

199F

نام :

نام خانوادگی :

محل امضاء :

صبح جمعه

۹۲/۱۲/۱۶

دفترچه شماره ۱



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

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.

امام خمینی (ره)

**آزمون ورودی  
دوره‌های دکتری (نیمه متمرکز) داخل  
سال ۱۳۹۲**

مهندسی شیمی (۱)

کلیه گرایش‌ها (به جز گرایش‌های مهندسی پلیمر، بیوتکنولوژی و محیط زیست (کد ۲۳۶۰))

مدت پاسخگویی: 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 (طراحی راکتور، ترمودینامیک، پدیده‌های انتقال)	۴۵	۱	۴۵

**اسفندماه سال ۱۳۹۲**

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی‌باشد.

۱- واکنش  $A \rightarrow R$  در فاز مایع در یک راکتور مخلوط شونده (mixed) به صورت آدیاباتیک انجام می‌شود. شیب خط کار آدیاباتیک  $(K^{-1}) = \frac{-1}{\gamma_0}$  است. میزان تبدیل در راکتور  $X_A = 0.7$  می‌باشد. تغییر دمای سیال چند درجه سانتی‌گراد است؟

- (۱) -۵۰  
(۲) ۴۹  
(۳) ۷۰  
(۴) ۸۵

۲- در واکنش موازی تجزیه  $A$ ، ماده مطلوب است:

با خوراک از  $A$  خالص و غلظت اولیه  $C_{A0} = 1 \left(\frac{\text{mol}}{\text{lit}}\right)$   
 $A \rightarrow R \quad r_R = 1$   
 $A \rightarrow S \quad r_S = 2C_A$   
 $A \rightarrow T \quad r_T = C_A^2$   
 حداکثر مقدار  $R$  از کدام نوع راکتوری بدست می‌آید؟  
 (۱) مخلوط شونده (mixed)  
 (۲) لوله‌ای (plug)  
 (۳) ترکیبی از لوله‌ای در اول و مخلوط شونده بعد از آن  
 (۴) ترکیبی از مخلوط شونده در اول و لوله‌ای بعد از آن

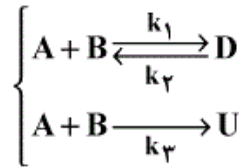
۳- در واکنش موازی  $A \begin{cases} \rightarrow R \\ \rightarrow S \end{cases}$  رابطه  $\phi\left(\frac{R}{A}\right) = 0.1 + 1.1C_A$  برقرار است. اگر غلظت خوراک ورودی به یک راکتور مخلوط شونده (mixed)  $C_{A0} = 1.0 \left(\frac{\text{mol}}{\text{lit}}\right)$  باشد، حداکثر  $R$  قابل تولید در این راکتور چند  $\left(\frac{\text{mol}}{\text{lit}}\right)$  است؟

- (۱) ۴  
(۲) ۱.۵  
(۳) ۱  
(۴) ۰.۵

۴- در دو واکنش موازی  $\begin{cases} 2A \rightarrow B + C \\ 2A \rightarrow D + E \end{cases}$  در  $100^\circ\text{C}$  انجام گرفته و غلظت  $B$  پنج برابر غلظت  $D$  است. چنانچه واکنش در  $200^\circ\text{C}$  صورت گیرد، غلظت  $B$  سه برابر غلظت  $D$  می‌شود. کدام یک صحیح است؟

- (۱)  $E_1 < E_2$   
(۲)  $E_1 = E_2$   
(۳)  $E \geq E_2$   
(۴)  $E_1 > E_2$

۵- برای واکنش چندگانه زیر برای دستیابی به حداکثر گزینش پذیری ماده D در مورد نوع راکتور انتخابی و دما کدام یک صحیح است؟



$$-r_{A1} = 10^9 \exp(-10000/T) C_A^2 C_B$$

$$+r_{A2} = 20 \exp(-2000/T) C_D$$

$$-r_{A3} = 10^3 \exp(-3000/T) C_A C_B$$

(۱) راکتور mixed و دمای بالا، A و B نیز با هم وارد شوند.

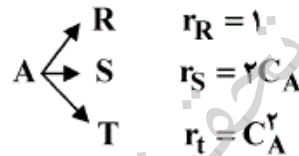
(۲) راکتور PFR و دمای بالا، A و B نیز از ابتدای راکتور وارد شوند.

(۳) راکتور semibatch در دمای متوسط، B در داخل راکتور و A قطره قطره وارد شود.

(۴) راکتور PFR در دمای متوسط، A از ابتدا وارد شود و B به صورت جانی تزریق گردد.

۶- واکنش موازی زیر را در نظر بگیرید. حداکثر بازده لحظه‌ای ماده S چقدر است و برای رسیدن به حداکثر تولید S چه نوع راکتوری پیشنهاد می‌شود؟

$$(C_{A0} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}})$$



(۱) حداکثر بازده در  $C_A = 0.5$  رخ می‌دهد و نوع راکتور تفاوتی نمی‌کند.

(۲) حداکثر بازده در  $C_A = 1$  رخ می‌دهد و بهترین راکتور PFR است.

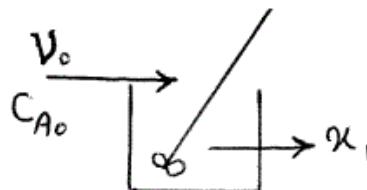
(۳) حداکثر بازده در  $C_A = 1$  رخ می‌دهد و بهترین راکتور CSTR است.

(۴) حداکثر بازده در  $C_A = 0.5$  رخ می‌دهد و بستن دو راکتور پشت سر هم ابتدا CSTR بعد PFR بهترین گزینه است.

۷- جریان خوراکی با دبی  $v_0$  و غلظت  $C_{A0}$  در واکنش ابتدایی  $A \rightarrow B$  در راکتور mixed به حجم  $v$  انجام می‌شود. اگر همین جریان وارد دو راکتور سری

هر یک به حجم  $v$  شود کسر تبدیل خروجی از دومی  $(\frac{x_2}{x_1})$  به چه نسبتی تغییر

می‌کند.  $(\tau = \frac{v}{v_0})$

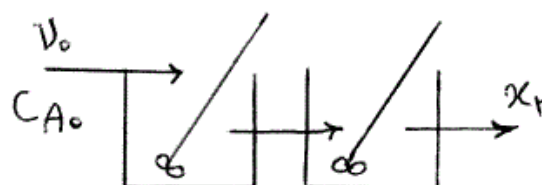


(۱) ۲

$$\frac{1+k\tau}{k\tau} \quad (۲)$$

$$\frac{2(1+k\tau)}{1+2k\tau} \quad (۳)$$

$$\frac{2+k\tau}{1+k\tau} \quad (۴)$$



۸- برای واکنش فاز مایع  $A + 2B \rightarrow R$  با سرعت  $-r_A = k C_A C_B^2$  چنانچه نسبت  $\frac{C_{B_0}}{C_{A_0}} = 2$  باشد تغییرات درصد تبدیل با زمان در راکتور ناپیوسته کدام است؟

$$\frac{1}{(1-x_A)^2} = 1 + 4kC_{A_0}^2 t \quad (1) \quad \frac{1}{(1-x_A)^2} = 1 + 8kC_{A_0}^2 t \quad (2)$$

$$\frac{1}{(1-x_A)^3} = 1 + 4kC_{A_0}^2 t \quad (3) \quad \frac{1}{(1-x_A)^3} = 1 + 8kC_{A_0}^2 t \quad (4)$$

۹- برای یک مخلوط دوجزئی تک فازی داریم:  $\bar{H}_T = 2x_T^3 - 3x_T^2 + 6x_T + 18$  در صورتی که  $H_1 = 30$  باشد، مقدار  $\bar{H}_1^\infty$  چیست؟ واحدها همه هماهنگ است.

۳۰ (۲)	۲۴ (۱)
۳۶ (۴)	۳۲ (۳)

۱۰- یک پمپ، آب یک استخر را تا ارتفاع ۵ متری پمپ می‌کند. در انتهای لوله خروجی یک نازل (یا شیبوره) وجود دارد که سرعت خروجی آب را به  $10 \frac{m}{sec}$  می‌رساند. راندمان ایزوانتروپیک پمپ، لوله و شیبوره بطور کلی و بر روی هم برابر ۵۰٪ می‌باشد. مقدار (قدرمطلق) مصرف انرژی پمپ بازای هر کیلوگرم آب پمپ

شده چند کیلوژول است؟  $g = 10 \frac{m}{sec^2}$

۰٫۲ (۲)	۰٫۱ (۱)
۰٫۸ (۴)	۰٫۴ (۳)

۱۱- شیر متصل به یک مخزن صلب خالی عایق به حجم ۲۵۲ لیتر را به آهستگی باز می‌کنیم تا هوا در دمای  $300^\circ K$  و فشار یک بار (شرایط هوای آزاد محیط) وارد مخزن شود. وقتی جریان هوا به داخل مخزن قطع شد، شیر را می‌بندیم. هوا را

گاز کامل با گرمای ویژه ثابت فرض کنید ( $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1.4$ )

در این صورت جرم هوای داخل مخزن چند کیلوگرم است؟ ( $R = 0.3 \frac{kJ}{kg \cdot K}$ )

۰٫۰۲۸ (۲)	۰٫۰۲ (۱)
۰٫۲۸ (۴)	۰٫۲ (۳)

۱۲- گازی از معادله حالت  $PV = RT + BP$  پیروی می‌کند که در آن ضریب  $B$  فقط تابعی از  $T$  می‌باشد. در صورتی که  $C_p$  و  $C_p^{ig}$  به ترتیب ظرفیت حرارتی در فشار ثابت و ظرفیت حرارتی در فشار ثابت برای حالت ایده‌آل باشند، مقدار عبارت  $\Delta C_p = C_p - C_p^{ig}$  برابر کدام است؟

$$(1) \quad -2PT \left( \frac{d^2 B}{dT^2} \right) \quad (2) \quad -TP \left( \frac{d^2 B}{dT^2} \right)$$

$$(3) \quad 2PT \left( \frac{d^2 B}{dT^2} \right) \quad (4) \quad TP \left( \frac{d^2 B}{dT^2} \right)$$

۱۳- برای بخار اشباع یک مایع خالص فرضی در دمای  $400^\circ K$  ضریب تراکم‌پذیری برابر  $0.92$  می‌باشد و فشار بخار آن نیز  $1 \text{ MPa}$  است. بطور تقریبی ضریب فوگاسیته آن مایع در همان دما ولی در فشار  $100$  بار چیست؟ دانسیته متوسط آن مایع در این شرایط برابر  $\frac{5 \text{ gr}}{\text{cm}^3}$  می‌باشد.

$$\text{Exp}(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots \quad \text{و می‌دانیم که } R = 0.25 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ K}$$

$$(1) \quad 0.006 \quad (2) \quad 0.008$$

$$(3) \quad 0.029 \quad (4) \quad 0.011$$

۱۴- مقدار ده واحد جرم از یک گاز واقعی درون یک سیلندر و پیستون در دمای  $400^\circ K$  از فشار  $1 \text{ MPa}$  تا فشار  $25 \text{ MPa}$  به صورت ایزوترمال رورسیبل متراکم می‌شود. تغییر انرژی آزاد هلمهولتز آن چیست؟ برای آن گاز می‌توان معادله ویریال به شکل  $Z = 1 + B'P$  را صادق فرض کرد.  $R = 0.5$  و واحدها همه هماهنگ است.

$$\text{Ln}2 = 0.7 \quad \text{و} \quad \text{Ln}3 = 1.1 \quad \text{و} \quad \text{Ln}5 = 1.6$$

$$(1) \quad 11 \quad (2) \quad 110$$

$$(3) \quad 1100 \quad (4) \quad 11000$$

۱۵- مخزن صلبی به حجم  $10$  لیتر حاوی هوای فشرده در دمای محیط و فشار  $2 \text{ MPa}$  می‌باشد. در این مخزن یک سوراخ بسیار کوچک ایجاد شده و پس از مدتی بسیار طولانی فشار هوای درون مخزن به نصف کاهش می‌یابد. مقدار حرارت مبادله شده بین مخزن و محیط در این مدت بر حسب کیلوژول چیست؟ هوا را گاز کامل فرض کنید.

$$(1) \quad 10 \quad (2) \quad 5$$

$$(3) \quad 100 \quad (4) \quad 200$$



۱۶- ضریب ویریال مرتبه دوم گاز مشخصی  $B = b - \frac{a}{T^2}$  است که در آن  $a$  و  $b$

ثابت هستند. تغییر انرژی درونی (داخلی) مخصوص آن گاز در یک فرآیند دما ثابت با دمای  $T$ ، برای تغییر از فشار بسیار پایین تا فشار  $\pi$  چقدر است؟

$$(1) \quad \frac{-2a\pi}{T^2} \quad (2) \quad \frac{-a\pi}{T^2}$$

$$(3) \quad \frac{a\pi}{T^2} \quad (4) \quad \frac{2a\pi}{T^2}$$

۱۷- گازی از معادله حالت  $PV = RT - \frac{a}{T}P + bP$  پیروی می‌کند که در آن  $a$  و  $b$

ثابت‌های معادله می‌باشند. اگر ضریب ژول - تامسون به صورت  $\eta = \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_H$

تعریف شود، مقدار این ضریب برای این گاز که از معادله حالت بالا پیروی می‌کند، چیست؟ ( $C_p$  ظرفیت حرارتی در فشار ثابت می‌باشد)

$$(1) \quad \eta = -\frac{b}{C_p} \quad (2) \quad \eta = \frac{2a - bT}{C_p T}$$

$$(3) \quad \eta = +\frac{b}{C_p} \quad (4) \quad \eta = \frac{2a + bT}{C_p T}$$

۱۸- یک گاز سبک (سازنده اول) به مقدار بسیار کم در یک مایع سنگین در دمای  $T$  و فشار  $20 \text{ atm}$  حل می‌شود. ثابت قانون هنری برای آن سازنده در فاز مایع برابر  $300 \text{ atm}$  می‌باشد. در همین شرایط فاز گازی در تعادل با فشار مایع محتوی  $96\%$  مولی از سازنده اول است. کسر مولی این سازنده در فاز مایع چیست؟ فاز گاز را می‌توان گاز کامل فرض کرد.

$$(1) \quad 0.032 \quad (2) \quad 0.045$$

$$(3) \quad 0.064 \quad (4) \quad 0.096$$

۱۹- در مخزنی عایق مقدار یک کیلوگرم آب مایع بسیار خالص در فشار  $1 \text{ atm}$  در حالت تأخیر در انجماد در دمای  $(-2^\circ\text{C})$  وجود دارد. حال یک کریستال بسیار کوچک یخ به درون آب می‌اندازیم. نقطه انجماد آب در فشار یک اتمسفر را صفر

درجه سانتیگراد و گرمای انجماد در صفر درجه سانتیگراد را برابر  $320 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  و

گرمای ویژه آب مایع را در این شرایط  $4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{K}}$  فرض کنید. کدام یک از

عبارات زیر صحیح است؟

(۱) فقط  $25$  گرم از آب یخ می‌زند.

(۲) فقط  $50$  گرم از آب یخ می‌زند.

(۳) همه آب یخ می‌زند و دمای نهایی آن صفر درجه سانتیگراد خواهد بود.

(۴) هیچ اتفاق مهمی نخواهد افتاد زیرا کریستال یخ بسیار کوچک است.

۲۰- یک کمپرسور فرضی به صورت ایزوترمال رورسیبل در دمای  $300^\circ\text{K}$  و بطور کاملاً یکنواخت (پایدار) یک مخلوط گازی را از فشار یک بار تا فشار  $20$  بار متراکم می‌کند. برای آن مخلوط گازی ضریب تراکم‌پذیری ( $Z$ ) در نقطه ورودی برابر  $0.9$  و در نقطه خروجی برابر  $0.8$  می‌باشد. مقدار کار مصرفی کمپرسور به

$$R = 0.5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{K}} \quad \text{چيست؟} \quad \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{Ln}2 = 0.7 \quad \text{و} \quad \text{Ln}3 = 1.1 \quad \text{و} \quad \text{Exp}(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \dots$$

۲۵۰ (۲)

۲۵۰ (۱)

۵۵۰ (۴)

۴۵۰ (۳)

۲۱- برای یک سیستم نفوذ متقابل با نرخ مولی یکسان کدام رابطه صحیح است؟

$$(y^* = mx)$$

$$\frac{1}{F_{OG}} = \frac{1}{F_G} + \frac{m}{F_L} \quad (2) \quad \frac{1}{F_{OG}} = \frac{1}{F_G} \quad (1)$$

گزینه ۲ و ۳

$$\frac{1}{F_{OL}} = \frac{1}{F_L} + \frac{1}{mF_G} \quad (3)$$

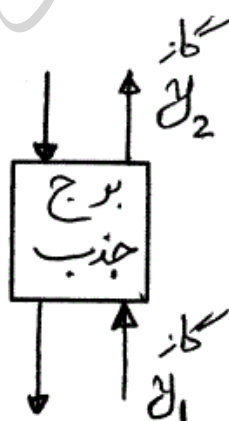
۲۲- در یک ستون جذب گاز با منحنی تعادل  $y^* = mx$  و شرایط بسیار دقیق در دما و فشار ثابت و دو جزیی کدام عبارت می‌تواند  $N_{tOG}$  باشد؟

$$\frac{y_1 - y_2}{y_1 - y_2^*} \quad (1)$$

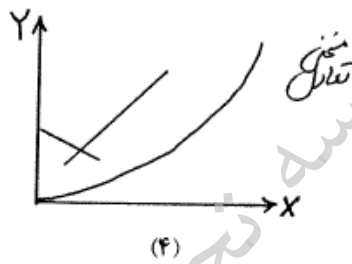
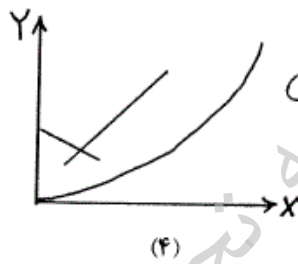
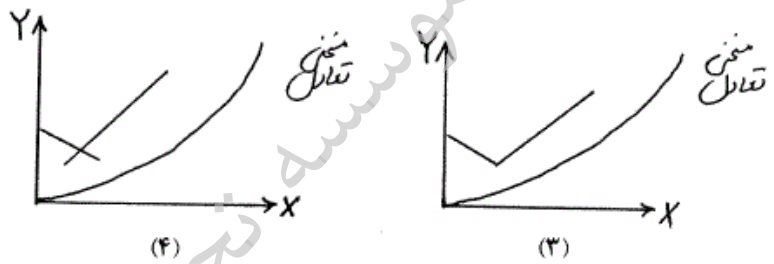
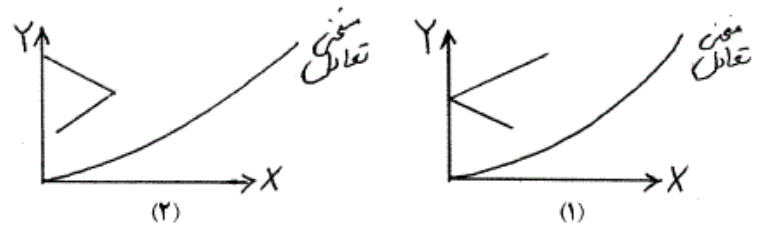
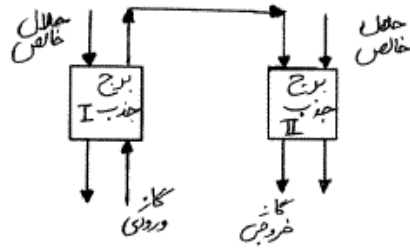
$$\frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2^*} \quad (2)$$

$$\frac{y_1 - y_2}{(y - y^*)_M} \quad (3)$$

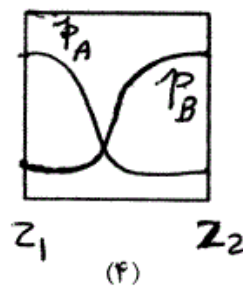
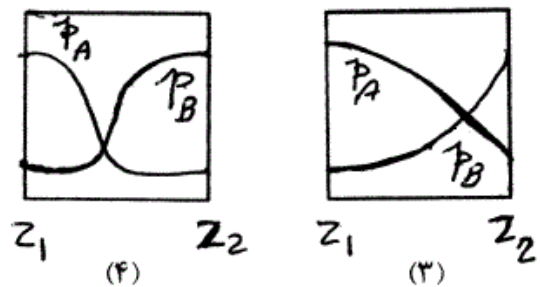
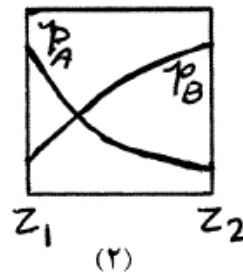
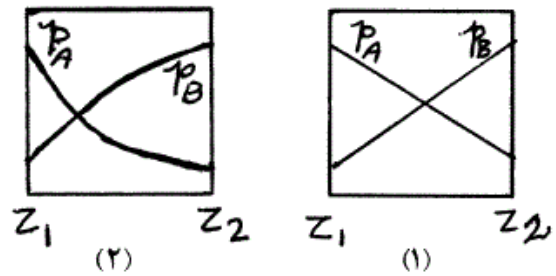
$$\frac{(y - y^*)_M}{y_1 - y_2} \quad (4)$$



۲۳- کدام یک از اشکال زیر نشان دهنده خطوط عملکرد «Operating line» این سیستم جذب است؟



۲۴- کدام یک از اشکال زیر نشان دهنده نفوذ جزء A در جزء ساکن B در فاز گاز و در دما و فشار ثابت از  $Z_1$  تا  $Z_2$  است؟





۲۵- کدام یک از توابع زیر توزیع زمان عمر قطعات سطحی سیال در نظریه Danckwerts است؟

$$E(t) = \exp(-st) \quad (۱)$$

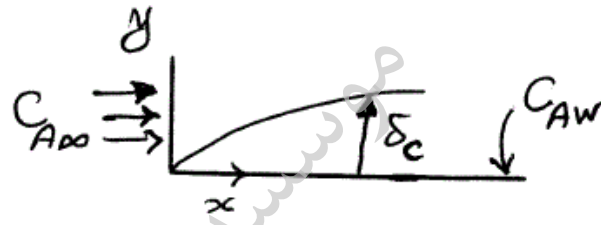
$$E(t) = \exp(-st) \quad (۲)$$

$$E(t) = \text{sexp}(-t/s) \quad (۳)$$

$$E(t) = \exp(-t/s) \quad (۴)$$

۲۶- در حرکت یک سیال بر روی یک صفحه تخت که حلالیت آن در سیال  $C_{AW}$  باشد، کدام رابطه می تواند نشان دهنده توزیع غلظت بدون بعد  $(\bar{C}_A)$  در لایه مرزی باشد؟ ( $\delta_c$ : ضخامت لایه مرزی غلظت است).

$$\bar{C}_A = \frac{C_A - C_{AW}}{C_{A\infty} - C_{AW}}$$



$$\frac{1}{2} \left( \frac{y}{\delta_c} \right) - \frac{3}{2} \left( \frac{y}{\delta_c} \right)^2 \quad (۲)$$

$$\frac{1}{2} \left( \frac{y}{\delta_c} \right)^2 - \frac{3}{2} \left( \frac{y}{\delta_c} \right)^3 \quad (۱)$$

$$\frac{3}{2} \left( \frac{y}{\delta_c} \right) - \frac{1}{2} \left( \frac{y}{\delta_c} \right)^2 \quad (۴)$$

$$\frac{3}{2} \left( \frac{y}{\delta_c} \right)^2 - \frac{1}{2} \left( \frac{y}{\delta_c} \right)^3 \quad (۳)$$

۲۷- در حرکت آرام توسعه یافته سیال در دمای ثابت داخل یک لوله که قابلیت حل در سیال عبوری را دارد، با شرط مرزی شار گرمی ثابت دیواره، کدام گزینه مقدار عدد Sh در شرایط توسعه یافته غلظت است؟

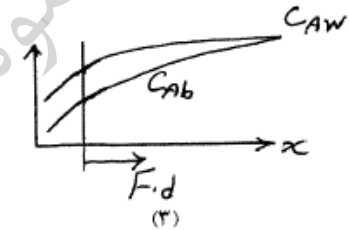
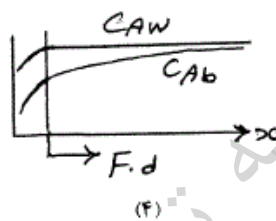
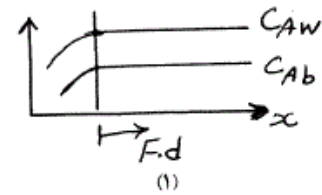
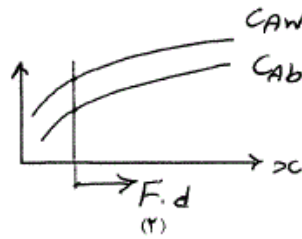
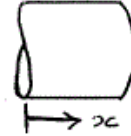
$$\frac{11}{48} \quad (۲)$$

$$\frac{5}{48} \quad (۱)$$

$$\frac{48}{5} \quad (۴)$$

$$\frac{48}{11} \quad (۳)$$

۲۸- در حرکت آرام و توسعه یافته یک سیال همدم در داخل یک لوله و با فرض توسعه یافتگی میدان غلظت با شرط مرزی شار جرمی ثابت از دیواره کدام توزیع غلظت صحیح است؟  $C_{AW}$  = غلظت سیال روی دیواره،  $C_{Ab}$  = غلظت متوسط بالک سیال،  $Fd = Fully\ developed$



۲۹- در تشابه انتقال جرم و منتوم بر روی یک صفحه تخت که حرکت سیال توربولنت (آشفته) است در صورتی که کل ناحیه فقط آشفته (Turbulent core) در نظر گرفته شود (تک ناحیه در عرض میدان جریان) کدام رابطه نشان دهنده عدد  $Sh$  است؟

$C_F = \text{Fanning Friction factor}$

$$\frac{C_f}{2} Re^{\frac{1}{2}} SC^{\frac{1}{3}} \quad (2)$$

$$C_f Re^{\frac{1}{2}} SC^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

$$\frac{C_f}{2} Re SC \quad (4)$$

$$C_f Re SC \quad (3)$$

۳۰- حباب بخار آب کروی شکل با شعاع اولیه  $R_0$  در فضای نامحدودی از مخزن یک مایع تراکم ناپذیر با دانسیته  $\rho$  و ویسکوزیته  $\mu$  قرار دارد. بخار آب به سرعت میعان شده و فشار داخل حباب به صورت ناگهانی به فشار خیلی کمتر از  $P_0$  (فشار نقاط دور از حباب) تقلیل می یابد. با نفوذ مایع به داخل حباب حفره داخل آن به سرعت از بین می رود. با فرض غالب بودن نیروهای ویسکوز شعاع لحظه ای حباب کدام است؟

$$R_0 \frac{3}{2} \mu \exp(t) \quad (2)$$

$$\frac{R_0}{P_0} \exp(t) \quad (1)$$

$$R_0 \exp\left(\frac{3}{2} \mu P_0 t\right) \quad (4)$$

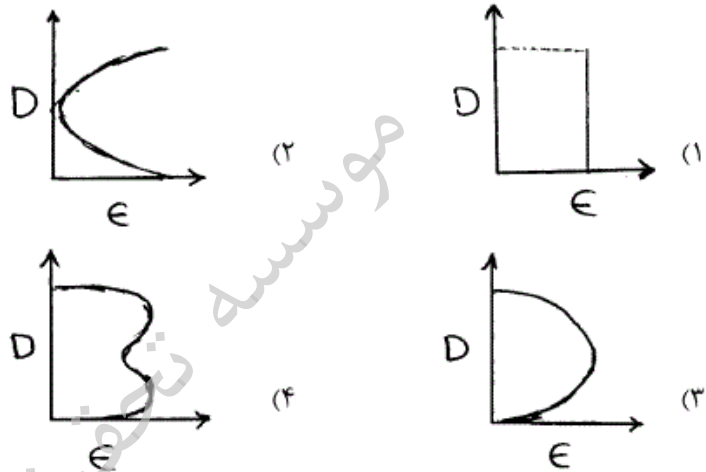
$$R_0 \exp\left(\frac{3}{2} P_0 t\right) \quad (3)$$

۳۱- سیالی با رینولدز بالا در لوله‌ای جریان دارد، اگر ضریب اصطکاک  $C$  باشد، نسبت ضخامت زیر لایه آرام به قطر لوله کدام است؟

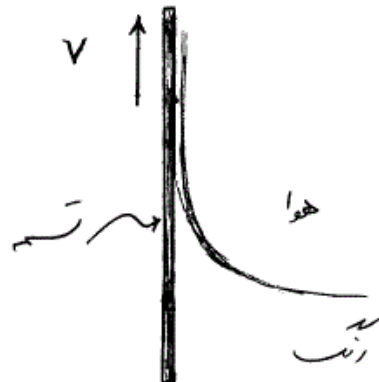
$$\frac{\nu}{C} Re \quad (۲) \quad \nu C Re \quad (۱)$$

$$\frac{\nu}{C Re} \quad (۴) \quad \frac{\nu C}{Re} \quad (۳)$$

۳۲- کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند پروفایل ویسکوزیته ناشی از اغتشاش در یک لوله باشد؟ ( $D$  مقطع لوله و  $\epsilon$  ویسکوزیته اغتشاش می‌باشد).



۳۳- تسمه‌ای به صورت پیوسته از داخل مخزن محتوی رنگ (با ویسکوزیته  $\mu$  و دانسیته  $\rho$ ) به صورت نشان داده شده در شکل، با سرعت ثابت  $v$  به سمت بالا کشیده می‌شود، رابطه محاسبه ضخامت ( $h$ ) رنگ روی تسمه در شرایطی که جریان آرام و توسعه یافته باشد، کدام است؟ (دبی تخلیه رنگ از مخزن را  $Q$  فرض کنید).



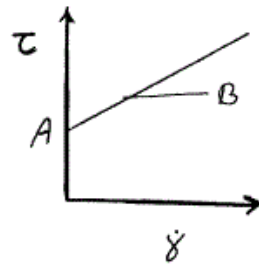
$$Q = vh - \frac{\rho g h^3}{6\mu} \quad (۱)$$

$$Q = vh - \frac{\rho g h^3}{3\mu} \quad (۲)$$

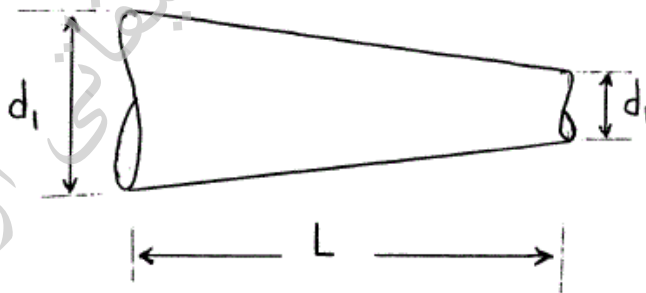
$$Q = vh - \frac{\rho g h^3}{2\mu} \quad (۳)$$

$$Q = vh + \frac{\rho g h^3}{6\mu} \quad (۴)$$

۳۴- منحنی جریان (Flow Curve) سیالی به صورت زیر است، ویسکوزیته سیال .....



- ۱) با افزایش نرخ برش ( $\dot{\gamma}$ ) کاهش می‌یابد.  
 ۲) با افزایش نرخ برش ( $\dot{\gamma}$ ) افزایش می‌یابد.  
 ۳) با افزایش نرخ برش ( $\dot{\gamma}$ ) ثابت است و برابر با شیب خط (B) می‌باشد.  
 ۴) تا زمانی که تنش به مقدار A نرسیده است ثابت سپس افزایش می‌یابد.
- ۳۵- کدام یک از گزینه‌های زیر در ارتباط با لایه مرزی صحیح می‌باشد؟
- ۱) در تشکیل لایه مرزی فقط نیروهای ویسکوز تأثیر دارند.  
 ۲) تشکیل لایه مرزی نتیجه موازنه نیروهای اینرسی و ویسکوز می‌باشد.  
 ۳) تشکیل لایه مرزی نتیجه موازنه نیروهای اینرسی و فشاری (ناشی از گرادیان فشار) می‌باشد.  
 ۴) تشکیل لایه مرزی نتیجه موازنه نیروهای ویسکوز و فشاری (ناشی از گرادیان فشار) می‌باشد.
- ۳۶- برای جریان آرام سیال با ویسکوزیته  $\mu$  عبوری از لوله با دبی  $Q$  با سطح مقطع کاهشی (مطابق شکل) رابطه محاسبه افت فشار کدام می‌باشد؟



$$\frac{128\mu QL}{3\pi} \left( \left( \frac{1}{d_2} \right)^4 - \left( \frac{1}{d_1} \right)^4 \right) \quad (1)$$

$$\frac{128\mu QL}{3\pi} \left( \left( \frac{1}{d_2} \right)^3 - \left( \frac{1}{d_1} \right)^3 \right) \quad (2)$$

$$\frac{128\mu Q}{3\pi} \frac{L}{d_2 - d_1} \left( \left( \frac{1}{d_2} \right)^3 - \left( \frac{1}{d_1} \right)^3 \right) \quad (3)$$

$$\frac{128\mu Q}{3\pi} \frac{L}{d_2 - d_1} \left( \left( \frac{1}{d_2} \right)^4 - \left( \frac{1}{d_1} \right)^4 \right) \quad (4)$$

- ۳۷- اگر  $\Phi$  تابع پتانسیل و  $\Psi$  تابع جریان باشد، کدام گزینه صحیح می‌باشد؟
- (۱) از تابع پتانسیل ( $\Phi$ ) فقط برای تحلیل جریان‌های غیرچرخشی و از تابع جریان ( $\Psi$ ) برای تحلیل هر جریانی می‌توان استفاده کرد.
- (۲) از تابع پتانسیل ( $\Phi$ ) فقط برای جریان‌های تحت تأثیر نیروهای ویسکوز می‌توان استفاده کرد.
- (۳)  $\nabla^2 \Psi = 0$  نتیجه برقراری بقاء جرم و استفاده از معادله پیوستگی است.
- (۴)  $\nabla^2 \Phi = 0$  نتیجه غیرچرخشی بودن جریان می‌باشد.

- ۳۸- معادله توزیع دمای حاکم بر یک دیواره بزرگ با ضخامت  $L$  و شرایط مرزی و اولیه آن به صورت زیر می‌باشد. کدام گزینه در خصوص این دیواره صحیح است؟

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{u'''}{k}$$

$$\text{BC} \begin{cases} \frac{\partial T}{\partial x}(0, t) = 0 \\ \frac{\partial T}{\partial x}(L, t) = 0 \end{cases}$$

$$\text{IC: } T(x, 0) = T_0$$

- (۱) احتمال ذوب شدن این دیواره وجود دارد.
- (۲) رفتار دمایی این دیواره بستگی به مقدار شرط اولیه مسئله دارد.
- (۳) بسته به علامت  $u'''$  این دیواره افزایش یا کاهش دائمی دما دارد.
- (۴) بسته به علامت  $u'''$  این دیواره افزایش یا کاهش دائمی دما دارد. احتمال ذوب شدن این دیواره وجود دارد.

- ۳۹- آب درون ظرف استوانه‌ای با ارتفاع اولیه  $x_0$  قرار دارد. دیواره جانبی این ظرف به طور کامل عایق شده است. فرض کنید دمای کف ظرف و سطح آب به ترتیب در مقادیر  $T_B$  و  $T_S$  ثابت نگه داشته شوند به طوری که  $T_B > T_S$  و فضای بالای سطح آب نیز در دمای  $T_S$  باشد. انتقال حرارت از کف ظرف به سمت بالا باعث تبخیر آب می‌شود. اگر  $X(t)$  ارتفاع لحظه‌ای آب درون استوانه باشد، کدام رابطه در خصوص آن صحیح است؟  $\rho_L$  (دانشیته مایع،  $\lambda$ : گرمای نهان تبخیر)

$$X(t) = X_0 - \frac{k_L(T_B - T_S)}{\lambda X_0 \rho_L} t \quad (1)$$

$$X(t) = \sqrt{X_0^2 - \frac{2k_L(T_B - T_S)}{\lambda \rho_L} t} \quad (2)$$

$$X(t) = X_0 - \sqrt{\frac{2k_L(T_B - T_S)}{\lambda \rho_L} t} \quad (3)$$

$$X(t) = \sqrt{X_0^2 - \frac{k_L(T_B - T_S)}{\lambda X_0 \rho_L} t} \quad (4)$$

۴۰- یک سیال با ضریب انتقال حرارت  $h$  و دمای توده  $T_\infty$  در تماس با یک سطح جامد با ضریب هدایت  $k_s$  و در دمای  $T_s$  می‌باشد. دمای فصل مشترک دو فاز  $T_i$  فرض می‌شود رابطه عدد  $Bi$  دیواره کدام یک از روابط زیر می‌باشد؟

$$Bi = L \frac{(\frac{\partial T_s}{\partial x})_i}{T_i - T_\infty} \quad (۲) \qquad Bi = \frac{T_i - T_\infty}{-L(\frac{\partial T_s}{\partial x})_i} \quad (۱)$$

$$Bi = \frac{(\frac{\partial T_s}{\partial x})_i}{L(T_i - T_\infty)} \quad (۴) \qquad Bi = -L \frac{(\frac{\partial T_s}{\partial x})_i}{T_i - T_\infty} \quad (۳)$$

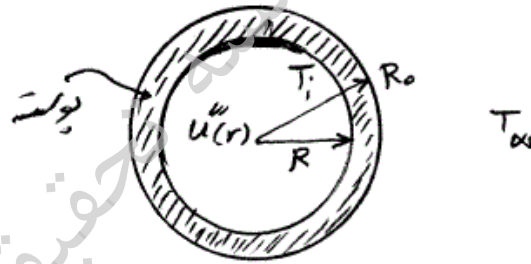
۴۱- یک راکتور کروی با شعاع  $R$  شامل سوختی است که انرژی داخلی در آن مطابق

رابطه  $u''(r) = u_0'' [1 - (\frac{r}{R})^2]$  تولید می‌شود.  $u_0''$  انرژی داخلی در مرکز کره

می‌باشد. راکتور توسط یک پوسته به شعاع  $R_0$  پوشش داده شده است. دمای

محیط بیرونی پوسته  $T_\infty$  می‌باشد و دمای بین جداره راکتور و پوسته  $T_i$  است.

ضریب انتقال حرارت کلی خارجی  $U_0$  معادل این سیستم کدام است؟



$$U_0 = \frac{R^2}{R_0^2(T_i - T_\infty)} u_0'' \quad (۲)$$

$$U_0 = \frac{R^2}{R_0^2(T_i - T_\infty)} u_0'' \quad (۱)$$

$$U_0 = \frac{R^2(T_i - T_\infty)}{R_0^2} u_0'' \quad (۴)$$

$$U_0 = \frac{R^2(T_i - T_\infty)}{R_0^2} u_0'' \quad (۳)$$

۴۲- سیالی با ویسکوزیته  $2 \times 10^{-2} \frac{kg}{m.s}$  بین دو صفحه بسیار بزرگ قرار دارد. صفحه

پایینی از سمت پایین به طور کامل عایق شده و دمای صفحه بالایی  $20^\circ$  درجه

سانتی‌گراد و ثابت می‌باشد. صفحه بالایی با سرعت  $10$  متر بر ثانیه موازی با

صفحه پایین حرکت می‌کند. گرادینان دما در سیال چسبیده به صفحه بالایی چند

$\frac{^\circ C}{m}$  است؟ شرایط پایا می‌باشد و فاصله بین دو صفحه  $2$  سانتی‌متر و جریان بین

دو صفحه لایه‌ای (آرام) می‌باشد. ضریب هدایت حرارت سیال را  $k = 1 \frac{w}{m.K}$

فرض کنید؟

$$-500 \quad (۲)$$

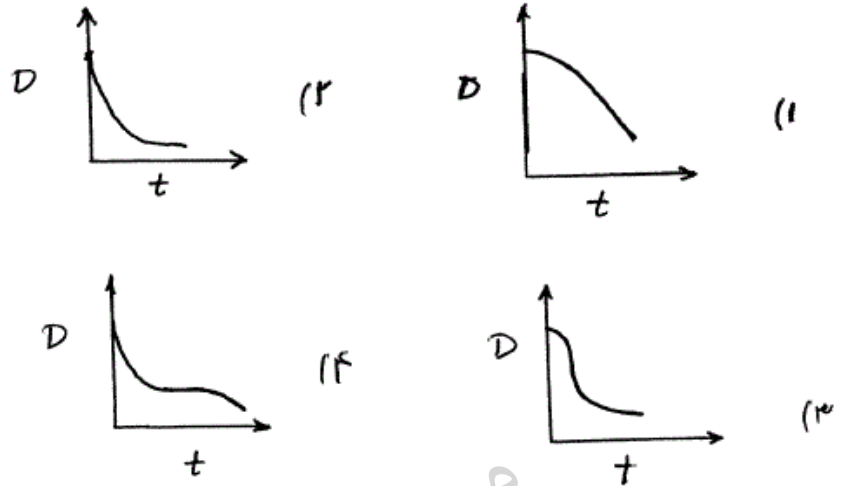
$$-1000 \quad (۱)$$

$$-50 \quad (۴)$$

$$-100 \quad (۳)$$



۴۳- قطره آب کروی شکلی در هوای ساکنی با دمای ثابت در حال تبخیر است. دمای قطره نیز ثابت می‌باشد. قطره در حالت سکون قرار دارد. کدام شکل نشان دهنده روند تغییر قطر قطره نسبت به زمان است؟



۴۴- به منظور بازیافت انرژی از گازهای گرم خروجی از یک دودکش از یک بستر ثابت از گلوله‌های فلز استفاده می‌شود. گرمای گاز به گلوله‌ها منتقل و در آن‌ها ذخیره می‌شود. کدام گزینه در خصوص عملکرد این سیستم صحیح است؟  
 (۱) دمای گاز خروجی از این بستر نسبت به زمان کاهش می‌یابد.  
 (۲) دمای گاز خروجی از این بستر نسبت به زمان کاهش می‌یابد.  
 (۳) شیب تغییرات دمای گلوله‌ها نسبت به زمان افزایش می‌یابد.  
 (۴) شیب تغییرات دمای گلوله‌ها نسبت به زمان کاهش می‌یابد و دمای گاز خروجی از این بستر نسبت به زمان افزایش می‌یابد.

۴۵- درون کره‌ای به شعاع  $R$  انرژی با سرعت  $\dot{q} = \dot{q}_0 \left[1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2\right] \left(\frac{w}{m}\right)$  تولید می‌شود. اگر این کره در محیطی با دمای  $T_\infty$  و ضریب انتقال حرارت  $h$  قرار گرفته باشد دمای سطح آن کدام است؟

$$T_s = T_\infty + \frac{\dot{q}_0 R}{3h} \quad (2)$$

$$T_s = T_\infty + \frac{2\dot{q}_0 R}{15h} \quad (1)$$

$$T_s = T_\infty + \frac{4\pi\dot{q}_0 R^2}{3h} \quad (4)$$

$$T_s = T_\infty + \frac{4\pi\dot{q}_0 R^2}{15h} \quad (3)$$