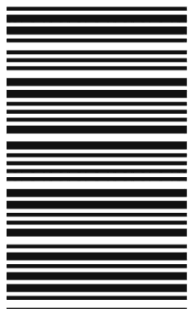


کد کنترل

536

F



536F

آزمون (نیمه‌متمرکز) ورود به دوره‌های دکتری - سال ۱۴۰۲

دفترچه شماره (۱)

صبح پنج‌شنبه

۱۴۰۱/۱۲/۱۱



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان سنجش آموزش کشور

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»
امام خمینی (ره)

مهندسی شیمی (کد ۲۳۶۰)

زمان پاسخ‌گویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی: - سینتیک و طراحی راکتور - ترمودینامیک - پدیده‌های انتقال	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

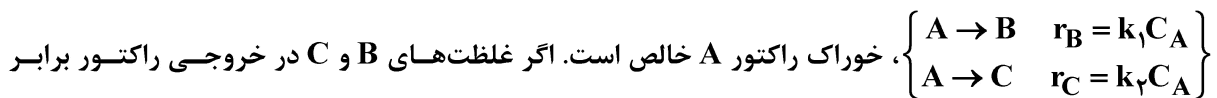
* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب با شماره داوطلبی با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سوالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سوالات و پایین پاسخنامه ام را تأیید می نمایم.

امضا:

مجموعه دروس تخصصی (سینتیک و طراحی راکتور - ترمودینامیک - پدیده های انتقال):

۱- واکنش های زیر در فاز مایع و در یک راکتور مخزنی همزن دار پیوسته (mixed) صورت می گیرند،



باشند، نسبت $\frac{k_1}{k_2}$ کدام است؟

۱ (۱)

۴ (۲)

۰٫۵ (۳)

۰٫۳۳ (۴)

۲- کدام یک از روابط زیر بین زمان پر شدن τ و زمان اقامت متوسط \bar{t} در یک راکتور پیوسته، درست است؟

$$\bar{t} = \frac{\tau}{(1 + \varepsilon_A X_A)} \quad (۱)$$

$$\tau = \bar{t} (1 + \varepsilon_A X_A)^2 \quad (۲)$$

$$\bar{t} = \tau (1 + \varepsilon_A X_A) \quad (۳)$$

$$\tau = \frac{\bar{t}}{(1 + \varepsilon_A X_A)^2} \quad (۴)$$

۳- بهترین عامل در واکنش های سری برای تولید بیشینه یک ماده میانی کدام است؟

(۱) وارد نمودن یکباره مواد اولیه به راکتور

(۲) اضافه کردن مواد اولیه به آرامی به راکتور

(۳) مخلوط کردن مواد با مقادیر مختلف درصد تبدیل با یکدیگر، در راکتور

(۴) عدم وجود اختلاط موادی که دارای مقادیر مختلف درصد تبدیل در راکتور باشند.

۴- برای واکنش‌های ابتدایی $A + B \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} C + D$ ثابت تعادلی واکنش $K = \frac{k_1}{k_2} = 4$ می‌باشد. برای غلظت‌های

اولیه $C_{A_0} = C_{B_0} = 4 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ و $C_{C_0} = C_{D_0} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ ، غلظت تعادلی C بر حسب $\frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ کدام است؟

(۱) ۳

(۲) ۴

(۳) ۳/۵

(۴) ۴/۵

۵- واکنش درجه اول $2A \rightarrow 3R$ در فاز گاز در یک راکتور ناپیوسته در دما و حجم ثابت انجام می‌شود. در صورتی که تبدیل ۴۰ درصد مدنظر باشد، چند درصد فشار افزایش پیدا می‌کند؟

(۱) ۱۰

(۲) ۲۰

(۳) ۳۰

(۴) ۴۰

۶- واکنش گازی $A + B \rightarrow 2R$ در یک راکتور ناپیوسته صورت می‌گیرد. خوراک راکتور شامل واکنش‌دهنده‌های

A، B و ماده بی‌اثر با غلظت‌های $C_{A_0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ ، $C_{B_0} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ و $C_{\text{inert}} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ است. هنگامی که غلظت

واکنش‌دهنده A به ۰/۵ مولار می‌رسد، میزان تبدیل B کدام است؟

(۱) ۰/۶۷

(۲) ۰/۳۳

(۳) ۰/۲۵

(۴) ۰/۵

۷- واکنش پیچیده $A + B \rightarrow AB$ مطابق مکانیزم
$$\begin{cases} 2B \xrightarrow{k_1} B_2^* \\ A + B_2^* \xrightleftharpoons[k_3]{k_2} AB + B \end{cases}$$
 انجام می‌شود، که در آن B_2^* بیانگر

حد واسط پرنرژی است. کدام یک از موارد زیر نشانگر معادله سرعت تولید AB است؟ (اگر علامت [] به مفهوم غلظت باشد).

$$r_{AB} = k_1 [B]^2 + k_2 [B][AB] \quad (1)$$

$$r_{AB} = \frac{k_1 [B]^2 + k_2 [B][AB]}{k_2 [A]} \quad (2)$$

$$r_{AB} = \frac{k_2}{k_1 + k_2} [A][B] \quad (3)$$

$$r_{AB} = k_1 [B]^2 \quad (4)$$

۸- واکنش فاز مایع $A + B \xrightarrow{k} AB$ در یک راکتور ناپیوسته با معادله سرعت $-r_A = kC_A^{0.5}C_B^{1.5}$ صورت می‌گیرد. غلظت واکنش‌دهنده‌های A و B در ابتدای واکنش برابر با $1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ و ثابت سرعت واکنش برابر با

$2 \frac{\text{lit}}{\text{mol} \cdot \text{min}}$ می‌باشد. زمان نیمه‌عمر واکنش چند دقیقه است؟

(۱) ۰٫۵

(۲) ۱

(۳) ۱٫۵

(۴) ۲

۹- واکنش $2A \xrightarrow{k} B$ در فاز گاز در درون یک راکتور مخزنی همزن‌دار پیوسته (mixed) اتفاق می‌افتد. خوراک دارای ۸۰٪ واکنش‌دهنده A و باقیمانده ماده بی‌اثر بوده و غلظت اولیه A برابر با $1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ می‌باشد. اگر ثابت سرعت واکنش

برابر با $0.8 \frac{\text{lit}}{\text{mol} \cdot \text{min}}$ باشد، متوسط زمان اقامت در این راکتور جهت دستیابی به درصد تبدیل ۵۰، چند دقیقه است؟

(۱) ۰٫۸

(۲) ۱

(۳) ۱٫۶

(۴) ۲

۱۰- در یک مخزن اختلاط عایق جریانی به شدت ۵ و آنژیروپی ۲ از یک مایع خالص وارد شده و با جریان دیگری از همان مایع خالص به شدت ۳ و آنژیروپی ۶ به‌طور کاملاً یکنواخت (پایدار) مخلوط می‌شود. اگر جریان خروجی دارای آنژیروپی ۱۰ باشد، شدت تغییر خالص آنژیروپی این تحول کدام است؟ (واحدها همه هماهنگ و اختیاری است.)

(۱) ۴۸

(۲) ۵۲

(۳) ۵۶

(۴) ۶۲

۱۱- یک پمپ تخلیه اضطراری، آب جمع شده در یک گودال را با شدت جریان $0.1 \frac{\text{m}^3}{\text{sec}}$ توسط یک لوله که به انتهای آن یک شیبوره (نازل) وصل است، تا ارتفاع ۲۰ متر پمپ می‌کند. سرعت خروجی آب از شیبوره انتهای لوله برابر $10 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ و راندمان ایزونتروپیک (انژیروپی ثابت) کل پمپ، لوله و شیبوره بر روی هم برابر ۰٫۷۵ است. مقدار توان

مصرفی پمپ چند کیلووات است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ و $1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} = \text{دانسیتته آب}$)

(۱) ۳۳۰۰۰

(۲) ۳۳۰۰

(۳) ۳۳

(۴) ۳٫۳

۱۲- برای یک سیستم دو جزیی مایع بخار تعادلی (VLE) داریم $P_1^{sat} = ۲/۵ \text{ atm}$ و $P_2^{sat} = ۱/۴ \text{ atm}$ و $\gamma_1^\infty = ۶$ و $\gamma_2^\infty = ۳/۵$. کدام یک از عبارات زیر، درست است؟

- (۱) این سیستم دارای آزئوتروپ فشار ماکزیمم است و انحراف آن مثبت است.
- (۲) این سیستم دارای آزئوتروپ فشار ماکزیمم است و انحراف آن منفی است.
- (۳) این سیستم دارای آزئوتروپ دما ماکزیمم است و انحراف آن مثبت است.
- (۴) این سیستم قطعاً آزئوتروپ ندارد.

۱۳- شیر متصل به یک مخزن خالی عایق به حجم معلوم را به آهستگی باز می‌کنیم تا هوا در شرایط ۳۰۰K و فشار ۱ bar وارد مخزن شود و وقتی جریان هوا به داخل مخزن قطع شد، شیر را می‌بندیم. در صورتی که هوا گاز کامل با گرمای ویژه ثابت فرض شود ($\gamma = \frac{C_p}{C_v} = ۱/۴$, $C_p = ۱ \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}}$), تغییر خالص آنتروپی این تحول بر حسب کیلو ژول بر کلوین به‌طور تقریبی کدام است؟ (مقدار هوای داخل مخزن در نهایت برابر $۰/۰۲ \text{ Kg}$ می‌باشد).

$$\ln ۲ = ۰/۷, \ln ۳ = ۱/۱, \ln ۵ = ۱/۶, \ln ۷ = ۱/۹$$

- (۱) $۰/۳$
- (۲) $۰/۰۶$
- (۳) $۰/۰۰۶$
- (۴) $۰/۰۰۳$

۱۴- یک گاز کامل با گرمای ویژه ثابت در دمای ۸۴۰K و فشار ۲ MPa وارد یک توربین گازی فرضی شده و در فشار $۰/۲ \text{ MPa}$ خارج می‌شود. اگر راندمان توربین ۸۰% باشد، مقدار کار گرفته‌شده از توربین تقریباً چند کیلو ژول بر کیلوگرم است؟

$$R = ۰/۴ \frac{\text{Kj}}{\text{Kg.K}}, \sqrt{۲} = ۱/۴, \sqrt{۳} = ۱/۷, \sqrt[۳]{۲} = ۱/۲, \sqrt[۳]{۵} = ۱/۷۵, \gamma = \frac{C_p}{C_v} = ۱/۵$$

- (۱) ۳۳۲
- (۲) ۴۲۲
- (۳) ۴۷۶
- (۴) ۵۲۸

۱۵- یک گاز واقعی از معادله ویرال $z = 1 + \frac{BP}{RT}$ پیروی می‌کند و ضریب ویرال مرتبه دوم آن گاز از رابطه $B = b - \frac{a}{T^2}$ به‌دست می‌آید که در آن a و b دو مقدار ثابت بوده و T بر حسب کلوین است. تغییر آنتالپی مخصوص آن گاز در دمای ثابت T موقعی که فشار آن از یک فشار خیلی کم تا فشار نهایی P تغییر کند، کدام است؟

- (۱) $\frac{-۳aP}{T^2}$
- (۲) $bP + \frac{۳aP}{T^2}$
- (۳) $\frac{-۲aP}{T^2}$
- (۴) $bP - \frac{۳aP}{T^2}$

۱۶- یک گاز کامل با دمای 52°C و سرعت کم وارد یک شیبوره عایق شده و با سرعت 600 متر بر ثانیه از آن خارج می‌شود. اگر فرایند به صورت کاملاً یکنواخت (پایدار) باشد، دمای گاز خروجی چند درجه سانتی‌گراد است؟

$$\text{داده‌ها: } \gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1.5 \text{ و } R = 0.5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

(۱) ۳۴۰

(۲) ۴۰۰

(۳) ۴۳۰

(۴) ۴۵۰

۱۷- برای یک گاز واقعی در دمای نقصانی $Tr = 0.7$ ، مقدار فشار اشباع برابر با 3 bar به دست آمده است. در صورتی که مقدار فشار بحرانی گاز برابر با 60 bar باشد، مقدار ضریب بی‌مرکزی کدام است؟

$$(\log 2 = 0.3 \text{ و } \log 3 = 0.5 \text{ و } \log 5 = 0.7)$$

(۱) ۰/۱۳

(۲) ۰/۱

(۳) ۰/۲۵

(۴) ۰/۳

۱۸- برای یک گاز واقعی معادله حالت از رابطه $P(v-b) = RT$ پیروی می‌کند که در آن b یک عدد ثابت است. در دمای ثابت وقتی که فشار آن گاز از P_1 به P_2 تغییر کند، تغییر آنتالپی مخصوص آن کدام است؟

$$(1) \quad 2b(P_2 - P_1)$$

$$(2) \quad \frac{b}{2}(P_2 - P_1)$$

$$(3) \quad bRT \left(\frac{1}{v_2 - b} - \frac{1}{v_1 - b} \right)$$

$$(4) \quad 4bRT \left(\frac{1}{v_2 - b} - \frac{1}{v_1 - b} \right)$$

۱۹- یک پژوهشگر برای انرژی آزاد گیبس مولی (g) یک ماده خالص در یک محدوده خاص دما و فشار، رابطه زیر را

به دست آورده است. کدام گزینه در مورد ضریب انبساط فشار ثابت $\left(\alpha = \frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p \right)$ این ماده در این محدوده،

درست است؟ (a_0, a_1, a_2, a_3 همگی اعداد ثابت با ابعاد مناسب هستند و $g = a_0 + a_1 TP + a_2 T^2 P^2 + \frac{a_3 P}{T}$)

$$(1) \quad \alpha = \frac{1}{v} \left(a_1 - \frac{a_3}{T^2} \right)$$

$$(2) \quad \alpha = \frac{1}{v} \left(a_1 + \frac{a_3}{T^2} \right)$$

$$(3) \quad \alpha = \frac{1}{v} (a_1 + 4a_2 TP)$$

$$(4) \quad \alpha = \frac{1}{v} \left(a_1 + 4a_2 TP - \frac{a_3}{T^2} \right)$$

۲۰- بر روی سطح بسیار وسیعی از آب به عمق L_1 یک جسم استوانه‌ای شکل بدون وزن با ارتفاع L_2 ، از طرف قاعده خود (A) قرار دارد ($L_2 > L_1$). در صورتی که دانسیته آب ρ و فشار هوا P_{air} فرض شود، حداقل مقدار کار لازم برای رساندن این جسم به کف آب کدام است؟

$$A\rho g \frac{L_1^2}{2} \quad (1)$$

$$A\rho g \frac{L_2^2}{2} \quad (2)$$

$$A\rho g \frac{L_1^2}{2} - P_{air} A(L_2 - L_1) \quad (3)$$

$$A\rho g L_2(L_1 - \frac{L_2}{2}) \quad (4)$$

۲۱- یک گاز واقعی خالص، فرایند خاصی را طی می‌کند. در طول این فرایند روابط زیر برقرار است. در مورد این فرایند کدام رابطه همواره درست است؟ (a_0, a_1, a_2, a_3 اعداد ثابت هستند).

$$\begin{cases} u = a_0 + a_1 \ln(v) + a_2 v + a_3 s^2 \\ p = -\frac{a_1}{v} - a_2 \end{cases}$$

(۱) فرایند قطعاً آنتروپی ثابت است.

(۲) فرایند به گونه‌ایست که انرژی آزاد گیبس ثابت است.

(۳) رابطه آنتروپی و دما در این فرایند خطی است، اگر فرایند آنتروپی ثابت نباشد.

(۴) رابطه آنتروپی و دما به صورت یک سهمی (معادله درجه دوم) است، اگر فرایند آنتروپی ثابت نباشد.

۲۲- برای یک سیستم دو جزیی مایع بخار در حالت تعادل (VLE) یک تابع F به صورت زیر تعریف شده است، که در

آن فشار واقعی سیستم و P^R فشار سیستم با فرض قانون رانولت است. در صورتی که P زیاد نباشد و برای فاز

مایع داشته باشیم $\frac{G^E}{RT} = \beta x_1 x_2$ که در آن β یک عدد ثابت مثبت کوچک است، مقدار تابع F کدام است؟

$$F = \frac{P - P^R}{x_1 x_2 \left[p_1^{sat} + x_1 (p_2^{sat} - p_1^{sat}) \right]}$$

$$\exp(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots$$

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

$$\beta \left(1 - \frac{p_1^{sat}}{p_2^{sat}} \right) \quad (2)$$

$$2\beta \quad (3)$$

$$\beta \quad (4)$$

۲۳- یک قطعه جامد بزرگ جرم 10000 kg و به دمای 400 K و گرمای ویژه $10 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$ ، درون هوای آزاد به دمای

300 K وجود دارد. با استفاده از این قطعه، حداکثر کار قابل تصویری که می توان گرفت، تقریباً چند کیلوژول است؟

$$\ln 2 = 0.7, \ln 3 = 1.1, \ln 5 = 1.6$$

(۱) 10^6

(۲) 10^5

(۳) 10^4

(۴) 10^3

۲۴- دو ذره هم جنس یکی به شکل کره ای به شعاع R و دیگری به شکل استوانه ای به شعاع $2R$ و طول $5R$ درون ظرف بزرگی از آب قرار داده می شود و انتقال جرم فقط در جهت شعاعی صورت می گیرد. چنانچه نرخ جرمی انحلال در هر دو ذره برابر باشد، نسبت شار مولی انحلال ذره استوانه ای به کره ای کدام است؟

(۱) 0.1

(۲) 0.2

(۳) 0.3

(۴) 0.4

۲۵- اگر منحنی تعادل به صورت خط مستقیم باشد، در چه صورتی راندمان مورفری در دو فاز مایع و گاز برابر خواهد شد؟

(۱) ضریب جذب، بسیار بزرگ باشد. (۲) ضریب جذب، بسیار کوچک باشد.

(۳) ضریب جذب، برابر ضریب دفع باشد. (۴) امکان ندارد راندمان مورفری دو فاز با هم برابر شود.

۲۶- برای جذب 90 درصد استون در هوا به کمک آب خالص، از یک عملیات چند مرحله ای متقابل استفاده شده است. در صورتی که خط تبادل، خط تعادل را قطع کند، ضریب جذب کدام است؟ (منحنی تعادلی در مختصات $Y-X$ خطی فرض شود.)

(۱) 0.1

(۲) 0.3

(۳) 0.65

(۴) 0.9

۲۷- مخلوطی از دو گاز A و B که به صورت non-diffusing عمل می کند، وجود دارد. ضریب نفوذ جسم c در این مخلوط

گازی برابر $0.32 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}$ است. با توجه به اطلاعات زیر، کسر مولی A و B در مخلوط گاز اولیه کدام است؟

$$D_{C-A} = 0.42 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}$$

$$D_{C-B} = 0.30 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}$$

(۱) $y_A = 0.30, y_B = 0.70$

(۲) $y_A = 0.20, y_B = 0.80$

(۳) $y_A = 0.40, y_B = 0.60$

(۴) $y_A = 0.50, y_B = 0.50$

۲۸- عدد استانتون برای یک سیستم انتقال جرم به صورت $St_D = \frac{Sh}{ReSc} = \frac{F}{CU}$ تعریف شده است. در این عبارت F

ضریب انتقال جرم، C غلظت سیال و U سرعت سیال است. فرم مشابه این عدد در سیستم انتقال حرارت کدام است؟

$$(۱) \quad St_H = \frac{Sh}{RePr} = \frac{\left(\frac{F}{D_{AB}}\right)}{\left(\frac{CU}{\alpha}\right)}$$

ضریب انتقال جرم و D_{AB} ضریب نفوذ جرم است. α ضریب نفوذ حرارت است.

$$(۲) \quad St_H = \frac{Nu}{ReSc} = \frac{\left(\frac{h}{k}\right)}{\left(\frac{U}{D_{AB}}\right)}$$

k ضریب هدایتی گرما و h ضریب انتقال حرارت است.

$$(۳) \quad St_H = \frac{Pr}{ScNu} = \frac{\left(\frac{C_p}{h}\right)}{\left(\frac{\ell}{\rho D_{AB}}\right)}$$

ℓ طول مشخصه و ρ دانسیته سیال است.

$$(۴) \quad St_H = \frac{Nu}{RePr} = \frac{\left(\frac{h}{C_p}\right)}{(\rho U)}$$

C_p گرمای ویژه و ρ دانسیته سیال است.

۲۹- در یک برج دیوار مرطوب با ارتفاع ۱ متر و قطر ۲۵ سانتی متر، عدد شروود از رابطه $Sh = 100 \times F_G \times d$ به دست می آید،

که F_G ضریب انتقال جرم گاز بر حسب $\frac{\text{mol}}{\text{s.m}}$ و d قطر برج بر حسب متر است. در نقطه‌ای از برج عدد شروود ۴۰ و کسر

مولی گاز ۰/۸ و کسر مولی مایع ۰/۰۵ است. پروفایل غلظت از کدام رابطه به دست می آید؟

$$(K_L = 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ و دانسیته مایع } 100 \text{ مول بر مترمکعب است.})$$

$$(۱) \quad \left(\frac{0.95}{1 - x_{AG}}\right) = \left(\frac{1 - x_{AL}}{0.2}\right)^{1/6}$$

$$(۲) \quad \left(\frac{0.2}{-1 - x_{AG}}\right) = \left(\frac{1 - x_{AL}}{0.95}\right)^{10^{-2}/6}$$

$$(۳) \quad \left(\frac{0.2}{1 - x_{AG}}\right) = \left(\frac{1 - x_{AL}}{0.95}\right)^{1/6}$$

$$(۴) \quad \left(\frac{0.95}{1 - x_{AG}}\right) = \left(\frac{1 - x_{AL}}{0.2}\right)^{10^{-2}/6}$$

۳۰- جذب گاز در فیلم مایع ریزان مایع از روی یک دیوار عمودی را با $Re > 100$ در نظر بگیرید. چنانچه پهنای دیوار را ثابت نگه داشته و ارتفاع دیوار و همچنین دبی جرمی مایع را ۸ برابر کنیم، ضریب انتقال جرم چگونه تغییر می کند؟

$$\overline{K}_{L2} > \frac{1}{\sqrt{2}} \overline{K}_{L1} \quad (1)$$

$$\overline{K}_{L2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \overline{K}_{L1} \quad (2)$$

$$\overline{K}_{L2} < \frac{1}{\sqrt{2}} \overline{K}_{L1} \quad (3)$$

(۴) نمی توان نظر قطعی داد.

۳۱- اگر $K_x = 3k_y$ و خط عملیاتی بر خط تعادل عمود باشد، نسبت مقاومت در فاز مایع به مقاومت در فاز گاز کدام است؟

$$\frac{1}{9} \quad (1)$$

$$\frac{1}{3} \quad (2)$$

$$3 \quad (3)$$

$$9 \quad (4)$$

۳۲- یک جسم جامد نیمه بی نهایت در ابتدا در دمای T_i است. اگر دمای سطح این جسم به دمای T_o تغییر یابد و T_o بزرگ تر از T_i باشد، مقدار کل حرارت داده شده به جسم به ازای واحد سطح جسم از ابتدا تا زمان مشخص t کدام است؟ (k و α به ترتیب ضریب هدایت حرارتی و نفوذپذیری حرارتی جسم هستند و معادله توزیع درجه حرارت در این جسم به فرم زیر است.)

$$\frac{T(x,t) - T_o}{T_i - T_o} = \text{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}}\right), \quad \text{erf}(\eta) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\eta e^{-\eta^2} d\eta$$

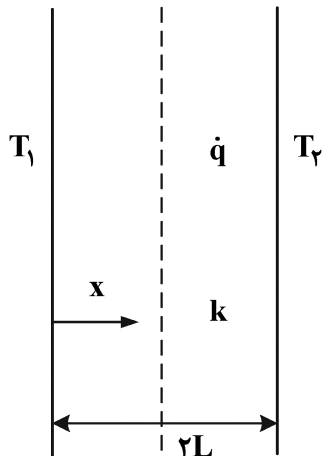
$$\frac{k(T_o - T_i)}{\sqrt{\pi\alpha t}} \quad (1)$$

$$k(T_o - T_i) \sqrt{\frac{\pi\alpha}{t}} \quad (2)$$

$$\frac{2k(T_o - T_i)}{\sqrt{\pi\alpha t}} \quad (3)$$

$$2k(T_o - T_i) \sqrt{\frac{t}{\pi\alpha}} \quad (4)$$

۳۳- در انتقال حرارت هدایتی یک بعدی پایا دارای چشمه حرارتی \dot{q} (در واحد حجم) برای سیستمی به شکل زیر، برای این که دمای ماکزیمم (T_{max}) روی سطح $x = 0$ اتفاق بیفتد، کدام عبارت درست است؟



k : ضریب هدایت حرارتی جسم

T_1 : دمای سطح در $x = 0$

T_2 : دمای سطح در $x = 2L$

$$\dot{q} = \frac{k}{L} \frac{T_1 - T_2}{2} \quad (1)$$

$$\dot{q} > \frac{k}{L} \frac{T_1 - T_2}{2} \quad (2)$$

$$\dot{q} = \frac{k}{L} \frac{T_1 + T_2}{2} \quad (3)$$

$$\dot{q} > \frac{k}{L} \frac{T_1 + T_2}{2} \quad (4)$$

۳۴- برای یک کره که در مایعی معلق است، ناسلت متوسط به صورت $Nu = 2 + m Re^{-b} Pr^{0.33}$ است. کدام یک از گزاره‌های زیر در مورد رابطه ناسلت متوسط، درست است؟

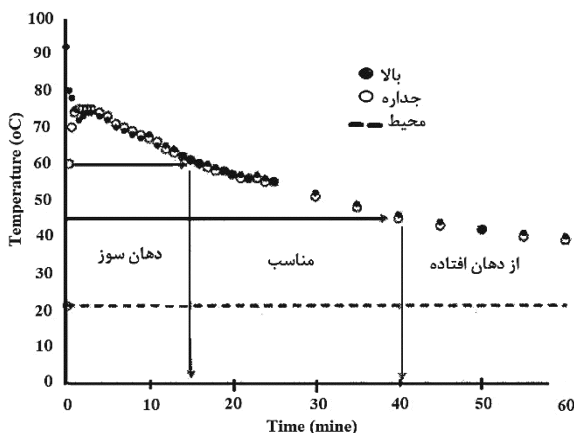
(۱) m و b هر دو باید مثبت باشند.

(۲) m باید مثبت ولی b باید منفی باشد.

(۳) m و b می‌توانند مثبت و یا منفی باشند که بستگی به عدد رینولدز دارد.

(۴) b باید مثبت ولی m می‌تواند مثبت یا منفی باشد که بستگی به عدد رینولدز دارد.

۳۵- چای داغ ۹۵ درجه را در لیوانی هم دما با محیط ریخته‌ایم. منحنی سرد شدن چای و جداره لیوان در شکل زیر نشان داده شده است. با فرض این که دمای محیط ۲۰ درجه است، برای آن که چای «از دهان نیافتد»، کدام راه حل مؤثرتر است؟



(۱) چون تابش از جابه‌جایی مهم‌تر است، پس باید لیوان را عایق کنیم.

(۲) جنس لیوان را چینی انتخاب کنیم $c_p = 1050 \text{ J/kgK}$, $k = 1.5 \text{ W/mK}$

(۳) جنس لیوان را شیشه‌ای انتخاب کنیم $c_p = 800 \text{ J/kgK}$, $k = 1.0 \text{ W/mK}$

(۴) نعلبکی را وارونه روی لیوان بگذاریم چون تبخیر بزرگ‌ترین تلفات را دارد.

۳۶- دو فین استوانه‌ای بلند غیرهم جنس را عمود بر یک سطح داغ نصب کرده‌ایم. دمای ۱۰ سانتی‌متری دور از پایه فین اول برابر دمای ۲۰ سانتی‌متری دور از پایه فین دوم شده است. چه رابطه‌ای بین قطر d و ضریب هدایت

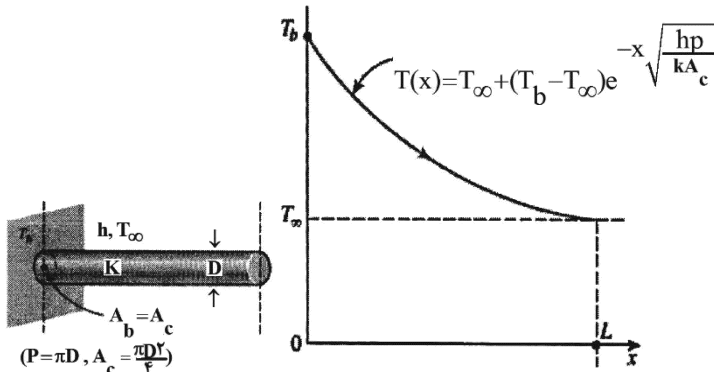
حرارتی k این دو برقرار است؟

$$\sqrt{(k_p d_1 / k_1 d_p)} = 2 \quad (1)$$

$$\sqrt{(k_1 d_1 / k_p d_p)} = 2 \quad (2)$$

$$\sqrt{(k_p d_p / k_1 d_1)} = 2 \quad (3)$$

$$\sqrt{(k_1 d_p / k_p d_1)} = 2 \quad (4)$$



۳۷- ضریب انتقال حرارت متوسط در میعان فیلمی بر روی یک صفحه عمودی، با افزایش ارتفاع صفحه چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) زیاد می‌شود. (۲) کاهش می‌یابد.

(۳) ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود. (۴) ابتدا کم و سپس زیاد می‌شود.

۳۸- در انتقال حرارت جابه‌جایی اجباری در روی یک صفحه تخت در جریان آرام برای صفحه‌ای که در تمام طولش

دمای سطح ثابت است، کدام مورد درست است؟

(۱) در صورتی که طول صفحه ۲ برابر شود، میزان انتقال حرارت ۲ برابر می‌شود.

(۲) در صورتی که سرعت سیال ۲ برابر شود، میزان انتقال حرارت ۲ برابر می‌شود.

(۳) در صورتی که طول صفحه ۲ برابر شود، ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی موضعی و متوسط ۲ برابر می‌شود.

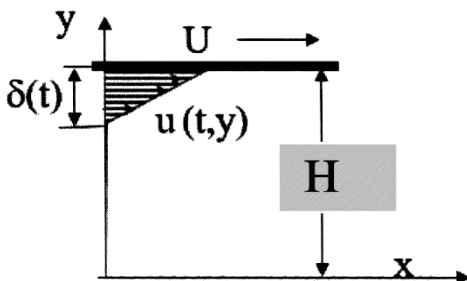
(۴) با فرض ثابت بودن خواص فیزیکی سیال، اگر اختلاف دمای سطح و سیال ۲ برابر شود، میزان انتقال حرارت ۲

برابر می‌شود.

۳۹- سیال نیوتنی بین دو صفحه موازی بسیار بزرگی با فاصله H قرار دارد. صفحه بالایی به صورت ناگهانی با سرعت U

مطابق شکل زیر کشیده می‌شود. اگر صفحه پایین ثابت باشد، رابطه عمق نفوذ مومنوم $\delta(t)$ کدام است؟

(۷ ویسکوزیته سینماتیکی و t زمان)



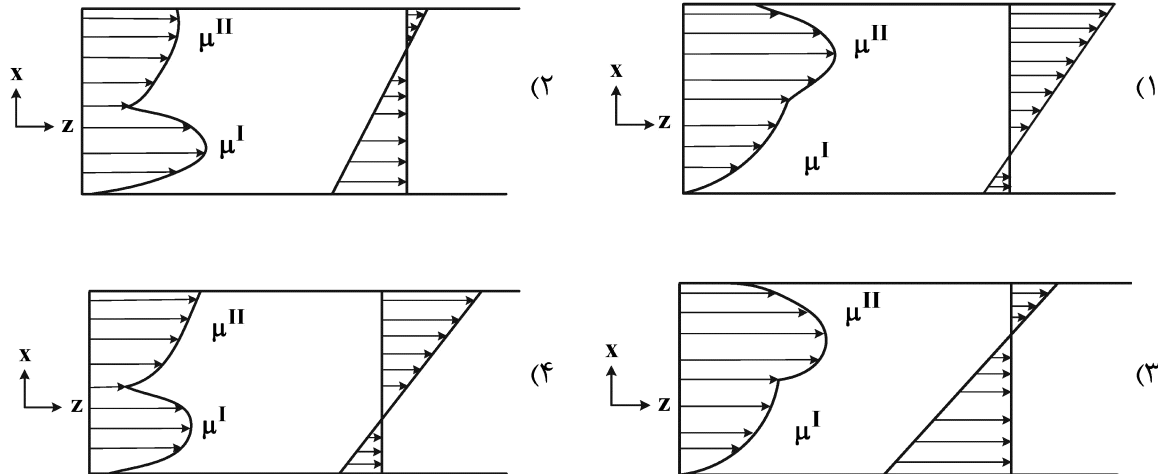
$$\sqrt{\frac{4t}{\nu}} \quad (1)$$

$$\sqrt{4\nu t} \quad (2)$$

$$\sqrt{\frac{4}{\nu t}} \quad (3)$$

$$\sqrt{\frac{4\nu}{t}} \quad (4)$$

۴۰- دو مایع تراکم‌ناپذیر و امتزاج‌ناپذیر، در امتداد z در یک شکاف افقی نازک به طول L و عرض W تحت تأثیر گرادیان فشار افقی $\frac{P_0 - P_1}{L}$ جریان دارند. آهنگ جریان سیال طوری تنظیم می‌شود که نیمی از شکاف با سیال ۱ که فاز سنگین‌تر است و نیم دیگر آن با سیال ۲ که فاز سبک‌تر است، پر شود. جریان این سیال‌ها به اندازه‌ای آهسته است که هیچ ناپایداری رخ نخواهد داد. توزیع تنش و سرعت به چه شکلی است؟



۴۱- اگر توزیع سرعت جریان سیالی در داخل لایه مرزی به صورت رابطه $u(x, y) = e^{\sqrt{x}}(1 - e^{-y})$ داده شده باشد، ضخامت لایه مرزی در این جریان (δ) ، کدام است؟

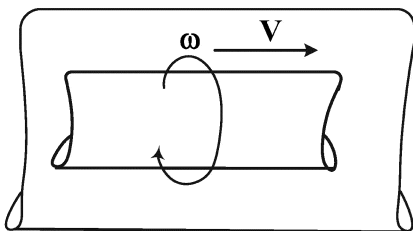
(۱) $e^{\sqrt{x}}$

(۲) e^x

(۳) $\ln(1 \circ \circ)$

(۴) $\ln(1 \circ)$

۴۲- برای جریان در شرایط پایا و توسعه‌یافته بین دو سیلندر هم‌مرکز که سیلندر داخلی با سرعت ثابت V به صورت محوری و با سرعت زاویه‌ای ثابت ω می‌چرخد، کدام رابطه تنش و کرنش برای سیال نیوتنی غیرقابل تراکم درست است؟



(۱) $\tau_{z\theta} = -\mu \left(\frac{\partial v_z}{\partial r} + \frac{\partial v_\theta}{\partial r} \right)$

(۲) $\tau_{z\theta} = -\mu \left(\frac{1}{r} \frac{\partial v_z}{\partial \theta} + \frac{\partial v_\theta}{\partial z} \right)$

(۳) $\tau_{rz} = -\mu \frac{\partial v_z}{\partial r}, \tau_{r\theta} = -\mu \frac{\partial v_\theta}{\partial r}$

(۴) $\tau_{rz} = -\mu \left(\frac{\partial v_z}{\partial r} + \frac{\partial v_r}{\partial z} \right), \tau_{\theta r} = -\mu \left(\frac{\partial v_\theta}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial v_r}{\partial \theta} \right)$

۴۳- مخزنی به حجم 2 m^3 که در ابتدا خالی است، توسط لوله‌ای به قطر 10 سانتی‌متر از گاز پُر می‌شود. سرعت متوسط جریان گاز ورودی $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ است. فشار و دمای خط لوله به ترتیب به میزان 400 kPa و 330 K و دمای گاز داخل مخزن نیز به میزان 400 K ، ثابت نگه‌داشته می‌شود. زمان لازم برای آن که فشار مخزن به 300 kPa برسد، چند ثانیه است؟ (گاز را ایدئال فرض کنید و عدد π برابر ۳، ثابت گازها R برابر $\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} 0.25$ است).

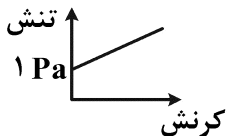
(۱) ۲۰۰

(۲) ۱۵۰

(۳) ۱۰۰

(۴) ۵۰

۴۴- سیالی با منحنی جریان به شکل زیر در لوله‌ای با قطر 5 سانتی‌متر جریان دارد. فشار نقطه چند پاسکال باشد تا سیال در لوله جریان یابد؟

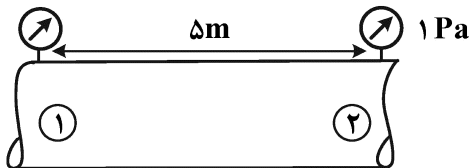


(۱) ۵۰۰

(۲) ۴۰۰

(۳) ۳۰۰

(۴) ۲۰۰



۴۵- تغییرات فشار در یک نقطه از یک سیال تراکم‌ناپذیر در تمامی جهات یکسان نخواهد بود، اگر سیال

(۱) ویسکوز و ساکن باشد.

(۲) ویسکوز و در حرکت باشد.

(۳) غیر ویسکوز ($\mu = 0$) و ساکن باشد.

(۴) غیر ویسکوز ($\mu = 0$) و در حرکت پایای یک بُعدی باشد.

