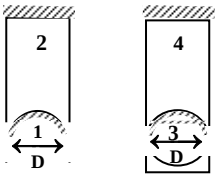
انتقال حرارت ۱ و ۲

۳۱ـ صفحه مربعی شکل نازکی به ضلع $10cm$ در هوای $20^\circ C$ در اطاقی آویزان است. صفحه در معرض گرمای تابشی $50W$ قرار دارد. اگر دمای تعادلی صفحه $30^\circ C$ و ضریب بازتاب صفحه $0/4$ باشد، ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی از هر طرف صفحه به محیط بر حسب $\frac{W}{m^2.C}$ چقدر است؟

۱) ۲۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۵۰

۳۲ـ نیمکره‌ای در قاعده یک استوانه قرار گرفته است و با سقف آن تبادل حرارت دارد. نیمکره ۱ کف ندارد و از درون عایق است. نیمکره ۳ کف دارد و فقط به بیرون تابش ارسال می‌کند. اگر براساس مشخصات شکل زیر $F_{12} = m$ باشد، مقدار F_{34} چقدر است؟



۱) $0/5m$
۲) $0/67m$
۳) m
۴) $1/5m$

۳۳ـ با افزایش دمای یک صفحه سیاه، نحوه تغییرات مقدار انرژی تابشی منتشره (W_B) و طول موج حداکثر (λ_{max}) امواج منتشره چگونه است؟

۱) W_B و λ_{max} افزایش می‌یابد. ۲) W_B و λ_{max} کاهش می‌یابد.
۳) W_B افزایش ولی λ_{max} کاهش می‌یابد. ۴) W_B کاهش ولی λ_{max} افزایش می‌یابد.

۳۴ـ در چه نوع از مسائل مبدل‌های حرارتی روش $\varepsilon - NTU$ بر $F - LMTD$ برتری دارد؟

۱) در مبدل‌های قاب ـ صفحه‌ای ۲) در مبدل‌های پوسته ـ لوله‌ای
۳) در همه مسایلی که فقط ۳ دما معلوم باشد. ۴) در طراحی مبدل‌هایی که حداقل ۴ پارامتر از دو دبی و ۴ دما معلوم باشد.

۳۵ـ در یک مبدل حرارتی ۲ لوله‌ای از بخار اشباع $300^\circ C$ برای گرمایش آب از ۲۵ تا ۸۳ درجه سانتی گراد استفاده می‌شود. کدام یک از گزینه‌های زیر را برای افزایش دمای متوسط لگاریتمی مبدل پیشنهاد می‌کنید؟

۱) بخار و مایع به صورت ناهمسو وارد مبدل شوند.
۲) بخار و مایع هر دو به صورت جریان همسو مورد استفاده قرار گیرند.
۳) همسو بودن یا نبودن جریان‌ها در این حالت تأثیری در مقدار متوسط لگاریتمی دما ندارد.
۴) بخار و مایع به صورت ناهمسو وارد مبدل شوند و بخار حتماً در لوله داخلی جاری گردد.

۳۶ـ کدام عبارت در خصوص NTU در مبدل‌های حرارتی صحیح است؟

۱) هر چه مقدار NTU بیشتر باشد کارایی مبدل بیشتر است. ۲) معیاری از اندازه مبدل و شدت انتقال حرارت در مبدل است.
۳) مقدار NTU بیشتر از ۳ برای مبدل‌های همسو پیشنهاد نمی‌شود. ۴) همه موارد ۱، ۲ و ۳ می‌توانند صحیح باشند.

۳۷ـ براساس کدام معیار می‌توان پیش بینی کرد میعان فیلمی رخ خواهد داد یا قطره‌ای؟

۱) هر وقت سطح دارای صیقل آیینه‌ای باشد. ۲) هر وقت سیال حاوی مواد فعال کننده سطحی باشد.
۳) وقتی کشش سطحی سیال کمتر از کشش سطحی بحرانی سطح باشد. ۴) هر وقت نیروی فشاری بخار اشباع بیش از نیروی کشش سطحی سیال باشد.

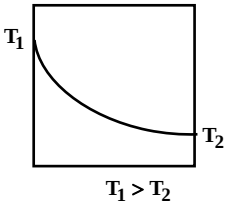
۳۸ـ کدام یک از عوامل زیر در افزایش مقدار انتقال حرارت در میعان فیلمی بر روی یک صفحه قائم نقش مهمتری دارند؟

۱) زبر کردن سطح ۲) کج کردن صفحه ۳) افزایش فشار کلی بخار ۴) کوتاه کردن ارتفاع صفحه

۳۹ـ کدام عبارت در خصوص شار حرارتی بحرانی (Critical heat flux) در جوشش ظرفی صحیح است؟

۱) در این شار بیشترین ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی آزاد به دست می‌آید.
۲) در این شار مکانیسم تشعشعی نقش بسزایی در جوشش دارد.
۳) انتخاب این شار همواره به عنوان شار عملیاتی مناسب است.
۴) در این شار تعداد حباب‌های تولیدی در سطح جسم گرم برابر با تعداد حباب‌هایی است که سطح را ترک می‌کنند.

۴۰ـ در مورد دیواره نشان داده شده در شکل روبه‌رو و توزیع دما در آن کدام گزینه زیر صحیح‌تر است؟



۱) دیواره‌ای با ضریب انتقال حرارت هدایتی غیرثابت که با افزایش دما کاهش می‌یابد.
۲) دیواره‌ای با ضریب انتقال حرارت هدایتی غیرثابت که با افزایش دما افزایش می‌یابد.
۳) دیواره‌ای با ضریب انتقال حرارت هدایتی ثابت و منبع مصرف انرژی در درون آن که یک طرف آن عایق شده است.
۴) گزینه‌های ۱ و ۳ حسب مورد صحیح است.

۲۵ـ گزینه «۳» کدام‌یک از عبارت زیر، می‌تواند برداشت درستی از متن باشد؟

۱) در فیلتراسیون کیک صافی یک کیک فیلتراسیون است.

۲) فیلتراسیون در جداسازی گازها از جامدات کاربرد دارد.

۳) در فیلتراسیون عمقی، ماسه برای نگه داشتن جامدات استفاده می‌شود.

۴) فیلتراسیون بسته یکی از روش‌هایی است که در فیلتراسیون عمقی استفاده می‌شود.

بهترین گزینه را انتخاب و در پاسخنامه علامت بزنید.

۲۶ـ گزینه «۴» انتقال حرارت و با تأمین داده‌های تجربی اضافی قوانین اول و دوم ترمودینامیک ..... .

۱) توضیح دادن ۲) جدول‌بندی کردن ۳) پیش‌بینی کردن ۴) تکمیل کردن

۲۷ـ گزینه «۳» در سیال همیشه انتقال مولکولی در میان سطوح فرضی بدون آن وجود دارد. لغت مشخص شده در این جمله به معنی ..... است.

۱) مشخص ۲) بزرگ ۳) خیالی ۴) محدود

۲۸ـ گزینه «۴» استفاده از فوم‌های فرمالدهید در عایق‌کاری اخیراً توسط کمیته مصرف‌کنندگان این محصولات ممنوع شده است. لغت مشخص شده در این جمله به معنی ..... است.

۱) پشت کردن ۲) مطالعه کردن ۳) حمایت کردن ۴) منع کردن

۲۹ـ گزینه «۲» فرآیندهای جدید شیمیایی هم اکنون جداسازی چهار یا پنج ماده معدنی مختلف از سنگ معدن مس را امکان‌پذیر ساخته است. لغت مشخص شده از لحاظ معنایی به کدام‌یک از لغات زیر نزدیک‌تر است.

۱) مجوز ۲) عملی ۳) پذیرفتن ۴) قابل دسترسی

۳۰ـ گزینه «۴» در فرآیند نیمه پیوسته، مواد در طی عملیات وارد می‌شوند، ولی خارج نمی‌شوند. کدام‌یک از فرآیندهای زیر فرآیند نیمه پیوسته است؟

۱) یک واکنش در حال انجام از ظرف بسته ۲) قسمتی از رودخانه میان دو پل

۳) یک مخزن در حال تخلیه با نیروی جاذبه ۴) یک بالن پر شده، هوا در سرعت ثابت

انتقال حرارت ۱ و ۲

۳۱ـ گزینه «۲» در حالت پایدار، مقدار حرارت تشعشعی جذب شده توسط صفحه برابر است با حرارت خروجی از صفحه به هوای اتاق از طریق جابجایی. چون ضریب بازتاب صفحه ۰/۴ می‌باشد، بنابراین ضریب جذب آن برابر با $۱-۰/۴=۰/۶$ است. در نتیجه:

$$\text{حرارت جذب شده} = ۰/۶\times ۵۰ = ۳۰\,W$$

همچنین مقدار حرارت جابجایی خارج شده از صفحه برابر است با:

$$\text{حرارت خارج شده} = ۲hA(T_s - T_\infty) \quad \text{و} \quad A = ۰/۱\times ۰/۱ = ۱۰^{-۲}\,m^۲ \quad \text{و} \quad T_s = ۳۰^\circ c\,,\ T_\infty = ۲۰^\circ c$$

در رابطه بالا ضریب ۲ به دلیل آن است که حرارت از دو طرف صفحه خارج می‌شود، بنابراین:

$$\text{حرارت خارج شده} = ۲h(۱۰^{-۲})(۳۰-۲۰) = \frac{h}{۵}$$

در نهایت اگر مقدار حرارت جذب شده و حرارت خارج شده از صفحه را برابر قرار دهیم، خواهیم داشت:

$$۳۰ = \frac{h}{۵} \Rightarrow h = ۱۵۰\frac{W}{m^۲.^\circ C}$$

۳۲ـ گزینه «۲» مساحت سطح ۱ برابر است با مساحت نیمکره، بنابراین:

$$A_۱ = ۲\pi R^۲$$

همچنین مساحت سطح ۳ برابر است با مساحت نیمکره به اضافه مساحت مقطع دایره‌ای آن:

$$A_۳ = ۲\pi R^۲ + \pi R^۲ = ۳\pi R^۲$$

اگر رابطه تقابل را در داخل دو استوانه بنویسیم داریم:

$$A_۱F_{۱۲} = A_۲F_{۲۱} \Rightarrow F_{۲۱} = \frac{A_۱}{A_۲} F_{۱۲} = \frac{A_۱}{A_۲} m \quad (۱)$$

$$A_۳F_{۳۴} = A_۴F_{۴۳} \Rightarrow F_{۳۴} = \frac{A_۴}{A_۳} F_{۴۳} \quad (۲)$$

از طرفی $A_۴ = A_۲$ و $F_{۴۳} = F_{۲۱}$ می‌باشد بنابراین از روابط ۱ و ۲ داریم:

$$F_{۳۴} = \frac{A_۲}{A_۳} \; F_{۲۱} = \frac{A_۲}{A_۳} \; (\frac{A_۱}{A_۲} m) = \frac{A_۱}{A_۳} m = \frac{۲\pi R^۲}{۳\pi R^۲} m \Rightarrow F_{۳۴} = \frac{۲}{۳} m = ۰/۶۷ \; m$$

◆ ◆ ◆ ◆

۳۳ـ گزینه «۳» میزان تابش صادر شده از جسم سیاه از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$E_b(T) = \sigma T^۴$$

طبق رابطه بالا با افزایش دمای جسم سیاه میزان تابش صادر شده از آن افزایش می‌یابد. همچنین طبق قانون جابجایی وین با افزایش دمای جسم، طول موج حداکثر تابش (λ_{max}) کاهش می‌یابد.

◆ ◆ ◆ ◆

۳۴ـ گزینه «۴» در حالتی که از شش پارامتر (دو دبی و چهار دما) فقط چهار پارامتر مشخص باشد از روش $\varepsilon - NTU$ استفاده می‌کنیم. از روش LMTD نمی‌توان دو پارامتر مجهول را تعیین کرد.

◆ ◆ ◆ ◆

۳۵ـ گزینه «۳» بر اثر انتقال حرارت از بخار اشباع به سیال سرد مقداری از بخار اشباع تبدیل به مایع می‌شود و به عبارت دیگر تغییر فاز می‌دهد. اگر در یک مبدل حرارتی یکی از دو سیال در حال تغییر فاز باشد، میزان انتقال حرارت و مقدار اختلاف دمای متوسط لگاریتمی مستقل از آرایش جریان (همسو یا ناهمسو بودن جریان) می‌باشد.

◆ ◆ ◆ ◆

۳۶ـ گزینه «۴» همه موارد ذکر شده صحیح است.

◆ ◆ ◆ ◆

۳۷ـ گزینه «۳» وقتی کشش سطحی سیال کمتر از کشش سطحی بحرانی سطح باشد، میعان فیلمی رخ می‌دهد.

◆ ◆ ◆ ◆

۳۸ـ گزینه «۱» زبری سطح باعث افزایش میزان انتقال حرارت در میعان فیلمی می‌شود.

◆ ◆ ◆ ◆

۳۹ـ گزینه «۴» در شار حرارتی بحرانی، تعداد حباب‌های تولید شده در سطح با تعداد حباب‌هایی که سطح را ترک می‌کنند برابر است.

◆ ◆ ◆ ◆

۴۰ـ گزینه «۴» در حالت پایا و بدون منبع حرارتی با استفاده از قانون فوریه داریم:

$$q'' = -k\frac{dT}{dx} \Rightarrow \frac{dT}{dx} = -\frac{q''}{k}$$

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، شیب نمودار دما با ضریب هدایت حرارتی رابطه عکس دارد. با توجه به شکل صورت مسأله با افزایش دما شیب نمودار دما افزایش می‌یابد، در نتیجه با افزایش دما ضریب هدایت حرارتی کاهش می‌یابد.

همچنین در حالتی که در داخل دیوار منبع مصرف انرژی $\dot{q}$ قرار داشته باشد، شکل نمودار دما به‌صورت شکل صورت مسأله درمی‌آید.

◆ ◆ ◆ ◆

۴۱ـ گزینه «۱» ابتدا مقدار حرارت عبوری از دیوار را به دست می‌آوریم. چون ضریب هدایت دیوار متغیر است، مقدار حرارت عبوری از دیوار را به صورت زیر به‌دست می‌آوریم:

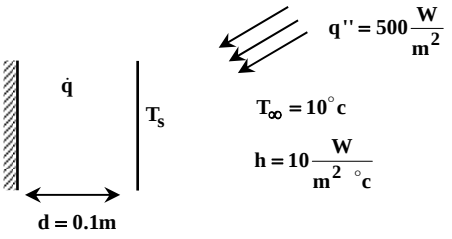
$$q = \frac{A}{L}\int_{T_۲}^{T_۱} k\,dT = \frac{A}{L}\int_{T_۲}^{T_۱} k_۰(۱+\beta T)dT = \frac{A}{L}\left[k_۰T + \frac{k_۰\beta}{۲}T^۲\right]_{T_۲}^{T_۱}$$

$$\Rightarrow q = \frac{A}{L}\left[k_۰(T_۱ - T_۲) + \frac{k_۰\beta}{۲}(T_۱^۲ - T_۱^۲)\right] = \frac{A}{L}\left[k_۰ + \frac{k_۰\beta}{۲}(T_۱ + T_۲)\right](T_۱ - T_۲)$$

بنابراین مقاومت حرارتی دیوار برابر است با:

$$R = \frac{T_۱ - T_۲}{q} = \frac{T_۱ - T_۲}{\frac{A}{L}\left(k_۰ + \frac{k_۰\beta}{۲}(T_۱ + T_۲)\right](T_۱ - T_۲)} \Rightarrow R = \frac{۲L}{k_۰A(۲ + \beta T_۱ + \beta T_۲)}$$

۴۲ـ گزینه «۳»



حرارت تولید شده در دیوار $= \dot{q}V = \dot{q}A\,d = (۳\times۱۰^۳)A(۰/۱) = ۳۰۰A$

حرارت ورودی به دیوار $= q''A = ۵۰۰A$

حرارت خروجی از دیوار $= hA(T_s - T_\infty) = ۱۰A(T_s - ۱۰)$

حرارت خروجی از دیوار = حرارت ورودی به دیوار + حرارت تولید شده در دیوار

$$\Rightarrow ۳۰۰A + ۵۰۰A = ۱۰A(T_s - ۱۰) \Rightarrow ۸۰۰A = ۱۰A(T_s - ۱۰) \Rightarrow ۸۰ = T_s - ۱۰ \Rightarrow T_s = ۹۰^\circ c$$

◆ ◆ ◆ ◆

۴۳ـ گزینه «۲» ضریب انتقال حرارت جابجایی از رابطه روبرو به‌دست می‌آید:

$$h = \frac{-k\frac{\partial T}{\partial y}\Big|_{y=۰}}{T_w - T_\infty}$$

ابتدا با استفاده از توزیع دمای داده شده $\frac{\partial T}{\partial y}\Big|_{y=۰}$ را به‌دست می‌آوریم:

$$T - T_\infty = (T_w - T_\infty)(۱ - \frac{۳}{۲}(\frac{y}{\delta}) - \frac{۵}{۲}(\frac{y}{\delta})^۳) \Rightarrow \frac{\partial T}{\partial y}\Big|_{y=۰} = -\frac{۳}{۲\delta}(T_w - T_\infty)$$

بنابراین ضریب جابجایی برابر است با:

$$h = \frac{-k\times -\frac{۳}{۲\delta}(T_w - T_\infty)}{T_w - T_\infty} \Rightarrow h = \frac{۳k}{۲\delta}$$

◆ ◆ ◆ ◆

۴۴ـ گزینه «۱» در جریان آشفته سیال در داخل لوله داریم:

$$Nu = \frac{hD}{k} = ۰/۰۲۳\,Re_D^{\frac{۴}{۵}}\,Pr^n \Rightarrow \frac{hD}{k} \propto Re_D^{\frac{۴}{۵}} \Rightarrow h \propto \frac{k}{D}(\frac{u_\infty D}{\nu})^{\frac{۴}{۵}} \Rightarrow h \propto D^{-\frac{۱}{۵}}u_\infty^{\frac{۴}{۵}}$$

با توجه به رابطه بالا اگر قطر لوله نصف و سرعت سیال دو برابر شود خواهیم داشت:

$$\frac{h_۲}{h_۱} = \frac{(\frac{D}{۲})^{\frac{۱}{۵}}(۲u_\infty)^{\frac{۴}{۵}}}{D^{\frac{۱}{۵}}u_\infty^{\frac{۴}{۵}}} = (\frac{۱}{۲})^{-\frac{۱}{۵}}(۲)^{\frac{۴}{۵}} \Rightarrow h_۲ = ۲h_۱$$

◆ ◆ ◆ ◆

۴۵ـ گزینه «۱» در دیوار مرکب اگر توزیع دما در داخل دیوارها خطی باشد، شار حرارتی عبوری از دیوارها با هم برابر است.

ترمودینامیک

۴۶ـ گزینه «۳» تغییرات C_P با فشار به صورت زیر می‌باشد.

$$(\frac{\partial C_P}{\partial P}) = -T(\frac{\partial^۲ v}{\partial T^۲})_P \;،\; Z = ۱ + \frac{BP}{RT} \Rightarrow \frac{Pv}{RT} = ۱ + \frac{BP}{RT} \Rightarrow v = \frac{RT}{P} + B$$

چون B تابع دماست پس داریم:

$$[\frac{\partial C_P/T}{\partial P}]_T = -(\frac{\partial^۲ v}{\partial T^۲})_P = -\frac{d^۲B}{dT^۲}$$

◆ ◆ ◆ ◆

۴۷ـ گزینه «۳» از رابطه ماکسول استفاده می‌کنیم. توجه شود که فشار حالت مایع از P^{st} شروع شده و با افزایش P به ناحیه مایع متراکم می‌رسیم. اگر فشار از P^{st} کمتر شود به ناحیه دو فازی می‌رویم.

$$(\frac{dS}{dP})_T = -(\frac{\partial v}{\partial T})_P \Rightarrow \Delta S = -\int_{P^{sat}}^{P}(\frac{\partial v}{\partial T})_P\,dP \;،\; \beta = \frac{۱}{v}(\frac{\partial v}{vdT})_P \Rightarrow \Delta S = -\beta v \Delta P$$

27- According to the passage changes at …… .

1) microscopic scale may occur at equilibrium
2) microscopic scale shouldn't occur at equilibrium
3) macroscopic scale may occur at equilibrium
4) macroscopic scale may increase driving faces

28- "tendency" is closest in meaning to:

1) inclination 2) trend 3) likelihood 4) potential

Choose the best choice and mark in your answer sheet.

29- A spontaneous process is a process which takes place …… .

1) over a period of time 2) instantaneously 3) on its own 4) randomly

30- Immiscible phases are phases which are …… .

1) homogeneous
2) not dissolved in each other
3) inseparable
4) at the same temperature and pressure

انتقال حرارت ۱ و ۲

۳۱ـ در مورد فرآیند جوشش، گزینه‌ی نادرست کدام است؟

۱) در ناحیه‌ی جوشش فیلمی، همواره با افزایش اختلاف دمای دیواره‌ی گرم و سیال، ضریب انتقال حرارت جوشش کاهش می‌یابد.

۲) در ناحیه‌ی جوشش هسته‌ای، با افزایش اختلاف دمای دیواره‌ی گرم و سیال، ضریب انتقال حرارت جوشش افزایش می‌یابد.

۳) در شار حرارتی بحرانی، می‌توان گفت تعداد حباب‌های تولید شده بر روی سطح گرم برابر با تعداد حباب‌هایی است که این سطح را ترک می‌کنند.

۴) در ناحیه‌ی جوشش فیلمی، افزایش اختلاف دما بین دیواره‌ی گرم و سیال به مقادیر خیلی زیاد، باعث افزایش ضریب انتقال حرارت جوشش می‌گردد.

۳۲ـ در یک کره‌ی توپر جامد با تولید حرارت یکنواخت در درون آن، گرادیان دما در فاصله‌ی نصف شعاع از مرکز، ..... مقدار آن در سطح خواهد بود.

۱) برابر ۲) نصف ۳) یک چهارم ۴) یک هشتم

۳۳ـ شار انتقال حرارت جابه‌جایی آزاد مربوط به یک صفحه عمودی در حالت رژیم ناآرام با کدام گزینه متناسب است؟

۱) ΔT ۲) $\Delta T^{0/33}$ ۳) $\Delta T^{1/25}$ ۴) $\Delta T^{1/33}$

۳۴ـ در مورد مبدل‌های حرارتی، کدام گزینه، صحیح‌تر است؟

۱) افزایش عدد NTU از ۵ به ۱۰، سبب افزایش قابل توجه کارایی مبدل نمی‌گردد.

۲) سیال خورنده و رسوب‌گذار، معمولاً در درون لوله‌های مبدل جاری می‌شوند، نه پوسته‌ی آن.

۳) کارایی ایده‌ال یک مبدل فقط می‌تواند مربوط به یک مبدل با جریان ناهمسو باشد.

۴) همه‌ی موارد فوق

۳۵ـ مقطع یک کوره‌ی حرارتی به صورت مثلث متساوی‌الاضلاع است. دیواره‌های این کوره رفتاری مشابه با رفتار جسم سیاه دارند. یکی از دیواره‌ها از سمت بیرون به طور کامل عایق‌بندی شده و دمای دو دیواره‌ی دیگر به ترتیب a و $2a$ درجه کلوین می‌باشد. در شرایط پایا، دمای دیواره‌ی عایق شده، کدام است؟

۱) $1/5^{0/25}a$ ۲) $(\frac{15}{2})^{0/25}a$ ۳) $(\frac{17}{2})^{0/25}a$ ۴) قابل محاسبه نیست.

۳۶ـ آب با دمای ۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و سرعت ۵ سانتی‌متر بر ثانیه وارد کانالی مربعی با سطح مقطع ۰/۰۱ متر مربع و طول ۱۰ متر می‌شود. اگر درجه حرارت دیواره‌ی کانال ۹۰ درجه سانتی‌گراد باشد، دمای تقریبی آب خروجی از کانال چند درجه سانتی‌گراد است؟

$$\rho = 1000\frac{kg}{m^3}, C_p = 4000\frac{j}{kg.^\circ C}, h = 100\frac{w}{m^2.^\circ C}$$

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۴۴ ۴) ۶۵

۲۶ـ گزینه «۲» مطابق متن:

۱) یک نیروی محرکه از یک نوع یا انواع دیگر، برای سیستم در حالت تعادل ضروری است.

۲) فقدان تمامی نیروهای محرکه برای سیستم در حالت تعادل ضروری است.

۳) داشتن یک حالت تعادل به وجود یا عدم وجود نیروی محرکه بستگی ندارد.

۴) تعادل توسط یک نیروی محرکه از یک نوع یا انواع دیگر به‌دست می‌آید.

۲۷ـ گزینه «۱» مطابق متن تغییرات در ..... .

۱) ابعاد ریز ذرات ممکن است در تعادل رخ دهد.
۲) ابعاد ریز ذرات نباید در تعادل رخ دهد.
۳) ابعاد کلان ذرات ممکن است در تعادل رخ دهد.
۴) ابعاد کلان ذرات ممکن است نیروهای محرکه را افزایش دهد.

۲۸ـ گزینه «۱» تمایل از نظر معانی نزدیک است به:

۱) تمایل ۲) گرایش ۳) احتمال ۴) پتانسیل

بهترین گزینه را انتخاب کرده و در پاسخنامه علامت بزنید.

۲۹ـ گزینه «۳» فرآیند خود به خودی فرآیندی است که ..... اتفاق می‌افتد.

۱) در دوره زمانی ۲) آنی ۳) روی خودش ۴) تصادفی

۳۰ـ گزینه «۲» فازهای مخلوط‌نشدنی فازهای هستند ..... .

۱) همگن ۲) که در یکدیگر حل نمی‌شوند. ۳) جدا نشدنی ۴) در یک دما و فشار

انتقال حرارت ۱ و ۲

۳۱ـ گزینه «۱» در ناحیه جوشش فیلمی (لایه‌ای)، با افزایش اختلاف دمای دیواره و سیال، ضریب انتقال حرارت (h) افزایش می‌یابد.

۳۲ـ گزینه «۲» در یک کره توپر منبع حرارت داخلی، توزیع دما به‌صورت مقابل می‌باشد:

$$T = \frac{\dot{q}R^2}{6k}(1-(\frac{r}{R})^2) + T_s$$

که در رابطه بالا R شعاع کره است. اگر از رابطه بالا نسبت به r مشتق بگیریم، داریم:

$$\frac{\partial T}{\partial r} = \frac{\dot{q}R^2}{6k}(-\frac{2r}{R^2}) = -\frac{\dot{q}r}{3k}$$

بنابراین خواهیم داشت:

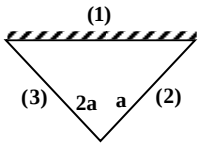
$$\left.\frac{\partial T}{\partial r}\right|_{r=\frac{R}{2}} = -\frac{\dot{q}(\frac{R}{2})}{3k} \;,\; \left.\frac{\partial T}{\partial r}\right|_{r=R} = -\frac{\dot{q}R}{3k} \Rightarrow \left.\frac{\partial T}{\partial r}\right|_{r=\frac{R}{2}} = \frac{1}{2}\left.\frac{\partial T}{\partial r}\right|_{r=R}$$

۳۳ـ گزینه «۴» در جابه‌جایی آزاد، میزان انتقال حرارت (q) با اختلاف دما $(\Delta T = T_s - T_\infty)$ به‌صورت مقابل رابطه دارد: $q \propto \Delta T^{n+1}$

برای جریان آرام $n = \frac{1}{4}$ و برای جریان مغشوش $n = \frac{1}{3}$ می‌باشد. در این مسأله جریان مغشوش است، بنابراین: $q \propto \Delta T^{\frac{1}{3}+1} \Rightarrow q \propto \Delta T^{1/33}$

۳۴ـ گزینه «۴» در مبدل‌های حرارتی با دو برابر شدن NTU، کارآیی افزایش می‌یابد. اما افزایش آن زیاد نیست، بنابراین گزینه یک صحیح است. همچنین در مبدل‌های پوسته‌ـ لوله‌ای سیال خورنده و رسوب‌گذار معمولاً درون لوله‌ها جریان می‌یابد. در نتیجه گزینه ۲ نیز صحیح می‌باشد. به علاوه کارآیی ایده‌ال مربوط به یک مبدل با جریان ناهمسو می‌باشد. در نتیجه گزینه (۳) نیز صحیح است.

۳۵ـ گزینه «۳» سطح (۱) عایق است و دمای سطوح (۲) و (۳) به ترتیب a و $2a$ می‌باشد. موازنه انرژی را برای سطح (۱) می‌نویسیم:



$$q_1 = q_{12} + q_{13}$$

چون سطح (۱) عایق است بنابراین، $q_1 = 0$ می‌باشد و در نتیجه از رابطه بالا داریم:

$$q_1 = 0 \Rightarrow q_{12} + q_{13} = 0 \Rightarrow A_1F_{12}\varepsilon\sigma(T_1^4 - T_2^4) + A_1F_{13}\varepsilon\sigma(T_1^4 - T_3^4) = 0$$

$$\Rightarrow F_{12}(T_1^4 - T_2^4) + F_{13}(T_1^4 - T_3^4) = 0$$

از رابطه ضریب شکل برای سطح (۱) داریم: $F_{11} + F_{12} + F_{13} = 1,\ F_{11} = 0 \Rightarrow F_{12} + F_{13} = 1$

مثلث متساوی‌الاضلاع است لذا، ضریب شکل سطح (۱) نسبت به سطوح (۲) و (۳) برابر است، در نتیجه:

$$F_{12} = F_{13},\ F_{12} + F_{13} = 1 \Rightarrow F_{12} = F_{13} = \frac{1}{2}$$

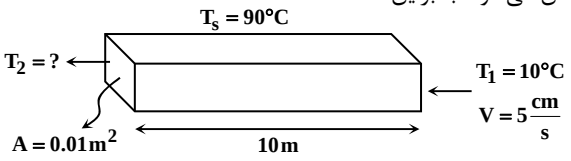
اگر این مقادیر را در رابطه موازنه انرژی قرار دهیم، خواهیم داشت:

$$\frac{1}{2}(T_1^4 - T_2^4) + \frac{1}{2}(T_1^4 - T_3^4) = 0 \Rightarrow T_1^4 = \frac{1}{2}(T_2^4 + T_3^4) = \frac{1}{2}(a^4 + (2a)^4)$$

$$= \frac{1}{2}(a^4 + 16a^4) \Rightarrow T_1^4 = \frac{17}{2}a^4$$

◆ ◆ ◆ ◆

۳۶ـ گزینه «۲» حرارتی که از دیواره کانال به سیال وارد می‌شود، باعث افزایش انرژی درونی آن می‌شود. بنابراین:



$$\dot{m}C_p(T_2 - T_1) = hA_s(T_s - T_\infty)$$

در رابطه بالا $\dot{m}$ دبی جرمی سیال می‌باشد که برابر است با:

$$\dot{m}C_p = \rho V_A = (1000)(0/05)(0/01) = 0/5\frac{kg}{s}$$

همچنین T_∞ دمای متوسط سیال داخل کانال می‌باشد که برابر است با: $T_\infty = \frac{T_1 + T_2}{2}$

به علاوه A_s دمای سطح کانال است که با توجه به این‌که مقطع کانال مربعی به مساحت $0/01m^2$ می‌باشد در نتیجه، منبع مربع $0/1m$ و محیط آن $0/4m$ می‌باشد، بنابراین: $A_s = 0/4L = 0/4 \times 10 = 4m^2$

اگر مقادیر بالا را در رابطه موازنه انرژی قرار دهیم، خواهیم داشت:

$$(0/5)(4000)(T_2 - 10) = (100)(4)(90 - (\frac{T_2 + 10}{2}))$$

$$\Rightarrow 2000(T_2 - 10) = 400(90 - \frac{T_2 + 10}{2}) \Rightarrow 5(T_2 - 10) = 90 - (\frac{T_2 + 10}{2})$$

$$\Rightarrow 5T_2 - 50 = 90 - \frac{T_2}{2} - 5 \Rightarrow 5T_2 + \frac{T_2}{2} = 90 + 50 - 5$$

$$\Rightarrow 5/5T_2 = 135 \Rightarrow T_2 = 24/5°C$$

◆ ◆ ◆ ◆

۳۷ـ گزینه «۳» ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی در کندانسورهای افقی از کندانسورهای عمودی بیشتر است.

◆ ◆ ◆ ◆

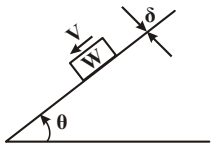
۳۸ـ گزینه «۴» همه گزینه‌ها صحیح می‌باشد. دمای دیواره لوله از ابتدا تا انتها افزایش می‌یابد. بنابراین بیشترین دمای دیواره مربوط به انتهای لوله می‌باشد. طول لوله کوتاه است، در نتیجه آب درون لوله به حالت توسعه یافته نمی‌رسد. همچنین کمترین اختلاف دما بین دیواره و سیال در ابتدای لوله می‌باشد. بنابراین همه گزینه‌ها صحیح است.

◆ ◆ ◆ ◆

۳۹ـ گزینه «۳» با صیقلی کردن سطح بیرونی لوله‌ها، خیس‌شوندگی فلز کاهش یافته و مقاومت هدایتی ناشی از لایه مایع روی سطح کاهش می‌یابد و در نتیجه انتقال حرارت از بخار به لوله فلزی افزایش می‌یابد.

مکانیک سیالات

۶۶ـ فیلم سیال به ضخامت δ بین وزنه و سطح شیب‌دار قرار گرفته است. برای سیال نیوتنی با افزایش شیب سطح $(\sin\theta)$ سرعت ثابت لغزش وزنه چگونه تغییر می‌کند؟



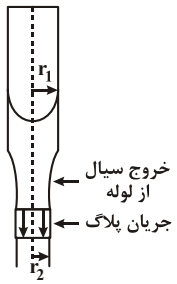
۱) متناسب با توان $\frac{۱}{۲}$ شیب تغییر می‌کند.

۲) متناسب با توان $\frac{۳}{۲}$ شیب تغییر می‌کند.

۳) متناسب با توان ۲ شیب تغییر می‌کند.

۴) به‌صورت خطی تغییر می‌کند.

۶۷ـ جریان آرامی مطابق شکل از یک لوله قائم به اتمسفر تخلیه می‌شود. پس از طی مسافت اندکی توزیع سرعت سیال یکنواخت (پلاگ) می‌گردد. با صرف‌نظر کردن از نیروی جاذبه و فرض سیال تراکم‌ناپذیر، نسبت شعاع $\frac{r_۲}{r_۱}$ کدام است؟



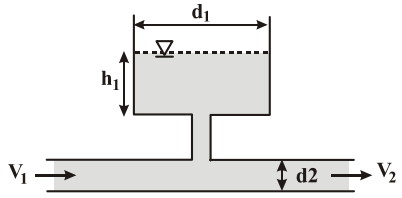
۱) $\frac{۳}{۴}$

۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

۳) $\frac{۲}{\sqrt{۳}}$

۴) $\frac{۴}{۳}$

۶۸ـ در لحظه $t = ۰$، ارتفاع مایع در مخزن (مطابق شکل) $h_۱$ است. اگر قطر مخزن و قطر لوله به‌ترتیب $d_۱$ و $d_۲$ باشد، نرخ پر شدن مخزن $(\frac{dh}{dt})$ کدام است؟



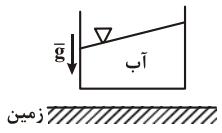
۱) $(\frac{d_۱}{d_۲})^۲(v_۱ - v_۲)$

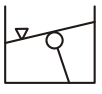
۲) $(\frac{d_۱}{d_۲})^۲(v_۲ - v_۱)$

۳) $(\frac{d_۲}{d_۱})^۲(v_۱ - v_۲)$

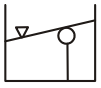
۴) $(\frac{d_۲}{d_۱})^۲(v_۲ - v_۱)$

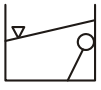
۶۹ـ سطح آزاد آب در مخزنی که با شتاب ثابت در حرکت است، به‌صورت شکل زیر در آمده است. بادکنکی که با نخ به کف مخزن متصل و در آب غوطه‌ور شده است چگونه می‌ایستد؟



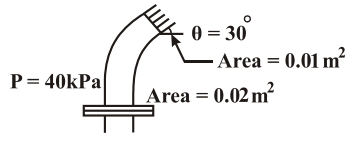
۱) 

۲)

۳) 

۴) 

۷۰ـ نازلی به سر یک لوله عمودی متصل شده است که آب را با دبی $۰/۱\frac{m^۳}{s}$ به محیط خارج می‌کند، فشار در مقطع با مساحت $۰/۰۲m^۲$ برابر با $۴۰kPa$ می‌باشد. اگر وزن نازل $۲۰۰N$ باشد و از وزن آب داخل نازل صرف‌نظر شود، مؤلفه نیروی عمودی وارد شده بر نازل $(\rho_w = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳})$ چند نیوتن (N) است؟



۱) ۴۰۰

۲) ۵۰۰

۳) ۶۰۰

۴) ۸۰۰

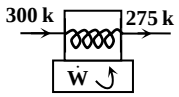
۶۵ـ گزینه «۱ و ۳» در یک سیکل تبرید همواره حداقل کار مصرفی مربوط به یخچال کارنو می‌باشد:

$$COP_{rf}=\frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_C}, COP_{rf-carnot}=\frac{T_L}{T_H-T_L}, COP_{rf}=COP_{rf-carnot}\Rightarrow\frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_C}=\frac{T_L}{T_H-T_L}\ ,$$

$$\dot{Q}_L=\dot{m}C_p\Delta T=۱\times۴\times(۳۰۰-۲۷۵)=۱۰۰kw$$

$$T_L=۲۷۵\ ,T_H=۳۰۰\Rightarrow\frac{۱۰۰}{\dot{W}_C}=\frac{۲۷۵}{۳۰۰-۲۷۵}\Rightarrow\dot{W}_C=۹/۰۹kw$$

با فرض اینکه در صورت سؤال منظور از یخچال یک دستگاه مبرد یخچال باشد، از قانون اول ترمودینامیک برای فرایندهای به‌صورت زیر استفاده می‌شود. توجه شود که حداقل کار مصرفی مربوط به حالت برگشت‌پذیر می‌باشد:



$$\dot{Q}_{rev}+\dot{m}_ih_i=\dot{W}_{rev}+\dot{m}_eh_e\ ,\ \dot{m}_i=\dot{m}_e, h=C_PT, T_۱=T_۰=۳۰۰k, T_۲=۲۷۵\ k$$

از قانون دوم ترمودینامیک مقدار حرارت به‌صورت زیر محاسبه می‌شود. توجه شود که منظور از حرارت در رابطه فوق، حرارت ورودی به سیستم می‌باشد:

$$\Delta S_t=\Delta S_{sys}+\Delta S_{surr}=۰\ (\text{فرایند برگشت‌پذیر})\Rightarrow[\dot{m}_iC_P\ln(\frac{T_۲}{T_۱})]+[\frac{-Q_{rev}}{T_۰}]=۰$$

$$\dot{Q}_{rev}=+T_۰\dot{m}_iC_P\ln(\frac{T_۲}{T_۱})\ ,\ \dot{W}_{rev}=\dot{Q}_{rev}+\dot{m}_i(h_i-h_e)$$

$$\dot{W}_{rev}=+T_۰\dot{m}_iC_P\ln(\frac{T_۲}{T_۱})+\dot{m}_iC_P(T_۱-T_۲)=۳۰۰\times۱\times۴\ln(\frac{۲۷۵}{۳۰۰})+۱\times۴(۳۰۰-۲۷۵)=۱۲۰۰\ln(\frac{۱۱}{۱۲})+۱۰۰$$

$$\dot{W}_{rev}=۱۲۰۰[\ln۱۱-\ln(۲^۲\times۳)]+۱۰۰=۱۲۰۰[\ln۱۱-۲\ln۲-\ln۳]+۱۰۰=۱۲۰۰[۲/۴-۲\times۰/۷-۱/۱]+۱۰۰$$

$$\dot{W}_{rev}=-۱۲۰+۱۰۰=-۲۰kw$$

لازم به ذکر است که سنجش گزینه (۳) را به‌عنوان جواب انتخاب کرده است. توجه شود که علامت منفی نشان‌دهنده مصرف کار توسط سیستم می‌باشد.

◆ ◆ ◆ ◆

مکانیک سیالات

۶۶ـ گزینه «۴» با استفاده از قانون دوم نیوتن و قانون ویسکوزیته نیوتن داریم:

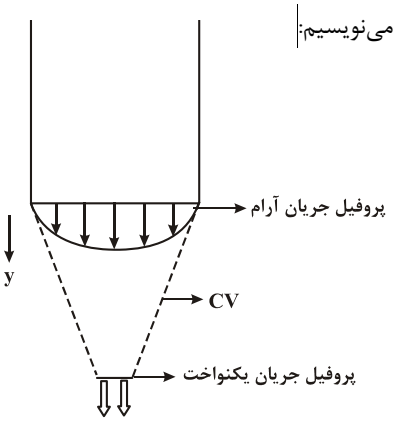
$$v=const.\Rightarrow\alpha=۰\Rightarrow\sum F=۰:\ w\sin\theta-f=۰\qquad f=\tau A$$

$$\tau=\mu\frac{v}{\delta}\Rightarrow w\sin\theta=\mu\frac{v}{\delta}A\Rightarrow v=\frac{w\sin\theta(\delta)}{\mu A}$$

بنابراین با افزایش شیب سطح، سرعت ثابت لغزش وزنه به‌صورت خطی تغییر می‌کند.

◆ ◆ ◆ ◆

۶۷ـ گزینه «۲» با در نظر گرفتن حجم کنترل به‌صورت شکل مقابل، معادله بقای مومنتوم را برای حجم کنترل می‌نویسیم:



$$F_{s,y}+F_{b,y}=\underbrace{\frac{\partial}{\partial t}}_{\text{پایا}}\int_{cv}\rho u\,d\forall+\int_{cs}\rho u\,(udA)$$

چون در صورت سؤال قید شده است که پس از طی مسافت اندک پروفیل سرعت جریان به شکل پلاک درمی‌آید، بنابراین می‌توان از اثر نیروی اصطکاکی محیط روی سیال صرف‌نظر کرد، در این صورت داریم:

$$\int_{cs}\rho u^۲dA=۰$$

پروفیل سرعت در مقطع ۱، پروفیل سرعت جریان آرام توسعه‌یافته به‌صورت $u=۲\overline{V}_۱(۱-(\frac{r}{r_۱})^۲)$ می‌باشد. با جایگذاری این رابطه در معادله فوق داریم:

$$\int_{A_۲}\rho V_۲^۲dA_۲=\int_{A_۱}\rho\{۲\overline{V}_۱(۱-(\frac{r}{r_۱})^۲)\}dA_۱$$

$$\int_{۰}^{r_۲} \rho V_۲^۲ \, ۲\pi r \, dr = \int_{۰}^{r_۱} \rho ۴ V_۱^۲ [۱ + (\frac{r}{r_۱})^۴ - ۲(\frac{r}{r_۱})^۲] ۲\pi r dr$$

$$۲\rho \pi V_۲^۲ \frac{r_۲^۲}{۲} = ۸\rho V_۱^۲ \pi (\frac{r_۱^۲}{۲} + \frac{۱}{r_۱^۴}\frac{r_۱^۶}{۶} - \frac{۲}{r_۱^۲}\frac{r_۱^۴}{۴})$$

$$V_۲^۲ r_۲^۲ = ۸V_۱^۲ (\frac{r_۱^۲}{۲} + \frac{r_۱^۲}{۶} - \frac{r_۱^۲}{۲})$$

$$V_۲^۲ r_۲^۲ = ۸V_۱^۲ (\frac{r_۱^۲}{۶})$$

از طرفی طبق رابطه بقای جرم برای حجم کنترل داریم:

$$V_۱ \pi r_۱^۲ = V_۲ \pi r_۲^۲ \Rightarrow V_۱ = V_۲ (\frac{r_۲}{r_۱})^۲$$

با جایگذاری روابط به‌دست آمده در یکدیگر و حذف سرعت‌ها می‌توان نسبت شعاع‌ها را تعیین کرد.

$$(\frac{r_۲}{r_۱})^۲ = \frac{۴}{۳}(\frac{V_۱}{V_۲})^۲ = \frac{۴}{۳}(\frac{r_۲}{r_۱})^۴$$

$$(\frac{r_۲}{r_۱})^۲ = \frac{۳}{۴} \Rightarrow \frac{r_۲}{r_۱} = \frac{\sqrt{۳}}{۲}$$

◆ ◆ ◆ ◆

۶۸ـ گزینه «۳» با استفاده از قانون بقای جرم (معادله پیوستگی) به‌صورت انتگرالی داریم:

$$\oiint_{cs} \rho \vec{V}.\vec{dA} = -\frac{\partial}{\partial t}\iiint_{cv} \rho dv \quad , \quad -v_۱ . \frac{\pi}{۴} d_۲^۲ + v_۲ . \frac{\pi}{۴} d_۲^۲ = -\frac{\pi}{۴} d_۱^۲ . \frac{dh}{dt}$$

$$(v_۱ - v_۲) d_۲^۲ = d_۱^۲ (\frac{dh}{dt}) \Rightarrow \frac{dh}{dt} = (\frac{d_۲}{d_۱})^۲ (v_۱ - v_۲)$$

◆ ◆ ◆ ◆

۶۹ـ گزینه «۱» شیب سطح آزاد آب در مخزن عبارت است از: $(\frac{dy}{dx})_{f.s.} = -\frac{a_x}{g + a_y}$

بنابراین بادکنک به اندازه شیب سطح آزاد به سمت چپ متمایل می‌شود.

◆ ◆ ◆ ◆

۷۰ـ گزینه «۳» با استفاده از حجم کنترل دور لوله، معادله ممنتوم در امتداد محور yها عبارت است از:

$$y - Mom.: P_۱A_۱ + F_y - w = \rho Q(v_۲ \sin ۳۰^\circ - v_۱) \ , \ v_۱ = \frac{Q}{A_۱} = \frac{۰/۱}{۰/۰۲} = ۵(\frac{m}{s}) \ , \ v_۲ = \frac{Q}{A_۲} = \frac{۰/۱}{۰/۰۱} = ۱۰(\frac{m}{s})$$

$$۴۰ \times ۱۰^۳ \times ۰/۰۲ + F_y - ۲۰۰ = ۱۰۰۰ \times ۰/۱ \ (۱۰ \sin ۳۰^\circ - ۵)$$

$$F_y = -۸۰۰ + ۲۰۰ = -۶۰۰ \ (N)$$

نیروی عمودی وارد شده بر نازل: $K_y = -F_y = ۶۰۰ (N)$

◆ ◆ ◆ ◆

۷۱ـ گزینه «۱» خط جریان افقی داده شده است. بنابراین تنها مؤلفه شتاب، شتاب مماسی خواهد بود، پس $a = a_s = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$. طبق رابطه برنولی در امتداد خط جریان با فرض غیرلزج بودن جریان داریم:

$$\left.\begin{array}{l} \frac{dp}{ds} = -\rho a_s \\ a_s = ۱۰ \frac{m}{s^۲} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{dp}{ds} = -۱۰۰۰ (\frac{kg}{m^۳}) \times ۱۰ \frac{m}{s^۲} = -۱۰ (\frac{kpa}{m})$$

◆ ◆ ◆ ◆

۷۲ـ گزینه «۱» در انتقال جریان از آرام به مغشوش، افت قابل توجهی در ضریب درگ (C_D) روی می‌دهد. این مورد در نمودار در رینولدز ۱۰۰۰۰۰ اتفاق افتاده است.

◆ ◆ ◆ ◆