

در شرایط مسئله این است که مساحت دایره و مربع با هم برابر باشند:  $\pi r^2 = a^2$  (مربع = ۱، دایره = ۲)

$$\Rightarrow \frac{r}{a} = \sqrt{\frac{1}{\pi}}$$

مربع  $k$  = دایره  $2k$

$$\frac{\varepsilon_{\text{مربعی}}}{\varepsilon_{\text{دایروی}}} = \frac{\sqrt{\frac{kp}{hA}}_{\text{مربع}}}{\sqrt{\frac{kp}{hA}}_{\text{دایره}}} = \sqrt{\frac{k_1}{K_2}} \times \sqrt{\frac{P_1}{P_2}} \times \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{2} \times \sqrt{\frac{4a}{2\pi r}} \times \sqrt{\frac{\pi r^2}{a^2}} = 2 \sqrt{\frac{r^2 \pi a}{a^2 \pi r}} = 2 \sqrt{\frac{r}{a}} = 2 \sqrt{\frac{1}{\pi}} = \sqrt{\frac{16}{\pi}}$$

۲۱۷- گزینه «۴»

معادلات کلی انتقال گرما: (در شرایطی که  $k$  ثابت باشد و تولید انرژی و جابجایی وجود نداشته باشد).

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = k \nabla^2 T$$

بنابراین در این مسئله چون مختصات جسم کارترین است:

$$T = \frac{1}{r} x^2 - y + \frac{1}{r} z^2 - xz - 2yz$$

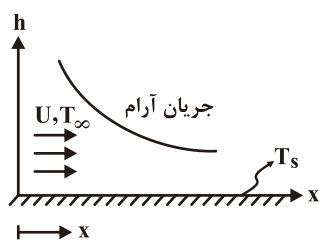
$$\nabla^2 T = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$$

$$\frac{\partial T}{\partial x} = x - z \rightarrow \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 1, \quad \frac{\partial T}{\partial y} = -2y - 2z \rightarrow \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = -2$$

$$\frac{\partial T}{\partial z} = +z - x - 2y \Rightarrow \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 1 \Rightarrow \nabla^2 T = 1 - 2 + 1 = 0 \rightarrow \rho c \frac{\partial T}{\partial t} = 0 \rightarrow \frac{\partial T}{\partial t} = 0$$

بنابراین در هیچ نقطه‌ای از جسم با زمان تغییر نمی‌کند.

۲۱۸- گزینه «۲»



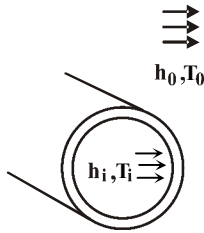
در جریان جابجایی اجباری روی یک صفحه تخت تغییرات  $h_x$  (به طور موضعی) در لبه ابتدایی صفحه حداکثر مقدار را دارد و با دور شدن از این لبه مقدار آن کاهش می‌یابد. هرگاه شار حرارتی ثابت باشد،  $q'' = h(T_s - T_\infty)$ ، با پیشروی در طول صفحه  $h$  کاهش می‌یابد، بنابراین  $T_s - T_\infty$  افزایش می‌یابد. پس اختلاف دما اختلاف‌ها در ابتدای صفحه کمتر از وسط صفحه است. بنابراین دمای انتها صفحه از همه جا بیشتر است. (در شرایطی که جریان آرام باقی بماند).

۲۱۹- گزینه «۳»

$$q = \frac{T_i - T_o}{\frac{1}{h_i} + \frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h_o}} \quad \text{گرمای عبوری بین دو سیال بیرونی و داخلی :}$$

که از طرفی برابر است با:

$$q = \frac{T_s - T_o}{\frac{1}{h_o}}$$



همان طور که در فرضیات مسئله بیان شده است  $\Delta x$  بسیار کم فرض شده است و دیواره از جنس فلزی شود اکثر فلزات به کار رفته، مانند مس و آلومینیوم  $k$  بالایی دارند. بنابراین  $\frac{\Delta x}{k} \rightarrow 0$  از طرفی دیگر،  $h_o \ll h_i$  بنابراین  $\frac{1}{h_i} \ll \frac{1}{h_o}$  پس می توان از مقاومت گرمایی سیال داخلی صرف نظر کرد و تنها مقاومت تأثیرگذار مقاومت سیال بیرونی است، بنابراین

$$\frac{T_s - T_o}{\frac{1}{h_o}} = \frac{T_i - T_o}{\frac{1}{h_o}} \rightarrow T_s = T_i = 200^\circ \text{C}$$

یعنی دمای جداره لوله به دمای سیال داخل لوله نزدیک است.

۲۲۰- گزینه «۳»

با استفاده از قوانین حاکم بر تعیین ضریب شکل، در ابتدا از قانون جمع استفاده می کنیم: مجموعه ضریب شکل ها از سطح  $i$  یک محفظه  $N$  سطحی به کل سطوح محفظه شامل خود آن برابر ۱ است، بنابراین  $F_{11} + F_{12} = 1$

از آنجایی که  $F_{11} = 0$  (صفحه تخت) بنابراین  $F_{12} = 1$

با توجه به قانون تقابل یا معکوس پذیری  $A_1 F_{12} = A_2 F_{21}$

$$A_1 = \frac{\pi}{4} \left( \frac{D}{2} \right)^2 \leftarrow \left( \frac{D}{2} \right) \text{ دایره ای به قطر}$$

$$\Rightarrow F_{21} = \frac{A_1}{A_2} F_{12} = \frac{A_1}{A_2}$$

مساحت نیمکره به قطر  $D$

$$\Rightarrow F_{21} = \frac{\frac{\pi}{4} \left( \frac{D}{2} \right)^2}{\frac{1}{4} \pi \left( \frac{D}{2} \right)^2} = \frac{1}{8} = 0.125$$

مساحت نیمکره به قطر  $D$ :

$$A_2 = \frac{1}{2} \pi \left( \frac{D}{2} \right)^2$$

## حرارت و سیالات

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

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

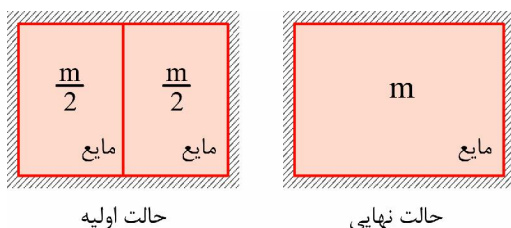
۲. یک سیستم بسته که جداره آن عایق حرارتی و جرم کل  $m$  است، مطابق شکل زیر از مخلوط دو مایع یکسان با جرم های مساوی  $\left(\frac{m}{2}\right)$  و با دماهای اولیه  $T_1, T_2$  تشکیل شده است. غشای بین دو قسمت خود به خود پاره شده و دو مایع با یکدیگر مخلوط می شوند. مایع تراکم ناپذیر و ظرفیت گرمایی آن  $C$  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) 0

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

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



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 بی درو، برگشت پذیر برای یک سیستم بسته، چگونه است؟

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

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

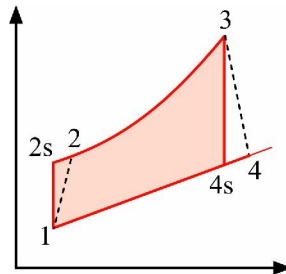
$$(۴) \quad \frac{B+1}{VP} = \text{ثابت}$$

$$(۳) \quad PV = X \text{ ثابت}$$

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؟

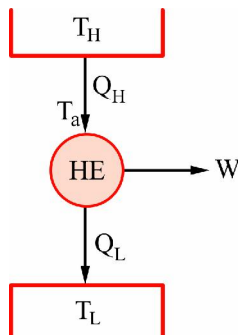
- (۱) 3 (۲) 2.82 (۳) 2.52 (۴) 3.3

۵. در یک نیروگاه گازی، راندمان کمپرسور و توربین برابر فرض می‌شود، مقدار این راندمان برای وقتی که راندمان کل نیروگاه  $\eta_{th}$  صفر باشد، بطور تقریبی به کدام مقدارهای 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؟

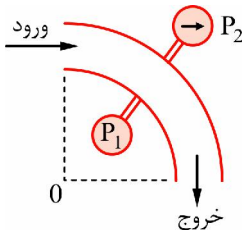
- (۱)  $p = -\left(\frac{\partial a}{\partial v}\right)_T$   
(۲)  $v = \left(\frac{\partial g}{\partial T}\right)_p$   
(۳)  $v = \left(\frac{\partial g}{\partial p}\right)_T$   
(۴)  $p = -\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_s$

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  $90^\circ$  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).



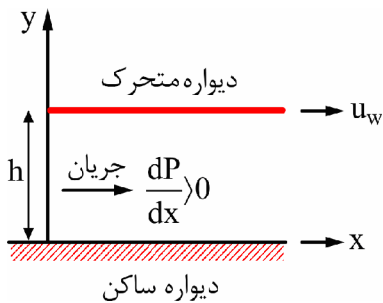
$$C = AB^2 \quad (1)$$

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

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

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

۱۰. جریانی از یک سیال لزج (یا لزجت  $\mu$ ) 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  $xy$  ( $\tau$ ) در سیال گزینه صحیح، کدام است؟



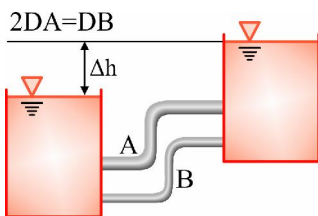
$$\frac{d\tau}{dy} < \frac{dp}{dx} \quad (1)$$

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

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

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

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).



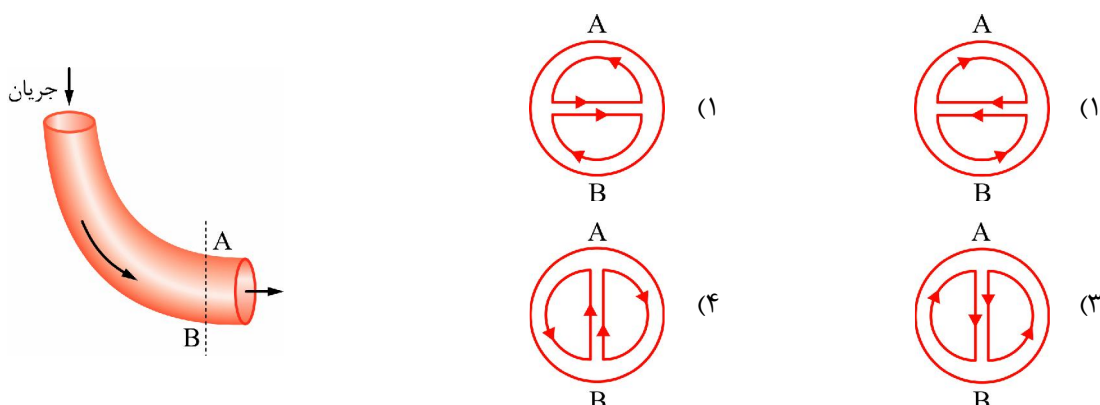
$$\frac{1}{4} \quad (1)$$

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

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

$$1 \quad (4)$$

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:

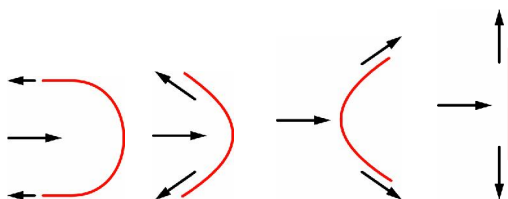
$$\psi = U_{\infty} y \left( 1 - \frac{R^2}{x^2 + y^2} \right)$$

اگر  $R, U_{\infty}$  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

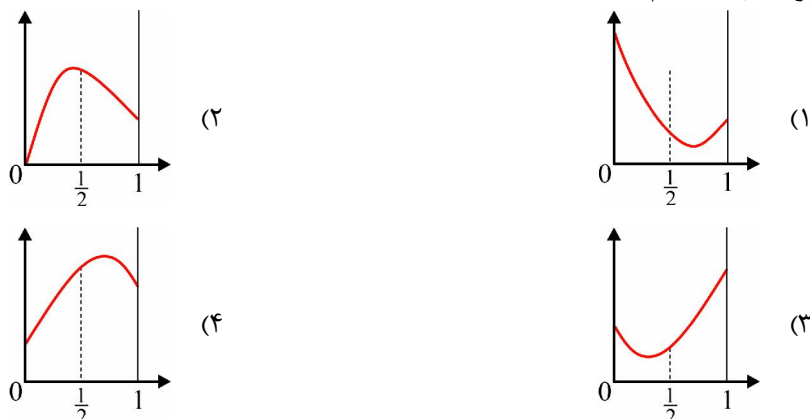
سانتی‌گراد و ضریب هدایت حرارتی سیال  $0.4 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$  می‌باشد.)

(۱) 2.5 (۲) 2.25 (۳) 1.25 (۴) 5

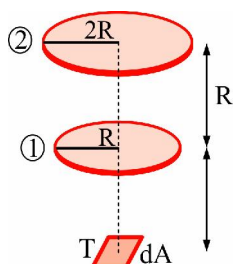
۱۷. شرایط هدایت حرارتی دائمی، یک بعدی با چشمه حرارتی را در نظر بگیرید. معادله حاکم برابر با  $\frac{d^2T}{dx^2} + q = 0$

و شرایط مرزی به صورت  $\frac{\partial T}{\partial x}\bigg|_{x=0} = 1, \frac{\partial T}{\partial x}\bigg|_{x=1} = -2$  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 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؟

- (۱) جریان مخالف (ناهمسو)
- (۲) جریان موازی (همسو)
- (۳) جریان متقاطع
- (۴) عملکرد این مبدل به آرایش جریان بستگی ندارد.

## 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 تبادل

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

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.

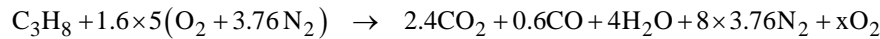
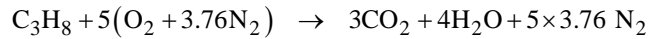
$$\left. \begin{array}{l} Tds = du + Pdv \\ ds = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow du = Pdv$$

$$\Rightarrow B(Pdv + v dP) = -Pdv$$

$$\Rightarrow (B+1)Pdv = -BvdP \Rightarrow -\frac{B+1}{B} \frac{dv}{v} = \frac{dP}{P} \Rightarrow -\frac{B+1}{B} \ln v = \ln P + C$$

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

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.

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

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

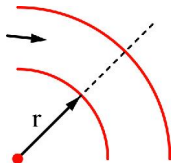
$$\frac{dW_{net}}{dT_a} = 0 \Rightarrow T_a = \sqrt{T_L T_H}$$

۷. گزینه ۲ درست است.

۸. گزینه ۳ درست است.

۹. گزینه ۱ درست است.

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



۱۰. گزینه ۴ درست است.

مادله 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.

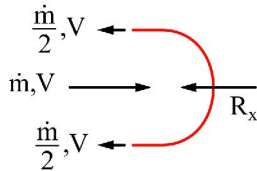
$$\left. \begin{aligned} h_{f_A} &= h_{f_B} \\ h_f &= f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = \frac{8fL}{D^5 g \pi^2} Q^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{1}{D_A^5} Q_A^2 = \frac{1}{D_B^5} Q_B^2 \Rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{\sqrt{2}}{8}$$

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.

تقریباً به پایین:  $\frac{d^2 T}{dx^2} = -\dot{q} < 0$

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

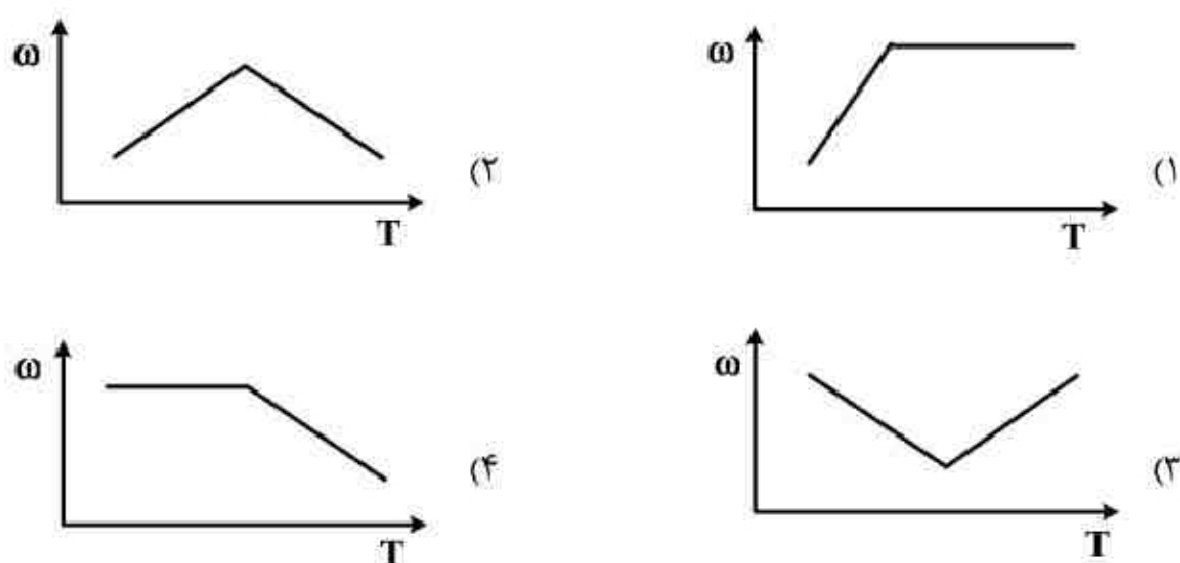
۱۸. گزینه ۲ درست است.

۱۹. گزینه ۳ درست است.

۲۰. گزینه ۴ درست است.

## حرارت و سیالات

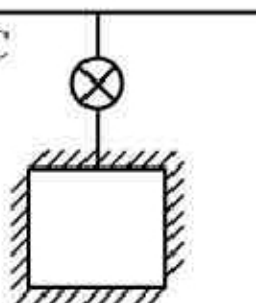
۱- کدام نمودار تغییرات نسبت رطوبت هوای مرطوب با دمای هوا است؟



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  $2 \text{ m}^3$  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،  $k = \frac{c_p}{c_v} = 1/3$ )

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

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



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

$$(1) 727$$

$$(2) 945/1$$

$$(3) 1000$$

$$(4) 1027$$

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  $2 \text{ m}^3$  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.

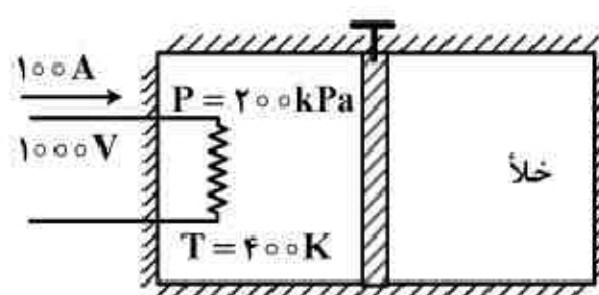
اگر پین برداشته شود و در همان زمان هیتر الکتریکی با ولتاژ  $1000 \text{ V}$  و جریان  $100 \text{ A}$  روشن شود و پیستون در ۱ ثانیه به انتهای مخزن برسد، دمای نهایی مخزن چند کلون می‌شود؟

(۱) ۳۵۰

(۲) ۴۰۰

(۳) ۴۴۰

(۴) ۴۵۰





- ۷- در یک کوره گازسوز، مخلوطی از ۸۰ درصد حجمی متان ( $\text{CH}_4$ ) و ۲۰ درصد حجمی اتان ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) با ۹۰ درصد هوای تنوری می‌سوزد. نسبت مولی هوا به سوخت برای این احتراق چقدر است؟

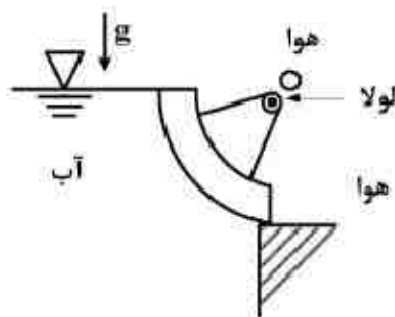
(۱) ۹/۸۵

(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؟

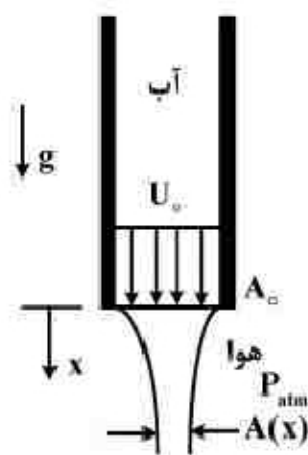
(۱) ۰/۰۴

(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؟



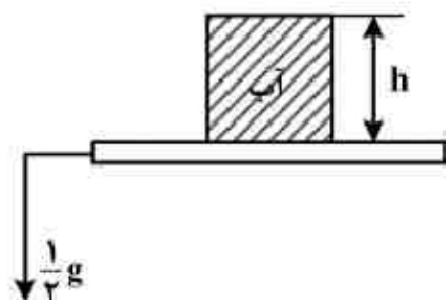
(۱)  $\frac{U_0 A_0}{\sqrt{U_0^2 - 2gx}}$

(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 سربسته شکل زیر به ابعاد  $h \times h \times h$  پر از سیالی با دانسیته  $\rho$  در آسانسوری قرار دارد و با شتاب  $\frac{1}{3}g$  به سمت پایین حرکت می‌کند. اختلاف فشار حداکثر و حداقل در مخزن چند برابر  $\rho gh$  می‌باشد؟



(۱)  $\frac{1}{2}$

(۲) ۱

(۳)  $\frac{3}{2}$

(۴) ۲

- ۱۲- در یک جریان دو بعدی تراکم‌ناپذیر مؤلفه‌های بردار سرعت به صورت زیر است:

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

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

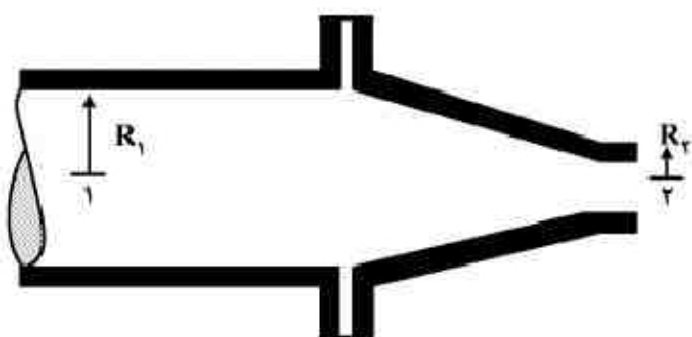
(۱)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$

(۲)  $\frac{\sqrt{2}}{4}$

(۳)  $\sqrt{2}$

(۴)  $2\sqrt{2}$

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



(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؟

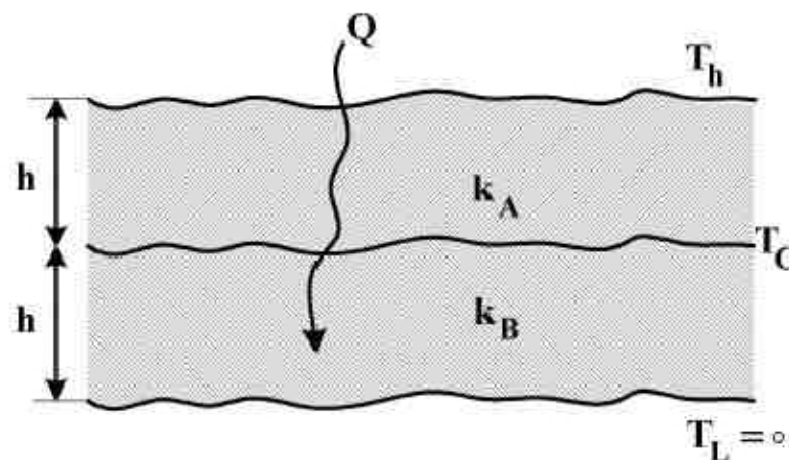
(۱) ضخامت صفحه را افزایش دهیم.

(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؟



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

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

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

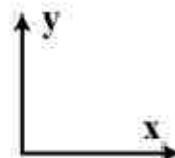
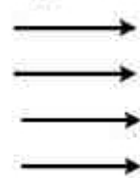
$$T_c = \frac{2}{3} T_h \quad (4)$$

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؟

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



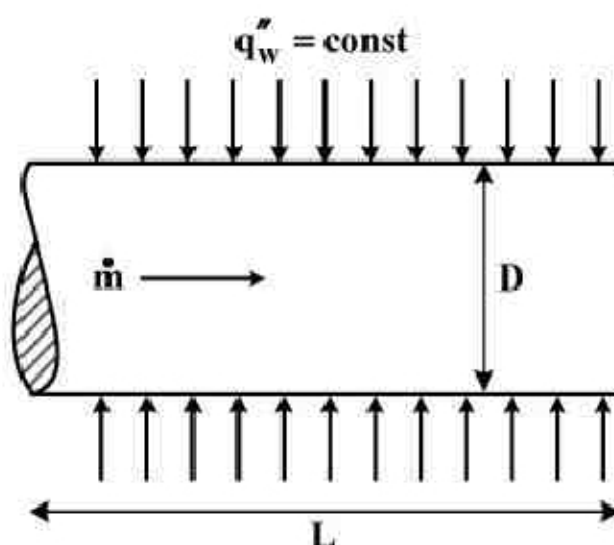
$$10 \quad (1)$$

$$20 \quad (2)$$

$$80 \quad (3)$$

$$800 \quad (4)$$

- 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  $\Delta T_m$  می‌باشد.)



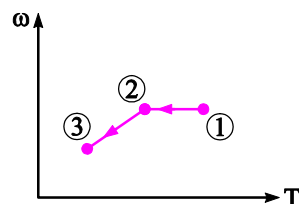
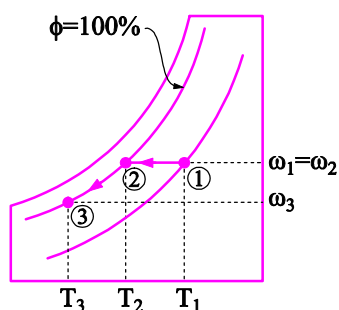
- (۱) ضریب جابه‌جایی و  $\Delta T_m$  هر دو افزایش می‌یابند.  
 (۲) ضریب جابه‌جایی تغییر می‌کند ولی  $\Delta T_m$  ثابت می‌ماند.  
 (۳) ضریب جابه‌جایی و  $\Delta T_m$  هر دو ثابت می‌مانند.  
 (۴) ضریب جابه‌جایی ثابت می‌ماند ولی  $\Delta T_m$  کاهش می‌یابد.
- ۱۹- گلوله‌های کروی کوچک فلزی به قطر ۵/۰ سانتی‌متر 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  $\omega$  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  $\omega$  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:

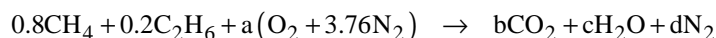
$$\dot{Q} = VI = 1000 \times 100 = 100 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} \xrightarrow{1 \text{ ثانیه}} Q = 100 \text{ kJ}$$

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

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

۷. گزینه 1 درست است.

در ابتدا واکنش با هوای تئوری را می‌نویسیم:

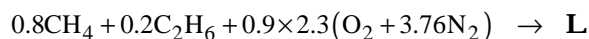


$$\text{C موازنه: } 0.8 + 2 \times 0.2 = b \Rightarrow b = 1.2$$

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

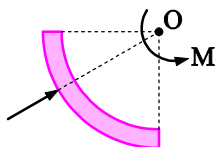
$$\text{O موازنه: } 2a = 2b + c \Rightarrow 2a = 2.4 + 2.2 \Rightarrow a = 2.3$$

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.



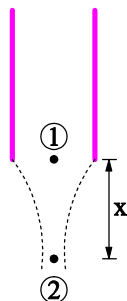
$$\sum M_O = 0 \Rightarrow M + 0 = 0 \Rightarrow M = 0$$

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 2 درست است.

معادله برنولی بین نقاط 1 و 2:



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

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

معادله پیوستگی بین 1 و 2:

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

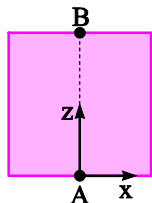
۱۱. گزینه 1 درست است.

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:

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



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

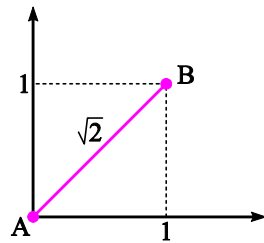
۱۲. گزینه 3 درست است.

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

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

با فرض عمق  $b$  خواهیم داشت:

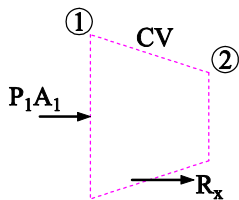
$$Q_{A-B} = b q_{A-B} = 2b$$



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

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  $x$ :

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

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

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

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

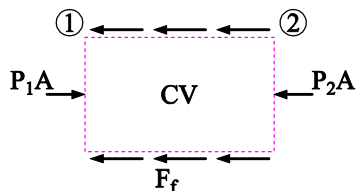
$$R_x = \frac{1}{2} \rho \pi R_1^2 V_1^2 \left[ 2 \left( \frac{R_1}{R_2} \right)^2 - 2 - \left( \frac{R_1}{R_2} \right)^4 + 1 \right] = -\frac{\pi}{2} \rho V_1^2 R_1^2 \left[ \left( \frac{R_1}{R_2} \right)^4 - 2 \left( \frac{R_1}{R_2} \right)^2 + 1 \right]$$

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

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:

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

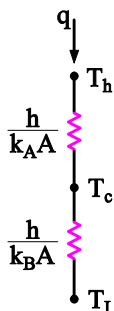
بنابراین برآیند نیروهای وارد به حجم کنترل برابر است با:

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

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  $\mu$  از طریق افزایش سرعت سیال باشد) با استفاده از قانون اول ترمو می‌دانیم:

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

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

با توجه به ثابت بودن  $q''$ ، افزایش  $h$  به معنی کاهش  $\Delta T_m$  می‌باشد.

۱۹. گزینه ۳ درست است.

$$\frac{Q}{A}_{in} - \frac{Q}{A}_{out} + \frac{Q}{A}_g = \frac{Q}{A}_{st}$$

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

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

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:

۱. انتقال حرارت بین یک جسم و هوای اطراف که آن را ساکن فرض می‌کنیم، با کدامیک از حالات زیر افزایش می‌یابد؟

(۱) افزایش عدد گراشهف

(۲) افزایش عدد رینولدز

(۳) افزایش عدد پرانتل

(۴) نیاز به داشتن اطلاعات بیشتر در این خصوص می‌باشد

۲. دمای سطح کوره ای ثابت است. آن را با سه لایه عایق با ضخامت یکسان می‌پوشانیم. گرمای رسانایی عایق‌ها نسبت به یکدیگر به صورت  $K_1 > K_2 > K_3$  است. ترتیب قرار دادن لایه های عایق چگونه باشد تا اتلاف گرمایی کوره کمترین مقدار شود؟ (ضخامت لایه های عایق نسبت به ابعاد کوره کوچک است).

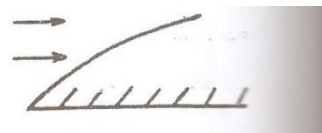
(۱) لایه عایق  $K_1$  را روی سطح کوره قرار می‌دهیم.

(۲) لایه عایق  $K_2$  را روی سطح کوره قرار می‌دهیم.

(۳) لایه عایق  $K_3$  را روی سطح کوره قرار می‌دهیم.

(۴) فرقی ندارد.

۳. ایجاد موانع کوچک روی سطح مسطح باعث می‌شود که انتقال حرارت بین سطح و سیال:



(۱) کم گردد. (۲) زیاد گردد.

(۳) تأثیری ندارد. (۴) تنها در افت فشار تأثیر می‌گذارد.

۴. با افزایش دمای ماده، طول موجی که در آن حداکثر تابش را داریم ...

(۱) کاهش می‌یابد. (۲) افزایش می‌یابد.

(۳) ثابت می‌ماند. (۴) بسته به شرایط هر سه مورد فوق

۵. در یک مبدل حرارتی چنانچه فاصله بافل ها زیاد شود افت فشار ... و ضریب انتقال حرارت ... می‌یابد.

(۱) کاهش، کاهش (۲) افزایش، افزایش

(۳) کاهش، افزایش (۴) افزایش، کاهش

۶. بالاترین یا بیشترین ضریب جابجایی در میعان ... می باشد.

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| (۱) فیلمی بخار آب اشباع خالص         | (۲) فیلمی بخار آب اشباع همراه با ناخالصی |
| (۳) قطره ای بخار آب همراه با ناخالصی | (۴) قطره ای بخار آب اشباع خالص           |

۷. برای کاهش انتقال حرارت تشعشعی بین دو سطح بزرگ از ۴ سپر حرارتی استفاده شده است. اگر ضریب

نشر تمام سطوح یکسان باشد، میزان کاهش نرخ انتقال حرارت تشعشعی برابر چند است؟

- |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|
| (۱) ۲۰٪ | (۲) ۴۰٪ | (۳) ۶۰٪ | (۴) ۸۰٪ |
|---------|---------|---------|---------|

۸. کدام ترتیب از نظر K ضریب هدایت گرمایی در ۴۰۰ درجه رنکین صحیح است.

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| (۱) یخ > آب > هوا | (۲) هوا > آب > یخ |
| (۳) آب > یخ > هوا | (۴) هوا > یخ > آب |

۹. کدامیک از موارد زیر بالاترین ضریب حرارتی جابجائی (h) را دارد.

- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| (۱) میعان بخار آب | (۲) جوشیدن آب   |
| (۳) جابجائی آب    | (۴) جابجائی هوا |

۱۰. در کدامیک از مکانیزم های انتقال حرارت، سرعت انتقال حرارت بر واحد سطح متناسب با درجه چهار دما است.

- |             |             |
|-------------|-------------|
| (۱) جابجائی | (۲) هدایت   |
| (۳) تشعشع   | (۴) هیچکدام |

۱۱. معمولاً از ضریب کلی انتقال حرارت (u) موقعی استفاده می شود که :

- (۱) انتقال حرارت با یک مکانیزم انجام گیرد.
- (۲) انتقال حرارت با بیش از یک مکانیزم انجام گیرد.
- (۳) مکانیزم انتقال حرارت تشعشع باشد.
- (۴) هیچکدام از موارد فوق

۱۲. معادله  $q_{x/A} = -K \frac{dT}{dx}$  مشهور است به قانون:

- |                      |                                  |
|----------------------|----------------------------------|
| (۱) فوریری (Fourier) | (۲) نیوتن (Newton)               |
| (۳) فیک (Fick)       | (۴) لینارد جونز (Lennard- Jones) |

۱۳. اگر از مقطع جسمی عایق با سطح مقطع ۱۲m، ضخامت ۵ cm و ضریب هدایت گرمایی  $0/2 \frac{W}{m^{\circ}C}$  مقدار ۳KW گرما هدایت شود، اختلاف دما را در دو طرف جسم حساب کنید.

$$^{\circ}C360 \quad (1) \quad ^{\circ}C350 \quad (2) \quad ^{\circ}C375 \quad (3) \quad ^{\circ}C390 \quad (4)$$

۱۴. در عرض شیشه لیفی (fiber glass) به ضخامت ۱۳۰ mm اختلاف دمای  $^{\circ}C85$  اعمال می‌شود. ضریب هدایت گرمایی شیشه لیفی  $0/035 \frac{W}{m^{\circ}C}$  می‌باشد. مقدار گرمایی را حساب کنید که از جسم مزبور به ازاء واحد سطح در انتقال می‌یابد.

$$22/9 \frac{W}{m^2} \quad (1) \quad 25/3 \frac{W}{m^2} \quad (2) \quad 21/1 \frac{W}{m^2} \quad (3) \quad 28/4 \frac{W}{m^2} \quad (4)$$

۱۵. دمای سطوح دیوار تختی به ضخامت ۱۵ m برابر  $^{\circ}C370$  و  $^{\circ}C93$  است. جنس دیوار از شیشه مخصوصی با این خواص است.  $K = 0/78 \frac{W}{m^{\circ}C}$

$$1340/2 \frac{W}{m^2} \quad (1) \quad 1440/4 \frac{W}{m^2} \quad (2) \quad 1520 \frac{W}{m^2} \quad (3) \quad 1520/4 \frac{W}{m^2} \quad (4)$$

۱۶. لایه آزیست شل بسته‌ای به ضخامت ۵ cm بین دو صفحه به دماهای  $^{\circ}C100$  و  $^{\circ}C200$  قرار دارد انتقال گرما در عوض لایه مزبور را حساب کنید.  $K = 0/16 \frac{W}{m^{\circ}C}$

$$\frac{W}{m^2} 320 \quad (1) \quad \frac{W}{m^2} 340 \quad (2) \quad \frac{W}{m^2} 350 \quad (3) \quad \frac{W}{m^2} 310 \quad (4)$$

۱۷. انتقال حرارت به کره ای به شعاع ۳۲۵ m از طریق جابجایی آزاد با ضریب انتقال گرمایی  $2/7 \frac{W}{m^{\circ}C}$  معادل  $2/057W$  می‌باشد. تفاوت دما بین سطح بیرونی کره و محیط را حساب کنید.

$$^{\circ}C0/6 \quad (1) \quad ^{\circ}C1/6 \quad (2) \quad ^{\circ}C1/4 \quad (3) \quad ^{\circ}C2/4 \quad (4)$$

۱۸. دو سطح کاملاً سیاه را طوری ساخته‌اند که تمام انرژی تابش خروجی از سطح با دمای می‌رسد. انتقال گرمای بین سطوح را در ساعت، به ازاء  $^{\circ}C250$  به سطح دیگری به دمای  $^{\circ}C800$  واحد سطح با دمای  $\{\sigma = 5/67 \times 10^{-8} W / m^2 . K^4\}$  حساب کنید.

$$60917 \frac{W}{m^2} \quad (1) \quad 69957 \frac{W}{m^2} \quad (2) \quad 71000 \frac{W}{m^2} \quad (3) \quad 70917 \frac{W}{m^2} \quad (4)$$

۱۹. دو صفحه موازی خیلی بزرگ که شرایط سطح آنها بسیار نزدیک به شرایط جسم سیاه است به ترتیب دارای درجه حرارت  $1100^{\circ}\text{C}$  و  $425^{\circ}\text{C}$  می باشند. انتقال گرمای تابشی را بین صفحات مزبور در واحد زمان به

ازای واحد سطح حساب کنید.  $\{\sigma = 5/67 \times 10^{-8} \text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}^4\}$

$$189000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad (۱) \quad 188000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad (۲) \quad 188051 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad (۳) \quad 188037 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad (۴)$$

۲۰. دو صفحه سیاه نامتناهی به دمای  $500^{\circ}\text{C}$  و  $100^{\circ}\text{C}$  به طریق تابشی تبادل گرما می کنند. آهنگ انتقال گرما به ازاء واحد سطح را حساب کنید. اگر بین صفحات مزبور صفحه کاملاً سیاه دیگری قرار داده شود، انتقال گرما چقدر کاهش می یابد؟ دمای صفحه میانی چقدر است.

$$\begin{array}{ll} 19147 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \text{ و به } \frac{1}{2} & (۱) \\ 18810 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \text{ و به } \frac{1}{2} & (۳) \\ 18050 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \text{ و به } \frac{1}{2} & (۲) \\ 19501 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \text{ و به } \frac{2}{3} & (۴) \end{array}$$

۲۱. آب با آهنگ  $0/5 \text{ kg/s}$  در لوله ای به قطر  $2/5 \text{ cm}$  و طول  $3 \text{ m}$  جریان دارد. بر دیواره لوله شار گرمایی ثابت اعمال می شود به طوری که دمای دیواره لوله از دمای آب  $40^{\circ}\text{C}$  بیش تر می شود. انتقال گرما را حساب کرده، افزایش دمای آب را تعیین کنید. آب تحت فشار است بطوری که نمی تواند بجوشد ( $h =$

$$(3500 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} \\ C=4/174 \text{ KJ} / \text{Kg}^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{array}{ll} 33, W900^{\circ} \text{ و } 16/5^{\circ}\text{C} & (۱) \\ 32, W98^{\circ} \text{ و } 15/8^{\circ}\text{C} & (۳) \\ 33, W900^{\circ} \text{ و } 16/5^{\circ}\text{C} & (۲) \\ 32, W487^{\circ} \text{ و } 15/8^{\circ}\text{C} & (۴) \end{array}$$

۲۲. برای آن که آب در  $1 \text{ atm}$  به جوش آید. باید دمای سطح آن  $232^{\circ}\text{F}$  و شار حرارتی  $3 \times 10^4 \text{ Btu} /$  ضریب انتقال گرما چه قدر است؟  $h. \text{ft}^2$

نقطه جوش آب در فشار  $1 \text{ atm}$  برابر  $100^{\circ}\text{C}$  یا  $212^{\circ}\text{F}$  می باشد.

$$\begin{array}{ll} 1490 \frac{\text{Btu}}{\text{hr.ft}^2\text{of}} & (۱) \\ 1550 \frac{\text{Btu}}{\text{hr.ft}^2\text{of}} & (۳) \\ 1500 \frac{\text{Btu}}{\text{hr.ft}^2\text{of}} & (۲) \\ 1540 \frac{\text{Btu}}{\text{hr.ft}^2\text{of}} & (۴) \end{array}$$

۲۳. اگر شار تابشی خورشید  $1350 \text{ W/m}^2$  باشد، دمای جسم سیاه معادل آن چه قدر است؟

$$392/8\text{K} \quad (۱) \quad 380/8\text{K} \quad (۲) \quad 385/8\text{K} \quad (۳) \quad 376/8\text{K} \quad (۴)$$

۲۴. در جریان آرام دو سیال بر روی یک صفحه تخت تمام شرایط و خواص فیزیکی هر دو سیال به استثناء ویسکوسیت دینامیکی آنها مشابه است اگر به  $\mu_1 = 3\mu_2$  باشد در این صورت در مورد ضریب جابجایی آنها کدام گزینه زیر درست است؟

$$h_1 = h_2 \quad (۱)$$

$$h_1 > h_2 \quad (۲)$$

$$h_2 > h_1 \quad (۳)$$

(۴) از ویسکوسیت نتیجه ای در رابطه با ضریب جابجایی نمی توان گرفت.

۲۵. رابطه  $h$  برای یک صفحه به طول  $L$  می شود؟

$$h_x = L \quad (۱) \quad h_x = L/2 \quad (۲) \quad N\bar{u} \quad (۳) \quad 2hx = \bar{x} \quad (۴)$$

۲۶. کدامیک از شرایط مرزی برای لایه مرزی حرارتی بر روی یک صفحه درست است. ( $T_\infty$  دمای محیط،  $\partial t$  ضخامت لایه مرزی،  $TW$  دمای صفحه)

$$\begin{cases} y = 0 & \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \end{cases} \quad (۱)$$

$$\begin{cases} y = 0 & T = T_\infty \\ y = \partial_t & T = T_\infty \end{cases} \quad (۲)$$

$$\begin{cases} y = 0 & \frac{\partial T}{\partial y} = 0 \\ y = \partial_t & \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0 \end{cases} \quad (۳)$$

$$\begin{cases} y = 0 & T = T_s \\ y = \partial_t & \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0 \end{cases} \quad (۴)$$

۲۷. آنالوژی رینولدز کلیرون برای کدام جریان صادق است؟

(۱) جریان آرام در لوله (۳) جریان آرام در صفحه ولوله

(۲) جریان آشفته و آرام در لوله (۴) جریان آرام و آشفته در صفحه

۲۸. یک سیال تراکم پذیر وقتی که در یک لوله بصورت آرام جریان داشته باشد (حالت پایدار) ضریب انتقال حرارت جابجایی در کدامیک از حالت های زیر بزرگ تر است؟

(۱) وقتی که دمای دیواره را ثابت نگاه داریم.

(۲) وقتی دمای دیواره را ثابت و فشار سیال را نیز ثابت نگهداریم.

(۳) وقتی که فشار سیال را ثابت نگاه داریم.

(۴) وقتی که فشار حرارتی ثابتی به دیواره لوله وارد نمایم.

۲۹. دو صفحه سیاه بی نهایت بزرگ در دمای  $12^\circ\text{C}$  و  $2^\circ\text{C}$  به فاصله  $10$  متری از هم قرار گرفته‌اند و مقدار گرمای تبادل تشعشعی بین آن‌ها  $12q$  می‌باشد، اگر این دو جسم را به فاصله  $100$  متری از هم قرار دهیم مقدار گرمای تبادل تشعشعی بین آن‌ها نسبت  $12q$  چند برابر است؟

(۱)  $10$  برابر است (۲)  $\frac{1}{10}$  برابر است

(۳)  $\frac{1}{100}$  برابر است (۴) برابر همان اندازه است.

۳۰. برای دو جسم سیاه با درجه حرارت مساوی که در برابر هم قرار گرفته باشند کدام گزینه زیر صحیح است؟

(۱) مقدار انرژی تشعشعی تبادل شده بین دو جسم باهم مساوی است.

(۲) مقدار انرژی تشعشعی بین دو جسم بستگی به اندازه آن‌ها دارد.

(۳) مقدار انرژی تشعشعی تبادل شده بین آن‌ها بستگی به طول موج آن‌ها دارد.

(۴) انرژی تشعشعی بین این دو جسم وجود ندارد.

۳۱. در بحث تبادل حرارتی تشعشعی جسم خاکستری چگونه جسمی است؟

(۱) جسمی است که قدرت جذب و انتشار آن باهم برابر است.

(۲) جسمی است که قدرت انتشار آن از قدرت جذب آن کمتر است.

(۳) جسمی است که در آن تشعشع مستقل از طول موج می‌باشد.

(۴) جسمی است که قدرت تشعشع حد متوسط بین جسم سیاه و سفید است.

۳۲. اگر نسبت قدرت طبیعی صدور انرژی از یک جسم به شدت تشعشع طیفی از آن در هر جهت ثابت باقی

بماند به این جسم ... گفته می‌شود؟

(۱) سیاه (۲) مات (۳) براق و شفاف (۴) دیفیوز

۳۳. انرژی انتشار یافته از یک جسم سیاه در صورتی که دمای آن  $2$  برابر شود نسبت به حالت اول ...

(۱)  $2$  برابر است (۲)  $4$  برابر است (۳)  $8$  برابر است (۴)  $16$  برابر است.

۳۴. شرط استفاده از روش ظرفیت فشرده کدام یک از گزینه های زیر است؟

(۱)  $h$  کم و  $k$  زیاد (۲)  $k$  کم و  $h$  زیاد (۳)  $h, k$  هر دو کم (۴)  $h, k$  هر دو زیاد



۳۵. یک گوی فولادی کروی شکل،  $C = 0/48 \frac{kJ}{kg^{\circ}C}$ ،  $p = 8000 \frac{kg}{m^s}$ ،  $k = 35 \frac{W}{m^{\circ}C}$  به قطر ۵cm تحت دمای  $320^{\circ}C$  می باشد ناگهان آن را در منبع بزرگی قرار می دهیم که دمای  $80^{\circ}C$  و ضریب جابجایی آن  $10 \frac{W}{m^2^{\circ}C}$  است. چند دقیقه طول می کشد تا دمای گوی به  $200^{\circ}C$  برسد؟

- (۱) ۲۷ (۲) ۳۷ (۳) ۴۵ (۴) ۴۹

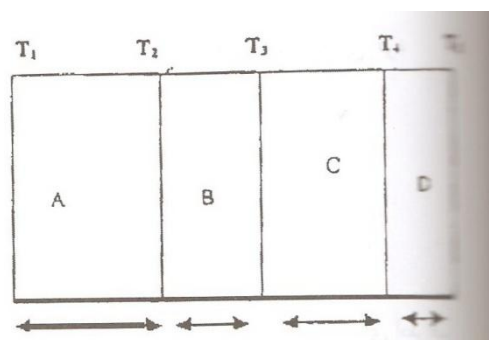
۳۶. چهار آجر A، B، C، D وجود دارد. آجر A دارای ضریب هدایتی  $1/2 \frac{W}{m^{\circ}C}$ ، آجر C، D، B از یک نوع می باشند. با ضریب هدایتی  $0/8 \frac{W}{m^{\circ}C}$  ولی آجر B ۵ درصد و آجر C حدود ۱۵ درصد رطوبت جذب کرده است مقاومت حرارتی کدامیک از این آجرها بزرگتر است؟ آجر A، D هر دو خشک هستند.

- (۱) آجر A (۲) آجر B (۳) آجر C (۴) آجر D

۳۷. در دیوار به ضخامت ۱۰cm حرارتی معادل  $10 \frac{KW}{m^3}$  تولید می شود. اگر ضریب هدایتی دیوار باشد. گرادیان دما چقدر است؟

- (۱)  $250^{\circ}C/m$  (۲)  $300^{\circ}C/m$  (۳)  $200^{\circ}C/m$  (۴)  $100^{\circ}C/m$

۳۸. در دیوار روبرو ضریب هدایتی کدام دیوار بزرگتر است؟



- (۱) دیوار A (۲) دیوار B (۳) دیوار C (۴) دیوار D

۳۹. در فریزرها معمولاً بصورت دو لایه ساخته می شود. برای کاهش نفوذ گرما از بیرون به داخل یخچال بهتر است بین دو لایه کدامیک از مواد زیر بکار گرفته شود؟

- (۱) هوا ( $K = 0/02 \frac{W}{m^{\circ}C}$ ) (۲) نیتروژن ( $K = 0/03 \frac{W}{m^{\circ}C}$ )  
(۳) پشم شیشه ( $K = 0/03 \frac{W}{m^{\circ}C}$ ) (۴) هیدروژن ( $K = 0/22 \frac{W}{m^{\circ}C}$ )

۴۰. ضریب هدایتی کدامیک از مواد زیر با افزایش دما افزایش می یابد؟

- (۱) آهن (۲) مس (۳) آب (۴) هوا

۴۱. ضریب جابجایی به چه عواملی بستگی دارد؟

(۱) سرعت سیال (۲) نوع سیال (۳) دمای سیال (۴) تمام موارد بالا

۴۲. اگر در دیواری چشمه حرارتی نداشته باشیم معادله توزیع دما در این دیوار در صورتی که دمای دیوار در سمت چپ  $x = 0$  برابر  $T_1$  و دمای دیوار در سمت راست  $x = L$  برابر  $T_2$  باشد. معادله توزیع دما در این دیوار برابر خواهد بود با ...

$$T = (T_2 - T_1) \frac{x}{L} + T_2 \quad (۲) \quad T = (T_2 - T_1) \frac{x}{L} + T_1 \quad (۱)$$

$$T = (T_1 - T_2) \frac{x}{L} + T_2 \quad (۴) \quad T = (T_1 - T_2) \frac{x}{L} + T_1 \quad (۳)$$

۴۳. در کدامیک از حالات زیر ضریب جابجایی بزرگتر از حالت‌های دیگر است؟

(۱) آب در حالت جوشیدن در کتری

(۲) آب در حال جوشیدن و جریان داشتن

(۳) آب در حالت قبل از جوشیدن و جریان داشتن (با سرعت حالت قبل)

(۴) هوا در حال وزیدن با سرعت همانند سیال‌های گزینه ۲ و ۳

۴۴. دو کره هم مرکز، کره داخلی با قطر ۱۰ cm و کره بیرونی با قطر ۲۰ cm، سطح بیرونی کره داخلی سطح ۱ و سطح کره بیرونی سطح ۲ می‌باشد ضریب شکل  $F_{1/2}$  چقدر می‌باشد؟

(۱) ۰/۲۵ (۲) ۰/۵ (۳) ۰/۵۷ (۴) ۱

۴۵. کدامیک از تعاریف زیر صحیح‌تر می‌باشد؟

(۱) جسم سیاه جسمی است که ضریب جذب آن برابر ۱ باشد.

(۲) جسم سیاه جسمی است که ضریب جذب آن بین ۱ و صفر باشد.

(۳) جسم سیاه جسمی است که ضریب جذب و ضریب نشر آن برابر ۱ باشد.

(۴) جسم سیاه جسمی است که ضریب جذب و ضریب نشر آن بین ۱ و صفر باشد.

۴۶. ترموکوپلی که می‌توان آن را جسم سیاه در نظر گرفت در اتاقی قرار گرفته که دمای هوای اطراف آن  $20^\circ\text{C}$  می‌باشد. دمای دیوار  $100^\circ\text{C}$  است. اگر ضریب جابجایی بین ترموکوپل و هوا  $75 \frac{W}{m^2K}$  باشد. دمای سطح

$$\sigma = 5/67 \times 10 - 8 \frac{W}{m^2K^4} \quad \text{ترموکوپل در واحد } ^\circ\text{C} \text{ چقدر است؟ ثابت بولتزمن برابر}$$

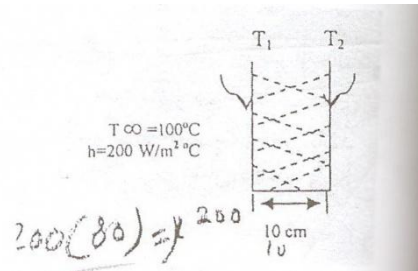
(۱) ۲۸/۴ (۲) ۳۵/۱ (۳) ۳۸/۲ (۴) ۳۹/۵

۴۷. کدامیک از فرمول‌های زیر، بیانگر ضریب نفوذپذیری حرارتی  $a$  می‌باشد؟

$$\frac{p}{c_p k} \quad (۴) \quad \frac{k}{p c_p} \quad (۳) \quad \frac{c_p}{p k} \quad (۲) \quad \frac{p c_p}{k} \quad (۱)$$

۴۸. برای دیوار روبرو ضریب هدایتی در واحد  $\frac{W}{m^{\circ}C}$  چقدر است؟

$$2t=0^{\circ}C \text{ و } 1t=20^{\circ}C$$



۸۰ (۴)

۶۵ (۳)

۷۵ (۲)

۷۰ (۱)

۴۹. مکانیسم انتقال حرارت از محل اتصال دو قطعه فلزی عبارت است از :

(۱) انتقال حرارت هدایتی از محل اتصال و انتقال حرارت جابجایی از گازهای محبوس در حفره‌ها

(۲) انتقال حرارت جابجایی هم از نقاط اتصال و هم از گازهای محبوس در حفره‌ها

(۳) انتقال حرارت هدایتی هم از نقاط اتصال و هم از گازهای محبوس در حفره‌ها

(۴) انتقال حرارت جابجایی از نقاط اتصال و انتقال حرارت هدایتی از گازهای محبوس در حفره‌ها

۵۰. مایع گرمی با ضریب انبساط حرارتی نسبتاً زیاد قرار است در مخزن بسته ای از جنس فولاد خنک شود.

بهترین روش برای ازدیاد انتقال حرارت از این مخزن کدام است؟

(۱) انتخاب جنس مخزن از مس به علت بالا بودن ضریب هدایت آن

(۲) به حرکت در آوردن هوای بیرون مخزن

(۳) به حرکت در آوردن مایع داخل مخزن بوسیله همزن

(۴) نصف کردن ضخامت دیواره مخزن

۵۱. هوا با دمای  $T_{\infty}$  از روی صفحه صافی با دمای  $T_w$  عبور می‌کند بطوریکه جریان آرام باشد. ضریب انتقال

حرارت در وسط صفحه :

(۱) از ضریب انتقال حرارت در اول صفحه کمتر است.

(۲) از ضریب انتقال حرارت در اول صفحه بیشتر است.

(۳) برابر ضریب انتقال حرارت در اول صفحه است.

(۴) بستگی به نوع سیال دارد.

۵۲. در یک مبدل حرارتی پوسته و لوله ای از آب سرد برای خنک کردن سیالی استفاده می‌شود. در کدامیک از حالات زیر سیال حتماً باید در داخل لوله قرار داده شود و آب سرد در داخل پوسته
- (۱) فشار سیال از فشار آب سرد کمتر باشد.
  - (۲) سیال دارای دبی جرمی نسبتاً کمی باشد.
  - (۳) سیال دارای خاصیت رسوب دهی زیاد باشد.
  - (۴) سیال گاز باشد.
۵۳. جسمی در کوره ای که با گاز طبیعی گرم می‌شود حرارت داده می‌شود، انتقال حرارت از طریق تابش را چگونه می‌توان افزایش داد؟
- (۱) با بالا بردن فشار کوره
  - (۲) با انتخاب کوره کوچک‌تر
  - (۳) با زیاد کردن هوای اضافی
  - (۴) با پایین آوردن فشار کوره
۵۴. اگر در زمستان سرد اجباراً در بیابان برای یک روز بمانید، برای گرم نگهداشتن خود.
- (۱) در نقاط مرتفع به علت جمع شدن هوای گرم اطراق می‌کنید.
  - (۲) در پناه دیوار یا درختی می‌مانید.
  - (۳) از دویدن برای گرم نگهداشتن خود استفاده می‌کنید.
  - (۴) از غار یا اطاق ساخته شده از برف استفاده می‌کنید.
۵۵. ایجاد موانع کوچک روی سطح مسطح باعث می‌شود که انتقال حرارت بین سطح و سیال :
- (۱) کم گردد
  - (۲) زیاد گردد
  - (۳) تأثیر ندارد
  - (۴) تنها در افت فشار تأثیر می‌گذارد.
۵۶. در یک مبدل حرارتی در حال کار برای ازدیاد تبادل حرارت سعی می‌شود که :
- (۱) عدد  $pr$  را زیاد کنیم
  - (۲) عدد  $Re, pr$  را زیاد کنیم.
  - (۳) عدد  $Re, Gr$  را زیاد کنیم
  - (۴) عدد  $Re$  را زیاد کنیم
۵۷. از کدامیک از وسایل زیر برای اندازه گیری درجه حرارت اجسام بسیار دور استفاده می‌شود؟
- (۱) ترموکوپل
  - (۲) شدت نور رسیده
  - (۳) رنگ نور رسیده (طول موج)
  - (۴) هیچکدام
۵۸. راندمان یک پره هنگام حداکثر خواهد شد؟
- (۱) در نوک پره شرایط جابجایی برقرار شود

(۲) نوک پره عایق باشد.

(۳) طول پره به سمت بینهایت میل کند.

(۴) طول پره به سمت صفر می‌کند.

۵۹. در رادیاتور ماشین بعنوان یک مبدل حرارتی کدام پدیده تأثیر بیشتری در انتقال حرارت از آب به هوا دارد؟

(۱) افزایش هدایت حرارتی لوله‌ها

(۲) کاهش ضخامت لوله‌ها

(۳) افزایش سرعت جریان هوا از لایه لای لوله‌ها

(۴) افزایش سرعت آب از درون لوله‌ها

۶۰. در محاسبه ضخامت لایه مرزی هیدرودینامیکی کدامیک از اعداد بدون بعد دخالت دارند؟

(۱)  $Re, pr$  (۲)  $Re, Nu$  (۳)  $pr, Nu$  (۴)  $Gr, pr$

۶۱. برای بدست آوردن توزیع درجه حرارت در لایه مرزی برای حرکت سیال بر روی یک صفحه صاف و گرم باید

کدام دسته از معادلات زیر راحل نمود؟

(۱) معادله پیوستگی، معادله انرژی (۲) معادله حرکت، معادله انرژی

(۳) معادله پیوستگی، معادله حرکت (۴) معادله پیوستگی، معادله حرکت، معادله انرژی

۶۲. در یک مبدل حرارتی هوای خنک (Air Cooler) پره دار برای سرد کردن گازوییل داغ چگونه می‌توان انتقال

حرارت را افزایش داد.

(۱) تعداد گذر سمت لوله دو برابر شود ولی دبی و سطح انتقال حرارت ثابت بمانند.

(۲) سرعت هوا را دو برابر نمود.

(۳) نوع پره را از پروفیل مثلثی به مستطیلی تغییر داد.

(۴) سطح درونی لوله‌ها را شیاردار نمود.

۱. پاسخ ۱ صحیح است. به دلیل ساکن بودن هوا عدد رینولدز صفر است.
۲. پاسخ ۳ صحیح است. ابتدا عایقی قرار می گیرد که K کمتری داشته باشد.
۳. پاسخ ۲ صحیح است. ایجاد موانع سطح انتقال حرارت را زیاد کرده و زمان تماس را افزایش می دهد.
۴. پاسخ ۴ صحیح است. معمولا با افزایش دما طول موج زیاد می شود و از رنگ قرمز (طول موج کم) تا رنگ سفید (طول موج زیاد) رخ می دهد ولی در مورد جسم ایدان ثابت است.
۵. پاسخ ۱ صحیح است. در مبدل ها معمولا با زیاد کردن تعداد بغل ها انتقال حرارت زیاد و افت فشار نیز زیاد می شود و با کم کردن آنها انتقال حرارت و افت فشار کم می شود.
۶. پاسخ ۴ صحیح است. اگر مایع سطح را خیس کند (لایه از مایع روی سطح قرار گیرد) به خاطر حرکت مایع به پایین ضخامت لایه افزایش می یابد که به معیان لایه ای (فیلمی) معروف است و اگر سطح توسط قطره خیس شود به دلیل عدم پیوستگی کل سطح را نمی پوشاند و به معیان قطره ای معروف است و میزان آنها بیشتر از فیلمی است. و نوع خالص در چگالش یا جوشش بیشتر است.
۷. پاسخ ۱ صحیح است.

۸. پاسخ ۲ صحیح است. ترتیب میزان k برای مواد این گونه است. گاز > مایع > جامد > فلزات
  ۹. پاسخ ۲ صحیح است. بیشترین ضریب جابه جایی مربوط به پدیده جوشش و چگالش است.
  ۱۰. پاسخ ۴ صحیح است. تنها در انتقال حرارت تشعشع دما به صورت کلوین است. توان چهار دارد.
- $$q = \varepsilon \sigma T^4 \text{ تشعشعی}$$
۱۱. پاسخ ۲ صحیح است. هنگامی از u استفاده می شود که ترکیبی از انتقال حرارت هدایتی، جابجایی و حتی تشعشعی موجود باشد.

۱۲. پاسخ ۱ صحیح است. معادله  $q = -KA \frac{dT}{dX}$  معادله معروف به فوریه است.
- که بر حسب سطح به صورت  $\frac{q}{A} = -K \frac{dT}{dX}$  در آمده است.

۱۳. پاسخ ۳ صحیح است.

$$q = KA \frac{\Delta T}{\Delta x} \Rightarrow 3000 = 0/2 \times 1 \times \frac{\Delta T}{0/025}$$

$$\Rightarrow 75 = 0/2 \Delta T \Rightarrow \Delta T = 375$$

۱۴. پاسخ ۱ صحیح است.

$$\frac{q}{A} = K \frac{\Delta T}{\Delta x} \Rightarrow \frac{q}{A} = 0/035 \frac{85}{0/13} \Rightarrow \frac{q}{A} = 22/899$$

۱۵. پاسخ ۲ صحیح است.

$$\frac{q}{A} = K \frac{\Delta T}{\Delta x} \Rightarrow \frac{q}{A} = 0/78 \frac{(370 - 93)}{\frac{0}{15}} = 1440/4$$

۱۶. پاسخ ۱ صحیح است.

$$\frac{q}{A} = K \frac{\Delta T}{\Delta x} \Rightarrow \frac{q}{A} = 0/16 \frac{(200 - 100)}{0/05} = 320$$

۱۷. پاسخ ۴ صحیح است.

$$q = hA\Delta T \quad \text{or} \quad q = hA(T_w - T_{\infty})$$

$$2/057 = 2/7 \times 0/3316 \times \Delta T \Rightarrow \Delta T = 2/36$$

$$A = \pi r^2 \Rightarrow A = 3/14 \times (0/325)^2 = 0/3316$$

۱۸. پاسخ ۴ صحیح است.

$$\frac{q}{A} = \varepsilon \sigma (T_s^4 - T_{sur}^4) \quad 800 + 273 = 1073$$

$$\varepsilon = 1 \quad 250 + 273 = 523$$

$$\frac{q}{A} = 1 \times 5/67 \times 10^{-8} \times (1073^4 - 523^4)$$

$$\frac{q}{A} = 5/67 \times 10^{-8} \times (1/32 \times 10^{12} - 7/48^{10}) = 70917$$

۱۹. پاسخ ۴ صحیح است.

$$\frac{q}{A} = \sigma (T_s^4 - T_{sur}^4)$$

$$\frac{q}{A} = 5/67 \times 10^{-8} \times (1073^4 - 698^4) = 188037$$

۲۰. پاسخ ۱ صحیح است.

$$\frac{q}{A} = \sigma (T_s^4 - T_{sur}^4)$$

$$\frac{q}{A} = 5/67 \times 10^{-8} \times (1373^4 - 37^4) = 19147$$

۲۱. پاسخ ۳ صحیح است.

$$q = hA\Delta T \Rightarrow q = 3500 \times 2/3556 \times 40 = 32980$$

$$A = 2\pi rL \Rightarrow A = 3/14 \times 2 \times 0/125 \times 3 = 2/3556$$

$$D = 2/5 \Rightarrow r = 1/25cm = 0/125m$$

در همین جا گزینه صحیح مشخص است.

$$q = mc\Delta T$$

$$32980 = 0/5 \times 4174 \times (T - 40) \Rightarrow T_1 = 28/5$$

$$T_2 = 40 - 24/2 = 15/8$$

$$C = 4/174 \frac{kJ}{kg} = 4174 \frac{J}{g}$$

۲۲. پاسخ ۲ صحیح است.

$$\frac{q}{A} = h\Delta T \Rightarrow 30000 = h(232 - 212) \Rightarrow h = 1500$$

۲۳. پاسخ ۱ صحیح است.

$$q = \sigma T^4 \Rightarrow 1350 = 5/67 \times 10^{-8} T^4 \Rightarrow T = 392/8^\circ K$$

۲۴. پاسخ ۲ صحیح است.  $h$  تابع  $C_p, u, Pr, Re, \nu$  و همچنین اشکال هندسی می‌باشد با توجه به اینکه  $h$  با  $Re$

رابطه مستقیم دارد و در فرمول  $Re$   $\left(\frac{\rho u L}{\mu}\right)$  ویسکوزیته در مخرج است در نتیجه  $h$  با  $\mu$  رابطه معکوس دارد.

$$2Nu_x = Nu_x \Rightarrow 2h_x = L \quad \text{پاسخ ۲ صحیح است.}$$

۲۵. پاسخ ۱ صحیح است. از تعریف لایه مرزی گرمایی می‌توان فهمید در  $y = \partial_t$  و  $T = T_\infty$  در  $y=0$  و

$$\frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \text{ می‌باشد زیرا سرعت } u, v \text{ روی دیواره صفر است.}$$

۲۶. پاسخ ۴ آنالوژی رینولدز کلبوری تنها برای جریان آرام در لوله صادق نمی‌باشد و برای تمام جریانها صادق

است که البته گزینه ۴ تنها از جریان آرام در لوله همراه ندارد.

۲۷. پاسخ ۲ صحیح است.

۲۸. پاسخ ۴ با توجه به اینکه دو صفحه سیاه بی نهایت بزرگ هستند در نتیجه فاصله ایجاد اختلافی بین آنها

ایجاد نمی‌کند.



۳۰. پاسخ ۱ صحیح است. توجه کنید با توجه به سیاه بودن دو جسم طول موج‌ها برابرند.

۳۱. پاسخ ۳ جسم خاکستری اجسامی که ضریب تابشی آنها در طول موج مقداری ثابت داشته باشد یا مستقل از طول موج باشد.

۳۲. پاسخ ۱ صحیح است.

۳۳. پاسخ ۴ صحیح است. با توجه به قانون بولتزمن ( $q = \epsilon \delta T^4$ ) در انتقال حرارت تشعشی رابطه با دما به توان چهار و به صورت مطلق است.  $2^4 = 16$

۳۴. پاسخ ۱ صحیح است. برای تئوری ظرفیت حرارتی متمرکز باید مقاومت هدایتی نسبت به مقاومت جابه‌جایی قابل اغماض باشد و این یعنی  $k$  بالا و  $h$  پایین باشد.

۳۵. پاسخ ۴ صحیح است. معادله دما بر حسب برای گلوله برابر است با

$$\frac{T_1 - T_\infty}{T_1 - T_\infty} = \exp\left(-\frac{t}{T}\right)$$

$$T = \frac{\rho CV}{h_A} \Rightarrow T = \frac{8000 \times 0/48 \times 1/96 \times 10^{-3}}{10 \times 7/85 \times 10^{-3}} = \frac{7/526}{0/0785} = 95/8$$

$$V = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3/14 \times (0/05)^2}{4} = 1/96 \times 10^{-3}$$

$$A = \pi D^2 = 3/14 \times (0/05)^2 = 7/85 \times 10^{-3}$$

$$\frac{200 - 80}{320 - 80} = \exp\left(\frac{-t}{95/8}\right) \Rightarrow t = 49/7$$

۳۶. گزینه ۴ صحیح است. هرچه کمتر باشد مقاومت بیشتر است و رطوبت میزان  $k$  را افزایش می‌دهد.

۳۷. گزینه ۳ صحیح است.

$$\frac{q}{A} = k \frac{\Delta T}{\Delta x} \Rightarrow 10 \times 10^3 = 5 \times \frac{\Delta T}{0/1} \Rightarrow \Delta T = 200 \frac{^\circ\text{C}}{\text{m}}$$

$$q = 10 \times 100 = 10 \times 10^3 \frac{\text{W}}{\text{m}^3}$$

$$\Delta x = 10\text{cm} = 0/1\text{m}$$

۳۸. گزینه ۲ صحیح است. مقدار  $k$  در دیواره  $C$ ،  $A$  با هم برابر است زیرا هم  $\Delta x$  و هم اختلاف دمای  $\Delta T$  هر دو یکی است و دیواره‌ی  $B$  با اختلاف دمای  $20^\circ\text{C}$  و  $10$  سانتی متری می‌باشد در صورتی که دیواره

$D$  اختلاف دمای  $30^\circ\text{C}$  در  $\Delta x$   $5$  سانتی متری را دارد که نشان دهنده‌ی  $k$  بزرگتر می‌باشد به عبارتی :

$$\Delta T_1 = 400 - 350 = 0$$

$$\Delta T_2 = 350 - 330 = 0 \quad \Delta T \text{ کمتر بیان کننده } k \text{ بزرگتر است.}$$

$$\Delta T_3 = 330 - 280 = 0$$

$$\Delta T_4 = 280 - 250 = 0$$

۳۹. گزینه ۳ صحیح است.

۴۰. گزینه ۴ صحیح است.

۴۱. گزینه ۴ صحیح است.

۴۲. گزینه ۱ صحیح است.

۴۳. گزینه ۲ صحیح است.

۴۴. گزینه ۴ صحیح است.

$$F_2 \Rightarrow F_1 + F_2 = 0, \quad F_1 = 0 \Rightarrow F_2 = 1$$

۴۵. گزینه ۱ صحیح است.

۴۶. گزینه ۴ صحیح است.

۴۷. گزینه ۳ صحیح است.  $\alpha = \frac{k}{\rho C_p}$

۴۸. گزینه ۴ صحیح است.

$$q = hA\Delta T, \quad \frac{q}{A} = k \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$q = 200 \times 80 = 16000 \frac{W}{m^2}$$

$$\frac{q}{A} = \frac{16000 \times 0.1}{20} = 80 \frac{W}{M.C}$$

۴۹. پاسخ ۱ صحیح است. انتقال حرارت بین دو قطعه فلز (جامد) هدایتی است.

۵۰. پاسخ ۳ صحیح است. زیرا این عمل باعث انتقال حرارت جابه‌جایی می‌شود که نسبت به انتقال حرارت

هدایتی برتری دارد. درگزینه ۱ عامل باعث انتقال حرارت هدایتی می‌شود.

۵۱. پاسخ ۱ صحیح است. با توجه به اینکه در ابتدای صفحه  $h$  زیاد است و سپس کم می‌شود و چون

$$T_W - T_\infty \text{ ثابت است در ابتدای صفحه زیاد و سپس کم می‌شود.}$$

۵۲. پاسخ ۳ صحیح است. سیالی که رسوب دهی زیاد دارد بدلیل هزینه‌های زیاد و مکرر تمیز کاری از لوله عبور

می‌دهند.

۵۳. پاسخ ۴ صحیح است. زیرا با این کار سیستم به خلاء نزدیک می‌شود.

۵۴. پاسخ ۴ صحیح است. زیرا برف مانند یک جسم سیاه عمل می‌کند و عایق مناسبی است.

۵۵. پاسخ ۲ صحیح است. این امر باعث افزایش انتقال حرارت می‌شود.

۵۶. پاسخ ۲ صحیح است.

۵۷. پاسخ ۳ صحیح است. از طول موج رسیده شده برای درجه اجسام خیلی دور مثل خورشید استفاده می‌شود.

۵۸. پاسخ ۴ صحیح است. راندمان پره زمانی حداکثر است که اصلاً پره‌ای وجود نداشته باشد که از عیوب پره محسوب می‌شود. این گزینه در پاسخ‌ها وجود ندارد اما می‌توان گزینه ۴ را با توجه به نزدیکی به آن انتخاب کرد.

۵۹. پاسخ ۳ صحیح است. این امر موجب افزایش انتقال حرارت جابه‌جایی می‌شود. نسبت به انتقال حرارت هدایتی ارجح است.

۶۰. پاسخ ۱ صحیح است.

$$Re = \frac{\rho ul}{\mu} \quad Pr = \frac{V}{\alpha}$$

۶۱. پاسخ ۴ صحیح است.

۶۲. پاسخ ۲ صحیح است. بالابردن سرعت هوا انتقال حرارت جابه‌جایی را زیاد می‌کند که بیشترین نوع را دارد. نمونه عملی‌تر این پدیده در سیستم خنک کننده اتومبیل‌های جدید است.

۱. در یک فرآیند برگشت پذیر فشار ثابت، میزان تبادل گرمایی سیستم با محیط کدام است؟

(۱) میزان تغییرات انرژی هلمهولتز

(۲) میزان کار انجام شده سیستم

(۳) میزان تغییرات انرژی درونی سیستم

(۴) میزان تغییرات آنتالپی سیستم

۲. در یک سیکل نسبت گرمای انتقال یافته بین دو منبع سرد و گرم با نسبت دمای مطلق دو سیکل برابر است.

این سیکل :

(۱) قانون اول ترمودینامیک را نقض می کند.

(۲) قانون دوم ترمودینامیک را نقض می کند.

(۳) قانون اول و دوم ترمودینامیک را نقض می کند.

(۴) بالاترین راندمان ممکن بین دو دمای مذکور را داراست.

۳. برای یک گاز ایده آل کدامیک از عبارات زیر صحیح می باشد؟

(۱) انرژی داخلی یک گاز ایده آل فقط بستگی به فشار دارد.

(۲) انرژی داخلی یک گاز ایده آل فقط بستگی به درجه حرارت دارد.

(۳) انرژی داخلی یک گاز ایده آل بستگی به فشار و درجه حرارت دارد.

(۴) هیچکدام

۴. جریانی از ماده خالص به شدت  $1 \frac{kg}{s}$  و آنتالپی  $450 \frac{KJ}{kg}$  با جریان دیگری از همان ماده با شدت  $3 \frac{kg}{s}$  و

آنتالپی  $1000 \frac{kJ}{kg}$  مخلوط می شود. اگر آنتالپی خروجی برابر  $600 \frac{KJ}{kg}$  باشد، کدامیک از گزینه های زیر

صحیح است؟ (سیستم در حالت پایدار است)

(۱) سیستم مقدار  $950$  کیلو وات حرارت از محیط جذب می کند.

(۲) سیستم مقدار  $950$  کیلو وات حرارت به محیط می دهد.

(۳) سیستم مقدار  $1050$  کیلو وات حرارت از محیط جذب می کند.

(۴) سیستم مقدار  $1050$  کیلو وات حرارت به محیط می دهد.

۵. یک مول از گازی در یک پیستون از حجم ۱۷ به حجم ۲۷ انبساط می‌یابد. فرآیند هم دما و برگشت پذیر انجام می‌شود و گاز از معادله حالت  $P(v-b)=RT$  که  $b$  عدد مثبت ثابتی است پیروی می‌کند. معادله کار انجام شده برای فرآیند فوق چیست؟

$$\begin{array}{ll} RT1n \frac{P_2}{P_1} \quad (۱) & RT1n \frac{V_1}{V_2} \quad (۲) \\ RT1n \frac{V_2-b}{V_1-b} \quad (۳) & \text{هیچکدام} \quad (۴) \end{array}$$

۶. ضریب فوگاسیته گازی  $(f/p)$  که از معادله  $P(v-b)=RT$  پیروی می‌کند با کدام رابطه داده می‌شود؟

$$\begin{array}{ll} (1n \frac{f}{p} = \int_0^p \frac{z-1}{p} dp) & \frac{f}{p} = e^{-bp/T} \quad (۱) \\ \frac{f}{p} = e^{bp/T} \quad (۲) & \frac{f}{p} = \frac{1}{R} e^{-bT} \quad (۴) \\ \frac{f}{p} = e^{bp/T} \quad (۳) & \end{array}$$

۷. واکنشی تعادلی  $A(s) \rightleftharpoons B(s) + 2C(g)$  یک واکنش به شدت گرمازا می‌باشد با تغییر کدامیک از حالات زیر فشار گاز  $C$  کاهش می‌یابد؟

(۱) افزایش دما      (۲) کاهش دما      (۳) افزایش  $A$       (۴) کاهش  $B$

۸. مخفف ppb در کدامیک از موارد زیر کاربرد دارد

- (۱) یک روش بیان تولید محصول روزانه است  
(۲) یک روش بیان غلظت در رقت خیلی کم است.  
(۳) یک روش بیان تعداد بشکه نفت است.  
(۴) یک روش بیان رسوب شدن مواد در لوله‌ها است.

۹. تصحیح درجه و فشار بحرانی در کدامیک از موارد زیر ضروری است.

(۱) برای  $He$  و  $H_2$       (۲) برای  $NH_3$  و  $H_2O$   
(۳) برای  $H_2O$  و  $H_2$       (۴) برای  $He$  و  $H_2O$

۱۰. در ۱۰۰ درجه فارنهایت کدام ترتیب درباره فشار بخار صحیح است.

(۱) هپتان > آب > استن      (۲) آب > استن > هپتان  
(۳) آب > هپتان > استن      (۴) هپتان > استن > آب

۱۱. وقتی هواشناسی رطوبت هوا را ۴۰ درصد اعلام می‌کند منظورش کدامیک از گزینه های زیر است

- (۱) رطوبت نسبی
- (۲) رطوبت مطلق
- (۳) ۴۰ درصد وزنی هوا آب است.
- (۴) ۴۰ درصد مولی هوا آب است.

۱۲. معادله  $du = Tds - PdV$  بیانگر :

- (۱) قانون اول ترمودینامیک است.
- (۲) قانون دوم ترمودینامیک است.
- (۳) ترکیب قانون اول و دوم است.
- (۴) هیچکدام از موارد فوق

۱۳. کدام عبارت زیر صحیح است.

- (۱) گرمای نهان نتیجه تغییر فاز اجسام است.
- (۲) گرمای واکنش نتیجه تغییر ساختار شیمیایی اجسام است.
- (۳) گرمای sensible نتیجه تغییر دمای جسم است.
- (۴) همه موارد فوق

۱۴. کدامیک از موارد زیر صحیح تراست

- (۱) مجموع تعویض انتروپی سیستم و محیط باید مثبت باشد.
- (۲) مجموع تعویض انتروپی سیستم و محیط باید منفی باشد.
- (۳) مجموع تعویض انتروپی سیستم و محیط باید همیشه صفر باشد.
- (۴) همه موارد فوق

۱۵. معادله Riecel برای محاسبه کدام کمیت زیر بکار می‌رود.

- (۱) فشار بخار
- (۲) گرمای واکنش
- (۳) گرمای نهان
- (۴) هیچکدام

۱۶. معادله آنتونی (Antoine) برای محاسبه کدام کمیت زیر بکار می‌رود

- (۱) درجه بحرانی
- (۲) فشار بحرانی
- (۳) فشار بخار
- (۴) حجم مخصوص

۱۷. کدامیک از عبارت زیر در شرایط یکسان صحیح است.

- (۱) هوای مرطوب سبک‌تر از هوای خشک است.
- (۲) هوای مرطوب سنگین‌تر از هوای خشک است.
- (۳) چگالی هوای مرطوب و هوای خشک یکسان است.

(۴) هیچکدام از موارد فوق

۱۸. معادله حالت در ترمودینامیک معمولاً به معادله ای گفته می شود که آن معادله ارتباط برقرار کند بین

$$(۱) P, T, S \quad (۲) P, P, U$$

$$(۳) P, T, V \quad (۴) P, P, H$$

۱۹. معادله حالت وندروالس  $(P + \frac{a}{V^2})(V - b) = RT$  بر حسب  $V$  یک معادله :

(۱) درجه دو بسته است (۲) یک معادله درجه دو باز است.

(۲) یک معادله درجه سه بسته است. (۴) یک معادله درجه سه باز است.

۲۰. کدامیک از عبارات زیر قانون اول ترمودینامیک را بیان می کند.

(۱) اگر دو جسم با جسم سومی در تعادل حرارتی باشند آن دو جسم نیز با یکدیگر در تعادل حرارتی خواهند بود.

(۲) با انتقال انرژی به یک جسم و یا خروجی انرژی از آن انرژی کل آن جسم تغییر می کند.

(۳) مجموع جبری تغییرات انرژی در یک فرآیند مساوی صفر است.

(۴) تغییر انرژی داخلی یک سیستم طی یک فرآیند بستگی به نوع و چگونگی انجام آن دارد.

۲۱.  $n$  مول گاز ایده آل Ideal تحت دمای ثابت به طور برگشت پذیر متراکم می شود کار انجام یافته از کدامیک

از روابط زیر به دست می آید.

$$(۱) W = -nRTh\left(\frac{P_2}{P_1}\right) \quad (۲) W = -nRTh\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$(۳) W = nRTh\left(\frac{P_1V_1}{P_2V_2}\right) \quad (۴) W = \frac{RT}{n-1} 1n\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$$

۲۲. یک مخلوط گازی ایده آل (ideal) از ۵٪ مولی اتان  $C_2H_6$  و ۵۰٪ مولی پروپان  $C_3H_8$  ترکیب یافته است.

ثابت گاز برای مخلوط  $R_g$  برابر کدامیک از ارقام زیر است.

$$R=8/314KJmol.K$$

$$(۱) ۰/۲۴۰ KJ/Kg.K \quad (۲) ۰/۲۲۵ KJ/Kg.K$$

$$(۳) ۰/۱۸۹ KJ/Kg.K \quad (۴) ۰/۲۸۷ KJ/Kg.K$$

۲۳. گاز ایده آلی ( $C_p = 2/25 \text{ KJ/Kg.K}$ ) به طور یکنواخت با نرخ جریان با  $2 \text{ Kg/sec}$  عبور از لوله ای می کند. اختلاف دمای گاز در ورود به لوله و خروج از آن  $260^\circ\text{C}$  می باشد. چنانچه از تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل چشم پوشی شود چه مقدار گرما در هر ثانیه از گاز به محیط دفع شده است.

$$\begin{array}{ll} (1) & - \text{Kg/sec } 1040 \\ (2) & + 293 \text{ Kg/sec} \\ (3) & - 1170 \text{ Kg/sec} \\ (4) & - \text{Kg/sec } 585 \end{array}$$

۲۴. هوا با نرخ جریان  $4 \text{ Kg/sec}$  توسط یک کمپرسور متراکم می شود. تغییر آنتالپی ویژه طی این فرآیند  $\Delta h = 115 \text{ KJ/Kg}$  است. چنانچه اتلاف گرما از سیستم به محیط  $60 \text{ KW}$  باشد و از تغییر انرژی جنبشی و پتانسیل چشم پوشی گردد قدرت مصرفی کمپرسور چقدر خواهد بود.

$$\begin{array}{ll} (1) & - \text{KW } 175 \\ (2) & - \text{KW } 46 \\ (3) & + 70 / \text{KW} \\ (4) & - \text{KW } 160 \end{array}$$

۲۵.  $0.4$  کیلو مول گاز ایده آل ( $\text{ideal}$ ) با  $C_p = 20 \text{ KJ/Kmol.K}$  در سیلندری دارای پیستون موجود است. با انتقال گرما به گاز دمای آن  $100^\circ\text{C}$  افزایش می یابد. تغییر آنتالپی گاز برابر خواهد بود با :

$$\begin{array}{ll} (1) & \Delta H = 800 \text{ KJ} \\ (2) & \Delta H = -2000 \text{ KJ} \\ (3) & \Delta H = 500 \text{ KJ} \\ (4) & \Delta H = 1000 \text{ KJ} \end{array}$$

۲۶.  $2$  مول آب مایع در  $100^\circ\text{C}$  و  $1 \text{ atm}$  تبخیر می شود.  $H_2O(L) \rightarrow H_2O(g)$  آنتالپی تبخیر آب  $\Delta H^{\text{vap}} = 40/7 \text{ KJ/mol}$  است. تغییر آنتروپی محیط  $\Delta S_{\text{surr}}$  برابر است با:

$$\begin{array}{ll} (1) & 814 \text{ J/K} \\ (2) & -109 \text{ J/K} \\ (3) & 149 \text{ J/K} \\ (4) & -218 \text{ J/K} \end{array}$$

۲۷.  $1 \text{ Kg}$  قطعه فولادی با گرمای ویژه ثابت  $C$  را گرم می کنیم تا اینکه دمای آن از  $1^\circ\text{T}$  به  $2^\circ\text{T}$  برسد، تغییر آنتروپی آن از کدامیک از روابط زیر به دست می آید .

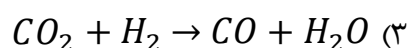
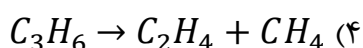
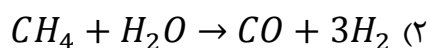
$$\begin{array}{ll} (1) & \Delta S = C1nT_1T_2 \\ (2) & \Delta S = -C1n \left( \frac{T_1T_2}{T_1+T_2} \right) \\ (3) & \Delta S = C1n \frac{T_2}{T_1} \\ (4) & \Delta S = C1n \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \end{array}$$

۲۸. در یک نیروگاه حرارتی دمای بخار آب ورودی به توربین  $540^\circ\text{C}$  و دمای منبع سرد (آب خنک کننده در کندانسور)  $20^\circ\text{C}$  می باشد. ماکزیمم بازدهی حرارتی نیروگاه تحت شرایط فوق چقدر است؟

$$\begin{array}{ll} (1) & 36\% \\ (2) & 64\% \\ (3) & 54\% \\ (4) & 49\% \end{array}$$



۲۹. در کدامیک از واکنش‌های شیمیایی (فاز گازی) زیر ثابت تعادل  $K_p$  فقط به غلظت مواد بستگی دارد؟



۳۰. کدامیک از عبارات زیر قانون ترمودینامیک را بیان می‌کند .

- (۱) در کلیه فرآیندهای برگشت ناپذیر آنتروپی کل (سیستم + محیط) افزایش می‌یابد .
- (۲) نمی‌توان ماشینی ساخت که با انجام فرآیند چرخه ای گرما را کاملاً به کار تبدیل کند .
- (۳) فرآیندی که در آن تغییر آنتروپی کل  $0 \Delta S_{net} <$  باشد عملاً انجام پذیر نیست
- (۴) هر سه

۳۱. کدامیک از عبارات زیر غلط است:

- (۱) در فرآیند تراکم آدیاباتیک مقدار معینی گاز  $\Delta u > 0$
- (۲) در فرآیند گرم شدن مقدار معینی گاز در حجم ثابت  $\Delta u = Q$  است .
- (۳) در فرآیند انبساط مقدار معینی گاز در دمای ثابت  $Q=W$  است .
- (۴) در فرآیند انبساط پلی تروپیک ( $PV^k = const$ ) مقدار معینی گاز  $W < 0$  است .

۳۲. برای سنجش میزان انحراف یک گاز واقعی از گازها ایده آل فاکتور ضریب تراکم پذیری تعریف شده است که برابر است با

$$(۱) \quad z = \frac{PV}{RT} \quad \text{که برای کلیه دماها به ازاء } P \rightarrow 0 \text{ به سمت واحد میل می‌کند .}$$

$$(۲) \quad z = \frac{PV}{RT} \quad \text{که برای کلیه دماها به ازاء } T \rightarrow 0 \text{ به سمت واحد میل می‌کند .}$$

$$(۳) \quad z = \frac{PV}{RT} \quad \text{که برای کلیه دماها به ازاء } P \rightarrow 0 \text{ به سمت واحد میل می‌کند .}$$

$$(۴) \quad z = \frac{PV}{RT} \quad \text{که برای کلیه دماها به ازاء } T \rightarrow 0 \text{ به سمت واحد میل می‌کند .}$$

۳۳. یک سیستم دو جزیی در حال تعادل مایع - بخار است مقداری جزء (۱) خالص به سیستم اضافه کرده و دما و فشار را در مقادیر اولیه تثبیت می‌نمائیم. پس از رسیدن به تعادل :

- (۱) ترکیب فاز بخار تغییر کرده ولی ترکیب فاز مایع تغییر نمی‌کند .
- (۲) ترکیب فاز بخار ثابت می‌ماند ولی ترکیب فاز مایع تغییر می‌کند .
- (۳) ترکیب هر دو فاز ثابت می‌ماند .

(۴) ترکیب هر دو فاز تغییر می کند .

۳۴. آنتالپی تشکیل بخار آب نسبت به آنتالپی تشکیل آب در دمای  $^{\circ}\text{C} 25$  و فشار اتمسفر مطابق کدامیک از گزینه های زیر است؟

- (۱)  $h_f - h_g$  (۲)  $h_g - h_f$  (۳)  $h_{fg}$  (۴) موارد ۲ و ۳

۳۵. واحد  $\beta$  (ضریب انبساطی حجمی) معکوس دما  $K-1$  بوده و اگر واحد  $K$  (ضریب تراکم ایزوترمال) را عکس اتمسفر بگیریم کدام گزینه درست است؟

- (۱)  $\beta \approx K$  (۲)  $\beta < K$  (۳)  $\beta > K$  (۴)  $\beta \leq K$

۳۶.  $2 \text{ kg}$  از سیالی در حالت مایع اشباع در دمای  $^{\circ}\text{C} 90$  حدود  $1650 \text{ KJ}$  حرارت صرف شده است تا کیفیت مخلوط ۴۰ درصد گردد. گرمای نهان این سیال در شرایط ذکر شده چند  $\frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$  است؟

- (۱)  $2062/5$  (۲)  $214/2$  (۳)  $2611/3$  (۴)  $2541/8$

۳۷. مخلوطی از دو فاز مایع و بخار آب در یک ظرف صلب در بسته را در نظر بگیرید. سیال را حرارت می دهیم در این فرآیند ... می شود؟

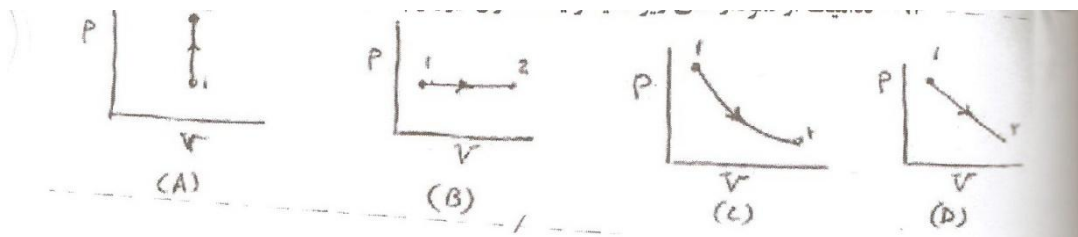
(۱) مقدار بخار زیاد

(۲) مقدار مایع زیاد می شود

(۳) تغییر آنتالپی با تغییر انرژی داخلی برابر

(۴) بستگی به حجم مخصوص دارد اگر از مقدار بحرانی کمتر باشد مقدار مایع زیاد می شود.

۳۸. کدامیک از نمودارهای زیر نمایانگر یک تحول ایزوترم است؟



- (۱) A (۲) B (۳) C (۴) D

۳۹. کدامیک از گزینه های زیر بیانگر معادله گلاپرون است؟

$$\frac{\Delta H_n}{T_n} = \frac{2/7 \ln P_C - 1}{0/93 - T_m} \quad (2)$$

$$\Delta H = T \cdot \Delta V \frac{dp^{sat}}{dT} \quad (1)$$

(۴) هیچکدام

$$\frac{\Delta H_2}{\Delta H_1} = \left( \frac{1 - T_{r2}^2}{1 - T_{r1}^2} \right) \quad (3)$$

۴۰. در دمای ۲۹۸K، گرمای تشکیل واکنش‌های زیر داده شده است

گرمای تشکیل برای یک مول CO از عناصر سازنده بر حسب  $\frac{KJ}{gmol}$  برابر است با :

(۱) ۱۱۰/۶	(۲) -۱۷۲/۸۳	(۳) ۱۷۲/۸۳	(۴) -۱۱۰/۱۶
-----------	-------------	------------	-------------

۴۱. سیلندر پیستون حاوی هوا تحت فشار ۲۰۰ kpa و دمای ۶۰۰k است. طی یک فرآیند فشار ثابت حجم گاز دو برابر اولیه می‌گردد (حالت ۲) سپس پیستون توسط پین قفل می‌شود و دمای نهایی هوا به ۶۰۰k می‌رسد (حالت ۳) گرمای ویژه cp برابر  $\frac{KJ}{Kg}$  1/004 و ثابت R برای هوا برابر

آنتالپی هوا در حالت ۲ در واحد  $\frac{KJ}{Kg}$  چقدر است؟

(۱) ۱۲۰۵	(۲) ۶۰۲	(۳) ۷۰۵	(۴) ۸۴۵
----------	---------	---------	---------

۴۲. کدامیک از گزینه‌های زیر کاملاً صحیح است؟

(۱) با استفاده از علم ترمودینامیک می‌توان مقدار کار و سرعت انتقال حرارت را در فرآیندهای مختلف تعیین نمود.

(۲) با استفاده از علم ترمودینامیک می‌توان سرعت انتقال اجزاء مختلف شیمیایی بین فاز را تعیین نمود.

(۳) با استفاده از علم ترمودینامیک می‌توان حرارت واکنش‌ها و وضعیت تعادل فازها را تعیین نمود.

(۴) با استفاده از علم ترمودینامیک می‌توان حرارت واکنش‌ها و مکانیسم انجام آنها را پیش بینی نمود.

۴۳. سیستم بسته عبارت است از :

(۱) مقداری ماده با جرم و حدود مشخص

(۲) مقداری ماده که ضمن تحول از سیستم خارج می‌شود.

(۳) مقداری ماده که ضمن تحول به داخل سیستم وارد می‌شود.

(۴) فضای مشخصی که مقدار ماده موجود در آن متغیر باشد.

۴۴. اصل صفر ترمودینامیک بیانگر ...

(۱) اصل تبدیل جرم به انرژی به یکدیگر است.

۲) مربوط به تعادل حرارتی است.

۳) مربوط به کار برگشت پذیر است.

۴) مربوط به حرارت برگشت پذیر است.

۴۵. هوا در بالنی که به شکل کره و حجم اولیه آن  $0/1m^3$  و فشار آن  $kpa200$  می باشد قرار دارد. فشار درون بالن با مربع قطر آن متناسب است. وقتی فشار درون بالن به  $kpa600$  برسد مقدار کار انجام یافته در واحد  $kj$  چقدر است؟

(۱) ۱۷۵ (۲) ۱۶۵ (۳) ۱۸۰ (۴) ۱۸۵

۴۶. تغییر انرژي یک کیلو گرم آب برای کدامیک از موارد زیر بیشتر است؟

الف) افزایش ارتفاع به اندازه ۱۰۰ متر

ب) افزایش سرعت از صفر تا  $100\text{ m/s}$

ج) افزایش دمای آب به اندازه  $10^\circ\text{C}$

(۱) الف (۲) ب (۳) ج (۴) باهم برابرند.

۴۷. دریک فنر رابطه نیروی وارده  $F(\text{KN})$  و جابجایی نوک فنر  $x$  (بر حسب متر) بصورت  $F = 0/039x - 0/03x^2$  است اگر فنر  $20\text{ cm}$  کشیده شود مقدار کار انجام گرفته در واحد  $J$  چقدر است؟

(۱) ۰/۱۲۵ (۲) ۲۱/۵ (۳) ۲۲ (۴) ۰/۲۵

۴۸. دریک شیر انبساط حجم به ۳۲ برابر افزایش می یابد در صورتیکه سرعت متوسط دو برابر شود نسبت قطر ورودی به خروجی شیر انبساط چقدر است؟ (فرآیند آدیاباتیک است)

(۱) ۱/۸ (۲) ۸ (۳) ۴ (۴) ۱/۴

۴۹. کدامیک از گزینه های زیر صحیح است؟

(۱) یک فرآیند برگشت پذیر حداکثر کار را تولید کرده و حداقل کار را مصرف می کند.

(۲) یک فرآیند برگشت پذیر همواره بدون اصطکاک است.

(۳) فرآیندهای حقیقی معمولاً برگشت ناپذیرند.

(۴) تمام موارد

۵۰. یک مخزن صلب ایزوله شده است. آنرا توسط یک خط لوله فشار ثابت از هوا پر می کنیم (اندیس ۱ برای

خاصیت های مربوط به سیال در لوله و اندیس ۲ برای حالت نهایی گاز در داخل مخزن است.

(۱)  $h_i = u_2$  (۲)  $h_2 = u_i$  (۳)  $h_i = h_2$  (۴)  $h_2 = h_i$

۵۱. بخاری برقی با قدرت  $2 \text{ kW}$  هوا به دمای  $15^\circ\text{C}$  و دبی  $25 \text{ kg/sec}$  وارد آن می‌شود. اگر شدت حرارت منتقل شده از بخاری به محیط  $400 \text{ W}$  باشد دمای خروج هوا از بخاری بر حسب  $^\circ\text{C}$  چقدر خواهد بود؟  
 برای هوا  $c_p = 1 \text{ KJ/kg } ^\circ\text{C}$

(۱)  $21/4$  (۲)  $23$  (۳)  $25/1$  (۴)  $19/5$

۵۲. کدامیک از گزینه های زیر بیانگر قانون اول ترمودینامیک؟

(۱)  $dE = \delta Q - \delta w$  (۲)  $\int Q - \int w = E$

(۳)  $\int \delta Q = \int \delta w$  (۴)  $\int \delta Q = \int \delta w$

۵۳. طی یک فرآیند سیکلی در چهار نقطه تبادل حرارت و در سه نقطه تبادل کار مطابق زیر انجام شده است.

(۱)  $-4$  (۲)  $-5$  (۳) صفر (۴)  $5$

۵۴. اگر توان پلای تروپیک  $n=1/2$  و توان آدیباتیک  $k=1/4$  و گرمای ویژه در حجم ثابت باشد  $C_v =$

$0/028 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$  گرمای ویژه در حجم ثابت برای تحویل پلای تروپیک چند  $\frac{\text{KJ}}{\text{kgK}}$  است

(۱)  $1/56$  (۲)  $0/56$  (۳)  $1/2$  (۴)  $1/4$

۵۵. کدامیک از تحولات زیر، انتقال گرما فقط باعث تغییر انرژی داخلی می‌شود؟

(۱) فشار ثابت (۲) دما ثابت (۳) آدیباتیک (۴) حجم ثابت

۵۶. اگر کار در یک سیستم آدیباتیک انجام شود دما ...

(۱) باید افزایش یابد (۲) تغییر نخواهد کرد

(۳) باید کاهش یابد (۴) باید کاهش و سپس افزایش یابد.

۵۷. اگر در فرآیندی مقدار آنترپی ثابت بماند این فرآیند...

(۱) حتماً آدیباتیک و برگشت پذیر است.

(۲) لزوماً آدیباتیک و برگشت ناپذیر است.

(۳) هم دما و برگشت پذیر است.

(۴) هم دما و برگشت ناپذیر است

۵۸. ضریب فوگاسیته یک گاز حقیقی

(۱) همواره کوچکتر از واحد است.

(۲) ممکن است کوچکتر یا بزرگتر از واحد باشد.

۳) مستقل از نوع گاز بوده و فقط تابع فشار گاز می‌باشد.

۴) همواره بزرگتر از واحد است.

۵۹. کدام رابطه برای کلیه مخلوط‌های گازی ایده آل A، B، C صحیح نمی‌باشد؟

(۱) درصد حجمی = درصد مولی (۲) درصد وزنی

(۳)  $y_A = n_A(n_A + n_B + n_C)$  (۴)  $P_T = P_A + P_B + P_C$

۶۰. در اختلاط محلول‌های ایده آل تغییرات کدام دسته صفر می‌شود؟

(۱) حجم و آنتالپی (۲) حجم و آنتروپی

(۳) آنتالپی و آنتروپی و حجم (۴) انرژی آزاد گیبس و آنتروپی

۶۱. در یک فرآیند برگشت پذیر فشار ثابت، میزان تبادل گرمایی سیستم با محیط عبارتست از:

(۱) میزان تغییرات انرژی هلمهولتز (۲) میزان کار انجام شده سیستم

(۳) میزان تغییرات انرژی درونی سیستم (۴) میزان تغییرات آنتالپی سیستم

۶۲. با استفاده از معادل کلا پیرون می‌توان:

(۱) گرمای نهان را در هر نوع تغییر فاز محاسبه کرد.

(۲) فقط گرمای تبخیر را محاسبه کرد.

(۳) فقط گرمای نهان ذوب را محاسبه کرد.

(۴) وضعیت تعادل فازی را بررسی کرد.

۶۳. تغییرات آنتروپی یک گاز ایده آل در کدامیک از فرآیندهای زیر منفی است؟

(۱) انبساط همدما (۲) فشرده شده همدما

(۳) انبساط آدیاباتیک برگشت پذیر (۴) فشرده شدن آدیاباتیک برگشت پذیر

۶۴. بر اساس قانون دوم ترمودینامیک :

(۱) تغییرات آنتروپی سیستم در یک تحول همواره بزرگتر و یا حداقل برابر صفر است.

(۲) مسیر تحول یک سیستم همواره در جهتی است که در آن افزایش در آنتروپی سیستم مشاهده شود.

(۳) مجموع تغییرات آنتروپی سیستم و محیط آن همواره بزرگتر و یا حداقل برابر صفر است.

(۴) هر سه گزینه فوق صحیح است.

۶۵. ضریب فوگاسیته یک گاز حقیقی :

(۱) همواره کوچکتر از واحد است.

(۲) همواره بزرگتر از واحد است.

(۳) ممکن است کوچکتر یا بزرگتر از واحد باشد.

(۴) مستقل از نوع گاز بوده و فقط تابع فشار آن گاز است.

۶۶. در فرآیند اختلاط یک محلول ایده آل، کدامیک از توابع ترمودینامیکی زیر تغییر می کند؟

(۱) انرژی داخلی (۲) آنترופی (۳) حجم مخصوص (۴) آنتالپی

۶۷. برای سیستم در حال تعادل زیر درجه آزادی برابر است با :

(۱) یک (۲) دو (۳) سه (۴) چهار

۶۸. در سیکل رانکین، بیشترین کار گم شده یا بازگشت ناپذیری مربوط به کدام عامل می باشد؟

(۱) عملکرد پمپ (۲) عملکرد توربین

(۳) انتقال حرارت در دیگ بخار (۴) هیچ یک از موارد فوق

۶۹. ضریب ژول - تامسون در مورد یک گاز کامل :

(۱) صفر است (۲) بستگی به  $P$ ،  $T$  گاز کامل دارد.

(۳) بینهایت است (۴) برابر واحد است.

۷۰. موتوری به یک پمپ متصل است و پمپ سیالی را جابجا می کند. اگر شیر خروجی پمپ را ببندیم، توان

مصرفی موتور.

(۱) بیشتر خواهد شد. (۲) تغییری نخواهد کرد.

(۳) کمتر خواهد شد. (۴) متناسب با کاهش دبی افزایش می یابد.

۷۱. بازده یک سیکل موتور احتراق داخلی بنزینی چهار زمانه بستگی به کدامیک از نسبت های زیر دارد؟

(۱) حاصلضرب حجم در فشار گاز قبل و بعد از احتراق

(۲) حجم گاز قبل و بعد از تراکم

(۳) دمای گاز قبل و بعد از احتراق

(۴) فشار گاز قبل و بعد از احتراق

۷۲. علت بالاتر بودن راندمان سیکل توربین های گاز نسبت به توربین بخار:

(۱) حذف مرحله انتقال حرارت در دیگ بخار است.

(۲) حذف پمپ انتقال مایع است.

(۳) دمای بالای مخلوط گاز است.

(۴) به هیچیک از موارد فوق بستگی ندارد.

۷۳. یخچال نفتی بر اساس کدام فرآیند کار می‌کند؟

(۱) تبخیر و میعان آمونیاک

(۲) تراکم و انبساط تدریجی آمونیاک

(۳) تراکم و انبساط ناگهانی آمونیاک

(۴) جذب و دفع آمونیاک در آب

۷۴. برای معین نمودن انحراف محلولهای مایع غیر ایده آل از محلولهای ایده آل لازم است حالت‌های استاندارد را

مشخص نمود. حالت استاندارد برای مایعات عبارتست از :

(۱) مایع خالص در فشار یک اتمسفر

(۲) مایع خالص در فشار سیستم

(۳) مایع خالص در فشار بخار مربوطه

(۴) هر سه مورد صحیح است.



۱. پاسخ ۴ صحیح است. در فرآیند فشار  $Q = \Delta H$  است.

۲. پاسخ ۳ صحیح است.

۳. پاسخ ۲ صحیح است. برای گاز ایده آل در مورد انرژی درونی داریم  $\Delta u = C_v dT$  همانطور که در فرمول پیداست تنها تابع دما است.

۴. پاسخ ۴ صحیح است.

$$m_1 H_1 + m_2 H_2 = m_e H_e + Q$$

$$m_1 + m_2 = m_e \Rightarrow 1 + 3 = 4$$

$$1 \times 45 + 3 \times 1000 = 4 \times 600 \Rightarrow 3450 = 2400 + Q$$

$$\Rightarrow Q = 3450 - 2400 = +1050$$

به دلیل مثبت بودن عدد، حرارت به محیط داده شده است.

۵. پاسخ ۳ صحیح است.

$$p(V - b) = RT, W = \int_{V_1}^{V_2} p dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{RT}{V - b} dV = RT \ln \frac{V_2 - b}{V_1 - b}$$

۶. پاسخ ۲ صحیح است.

$$\ln \phi \left( \frac{f}{p} \right) = \int_0^p \frac{(z - 1)}{p} dp = - \frac{1}{RT} \int_0^p (V' - V) dp$$

$$\ln \phi = - \frac{1}{RT} \int_0^p \left( \frac{RT}{p} - V \right) dp$$

$$P(V - b) = RT \Rightarrow V - b = \frac{RT}{P} \Rightarrow V = \frac{RT}{P} + b$$

$$\ln \phi = - \frac{1}{RT} \int_0^p b dp = \frac{bp}{RT} \Rightarrow \phi = \frac{f}{p} = e^{\frac{bp}{RT}}$$

۷. پاسخ ۱ صحیح است. با توجه به اینکه واکنش گرمازا است با افزایش دما تعادل به سمت چپ می رود و تولید گاز کاهش می یابد.

۸. پاسخ ۲ صحیح است.

۹. پاسخ ۱ صحیح است.

۱۰. -

۱۱. پاسخ ۱ صحیح است: میزان رطوبت هوا به صورت نسبی بیان می شود.

$$R_s = \frac{P_V}{P^*}$$

۱۲. پاسخ ۳ صحیح است. طبق قانون اول  $\Delta u = Q - W$  و طبق قانون دوم  $Q = Tds$  و از ترکیب این دو قانون  $\Delta u = Tds - Pdv$  (توجه شود  $w \approx PdV$ )

۱۳. پاسخ ۴ صحیح است.

۱۴. پاسخ ۱ صحیح است  $\Delta S_T = \Delta S_s + \Delta S \geq 0$

۱۵. پاسخ ۳ صحیح است.

۱۶. پاسخ ۲ صحیح است.

۱۷. پاسخ ۳ صحیح است.

۱۸. پاسخ ۳ صحیح است.

۱۹. -

۲۰. پاسخ ۲ صحیح است. توجه کنید پاسخ ۱ مربوط به اصل صفرم ترمودینامیک است .

۲۱. پاسخ ۱ صحیح است .

$$W = -nRT \ln \frac{V_1}{V_2} \text{ or } -nRT \ln \frac{P_2}{P_1}$$

و در فرآیند دما ثابت  $Q=W$  است.

۲۲. پاسخ ۲ صحیح است .

$$\bar{M} = \sum x_i M_i \Rightarrow \bar{M} = X_1 M_1 + X_2 M_2$$

$$\bar{M} = 0/5 \times 30 + 0/5 \times 44 = 37$$

$$R = \frac{8/314Kj}{Kmol^\circ K} \bigg| \frac{1Kmol}{37Kg} = 0/225$$

۲۳. پاسخ ۳ صحیح است .

$$Q = mC_p(T_2 - T_1)$$

$$Q = 2/25 \times 2 \times (-260) = -1170$$

۲۴. پاسخ ۲ صحیح است .

$$W = \Delta H \times m \Rightarrow -0/4 \times 115 = -46$$

$$Q = mC_p\Delta T \text{ پاسخ ۱ صحیح است.}$$

با توجه به شرایط مسأله می توان مقدار Q و  $\Delta H$  را برابر دانست .

۲۶. پاسخ ۴ صحیح است. این شرایط مانند حالت ایزوبار  $Q=\Delta H$  می باشد .

$$Q=n\Delta H \Rightarrow 2 \times 40/7 = 81/4$$

$$\Delta S_{sur} = -\frac{Q}{T} = \frac{-\frac{81}{4}}{373} = -218$$

دما بر حسب  $^{\circ}K$  است .

۲۷. پاسخ ۳ صحیح است. البته بهتر است C را ظرفیت گرمایی بیان کنیم .

$$n = 1 - \frac{T_c}{T_H} \text{ پاسخ ۲ صحیح است. بازده ایی برابر با } \frac{T_c}{T_H}$$

$$T_c = 20 + 273 = 293 \quad , T_H = 540 + 273 = 813$$

$$n = 1 - \frac{293}{813} = 0/64 \times 100 = \%64$$

۲۹. پاسخ ۲ صحیح است

۳۰. پاسخ ۴ صحیح است. با توجه به تعاریف قانون دوم به خصوص بیان بلانگ همه موارد صحیح است .

۳۱. پاسخ صحیح ۱ است. عکس این گزینه صحیح است .

۳۲. پاسخ ۱ صحیح است.  $PV = ZRT = Z = \frac{PV}{RT}$  تراکم پذیری تابع دما و فشار است و در فشار صفر تمام

گازها به صورت ایده آل در می آیند و در گاز ایده آل  $Z=1$  می باشد.

۳۳. پاسخ ۴ صحیح است. با اضافه کردن هر جزء تعادل کاملاً بر هم می خورد.

۳۴. پاسخ ۲ صحیح است

۳۵. پاسخ ۱ صحیح است. با توجه به اینکه K و  $\beta$  عکس یکدیگرند با عکس کردن یکی هر دو تقریباً برابر

می شوند.

$$\beta = -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_{T=cte} \quad K = - \left. \frac{dP}{dV/V} \right|_{T=cte}$$

۳۶. پاسخ ۲ صحیح است.

$$\Delta H = \frac{1650}{0.4 \times 2} = 2062.5$$

۳۷. پاسخ ۴ صحیح است. بسته به شرایط اولیه ممکن است مقدار مایع یا بخار زیاد یا کم شود اما با توجه به

شرط حجم مخصوص می توان گزینه ۴ را انتخاب کرد.

۳۸. پاسخ ۳ صحیح است.

۳۹. پاسخ ۱ صحیح است. نحوه ارائه دیگر این معادله به صورت  $\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta H}{T \Delta V}$  است

۴۰. پاسخ ۴ صحیح است.

$$\Delta H = -393/15 - (-282/99) = -110/16$$

۴۱. پاسخ ۱ صحیح است.

۴۲. پاسخ ۳ صحیح است.

۴۳. پاسخ ۱ صحیح است. سیستم بسته سیستمی است که تنها تبادل جرم دارد.

۴۴. پاسخ ۲ صحیح است. اصل صفر ترمودینامیک اصل تبادل حرارتی است که طبق آن اگر سیستم A, B و

همچنین C, A در تعادل گرمایی باشند. آنگاه C, B نیز در تعادل گرمایی اند.

۴۵. پاسخ ۱ صحیح است. برای حل این انتگرال لازم است ابتدا D۱ و D۲ را بیابیم برای یافتن D۱ و D۲ به این

صورت عمل می کنیم.

$$w \int_{D_1}^{D_2} P dV$$

$$P_1 = \alpha D_1^2 \Rightarrow 200 \times 10^3 = \alpha \times 0.5 V^2$$

$$\Rightarrow \alpha = 602815 \frac{pa}{m}$$

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{\pi D_1^3}{6} \Rightarrow 0/1 = \frac{\pi D_1^3}{6} \Rightarrow D_1 = 0/57$$

و برای  $D_2$  نیز به همین صورت عمل می‌کنیم.

$$w \int_{0/57}^1 (602815D^2) \left(\frac{\pi}{2}D^2\right) dp \Rightarrow 175000J (D_2 \approx 1)$$

۴۶. پاسخ ۳ صحیح است. افزایش CP در اثر حرارت بسیار زیاد است.

۴۷. سوال اشکال دارد.

۴۸. پاسخ ۴ صحیح است با توجه به رابطه حجم و سطح مقطع داریم

۴۹. پاسخ ۴ صحیح است.

۵۰. پاسخ ۱ صحیح است چون مخزن صلب و ایزوله است هیچ انتقالی ندارد.

$$m_1 h_1 = m_2 u_2 \rightarrow h_1 = u_2$$

۵۱. پاسخ ۱ صحیح است

$$Q = mC_p \Delta T \Rightarrow Q = mC_p(T_2 - T_1)$$

$$1/6 = 0/25 \times 1 \times (T_2 - 15)$$

$$1/6 = 0/25T_2 - 3/75 \Rightarrow 5/35 = 0/25T_2 \Rightarrow T_2 = 21/4$$

۵۲. پاسخ ۴ صحیح است. قانون اول  $\Delta u = Q - w$

قانون اول به صورت انتگرالی در سیستم چرخه ای  $\int dQ = \int dw$

۵۳. پاسخ ۲ صحیح است.

$$-20 + 4 - 5 + 12 = 10 - 14 + w_3 \Rightarrow w_3 = -5kJ$$

۵۴. پاسخ ۲ صحیح است.

$$C_v = \frac{R}{\alpha - 1} \rightarrow 0/028 = \frac{R}{1/4 - 1} \Rightarrow R = 0/012$$

$$C_v = \frac{R}{n - 1} \rightarrow C_v = \frac{0/012}{1/2 - 1} = 0/056$$

۵۵. پاسخ ۴ صحیح است. طبق فرآیند حجم ثابت

$$du = dQ = C_v dT$$

$$\Delta u = Q = \int C_v dT$$

۵۶. پاسخ ۳ صحیح است.

۵۷. پاسخ ۱ صحیح است. حتمأدر فرآیند آدیاباتیک  $\Delta S$  می تواند ثابت باشد به شرطی که شرایط برگشت پذیری در آن اعمال شود.

۵۸. پاسخ ۲ صحیح است. توجه داشته باشید در مورد گاز حقیقی هر دو احتمال وجود دارد نه گاز ایده آل

۵۹. پاسخ ۲ صحیح است. درصد وزنی و مولی هیچ گاه برابر نیست.

۶۰. پاسخ ۱ صحیح است. توجه شود آنتروپی فقط در فرآیند آدیاباتیک برگشت پذیر می تواند به صفر نزدیک شود.

۶۱. پاسخ ۴ صحیح است. در فرآیند فشار ثابت  $w = 0, Q = \Delta H$  است

۶۲. پاسخ ۱ صحیح است. فرم کلی معادله کلایرون به صورت  $\frac{dp}{dT} = P \frac{\Delta H}{RT^2}$  می باشد.

۶۳. پاسخ ۲ صحیح است. با توجه فرمول آنتروپی در دما ثابت داریم  $T = cte = \Delta S = -Rh \ln \frac{P_2}{P_1}$  توجه

داشته باشید در انبساط یا تراکم هم دمای گاز ایده آل میزان آنتروپی مستقل از جنس گاز است.

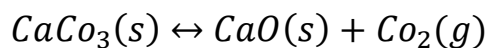
۶۴. پاسخ ۳ صحیح است. طبق نابرابری کلایروس محیط  $S_{Tot} = S_s + S$  با توجه به این مطلب تنها آنتروپی کل از آنتروپی سیستم نامبرده شده است.

۶۵. پاسخ ۳ صحیح است. با توجه به رابطه  $RT d \ln f_i = V_i dp(T)$  فوگاسیته یک گاز تابع (PVT) بوده و مقادیر آن می تواند بزرگتر یا کوچکتر از واحد باشد.

۶۶. پاسخ ۲ صحیح است. با توجه به رابطه آن کاملاً مشخص است.

$$\ln \gamma_i = \left[ \frac{\partial \left( \frac{nG^E}{RT} \right)}{\partial n_i} \right]_{T,P,n_j} \Rightarrow \frac{G^E}{RT} = \sum x_i \ln \gamma_i$$

۶۷. پاسخ ۱ صحیح است.



$$F = 2 - \pi + N - r$$

۶۸. پاسخ ۳ صحیح است. در سیکل رانگین بیشترین برگشت ناپذیری مربوط به گرم کردن آب قبل تبخیر است که مربوط به دیگ بخار است.
۶۹. پاسخ ۱ صحیح است. در فرآیند گاز ایده آل چون دما تغییر نمی کند پس ضریب ژول تامسون صفر است.
۷۰. پاسخ ۱ صحیح است.
۷۱. پاسخ ۱ صحیح است.
۷۲. پاسخ ۳ صحیح است. نیروگاههای گازی از چرخه برایتون استفاده می کند که به دلیل انرژی بالا در دمای بالا و فشار بالا بازدهی بیشتری دارد.
۷۳. پاسخ ۴ صحیح است.
۷۴. پاسخ ۱ صحیح است.

۱. معادلات پیوستگی برای سیال تراکم ناپذیر به کدام صورت بیان می‌شود؟

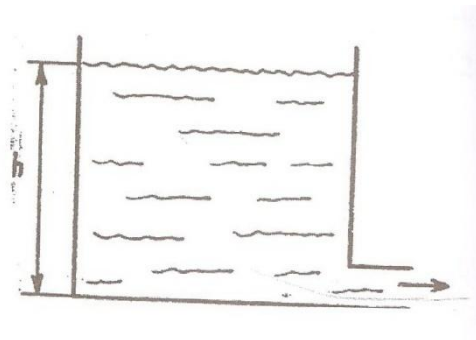
(۱)  $\nabla_p = 0$  (۲)  $\nabla_u = 0$

(۳)  $\nabla_p^2 = 0$  (۴)  $\nabla_u^2 = 0$

۲. اگر وزن ۷/۵ متر مکعب از یک ماده ۴۲Kn باشد، جرم مخصوص این ماده چند کیلو گرم بر متر مکعب است؟

(۱) ۰/۱۰۷ (۲) ۳۲/۱ (۳) ۵۴۸/۸ (۴) ۵۷۱

۳. در شکل مقابل سرعت خروجی سیال از تانک برابر است با :



(۱)  $\sqrt{2gh}$  (۲)  $2\sqrt{g_c h}$

(۳)  $\sqrt{2g_c h}$  (۴)  $g_c \sqrt{2h}$

۴. عدد رینولدز برای جریان درون لوله با کدام رابطه تعیین می‌شود؟

(۱)  $\frac{VD\mu}{\rho}$  (۲)  $\frac{\rho VD}{\mu}$  (۳)  $\frac{VD}{\mu}$  (۴)  $\frac{\mu}{\rho VD}$

۵. توزیع سرعت در سیال تراکم پذیر و نیوتنی در یک کانال استوانه ای از رابطه  $V_2 = 6[1 - (r/R)^2]$

تبعیت می‌کند. اگر ویسکوزیته سیال  $\mu$  باشد مقدار نیروی وارد شده بر دیوار کانال در واحد طول چند N می‌باشد؟

(۱)  $24 \times 10^{-3}$  (۲)  $48\pi \times 10^{-3}$  (۳)  $48\pi$  (۴) 0

۶. کسر حجمی یک بستر پر شده برابر ۰/۶ می‌باشد. اگر کسر حجمی ۲۰٪ نسبت به حالت اولیه افزایش یابد،

طول بستر چند برابر می‌شود؟

(۱) ۷ (۲)  $\frac{1}{7}$  (۳) ۲ (۴)  $\frac{1}{2}$



۷. پمپی در بالای تانک آب با فاصله ۶ متر تعبیه شده است. اگر فشار بخار آب ۲ متر و تلفات بخش مکش ۵ متر باشد، حداقل فشار بخش مکش چند متر بایستی باشد تا کاویتاسیون رخ ندهد؟

(۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۹ (۴) ۱۳

۸. معادله برنولی (Bernoulli equation) در واقع:

(۱) همان قانون ترمودینامیک برای سیال قابل تراکم است.

(۲) همان قانون اول ترمودینامیک برای سیال غیر قابل تراکم است.

(۳) هیچ ربطی به قانون اول ترمودینامیک ندارد.

(۴) همان قانون اول ترمودینامیک است. ولی نوع سیال اهمیتی ندارد.

۹. از بی بعد کردن کدامیک از موارد زیر می توان عدد بدون بعد رینولدز (Reynolds number) را بدست آورد.

(۱) ناویر استوکس (Navier stokes)

(۲) روش باکینگهام (Buckingham Method)

(۳) ون کارمن (von karman)

(۴) هیچکدام

۱۰. کدامیک از موارد زیر صحیح است.

(۱) ضریب اصطکاک داری همان ضریب اصطکاک fanning است.

(۲) ضریب اصطکاک fanning همان ضریب اصطکاک skin است.

(۳) ضریب اصطکاک داری همان ضریب اصطکاک skin است.

(۴) هیچکدام از موارد فوق

۱۱. کدامیک از فرض های زیر در قانون Hagen- poiseuille درست نیست.

(۱) جریان باید لمینار (laminar) باشد. (۲) p باید ثابت باشد.

(۳) جریان باید حالت steady- state داشته باشد. (۴) سیال باید غیر نیوتنی باشد.

۱۲. در سیالات نیوتونی (Newtonian Fluid) با افزایش تنش برشی، ویسکوزیته

(۱) کاهش پیدا می کند. (۲) افزایش پیدا می کند.

(۳) ثابت می ماند. (۴) نمی توان اظهار نظر کرد.

۱۳. ویسکوزیته مایعات با افزایش درجه حرارت

- (۱) کاهش پیدا می کند.  
(۲) ثابت می ماند.  
(۳) افزایش پیدا می کند.  
(۴) بستگی به نوع مایع دارد.

۱۴. سیال ماده ای است که :

- (۱) به طور دائم منبسط می شود تا ظرفی را پر کند.  
(۲) نمی تواند تابع نیروهای برشی باشد.  
(۳) تحت تأثیر برشی نمی تواند در حالت سکون باقی بماند.  
(۴) عملاً تراکم ناپذیر است.

۱۵. مرکز فشار...

- (۱) در مرکز ثقل سطح غوطه ور قرار دارد.  
(۲) بستگی به موقعیت سطح دارد.  
(۳) نقطه ای بر روی خط اثر نیروی برآیند می باشد.  
(۴) همیشه در بالای مرکز ثقل سطح واقع است.

۱۶. مانومتر وسیله ای است برای اندازه گیری :

- (۱) دما (۲) فشار (۳) لزجت (۴) هیچکدام

۱۷. فشار در اثر کدامیک از عوامل زیر می تواند تغییر کند.

- (۱) نیروی ثقل و شتاب حرکت سیال  
(۲) نیروی ثقل و مقاومت اصطکاکی  
(۳) نیروی ثقل، مقاومت اصطکاکی و شتاب حرکت سیال  
(۴) مقاومت اصطکاکی و شتاب حرکت سیال

۱۸. اگر مایعی به طور یکنواخت در جهت افقی شتاب داده شود، سطح آزاد مایع با سطح افق زاویه ۲۰ درجه می سازد، شتاب این مایع چند متر بر مجذور ثانیه است.

- (۱) ۳/۵۶ (۲) ۴/۱۷ (۳) ۸/۹۴ (۴) ۱۸

۱۹. جریان پایدار (دائم) هنگامی اتفاق می افتد که:

- (۱) شرایط در هیچ نقطه ای نسبت به زمان تغییر نکند.

(۲) شرایط نقاط مجاور در هر زمان یکسان باشد.

(۳) تغییرات سرعت نسبت به زمان، ثابت باشد.

(۴) تغییرات نسبت به فاصله، ثابت باشد.

۲۰. آب با سرعت ۵ متر بر ثانیه و فشار ۳۵ کیلو پاسکال وارد یک زانوی ۹۰ درجه به قطر ۳۰ سانتیمتر می‌شود.

نیروی وارد بر زانو در راستای حرکت آب برابر چند نیوتن خواهد بود.

(۱) ۴۲۴۱ - (۲) ۱۷۶۸ - (۳) ۱۷۶۸ (۴) ۴۲۴۱

۲۱. توزیع سرعت برای جریان سیال درون یک لوله :

(۱) در تمام سطح مقطع ثابت است.

(۲) در جداره صفر و به طرف مرکز به طور سهوی افزایش می‌یابد.

(۳) در دیواره ماکزیمم مقدار را داراست.

(۴) در جداره صفر و به طرف مرکز به طور خطی افزایش می‌یابد.

۲۲. برای جریان سیال تراکم ناپذیر درون لوله هنگامی که زبری سطح درون لوله افزایش می‌یابد. ضریب

اصطکاک:

(۱) کاهش می‌یابد (۲) افزایش می‌یابد.

(۳) تغییر نمی‌کند (۴) نمی‌توان تعیین کرد.

۲۳. در داخل لوله ای یکبار جریان توسعه یافته آرام و بار دیگر جریان توسعه یافته در هم داریم. چنانچه سرعت

مرکز لوله در هر دو حالت یکسان باشد. کدام گزینه درست است.

(۱) دبی جریان رژیم آرام است.

(۲) دبی جریان رژیم در هم، مساوی رژیم آرام است.

(۳) دبی جریان رژیم در هم کمتر از رژیم آرام است.

(۴) دبی جریان به عوامل دیگر بستگی دارد.

۲۴. برای جریان رژیم آرام در لوله کدام گزینه درست است.

(۱) اگر عدد رینولدز کمتر از ۲۳۰۰ باشد، رژیم جریان آرام است.

(۲) اگر عدد رینولدز بیشتر از ۲۳۰۰ باشد، رژیم جریان آرام است.

(۳) افت فشار و دبی جرمی یکسان باشند.

(۴) موارد ۱ و ۳ درست است.

۲۵. برای یک سیال جاری در درون دو لوله موازی با طول مساوی که به یکدیگر متصل شده‌اند، کدامیک از شرایط زیر برقرار است.

(۱) افت فشار و دبی جرمی دو لوله یکسان.

(۲) افت فشار و دبی جرمی کل برابر مجموع افت فشار دو لوله و مجموع دبی جرمی لوله‌هاست.

(۳) افت فشار دو خط لوله مساوی است و دبی جرمی برابر دبی جرمی خط لوله‌هاست.

(۴) افت فشار کل برابر مجموع افت فشار دو خط لوله و دبی جرمی کل برابر دبی جرمی هر یک از لوله‌هاست.

۲۶. آیا سیالی وجود دارد که لزجت نداشته باشد؟

(۱) بلی، حرکت سیال روی صفحه تخت صاف

(۲) خیر، ولی حالت حرکت سیال روی صفحه تخت صاف در ضخامت لایه مرزی هیدرودینامیکی بصورت بدون لزجت است.

(۳) خیر، ولی حالت حرکت سیال روی صفحه تخت صاف در ضخامت لایه مرزی حرارتی بدون لزجت است.

(۴) خیر، ولی حالت حرکت سیال روی صفحه تخت صاف خارج از ضخامت لایه مرزی هیدرودینامیکی بدون لزجت است.

۲۷. در چه حالتی سیال وقتی وارد لوله موئینه شود تشکیل سطح مقعر می‌دهد؟

(۱) وقتی که مایع در لوله پایین رود و نیروی چسبندگی بیشتر از نیروی پیوستگی باشد.

(۲) وقتی که مایع در لوله بالا رود و نیروی چسبندگی بیشتر از نیروی پیوستگی باشد.

(۳) وقتی که مایع در لوله پایین رود و نیروی پیوستگی بیشتر از نیروی چسبندگی باشد.

(۴) وقتی که مایع در لوله بالا رود و نیروی پیوستگی بیشتر از نیروی چسبندگی باشد.

۲۸. جهت جریان در داخل لوله با سطح مقطع ثابت چگونه مشخص می‌شود؟ (از افت اصطکاکی در طول صرف نظر کنید)

(۱) با استفاده از تراز هیدرولیکی

(۲) با استفاده از تنش برشی

(۳) با استفاده از پرش هیدرولیکی

(۴) با استفاده از تنش برشی ثابت در مقطع ثابت

۲۹. مفهوم خطوط جریان برای ... قابل استفاده است.

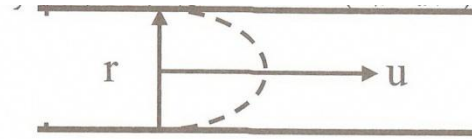
(۲) برای جریان آرام

(۱) هر جریان سیال

(۴) برای جریان غیر چرخشی

(۳) برای سیال ایده آل

۳۰. روغن در داخل لوله زیر به قطر  $0.04 \text{ m}$  در حرکت است و توزیع سرعت به صورت  $x = (0.6 - 57^2)$  می باشد دبی حرکت آرام چگونه است؟



- (۱)  $0.0376 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$  (۲)  $0.7536 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$  (۳)  $0.3768 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$  (۴) هیچکدام

۳۱. طول معادل یک شیر توپی ( $k=10$ ) در یک خط لوله ( $f=0.025$ ) چند برابر قطر لوله است.

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۴۰۰ (۴) ۸۰۰

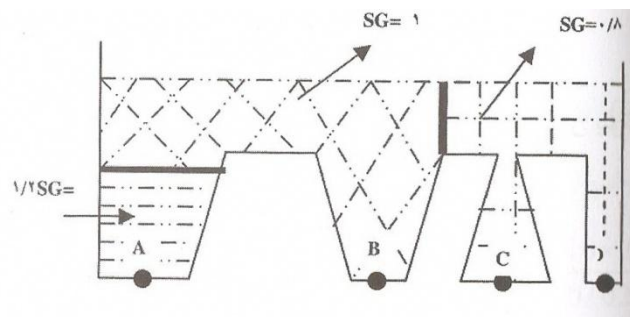
۳۲. صعود موئینگی یک مایع بین دو صفحه نازک و موازی شیشه ای به فاصله  $t$  کدام است؟

- (۱)  $\frac{\sigma \cos \theta}{\gamma t}$  (۲)  $\frac{2\sigma \cos \theta}{\gamma t}$  (۳)  $\frac{4\sigma \cos \theta}{\gamma t}$  (۴)  $\frac{\sigma \cos \theta}{2\gamma t}$

۳۳. نیروی دراگ (Drag) وارده بر یک دودکش استوانه ای بلند ( $80 \text{ m}$ ) و قطر  $10 \text{ m}$  بر حسب نیوتن کدام است؟

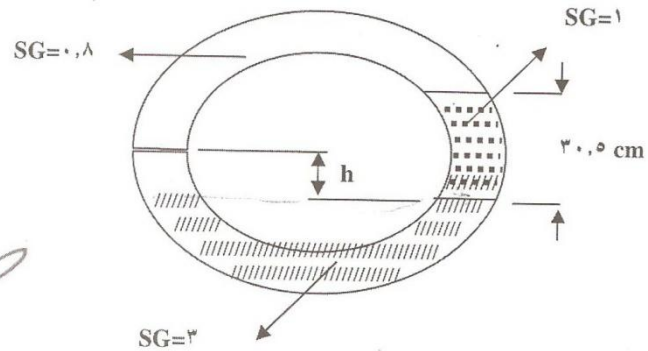
- (۱) ۱۸۴۸۹ (۲) ۱۸۴۸ (۳) ۹۲/۵ (۴) ۱۸۴۸۹۲

۳۴. بر اساس شکل مقابل فشار در کدام نقاط باهم برابر است؟



- (۱)  $P_A = P_B$  (۲)  $P_B = P_C$  (۳)  $P_C = P_D$  (۴) هیچکدام

۳۵. در شکل زیر مقدار  $h$  چقدر است؟



- (۱)  $3/51 \text{ cm}$  (۲)  $2/77 \text{ cm}$  (۳)  $2/21 \text{ cm}$  (۴)  $4/15 \text{ cm}$

۳۶. یک بلوک سیمانی در هوا وزنی برابر  $300 \text{ N}$  دارد و در آب وزن آن  $120 \text{ N}$  است حجم این بلوک در واحد

$3 \text{ m}$  چقدر است؟ وزن مخصوص آب  $9806 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$  فرض شود.

- (۱)  $18/36 \times 10^{-3}$  (۲)  $21/2 \times 10^{-3}$  (۳)  $15/6 \times 10^{-3}$  (۴)  $16/85 \times 10^{-3}$

۳۷. وزن مخصوص بتن مسئله قبل در واحد  $\text{kN/m}^2$  چقدر است؟

- (۱)  $14/15$  (۲)  $16/34$  (۳)  $19/23$  (۴)  $17/8$

۳۸. ده لیتر از مایعی  $20$  نیوتن نیرو به سطح زمین وارد می کند. در صورتیکه شتاب جاذبه ماه  $1/67 \text{ m/s}^2$

باشد، نیروی وارد از طرف  $2/3$  از همین مایع روی سطح ماه برابر است با  $(N)$  :

- (۱)  $0/39$  (۲)  $0/78$  (۳)  $3/4$  (۴)  $4/6$

۳۹. لوله شیشه ای به قطر  $2 \text{ mm}$  در ظرف جیوه مطابق شکل قرار داده شده است. در صورتیکه دانسیته و کشش

سطحی جیوه به ترتیب  $13550 \text{ kg/m}^3$  و  $37/5 \times 10^{-2} \text{ N/m}$  باشد ارتفاع ستون جیوه برابر است

با  $(\text{mm})$  :

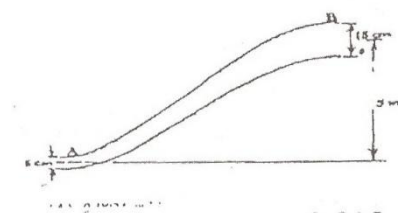


(۱)  $\frac{3}{4}$  (۲)  $-\frac{1}{6}$  (۳)  $\frac{4}{2}$  (۴)  $\frac{6}{4}$

۴۰. مخزن مکعبی شکل به ابعاد  $m^6$  تا نصف آب پر شده است. بقیه مخزن توسط روغن ( $SG=0.8$ ) پر می شود. نیروی وارده به دیواره عمودی مخزن برابر است با (kN) :

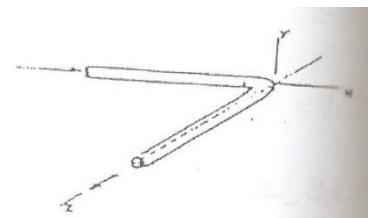
(۱) ۶۹۰ (۲) ۹۰۰ (۳) ۹۵۰ (۴)  $\frac{1}{0}$

۴۱. لوله خرطومی AB مطابق شکل زیر در صفحه قائم قرار دارد. فشار در نقاط A, B به ترتیب  $700 \text{ kPa}$  و  $664 \text{ kPa}$  است. در صورتیکه اصطکاک بین آب و لوله ناچیز باشد تخلیه حجمی آب در نقطه B برابر است با  $(m^3/s)$  :



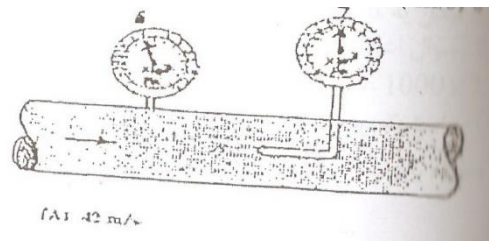
(۱)  $0.035$  (۲)  $0.064$  (۳)  $0.10$  (۴)  $0.18$

۴۲. در شکل زیر که آب با سرعت  $50 \text{ m/s}$  در لوله ای به قطر  $15 \text{ cm}$  جریان دارد. نیروی عکس العمل لوله روی در جهت Z در محل زانو برابر است با (Kn) :



(۱) -۴۴ (۲) -۳۳ (۳) ۱۴ (۴) ۴۴

۴۳. در صورتیکه دانسیته جریان هوا در لوله نشان داده شده  $\frac{kg}{m^3}$   $\frac{1}{15}$  باشد، سرعت هوا برابر است با  $(m/s)$  :



(۱) ۴۲ (۲) ۱۰۳ (۳) ۱۱۰ (۴) ۱۵۰

۴۴. آب با سرعت  $12 \text{ m/s}$  از روزنه ای که در عمق  $9 \text{ m}$  از سطح مخزن قرار گرفته خارج می شود. سطح مقطع روزنه و ضریب تخلیه آن به ترتیب  $2 \text{ m}$  و  $0.85$  قطر در محل vena contracta برابر با (cm) :

(۱)  $\frac{4}{2}$  (۲) ۲ (۳)  $0.941$  (۴)  $\frac{4}{8}$

۴۵. مدلی از یک زیر دریایی با مقیاس ۱/۲۰ ساخت شده برای شبیه سازی در آزمایشگاه در صورتیکه سرعت زیر دریایی ۶۵m/h باشد سرعت مدل برابر خواهد بود با (m/s) :

(۱) ۳۶۰ (۲) ۶۵۰ (۳) ۱۳۰ (۴) ۳۰۰

۴۶. متحرکی با سرعت ۱۷۰۰m/h در هوای ۲۰ درجه سانتی گراد حرکت می کند. عدد ماخ برای این متحرک برابرست با:

(۱) ۴/۹۵ (۲) ۳/۴۸ (۳) ۱/۳۸ (۴) ۰/۷۴

۴۷. مؤلفه عمودی برآیند نیروهای وارد بر سطح غوطه ور برابر است با :

(۱) وزن مایع هم حجم آن.

(۲) برآیند فشار وارد بر سطح.

(۳) وزن مایعی که در حجم بدست آمده از سطح و خطوط عمودی که از مرز سطح به سطح آزاد رسم شود.

(۴) نیرویی که از طرف مایع به تصویر افقی سطح وارد می شود.

۴۸. مؤلفه افقی برآیند نیروهای وارد بر سطح غوطه ور برابر است با:

(۱) برآیند نیروهایی که از طرف مایع به تصویر عمودی سطح وارد می شود.

(۲) فرآیند نیروهای فشاری که از طرف مایع به سطح وارد می شود.

(۳) نیرویی که در اثر لزجت مایع به سطح وارد می شود.

(۴) نیرویی که در اثر کشش سطحی به آن وارد می شود.

۴۹. سطح مایع در لوله های موئین از سطح آزاد مایع:

(۱) در هر صورتی بالاتر است وبا قطر رابطه مستقیم دارد.

(۲) بسته به نوع مایع ممکن است بالاتر یا پایین تر قرار گرفته و با قطر لوله موئین نسبت عکس دارد.

(۳) در هر صورت بالاتر قرار گرفته وبا قطر لوله نسبت عکس دارد.

(۴) بسته به نوع مایع ممکن است بالاتر یا پایین تر قرار گرفته وبا قطر لوله موئین نسبت مستقیم دارد.

۵۰. گل حفاری سیالی :

(۱) نیوتنی محسوب می شود.

(۲) غیر نیوتنی محسوب می شود.

(۳) بسته به دما ممکن است نیوتنی و یا غیر نیوتنی محسوب شود.

(۴) سیالی ایده آل محسوب می شود.



۵۱. برای افزایش فشار در سرعت‌های بالاتر از سرعت صوت از شیپوره ای که مقطع آن در جهت جریان ... استفاده می‌شود.

- (۱) افزایش می‌یابد. (۲) کاهش می‌یابد.  
(۳) ثابت می‌ماند. (۴) اول کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۵۲. خط اثر نیروی شناوری ...

- (۱) از مرکز ثقل هر جسم غوطه ور می‌گذرد  
(۲) از مرکز تصویر افقی جسم می‌گذرد.  
(۳) از مرکز حجم هر جسم شناور می‌گذرد.  
(۴) از مرکز حجم سیال جابجا شده می‌گذرد.

۵۳. معادلات اولر برای حرکت وقتی کاربرد دارد که:

- (۱) سیال تراکم پذیر باشد. (۲) ویسکوزیته ناچیز باشد.  
(۳) فشار قابل صرف‌نظر کردن باشد. (۴) نیروی اینرسی ناچیز باشد.

۵۴. جت آزاد آب با سرعت ۱۷ در جهت افقی (X) بر پره مسطح ساکن عمود بر آن برخورد می‌کند حال اگر پره با سرعت ۷ به سمت چپ حرکت کند. نیروی وارده بر پره در جهت X نسبت به حال اولیه چه وضعی دارد.

- (۱) هشت برابر (۲) مساوی (۳) چهار برابر (۴) دو برابر

۵۵. جدائی بوسیله کدام عامل ایجاد می‌شود؟

- (۱) ضخامت لایه مرزی به صفر کاهش می‌یابد.  
(۲) کاهش فشار تا حد فشار بخار  
(۳) یک گرادیان فشار معکوس  
(۴) کاهش گرادیان فشار تا حد فشار صفر

۵۶. شعاع هیدرولیکی یک کانال باز به عمق ۶۰ و پهنای ۳۰ متر برابر است با :

- (۱) ۲۰ (۲) ۵ (۳) ۱۰ (۴) ۴۰

۵۷. رفتار سیال تراکم پذیر را درون یک لوله به حالت ایزوترمال وقتی می‌توان بعنوان سیال تراکم ناپذیر در نظر گرفت که :

- (۱) سرعت آن مافوق صوت باشد.

۲) عدد ماخ آن برابر یک باشد.

۳) اختلاف فشار به فشار ورودی درون لوله کمتر از ۱ / ۰ باشد.

۴) عدد ماخ آن ۲ باشد.

۵۸. درجه حرارت یک گاز جاری درون لوله افقی در حالات آدیاباتیک با افزایش سرعت:

(۱) افزایش می یابد. (۲) تغییر نمی کند.

(۳) کاهش می یابد. (۳) با سرعت نسبتی ندارد.

۵۹. کمپرسورهای رفت و برگشتی برای ایجاد:

(۱) سرعت بالا بکار می روند. (۲) سرعت پایین بکار می روند.

(۳) در فشارهای پایین بکار می روند. (۴) فشارهای بالا بکار می روند.

۶۰. پمپ ها وقتی بصورت سری بسته می شوند که هدف:

(۱) افزایش هد و کاهش دبی باشد. (۲) افزایش دبی و کاهش هد باشد.

(۳) افزایش دبی و افزایش هد باشد. (۴) فقط افزایش هد باشد.

۶۱. در جریان دو فازی مایع - جامد وقتی که ذرات جامد قابل ته نشینی نباشند ویسکوزیته مایع چه وضعیتی دارد؟

(۱) کاهش می یابد. (۲) تغییر می کند.

(۳) تابعی از افت فشار می شود. (۴) تابعی از سرعت سیال می شود.

۶۲. جریان آرام در لوله برقرار است، اگر میزان جریان را ثابت نگه داریم و بطور همزمان قطر لوله را نصف و طول را دو برابر کنیم افت انرژی :

(۱) دو برابر می شود. (۲) هشت برابر می شود.

(۳) چهار برابر می شود. (۴) تغییری نمی کند.

۶۳. اگر عمل کاویتاسیون در پمپ اتفاق افتد در اینصورت:

(۱) دبی پمپ کم می شود. (۲) هد پمپ کاهش می یابد.

(۳) بر روی هد تأثیر نمی گذارد. (۴) دبی و هد هر دو کاهش می یابند.

۶۴. در حرکت درهم سیال درون لوله، ضریب اصطکاک (f) تابعی است از :

(۱) فقط عدد رینولدز. (۲) فقط زبری لوله

(۳) فقط عدد ماخ. (۴) عدد رینولدز و زبری لوله

۶۵. کدام عبارت در مورد حرکت سیال نیوتونی در داخل لوله افقی صحیح است؟

- (۱) توزیع تنش برشی و سرعت هر دو سهمی می‌باشند.
- (۲) توزیع تنش برشی خطی بوده و توزیع سرعت سهمی می‌باشد.
- (۳) توزیع تنش برشی و سرعت هر دو خطی می‌باشند.
- (۴) توزیع تنش برشی سهمی بوده و توزیع سرعت خطی می‌باشد.

۶۶. علت پایین بودن توان واقعی یک پمپ در مقایسه با توان حالت تئوریک چیست؟

- (۱) در نظر نگرفتن حالت دورانی سیال در روی پره، اصطکاک و اتلاف انرژی ناشی از تغییر جهت
- (۲) اتلاف انرژی ناشی از تبدیل انرژی الکتریکی به توان پمپ
- (۳) کمبود اطلاعات تئوریک پمپ
- (۴) در نظر نگرفتن حالت دو فازی پمپ

۱. پاسخ ۴ صحیح است. با استفاده از معادلات ناویر - استوکس و شرایط جریان تراکم ناپذیر تغییرات  $u$  صفر است یا به عبارتی  $\nabla_u^2 = 0$  است.

توجه داشته باشید عملگر  $\nabla^2$  به صورت زیر است.

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

۲. پاسخ ۱ صحیح است.

$$w = mg \Rightarrow 42 = m \times 9/801 \Rightarrow m = \frac{42}{9/801} = 4/281$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{4/281}{421/87} = 0/1014$$

$$V = 7/5 \times 7/5 \times 7/5 = 421/87$$

۳. پاسخ ۱ صحیح است. به طور کلی رابطه سرعت در مخازن سوراخ به صورت  $V = \sqrt{2gh}$  است و می‌توان آن را از معادله برنولی نیز بدست آورد.

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2$$

$$\frac{V_1^{-2}}{2g} = z_2 \Rightarrow (z_2 = h) \Rightarrow V^2 = 2gh \Rightarrow V = \sqrt{2gh}$$

۴. پاسخ ۲ صحیح است.

۵. پاسخ ۳ صحیح است.

۶. پاسخ ۴ صحیح است.

$$\frac{1-0/6}{0/2} = \frac{0/4}{0/2} = 2$$

$$NPsh = \frac{P_s - P_v}{\gamma} + Z_s + h_{fs}$$

$$NPsh = 0 \Rightarrow \frac{P_s}{\gamma} \geq h_{fs} - Z_s + \frac{PV}{\gamma}$$

$$\frac{PV}{\gamma} \geq 5 - [-6] + 2 \Rightarrow \frac{PV}{\gamma} \geq 13$$

۷. -

۸. پاسخ ۴ صحیح است. معادله برنولی از قانون اول و دوم بدست می‌آید و هم برای مایعات و هم برای گازها کاربرد دارد.

۹. پاسخ ۲ صحیح است. روش بی بعد کردن اعداد بدون بعد در سیالات روش باکینگهام است.

۱۰. پاسخ ۴ صحیح است.

۱۱. پاسخ ۴ صحیح است.

۱۲. پاسخ ۳ صحیح است. سیال نیوتنی سیالی با خواص ثابت است.

۱۳. پاسخ ۱ صحیح است.

۱۴. پاسخ ۳ صحیح است.

۱۵. پاسخ ۳ صحیح است.

۱۶. پاسخ ۲ صحیح است.

۱۷. پاسخ ۳ صحیح است.

۱۸. پاسخ ۱ صحیح است.

$$\tan \theta = \frac{bx}{by + g} \xrightarrow{by=0} \tan \theta = \frac{bx}{g} \Rightarrow bx = 9/8 \times \tan 20 = 3/55$$

۱۹. پاسخ ۱ صحیح است.

۲۰. پاسخ ۳ صحیح است.

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \Rightarrow A = \frac{3/14}{4} \times (0/3)^2 = 0/07065$$

$$F = PA + PV^2 A$$

$$F = 35 \times 0/0706 \times 1000 + 1000 \times (5)^2 \times 0/0706 \approx 4240$$

۲۱. پاسخ ۲ صحیح است.

۲۲. پاسخ ۲ صحیح است.

۲۳. پاسخ ۳ صحیح است.

۲۴. پاسخ ۱ صحیح است.

۲۵. پاسخ ۴ صحیح است.

۲۶. پاسخ ۲ صحیح است.

۲۷. پاسخ ۲ صحیح است.

۲۸. پاسخ ۱ صحیح است چون مقطع ثابت است سرعت نیز ثابت است پس با تراز هیدرولیکی می توان جهت جریان را مشخص کرد.

۲۹. پاسخ ۱ صحیح است. برای هر جریانی می توان از خطوط جریان استفاده کرد و خطوط را فرض کرد.

۳۰. پاسخ ۱ صحیح است.

$$r = 0 \Rightarrow u = 0/6$$

$$r = 0/2 \Rightarrow u = 0$$

$$\bar{u} = \frac{0/6 + 0}{2} = 0/3$$

$$Q = \bar{u} \cdot A = 0/3 \times \frac{21}{4} \times 0/4^2 = 0/037$$

۳۱. پاسخ ۳ صحیح است.

$$(Le) = \frac{KD}{f} = \frac{10 \times D}{0/025}$$

$$\frac{Le}{D} = 400$$

۳۲. پاسخ ۲ صحیح است. موئینگی بین دو صفحه با فاصله  $t$  برابر خواهد شد با :

$$h = \frac{2\sigma \cos\theta}{\rho g t} = \frac{2\sigma \cos\theta}{\gamma t}$$

۳۳. پاسخ ۴ صحیح است.

$$F = \frac{\rho x^2}{2} LC_D \Rightarrow \frac{1/226 \times (33/2)^2}{2} \times 0/34 \times 80 \times 10 = 184892$$

۳۴. پاسخ ۳ صحیح است. تنها در این حالت سیال در دو مقطع از یک نوع سیال است و اختلاف ارتفاع آنها صفر است.

۳۵. پاسخ ۳ صحیح است.

$$P_A = -\gamma_1 \times 0/305 + \gamma_2 \times 0/305 - h + h \times \gamma_3 - P_B$$

$$P_A - P_B = 100 \times 9/806 \times 0/305 - 800 \times 9/806 \times (0/305 - h)$$

$$-3000 \times 9/806 \times h$$

$$+2990/83 - 7844/8(0/305 - h) - 29418$$

$$= 2990/83 - 2392/6 - 7844/8h$$

$$-29418h = 598/2 = 37262/8h = 0/0216 = 2/16$$

۳۶. پاسخ ۱ صحیح است.

$$300 = 120 + 9806V \Rightarrow 300 - 120 = 9806V \Rightarrow \\ 180 = 9806V \Rightarrow V = \frac{180}{9806} = 0/01836 = 18/36 \times 10^{-3}$$

۳۷. پاسخ ۲ صحیح است.

$$(\gamma) = \frac{W}{V} = pg = \frac{300}{18/36 \times 10^{-3}} = 16330 \frac{N}{m^3}$$

وزن مخصوص

$$16330 \div 1000 = 16/33 \frac{KN}{m^3}$$

۳۸. پاسخ ۲ صحیح است.

$$F = P.A = PgV \\ \frac{F_1}{F_2} = \frac{V_1 g_1}{V_2 g_2} = \frac{20}{F_2} = \frac{10 \times 9/8}{2/3 \times 1/67} \Rightarrow F_2 = 0/78$$

۳۹. پاسخ ۱ صحیح است.

$$h = \frac{2\sigma \cos \theta}{\gamma^2} \Rightarrow h = \frac{2 \times 3/75 \times 10^{-2} \times \cos 40}{13550 \times 9/81 \times 0/001} = 4/32 \times 10^{-3} m \\ 4/32 \times 10^{-3} \times 1000 = 4/32 mm$$

با تبدیل به mm داریم

۴۰. سؤال اشکال دارد پاسخ صحیح وجود ندارد.

$$0/8 \times 3 = 1000 \times 3$$

۴۱. پاسخ ۳ صحیح است.

$$\frac{\Delta D}{\gamma} = \frac{DV^{-2}}{2g} + \Delta Z \quad \text{معادله برنولی}$$

$$\left. \begin{aligned} u &= \frac{Q}{A} \\ A &= \frac{\pi d^2}{4} \end{aligned} \right\} \Rightarrow V^{-2} = \left( \frac{4Q}{\pi d^2} \right) \Rightarrow \left. \begin{aligned} \Delta p &= 36 kPa \\ \gamma &= 9800 \\ g &= 10 \\ \Delta Z & \end{aligned} \right\} = 5 \Rightarrow Q = 0/01$$

۴۲. پاسخ ۱ صحیح است.

$$\frac{\pi}{4} D^2 \times p \times V$$

$$\frac{3/14}{4} \times 0/15^2 \times 1000 \times (50) = 44000 = 44\text{kN}$$

۴۳. متأسفانه اعداد داده شده بر روی شکل کاملاً ناخوانا می باشد.

۴۴. پاسخ ۱ صحیح است.

۴۵. پاسخ ۱ صحیح است.

۴۶. پاسخ ۳ صحیح است.

$$Re_m = Re_p \Rightarrow \frac{u_m d_m}{V_m} = \frac{u_p d_p}{V_p}$$

$$\Rightarrow u_m d_m = u_p d_p \Rightarrow 1 \times u_m = 65 \times 20 \Rightarrow u_m = 1302 \frac{km}{h}$$

$$\Rightarrow 361/7 \frac{m}{s}$$

سرعت صوت برابر  $343 \frac{m}{s}$  می باشد. عدد ماخ برابر است با  $M = \frac{V}{c}$

$$V = \frac{1700km}{hr} \left| \frac{1000m}{1km} \right| \frac{1 hr}{3600s} = 472/2 m/s$$

$$M = \frac{472/2}{343} = 1/38$$

۴۷. پاسخ ۱ صحیح است.

۴۸. پاسخ ۱ صحیح است.

۴۹. پاسخ ۲ صحیح است.

۵۰. پاسخ ۲ صحیح است.

۵۱. پاسخ ۲ صحیح است.

۵۲. پاسخ ۴ صحیح است. نیروی شناوری از مرکز حجم سیال جابه جا شده می گذرد یا به عبارتی مرکز حجم،

حجم سیال جابه جا شده مرکز شناوری است.

۵۳. پاسخ ۲ صحیح است.

۵۴. پاسخ ۲ صحیح است.

$$F = mV = \rho V^2 A \quad V_j = V_i \quad V_2 = V_j - (-V_j) = 2V_j$$

$$A_1 = A_2 \quad \frac{F_2}{F_1} = \left( \frac{V_2}{V_1} \right) = \left( \frac{2V_j}{V_j} \right) = 4$$



۵۵. پاسخ ۳ صحیح است. طبق این پدیده، فشار لایه مرزی زیاد می‌شود و باعث به عقب رانده شدن ذرات می‌گردد که پس از ضخیم شدن لایه و زیاد شدن فشار مسیر ذرات معکوس می‌شود یا به عبارتی فشار معکوس رخ می‌دهد.

۵۶. پاسخ ۲ صحیح است.

$$A: 1800 = 30 \times 60 = \text{عرض} \times \text{طول} = \text{مساحت}$$

$$P: 180 = (90 - 2) \times \text{عرض} + \text{طول} = \text{محیط}$$

$$R_H = \frac{A}{p}$$
$$R_H = \frac{1800}{180} = 10$$

۵۷. پاسخ ۳ صحیح است. گزینه ۱ و ۲ و ۴ هر سه یک مفهوم را می‌رساند سرعت مافوق صوت تنها در عدد ماخ بزرگتر از یک رخ می‌دهد.

۵۸. پاسخ ۳ صحیح است.

۵۹. پاسخ ۴ صحیح است.

۶۰. پاسخ ۴ صحیح است، هدف از سری بستن پمپ افزایش هد در دبی مشخص است و هدف از موازی بستن افزایش دبی در هد مشخص است.

۶۱. پاسخ ۱ صحیح است. البته می‌توان گفت تابعی از سرعت سیال و افت فشار می‌گردد اما به نظر پاسخ ۱ کلی‌تر و کامل‌تر است.

۶۲. پاسخ ۳ صحیح است. در جریان آرام رابطه سرعت مستقیم با توان ۱ و رابطه قطر معکوس و مربع است.

۶۳. پاسخ ۴ صحیح است. کاویتاسیون باعث افت دبی، افت هد و افت راندمان پمپ می‌شود.

۶۴. پاسخ ۲ صحیح است. ضریب اصطکاک در جریان آرام تابع رینولدز و زبری نسبی است ولی در جریان درهم (کاملاً درهم) فقط تابع زبری نسبی است.

۶۵. پاسخ ۳ صحیح است.

۶۶. پاسخ ۱ صحیح است.