

334F

334

F

نام:  
نام خانوادگی:  
محل امضا:

صبح جمعه  
۱۳۹۵/۱۲/۶  
دفترچه شماره (۱)



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

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

**آزمون ورودی**  
**دوره دکتری (نیمه‌متهم‌گز) داخل - سال ۱۳۹۶**

**رشته امتحانی مهندسی شیمی (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 (سپتیک و طراحی راکتور - ترمودینامیک - پدیده‌های انتقال) | ۴۵         | ۱        | ۴۵       |

این آزمون نمره منفی دارد.  
استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

اسفندماه - سال ۱۳۹۵

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.

## سینتیک و طراحی راکتور:

۱- واکنش برگشت پذیر، ابتدایی و گازی  $A \rightleftharpoons B + C$  در یک راکتور ناپیوسته به حجم ثابت و دمای ثابت  $500\text{K}$  و فشار اولیه ۲۵ اتمسفر با  $A$  خالص آغاز می شود. اگر فشار کل در لحظه تعادل ۴۰ اتمسفر باشد، کدام یک از موارد زیر کسر تبدیل تعادلی ( $X_e$ ) و ثابت تعادل ( $K_e$ ) این واکنش را به ترتیب ارائه می دهد؟

$$R = 0.082 \frac{\text{lit. atm}}{\text{g.mol.K}}$$

$$\frac{45}{82}, 0.6 \quad (2)$$

$$\frac{35}{82}, 0.5 \quad (1)$$

$$\frac{65}{82}, 0.8 \quad (4)$$

$$\frac{55}{82}, 0.7 \quad (3)$$

۲- زمان نیمه عمر برای واکنش  $A \rightarrow B$  با سرعت  $-r_A = kC_A^2$  برای غلظت اولیه  $C_{A_0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$  برابر ۳ ساعت

می باشد. زمان نیمه عمر بر حسب ساعت برای غلظت اولیه  $C_{A_0} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$  چقدر است؟

$$2\sqrt{3} \quad (2)$$

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

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \quad (4)$$

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

۳- واکنش های زیر در فاز مایع در یک راکتور همزده (CSTR) صورت می گیرند:



خوراک به راکتور  $A$  خالص با غلظت  $10 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$  می باشد. چنانچه غلظت  $B$  و  $C$  در خروجی راکتور برابر و هر یک ۲

برابر غلظت خروجی  $A$  باشند، غلظت خروجی  $B$  و  $C$  بر حسب  $\frac{\text{mol}}{\text{lit}}$  چقدر است؟

$$6 \quad (4)$$

$$5 \quad (3)$$

$$4 \quad (2)$$

$$2.5 \quad (1)$$

۴- واکنش  $A \rightarrow B$  با سرعت  $-r_A = \frac{2C_A^2}{1+C_A}$  در فاز مایع صورت می گیرد، کدام مورد زیر باعث می شود تا حجم

راکتور حداقل شود؟

(۲) یک راکتور همزده (CSTR)

(۱) یک راکتور لوله ای (PFR)

(۴) یک راکتور برگشتی با  $R = 0.5$

(۳) یک راکتور برگشتی با  $R = 2$

۵- واکنش شیمیایی  $A + B \rightarrow 2B$  در فاز مایع در دمای ثابت و در یک ظرف در بسته انجام می شود. در کدام حالت

زیر یک منحنی سهمی شکل با نقطه بهینه داریم؟

(۱) منحنی نرخ مصرف ماده  $A$  بر حسب ماده  $B$

(۲) منحنی نرخ مصرف ماده  $A$  بر حسب زمان

(۳) منحنی معکوس نرخ مصرف ماده  $A$  بر حسب زمان

(۴) منحنی معکوس نرخ مصرف ماده  $A$  بر حسب درصد تبدیل

۶- واکنش  $4A + 2B \xrightarrow{k} 3R$  در یک راکتور ناپیوسته انجام می‌شود. اگر  $C_{A_0} = 2.0 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ ،  $C_{B_0} = 1.0 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$  و

$k = 25 \text{ h}^{-1}$  باشد، در چه زمانی غلظت ماده A دو برابر ماده B می‌شود؟

(۱) زمان بی‌نهایت

(۲) این واکنش غیربنیادی بوده و نیاز به معادله سرعت دارد.

(۳) نسبت غلظت‌های A و B هیچ‌گاه برابر با نسبت آن‌ها در خوراک نیست.

(۴) نسبت غلظت‌های A و B همواره برابر با نسبت مواد مربوطه در خوراک است.

۷- در واکنش سرعت  $A \xrightarrow{k_1=1 \text{ min}^{-1}} R \xrightarrow{k_2=4 \text{ min}^{-1}} S$  که در یک راکتور مخلوط شونده (CSTR) با

حجم ۱۰۰ لیتر انجام می‌شود، اگر  $C_{A_0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$  و  $v = 1.0 \frac{\text{lit}}{\text{min}}$  باشد، غلظت S خروجی چند  $\frac{\text{mol}}{\text{lit}}$  است؟

(۱) ۰٫۷

(۲) ۰٫۹

(۳) ۱٫۱

(۴) ۱٫۴

۸- در یک راکتور مخلوط شونده (CSTR) یک واکنش درجه صفر با میزان تبدیل ۵۰٪ انجام می‌شود. اگر سه راکتور

مشابه با راکتور اول به‌طور سری به سیستم اضافه شود، شدت جریان را چند برابر افزایش دهیم تا میزان تبدیل در

کل سیستم ثابت و برابر با مقدار مربوط به یک راکتور باقی بماند؟

(۱) ۸

(۲) ۴

(۳) ۶

(۴) ۲

۹- واکنش  $A \rightarrow 2B$  با سرعت  $r_A = k$  - در فاز گاز (گازهای ایدئال) در یک راکتور ناپیوسته (Batch) با حجم

ثابت صورت می‌گیرد. چنانچه راکتور ابتدا حاوی A خالص با غلظت  $C_{A_0} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$  و  $k = 0.1 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3 \cdot \text{min}}$

باشد، بعد از چه مدت زمانی بر حسب دقیقه (min) فشار داخل راکتور ۲ برابر می‌شود؟

(۱) ۴۰۰۰

(۲) ۲۰۰۰

(۳) ۱۰۰۰

(۴) ۵۰۰

### ترمودینامیک:

۱۰- مخلوطی از نیتروژن و نرمال هگزان در دمای ثابت و فشار ثابت (P و T) در زیرپستونی درون سیلندری در حالت

تعادل مایع - بخار می‌باشد (VLE). از حلالیت نیتروژن در فاز مایع می‌توان صرف‌نظر کرد. اگر تعدادی مول از

نیتروژن به این سیستم اضافه شود (در همان P و T ثابت) کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟

(۱) تعداد مول‌های فاز مایع کاهش می‌یابد ولی کسر مولی نیتروژن در فاز بخار افزایش می‌یابد.

(۲) تعداد مول‌های فاز مایع افزایش می‌یابد ولی کسر مولی نیتروژن در فاز بخار تغییری نمی‌کند.

(۳) تعداد مول‌های فاز مایع کاهش می‌یابد ولی کسر مولی نیتروژن در فاز بخار تغییری نمی‌کند.

(۴) تعداد مول‌های فاز مایع تغییری نکرده ولی کسر مولی نیتروژن در فاز بخار افزایش می‌یابد.

۱۱- ظرف صلب و عایقی حاوی ۱۰۰ مول گاز کامل (ایدئال) با  $C_p = 3R$  و در دمای  $300 \text{ K}$  است. از طریق شیری

که کمی باز است آن گاز به آهستگی و آرامی از ظرف خارج می‌شود تا تعداد مول گاز به ۶۴ مول برسد. دمای گاز

بر حسب کلونین در این شرایط چقدر است؟

(۱) ۳۰۰

(۲) ۲۴۰

(۳) ۱۲۰

(۴) ۱۰۸

۱۲- مقدار عبارت  $T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_S \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$  برابر کدام یک از گزینه‌های زیر است؟

$$(1) \frac{R^2}{C_p} \quad (2) \frac{R^2}{C_v} \quad (3) C_p \quad (4) C_v$$

۱۳- گازی از معادله حالت زیر پیروی می‌کند. کدام گزینه در رابطه با تابعیت  $C_p$  گاز با فشار در دمای ثابت صحیح است؟

$$P(V - b) = RT \quad (b \text{ مقدار ثابتی است})$$

(۱) مستقل از فشار است. (۲) تابع خطی از فشار است.

(۳) تابع  $P^2$  است. (۴) تابع  $\frac{1}{P}$  است.

۱۴- طی یک فرایند غیرجریانی (non-flow) سیلندر و پیستونی برگشت‌پذیر و هم‌دم، ۱۰ مول گازی از شرایط اولیه

$T_1 = 300 \text{ K}$  و  $P_1 = 10 \text{ bar}$  به فشار ثانویه  $P_2 = 5 \text{ bar}$  می‌رسد. قدرمطلق کار تولیدی بر حسب کیلوژول چقدر

است؟ گاز از معادله حالت زیر پیروی می‌کند؟

$$V = \frac{RT}{P} + B, B = -200 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}, R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}, \ln 2 = 0.7$$

(۱) ۲۷٫۵

(۲) ۱۷٫۵

(۳) ۷٫۵

(۴) ۰٫۷۵

۱۵- یک مخزن صلب عایق به دو قسمت مساوی تقسیم شده است. در یک قسمت یک کیلوگرم از یک گاز کامل در

دمای  $300 \text{ K}$  و فشار  $1 \text{ MPa}$  قرار دارد و قسمت دیگر کاملاً خالی است. حال غشاء بین دو قسمت گسیخته شده

و آن گاز همهٔ مخزن را پر می‌کند و به تعادل می‌رسد. اکنون عایق مخزن را حذف کرده و در طی یک تحول

ایزوترمال رورسیبل آن گاز را به حالت اولیه برمی‌گردانیم کل مقدار گرمای منتقل شده در طی این سیکل چند

$$\text{کیلوژول است؟} \quad \ln 2 = 0.7, \ln 3 = 1.1, \ln 5 = 1.6, R = 0.5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$$

(۱) ۷۵

(۲) ۸۵

(۳) ۱۰۵

(۴) ۱۲۵

۱۶- جریان مایعی به شدت  $10$  مول بر ثانیه متشکل از دو سازندهٔ اول و دوم با ترکیب بیست درصد مولی از سازندهٔ اول

به طور کاملاً یکنواخت (پایدار) وارد یک بویلر می‌شود و از بویلر به صورت دو جریان مختلف مایع و بخار خارج

می‌گردد (VLE). در صورتی که فشار خروجی یک اتمسفر بوده و در دمای خروجی داشته باشیم  $P_1^{\text{sat}} = 2 \text{ atm}$

و  $P_2^{\text{sat}} = 0.8 \text{ atm}$  و به فرض صدق قانون رانولت شدت جریان خروجی فاز مایع چند مول بر ثانیه خواهد بود؟

(۱) ۴

(۲) ۵

(۳) ۶

(۴) ۸



۱۷- در یک مخلوط دوجزئی تک فازی داریم  $\Delta M_1^{\infty} = 200 - 9x_1 + 5x_1^2$  مقدار  $\Delta M_1^{\infty}$  چقدر است؟ واحدها اختیاری است.

(۱) ۱۹۵

(۲) ۲۰۰

(۳) ۲۰۵

(۴) ۲۱۰

۱۸- مقدار مشتق  $\left(\frac{\partial G}{\partial A}\right)_T$  برای گازی که از معادله حالت  $P(V-b)=RT$  پیروی می‌کند، چیست؟

(۱) Z

(۲)  $\frac{1}{Z}$

(۳)  $Z - \frac{bP}{RT}$

(۴)  $\frac{1}{Z - \frac{bP}{RT}}$

۱۹- یک مخزن صلب و غیرعایق به حجم هزار لیتر حاوی هوای فشرده در دمای محیط  $300\text{K}$  و فشار  $3\text{MPa}$  می‌باشد. در این مخزن یک سوراخ بسیار کوچک ایجاد می‌شود و پس از مدتی بسیار طولانی فشار هوای درون مخزن به نصف ( $1.5\text{MPa}$ ) می‌رسد. مقدار حرارت مبادله شده بین مخزن و محیط در این مدت چند کیلوژول است. هوا را گاز کامل با گرمای ویژه ثابت فرض کنید؟

(۱) ۳۰۰

(۲) ۱۵۰

(۳) ۳۰۰۰۰

(۴) ۱۵۰۰۰

۲۰- برای یک فرایند پلی‌تروپیک رورسیبل ( $PV^n = \text{ثابت}$ )،  $\delta Q = \delta W$  می‌باشد. اگر  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$  مقداری ثابت برای

یک گاز کامل یا ایدئال باشد، توان یا نما یا شاخص این فرایند ( $n$ ) برابر کدام یک از گزینه‌های زیر است؟ در رابطه  $\delta Q = \delta W$  قرارداد علامت کار از نظر قانون اول کاملاً شبیه قرارداد علامت گرما فرض شده است.

(۱)  $n = 1 + 2(\gamma - 1)$

(۲)  $n = 1 - 2(\gamma - 1)$

(۳)  $n = 1 + \frac{1}{2}(\gamma - 1)$

(۴)  $n = 1 - \frac{1}{2}(\gamma - 1)$

۲۱- برای یک مخلوط دوجزئی رابطه زیر بین ضرایب فعالیت اجزای (۱) و (۲) به صورت زیر داده شده است:

$$\ln \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = b(x_1 - x_2)$$

که در آن  $b$  یک ضریب ثابت می‌باشد.

انرژی آزاد گیبس  $\frac{G^E}{RT}$  برای این مخلوط برابر کدام یک از گزینه‌های زیر است؟

$$\frac{b}{2} x_1 x_2 \quad (۱)$$

$$b x_1 x_2 \quad (۲)$$

$$-\frac{b}{2} x_1 x_2 \quad (۳)$$

$$-b x_1 x_2 \quad (۴)$$

پدیده‌های انتقال:

۲۲- در یک مطالعه حرارتی رابطه  $h = \rho u^{0.5} (\rho u)^{0.5}$  به صورت تجربی به دست آمده است. برای استفاده از قیاس

کالبرن در شبیه‌سازی این فرایند با پدیده انتقال جرمی مشابه از فاکتور  $J$  به صورت  $J_H = b Re^n$  بهره می‌گیریم که در آن  $b$  و  $n$  به ترتیب برابرند با:

$$n = -0.5, b = \frac{\rho^{0.5} \mu^{0.17} I^{+0.5}}{C_p^{\frac{1}{2}} k^{\frac{2}{3}}} \quad (۱)$$

$$n = -0.5, b = \frac{\rho^{0.5} \mu^{0.5} I^{-0.5}}{C_p^{\frac{1}{2}} k^{\frac{2}{3}}} \quad (۲)$$

$$n = 0.5, b = \frac{\rho^{0.5} \mu^{0.17} I^{+0.5}}{C_p^{\frac{1}{2}} k^{\frac{2}{3}}} \quad (۳)$$

$$n = 0.5, b = \frac{\rho^{0.5} \mu^{0.5} I^{-0.5}}{C_p^{\frac{1}{2}} k^{\frac{2}{3}}} \quad (۴)$$

۲۳- اسید استیک در آب ساکن باشار  $0.165 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^2 \text{s}}$  نفوذ می‌کند. غلظت‌های اسید استیک و آب به ترتیب  $5 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$

و  $50 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$  است. سرعت متوسط مولی مخلوط بر حسب  $\frac{\text{mm}}{\text{s}}$  کدام است؟

$$0 \quad (۱)$$

$$0.3 \quad (۲)$$

$$0.33 \quad (۳)$$

$$3.3 \quad (۴)$$

۲۴- در یک سیستم گازی ایدئال دو جزئی (۲،۱) نیروی محرکه انتقال جرم استفان - ماکسول جزء ۱ ( $d_1$ ) متناسب است با:

(۱) جزء مولی جزء ۱

(۲) حاصلضرب جزء مولی ۱ و ۲ ( $X_1 X_2$ )

(۳) سرعت نسبی جزء ۱ و ۲ ( $\bar{u}_1 - \bar{u}_2$ )

(۴) موارد ۲ و ۳

۲۵- در خصوص نسبت ضخامت لایه مرزی غلظت ( $\delta_c$ ) به ضخامت لایه مرزی سرعت ( $\delta$ ) جریان آرام روی یک صفحه با طول اولیه غیرقابل حل در سیال کدام عبارت صحیح است؟

(۱) به عدد اشمیت ( $Sc$ ) و طول صفحه وابسته است

(۲) فقط به عدد اشمیت ( $Sc$ ) وابسته است

(۳) فقط به فاصله از ابتدای صفحه وابسته است

(۴) به عدد رینولدز ( $Re$ ) و  $Sc$  وابسته است

۲۶- در جذب گاز در یک فیلم ریزان روی یک دیواره عمودی با فرض زمان اقامت کوتاه فیلم مایع و جریان آرام و حالت یکنواخت و توسعه یافته کدام گزینه برای ضریب انتقال جرم موضعی  $k$  صحیح است؟ ( $V$  سرعت فیلم ریزان است.)

(۱) متناسب با عکس ریشه دوم سرعت حداکثر فیلم ریزان است ( $\frac{1}{\sqrt{V_{max}}}$ )

(۲) متناسب با عکس سرعت حداکثر فیلم ریزان است ( $\frac{1}{V_{max}}$ )

(۳) متناسب با ریشه دوم سرعت حداکثر فیلم ریزان است ( $\sqrt{V_{max}}$ )

(۴) متناسب با سرعت حداکثر فیلم ریزان است ( $V_{max}$ )

۲۷- مطابق آنالوژی پیشنهادی توسط Von ka'rman کدام گزینه صحیح است؟

(۱) سهم مکانیسم‌های مختلف تنها در ناحیه آشفته در نظر گرفته شده است.

(۲) سهم مکانیسم‌های مختلف تنها در نواحی انتقالی و آشفته در نظر گرفته شده است.

(۳) سهم مکانیسم‌های مختلف تنها در نواحی زیر لایه لزج و آشفته در نظر گرفته شده است.

(۴) سهم مکانیسم‌های مختلف در سه ناحیه (زیر لایه لزج - انتقالی و آشفته) با فرض تشابه توزیع سرعت، غلظت و حرارت در نظر گرفته شده است.

۲۸- در آنالوژی پیشنهادی توسط Von ka'rman در صورتی که عدد  $Sc$  و  $Pr$  بسیار بزرگ باشند کدام گزینه صحیح است؟

$$Nu = Sh \cong 0.4 Re^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$Nu = Sh \cong 0.4 Re^{\frac{1}{4}} \quad (2)$$

$$Nu = Sh \cong 0.644 Re^{\frac{1}{4}} \quad (3)$$

$$Nu = Sh \cong 0.644 Re^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

۲۹- در محدوده رژیم جریان Stokes سرعت حد یک تک حباب در فاز مایع پیوسته متناسب است با  $(d_b = \text{قطر حباب})$ :

$$d_b^{-1} \quad (۱)$$

$$d_b \quad (۲)$$

$$d_b^{-2} \quad (۳)$$

$$d_b^2 \quad (۴)$$

۳۰- خوراکی (فاز R) حاوی ماده حل شده با غلظت ورودی  $(X_o, \text{mole ratio})$  در یک زنجیره جریان متقاطع (cross) با مقدار حلال مساوی در هر مرحله  $E_g$  و با  $Y_o = 0$  (mole ratio) در تماس قرار می‌گیرد در صورتی که لازم باشد غلظت خروجی فاز R برابر  $X_N$  شود و رابطه تعادلی  $Y^* = mX$  برقرار باشد، تعداد مراحل ایدئال لازم کدام است؟

$$\left( A = \frac{m}{R_s / E_s} \right)$$

$$\frac{\log\left(\frac{X_o}{X_N}\right)}{\log(A+1)} \quad (۱)$$

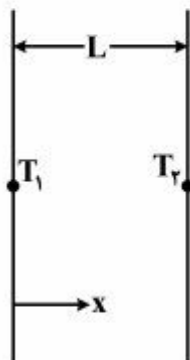
$$\frac{\log\left(\frac{X_o}{X_N}\right)}{\log(A-1)} \quad (۲)$$

$$\frac{\log(X_o - X_N)}{\log\left(\frac{1}{A}\right)} \quad (۳)$$

$$\frac{\log(X_o - X_N)}{\log(A)} \quad (۴)$$

۳۱- توزیع دمای حالت پایا در یک تیغه بلند نازک به ضخامت L و ضریب هدایت گرمایی k با توجه به شکل به صورت

$$\frac{T - T_1}{T_r - T_1} = C_o + C_1 x^2 \quad \text{است. رابطه توزیع شدت گرمای ویژه تولیدی تیغه (گرمای تولیدی به ازای واحد حجم)}$$



کدام یک از موارد زیر است؟

$$\frac{k}{L^2} x(T_r - T_1) \quad (۱)$$

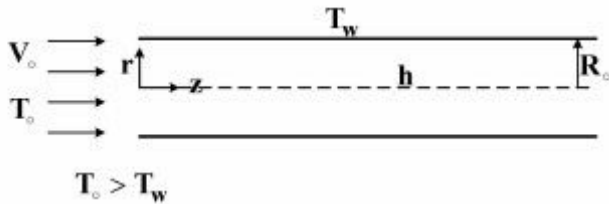
$$\frac{2k}{L^2} x(T_r - T_1) \quad (۲)$$

$$\frac{3k}{L^2} x(T_r - T_1) \quad (۳)$$

$$\frac{6k}{L^2} x(T_r - T_1) \quad (۴)$$



۳۲- دمای جریان سیال گرم در لوله‌ای سرد با قطر نسبتاً کم و سرعت بالای سیال از کدام رابطه زیر بدست می‌آید (شرایط پایا)؟ C: ظرفیت گرمایی ویژه



$$\rho c v \frac{dT}{dz} = k \frac{d^2 T}{dz^2} - \frac{\gamma h}{R_o} (T - T_w) \quad (1)$$

$$\rho c v \frac{\partial T}{\partial z} = k \left( \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) \quad (2)$$

$$\rho c v \frac{\partial T}{\partial z} = k \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) - \frac{\gamma h}{R_o} (T - T_w) \quad (3)$$

$$\rho c v \frac{\partial T}{\partial z} = k \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right] - \frac{\gamma h}{R_o} (T - T_w) \quad (4)$$

۳۳- دیواره‌ای به ضخامت \$L\$ در لحظه \$t = 0\$ دارای توزیع دمای یک بعدی به شکل \$T(x, 0) = Lx - x^2\$ است. به طور ناگهانی دو طرف این دیواره عایق می‌شود. دمای نهایی متوسط این دیواره کدام است؟ دمای مبنا را صفر درجه سانتی‌گراد فرض کنید.

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

$$\frac{L^2}{6} \quad (2)$$

۳۴- زمان پخت یک قطعه گوشت ۳ کیلوگرمی در یک فر برقی چند برابر زمان پخت یک قطعه گوشت ۱/۵ کیلوگرمی با شکل هندسی مشابه می‌باشد. شکل قطعه گوشت را کروی فرض کنید.

$$1/67 \quad (1)$$

$$1/58 \quad (2)$$

۳۵- جمله عمومی مربوط به عبارت اتلاف لزجی (Viscous Dissipation) در معادله انرژی برای جریان دو بعدی به

صورت  $\phi = 2\mu \left[ \left( \frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 \right]$  می‌باشد. برای جریان تراکم ناپذیر توسعه یافته و آرام یک

سیال بین دو صفحه موازی (جهت \$x\$) عبارت فوق به کدام شکل تقلیل می‌یابد؟

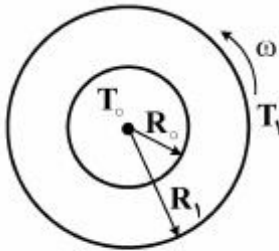
$$\phi = 2\mu \left[ \left( \frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 \right] \quad (1)$$

$$\phi = \mu \left[ \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right]^2 \quad (2)$$

$$\phi = \mu \left[ \frac{\partial u}{\partial y} \right]^2 \quad (3)$$

$$\phi = 2\mu \left( \frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 \quad (4)$$

۳۶- فضای بین دو لوله استوانه‌ای بلند هم مرکز را سیالی اشغال نموده است و لوله‌ها و سیال در دمای  $T_0$  قرار دارند. در لحظه صفر استوانه بزرگتر با سرعت زاویه‌ای  $\omega$  شروع به چرخش می‌نماید و دمای آن نیز  $T_1$  می‌گردد. توزیع دمای سیال از حل کدام معادله حاصل می‌گردد؟



$$\frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \quad (1)$$

$$\frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + r\omega \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \quad (2)$$

$$\frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \theta^2} \quad (3)$$

$$\frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) \quad (4)$$

۳۷- توزیع دما در یک زمان مشخص در فضا به صورت  $T(x,y,z) = 2x^3 + 3y^3 - 4z^3$  می‌باشد. کدام گزینه نماینده ناحیه‌ای است که دما با زمان تغییر نمی‌کند؟

$$x = y + 0.5z \quad (2)$$

$$z = 0.5x + 0.75y \quad (1)$$

$$y = 2z + 4x \quad (4)$$

$$z = 2x + 3y \quad (3)$$

۳۸- زمان لازم برای میعان یک حباب کروی بخار خالص با دمای اشباع  $T^{sat}$  در محیطی با دمای زیر سرد  $T_\infty$  از قطر اولیه  $D_0$  به قطر نهایی  $D_1$  کدام است؟ اطلاعات زیر موجود می‌باشد.

ضریب هدایت حرارتی مایع  $K$ ، گرمای نهان تبخیر  $h_{fg}$ ،  $\Delta T = T^{sat} - T_\infty$ ،  $Nu_D = 2$

$$\frac{kh_{fg}}{2\Delta T} (D_0^3 - D_1^3) \quad (1)$$

$$\frac{h_{fg} + \rho_v}{4k\Delta T} (D_0^3 - D_1^3) \quad (2)$$

$$\frac{kh_{fg}}{6\Delta T} (D_0^3 - D_1^3) \quad (3)$$

$$\frac{h_{fg} + \rho_v}{8k\Delta T} (D_0^3 - D_1^3) \quad (4)$$

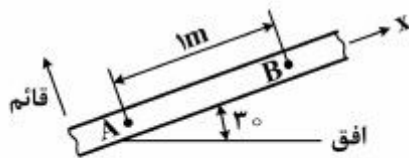
۳۹- در جریان‌های مغشوش نزدیک دیواره لوله:

- (۱) متوسط زمان نوسانات سرعت در جهت جریان بزرگتر از جهت عمود بر جریان است.
- (۲) متوسط زمان نوسانات سرعت در جهت جریان و جهت عمود بر جریان برابر است.
- (۳) متوسط زمان نوسانات سرعت در جهت جریان کوچکتر از جهت عمود بر جریان است.
- (۴) تعیین بزرگی متوسط زمانی نوسانات سرعت بستگی به رینولدز جریان دارد.

۴۰- در نمودار ضریب اصطکاک برای جریان سیال داخل لوله ناحیه‌ای وجود دارد که ضریب اصطکاک مستقل از عدد رینولدز است. با توجه به معادله داریسی - ویسباخ  $(h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g})$  چرا ضریب اصطکاک برحسب رینولدز ثابت می‌ماند؟

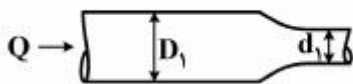
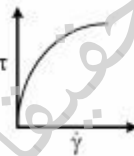
- (۱) چون در این ناحیه جریان به صورت آرام می‌باشد.
- (۲) چون در این ناحیه دیگر رابطه داریسی - ویسباخ صادق نیست.
- (۳) چون در این ناحیه مقاومت در برابر جریان بیشتر ناشی از تنش‌های برشی است.
- (۴) چون در این ناحیه مقاومت در برابر جریان بیشتر ناشی از تنش‌های قائم است.

۴۱- سیال ایدئالی ( $\mu=0$ ) با دانسیته  $(\rho=1000 \frac{kg}{m^3})$  غیرقابل تراکم در کانال نشان داده شده جریان دارد. فشار نقطه A، ۹ kPa و فشار نقطه B، ۵ kPa می‌باشد. شتاب جریان چند  $\frac{m}{s^2}$  است؟



- (۱) ۱۰
- (۲) ۱
- (۳) ۱
- (۴) صفر

۴۲- سیالی با منحنی جریان (Flow Curve) از داخل لوله‌های نشان داده شده با دبی Q عبور می‌کند، کدام رابطه برای ویسکوزیته ظاهری سیال در دو لوله صحیح است؟



- (۱)  $\mu_1 < \mu_2$
- (۲)  $\mu_1 > \mu_2$
- (۳)  $\mu_1 = \mu_2$
- (۴) بستگی به رژیم جریان دارد.

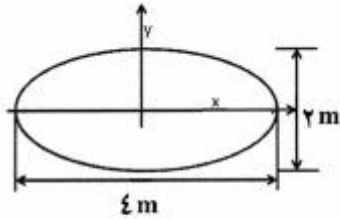
۴۳- برای جریان آرام در ورودی لوله که هنوز از نظر هیدرودینامیکی توسعه یافته نیست، کدام گزینه صحیح می‌باشد؟

- (۱) توزیع سرعت در خارج از لایه مرزی مستقل از X است.
- (۲) توزیع سرعت در خارج از لایه مرزی با X تغییر می‌کند.
- (۳) جریان در داخل لایه مرزی غیرچرخشی است، بنابراین توزیع سرعت خارج از لایه مرزی با X تغییر می‌کند.
- (۴) جریان در داخل لایه مرزی چرخشی است، بنابراین توزیع سرعت خارج از لایه مرزی مستقل از X است.

۴۴- افت فشار واحد طول کانالی با سطح مقطع بیضی شکل با جریان توسعه یافته  $\frac{\Delta p}{L}$  است. اگر توزیع سرعت سیال

$$u_z(x, y) = \alpha \left[ 1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} \right]$$

باشد مقدار  $\alpha$  برابر است با:



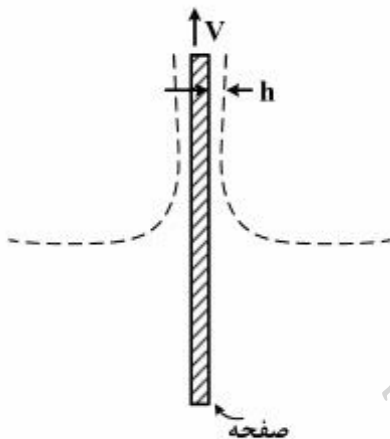
$$\frac{\Delta p}{L} \quad (1)$$

$$\frac{\Delta p}{\mu L} \quad (2)$$

$$\frac{2\Delta p}{5\mu L} \quad (3)$$

$$\frac{\Delta p}{2\mu L} \quad (4)$$

۴۵- صفحه‌ای فلزی به صورت پیوسته و با سرعت ثابت  $V$  از تانکی پر از رنگ به صورت عمودی خارج می‌شود. اگر فرض شود رنگ سیال نیوتنی است رابطه بین دبی تخلیه سیال از تانک و ضخامت  $h$  روی صفحه برابر است با:



$$Q = \frac{1}{2} Vh - \frac{\rho g}{3\mu} h^3 \quad (1)$$

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

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

$$Q = Vh - \frac{\rho g}{3\mu} h^3 \quad (4)$$

تجرباتی آرمان