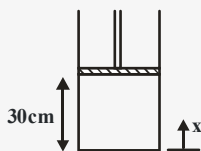




حرارت و سیالات

۱- سیلندر پیستونی با سطح مقطع 100cm^2 محتوی هوا در فشار 300kPa و ارتفاع پیستون در این حالت برابر 30cm می باشد. با حرارت دادن فشار هوا به 500kPa 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) 2kJ

(۳) $1/6\text{kJ}$

(۴) 2J

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؟

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

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

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

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



۵ - یک مخزن خالی که جداره آن عایق است، توسط یک شیر به خط اصلی بخار داغ با فشار ۷MPa و دمای ۲۵°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°C (۲) ۶۵۳°C (۳) ۳۱۲°C (۴) ۴۵°C

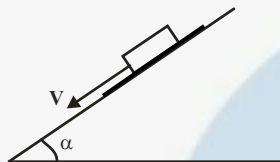
۶ - فشار گاز ایده‌آلی را از شرایط اولیه T_1 و P_1 تا فشار ثانویه P_2 در یک سیستم بسته کاهش می‌دهیم. کدام یک از گزینه‌های زیر در رابطه با این فرآیند صحیح است؟

(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؟

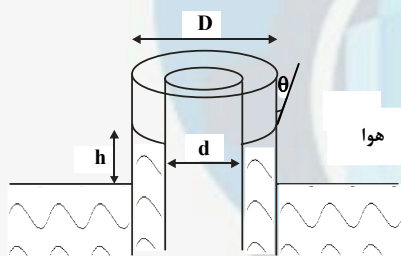
(۱) ۳۰۰۰K (۲) ۲۹۰K (۳) ۳۰۰K (۴) ۲۹۰۰K

۸ - در شکل مقابل جعبه توسط روغنی با لزجت دینامیکی μ 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 ۲μ 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 σ و زاویه تماس θ 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) $x = e^{\sqrt{\ln y}}$ (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.

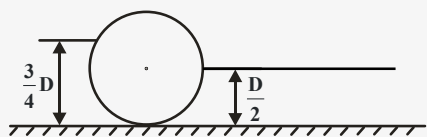
۱۲ - دو مایع غیرقابل اختلاط با چگالی‌های یکسان و لزجت‌های متفاوت فضای بین دو صفحه افقی به فاصله $۳H$ را پر کرده‌اند. صفحه پایینی ثابت و صفحه بالایی با سرعت U کشیده می‌شود. تنش برشی τ که به صفحه پایینی وارد می‌شود، چقدر است؟



(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) $\frac{\mu_1 U}{H(1 + \frac{\mu_1}{2\mu_2})}$



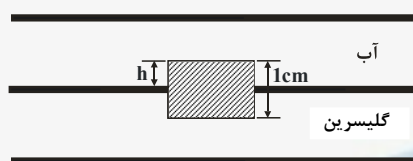
۱۳- در شکل زیر طول استوانه L و قطر آن D می باشد. ارتفاع آب در سمت چپ $\frac{3}{4}D$ و در سمت راست $\frac{D}{4}$ است. نیروی افقی وارده از طرف آب به استوانه چقدر است؟



(۱) $\frac{7}{32}\rho g L D^2$ (۲) $\frac{5}{32}\rho g L D^2$

(۳) $\frac{9}{32}\rho g L D^2$ (۴) $\frac{11}{32}\rho g L D^2$

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



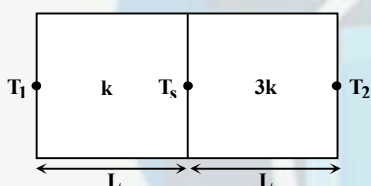
چگالی آب $1000 \frac{kg}{m^3}$ و چگالی گلیسرین $1500 \frac{kg}{m^3}$ است. فاصله h چند سانتی متر است؟

- (۱) ۰/۱
(۲) ۰/۲
(۳) ۰/۳
(۴) ۰/۴

۱۵- یک قطعه مس و یک قطعه چوب در دمای $100^\circ C$ 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 (α) آن بیشتر است.
(۴) هر دو به یک اندازه گرم به نظر می رسند.

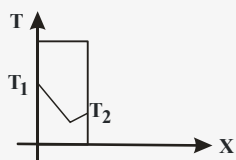
۱۶- دو دیوار مسطح و از لحاظ هندسی کاملاً مشابه می باشند در حالت پایا دمای دو طرف دیواره T_1 و T_2 می باشد. دمای فصل مشترک T_s چقدر است؟



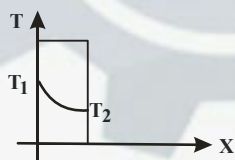
(۱) $T_s = \frac{T_1 + 3T_2}{4}$ (۲) $T_s = \frac{3T_1 + T_2}{4}$

(۳) $T_s = \frac{T_1 + T_2}{2}$ (۴) $T_s = \frac{2T_1 + 3T_2}{4}$

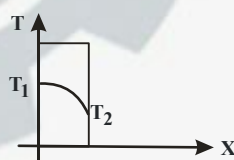
۱۷- دیوار مسطحی دارای ضریب هدایت $k = k_0 + aT$ می باشد که a و k_0 بزرگتر از صفر می باشند. توزیع دما در این دیوار برای حالت پایا کدام شکل می باشد؟



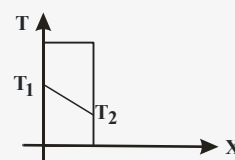
(۴)



(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_∞ و ضریب انتقال حرارت h قرار دارد. دمای سطح خارجی پوسته برابر است با:

(۱) $T_\infty + \frac{r\dot{q}}{4h \ln 2}$ (۲) $T_\infty + \frac{r\dot{q}}{12h}$ (۳) $T_\infty + \frac{r\dot{q}}{2h}$ (۴) $T_\infty + \frac{r\dot{q}}{4h}$

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

(۱) $\frac{k}{h}$ (۲) $\frac{h}{k}$ (۳) $\frac{2k}{h}$ (۴) $\frac{h}{2k}$

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 آدیاباتی یکسان است.

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

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

(۴) $0/04$

(۳) $0/02$

(۲) $0/06$

(۱) $0/08$

۲۳- فشار تصعید بخار آب در دمای 6°C با توجه به اینکه در 4°C فشار $0/129 \text{ kPa}$ می باشد، چقدر است؟ (P_g فشار مربوط به

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

$$\ln \frac{P_g}{P_1} = 42/8 \quad (4)$$

$$\ln \frac{P_g}{P_1} = 20/6 \quad (3)$$

$$\ln \frac{P_g}{P_1} = 15/3 \quad (2)$$

$$\ln \frac{P_g}{P_1} = 2/4 \quad (1)$$

۲۴- یک مخزن صلب حاوی بخار اشباع آمونیاک در دمای 3°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_p و C_v 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 جزیی) (V_A و V_B حجم‌های جزیی) (P و V فشار و حجم کل)

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

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

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

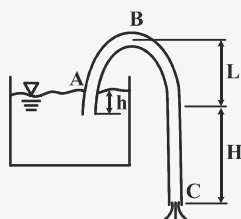
۲۹- کدام رابطه در مورد سیفون شکل مقابل صحیح است؟

$$P_B > P_C > P_A \quad (۱)$$

$$P_A > P_B > P_C \quad (۲)$$

$$P_C = +(L + H)\gamma \quad (۳)$$

$$P_B = -(L + H)\gamma \quad (۴)$$



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؟

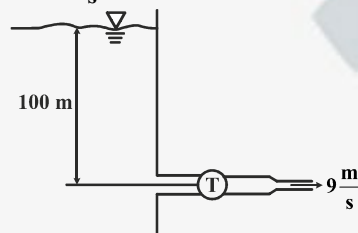
(۱) جریان‌های دارای تشابه هندسی، تشابه سینماتیکی نیز دارند.

(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؟ $g = 10 \frac{m}{s^2}$



$$9/9 m \quad (۱)$$

$$62 m \quad (۲)$$

$$96 m \quad (۳)$$

$$6/1 m \quad (۴)$$

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؟

$$D^V = L \left(\frac{d_1^V}{L_1} + \frac{d_2^V}{L_2} + \frac{d_3^V}{L_3} \right) \quad (۲) \quad L = D^V \left(\frac{L_1}{d_1^V} + \frac{L_2}{d_2^V} + \frac{L_3}{d_3^V} \right) \quad (۱)$$

$$D^{\Delta} = L \left(\frac{d_1^{\Delta}}{L_1} + \frac{d_2^{\Delta}}{L_2} + \frac{d_3^{\Delta}}{L_3} \right) \quad (۴) \quad L = D^{\Delta} \left(\frac{L_1}{d_1^{\Delta}} + \frac{L_2}{d_2^{\Delta}} + \frac{L_3}{d_3^{\Delta}} \right) \quad (۳)$$

۳۵- بر روی یک صفحه تخت $NU_x = C_1 x^{-\frac{1}{5}}$ حاصل شده است. میانگین عدد ناسلت برابر با کدام گزینه است؟ (C_1 و C_2 اعداد ثابت)

- (۱) $C_2 L^{\frac{1}{5}}$ (۲) $C_2 L^{\frac{6}{5}}$ (۳) $C_2 L^{-\frac{1}{5}}$ (۴) $C_2 L^{-\frac{6}{5}}$



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_∞ 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 m/s در راستای ضلع کوچکتر یک پشته‌بام مستطیل شکل با مساحت $10 \times 20 \text{ m}$ می‌وزد. دمای پشته‌بام برابر 40°C و

دمای جریان آزاد هوا 20°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°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 Co_2 با دمای 200°C با فشار 300Mpa و حجم 0.2m^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) 130kJ (۴) قابل محاسبه نیست

۴۲- یک یخچال که با سیکل کارنو کار می‌کند و گرما را از منبع سرد با دمای 50°K می‌گیرد و به منبع گرم با دمای 700°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 برگشت‌پذیر شرکت می‌کند چنانچه این تحول فشار ثابت باشد آنگاه تغییر

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

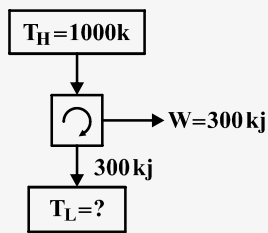
(۱) $\frac{\gamma}{\gamma-1} P\Delta V$ (۲) $(\gamma-1)P\Delta V$ (۳) $\gamma(\gamma-1)P\Delta V$ (۴) $\frac{1}{\gamma-1} P\Delta V$

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 $T_H = 1000K$ و T_L کار می کند در این صورت T_L کدام گزینه است؟



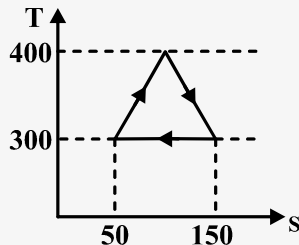
(۴) غیر ممکن است چون $T_L = 0K$ می رسد

(۱) $137K$

(۲) $300K$

(۳) $500K$

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 $1mm$ از صفحه ثابت دیگری قرار دارد. بین دو صفحه از سیالی با جرم مخصوص $\frac{kg}{m^3}$ پر شده

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

سیال γ برابر چند $\frac{m^2}{s}$ است؟

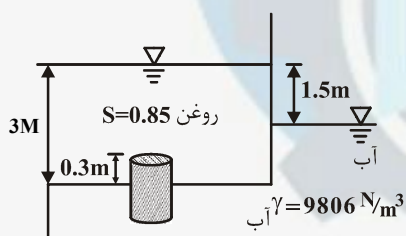
(۴) 0.4×10^{-1}

(۳) 0.4×10^{-2}

(۲) 0.4×10^{-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؟ $(\gamma_{\text{بتن}} = 25 \frac{KN}{m^3})$



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

(۱) $5682/81 (N)$

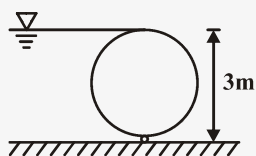
(۲) $5833/83 (N)$

(۳) $6382/96 (N)$

(۴) $5133/68 (N)$

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؟ $(g = 9.81 \frac{m}{s^2})$



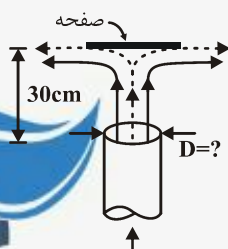
(۱) $449KN$ ، $38/15^\circ$

(۲) $449KN$ ، $51/85^\circ$

(۳) $658KN$ ، $57/52^\circ$

(۴) $658KN$ ، $32/48^\circ$

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



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

(۱) $19cm$

(۲) $15cm$

(۳) $17cm$

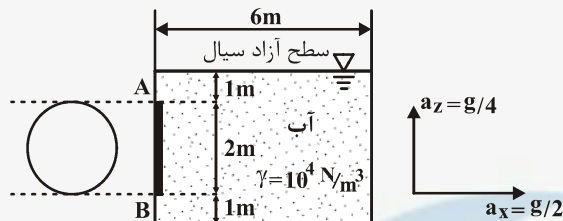
(۴) $21cm$



- 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؟

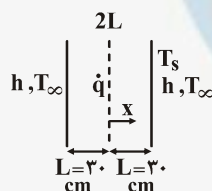


- (۱) ۲۵۱/۳۳ KN
(۲) ۷۸/۵۴ KN
(۳) ۱۷۵/۹۳ KN
(۴) ۱۰۰/۵۳ KN

- 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

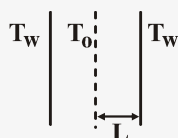
- ۵۵- دیواره یک بعدی مطابق شکل از دو طرف در محیط جابجایی هستند در داخل دیواره چشمه حرارتی باشد $\dot{q} = (1 - \frac{x^2}{L^2})10^4$ وجود دارد.



- 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

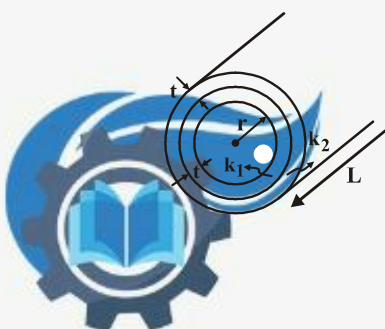
- ۵۶- جسم صلب زیر دارای منبع حرارتی \dot{q} است. در شرایطی که T_0 برابر $100^\circ C$ و T_w برابر $20^\circ C$ باشد، دمای دیواره در $x = \frac{L}{2}$ چقدر است؟



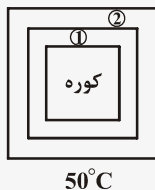
- (۱) نمی‌توان تعیین کرد.
(۲) ۸۰
(۳) ۶۰
(۴) ۴۰

- 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 $\frac{5^\circ\text{C}}{W}$ و $\frac{2^\circ\text{C}}{W}$ و $\frac{1^\circ\text{C}}{W}$ باشد و اختلاف دمای سطح و دیواره 8°C باشد و دمای سطح آزاد دیواره ۲، 5°C باشد، دمای کوره چقدر است؟



(۱) 608°C

(۲) 618°C

(۳) 816°C

(۴) 610°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) $\frac{2k}{h} - r$ ، حداکثر (۲) $\frac{2k}{h} - r$ ، حداقل (۳) $\frac{k}{h} - r$ ، حداکثر (۴) $\frac{k}{h} - r$ ، 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.

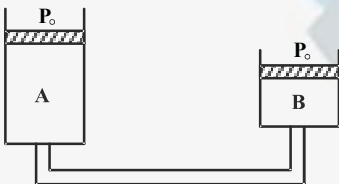
(۲) از پره‌های آلومینیومی استفاده شود و از طرف گاز نصب شود.

(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 cm^2 و در B برابر 3 cm^2 و جرم پیستون در مخزن A، $m_A = 25 \text{ kg}$ می‌باشد. اگر فشار هوای خارج 200 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°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 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°C و فشار 300 kPa می‌باشد. یک فنر خطی نیز به پیستون متصل شده است. اگر به سیستم حرارت دهیم تا فشار به 3 MPa و حجم به 0.1 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°K مقدار 1000 kJ گرما به منبع سرد با دمای الف (500°K) و ب (750°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» $0/08 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$ می‌باشد.
- (۳) فرآیند «ب» کمتر برگشت‌ناپذیر است و تولید آنتروپی «الف» $0/75 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$ و «ب» $0/08 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$ 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_{gen} در عبارت $\Delta S_{\text{sys}} = \int \frac{S_Q}{T} + S_{\text{gen}}$ همواره یک کمیت است و جزء خواص سیستم و به مسیر انجام فرآیند بستگی دارد.

- (۱) مثبت - می‌باشد - ندارد (۲) منفی - نمی‌باشد - دارد (۳) منفی - می‌باشد - ندارد (۴) مثبت - نمی‌باشد - دارد

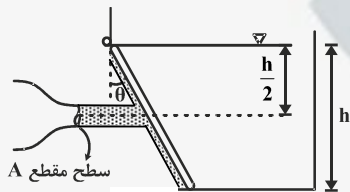
۶۷ - هوا از شرایط اولیه 11°kPa و $T = 2^\circ\text{C}$ به شرایط جدید 50°kPa و $T = 6^\circ\text{C}$ فشرده می‌شود. تغییرات آنتروپی در این فرآیند چقدر می‌باشد؟

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

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

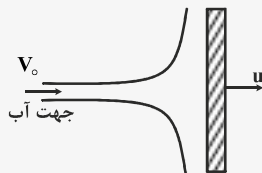
- (۱) $\psi = -U_\infty r \sin \theta - kr$ (۲) $\psi = -U_\infty r \cos \theta - k\theta$ (۳) $\psi = -U_\infty r \sin \theta - k\theta$ (۴) $\psi = U_\infty r \sin \theta - k\theta$

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

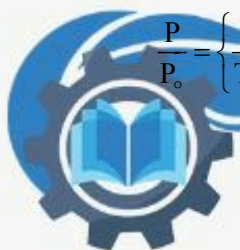
۷۰ - نسبت نیروی وارده بر صفحه توسط جت آب، در صورتی که صفحه از جت دور می‌شود به وقتی که به جت نزدیک می‌شود کدام است؟



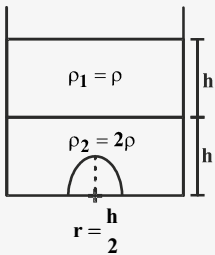
- (۱) $\left(\frac{V_0 - u}{V_0 + u} \right)$ (۲) $\left(1 + \frac{2u}{V_0 - u} \right)$
- (۳) $\left(\frac{V_0 + u}{V_0 - u} \right)^2$ (۴) $\left(1 - \frac{2u}{V_0 + u} \right)^2$

۷۱ - اگر توزیع دما در جو به صورت $T = T_0 + kz$ باشد، کدام رابطه نشان‌دهنده توزیع فشار است؟ (R ثابت گاز و g شتاب گرانش زمین می‌باشد).

- (۱) $\frac{P}{P_0} = \left\{ \frac{T_0}{T_0 + kz} \right\}^{-\frac{g}{Rk}}$ (۲) $\frac{P}{P_0} = \left\{ \frac{T_0}{T_0 + kz} \right\}^{\frac{g}{Rk}}$ (۳) $\frac{P}{P_0} = \left\{ \frac{kT_0}{T_0 + kz} \right\}^{\frac{g}{R}}$ (۴) $\frac{P}{P_0} = \left\{ \frac{T_0}{T_0 + kz} \right\}^{\frac{g}{R}}$

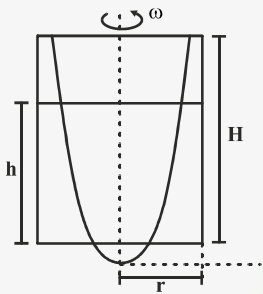


۷۲- یک نیم کره (پوسته نیم کره) در مخزنی قرار دارد و مطابق شکل دو سیال ρ_1 و ρ_2 روی آن قرار دارند. نیروی وارد بر پوسته از طرف سیال کدام است؟



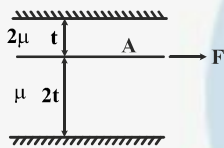
$$\begin{aligned} (1) & \frac{5}{12} \rho g h^3 \\ (2) & \frac{5}{6} \rho g h^3 \\ (3) & \frac{2\pi}{3} \rho g h^3 \\ (4) & \text{صفر} \end{aligned}$$

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



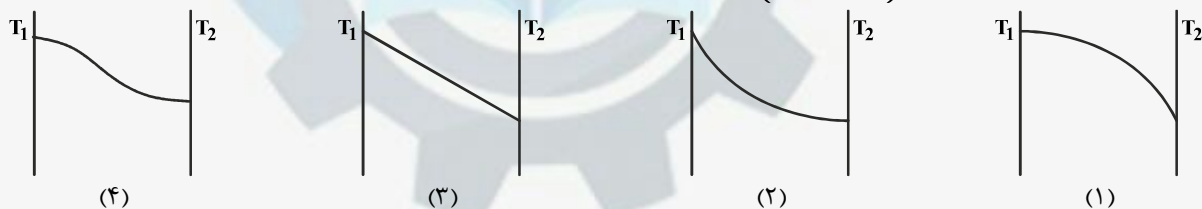
$$\begin{aligned} (1) & \frac{R^2}{2H} (H-h) - \frac{gH}{\omega^2} \\ (2) & \frac{\pi R^2}{4H} (H-h) - \frac{\pi gH}{\omega^2} \\ (3) & \frac{\pi R^2}{2H} (H-h) - \frac{\pi gH}{\omega^2} \\ (4) & \frac{R^2}{4H} (H-h) - \frac{gH}{\omega^2} \end{aligned}$$

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



$$\begin{aligned} (1) & \frac{2tF}{3\mu A} \\ (2) & \frac{tF}{3\mu A} \\ (3) & \frac{2tF}{5\mu A} \\ (4) & \frac{tF}{5\mu A} \end{aligned}$$

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



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

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

(۲) بیضی با مرکز (۰, ۰)

(۱) دایره با مرکز (۰, ۰)

(۴) چنین منحنی‌ای وجود ندارد.

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

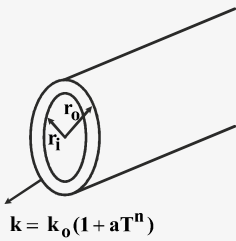
۷۷- میله‌ای به طول L بین دو دیواره با دماهای T_1 و T_2 محدود است. تغییرات دمای میله کدام گزینه می‌باشد؟



$$\begin{aligned} (1) & \theta = \frac{(T_1 - T_\infty) \sinh n(L-x)}{2 \sinh nL} + \frac{(T_2 - T_\infty) \sinh nx}{2 \sinh nL} \\ (2) & \theta = \frac{T_1 \sinh n(L-x)}{2 \sinh nL} + \frac{T_2 \sinh nx}{2 \sinh nL} \\ (3) & \theta = \frac{(T_1 - T_\infty) \sinh n(L-x)}{\sinh nL} + \frac{(T_2 - T_\infty) \sinh nx}{\sinh nL} \\ (4) & \theta = \frac{T_1 \sinh n(L-x)}{\sinh nL} + \frac{T_2 \sinh nx}{\sinh nL} \end{aligned}$$



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



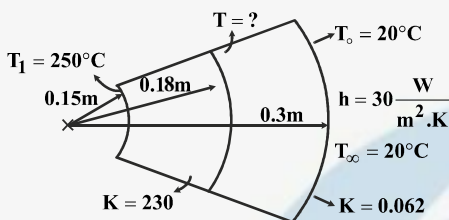
$$\frac{\ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)}{k_o \frac{a}{n+1} (T_o^{n+1} - T_i^{n+1})} \quad (2)$$

$$\frac{\ln \frac{r_o}{r_i}}{2k\pi} \quad (1)$$

$$\frac{(T_o - T_i) \ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)}{2k_o \left[(T_o - T_i) + \frac{a}{n+1} (T_o^{n+1} - T_i^{n+1}) \right]} \quad (4)$$

$$\frac{(T_o - T_i) \ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)}{k_o \left[(T_o - T_i) + \frac{a}{n+1} (T_o^{n+1} - T_i^{n+1}) \right]} \quad (3)$$

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



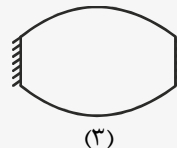
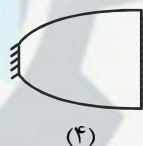
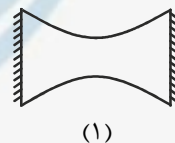
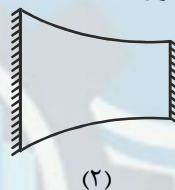
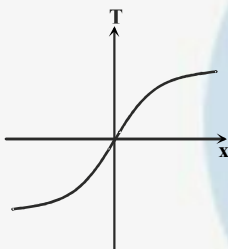
$$522/9 \quad (1)$$

$$249/9 \quad (2)$$

$$313/9 \quad (3)$$

$$400/9 \quad (4)$$

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





۸۱- اوکتان C_8H_{18} را با ۲۰٪ هوای نظری می‌سوزانیم، فشار جزئی 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



- ۸۴- اگر آنتالپی CO_2 $\bar{h}_{f\text{CO}_2} = -393522 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol CO}_2}$ 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 $u = ye^{+y^2}$ باشد ضخامت جابجایی (δ^*) 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 $dP < 0$ $dV > 0$
(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 (δ) چقدر است؟

$$\begin{aligned} (1) & -8 \frac{V_x}{U_{\infty}} \ln 10 \\ (2) & -4 \frac{V_x}{U_{\infty}} \ln 10 \\ (3) & +8 \frac{V_x}{U_{\infty}} \ln 10 \\ (4) & +4 \frac{V_x}{U_{\infty}} \ln 10 \end{aligned}$$

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؟

$$\begin{aligned} (1) & Re = \frac{\rho UL}{\mu} = 2300 \\ (2) & Re = \frac{\rho UD}{\mu} = 5 \times 10^5 \\ (3) & Re = \frac{\rho UL}{\mu} = 5 \times 10^5 \\ (4) & Re = \frac{\rho UD}{\mu} = 2300 \end{aligned}$$

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؟

$$\begin{aligned} (1) & \frac{Re}{Gr} > 10 \\ (2) & \frac{Gr}{Re^2} > 10 \\ (3) & \frac{Re}{Gr} > 10 \\ (4) & \frac{Gr}{Re} > 10 \end{aligned}$$

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°C تا دمای 127°C تغییر دهیم، تغییر آنتروپی برحسب $\frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$ چقدر است؟

$$C_v = 0.72, R = 0.28$$

$$\ln(1/33) = 0.28, \ln(4/7) = 1.55$$

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

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

(4) برای محاسبه نسبت حجم لازم است.

$$1.55 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \quad (3)$$

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

(2) آنتروپی کاهش می‌یابد

(1) آنتروپی افزایش می‌یابد

(4) اطلاعات مساله کافی نیست

(3) در این فرآیند هم‌دما، آنتروپی تغییری نمی‌کند

۱۰۳- کدام عبارت صحیح است؟

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

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

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

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

۱۰۴- در یک فرآیند، $C_a H_b$ با هوا به طور کامل می‌سوزد. نسبت مولی CO_2 در محصولات احتراق کدام است؟

$$\frac{a}{5.76a + 1.69b} \quad (4)$$

$$\frac{b}{2a + b} \quad (3)$$

$$\frac{a}{a + \frac{b}{2}} \quad (2)$$

$$\frac{a}{4.76a + 1.44b} \quad (1)$$

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

$$1.8 \text{ kW} \quad (4)$$

$$1800 \text{ kW} \quad (3)$$

$$900 \text{ kW} \quad (2)$$

$$270 \text{ kW} \quad (1)$$

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

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

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

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

(4) چون مجموعه عایق است، تغییر آنتروپی صفر می‌باشد

$$0.108 \text{ kJ} \quad (3)$$

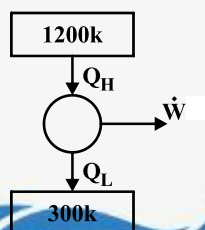
۱۰۷- یک موتور حرارتی که در شکل نشان داده شده گرما را از منبع با درجه حرارت 1200 K و با شدت $500 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$ دریافت می‌کند و گرمای تلف شده را با یک منبع با دمای 300 K انتقال می‌دهد. توان خروجی موتور حرارتی 18 kW است. شدت بازگشت ناپذیری برای فرآیند چقدر است؟

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

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

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

$$\text{صفر} \quad (4)$$



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)

$$F_m = 154 N, \quad V_m = 10 \cdot \frac{m}{s} \quad (2)$$

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

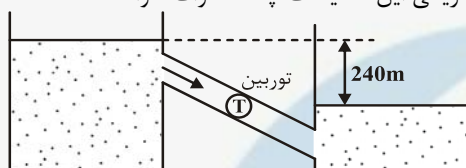
$$F_m = 1540 N, \quad V_m = 10 \cdot \frac{m}{sec} \quad (4)$$

$$F_m = 154 N, \quad V_m = 1 \frac{m}{sec} \quad (3)$$

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)

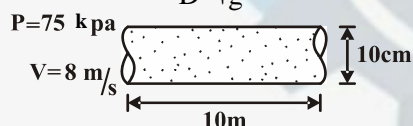
۶/۴ (۴)

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 صرف نظر کردن از افت انرژی موضعی، مشخص کنید که بین این دو لوله کدام یک از روابط زیر صادق است؟

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

۱۱۱- در لوله افقی زیر نیروی اصطکاک وارد بر طول لوله چند نیوتن است؟ ضریب دارسی و ایسباخ 0.2 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 $2/5$ در جریان است. افت انرژی برای ۱۰۰

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

۳۳۳ (۴)

۳۳/۳ (۳)

۳/۳۳ (۲)

۰/۳۳۳ (۱)

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 معادل سازی کل سیستم با یک لوله به قطر D و فاکتور اصطکاک f_1 مدنظر باشد، طول لوله معادل از کدام رابطه بدست می‌آید؟



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

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

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

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

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؟

سرعت متغیر (۴)

دچار جدایی (۳)

در لحظه جدایی (۲)

چسبیده به دیوار (۱)



۱۱۵- یک گلوله فلزی با دمای اولیه 25°C در محیطی با دمای 400°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 $\frac{\delta}{x} = \Delta \text{Re}_x^{-1/2} \text{Pr}^{-1/3}$ باشد، نوسلت متوسط صفحه چقدر است؟

(T_s دماس سطح و T_{∞} دمای محیط)

$$U = 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}, \text{Pr} = 0.7, \nu = 25 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

(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°C روی صفحه تختی با دمای ثابت 70°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.

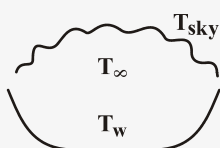
(۲) ضریب جابه‌جایی در ابتدای صفحه کمتر از انتهای صفحه است.

(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 50K فرض شود و ماکزیمم درجه حرارت هوا 15°C باشد ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی آزاد از هوا به آب چقدر باشد تا یخ تشکیل شود؟

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



(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 4cm 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 kPa تا فشار 800 kPa متراکم می‌کند. اگر فرآیند آدیاباتیک و برگشت پذیر باشد، برای دادن حداقل توان به کمپرسور فشار میان چقدر باید باشد؟

- (۱) 300 kPa
- (۲) 400 kPa
- (۳) 500 kPa
- (۴) 600 kPa

۱۲۴- یک کمپرسور در محیطی با درجه حرارت 400 K و فشار 1 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 K
- (۲) 297 K
- (۳) 380 K
- (۴) 400 K

۱۲۵- یک موتور دیزل هنگامی که 100 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 آنترپپی 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؟

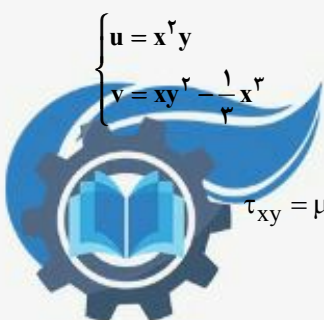
- (۱) $8xy + e^x$
- (۲) $-8xy + e^x$
- (۳) $-8xy + e^y$
- (۴) $8xy$

۱۲۹- میدان جریان سیال به صورت زیر می‌باشد:

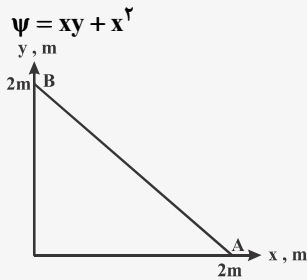
$$\begin{cases} u = x^2y \\ v = xy^2 - \frac{1}{3}x^3 \end{cases}$$

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

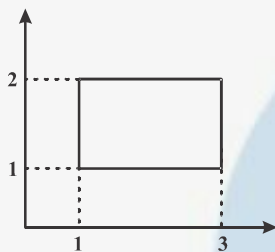
۱۳۱- برای جریان پتانسیل غیر قابل تراکم، کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟ (جریان غیر چرخشی است).

ϕ : تابع پتانسیل ψ : 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) $\nabla^2 \psi = 0, \nabla^2 \phi = 0$

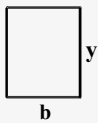
۱۳۲- برای میدان سرعت دوبعدی $v = Bx$ و $u = -By$ سیر کولاسیون Γ بر روی یک مستطیل با گوشه‌های $(1,1), (3,1), (3,2), (1,2)$ برابر با

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؟

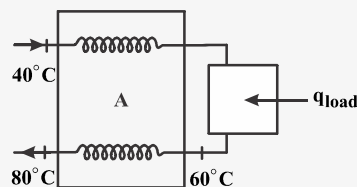


- (۱) $y = b$
(۲) $y = 2b$
(۳) $y = \frac{b}{2}$
(۴) $y = 4b$

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

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

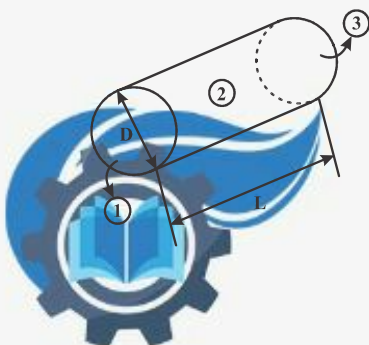


حرارت در مبدل A برحسب m^2 چقدر است؟

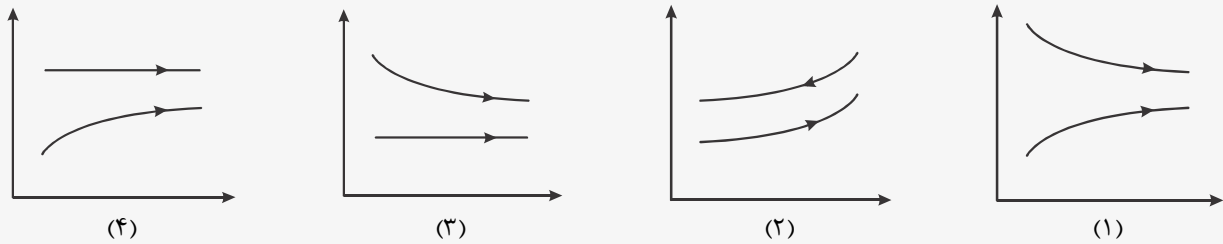
- (۱) ۱۰
(۲) ۲۰
(۳) ۴۰
(۴) ۶۰

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

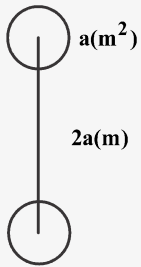
- (۱) ۰/۸
(۲) ۰/۲
(۳) ۰/۱
(۴) ۰/۹



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 بر حسب x به درستی نشان می‌دهد؟



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



- (۱) πa
(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 100°C چند μm است؟

- (۱) $7/76$ (۲) $28/97$ (۳) $17/7$ (۴) $289/7$

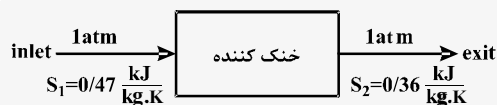


۱۴۱- سیستمی از شرایط اولیه تعادلی به شرایط ثانویه مشابه تعادلی توسط دو فرایند مختلف می‌رسد و آنتروپی آن افزایش می‌یابد ($S_2 > S_1$).

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؟



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

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°C آنتروپی مایع متراکم کم‌تر و در بقیه دماها بیشتر از آنتروپی مایع اشباع می‌باشد.
- (۳) در 0°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 2kg در فرآیند برگشت‌پذیری در دمای ثابت 15°C از 1MPa به 100MPa افزایش یافته است تغییر آنتروپی در این فرآیند برابر است با:

$$\alpha_p = 5 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

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

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

۱۴۶- آنالیز نهایی نوعی زغال سنگ بر مبنای خشک به صورت زیر است (درصدها بر مبنای جرمی اند) می‌خواهیم ذغال 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	0/6
هیدروژن	5/7
کربن	79/2
اکسیژن	10/0
نیتروژن	1/5
خاکستر	3/0

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

۱۴۶

۹ (۴)

۸ (۳)

۱۲ (۲)

۱۰ (۱)



۱۴۷- متغیرهای مناسب برای جریان در لوله‌های صاف D ، Q ، ρ ، μ و g می‌باشد که در آن Q دبی حجمی، D قطر، L طول لوله، Δh ارتفاع، ρ چگالی، μ 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)

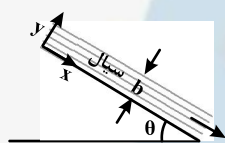
$$(1) \quad 48 \frac{m}{s} \text{ و } 1048576 N \quad (2) \quad 48 \frac{m}{s} \text{ و } 65536 N \quad (3) \quad 12 \frac{m}{s} \text{ و } 4096 N \quad (4) \quad 12 \frac{m}{s} \text{ و } 65536 N$$

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

$$u = \frac{-1}{2\mu} \frac{dp}{dx} (ay - y^2) \quad a: \text{فاصله صفحات موازی}$$

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

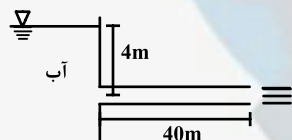
۱۵۰- در شکل مقابل لایه نازکی از مایع بر روی سطح شیب‌دار به طرف پایین جریان دارد. جریان یکنواخت است. از تغییرات فشار صرف نظر کنید. کدام گزینه معرف توزیع سرعت سیال می‌باشد؟



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

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

۱۵۱- لوله افقی نازکی با قطر $D = 2mm$ و طول $L = 40m$ 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)



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

$$\pi = 3$$

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

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

$$1 \times 10^{-3} \frac{N.s}{m^2} \quad (2)$$

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

۱۵۲- توان لازم برای پمپاژ کردن $150 \frac{L}{s}$ 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 $50mm$

$$F = \frac{2}{(Re)^4}$$

برحسب وات بر کیلومتر طول لوله چقدر است؟ ضریب اصطکاک از رابطه مقابل حساب می‌شود:

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

$$2064kw \quad (4)$$

$$8256kw \quad (3)$$

$$2064kw \quad (2)$$

$$8256kw \quad (1)$$

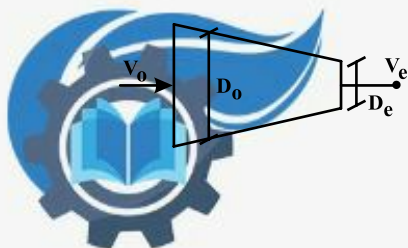
۱۵۳- هوا در شرایط پایدار درون نازل شکل مقابل در جریان است و سرعت ورودی جریان $51 \frac{m}{s}$ و سرعت صوت $340 \frac{m}{s}$ است. حداقل نسبت قطر خروجی به ورودی چه مقدار باید باشد تا بتوان از اثرات تراکم‌پذیری صرف نظر کرد.

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

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

(۴) نمی‌توان از اثرات تراکم‌پذیری صرف نظر کرد.

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \quad (3)$$



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

- (۱) ۳ برابر (۲) $\frac{3}{2}$ 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) $1/7$ 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_∞ و U_∞ 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 θ تا 90° 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 θ 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.

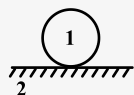
۱۵۹- سه مکعب به اضلاع a ، $a\sqrt{2}$ و $a\sqrt{3}$ در داخل یکدیگر قرار دارند. سطح خارجی مکعب بیرونی عایق شده است. چنانچه ضریب صدور

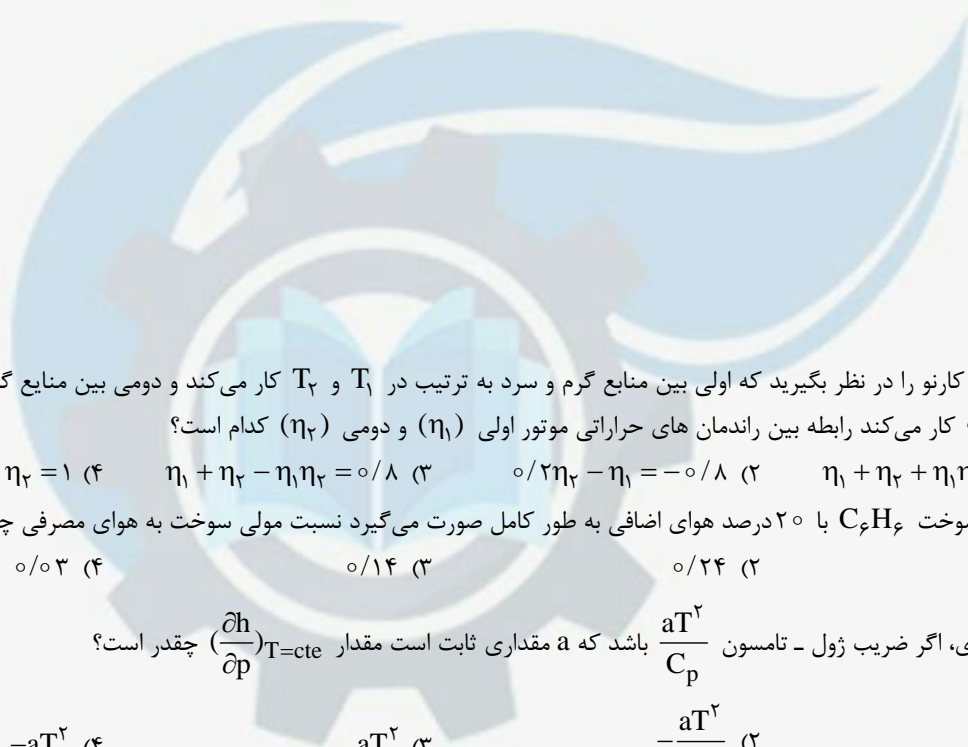
مکعب داخلی و بیرونی $\varepsilon = 0.5$ و ضریب صدور مکعب میانی $\varepsilon = 1$ باشد و دمای مکعب‌های داخلی و خارجی به ترتیب T_1 و $T_2 = 2T_1$ باشد، حرارت مبادله شده بین مکعب‌های داخلی و خارجی برابر کدام مقدار است؟

- (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_{p1} برابر است با:

- (۱) یک
(۲) 0.5
(۳) صفر
(۴) 2





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 $T_1/2$ کار می‌کند رابطه بین راندمان های حرارتی موتور اولی (η_1) و دومی (η_2) کدام است؟

$$(1) \quad \eta_1 + \eta_2 + \eta_1 \eta_2 = 0/2 \quad (2) \quad \eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \eta_2 = 0/8 \quad (3) \quad \eta_1 + \eta_2 = 1 \quad (4)$$

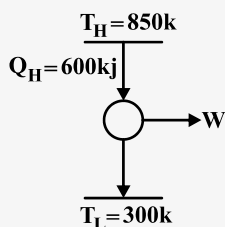
۱۶۲- احتراق سوخت C_2H_6 با ۲۰ درصد هوای اضافی به طور کامل صورت می‌گیرد نسبت مولی سوخت به هوای مصرفی چقدر است؟

$$(1) \quad 0/16 \quad (2) \quad 0/24 \quad (3) \quad 0/14 \quad (4) \quad 0/03$$

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؟

$$(1) \quad \frac{aT^2}{C_p} \quad (2) \quad -\frac{aT^2}{C_p} \quad (3) \quad aT^2 \quad (4) \quad -aT^2$$

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



$$(1) \quad 600 \text{ kJ}$$

$$(2) \quad 420 \text{ kJ}$$

$$(3) \quad 350 \text{ kJ}$$

$$(4) \quad 388 \text{ kJ}$$

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

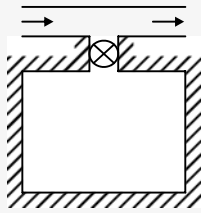
(۳) به دمای گاز و C_v وابسته است. (۴) به دما و فشار گاز و C_p وابسته است

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

$$(1) \quad \Delta S = -R \ln \frac{P_2}{P_1} \quad (2) \quad \Delta S > -R \ln \frac{P_2}{P_1} \quad (3) \quad \Delta S < -R \ln \frac{P_2}{P_1} \quad (4) \quad \Delta S = -R \ln \frac{P_1}{P_2}$$



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؟ $\gamma = 1/4$



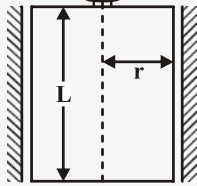
(۱) $37/8^\circ\text{C}$

(۲) -58°C

(۳) 147°C

(۴) 420°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 ω و جنس روغن، چند برابر می‌شود؟



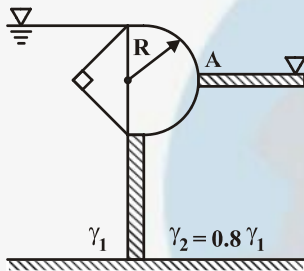
(۱) $\frac{1}{16}$

(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 γ_1, γ_2 را از هم جدا کرده است. در نقطه A چه نیروی افقی به دریچه وارد می‌شود؟



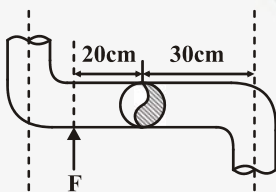
(۱) $1/6 \gamma_1 R^2$

(۲) $\frac{1}{2} \gamma_1 R^2 (1 - 0.8\pi)$

(۳) $2 \gamma_1 R^2 (1 - 0.8\pi)$

(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 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. ($\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)



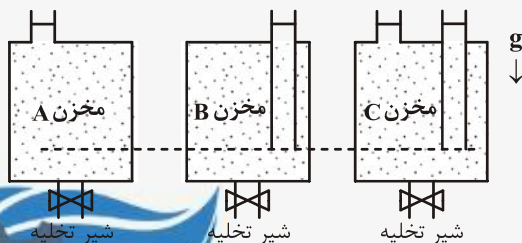
(۱) 3000 N

(۲) 7500 N

(۳) 3750 N

(۴) 12500 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.



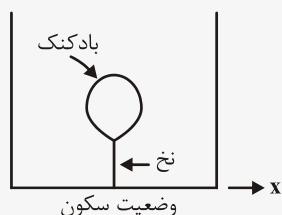
(۱) $t_A = t_B = t_C$

(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 $0.5g$ 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؟

$$\frac{dp}{dx} > 0 \quad (۱)$$

$$\frac{dp}{dx} = 0 \quad (۲)$$

$$\frac{dp}{dx} < 0 \quad (۳)$$

(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 5mm با تولید انرژی داخلی $10^3 \frac{\text{kw}}{\text{m}^3}$ دارای پوسته‌ای به شعاع 10mm 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:

$$25^\circ\text{C} \quad (۴)$$

$$41/7^\circ\text{C} \quad (۳)$$

$$75^\circ\text{C} \quad (۲)$$

$$46/7^\circ\text{C} \quad (۱)$$

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.)

$$\frac{b}{2KA} \quad (۴)$$

$$\frac{b}{KA} \quad (۳)$$

$$\frac{2b}{KA} \quad (۲)$$

$$\frac{b}{4KA} \quad (۱)$$

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°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.

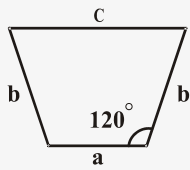
۱۷۹- بخار آب در داخل یک لوله فلزی با جداره بسیار نازک به وسیله‌ای آبی که در حال جوشش است، کندانس می‌کند. در این حالت مقاومت

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°C و فشار 200 kPa حجم 3 m^3 وجود دارد. اگر وزنه‌ها را برداریم تا گاز طبق رابطه

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

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

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

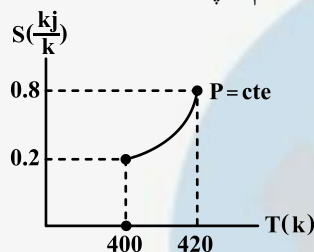
در این تحول عبارت است از: $(\ln 0/33 = -1/1)$

(۱) 655 J (۲) 548 J (۳) 1204 J (۴) 1859 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؟

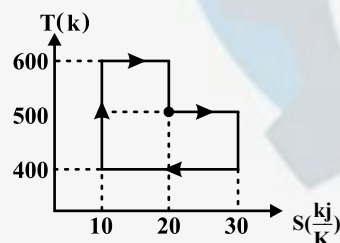


(۱) 12 kJ/kg.K

(۲) 24 kJ/kg.K

(۳) 3 kJ/kg.K

(۴) $1/2\text{ kJ/kg.K}$



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°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

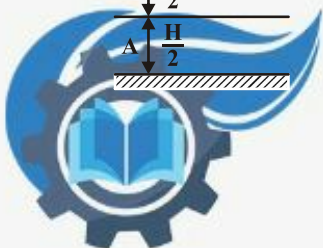
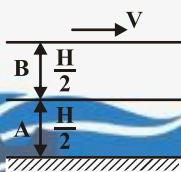
پایینی ثابت باشد و اگر $\mu_B > \mu_A$ باشد کدامیک از گزینه‌های زیر درست است؟

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

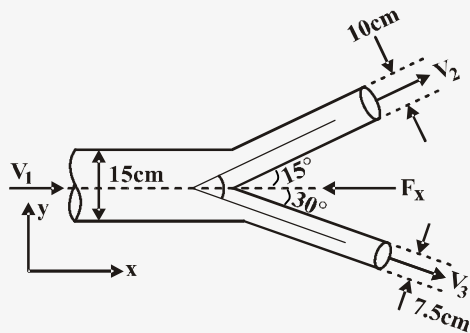
(۲) توزیع سرعت در هر دو لایه خطی و گرادیان سرعت در لایه B کوچکتر است.

(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 $\frac{11}{c}$ ،



لوله‌ها افقی و از افت در سیستم صرف نظر شده است؟

۲۴۱/۸ (۱)

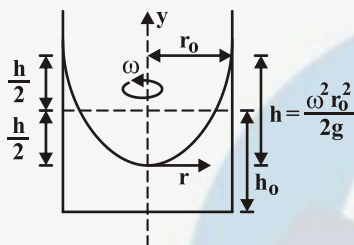
۴۱۷/۱۷ (۲)

۲۴۱۸ (۳)

۴۱۷۱/۷ (۴)

۱۹۰- یک ظرف استوانه‌ای به قطر ۱/۲ متر و به ارتفاع ۲ متر، تا نصف محتوی آب به وزن مخصوص $\frac{kg}{m^3}$ ۱۰۰۰ 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 $g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$)



۱۰ (۱)

۲ (۲)

۱۸ (۳)

۲۶ (۴)

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؟

۱ (۴)

۰/۴۰۲ (۳)

۱/۵۷۹ (۲)

۲/۴۹ (۱)

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

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 ۰/۲۵،

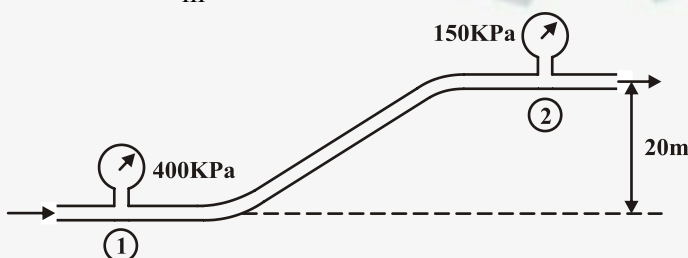
سرعت مجاز جریان ۱/۵ متر بر ثانیه و طول مسیر انتقال ۲۰۰ متر باشد، قطر لوله انتقال بر حسب میلی‌متر کدام است؟ $(\gamma = ۹۸۱۰ \frac{N}{m^3})$

۱/۰۴۵۵ (۱)

۱۰/۴۵۵ (۲)

۱۰۴/۵۵ (۳)

۱۰۴۵/۵ (۴)



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) انحنای شکل هندسی 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°C باشد، چقدر است؟ (ضریب هدایت حرارت دیواره $10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}$)

(۱) اطلاعات داده شده کافی نمی‌باشد.

(۲) $4/3$

(۳) $2/8$

(۴) $3/5$

۱۹۶- روی کره‌ای که قطر خارجی آن 10cm است، عایقی با شعاع بحرانی $k = 0.2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}$ قرار داده‌ایم. در صورتی که درجه حرارت سطح خارجی

کره 300°C و هوای محیط 25°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؟

(۱) 4 (۲) $\frac{3}{4}$ (۳) $\frac{1}{4}$ (۴) $\frac{4}{3}$

۱۹۷- سیالی از روی صفحه‌ای 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 می‌یابد.

(۳) به تدریج کاهش می‌یابد.

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

۱۹۸- هوا 50°C با سرعت $0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ وارد یک لوله به قطر 1cm و طول 5cm می‌شود اگر دمای جداره لوله 20°C باشد. دمای هوا در مرکز لوله در

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

(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) نمی‌توان نظر داد.

۱۹۹- دو سطح بی‌نهایت به موازات هم قرار گرفته‌اند. یکی از سطوح سیاه و در دمای 1000K می‌باشد و دیگری خاکستری در دمای 400K

می‌باشد. اگر تشعشع در واحد سطح در واحد زمان در تمام طول موج‌ها و در تمام فضای نیمکره 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 0.25 باشد. میزان خالص انتقال حرارت بین این دو سطح کدام است؟

(۱) $\frac{255}{4} e_1$ (۲) $\frac{255}{256} e_1$ (۳) $\frac{4}{255} e_2$ (۴) $\frac{256}{255} e_2$

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 آن‌ها چقدر تغییر می‌کند؟

(۱) نصف می‌شود.

(۲) دو برابر می‌شود.

(۳) ۴ برابر می‌شود.

(۴) تغییر نمی‌کند.



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

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

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

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

(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)

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

$$P_0(V_2 - V_1) + VA t \quad (2)$$

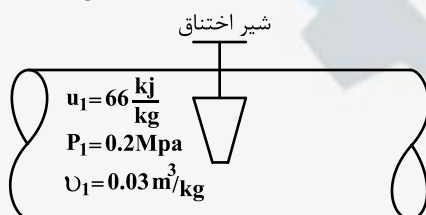
$$V_2 - V_1 + VA t \quad (3)$$

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

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

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

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 0.2 MPa و $\frac{0.003}{\text{kg}}$ می باشد، آنتالپی جریان بعد از شیر چقدر است؟



$$72 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (2)$$

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

$$60 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (1)$$

$$66 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (3)$$

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

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

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

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

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

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؟

$$v - T(\frac{\partial v}{\partial T})_p \quad (4)$$

$$v C_p + (\frac{\partial v}{\partial p})_T \quad (3)$$

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

$$-\frac{1}{C_p} \left[v - T(\frac{\partial v}{\partial T})_p \right] \quad (1)$$



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 kPa است، فشار جزئی بخار آب محصولات چقدر است؟

- (۱) 100 kPa (۲) 32 kPa (۳) 60 kPa (۴) 14 kPa

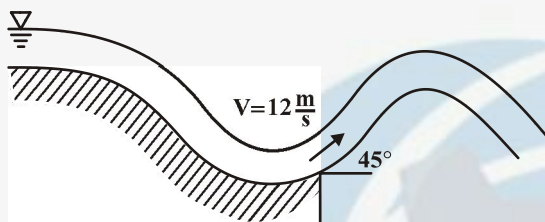
۲۰۸- یک صفحه شیشه‌ای متحرک به فاصله 1 mm از صفحه ثابت دیگری قرار دارد. بین دو صفحه از سیالی با جرم مخصوص $\frac{1000 \text{ kg}}{\text{m}^3}$ پر شده

است. اگر نیروی لازم در واحد سطح برای حرکت صفحه متحرک با سرعت ثابت $\frac{1 \text{ m}}{\text{s}}$ معادل 4 Pa ($\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$) باشد، ضریب لزجت سینماتیکی

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

- (۱) 4×10^{-2} (۲) 0.4×10^{-3} (۳) 4×10^{-1} (۴) 4×10^{-3}

۲۰۹- آب از سرریزی جامی شکل با سرعت 12 m/s و زاویه 45° 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 $\frac{1}{81} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ به سمت پایین 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 N (۳) 10458 N (۴) 5229 N

۲۱۱- در یک مدل آزمایشگاهی با مقیاس $\frac{1}{200}$ 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.

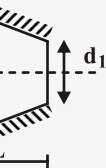
۲۱۳- نیروی کشش (Drag) وارده بر یک دودکش استوانه‌ای به بلندی 80 m و به قطر 10 m ، بر حسب نیوتن کدام است؟ سرعت باد در دمای

$T = 15^\circ \text{C}$ ، $\rho_{\text{air}} = 1.226 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ 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)





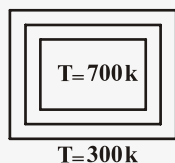
$$q = \frac{\pi k (T_r - T_1)}{L} \frac{d_1^2 d_2^2}{(d_1 + d_2)^2} \quad (2)$$

(4) انتقال حرارت وابسته به X می باشد.

$$q = \frac{\pi k (T_r - T_1)}{L} \frac{d_1^2 d_2^2}{(d_r - d_1)^2} \quad (1)$$

$$q = \frac{\pi k (T_r - T_1)}{L} d_1 d_r \quad (3)$$

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 Δk 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:

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

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

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

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

۲۱۷- توزیع درجه حرارت در یک جسم همگن در یک لحظه به صورت $T = \frac{1}{4}x^2 - y^2 + \frac{1}{4}z^2 - xz - 2yz$ 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

(4) در هیچ نقطه از جسم تغییر نمی کند

(1) در صفحه XOY

(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:

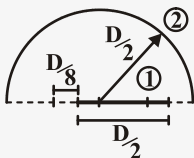
$$159/6^\circ C \quad (2)$$

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

(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:

$$P = kx$$

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

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

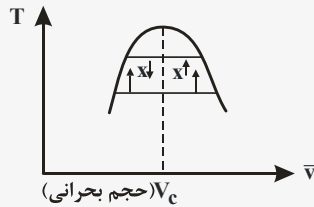
$$\left\{ \begin{array}{l} w = \int P dv \\ P = kx \\ V = Ax \Rightarrow dv = A dx = 0.01 dx \end{array} \right.$$

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



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»

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



۵- گزینه «۱»

طبق فرضیات:

$$Q = W = 0$$

$$m_1 = m_e = 0$$

$$m_r = m_i$$

قانون اول برای یک فرآیند USUF:

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

$$\begin{cases} T_r = \frac{C_p}{C_v} T_i \\ C_p - C_v = R \end{cases} \rightarrow \begin{cases} C_v = C_p - R = 1 - 0.2 = 0.8 \\ T_i = 250 + 273 = 523 \text{ K} \end{cases} \Rightarrow T_r = \frac{1}{0.8} \times 523 = 653.75 \text{ K} \rightarrow T_r = 380^\circ \text{ C}$$

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»

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

$$V_r - V_1 = \frac{W}{P} = \frac{54}{600} = 0.09 \text{ m}^3$$

$$V_r = \frac{W}{P} + V_1 = 0.01 + 0.09 = 0.1 \text{ m}^3$$

$$\text{قانون گاز ایده آل: } P_r V_r = m R T_r \Rightarrow P_r = \frac{m R T_r}{V_r}$$

$$P_1 V_1 = m R T_1 \Rightarrow P_1 = \frac{m R T_1}{V_1}$$

$$\rightarrow P_r = P_1 \rightarrow \frac{m R T_r}{V_r} = \frac{m R T_1}{V_1} \Rightarrow T_r = \frac{V_r}{V_1} T_1 = \frac{0.1}{0.01} \times 290 = 2900 \text{ K}$$



۸- گزینه «۲»

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

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

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

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

۹- گزینه «۱»

فشار نسبی در ارتفاع h بانروی 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»

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

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

با توجه به این‌که در لحظه $t = 0$ باید از نقطه $(1, 1)$ 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.

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

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

۱۳- گزینه «۲»

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

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

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 می‌شود و برای مس ضریب نفوذ گرمایی بزرگتر از چوب می‌باشد.

۱۶- گزینه «۱»

$$q_1 = q_2$$

$$\rightarrow -\frac{k_1}{L}(T_1 - T_s) = -\frac{k_2}{L}(T_s - T_2)$$

$$\rightarrow T_1 - T_s = \frac{k_2}{k_1}(T_s - T_2) \rightarrow T_1 - T_s = r(T_s - T_2)$$

$$\rightarrow T_1 + rT_2 = rT_s \rightarrow T_s = \frac{T_1 + rT_2}{r}$$

۱۷- گزینه «۲»

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

$$\rightarrow \frac{dq''}{dx} = -\frac{d}{dx}[(k_o + aT) \frac{dT}{dx}] = 0$$

از طرفین نسبت به X مشتق می‌گیریم

$$\frac{dq''}{dx} = 0 \text{ برای حالت پایا}$$

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

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

یعنی تقعر منحنی رو به پایین می‌باشد.



۱۸- گزینه «۴»

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

$$\dot{q} \times \pi r^2 L = h[\pi(r_1 L)](T_s - T_\infty)$$

$$\Rightarrow T_s - T_\infty = \frac{\dot{q} r}{\pi h} \rightarrow T_s = \frac{\dot{q} r}{\pi h} + T_\infty$$

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 حبابر ثابت موازی‌اند، از این واقعیت ناشی می‌شود که دمای حباب‌تر اساساً با دمای اشباع بی‌دررو یکسان است.

۲۲ - گزینه «۳»

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

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

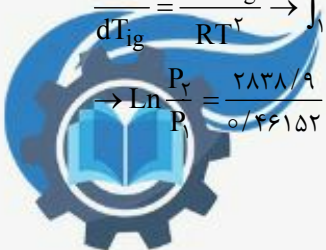
$$w = 0.622 \times \frac{P_v}{P} = 0.622 \times \frac{3.94}{96.06} = 0.0255$$

۲۳- گزینه «۱»

از رابطه کلایپرون داریم:

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

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



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»

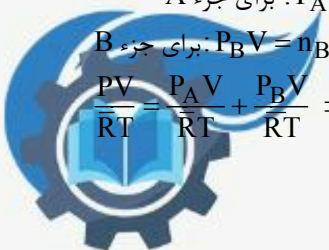
در مدل دالتون مخلوط‌های گازی، خواص هر جزء مخلوط چنان در نظر گرفته می‌شود که گویی آن جزء به تنهایی و مستقل در حجم و دمای مخلوط وجود دارد.

$$PV = n\bar{R}T, \quad n = n_A + n_B$$

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

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

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



۲۸- گزینه «۴»

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

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

$$\frac{f_{Lam}}{f_{turb}} = \frac{\frac{64}{Re}}{\frac{0.316}{Re^{\frac{1}{4}}}} = \frac{64}{0.316} \times \frac{1}{Re^{\frac{5}{4}}} = \frac{64}{0.316} \times \frac{1}{10} = 0.2$$

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»

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

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

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

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



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»

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

$$\frac{fL}{D} \frac{Q^2}{d^5} = f \frac{L_1}{d_1} \frac{Q^2}{d_1^5} + f \frac{L_2}{d_2} \frac{Q^2}{d_2^5} + f \frac{L_3}{d_3} \frac{Q^2}{d_3^5}$$

$$\rightarrow \frac{L}{D^5} = \frac{L_1}{d_1^5} + \frac{L_2}{d_2^5} + \frac{L_3}{d_3^5} \rightarrow L = D^5 \left[\frac{L_1}{d_1^5} + \frac{L_2}{d_2^5} + \frac{L_3}{d_3^5} \right]$$

۳۵- گزینه «۳»

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

$$\bar{h} = \frac{1}{L} \int_0^L h \, dx = \frac{1}{L} \int_0^L kCx^{-\frac{6}{5}} \, dx = L^{-\frac{6}{5}} kC$$

$$\frac{\bar{h}L}{k} = C$$

۳۶- گزینه «۴»

در فلزات مایع عدد پراوتل 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_∞ 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

$$w = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{1 - n}$$

$$MR = \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{300 \times 0.2}{473} = 0.126$$

$$w = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{1 - n} = \frac{MR (T_2 - T_1)}{1 - \frac{1}{2}} = \frac{0.126 (373 - 473)}{1 - \frac{1}{2}}$$

$$w = 63 \text{ kJ}$$



۴۲- گزینه «۱»

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

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»

راندمان موتور حرارتی کارنو:

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

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

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

از طرفی راندمان به فرم روبرو هم است:

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»

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

$$\Rightarrow \eta = \frac{5000}{5000 + 30000} = \frac{5}{35} = \frac{1}{7} \approx 0.14$$

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



۴۷- گزینه «۲»

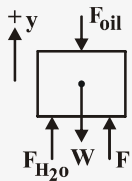
از قانون لزجت نیوتن داریم:

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

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

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

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



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

$$\text{وزن استوانه بتنی} \quad W = \gamma \times V = 25 \times 10^3 \times 0.28 \times 0.5 \Rightarrow W = 3500 \quad (N)$$

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

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

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

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

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

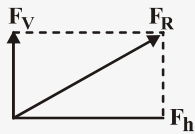
۴۸- گزینه «۴»

از تعادل نیروها داریم:



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:



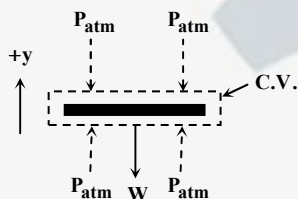
$$F_h = \gamma h_c A = 1000 \times 9.81 \times \frac{3}{2} \times (3 \times 8)$$

$$\Rightarrow F_h = 353.16 \text{ (KN)}$$

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

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

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



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 صفحه 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:

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

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

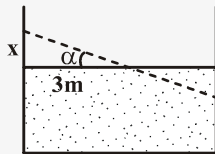
از معادله توزیع فشار نسبی در سیال خواهیم داشت:

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

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:

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

$$\tan \alpha = -\frac{x}{3} \Rightarrow -\frac{2}{5} = -\frac{x}{3} \Rightarrow x = 1/2 \times 3$$

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

$$F = P.A = \gamma h A = 10^4 \times (1/2 + 2) \times \frac{\pi}{4} (2^2) \Rightarrow F = 100/53 \text{ (KN)}$$

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.

$$q \text{ جذب شده} = 1000 \times 0/85 = 850 \frac{W}{m^2}$$



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.

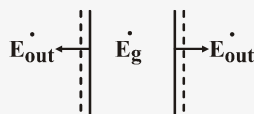
۵۵- گزینه «۴»

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 انتگرال‌گیری کنیم:

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

$$\Rightarrow q'' = 0.4 \times 10^{-4} = 4000 \frac{w}{m^2}$$

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



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

$$4000 = 2 \times 25.5 \times (T_s - 100) \rightarrow 80 = T_s - 100$$

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



۵۶- گزینه «۲»

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

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

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

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

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:

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

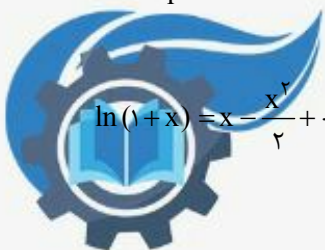
در این مسئله دیواره مرکب داریم، بنابراین مقاومت مجموعه برابر است با:

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

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

حال اگر از طرفین انتگرال بگیریم:

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

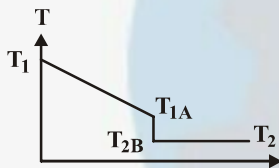


$$\ln\left(1 + \frac{t}{r}\right) \approx \frac{t}{r}, \quad \ln\left(1 + \frac{t}{r+t}\right) \approx \frac{t}{r+t}$$

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

۵۸- گزینه «۲»

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

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

$$R_A = \frac{1}{\gamma} \frac{C}{W} \text{ مقاومت گرمایی دیواره ۱}, \quad R_B = \gamma \frac{C}{W} \text{ مقاومت گرمایی دیواره ۲}, \quad R_{t,c}'' = \frac{1}{\gamma} \frac{C}{W} \text{ مقاومت گرمایی تماس}$$

$$T_{1A} - T_{2B} = 1^\circ \text{C}$$

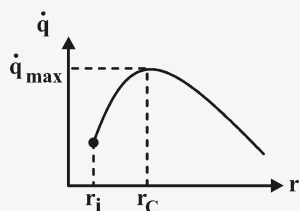
$$\Rightarrow q = \frac{1}{1} = 1 \cdot W \quad q = \frac{T_1 - T_2}{R_A + R_B + R_{t,c}''} = 1 \cdot W = \frac{T_1 - 50}{5 + 2 + 1/1} = \frac{T_1 - 50}{7/1}$$

$$568 = T_1 - 50 \Rightarrow T_1 = 618^\circ \text{C}$$



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. $(r_i + d) > r_c$



$$q = \frac{\Delta T}{\Sigma R_t}, \quad \Sigma R_t = \frac{1}{h(4\pi r^2)} + \frac{1}{4\pi k} \ln \frac{r}{r_i}$$

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

$$t = \frac{rk}{h} - r$$

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

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»

$$N_r = N_{\text{critical}} = 0.041$$

$$N_1 = 0.018 + x \times 0.042$$

$$N_1 = N_r \Rightarrow x = 0.55$$

$$\text{نسبت جرمی مایع} = 1 - x = 0.45$$



۶۳- گزینه «۲»

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

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

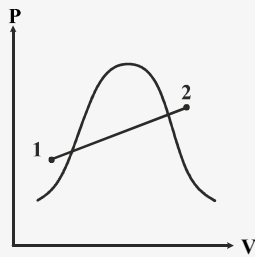
وزن بار + وزن بالن = نیروی شناوری

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

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



۶۴- گزینه «۳»



$$W_{1-2} = \int P dV = \frac{1}{\gamma} (P_1 + P_2)(V_2 - V_1) = \frac{1}{1.5} (3000 + 3000)(0.1 - 0.001) = 163/35 \text{ kJ}$$

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

۶۵- گزینه «۳»

الف -

$$\left. \begin{aligned} \Delta S_H = \Delta S = \frac{Q}{T_{\text{منبع گرم}}} = \frac{-1000}{800} = -1/25 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} \\ \Delta S_C = \Delta S = \frac{Q}{T_{\text{منبع سرد}}} = \frac{1000}{500} = 2 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow S_{\text{gen}} = \Delta S_H + \Delta S_C = +2 - 1/25 = 1/25 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

ب -

$$\left. \begin{aligned} \Delta S_H = \frac{-1000}{800} = -1/25 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} \\ \Delta S_C = \frac{1000}{750} = 1/33 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow S_{\text{gen}} = 1/33 - 1/25 = -1/375 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

بنابراین فرآیند ب کمتر برگشتناپذیر است.

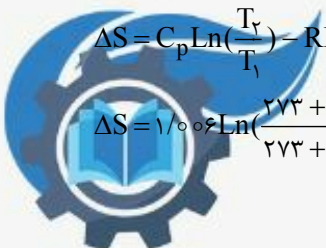
۶۶- گزینه «۴»

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»

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

$$\Delta S = 1/0.6 \ln\left(\frac{273+60}{273+20}\right) - 0.287 \ln\left(\frac{500}{110}\right) = -0.3$$



۶۸- گزینه «۳»

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

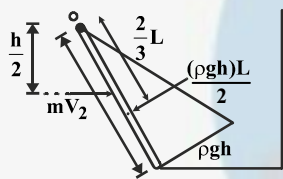
$$\psi = -rU_\infty \sin \theta - k\theta + f(r) \rightarrow V_\theta = -\frac{\partial \psi}{\partial r} = U_\infty \sin \theta - f'(r)$$

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

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

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

۶۹- گزینه «۱»



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

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

$$\frac{\rho gh^2}{2 \cos^2 \theta} = \rho AV^2 \frac{h}{2} \rightarrow V = \frac{h}{\cos \theta} \sqrt{\frac{rg}{2A}}$$

۷۰- گزینه «۱»

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

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

$$\frac{F_y}{F_x} = \frac{(V_o - u)^2}{(V_o + u)^2}$$



۷۱- گزینه «۲»

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

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

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

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

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

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»

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

$$(2) - (1) : H = \frac{\omega^r r_2^r}{r g} - \frac{\omega^r r_1^r}{r g}$$

$$h_2 = H + h_1 = \frac{\omega^r r_2^r}{r g} \quad (2)$$

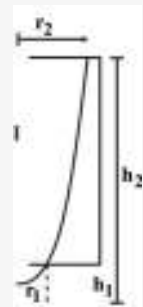
$$r_2^r - r_1^r = \frac{r g H}{\omega^r} \quad I$$

$$\text{volume of air} \text{ حجم هوا} : \frac{\pi}{r} R^r (H - h) = \frac{\pi}{r} (r_2^r h_2 - r_1^r h_1)$$

$$h_2 r_2^r - h_1 r_1^r = \frac{R^r}{r} (H - h) \quad \frac{\omega^r}{r g} (r_2^r - r_1^r) = \frac{R^r}{r} (H - h)$$

$$r_2^r + r_1^r = \frac{R^r}{r} (H - h) \quad II$$

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



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»

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

$$\frac{T_i - T_o}{R_t} = \frac{T_i - T}{R_1}$$

$$\frac{\frac{1}{0.15} - \frac{1}{0.18}}{4\pi(230)} + \frac{\frac{1}{0.18} - \frac{1}{0.3}}{4\pi \times 0.062} + \frac{1}{30 \times 4\pi \times (0.3)^2} = \frac{250 - T}{\frac{1}{0.15} - \frac{1}{0.18}} \Rightarrow T = 249.969$$

$$q = -kA \frac{dT}{dx}$$

$$\frac{dq}{dx} = -\left(k \frac{dA}{dx} \frac{dT}{dx} + kA \frac{d^2 T}{dx^2} \right) = 0$$

$$\frac{dA}{dx} = -A \frac{d^2 T}{dx^2} \quad \text{در ابتدا تقعر به سمت بالا و صعودی}$$

$$\frac{dA}{dx} < 0 \quad \text{پس}$$

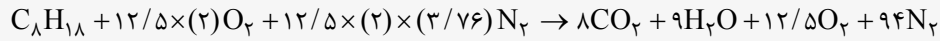


سپس در نقطه عطف $\frac{d^2T}{dx^2} = 0$ پس $\frac{dA}{dx} = 0$

و در انتها تقعر به سمت پایین و صعودی پس $\frac{dA}{dx} > 0$



۸۱- گزینه «۳»

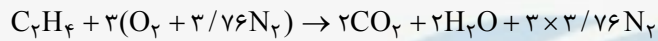


کل کیلو مول های محصول = $8 + 9 + 12/5 + 94 = 123/5$

$$\frac{9}{123/5} = 7/29 \text{ تجزیه مول آب}$$

$$\text{فشار جزیی آب} = 100 \times (0/0729) = 7/29 \text{ kPa}$$

۸۲- گزینه «۲»



درصد هوای تئوری: $C_2H_4 + 3 \times 0/7(O_2 + 3/76N_2) \times 100$

$$\text{نسبت هوا به سوخت مول} = \frac{2 \times 0/7 \times 4/76}{1} = 6/6$$

۸۳- گزینه «۴»

ترکیبات پایدار دارای آنتالپی تشکیل منفی و ترکیبات ناپایدار دارای آنتالپی تشکیل مثبت می باشند.

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 می گوییم 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»

$$\delta^* = \int_0^{\infty} \left(1 - \frac{u}{U}\right) dy = \int_0^{\infty} \left(1 - \frac{ye^{+y^2} U}{U}\right) dy = \int_0^{\infty} (1 - ye^{+y^2}) dy \quad (I)$$

$$y^2 = z \rightarrow 2y dy = dz \rightarrow y dy = \frac{1}{2} dz$$

$$(I) y \Big|_0^{\infty} - \int_0^{\infty} \frac{1}{2} e^z dz = (\infty - 0) - \frac{1}{2} (\infty - 1) = \frac{1}{2}$$

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 ۹۹٪ 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 آشسته 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 آشسته 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 $\frac{Gr}{\rho} > 10$ 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 ناپایدار تشکیل 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:

$$S_2 - S_1 = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} = 1 \times \ln \frac{273 + 127}{273 + 27} = 1 \times \ln \frac{400}{300} = \ln \frac{4}{3}$$

$$\Rightarrow \Delta S = \ln 1.33 = 0.28$$

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:

$$C_p = T \left(\frac{\partial s}{\partial T} \right)_{v=cte}$$

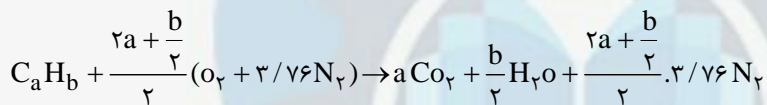
در مورد C_v :

$$du = Tds - vdp \xrightarrow{p=cte} du = Tds$$

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:

$$\frac{a}{a + \frac{b}{2} + \frac{r_a + \frac{b}{2}}{2} (2 + 3/76)} = \frac{a}{4/76a + 1/44b}$$

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:

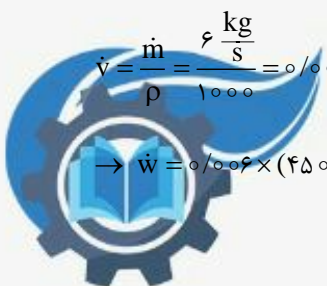
$$\dot{w} = \int \dot{V} dp \longrightarrow \dot{V} \Delta p$$

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»

$$(Re)_m = (Re)_p$$

با برابر قرار دادن عدد رینولدز در مدل و نمونه اصلی داریم:

$$\left(\frac{\rho VL}{\mu}\right)_m = \left(\frac{\rho VL}{\mu}\right)_p$$

چون سیال مورد استفاده در مدل طبیعت هوا را دارد پس ρ و μ 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:

$$(Eul)_m = (Eul)_p \Rightarrow \left(\frac{F}{\rho V^2 L}\right)_m = \left(\frac{F}{\rho V^2 L}\right)_p$$

$$\Rightarrow F_m = F_p \times \left(\frac{V_m}{V_p}\right)^2 \times \left(\frac{L_m}{L_p}\right) = 1540 \times \left(\frac{100}{10}\right)^2 \times \left(\frac{1}{10}\right) \Rightarrow F_m = 1540 \text{ N}$$

۱۰۹- گزینه «۲»

توان خروجی مفید توربین از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$P = \eta \gamma H Q$$

که در آن η راندمان توربین است.

H افت مسیر جریان - هد ایجاد شده

و همینطور:

$$\Delta H = 0.1 \times (20)^2 = 40 \text{ m}$$

طبق صورت مسئله:

$$H_{tot} = 240 - 40 = 200 \text{ m}$$

بنابراین هد توربین برابر است با:

$$P = 0.8 \times 10^4 \times 200 \times 20 = 3200000 \Rightarrow P = 32 \text{ Mw}$$

در نتیجه توان برابر خواهد بود با:



۱۱۰- گزینه «۳»

افت فشار دو سر کلیه لوله موازی یکسان بوده و خواهیم داشت:
در نتیجه برای مسئله فوق داریم:

$$(H_L)_{\text{tot}} = (H_L)_1 = (H_L)_2 = \dots$$

$$(H_L)_1 = (H_L)_2$$

9

$$H_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = \frac{\lambda f L Q^2}{\pi^2 g D^5}$$

در نتیجه خواهیم داشت:

f در فرمول بالا همان λ 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:

نیروی اصطکاک $F_f = \tau \pi D L$

$$\sum F = 0 \Rightarrow \Delta P \cdot \frac{\pi D^2}{4} = \tau \pi D L \quad (1)$$

$$H_L = \frac{\Delta P}{\gamma} = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \Rightarrow \Delta P = \gamma f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

از رابطه (۱) خواهیم داشت:

$$F_f = \tau \pi D L = \gamma f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \times \frac{\pi D^2}{4} = f \rho g \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \times \frac{\pi D^2}{4}$$

$$\Rightarrow F_f = \tau \pi D L = \frac{1}{8} \rho V^2 \pi D L f$$

$$\Rightarrow F_f = \frac{1}{8} \times 1000 \times \lambda^2 \times \pi \times 0.1 \times 10 \times 0.2 \Rightarrow F = 5.2/65 \text{ N}$$



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:

$$Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{2/5 \times 0.35}{10^{-4}} \Rightarrow Re = 1750 < (Re)_{crit} = 2300$$

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:

$$\begin{aligned} Q = Q_1 = Q_2 = \dots & , & (H_L)_{tot} &= (H_L)_1 + (H_L)_2 + \dots \\ VA = V_1 A_1 = V_2 A_2 & , & A = A_1 = A_2 &\Rightarrow V = V_1 = V_2 \end{aligned}$$

از رابطه افت فشار فوق داریم:

$$(H_L)_{eq} = (H_L)_1 + (H_L)_2$$

$$f_1 \frac{L_{eq} \times V^2}{D \cdot 2g} = f_1 \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} + f_2 \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \Rightarrow f_1 L_{eq} = (f_1 + f_2)L \Rightarrow L_{eq} = \frac{L(f_1 + f_2)}{f_1}$$



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:

$$Bi = \frac{hL_c}{k}, L_c = \frac{V}{A}$$

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 $t = 0$.

$$-hA(T - T_\infty) = \rho CVP \frac{dT}{dt} \rightarrow \frac{T(t) - T_\infty}{T_i - T_\infty} = e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\tau = \frac{\rho VCP}{hA}, \frac{V}{A} = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{4\pi r^2} = \frac{r}{3} \Rightarrow \tau = \frac{\rho CPr}{3h}$$

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.



۱۱۶ - گزینه «۴»

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:

$$-K_f \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0} = h_x (T_s - T_\infty) \rightarrow \frac{-\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0} = \frac{h_x}{K_f} (T_s - T_\infty)$$

$K_f =$ ضریب هدایت

$$\rightarrow \left[\frac{3}{2} \left(\frac{1}{\delta} \right) - \frac{y}{\delta^2} \right]_{y=0} = \frac{h_x}{k_f} \Rightarrow \frac{h_x}{k_f} = \frac{3}{2} \frac{1}{\delta}$$

$$Nu_x = \frac{h_x \cdot x}{k_f} = \frac{3}{2} \frac{x}{\delta} = \frac{3}{2} \times \frac{1}{5} \times Re_x^{\frac{1}{2}} \cdot Pr^{\frac{1}{3}} = 0.6 Re_x^{\frac{1}{2}} Pr^{\frac{1}{3}}$$

$$\overline{Nu} = \frac{\bar{h}L}{K} , \bar{h} = \frac{1}{L} \int_0^L h_x dx \Rightarrow \bar{h} = 2h_x , \overline{Nu} = 2Nu_x$$

$$\Rightarrow \overline{Nu} = 0.6 Re_x^{\frac{1}{2}} \cdot Pr^{\frac{1}{3}} = 0.6 \times \sqrt{\frac{U \cdot L}{\nu}} \cdot Pr^{\frac{1}{3}} = 0.6 \times \sqrt{\frac{0.5 \times 0.5}{25 \times 10^{-6}}} \times \sqrt[3]{0.7} \Rightarrow \overline{Nu} = \frac{0.6 \times 0.5}{25 \times 10^{-3}} \sqrt[3]{0.7} = 6.0 \sqrt[3]{0.7}$$



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_∞ و T_w هر دو ثابت می‌باشند، در نتیجه:

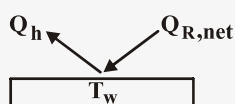
$$h = -\frac{K_f \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0}}{T_w - T_\infty} \Rightarrow h = \alpha \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0}$$

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»



$$E_{\text{in}} = E_{\text{out}} \quad \otimes$$

$$E_{\text{in}} = hA(T_\infty - T_w), \quad E_{\text{out}} = \varepsilon \sigma A(T_w^f - T_{\text{surr}}^f) \rightarrow \varepsilon = 1$$

این ε ، ε جسم (یعنی آب یخ زده) می‌باشد.

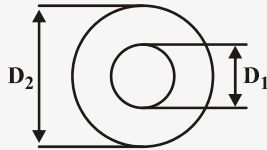
$$\otimes \Rightarrow hA(T_\infty - T_w) = \sigma A(T_w^f - T_{\text{surr}}^f) \Rightarrow h(15^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = 5/67 \times 10^{-8} \times (273^4 - 50^4)$$

$$\Rightarrow h = 20/97 \approx 21 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$



۱۱۹- گزینه «۲»

گاهی اوقات برای محاسبه‌ی انتقال حرارت و عدد رینولدز باید از قطر معادل استفاده کنیم:



$$De = \frac{4A}{P}$$

قطر معادل برابر است با

$$A = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2)$$

= مساحت میانی بین دو لوله

$$P = \pi(D_1 + D_2)$$

= مجموعه‌ی محیط تر شده که برابر است با

بنابراین،

$$De = \frac{\frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2)}{\pi (D_1 + D_2)} = \frac{(D_2 - D_1)(D_2 + D_1)}{D_1 + D_2} = D_2 - D_1$$

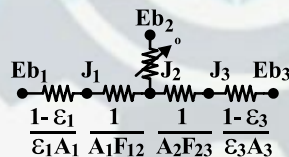
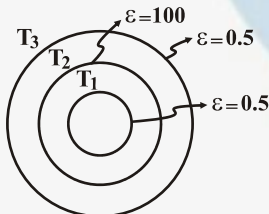
$$D_2 = 4 \text{ cm}, D_1 = 1/5 \text{ cm}$$

$$De = 4 - 1/5 = 3.8 \text{ cm}$$

۱۲۰- گزینه «۲»

برای حل این مسئله باید از مدار الکتریکی استفاده کنیم:

به دلیل اینکه $\epsilon_3 = 1$ است بنابراین مقاومتی بین J_2 و E_{b3} وجود ندارد و J_2 همان E_{b3} است.



$$q_{13} = \frac{E_{b1} - E_{b3}}{\frac{1-\epsilon_1}{\epsilon_1 A_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1}{A_2 F_{23}} + \frac{1-\epsilon_3}{\epsilon_3 A_3}} = \frac{\sigma(T_1^4 - T_3^4)}{\frac{1-\epsilon_1}{\epsilon_1 A_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1}{A_2 F_{23}} + \frac{1-\epsilon_3}{\epsilon_3 A_3}}$$

$$q_{13} = \frac{4\pi r^2 \sigma (T_1^4 - T_3^4)}{2 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}} = \frac{4\pi r^2 \sigma (T_1^4 - T_3^4)}{2.5} = \frac{4\pi r^2 \sigma (T_1^4 - T_3^4)}{2.5}$$





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 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»

$$\sum (\dot{m}_i (h_i + \frac{V_i^2}{2})) = \sum \dot{m}_e (h_e + \frac{V_e^2}{2}) \rightarrow \dot{m}_i (h_i + \frac{V_i^2}{2}) = \dot{m}_e h_e$$

$$\begin{aligned} \dot{m}_i &= \dot{m}_e \\ h &= C_p T \end{aligned}$$

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 برای تون 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»

$$\frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} = 0 \rightarrow \lambda x + \frac{\partial V_y}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial V_y}{\partial y} = -\lambda x \rightarrow V_y = -\lambda xy + f(x) \rightarrow \text{که تنها گزینه ۲ به این صورت می‌باشد.}$$

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 ∇^2 را لاپلاسین گویند که حل‌های معادله لاپلاس به نام توابع هارمونیک شناخته می‌شوند.



۱۳۲- گزینه «۲»

$$\vec{V} \times \vec{V} = rB\hat{k} \quad , \quad \Gamma = \int (\vec{V} \times \vec{V}) \cdot d\vec{A} = \int \nabla V \cdot d\vec{A} = rB \int dA = rB(A) = rB \times r = r^2 B$$

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»

$$\dot{m}C\Delta T = UA\Delta T \quad \text{کل}$$

$$2000 \times 20 = 100 \times A \times 40 \rightarrow A = 10$$

۱۳۶- گزینه «۳»

$$F_{y1} + F_{y2} + F_{y3} = 1 \rightarrow F_{y2} = 1 - 0.2 = 0.8$$

$$A_1 F_{y2} = A_2 F_{y1} \rightarrow \frac{\pi}{4} D^2 \times 0.8 = \pi D L \times F_{y1} \quad , \quad L = 2D \rightarrow F_{y1} = 0.4$$



گزینه «۳» - ۱۳۷

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.

گزینه «۴» - ۱۳۸

$$F_{\gamma} = \frac{A}{\pi r^2} = \frac{a}{\pi \times (ra)^2} = \frac{1}{4\pi a}$$

گزینه «۲» - ۱۳۹

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.

گزینه «۱» - ۱۴۰

$$\lambda_{\max} T = 2897/6, \quad T = 273 + 100 = 373 \text{ K} \rightarrow \lambda_{\max} \times 373 = 2897/6 \rightarrow \lambda_{\max} = 7/76 \mu\text{m}$$



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:

$$\text{I فرآیند : } S_2 - S_1 = \frac{1}{T} \int_1^2 \delta Q_I$$

$$\text{II فرآیند : } S_2 - S_1 \geq \frac{1}{T} \int_1^2 \delta Q_{II}$$

$$\int_1^2 \delta Q_I > \int_1^2 \delta Q_{II} \Rightarrow Q_I > Q_{II}$$

با مقایسه دو رابطه متوجه می‌شویم:



۱۴۲ - گزینه «۳»

$$\Delta S_{\text{sys}} = S_2 - S_1 = 0.36 - 0.47 = -0.11 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$$

$$q_{\text{sys}} = \Delta h \approx C_p (T_2 - T_1) = (4.186)(25 - 33/6) = -36 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\Delta S_{\text{surr}} = \frac{-q_{\text{sys}}}{T_o} = \frac{36}{298} = 0.12 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$$

$$\Delta S_{\text{net}} = \Delta S_{\text{sys}} + \Delta S_{\text{surr}} = -0.11 + 0.12 = 0.01 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$$

$$\frac{I}{m} = T \cdot \Delta S_{\text{net}} = (298)(0.01) = 2.98 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

۱۴۳ - گزینه «۲»

$$\Delta S = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1}, \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}}$$

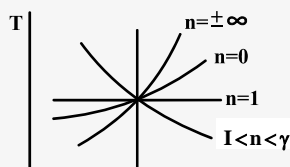
$$\Rightarrow \Delta S = S_2 - S_1 = C_p (n-1) \ln \left(\frac{P_2}{P_1} \right) - R \ln \frac{P_2}{P_1} = [C_p (n-1) R] \ln \frac{P_2}{P_1}$$

$$C_p = \frac{\gamma R}{\gamma - 1} \Rightarrow \Delta S = \left[\frac{n\gamma R - \gamma R - n\gamma R + nR}{(\gamma - 1)n} \right] \ln \left(\frac{P_2}{P_1} \right) = R \left[\frac{n - \gamma}{(\gamma - 1)n} \right] \ln \left(\frac{P_2}{P_1} \right)$$

چون فشار افزایش یافته است، $\frac{P_2}{P_1} > 1$ و در نتیجه $\ln \frac{P_2}{P_1} > 0$ و علامت ΔS به علامت $\frac{n - \gamma}{(\gamma - 1)n}$ بستگی دارد. چون $\gamma - 1 > 0$ است، بنابراین

اگر $n > \gamma$ باشد ΔS مثبت و اگر $n < \gamma$ باشد ΔS منفی است.

روش تستی: طبق نمودار $T - S$ داریم:



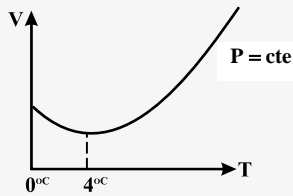
$$\text{چون } P \text{ افزایش } \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}}$$



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°C در فرآیند فشار ثابت گرم می‌شود، حجم مخصوص تا دمای 4°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°C منفی است، کمیت $\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_T$ در 0°C مثبت است. بنابراین در 0°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»

$$\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = -\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P = -\frac{v}{\alpha} \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P = -v\alpha_p$$

$$dS_T = -v\alpha_p dP_T$$

$$S_2 - S_1 = -v\alpha_p (P_2 - P_1)_T = -0.000114 \times 5 \times 10^{-5} (100 - 0/1) \times 10^6 = -0.5694 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$$

$$S_2 - S_1 = m(S_2 - S_1) = 2 \times -0.5694 = -1.1388 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$



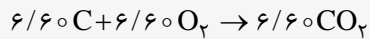
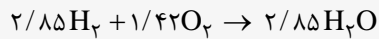
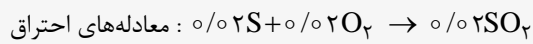
۱۴۶- گزینه «۱»

$$\text{kmol S} = \frac{0/6}{32} = 0/02$$

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 O_2 مورد نیاز: ۸/۰۴

۱۰۰ کیلوگرم سوخت / کیلو مول O_2 در سوخت: ۰/۳۱

۱۰۰ کیلوگرم سوخت / کیلومول 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 $\frac{Q^r \rho}{\mu^\Delta}$ بی بعد نیست.

گزینه ۲ همه عبارات بی بعد هستند اما از D در گروه‌های بی بعد استفاده نشده است.

گزینه ۳ همه عبارات بی بعد هستند و از همه متغیرها استفاده شده است.

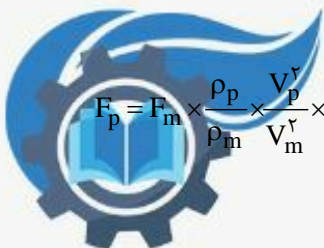
گزینه ۴ عبارت $\frac{\mu^\Delta}{Q^r \rho^\Delta}$ بی بعد نیست.

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»

$$Q = \int_0^a u dy = \int_0^a -\frac{1}{2\mu} \frac{dp}{dx} (ay - y^2) dy = \frac{a^2}{2\mu} \frac{dp}{dx}$$

$$\text{سرعت متوسط } V = \frac{Q}{A} = \frac{a^2}{2\mu} \frac{dp}{dx}$$

$$\frac{u}{V} = -\frac{\rho}{a^2} (y^2 - ay)$$

$$\alpha = \frac{1}{A} \int_0^a \left(\frac{u}{V}\right)^2 dy = \frac{\rho^2}{a^4} \int_0^a (ay - y^2)^2 dy = \frac{\rho^2}{a^4} \left[\frac{1}{3} a^3 y - \frac{2}{5} a^2 y^2 + \frac{1}{7} a y^3 - \frac{2}{9} y^4 \right]_0^a = 1/54$$

$$\beta = \frac{1}{A} \int_0^a \left(\frac{u}{V}\right)^2 dy = \frac{\rho^2}{a^4} \int_0^a (ay - y^2)^2 dy = \frac{\rho^2}{a^4} \left[\frac{1}{3} a^3 y - \frac{2}{5} a^2 y^2 + \frac{1}{7} a y^3 - \frac{2}{9} y^4 \right]_0^a = 1/54$$

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.

$$\begin{cases} y=0, u=0 \\ y=b, \frac{\partial u}{\partial y}=0 \end{cases} \quad (\text{تنش برشی در سطح آزاد برابر صفر است})$$

$$\Rightarrow B=0, A=\gamma b \sin \theta \quad u = \frac{\gamma}{\mu} \left(by - \frac{y^2}{2} \right) \sin \theta$$



۱۵۱- گزینه «۴»

معادله انرژی را بین نقطه ۱ در سطح آب و نقطه ۲ در ورودی لوله می‌نویسیم:

$$\frac{P_o}{\gamma} + \frac{V_o^2}{2g} + z_o = \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = z$$

$$P_o = 0, V_o = 0, z = 0, \frac{V^2}{2g} = 0 \text{ صرف نظر می‌کنیم}$$

$$\frac{P}{\gamma} = z \Rightarrow P = \gamma z = 4 \times 10000 = 40000 \text{ Pa}$$

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{40000}{4} = 10000 \frac{\text{Pa}}{\text{m}}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{3 \times 10^{-6}}{\pi \times \frac{(2 \times 10^{-3})^2}{4}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta P = \frac{128 \mu L Q}{\pi D^4} \Rightarrow \mu = \frac{\Delta P \pi D^4}{128 L Q} = \frac{10^4 \times 3 \times (2 \times 10^{-3})^4}{128 \times 40 \times 3 \times 10^{-6}} = 3/128 \times 10^{-5} \frac{\text{N.s}}{\text{m}^2}$$

۱۵۲- گزینه «۳»

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0/15}{\pi \times \frac{(0/5)^2}{4}} = 0/8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{0/8 \times 0/5}{2/5 \times 10^{-6}} = 16 \times 10^4$$

$$F = \frac{\nu}{Re} = 0/1$$

$$\Rightarrow h_f : F \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = 0/1 \times \frac{1000}{0/5} \times \frac{0/8^2}{2 \times 10} = 6/4$$

$$P = \gamma h_F Q = 8600 \times 6/4 \times 0/15 = 8256 \text{ W} = 8/256 \text{ kW}$$



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»

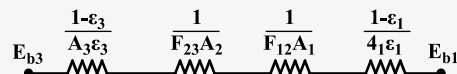
ضریب جابجایی آزاد برای صفحه قائم بیشتر از صفحه مایل و برای صفحه مایل بیشتر از صفحه افقی است. بنابراین با افزایش زاویه θ ، ضریب جابجایی آزاد کاهش یافته و صفحه دیرتر سرد می‌شود.

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:

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

$$A_1 F_{12} = A_2 F_{21}, \quad A_2 \gg A_1 \Rightarrow F_{21} = \frac{A_1}{A_2} F_{12} = 0 \times F_{12} = 0$$



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 :

$$\eta_1 = 1 - \frac{T_r}{T_1}$$

در مورد موتور دومی:

$$\eta_r = 1 - \frac{0/2 T_1}{T_r} \Rightarrow \frac{0/2 T_1}{T_r} = 1 - \eta_r \Rightarrow \frac{T_r}{T_1} = \frac{0/2}{1 - \eta_r}$$

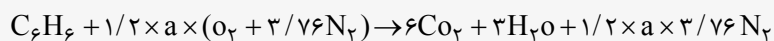
که $\frac{T_r}{T_1} = 1 - \eta_1$ پس:

$$1 - \eta_1 = \frac{0/2}{1 - \eta_r} \Rightarrow -\eta_1 \eta_r + \eta_1 + \eta_r = 0/8$$



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.

$$T_2 = 1/4 \times (273 + 27) = 1/4 \times 300 = 75^\circ \text{K}$$

$$T_2 = 75 - 273 = -198^\circ \text{C}$$



۱۶۸- گزینه «۴»

از رابطه نیرو با گشتاور داریم داریم:

$$T = F \cdot r, \quad F = \tau \cdot A, \quad \tau = \mu \frac{\Delta u}{\Delta r}, \quad A = 2\pi rL$$

در نتیجه طبق معادلات فوق خواهیم داشت:

$$T = F \cdot r = \tau \cdot A \cdot r = \mu \frac{\Delta u}{\Delta r} \times 2\pi rL \times r = \mu \times \frac{r\omega - 0}{t} \times 2\pi rL \times r \Rightarrow T = \frac{2\pi r^3 \omega L \mu}{t}$$

از رابطه به دست آمده فوق چنین استنباط می‌شود که گشتاور با توان سوم شعاع رابطه مستقیم دارد یعنی:

$$\frac{T_r}{T} = \left(\frac{r_r}{r}\right)^3 = \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8} \Rightarrow T_r = \frac{1}{8} T_1$$

۱۶۹- گزینه «۱»

$$(F_x)_L = \gamma_1 h A_1 = \gamma_1 \times R \times (2R \times 1) = 2\gamma_1 R^2$$

$$(F_x)_R = \gamma_2 h A_2 = 0.5 \gamma_1 \times \frac{R}{2} \times (R \times 1) = 0.25 \gamma_1 R^2$$

از تعادل نیروها داریم:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow (F_x)_L = (F_x)_R - F_A = 0$$

$$F_A = 2\gamma_1 R^2 - 0.25 \gamma_1 R^2 \Rightarrow F_A = 1.75 \gamma_1 R^2$$



۱۷۰- گزینه «۲»

(\circ) = لنگر ممتموم ورودی و لنگر ممتموم دو خروجی = گشتاور نیرو نسبت به ورودی داریم:

$$F_d = \left(\frac{\dot{m}}{\rho}\right)V \times r + \left(\frac{\dot{m}}{\rho}\right)V \times r \Rightarrow F_d = \dot{m}Vr = \rho A V^2 r \Rightarrow F(\circ/2) = 1000 \times 2 \times 10 \times 10^{-4} \times 50^2 \times 0.3 \Rightarrow F = 7500 \text{ N}$$

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»

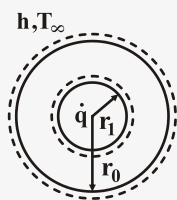
گرادیان فشار معکوس (افزایش فشار در جهت جریان) شرط لازم برای ایجاد جدایش لایه مرزی و ایجاد جریان برگشتی است و لذا $\frac{dp}{dx} > 0$ به عبارت دیگر جدائی فقط زمانی رخ می دهد که گرادیان فشار معکوس وجود داشته باشد ولی در نقطه جدایی جریان $\frac{dp}{dx} = 0$ می باشد.

۱۷۴- گزینه «۳»

در صفحه مسطح، افزایش زبری باعث درهم شدن جریان و در نتیجه افزایش نیرو (ضریب) دراگ می شود. در استوانه نیز افزایش زبری جریان را درهم کرده و جریان درهم باعث به تأخیر افتادن جدایش می شود و لذا افت فشار در پشت استوانه نیز کمتر خواهد شد و در نتیجه نیرو (ضریب) دراگ کاهش می یابد.

۱۷۵- گزینه «۳»

شکل مسئله بالا به صورت روبرو می باشد:



$$r_i = 5 \text{ mm}, r_o = 10 \text{ mm}$$

$$\dot{q} = 10^3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\dot{E}_{in} = \dot{E}_{out}$$

با نوشتن موازنه انرژی برای مسئله روبرو، حجم کنترل نیز حجم داخل خط چین ها می باشد، E_{in} انرژی ناشی از انرژی تولیدی است و \dot{E}_{out} ناشی از انرژی جابجایی است:

$$\dot{q} \times V = hA(T_s - T_{\infty})$$

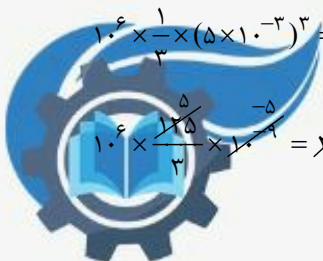
V حجم کره داخل است و A مساحت سطح بیرونی است.

$$V = \frac{4}{3}\pi r_i^3, A = 4\pi r_o^2$$

$$\dot{q} \times \frac{4}{3}\pi r_i^3 = h \times 4\pi r_o^2 (T_s - T_{\infty})$$

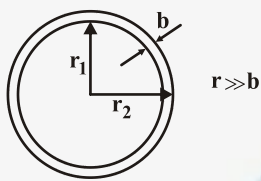
$$10^3 \times \frac{4}{3} \times (\frac{5}{1000})^3 = 25 \times (10 \times \frac{10}{1000})^2 (T_s - T_{\infty})$$

$$10^3 \times \frac{4}{3} \times \frac{125}{10^9} = 25 \times 100 \times 10^{-6} (T_s - T_{\infty}) \quad \frac{50}{3} = T_s - T_{\infty} \Rightarrow T_s = 41.7^\circ\text{C}$$



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:

$$R = \frac{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_1 + b}}{4\pi k} = \frac{\frac{r_1 + b - r_1}{(r_1 + b)r_1}}{4\pi k} = \frac{b}{4\pi(r_1)r_1 k}$$

$$\Rightarrow R = \frac{b}{4\pi r_1^2 k}$$

$$\Rightarrow R = \frac{b}{AK}$$

سطح مقطع داخلی کره برابر $A = 4\pi r_1^2$

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)

$$\overline{Nu}_D = 2 + [0.4 Re_D^{1/4} + 0.6 Re_D^{1/2}] Pr^{1/4} \left(\frac{\mu}{\mu_s}\right)^{1/4}$$

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_{∞} قرار گرفته است و هدف اندازه‌گیری T_{∞} 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:

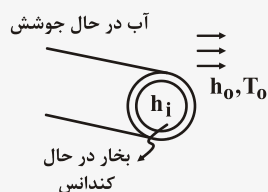
$$\tau \rightarrow \infty \Rightarrow e^{-\frac{t}{\tau}} \rightarrow 0 \Rightarrow T = T_{\infty}$$

بنابراین برای کوتاه بودن پاسخ ترموکوپل ثابت زمانی آن (τ) 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

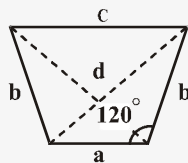
h_o : ضریب جابجایی آب در حالت جوشش

Δx : 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 کنترل‌کننده 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.

$$F_{ij} = \frac{\Sigma(\text{مجموع طول خطوط متقاطع}) - \Sigma(\text{مجموع طول خطوط غیرمتقاطع})}{\text{دو برابر خط روی سطح } i \text{ ام}}$$

$$F_{ac} = \frac{(rd) - (rb)}{ra}$$

$$d = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos 120^\circ} = \sqrt{a^2 + b^2 + ab} \Rightarrow F_{ac} = \frac{\sqrt{a^2 + b^2 + ab} - b}{a}$$



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»

$$\text{کار تلف شده} = T_0 \Delta S - Q, \Delta S_{\text{sys}} = mc \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Delta S_{\text{sys}} = 5 \times 0.4 \ln \frac{298 + 273}{900} = 2 \ln \frac{298}{900} = -2 \times 1.1 = -2.2$$

$$Q = mc \Delta T = 5 \times 0.4 \times (298 - 900) = 2 \times (-602) = -1204$$

$$\text{کار تلف شده} = T_0 \Delta S - Q$$

$$\text{کار تلف شده} = 298 \times (-2.2) + 1204 = 548.4 \text{ J}$$



۱۸۳- گزینه «۱»

$$dH = Tds + vdp \Rightarrow C_p dT = Tds + vdp \xrightarrow{p=cte} C_p dT = Tds$$

$$C_p = T \left(\frac{ds}{dT} \right)_{p=cte} = 400 K \left(\frac{0.6 \frac{kJ}{kg \cdot K}}{20 K} \right) = \frac{4 \times 6}{2} = 12 \frac{kJ}{kg \cdot K}$$

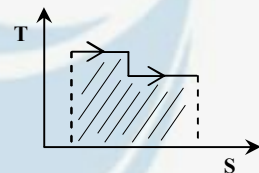
۱۸۴- گزینه «۱»

$$\text{کار انجام شده} = \text{مساحت شکل داده شده در سوال} = (600 - 400) \times 10 + (500 - 400) \times 10$$

$$\text{کار انجام شده} = 2000 + 1000 = 3000 \text{ kJ}$$

$$\text{مساحت زیر نمودار روبرو} = \text{گرمای گرفته شده}$$

$$\text{گرمای گرفته شده} = 600 \times 10 + 500 \times 10 = 6000 + 5000 = 11000$$



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 ایده آل است با ثابت بودن آنتالپی دماها ثابت است پس قسمت $C_p \ln \frac{T_2}{T_1}$ حذف می شود و

قسمت $-R \ln \frac{P_2}{P_1}$ باقی می ماند.



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:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + y_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + y_2 \Rightarrow \frac{P_1}{9806} + \frac{8/33^2}{2 \times 9.81} = \frac{12^2}{2 \times 9.81} \Rightarrow P_1 = 37290/34 \text{ (Pa)}$$

$$\text{از معادله (a) داریم: } 37290/34 \times \frac{\pi}{4} \times 0/15^2 + F_x = 1000 \times \frac{\pi}{4} [-8/33^2 \times 0/15^2 + 12^2 \times 0/1^2 \times \cos 15^\circ + 12^2 \times (0/75)^2 \times \cos 30^\circ]$$

$$\Rightarrow F_x = -241/8 \text{ (N)} \quad \text{و} \quad K_x = -F_x = 241/8 \text{ (N)} \quad \text{نیروی وارده از طرف سیال}$$

۱۸۹- گزینه «۳»

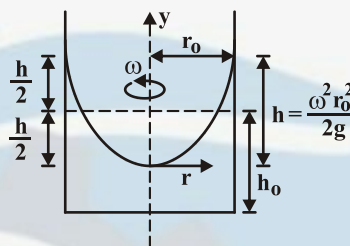
بیشترین فشار بر روی جداره استوانه قرار دارد بنابراین:

$$P_{\max} = \gamma(h_o + \frac{h}{\gamma}) = \rho g(h_o + \frac{\omega^2 r_o^2}{4g})$$

$$\omega = \gamma \pi \times \frac{90}{60} = \gamma \pi (\frac{\text{rad}}{\text{s}})$$

$$P_{\max} = 1000 \times 1 \cdot [1 + \frac{(\gamma \pi)^2 \times (0.6)^2}{4 \times 10}]$$

$$\Rightarrow P_{\max} = 17994/4 (\text{Pa}) \Rightarrow P_{\max} \approx 18 (\text{kPa})$$



در نتیجه:

۱۹۰- گزینه «۳»

از رابطه داری و ایسباخ داریم:

$$H_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}, \quad V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

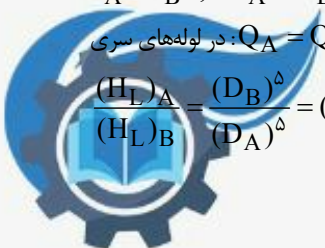
$$H_L = f \frac{L}{D} \times \frac{(\frac{4Q}{\pi D^2})^2}{2g} = \frac{16fLQ^2}{g\pi^2 D^5}$$

$$f_A = f_B, \quad L_A = L_B, \quad D_A = 1/2 D_B$$

$$Q_A = Q_B \text{ در لوله های سری}$$

$$\frac{(H_L)_A}{(H_L)_B} = \frac{(D_B)^5}{(D_A)^5} = (\frac{1}{1/2})^5 = 0.402$$

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 دارسی - 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:

$$D_1 = D_2 \Rightarrow V_1 = V_2 = V$$

$$\frac{400 \times 10^3}{9810} = \frac{150 \times 10^3}{9810} + 20 + 0.025 \times \frac{200}{D} \times \frac{1/5^2}{2 \times 9.81}$$

$$\Rightarrow D = 0.10455 \text{ m} = 104.55 \text{ mm}$$



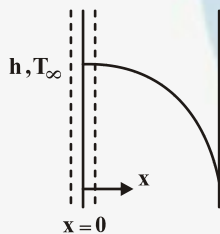
۱۹۳- گزینه «۴»

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.



$$E_{in} = E_{out}$$

$$-kA \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=0} = hA(T - T_{\infty})|_{x=0}$$

$$T(x=0) = 50^{\circ}\text{C}, \quad \frac{\partial T}{\partial x} = -1 - 0.1x \rightarrow \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=0} = -1$$

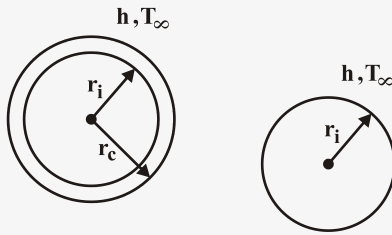
$$-10 \times (-1) = h(50 - 27)$$

$$10 = 23 \times h \rightarrow h = 3/47 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$



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 ΔT ثابت باقی می‌ماند:

$$\frac{q}{q_o} = \frac{R_o}{R} = \frac{\frac{1}{4\pi \times 4 \times 0.05^2}}{\frac{1}{4\pi \times 0.2} \ln \frac{0.1}{0.05} + \frac{1}{4\pi \times 0.1^2}} = \frac{4 \times 10^{-4} \times 25}{\frac{1}{2} + \frac{1}{4}} = \frac{100}{75} = \frac{4}{3}$$

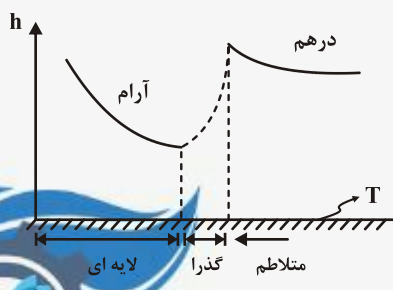
۱۹۶- گزینه «۱»

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:

$$Re = \frac{U \cdot d}{\nu} = \frac{0.5 \times 10^{-2}}{26/4 \times 10^{-6}} = 189/4$$

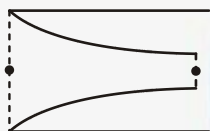
جریان در داخل لوله در شرایطی که $Re < 2300$ باشد آرام محسوب می‌شود.

بنابراین جریان آرام است. در جریان آرام طول ناحیه ورودی گرمایی برابر است با:

$$\left(\frac{x_t}{d}\right) = 0.05 \times Re_d \times pr = 0.05 \times 189/4 \times 0.7 = 6/63$$

بنابراین طول ناحیه ورودی گرمایی: $x_t = 6/63 \text{ cm} = (x_t)$.

اما طول لوله برابر 5 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 .

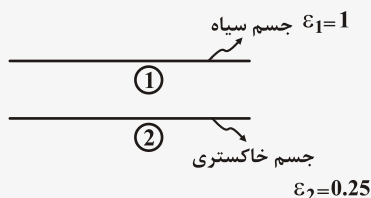


۱۹۸- گزینه «۱»

خالص انتقال حرارت بین دو جسم برابر است:

$$q_{1-2} = \frac{\sigma(T_1^f - T_2^f)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1} = \epsilon_2 \sigma(T_2^f - T_1^f)$$

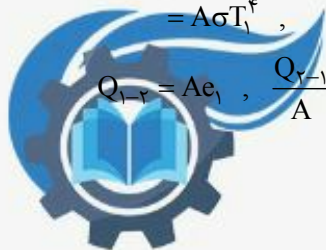
(چون دو سطح بی‌نهایت هستند ضرایب شکل برابر ۱ هستند).



$$Q_{1-2} = \epsilon_1 A \sigma T_1^f, \quad Q_{2-1} = \epsilon_2 A \sigma T_2^f$$

$$= A \sigma T_1^f, \quad = 0.25 A \sigma T_2^f$$

$$Q_{1-2} = A e_1, \quad \frac{Q_{2-1}}{A} = e_2 = 0.25 A \sigma T_2^f$$



$$\frac{Q_{1-2}}{A} = e_1 = \sigma T_1^f = \sigma(1 \dots f)$$

$$e_r = \frac{Q_{r-1}}{A} = \cdot / 25 \sigma (f \dots)^f = f^f \times \frac{1}{f} \sigma \times 1 \dots f = f^f e_1$$

$$\Rightarrow e_r = f^f e_1 \rightarrow e_1 = \frac{1}{f^f} e_r$$

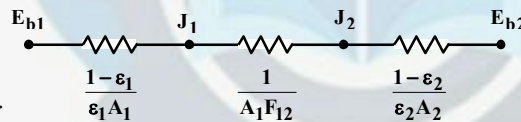
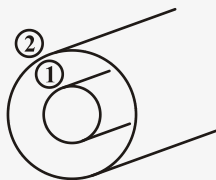
$$q_{r-1 \text{ net}} = e_r - \frac{1}{f} e_1 = f^f e_1 - \frac{1}{f} e_1 = \frac{f^f - 1}{f} e_1 = \frac{255}{256} e_r$$

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:



$$\Rightarrow q_{12} = \frac{E_{b1} - E_{b2}}{\frac{1-\epsilon_1}{\epsilon_1 A_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1-\epsilon_2}{\epsilon_2 A_2}}$$

$$q_{12} = A_1 \sigma (T_1^f - T_2^f) = (\pi \pi L) \sigma (T_1^f - T_2^f)$$

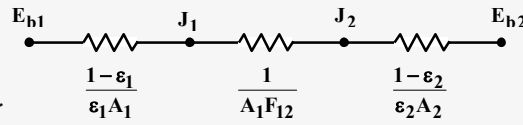
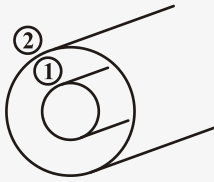
بنابراین میزان انتقال حرارت موازنه شده تنها به سطح استوانه داخلی بستگی دارد. و به سطح استوانه بیرون بستگی ندارد، بنابراین با افزایش شعاع استوانه خارجی تغییری در میزان انتقال حرارت موازنه شده ایجاد نخواهد شد.



برای دو سطح خاکستری، دیفیوز و مات:

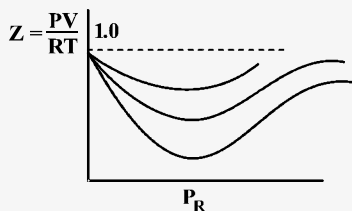
چون دو سطح سیاه هستند $\epsilon_1 = \epsilon_2 = 1$ در نتیجه ترم‌های اول و سوم برابر صفر

هستند. و چون $F_{12} = 1$ است. بنابراین:



$$\Rightarrow q_{12} = \frac{E_{b1} - E_{b2}}{\frac{1-\epsilon_1}{\epsilon_1 A_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1-\epsilon_2}{\epsilon_2 A_2}}$$

$$q_{12} = A_1 \sigma (T_1^f - T_2^f) = (\pi \pi L) \sigma (T_1^f - T_2^f)$$



Z طبق نمودار مقابل همیشه کمتر از ۱ است.

$$P_V V = RT$$

گاز ایده‌آل

رابطه تراکم پذیری:

$$P_V V = zRT \Rightarrow \frac{P_V}{P_1} = z < 1$$

چون $z < 1$ است پس $P_1 > P_V$



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 $W_b = P_o(V_f - V_i)$ در نتیجه:

$$Q - W_{\text{other}} - W_b = U_f - U_i$$

$$Q - W_{\text{other}} - P_o(V_f - V_i) = U_f - U_i$$

$$Q - W_{\text{other}} = (U_f + P_o V_f) - (U_i + P_o V_i)$$

که عبارت داخل پرانتزها H است.

$$Q - W_{\text{other}} = H_f - H_i \rightarrow Q = H_f - H_i + W_{\text{other}}$$

W_{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:

$$Q = mC_v \Delta T = mC_v (T_f - T_i)$$

برای پیدا کردن T_f :

$$P_f V = mRT_f \rightarrow \text{فشار دو برابر می شود} \rightarrow T_f = 2T_i$$

$$T_f = 2 \times 300 = 600 \text{ K} = 327^\circ \text{C}$$

$$\rightarrow |Q| = 10 \times 10^{-3} / 28 \times 300 = 2100 \text{ kJ}$$



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»

$$dh = 0 \Rightarrow \mu = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_h$$

$$\Rightarrow C_p dT + [v - T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p] dp = 0$$

$$\Rightarrow \mu = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_h = \frac{-1}{C_p} [v - T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p]$$

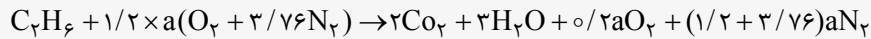
رابطه ضریب ژول - تامسون :



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:

$$\tau = \mu \frac{\Delta V}{h} \Rightarrow \tau = \mu \frac{0.1-0}{1 \times 10^{-3}} \Rightarrow \mu = 0.4 \frac{\text{kg}}{\text{m.s}}$$

با توجه به رابطه بین لزجت دینامیکی و لزجت سینماتیکی خواهیم داشت:

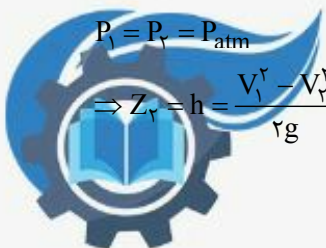
$$v = \frac{\mu}{\rho} \Rightarrow v = \frac{0.4}{1000} \Rightarrow v = 0.4 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

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:

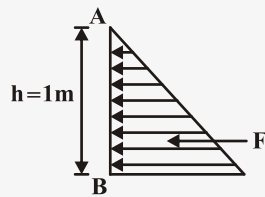
$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2$$

$$P_1 = P_2 = P_{\text{atm}} \\ \Rightarrow Z_2 = h = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} = \frac{12^2 - (12 \cos 45)^2}{2 \times 9.81} \Rightarrow h = 3.67 \text{ m}$$



۲۱۰- گزینه «۲»

داریم:



$$P = \rho(g - a_z) \frac{h}{3}$$

$$\Rightarrow P = 1000 \times (9.81 - 1) \times \frac{1}{3} = 2600 \text{ Pa}$$

$$F = P \times A = 2600 \times (1 \times 1) \Rightarrow F = 2600 \text{ N}$$

۲۱۱- گزینه «۲»

باتوجه به عدد فرود خواهیم داشت:

$$Fr = \frac{V}{Lg} \quad , \quad \left(\frac{V}{Lg}\right)_p = \left(\frac{V}{Lg}\right)_M \Rightarrow \left(\frac{\frac{L}{T}}{L}\right)_p = \left(\frac{\frac{L}{T}}{L}\right)_M \Rightarrow \left(\frac{L}{T^2}\right)_p = \left(\frac{L}{T^2}\right)_M$$

$$\Rightarrow \frac{T_p}{T_M} = \sqrt{\frac{L_p}{L_M}} = \sqrt{\frac{1}{4}} \Rightarrow \frac{T_p}{T_M} = \frac{1}{2}$$



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:

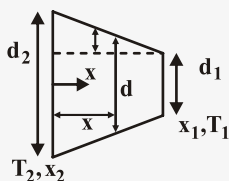
$$F_D = C_D \left(\frac{1}{2} \rho V^2 \right) A$$

A: سطح تصویر شده در امتداد عمود بر جریان

$$= 0.34 \times \frac{1}{2} \times 1.226 \times \left(\frac{33}{3} \right)^2 \times (80 \times 10) = 184892$$

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.



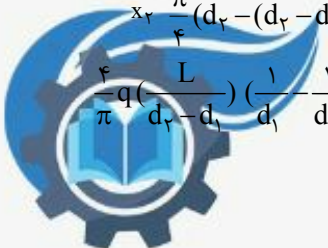
$$q = -kA(x) \frac{dT}{dx}, x_r = 0, x_1 = L \Rightarrow q \frac{dx}{A(x)} = -k dT, \frac{L-x}{L} = \frac{\frac{d-d_1}{2}}{\frac{d_r-d_1}{2}} \Rightarrow 1 - \frac{x}{L} = \frac{d-d_1}{d_r-d_1} \Rightarrow$$

$$d = d_1 + \left(1 - \frac{x}{L}\right) (d_r - d_1) \quad d = d_1 + d_r - d_1 - (d_r - d_1) \frac{x}{L} = d_r - (d_r - d_1) \frac{x}{L}$$

$$A(x) = \pi \frac{d^2}{4} = \frac{\pi}{4} (d_r - (d_r - d_1) \frac{x}{L})^2$$

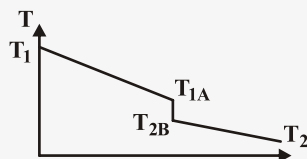
$$q \int_{x_r}^{x_1} \frac{dx}{\frac{\pi}{4} (d_r - (d_r - d_1) \frac{x}{L})^2} = -k \int_{T_r}^{T_1} dT \rightarrow q \times \frac{4}{\pi} \times \left(+ \frac{L}{d_r - d_1} \right) \times \frac{1}{d_r - (d_r - d_1) \frac{x}{L}} \Big|_0^L$$

$$\frac{4}{\pi} q \left(\frac{L}{d_r - d_1} \right) \left(\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_r} \right) = k(T_r - T_1) \Rightarrow q = \frac{\pi k (T_r - T_1)}{4 L} d_1 d_r$$



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:

$$T = \frac{1}{r} x^2 - y + \frac{1}{r} z^2 - xz - ryz$$

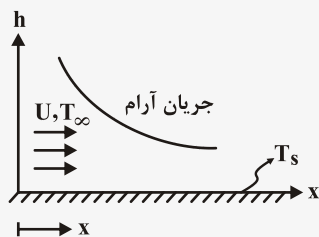
$$\nabla^2 T = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$$

$$\frac{\partial T}{\partial x} = x - z \rightarrow \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 1, \quad \frac{\partial T}{\partial y} = -r y - r z \rightarrow \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = -r$$

$$\frac{\partial T}{\partial z} = +z - x - r y \Rightarrow \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 1 \Rightarrow \nabla^2 T = 1 - r + 1 = 0 \rightarrow \rho c \frac{\partial T}{\partial t} = 0 \rightarrow \frac{\partial T}{\partial t} = 0$$

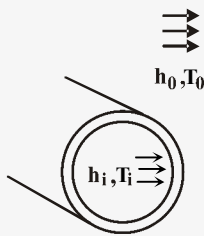
بنابراین در هیچ نقطه‌ای از جسم با زمان تغییر نمی‌کند.

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).





$$q = \frac{T_s - T_0}{\frac{1}{h_0}}$$

گرمای عبوری بین دو سیال بیرونی و داخلی :

$$q = \frac{T_i - T_0}{\frac{1}{h_i} + \frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h_0}}$$

که از طرفی برابر است با:

همان طور که در فرضیات مسئله بیان شده است Δx 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، $h_0 \ll h_i$ بنابراین $\frac{1}{h_0} \ll \frac{1}{h_i}$ پس می توان از مقاومت گرمایی سیال داخلی صرف نظر کرد و تنها مقاومت تأثیرگذار مقاومت سیال بیرونی است، بنابراین

$$\frac{T_s - T_0}{\frac{1}{h_0}} = \frac{T_i - T_0}{\frac{1}{h_0}} \rightarrow T_s = T_i = 200^\circ \text{C}$$

یعنی دمای جداره لوله به دمای سیال داخل لوله نزدیک است.

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 $A_1 F_{12} = A_2 F_{21}$

(دایره ای به قطر $\frac{D}{2}$) $\leftarrow A_1 = \frac{\pi}{4} \left(\frac{D}{2}\right)^2$

$$\Rightarrow F_{21} = \frac{A_1}{A_2} F_{12} = \frac{A_1}{A_2}$$

مساحت نیمکره به قطر D

$$\Rightarrow F_{21} = \frac{\frac{\pi}{4} \left(\frac{D}{2}\right)^2}{\frac{1}{2} \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{1}{2} = 0.5$$

مساحت نیمکره به قطر D :

$$A_2 = \frac{1}{2} \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2$$

