

کد کنترل

336

E



نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

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

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

صبح جمعه  
۱۳۹۶/۱۲/۴  
دفترچه شماره (۱)

**آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه متمرکز) - سال ۱۳۹۷**

**رشته مهندسی شیمی (کد: ۲۳۶۰)**

تعداد سؤال: ۴۵

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

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.

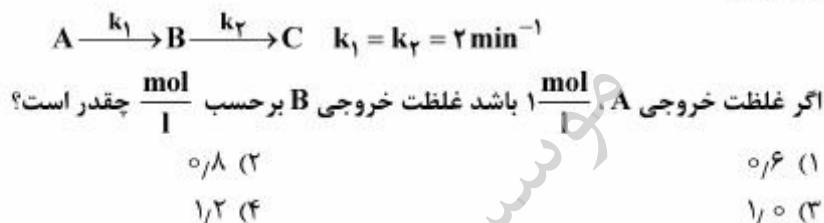
حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

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

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... در جلسه این آزمون شرکت می‌نمایم.

امضا:

- ۱- واکنش‌های زیر درجه یک و در یک راکتور همزده (CSTR) با خوراک A خالص با غلظت  $C_{A0} = 5 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  صورت می‌گیرند:



- ۲- واکنش  $A \rightarrow B$  با سرعت  $-r_A = kC_A^{\frac{1}{2}}$  در یک راکتور ناپیوسته (Batch) با حجم ثابت صورت می‌گیرد. خوراک A خالص با غلظت اولیه  $C_{A0} = 4 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$  و  $k = 0.25 \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^{\frac{1}{2}} \text{min}^{-1}$  می‌باشد. غلظت A بر حسب  $\frac{\text{mol}}{\text{l}}$  بعد از ۲۰ دقیقه چقدر است؟

(۱) ۰  
(۲) ۰/۵  
(۳) ۱  
(۴) ۲

- ۳- واکنش  $A \rightarrow B$  با سرعت  $-r_A = kC_A$  دارای زمان نیمه عمر ۲۰ دقیقه است. برای تبدیل ۷۵ درصد زمان واکنش چند دقیقه است؟

(۱) ۳۰  
(۲) ۴۰  
(۳) ۵۰  
(۴) ۶۰

- ۴- واکنش  $A \rightarrow B$  با سرعت  $-r_A = k$  با خوراک A خالص از یک راکتور برگشتی با نسبت برگشتی  $R = 1$  صورت می‌گیرد و درصد تبدیل A، ۵۰ است. برای  $R = 5$  درصد تبدیل چقدر است؟

(۱) ۱۰  
(۲) ۲۵  
(۳) ۵۰  
(۴) ۷۵

- ۵- واکنش گازی  $A + 2B \rightarrow 2R$  در یک راکتور لوله‌ای پیوسته (PFR) به صورت ایزوترمال در فشار ثابت ۵ اتمسفر صورت می‌گیرد. خوراک به راکتور حاوی ۲۰٪ A، ۵۰٪ B و الباقی گاز خنثی است. غلظت B به صورت تابعی از درصد تبدیل A در هر لحظه کدام است؟

$$\frac{C_B}{C_{A0}} = \frac{5}{2}(1 - X_A) \quad (2)$$

$$\frac{C_B}{C_{A0}} = \frac{2}{5}(1 - X_A) \quad (1)$$

$$\frac{C_B}{C_{A0}} = \frac{5 - 2/11X_A}{2} \quad (4)$$

$$\frac{C_B}{C_{A0}} = \frac{5 - 2/11X_A}{1 - 0.23X_A} \quad (3)$$

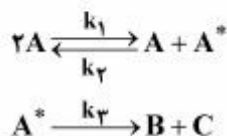
۶- واکنش فاز گاز با استوکیومتری  $A \rightarrow 2R$  در یک راکتور مخلوط شونده همزن دار (mixed) به حجم  $600 \text{ cm}^3$  انجام می‌شود. شدت جریان خوراک ورودی  $100 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$  است که متشکل از  $50\%$  گاز خنثی است. اگر زمان ماند این راکتور ۵ دقیقه باشد، میزان درصد تبدیل چقدر است؟

- (۱) ۷۰  
(۲) ۶۰  
(۳) ۵۰  
(۴) ۴۰

۷- واکنش  $2A + B \rightarrow \frac{1}{2}R + 3S$  با غلظت‌های خوراک برابر با ۰.۲، ۰.۳ و ۱.۰ مولار برای به ترتیب B، R، S و A در یک راکتور ناپیوسته با حجم ثابت محتوی واکنش صورت می‌پذیرد. رابطه بین غلظت‌های A و R در هر زمان کدام است؟

- (۱)  $C_A = 11 - \frac{1}{2}C_R$   
(۲)  $C_A = 13 - 4C_R$   
(۳)  $C_A = 14 - 2C_R$   
(۴)  $C_A = 28 - 4C_R$

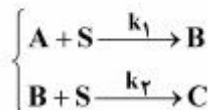
۸- واکنش  $A \rightarrow B + C$  طبق مکانیزم زیر صورت می‌گیرد:



اگر  $A^*$  یک ماده میانی پر انرژی باشد، کدام معادله سرعت واکنش صحیح است؟

- (۱)  $-r_A = \frac{k_1 k_r C_A^2}{k_r + k_2 C_A}$   
(۲)  $-r_A = \frac{k_1 k_r C_A^2}{k_r + k_2 C_A}$   
(۳)  $-r_A = \frac{k_1 k_2 C_A}{k_r}$   
(۴)  $-r_A = \frac{k_1}{k_r + k_2} C_A^2$

۹- در یک راکتور (CSTR) با حجم ثابت، واکنش‌های زیر انجام می‌شود. واکنش‌ها ابتدایی هستند و در حضور مقدار زیادی ماده S (غلظت ماده S در شرایط ازدیاد (excess) است) انجام می‌شود. غلظت ورودی A،  $C_{A_0}$  و غلظت ورودی S،  $C_{S_0}$  است. B و C نیز در ورودی وجود ندارند. زمان اقامت در راکتور  $\tau$  است. غلظت ماده B بر حسب زمان اقامت راکتور کدام است؟



- (۱)  $\frac{C_B}{C_{A_0}} = \frac{1}{(1+k_1\tau)(1+k_2\tau)}$   
(۲)  $\frac{C_B}{C_{A_0}} = \frac{\exp(-k_1\tau C_{S_0})}{(1+k_2\tau C_{S_0})}$   
(۳)  $\frac{C_B}{C_{A_0}} = \frac{k_1\tau C_{S_0}}{(1+k_1C_{S_0}\tau)(1+k_2C_{S_0}\tau)}$   
(۴)  $\frac{C_B}{C_{A_0}} = \frac{\exp(-k_2\tau)}{(1+k_1\tau)}$

۱۰- جریانی از یک مایع فشرده (سرد) در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  وارد یک مخزن اختلاط شده و با جریان بخار اشباع خشک از همان ماده و با همان شدت در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  مخلوط می‌شود. تحول اختلاط کاملاً یکنواخت (پایدار) است. جریان خروجی در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  و با کیفیت  $80\%$  درصد است. شدت انتقال حرارت محیط با مخزن اختلاط تقریباً چند کیلوژول به ازای واحد جرم جریان خروجی است؟

در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  داریم:

$$h_f = 200 \text{ kJ/kg}, \quad h_g = 2000 \text{ kJ/kg}$$

(۱) ۲۷۰

(۲) ۵۴۰

(۳) ۱۰۸۰

(۴) ۲۱۶۰

۱۱- یک بمب کالری متری به طور کامل درون یک مخزن آب (مایع) مجهز به یک همزن بسیار قوی قرار دارد. مقدار توان مصرفی همزن برابر  $100$  وات است. در مدت نیم ساعت مقدار  $2000$  کیلوژول گرما از بمب کالری متری به آب منتقل می‌شود. در همین مدت مقدار  $100$  کیلوژول گرما از آب به محیط (هوا) منتقل می‌گردد. افزایش انرژی داخلی آب، چند کیلوژول است؟

(۱) ۱۷۲۰

(۲) ۱۸۲۰

(۳) ۲۰۸۰

(۴) ۲۱۸۰

۱۲- یک گاز کامل با جرم مولکولی ۱۴ وارد یک لوله افقی عایق فرضی می‌شود که مقطع آن به تدریج کم می‌شود. اگر آن گاز در دمای  $700^{\circ}\text{R}$  و با سرعت کم وارد شود و دمای خروجی برابر  $200^{\circ}\text{R}$  باشد، سرعت خروجی تقریباً چند فوت بر ثانیه خواهد بود؟

$$1 \text{ Btu} = 778 \text{ ft}\cdot\text{lb}_f \quad \text{و} \quad \sqrt{3} = 1.7 \quad \text{و} \quad \sqrt{2} = 1.4 \quad \text{و} \quad \sqrt{5} = 2.2 \quad \text{و} \quad \gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1.4 \quad \text{و} \quad g_c = 32 \frac{\text{lb}_m \cdot \text{ft}}{\text{lb}_f \cdot \text{s}^2}$$

(۱) ۶۰۰

(۲) ۱۴۰۰

(۳) ۲۴۰۰

(۴) ۳۴۰۰

۱۳- مواد ۱ و ۲ در حال تعادل مایع و بخار قرار دارند. ترکیب فاز مایع به صورت  $x_1 = 0.1$  است. با توجه به اطلاعات زیر کدام پاسخ صحیح است؟ (فاز بخار گاز کامل یا ایدئال فرض می‌شود)

$$\gamma_1 = 0.1$$

$$P_1^s = 1.2 \text{ bar}$$

$$\gamma_2 = 0.8$$

$$P_2^s = 1.0 \text{ bar}$$

(۱) محلول دارای آزنوتروپ نیست.

(۲) محلول دارای یک آزنوتروپ حداکثر فشار است.

(۳) محلول دارای یک آزنوتروپ حداقل فشار است.

(۴) اطلاعات مسئله برای تحقیق در خصوص وجود آزنوتروپ کافی نیست.



۱۴- یک مول گاز پروپان از حجم  $0.001 \text{ m}^3$  به حجم  $0.004 \text{ m}^3$  انبساط می‌یابد. زمانی که در تماس با یک حمام حرارتی قرار می‌گیرد که در دمای  $100^\circ \text{C}$  ثابت نگه داشته می‌شود، فرایند انبساط بازگشت پذیر نیست. حرارت تولید شده از حمام  $107.4 \text{ kJ}$  است. به کمک معادله حالت واندروالس، مقدار کار فرایند، چند  $\text{J/mol}$  است؟

$$a = 0.46 \frac{\text{Jm}^3}{\text{mol}^2} \quad \text{و} \quad b = 0.082 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}$$

$$P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$$

$$W = 9260 \quad (1)$$

$$W = 9360 \quad (2)$$

$$W = 9460 \quad (3)$$

$$W = 9560 \quad (4)$$

۱۵- سیلندر و پیستونی محتوی  $10$  کیلوگرم از یک گاز واقعی است. اگر این گاز را به صورت ایزوترمال رورسیبل در دمای  $300 \text{ K}$  از فشار یک بار تا فشار  $100$  بار متراکم کنیم، مقدار تغییر انرژی آزاد هلمهولتز آن چند کیلوژول خواهد بود؟ (معادله ویربال  $Z = 1 + B'P$  را صادق فرض کنید)

$$\text{Ln}2 = 0.7, \text{Ln}3 = 1.1, \text{Ln}5 = 1.6 \quad \text{و} \quad R = 0.5 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$$

$$690 \quad (1)$$

$$6900 \quad (2)$$

$$450 \quad (3)$$

$$4500 \quad (4)$$

۱۶- فرآیند نسبی سازنده اول نسبت به سازنده دوم در یک مخلوط دوجزئی در دمای  $30^\circ \text{C}$  از رابطه تجربی زیر به دست می‌آید:

$$\beta_{12} = \alpha_{12} = \frac{1 + \gamma x_2 - 2x_2^2}{1 + x_1 + 2x_1^2}$$

در صورتیکه نسبت فشارهای بخار اجزای خالص  $\frac{p_1^{\text{sat.}}}{p_2^{\text{sat.}}} = 1/5$  باشد، مقادیر  $\gamma_1^\infty$  و  $\gamma_2^\infty$  کدام است؟

$$\gamma_1^\infty = 3, \gamma_2^\infty = 2 \quad (1)$$

$$\gamma_1^\infty = 2, \gamma_2^\infty = 3 \quad (2)$$

$$\gamma_1^\infty = 6, \gamma_2^\infty = 4 \quad (3)$$

$$\gamma_1^\infty = 4, \gamma_2^\infty = 6 \quad (4)$$

- ۱۷- درون یک ظرف سرپوشیده کاملاً عایق مقدار ۱۰ کیلوگرم مایع الف در دمای ۳۰۰K وجود دارد. حال یک جسم فلزی به جرم ۲ کیلوگرم و دمای ۶۰۰K را به درون آن می‌اندازیم و به اندازه کافی صبر می‌کنیم. تغییر خالص آنتروپی این تحول به‌طور تقریبی چند کیلوژول بر کلون است؟ (گرمای ویژه مایع برابر  $۲ \text{ kJ/kgK}$  و گرمای ویژه فلز  $۱۰ \text{ kJ/kgK}$  است)
- $\text{Ln} 3 = 1.1$ ,  $\text{Ln} 2 = 0.7$ ,  $\text{Ln} 5 = 1.6$
- (۱) ۲  
(۲) ۳  
(۳) ۲۰  
(۴) ۳۰

- ۱۸- فوگاسیته یک بخار داغ در دمای T و فشار ۵۰ atm تقریباً چند اتمسفر است؟ (ضریب تراکم‌پذیری در همین دما و همین فشار برابر ۰.۸ است)

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

- (۱) ۳۹  
(۲) ۴۱  
(۳) ۴۳  
(۴) ۴۴

- ۱۹- رابطه زیر به صورت تجربی برای فوگاسیته یک گاز خالص i به دست آمده است: (T بر حسب دمای کلون است)
- $$\text{Ln} f_i = \left(15 - \frac{100}{T}\right)(P - 1)$$
- مقدار آنتالپی باقیمانده آن گاز نسبت به فرض گاز کامل ( $H^R$  یا  $\Delta H^R$ ) در دمای ۳۰۰K و فشار ۱۰ کدام است؟ (R ثابت عمومی گازها و واحدها همه هماهنگ است)

- (۱) ۱۱۰۰R  
(۲) ۱۰۰۰R  
(۳) ۹۰۰R  
(۴) ۸۰۰R

- ۲۰- معادله حالت یک گاز واقعی از رابطه  $Z = 1 + B'P$  به دست می‌آید. مقدار کار لازم برای تحول ایزوترمال رورسیبل یک گرم مول از آن گاز از فشار یک بار تا فشار ۵۰ بار در دمای ۵۰۰K، چند ژول است؟
- $$R = \frac{8.314 \text{ J}}{\text{molK}}$$

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

- (۱) ۱۵۶۰  
(۲) ۶۹۰۰  
(۳) ۱۵۶۰۰

(۴) با اطلاعات موجود در صورت مسئله قابل محاسبه نیست.

۲۱- رابطه زیر به صورت تجربی در دما و فشار ثابت و مشخص برای انتروپی یک مخلوط دوجزئی به دست آمده است.

$$\frac{S}{R} = 1/2x_1 + 2x_2 + x_1x_2(0.8x_1 + 0.4x_2) - x_1 \ln x_1 - x_2 \ln x_2$$

کدام مقدار برای انتروپی افزونی یا اضافی این مخلوط با ترکیب  $x_1 = 0.5$  صحیح است؟

$$S^E = 0 \quad (1)$$

$$S^E = 0.12R \quad (2)$$

$$S^E = 0.15R \quad (3)$$

$$S^E = 0.2R \quad (4)$$

۲۲- یک سیکل حرارتی به منظور احتراق یک سوخت با هوای محیط، بین دو منبع گرم با دمای  $T_h$  و منبع سرد با

دمای  $T_c$  کار می‌کند. دمای منبع گرم  $T_h$  کمتر از دمای آدیباتیک شعله  $T_{ad}$  است. فرض می‌شود بازده حرارتی

این سیکل که یک سیکل برگشتناپذیر است ( $\eta$ ) به صورت جزئی از بازده سیکل کارنو باشد ( $\eta = \alpha \eta_{\text{carno}}$ )

که  $\alpha = \frac{T_{ad} - T_h}{T_{ad} - T_c}$  دمای منبع گرم را چگونه انتخاب کنیم تا بازده این سیکل حداکثر شود؟

$$T_h = T_c \quad (1)$$

$$T_h = \frac{T_{ad} T_c}{T_{ad} + T_c} \quad (2)$$

$$T_h = \frac{1}{2}(T_{ad} + T_c) \quad (3)$$

$$T_h = \sqrt{T_{ad} T_c} \quad (4)$$

۲۳- مقدار اختلاف حداقل کار مورد نیاز برای فرایند جداسازی در دما و فشار ثابت اجزای یک مخلوط دوجزئی به

اجزای خالص در حالت مخلوط غیرایدنال و ایدنال برابر کدام یک از موارد زیر است؟ (فرایند به صورت جریانی و

کاملاً یکنواخت (SSSF) است)

$$g^E \quad (1)$$

$$h^E \quad (2)$$

$$T_s^E \quad (3)$$

$$u^E \quad (4)$$

۲۴- در یک مخلوط ۴ جزئی (شامل اجزاء A، B، C و D) ضریب نفوذ A در مخلوط یعنی  $D_{AM}$  چقدر است؟ مقادیر

ضریب نفوذ A در تک تک اجزاء و همچنین مقادیر اجزاء در لایه انتقال جرم به شرح زیر داده شده است.

جزء	جزء مولی	$D_{Ai}$
A	0.2	$1.2 \times 10^{-9}$
B	0.92	$2.7 \times 10^{-9}$
C	0.3	$1.1 \times 10^{-9}$
D	0.3	$3.0 \times 10^{-9}$

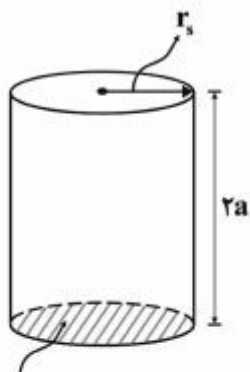
$$1.5 \times 10^{-9} \quad (1)$$

$$2.0 \times 10^{-9} \quad (2)$$

$$2.7 \times 10^{-9} \quad (3)$$

$$3.0 \times 10^{-9} \quad (4)$$

۲۵- انتقال جرم جزء A از درون قطعه جامد استوانه‌ای به محیط اطراف صورت می‌گیرد. یکی از سطوح قطعه استوانه‌ای مطابق شکل (سطح پایین) عایق‌بندی شده و انتقال جرم از آن صورت نمی‌گیرد. راندمان کلی انتقال جرم در چنین



عایق کاری شده است

حالتی  $E = \frac{C_A - C_{A_0}}{C_A^* - C_{A_0}}$  تعریف می‌شود. در این حالت، E کدام است؟

$$f_1 \left( \frac{D\theta}{r_s^2} \right) \quad (1)$$

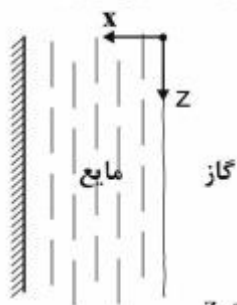
$$f_2 \left( \frac{D\theta}{(2a)^2} \right) \quad (2)$$

$$f_1 \left( \frac{D\theta}{r_s^2} \right) \cdot f_2 \left( \frac{D\theta}{a^2} \right) \quad (3)$$

$$f_1 \left( \frac{D\theta}{r_s^2} \right) \cdot f_2 \left( \frac{D\theta}{(2a)^2} \right) \quad (4)$$

۲۶- رابطه زیر برای انتقال جرم به فیلم مایع از فاز گاز، ارائه شده است. این رابطه تحت چه شرایط خاصی برقرار است

(kramers and kreyger) ؟



$$ax \frac{\partial C_A}{\partial z} = D_{AB} \frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2} \quad (a \text{ مقدار ثابت است})$$

- (۱) واکنش شیمیایی سریع، نفوذ در جهت X
- (۲) عدم واکنش شیمیایی، نفوذ در جهت X، حرکت توده در جهت Z
- (۳) واکنش شیمیایی سریع، حرکت توده در جهت Z، زمان تماس طولانی، نفوذ در جهت X
- (۴) عدم واکنش شیمیایی، زمان تماس کوتاه، عدم نفوذ در جهت Y و Z، حرکت توده در جهت Z

۲۷- ضریب دراگ ( $C_D$ ) برای یک ذره کروی در محدوده  $2 \leq Re_p \leq 200$  با رابطه  $C_D = 11 Re_p^{-1}$  داده شده

است. با در نظر گرفتن تشابه Chilton - Colburn و اینکه مرتبه مقادیر نسبی دراگ اصطکاک به دراگ کل  $\frac{1}{4}$

باشد رابطه عدد  $Sh_p$  کدام است؟

$$\frac{16}{11} Re_p^{\frac{1}{2}} Sc^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

$$\frac{11}{16} Re_p^{\frac{1}{2}} Sc^{\frac{1}{3}} \quad (2)$$

$$\frac{11}{32} Re_p^{\frac{1}{2}} Sc^{\frac{1}{3}} \quad (3)$$

$$\frac{11}{64} Re_p^{\frac{1}{2}} Sc^{\frac{1}{3}} \quad (4)$$



۲۸- یک قطره آب به شعاع  $R_0$  را در نظر بگیرید که در شرایط شبه یکنواخت به داخل هوای اطراف تبخیر می‌گردد. با فرض عدم نفوذ هوا به قطره آب اگر فقط دمای هوا و قطره ۴ برابر شود و دیگر شرایط ثابت بماند زمان لازم برای تبخیر کامل قطره آب چه مقدار می‌شود؟

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

$$\frac{1}{4} \quad (2)$$

$$\frac{1}{8} \quad (3)$$

$$\frac{1}{16} \quad (4)$$

۲۹- اگر دو مخزن بزرگ حاوی گازهای A و B در دما و فشار ثابت توسط یک شیبوره‌ای با شعاع‌های  $R_1$  و  $R_2$  در دو انتها متصل شده باشند و عمل نفوذ جرم صورت گیرد. نرخ انتقال جرم متناسب با کدام یک از موارد زیر است؟

$$\sqrt{R_1 R_2} \quad (1)$$

$$\frac{R_1}{R_2} \quad (2)$$

$$R_1 R_2 \quad (3)$$

$$(R_1 R_2)^2 \quad (4)$$

۳۰- یک میله استوانه‌ای از جنس نفتالین در هوای ساکن تصعید می‌گردد. اگر فقط دمای استوانه و هوای اطراف ۴ برابر گردد، زمان لازم برای تصعید استوانه در شرایط شبه یکنواخت چند برابر می‌شود؟

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

$$\frac{1}{4} \quad (2)$$

$$\frac{1}{8} \quad (3)$$

$$\frac{1}{16} \quad (4)$$

۳۱- عدد دامکوهلر (Da) بیانگر چیست؟

(۱) رقابت انتقال جرم با انتقال حرارت است.

(۲) رقابت کینتیک واکنش با انتقال جرم است.

(۳) بهبود انتقال جرم در اثر انتقال مومنوم است.

(۴) تأخیر زمانی انتقال جرم به دلیل انتقال مومنوم و انتقال حرارت است.

۳۲- عدد بایوت و عدد ناسلت به ترتیب  $Bi = \frac{hL}{k}$  و  $Nu = \frac{hL}{k}$  تعریف می‌شوند. کدام یک از عبارات‌های زیر درست است؟

(L: طول مشخصه)

(۱) بایوت معرف انتقال حرارت در دو فاز و ناسلت معرف انتقال حرارت در یک فاز است.

(۲) مفهوم بایوت صرفاً برای جامدات و مفهوم ناسلت برای جامدات و سیالات کاربرد دارد.

(۳) بایوت معرف انتقال حرارت گذرا و ناسلت معرف انتقال حرارت پایا است.

(۴) بایوت و ناسلت در بعضی از شرایط فیزیکی مفهوم یکسانی دارند.

۳۳- جریان الکتریسیته از درون یک سیم فولادی با شعاع R و ضریب انتقال حرارت هدایتی k عبور کرده و انرژی

حرارتی با نرخ ثابت  $\dot{q} \left( \frac{W}{m^3} \right)$  در درون آن تولید می‌شود. سطح بیرونی این سیم در معرض هوایی با دمای  $T_\infty$  و

ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی h می‌باشد. دمای سطح سیم ( $T_s$ ) و مقدار گرادیان دما  $\left( \frac{\partial T}{\partial r} \right)$  در سطح این سیم

از کدام رابطه به دست می‌آید؟

$$T_s = T_\infty + \frac{\dot{q}R}{h}, \quad \frac{\partial T}{\partial r} = \frac{-\dot{q}R}{k} \quad (۱)$$

$$T_s = T_\infty + \frac{\dot{q}R}{h}, \quad \frac{\partial T}{\partial r} = \frac{-\dot{q}R}{2k} \quad (۲)$$

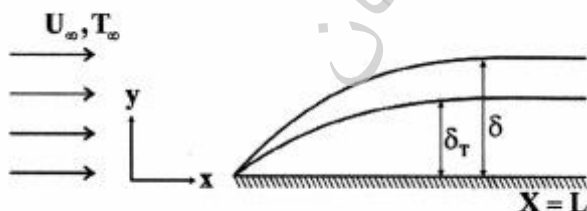
$$T_s = T_\infty + \frac{\dot{q}R}{2h}, \quad \frac{\partial T}{\partial r} = \frac{-\dot{q}R}{2k} \quad (۳)$$

$$T_s = T_\infty + \frac{\dot{q}R}{2h}, \quad \frac{\partial T}{\partial r} = \frac{-\dot{q}R}{4k} \quad (۴)$$

۳۴- معادله موازنه انرژی حاکم برای جریان سیال بر روی یک صفحه تخت مطابق شکل به صورت زیر است. در چه

شرایط عملیاتی از نظر مقدار  $U_\infty$  عبارت اتلاف لزجتی (Viscous Dissipation) اهمیت پیدا می‌کند؟

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\mu}{\rho c_p} \left( \frac{\partial u}{\partial y} \right)^2$$



$$U_\infty \sim \sqrt{\frac{cp}{\Delta T}} \quad (۱)$$

$$U_\infty \sim \sqrt{cp\Delta T} \quad (۲)$$

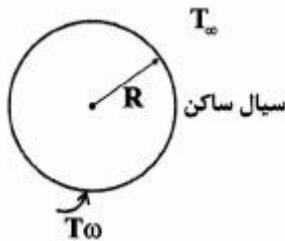
$$U_\infty \sim \frac{cp}{\Delta T} \quad (۳)$$

$$U_\infty \sim cp\Delta T \quad (۴)$$

$$\frac{\delta}{L} \sim Re_L^{-1/2}$$

$$\Delta T = T_w - T_\infty$$

۳۵- در انتقال حرارت از یک کره گرم به شعاع R به سیال ساکن اطراف آن اگر نرخ انتقال گرما را مشابه قانون سرمایه‌ی نیوتن بنویسیم، h معادل کدام است؟



(۱)  $\frac{rk}{R}$

(۲)  $\frac{rk}{rR}$

(۳)  $\frac{k}{rR}$

(۴)  $\frac{k}{R}$

۳۶- کره‌ای به قطر D، استوانه‌ای بلند به قطر D و تیغه بلندی به ضخامت D را در نظر بگیرید که از مواد یکسانی ساخته شده و درون آن‌ها گرما با شدت حجمی یکسانی تولید می‌شود. مقدار دمای سطوح کره ( $T_s$ )، استوانه ( $T_c$ ) و تیغه ( $T_p$ ) کدام است؟ (فرض کنید که ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی برای هر ۳ حجم یکسان و برابر است)

(۲)  $T_p > T_c > T_s$

(۱)  $T_c = T_s < T_p$

(۴)  $T_s > T_p = T_c$

(۳)  $T_s > T_c > T_p$

۳۷- گرما با فلاکس  $q_1$  به شیوه جابه‌جایی آزاد توسط هوا در فشار یک اتمسفر در اثر وجود اختلاف دمای  $\Delta T$  تبادل می‌شود، چنانچه فلاکس گرما در اثر افزایش  $30^\circ$  درصدی اختلاف دما برابر  $q_2$  باشد، گزینه درست کدام است؟

(۲)  $q_2 = 1/3 q_1$

(۱)  $q_2 = q_1$

(۴)  $q_1 < q_2 < 1/3 q_1$

(۳)  $q_2 > 1/3 q_1$

۳۸- آب ورودی به یک کندانسور که برای میعان کامل بخار خالصی به کار می‌رود با دمای  $T_{in}$  وارد و با دمای  $T_{out}$  خارج می‌شود. دبی جرمی بخار خالص ورودی و آب به ترتیب  $\dot{m}_v$  و  $\dot{m}_w$  است. اگر بخار ورودی به کندانسور به اندازه a درجه سانتی‌گراد سوپرهیت شود و مایع میعان یافته در دمای اشباع خود خارج شود، به شرط عدم تغییر دمای ورود و خروج آب خنک‌کننده مقدار بخار میعان یافته در این حالت در این کندانسور از کدام رابطه زیر به دست می‌آید؟ ( $h_{fg}$  گرمای نهان تبخیر مایع میعان یافته است)

(۱)  $\frac{\dot{m}_w c_{p_w} (T_{out} - T_{in}) - \dot{m}_v c_{p_v} a}{h_{fg} - c_{p_v} a}$

(۱)  $\frac{\dot{m}_w c_{p_w} (T_{out} - T_{in})}{h_{fg} + c_{p_v} a}$

(۴)  $\frac{\dot{m}_w c_{p_w} (T_{out} - T_{in}) - \dot{m}_v c_{p_v} a}{h_{fg}}$

(۳)  $\frac{\dot{m}_w c_{p_w} (T_{out} - T_{in}) + \dot{m}_v c_{p_v} a}{h_{fg}}$

۳۹- اگر تابع جریان حول استوانه‌ای به شعاع a که با سرعت زاویه‌ای ثابت  $\Gamma$  حول محوری دوران می‌کند و جریان با سرعت ثابت U از روی آن عبور می‌کند به صورت زیر باشد، کدام گزینه صحیح است؟

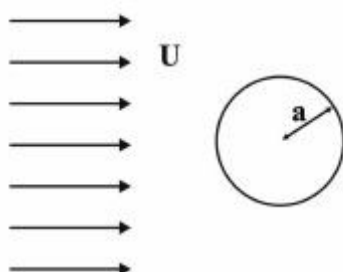
$\Psi = U(r - \frac{a^2}{r}) \sin \theta + \frac{\Gamma}{2\pi} \ln r$

(۱)  $\Gamma = 0$

(۲)  $\Gamma < 4\pi a U$

(۳)  $\Gamma = 4\pi a U$

(۴)  $\Gamma > 4\pi a U$



۴۰- اگر ضخامت لایه مرزی در جریان آرام با توجه به رابطه  $\frac{5}{\sqrt{Re}}$  در طول لوله رشد نماید، رابطه محاسبه طول توسعه

یافتگی جریان در لوله کدام است؟

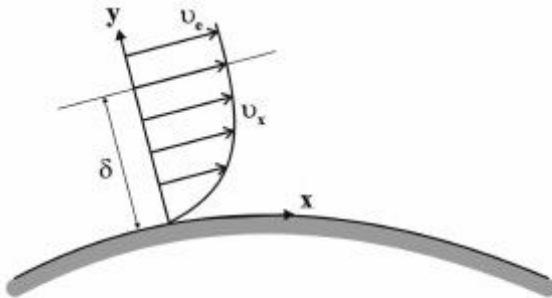
(۱)  $0.1 Re$

(۲)  $0.1 Re$

(۳)  $10 Re$

(۴)  $100 Re$

۴۱- تابع سرعت  $(v_x)$  در عرض لایه مرزی چگونه است؟



(۱) در صورتی که جریان بیرونی دارای شتاب منفی باشد نقطه عطف ندارد.

(۲) در شرایط گرادیان فشار معکوس  $(\frac{\partial P}{\partial x} > 0)$  دارای نقطه عطف است.

(۳) در شرایط گرادیان فشار مطلوب  $(\frac{\partial P}{\partial x} < 0)$  می‌تواند دارای نقطه عطف باشد.

(۴) در صورتی که جریان بیرونی دارای شتاب مثبت باشد می‌تواند نقطه عطف داشته باشد.

۴۲- با فرض اینکه سرعت گردابه‌های کولموگروف به آهنگ اتلاف انرژی جنبشی گردابه‌ها در واحد جرم و ویسکوزیته

سینماتیکی سیال  $(\nu)$  بستگی داشته باشد، به کمک آنالیز ابعادی رابطه مقیاس سرعت گردابه‌های کولموگروف

کدام است؟

(۱)  $(\nu \epsilon)^{\frac{1}{2}}$

(۲)  $(\epsilon / \nu)^{\frac{1}{2}}$

(۳)  $(\nu \epsilon)^{\frac{1}{4}}$

(۴)  $(\epsilon / \nu)^{\frac{1}{4}}$

۴۳- مؤلفه‌های سرعت سیال به صورت زیر داده شده است، کدام گزینه در مورد جریان سیال صحیح است؟

$u = 2x + 3yz$  ,  $v = x + z$  ,  $w = -x + y$

(۱) جریان سیال تراکم‌ناپذیر است.

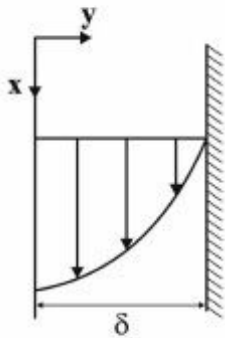
(۲) جریان سیال همواره منبسط شونده است.

(۳) جریان سیال همواره منقبض شونده است.

(۴) جریان سیال در برخی نقاط منبسط و در برخی نقاط منقبض شونده است.

۴۴- توزیع سرعت در فیلم ریزان مایع با توجه به مختصات نشان داده شده در شکل از معادله زیر پیروی می کند، اگر دبی جرمی به ازاء واحد پهنای فیلم  $\Gamma$  باشد، ضخامت فیلم ریزان مایع از کدام رابطه به دست می آید؟ ( $\gamma$  وزن مخصوص مایع،  $\mu$  ویسکوزیته،  $\nu$  ویسکوزیته سینماتیک و  $\delta$  ضخامت فیلم است)

$$u(y) = \frac{\gamma \delta^2}{2\mu} \left[ 1 - \left( \frac{y}{\delta} \right)^2 \right]$$



$$\delta = \sqrt[3]{\frac{\nu \Gamma}{2\gamma}} \quad (1)$$

$$\delta = \sqrt[3]{\frac{\nu \Gamma}{3\gamma}} \quad (2)$$

$$\delta = \sqrt[3]{\frac{2\nu \Gamma}{\gamma}} \quad (3)$$

$$\delta = \sqrt[3]{\frac{3\nu \Gamma}{\gamma}} \quad (4)$$

۴۵- مفهوم فیزیکی کدام یک از اعداد بدون بعد زیر صحیح است؟

(۱) Bond Number  $B_o$ :  $\frac{\text{نیروی ثقلی}}{\text{نیروی تنش سطحی}}$

(۲) Reynold's Number  $Re$ :  $\frac{\text{نیروی حرکتی}}{\text{نیروی ثقلی}}$

(۳) Froude Number  $Fr$ :  $\frac{\text{نیروی ثقلی}}{\text{نیروی حرکتی}}$

(۴) Webber Number  $We$ :  $\frac{\text{نیروی تنش برشی}}{\text{نیروی تنش سطحی}}$



موسسه تحقیقاتی آرمان

موسسه تحقیقاتی آرمان

موسسه تحقیقاتی آرمان