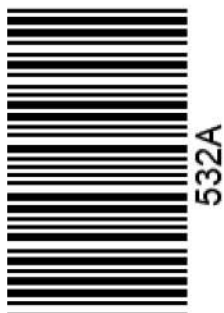


کد کنترل

532

A



## آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه متمرکز) - سال ۱۴۰۰

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه

۹۹/۱۲/۱۵



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

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

رشته مهندسی شیمی - (کد ۲۳۶۰)

مدت پاسخ گویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

| ردیف | مواد امتحانی                                                                      | تعداد سؤال | از شماره | تا شماره |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|----------|
| ۱    | مجموعه دروس تخصصی:<br>- سینتیک و طراحی راکتور - ترمودینامیک<br>- پدیده های انتقال | ۴۵         | ۱        | ۴۵       |

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

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

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود را با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالات و پائین پاسخنامه را تأیید می‌نمایم.

امضا:

۱- دو راکتور مخلوط شونده پیوسته ایدئال با حجم یکسان را در نظر بگیرید واکنش ابتدایی  $A \rightarrow P$  در دمای ثابت یکسان در این دو انجام می‌شود. دو چیدمان با یکدیگر مقایسه شده است:

الف - چیدمان سری ب - چیدمان موازی. می‌خواهیم کسر تبدیل  $A$  خروجی در انتها برای هر دو چیدمان یکسان و برابر با  $x_{out} = 0.5$  باشد. نسبت دبی حجمی جریان کل ورودی در کدام مورد صحیح است؟

- ۱) دبی حجمی کل ورودی در چیدمان سری ۰.۴۱ دبی حجمی ورودی در چیدمان موازی است.
- ۲) دبی حجمی کل ورودی در چیدمان موازی ۰.۴۱ دبی حجمی ورودی در چیدمان سری است.
- ۳) دبی حجمی کل ورودی در چیدمان سری ۰.۸۲ دبی حجمی ورودی در چیدمان موازی است.
- ۴) دبی حجمی کل ورودی در چیدمان موازی ۰.۸۲ دبی حجمی ورودی در چیدمان سری است.

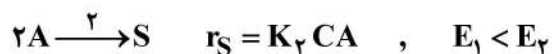
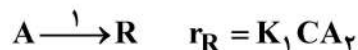
۲- اگر خوراک ورودی ماده  $A$ ، با غلظت  $1 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$  همراه با ۲۰٪ گاز بی‌اثر وارد راکتور لوله‌ای پیوسته (پلاگ) شود و

واکنش گازی  $2A \rightarrow 3B$  انجام شود، کسر تبدیل خروجی  $A$ ، معادل ۸۰٪ حاصل می‌شود. مقدار غلظت  $B$

خروجی ( $C_B$ ) برحسب  $\frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$  کدام است؟ (در ورودی  $B$  وجود ندارد و فشار و دمای راکتور ثابت است).

- |                    |                  |                  |                  |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|
| ۱) $\frac{10}{11}$ | ۲) $\frac{6}{5}$ | ۳) $\frac{2}{3}$ | ۴) $\frac{6}{7}$ |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|

۳- ماده  $A$  مطابق واکنش‌های گازی زیر در دمای ثابت به ایزومر خور ( $R$ ) یا به صورت دیمر ( $S$ ) تبدیل می‌شود. برای افزایش گزینش‌پذیری ماده  $R$  نسبت به  $S$ ، نوع راکتور، فشار راکتور (۱ یا ۱۰ اتمسفر) و دمای راکتور (۳۵۰ یا ۴۰۰ K) کدام گزینه مناسب‌تر است؟



۱) راکتور پلاگ - فشار ۱۰ اتمسفر - دمای ۳۵۰ K

۲) راکتور Mixed - فشار ۱ اتمسفر - دمای ۴۰۰ K

۳) راکتور Mixed - فشار ۱۰ اتمسفر - دمای ۳۵۰ K

۴) راکتور پلاگ - فشار ۱۰ اتمسفر - دمای ۴۰۰ K

۴- واکنش فاز گاز، هم دمای برگشت پذیر  $P \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} R$  در یک راکتور مخلوط شونده تانکی پیوسته ایدئال انجام می شود.

سرعت واکنش برحسب  $\frac{\text{kmol.m}^3}{h}$  در رابطه  $r_R = 0.5C_P - 0.125C_R$  داده شده است. جریان ورودی به راکتور

تنها حاوی خوراک P است. زمان اقامت مورد نیاز برحسب ساعت چقدر باشد تا، درصد تبدیل P به ۴۰ برسد؟

(۲) ۳

(۱) ۲/۳

(۴) ۱/۶

(۳) ۵

۵- واکنش فاز مایع درجه صفر یک طرفه  $A \rightarrow B$  در یک راکتور مخلوط شونده پیوسته ایدئال انجام می شود. تبدیل

A در این راکتور در سرعت ظاهری  $0.1 \text{ min}^{-1}$  برابر ۳۰ درصد است. در صورتی که این واکنش در یک راکتور لوله ای پیوسته ایدئال با سرعت ظاهری دو برابر بالا در غلظت یکسان خوراک خالص A انجام شود، درصد تبدیل A کدام است؟

(۲) ۳۰

(۱) ۱۵

(۴) ۶۰

(۳) ۴۰

۶- واکنش ابتدایی  $A \xrightarrow{k} B$  با خوراک خالص A در سه راکتور مخلوط شونده پیوسته ایدئال با حجم مساوی که به صورت سری متصل هستند، صورت می گیرد. اگر درصد تبدیل A بعد از راکتور اول ۵۰ باشد، درصد تبدیل A بعد از آخرین راکتور کدام است؟

(۲) ۸۷/۵

(۱) ۶۲/۵

(۴) ۹۱/۵

(۳) ۷۷/۵

۷- واکنش  $A \xrightarrow{K} B$  با سرعت  $-r_A = KC_A C_B$  در یک راکتور ناپیوسته صورت می گیرد. اگر غلظت اولیه

$C_{A0} + C_{B0} = 5 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$  و ثابت سرعت واکنش برابر با  $4 \frac{\text{lit}}{\text{mol.s}}$  باشد، حداکثر سرعت واکنش برحسب  $\frac{\text{mol}}{\text{lit.s}}$

کدام است؟

(۲) ۳۰

(۱) ۱۰

(۴) ۳۵

(۳) ۲۵

۸- واکنش  $A \rightarrow R$  در یک راکتور ناپیوسته با  $C_{A0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$  و سرعت  $-r_A = 4\sqrt{C_A}$  با بعد مول بر لیتر بر

ساعت انجام می گیرد. میزان تبدیل A پس از یک ساعت از شروع واکنش کدام است؟

(۴) ۱۰۰

(۳) ۹۰

(۲) ۸۰

(۱) ۷۵

۹- در واکنش گازی  $aA + bB \rightarrow cC$ ،  $a + b \neq c$ ، کدام رابطه برای محاسبه غلظت جزء B در دما و فشار ثابت صحیح است؟

$$\frac{C_B}{C_{A0}} = \frac{\frac{C_{B0}}{C_{A0}} - \frac{b}{a} X_A}{1 + \epsilon_B X_B} \quad (2)$$

$$\frac{C_B}{C_{B0}} = \frac{1 - \frac{b}{a} X_A}{1 + \epsilon_A X_A} \quad (1)$$

$$\frac{C_B}{C_{A0}} = \frac{\frac{C_{B0}}{C_{A0}} - \frac{b}{a} X_B}{1 + \epsilon_A X_A} \quad (4)$$

$$\frac{C_B}{C_{A0}} = \frac{1 - \frac{b}{a} X_A}{1 + \epsilon_B X_B} \quad (3)$$

۱۰- یک جسم فلزی به جرم ۵ کیلوگرم و به دمای ۶۰۰K در هوای آزاد به دمای ۳۰۰K کاملاً سرد می‌شود. اگر

گرمای ویژه فلز برابر  $\frac{\Delta kJ}{kgK}$  باشد، تغییر خالص آنتروپی این تحول چند کیلوژول بر کلوین است؟ (می‌دانیم که

$$(\ln 5 = 1/6, \ln 3 = 1/3, \ln 2 = 0/7)$$

$$(1) 5/5$$

$$(2) 7/5$$

$$(3) 10/5$$

$$(4) 12/5$$

۱۱- در یک واکنش شیمیایی گرمازا، ۲ مولکول گازی تبدیل به ۳ مولکول گازی دیگر می‌شوند. این واکنش شیمیایی در کدام یک از شرایط زیر به سمت تولید محصولات پیش می‌رود؟

(۲) دمای بالا و فشار بالا

(۱) دمای پایین و فشار بالا

(۴) دمای پایین و فشار پایین

(۳) دمای بالا و فشار پایین

۱۲- در یک محلول دو جزئی معادله  $\Delta H = 3x_1 + 2x_2 + 5x_1x_2$  برقرار است. مقدار  $\overline{\Delta H_1}$  در  $x_1 = 0/5$  کدام است؟ (واحدها اختیاری است.)

$$(1) 1/25$$

$$(2) 2/25$$

$$(3) 4/25$$

$$(4) 6/25$$

۱۳- در یک سیستم مایع بخار تعادلی (VLE) مقدار  $P_1^{sat} = 0/8$ ,  $P_2^{sat} = 0/3$  و  $\gamma_1^\infty = 3$ ,  $\gamma_2^\infty = 5$  است. کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟ (واحدها همه اختیاری است.)

(۱) سیستم آزنوتروپ ندارد.

(۲) سیستم دارای انحراف منفی بوده و یک آزنوتروپ دما ماکزیمم دارد.

(۳) سیستم دارای انحراف مثبت بوده و یک آزنوتروپ فشار مینیمم دارد.

(۴) سیستم دارای انحراف مثبت بوده و یک آزنوتروپ دما مینیمم دارد.

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

$$(1) \text{ صفر} \quad (2) \frac{b}{2}(P_2 - P_1)$$

$$(3) 2b(P_2 - P_1) \quad (4) bRT\left(\frac{1}{v_2 - b} - \frac{1}{v_1 - b}\right)$$

۱۵- اگر در دمای ثابت فشار یک گاز خالص به سمت صفر میل کند، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(۱) آنتالپی آن با آنتالپی گاز کامل برابر خواهد شد.

(۲) حجم مخصوص آن از حجم مخصوص گاز کامل کمتر خواهد شد.

(۳) آنتروپی آن از آنتروپی گاز کامل بزرگ‌تر خواهد شد.

(۴) همه خواص آن با خواص گاز کامل برابر خواهد شد.

۱۶- معادله حالت زیر برای یک مخلوط دوجزئی داده شده است، ضریب فوگاسیته جزء ۱ ( $\hat{\phi}_1$ ) کدام است؟

$$V = \frac{RT}{P} \left[ 1 + \frac{1}{\lambda} \left( \frac{y_1 P_{r,1}}{T_{r,1}} + \frac{y_2 P_{r,2}}{T_{r,2}} \right) \right]$$

$$T_{r,i} = \frac{T}{T_{c,i}}, P_{r,i} = \frac{P}{P_{c,i}}$$

$$\exp\left(\frac{P_{r,1}}{\lambda T_{r,1}}\right) \quad (۲)$$

$$\exp\left(\frac{1}{\lambda P_{r,1}}\right) \quad (۱)$$

$$\exp\left(\frac{1}{\lambda T_{r,1}}\right) \quad (۴)$$

$$\exp\left(\frac{T_{r,1}}{\lambda P_{r,1}}\right) \quad (۳)$$

۱۷- ضریب ویریال مرتبه دوم (B) یک گاز از رابطه  $B = b - \frac{a}{T^2}$  به دست می آید که در آن a و b ثابت هستند. تغییر

انتالپی مخصوص این گاز در دمای ثابت ( $\Delta H$ ) زمانی که فشار از یک فشار خیلی خیلی کم ( $P^*$ ) تا فشار نهایی P تغییر کند، کدام است؟

$$-\frac{3aP}{T^2} \quad (۲)$$

$$-\frac{2aP}{T^2} \quad (۱)$$

$$bP + \frac{3aP}{T^2} \quad (۴)$$

$$bP - \frac{3aP}{T^2} \quad (۳)$$

۱۸- برای یک سیستم دو جزئی تعادلی مایع بخار (VLE) در فشار نه چندان زیاد مقدار  $P_1^{sat} = 0.5 \text{ atm}$ .

و  $P_2^{sat} = 1 \text{ atm}$  و  $\frac{G^E}{RT} = 0.1 x_1 x_2$  است. فشار سیستم به طور تقریبی در  $x_1 = 0.6$  چند اتمسفر است؟

$$\text{Exp}(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \dots$$

$$0.66 \quad (۱)$$

$$0.72 \quad (۲)$$

$$0.84 \quad (۳)$$

$$0.88 \quad (۴)$$

۱۹- برای محلول دو جزئی در دمای T و فشار P معادله،  $\bar{S}_1 = 2x_1^2 - 3x_2^2 + 6x_2 + 18$  برقرار است، در صورتی که

$S_2 = 30$  باشد، مقدار  $\bar{S}_2^\infty$  کدام است؟ (واحدها اختیاری است).

$$34 \quad (۱)$$

$$32 \quad (۲)$$

$$31 \quad (۳)$$

$$21 \quad (۴)$$

۲۰- در یک مخلوط دو جزئی گازی اطلاعات زیر موجود است. برای این سیستم مقدار  $B_{12}$  به‌طور تقریبی چند  $\frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$  است؟

$$\left( \ln(\hat{\phi}_1^\infty) = 0.1, B_{11} = -16 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}, B_{22} = -100 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}, \frac{P}{RT} = 0.005 \frac{\text{mol}}{\text{cm}^3} \right)$$

$$-50 \quad (2)$$

$$-60 \quad (1)$$

$$-20 \quad (4)$$

$$-40 \quad (3)$$

۲۱- مخلوط گازی دو جزئی از معادله  $Z = 1 + \frac{aP}{\sqrt{T}}$  پیروی می‌کند و  $a = a_1 y_1 + a_2 y_2$  است. مقدار فوگاسیته کل

مخلوط کدام است؟ (مقادیر  $a_1$  و  $a_2$  ثابت است و تابع دما و فشار نیستند.)

$$P \exp\left(\frac{P}{\sqrt{T}}(y_1 a_1 + y_2 a_2)\right) \quad (1)$$

$$P \exp\left(\frac{y_1 a_1 + y_2 a_2}{\sqrt{T}}\right) \quad (2)$$

$$P \exp\left(\frac{P}{\sqrt{T}}(y_1 a_1)\right) + P \exp\left(\frac{P}{\sqrt{T}}(y_2 a_2)\right) \quad (3)$$

$$y_1 P \exp\left(\frac{P a_1}{\sqrt{T}}\right) + y_2 P \exp\left(\frac{P a_2}{\sqrt{T}}\right) \quad (4)$$

۲۲- کمپرسوری فرضی به‌طور ایزوترمال رورسیبل و کاملاً یکنواخت (پایدار) گازی را از فشار ۱۰ تا ۵۴ بار در دمای ثابت ۴۰۰K کمپرس می‌کند. در شرایط ورودی ضریب تراکم‌پذیری برابر ۰/۹ و در شرایط خروجی ضریب تراکم‌پذیری برابر ۰/۸ است. مقدار کار مصرفی کمپرسور به‌طور تقریبی بر حسب ژول بر گرم مول کدام است؟

$$\text{Exp}(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \dots$$

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

$$5120 \quad (2)$$

$$6740 \quad (1)$$

$$2560 \quad (4)$$

$$3210 \quad (3)$$

۲۳- برای یک سیستم دو جزئی مایع بخار تعادلی (VLE) یک تابع انحراف  $\pi$  به‌صورت زیر تعریف شده است که در

آن فشار واقعی سیستم است، در صورتی که  $P$  زیاد نباشد و برای فاز مایع داشته باشیم  $\frac{G^E}{RT} = A x_1 x_2$  مقدار

این تابع انحراف کدام است؟ ( $A$  یک عدد ثابت مثبت بسیار کوچک است.)

$$\pi = \frac{P - (x_1 P_1^{\text{sat}} + x_2 P_2^{\text{sat}})}{x_1 x_2 [P_1^{\text{sat}} + x_1 (P_2^{\text{sat}} - P_1^{\text{sat}})]}$$

$$\text{Exp}(x) = 1 + x + \frac{x}{2!} + \dots$$

$$A \left(1 - \frac{P_1^{\text{sat}}}{P_2^{\text{sat}}}\right) \quad (2)$$

$$A \quad (1)$$

$$\frac{A}{3} \quad (4)$$

$$A \left(1 + \frac{P_1^{\text{sat}}}{P_2^{\text{sat}}}\right) \quad (3)$$

۲۴- اگر در یک سیستم انتقال جرم فاز گازی رابطه  $Sh = 0.1 (ReSc)^{\frac{1}{3}}$  برقرار باشد و سرعت و خواص سیال ثابت فرض شود، ضریب عمومی انتقال جرم  $F$  فاز گاز متناسب با کدام است؟

(۱)  $T$

(۲)  $T^{\frac{1}{3}}$

(۳)  $T^{\frac{2}{3}}$

(۴)  $T^{\frac{2}{3}}$

۲۵- در آنالوژی Von Karman عدد شروود ( $Sh$ ) متناسب است با:

$$\left( Re \equiv \text{Reynoldes No.}, C_f \equiv \frac{\text{skin friction}}{\text{factor}} \right)$$

(۱)  $Re^{\frac{1}{3}} \times C_f^{\frac{1}{3}}$

(۲)  $Re^{\frac{1}{6}} \times C_f^{\frac{1}{6}}$

(۳)  $Re^{\frac{1}{2}} \times C_f^{\frac{1}{2}}$

(۴)  $Re \times C_f$

۲۶- ضخامت لایه مرزی سرعت در جریان آرام مایع از روی یک استوانه جامد از جنس  $A$ ، که در مایع  $B$  حل می‌شود، در یک نقطه ۳ میلی‌متر است. ضخامت لایه مرزی غلظت در آن نقطه چند میلی‌متر است؟ ( $Sc = 1000$ )

(۱)  $0.003$

(۲)  $0.3$

(۳)  $0.3$

(۴)  $3$

۲۷- سیالی روی یک صفحه افقی با طول ۴ متر، تحت جریان آرام حرکت می‌کند. نسبت ضریب انتقال جرم در وسط صفحه نسبت به انتهای آن چقدر است؟

(۱)  $\frac{1}{\sqrt{2}}$

(۲)  $\sqrt{2}$

(۳)  $\frac{\sqrt{2}}{4}$

(۴)  $\frac{\sqrt{2}}{8}$

۲۸- براساس تئوری کولموگروف اندازه‌ادی‌ها (Eddy) در تماس با فاز دیگر حدود ۳ میلی‌متر گزارش شده‌است.

مکانیزم واقعی انتقال جرم درون جریان متلاطم چیست؟

(۱) نفوذادی‌ها در مقایسه با نفوذ مولکولی قابل صرف نظر کردن است.

(۲) نفوذادی‌ها و از نفوذ مولکولی در تمامی موارد می‌توان صرف نظر کرد.

(۳) نفوذادی‌ها و همچنین نفوذ مولکولی درونادی‌ها.

(۴) حرکت توده به تنهایی ناشی از وجودادی‌ها.

۲۹- درخصوص تئوری تجدید سطوح Danckwerts کدام یک از موارد زیر صحیح است؟

(۱) مشکل اصلی در دستیابی به ضریب نفوذ و مدت زمان تماس دو فاز است و سرعت نسبی تجدید سطوح اتفاقی قابل اندازه‌گیری است.

(۲) ضریب انتقال جرم قابل دستیابی است لیکن مشکل اصلی در دستیابی به زمان تماس  $\theta$  می باشد، و سرعت نسبی S قابل اندازه‌گیری است.

(۳) ضریب انتقال جرم قابل دستیابی است لیکن مشکل اصلی در دستیابی به ضریب نفوذ (D) درمایعات است که فقط در مایعات نسبتاً غلیظ قابل دستیابی است.

(۴) ضریب انتقال جرم قابل دستیابی است لیکن مشکل اساسی در دستیابی به سرعت نسبی تجدید سطوح اتفاقی (S) است.

۳۰- انتقال جرم درون قطره کروی در شرایط غیریکنواخت صورت می‌گیرد. حل معادله زیر، با کدام یک از شرایط مرزی

و اولیه منجر به رابطه Newman می‌شود؟ ( $C_A^*$  غلظت حد اشباع،  $C_{A_0}$  غلظت اولیه،  $r_s$  شعاع کره)

$$\frac{\partial C_A}{\partial t} = D_{AB} \left( \frac{\partial^2 C_A}{\partial r^2} + \frac{r}{r} \frac{\partial C_A}{\partial r} \right), \quad C_A = C_A(r, t)$$

$$(1) \text{ محدود } C_A(r, \infty) = C_{A_0}, C_A(r_s, t) = C_A^*, \lim_{r \rightarrow 0} C_A(r, t) = C_{A_0}$$

$$(2) C_A(r, \infty) = C_{A_0}, C_A(r_s, t) = C_A^*, C_A(0, t) = C_{A_0}$$

$$(3) C_A(r, \infty) = C_A^*, C_A(r_s, t) = C_A^*, C_A(r, t) = C_{A_0}$$

$$(4) \text{ محدود } C_A(r, \infty) = C_{A_0}, C_A(r_s, t) = C_{A_0}, \lim_{r \rightarrow 0} C_A(r, t) = C_{A_0}$$

۳۱- در بررسی انتقال حرارت سیال جاری در یک لوله که سرعت سیال  $\frac{m}{s}$  ۳ است  $St_H = 0.004$  محاسبه شده‌است.

با فرض برابر بودن اعداد Pr و Sc، ضریب انتقال جرم ( $k_L$ ) برای یک محلول بسیار رقیق و براساس آنالوژی

چیلتون - کالبرن کدام است؟

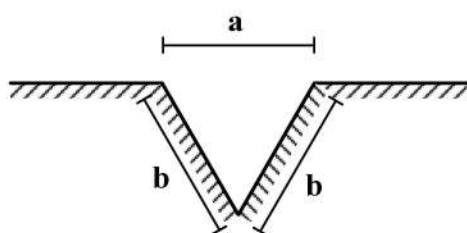
$$(1) 0.0012$$

$$(2) 0.0012$$

$$(3) 0.012$$

$$(4) 0.12$$

۳۲- روی سطح زمین مسطح شیاری با مقطع مثلث متساوی‌الساقین به طول نامحدود ایجاد کرده‌ایم. ضریب وضعی تابشی از هر یک از دیواره‌های شیار به هوای بیرون کدام است؟



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

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

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

$$\frac{3a}{2b} \quad (4)$$

۳۳- در یک مبدل پوسته و لوله، مقداری آب در لوله‌ها جریان دارد. تعداد لوله‌ها را دو برابر کرده‌ایم ولی سطح انتقال حرارت ثابت مانده است. اگر دبی آب و دماها ثابت باشد، مقدار حرارت انتقال یافته کدام است؟

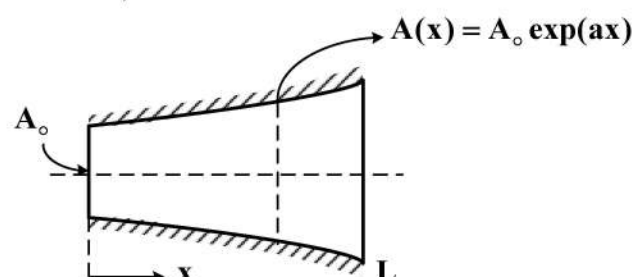
(۱) سرعت آب در هر دو لوله افزایش و انتقال حرارت نیز افزایش می‌یابد.

(۲) سرعت آب در هر لوله نصف و انتقال حرارت ثابت می‌ماند.

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

(۴) سرعت آب در هر لوله دو برابر و انتقال حرارت ثابت می‌ماند.

۳۴- در انتقال حرارت یک بعدی حالت پایا در یک میله عایق شده در سطوح و با سطح متغیر نسبت  $\frac{d^2T/dx^2}{dT/dx}$  کدام گزینه است؟ (k ثابت است).



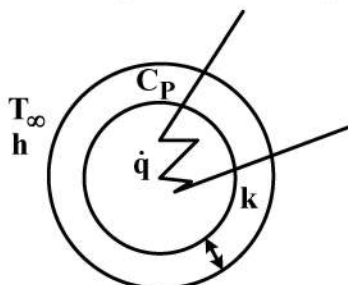
$$-A_0 a \quad (1)$$

$$-a \quad (2)$$

$$+a \quad (3)$$

$$+A_0 a \quad (4)$$

۳۵- یک پوسته کروی اطراف یک المنت حرارتی که توانایی تولید انرژی حرارتی به مقدار  $\dot{q} \left( \frac{W}{m^3} \right)$  را دارد قرار گرفته است. پوسته در محیطی با  $T_\infty$  و ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی  $h$  می‌باشد. کدام عبارت در مورد حرارت خروجی از سطح خارجی پوسته کروی در حالت پایا ( $St = St$ ) صحیح است؟ (ضخامت پوسته  $\Delta r$ )، ضریب هدایت حرارتی آن ( $k$ ) و گرمای ویژه برابر  $C_p$  است).



(۱) حرارت خروجی با تغییرات  $\alpha$  (ضریب نفوذ حرارتی) و همچنین عدد  $Bi$  (بایوت) می‌تواند کم یا زیاد شود.

(۲) مقدار حرارت خروجی با افزایش  $h$  و  $k$ ، افزایش و با کاهش  $\Delta r$ ،  $T_\infty$  و  $C_p$ ، افزایش می‌یابد.

(۳) مقدار حرارت خروجی با تغییر  $k$ ،  $C_p$ ،  $\Delta r$ ،  $h$  و  $T_\infty$  تغییر نمی‌کند هرچند که ممکن است دماها یکسان نباشد.

(۴) بسته به اینکه شعاع خارجی پوسته کروی کمتر یا بیشتر از ضخامت بحرانی عایق باشد، می‌تواند کم یا زیاد شود.

۳۶- اگر  $\rho$  دانسیته گاز،  $\bar{c}$  سرعت متوسط مولکولی و  $\lambda_{mfp}$  طول پویش آزاد گاز باشد، طبق نظریه جنبشی گازها کدام گزینه در مورد ضریب هدایت حرارتی گازها ( $k$ )، صحیح است؟

$$k \sim \frac{\bar{c} \lambda_{mfp}}{\rho} \quad (۱)$$

$$k \sim \frac{\bar{c}}{\rho \lambda_{mfp}} \quad (۲)$$

$$k \sim \frac{\rho \bar{c}}{\lambda_{mfp}} \quad (۳)$$

$$k \sim \rho \bar{c} \lambda_{mfp} \quad (۴)$$

۳۷- برای جابه‌جایی آزاد روی صفحه تخت عمودی کدام یک از موارد زیر صحیح است؟

(۱) ضخامت لایه مرزی حرارتی کوچکتر از ضخامت لایه مرزی هیدرودینامیکی است چون میزان انتقال حرارت در جابه‌جایی آزاد در مقایسه با جابه‌جایی اجباری بسیار کم است.

(۲) نسبت ضخامت لایه مرزی هیدرودینامیکی و حرارتی بستگی به عدد پرنتل ( $Pr$ ) داشته و می‌تواند از یکدیگر کوچکتر یا بزرگتر باشند.

(۳) ضخامت لایه مرزی هیدرودینامیکی کوچکتر از ضخامت لایه مرزی حرارتی است چون انتقال حرارت منجر به انتقال ممنتوم و جابه‌جایی سیال می‌شود.

(۴) ضخامت لایه‌های مرزی هیدرودینامیکی و حرارتی به دلیل اینکه عامل انتقال حرارت و ممنتوم اختلافات دما است، یکسان می‌مانند.

۳۸- در یک مبدل حرارتی دو لوله‌ای ناهمسو، سیال سرد با دمای  $20^\circ\text{C}$  وارد و با دمای  $50^\circ\text{C}$  خارج می‌شود و سیال گرم هم با دمای  $90^\circ\text{C}$  وارد و با دمای  $80^\circ\text{C}$  خارج می‌شود، اگر سیال سرد، سیال کمینه (مینیمم) باشد، مقدار  $\varepsilon$  (effectiveness) کدام است؟

$$\frac{1}{2} \quad (۱)$$

$$\frac{2}{3} \quad (۲)$$

$$\frac{2}{7} \quad (۳)$$

$$\frac{3}{7} \quad (۴)$$

۳۹- اگر میدان سرعت در یک سیال به صورت  $\vec{v} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$  باشد مقدار  $\nabla \cdot \vec{v}$  و اندازه بردار  $\nabla \times \vec{v}$  کدام است؟

$$0, -3 \quad (۱)$$

$$0, 3 \quad (۲)$$

$$-3, -1 \quad (۳)$$

$$3, 1 \quad (۴)$$

۴۰- کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟

(۱) جریان غیرچرخشی همواره ناگرانو است.

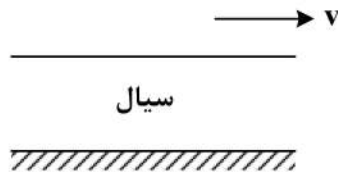
(۲) جریان ناگرانو همواره غیرچرخشی است.

(۳) چرخشی بودن سیال تنها به نیروی فشار بستگی دارد.

(۴) جریان ناگرانو و غیرچرخشی ارتباطی نمی‌توانند با هم داشته باشند.

۴۱- برای جریان پایا بین دو صفحه موازی با فاصله  $h$  که صفحه فوقانی با سرعت ثابت  $v$  کشیده می‌شود، مقدار تابع

جریان ( $\psi$ ) روی صفحه فوقانی کدام است؟ (فرض نمایید افت فشار ناچیز باشد).



(۱)  $2vh$

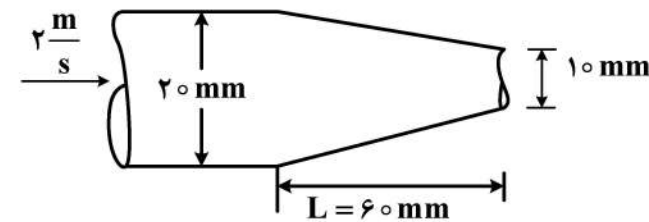
(۲)  $\frac{vh^2}{2}$

(۳)  $\frac{v}{2h}$

(۴)  $\frac{1}{2}vh$

۴۲- در جریان پایای آب در یک شیلنگ باغبانی، سرعت به صورت خطی در طول  $L$  تغییر می‌کند، مقدار سرعت

شعاعی در این طول کدام است؟



(۱)  $-\Delta r$

(۲)  $-\Delta r^2$

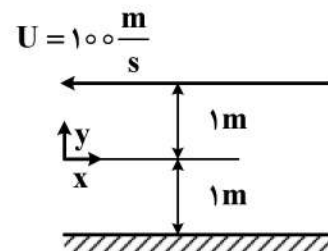
(۳)  $-\Delta \circ r$

(۴)  $-\Delta \circ r^2$

۴۳- جریان آرام (لایه‌ای) همانند شکل زیر بین دو صفحه موازی بزرگ با گرادیان فشار  $\frac{\Delta P}{L} = 100 \frac{\text{Pa}}{\text{m}}$  در جهت محور

$x$  برقرار است. صفحه پایین ساکن و صفحه بالا با سرعت  $100 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  در جهت چپ حرکت می‌نماید. محل تنش برشی

صفر در چه  $y$  ای اتفاق می‌افتد؟ ( $\mu = 2 \text{ Pa.s}$ )



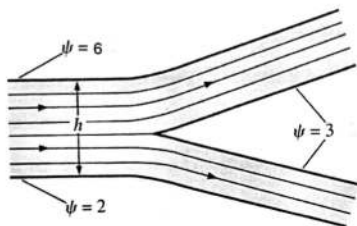
(۱) ۱

(۲)  $\frac{1}{2}$

(۳) -۱

(۴)  $-\frac{1}{2}$

۴۴- در دوراهی زیر مایعی به صورت پایدار، دو بعدی و تراکم ناپذیر جریان دارد که مقادیر تابع جریان ( $\psi$ ) بر حسب  $\frac{m^2}{s}$  به ازاء واحد عرض مجرا داده شده است. با توجه به اطلاعات روی شکل، چند درصد جریان از شاخه بالایی عبور می کند؟



(۱) ۲۵

(۲) ۳۰

(۳) ۵۰

(۴) ۷۵

۴۵- سیالی در یک استوانه در حال چرخش را در نظر بگیرید. کدام عبارت درست است؟

(۱) در یک سیال چرخشی نمی توان از رابطه برنولی استفاده کرد.

(۲) ثابت برنولی در همه جای سیال ثابت است.

(۳) ثابت برنولی تابعی از فاصله تا مرکز استوانه است.

(۴) از رابطه برنولی تنها در ارتفاعهای مختلف سیال می توان استفاده کرد.