



372

F

نام

نام خانوادگی

محل امضاء



صبح جمعه

۹۱/۱/۲۵

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.

امام خمینی (ره)

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

آزمون ورودی
دوره‌های دکتری (نیمه متمرکز) داخل
در سال ۱۳۹۱

رشته‌ی
مهندسی شیمی (تمامی گرایش‌ها) - (کد ۲۳۶۰)

شماره داوطلبی:

نام و نام خانوادگی داوطلب:

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

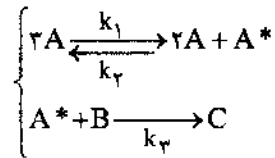
ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی (طراحی راکتور، ترمودینامیک، پدیده‌های انتقال)	۴۵	۱	۴۵

فروردین سال ۱۳۹۱

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی‌باشد.

حل چاپ و تکثیر سؤالات پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی آنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و یا متغلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱- واکنش پیچیده $3A+B \rightarrow C$ با مکانیزم زیر انجام می‌شود:



چنانچه A^* واسطه‌ی پر انرژی باشد کدام معادله‌ی سرعت واکنش صحیح است؟

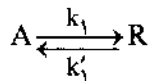
$$-r_A = \frac{k_1 k_p C_A^2 C_B - k_r k_p C_A^3}{K_p C_B} \quad (۲) \quad -r_A = \frac{k_1 k_p C_A^2 C_B + k_r k_p C_A^3}{K_p C_B + K_p C_A^2} \quad (۱)$$

$$-r_A = \frac{k_1 k_p C_A^2 C_B + k_r C_A^2}{K_p C_B + K_p C_A^2} \quad (۴) \quad -r_A = \frac{k_1 k_p C_A^2 C_B}{K_p C_B + K_p C_A^2} \quad (۳)$$

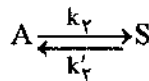
۲- در یک راکتور ناپیوسته (batch) پس از ۸ دقیقه، ۸۰٪ ترکیب شونده‌ی A با غلظت اولیه $1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ تبدیل می‌گردد. پس از ۱۸ دقیقه میزان تبدیل به ۹۰٪ رسیده است معادله‌ی سرعت این واکنش را تعیین کنید.

$$-r_A = 0.5 C_A^2 \quad (۴) \quad -r_A = 2 C_A^{0.5} \quad (۳) \quad -r_A = 0.5 C_A \quad (۲) \quad -r_A = 0.5 C_A^{1.5} \quad (۱)$$

۳- واکنش موازی و برگشت پذیر زیر در فاز مایع و در یک راکتور مخلوط شونده پیوسته (mixed) انجام می‌شود. زمان اقامت در راکتور τ است و دما ثابت می‌باشد.



$$k_1 = k'_1 = k_p = k'_p = 1 \text{ min}^{-1}$$



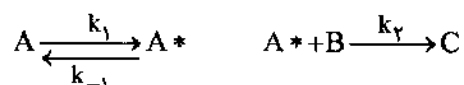
خوراک متشکل از A به غلظت $C_{A_0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ و فاقد R و S می‌باشد. غلظت A در جریان خروجی از راکتور چیست؟

$$C_A = \frac{(1+\tau)^2}{2\tau^2+3} \quad (۴) \quad C_A = \frac{\tau^2}{2(1+\tau)^2} \quad (۳) \quad C_A = \frac{1+\tau}{1+3\tau} \quad (۲) \quad C_A = \frac{1+3\tau}{2(3+\tau)} \quad (۱)$$

۴- در حال حاضر ۷۰٪ جسم A وسط یک واکنش درجه‌ی دو در یک راکتور مخلوط شونده پیوسته به محصولات واکنش تبدیل می‌شود. اگر راکتور دومی مشابه با راکتور اول به طور سری به آن وصل کنیم، برای خوراک و شدت جریان فعلی با افزایش این راکتور میزان تبدیل چند درصد خواهد بود؟

$$۸۰ \quad (۱) \quad ۷۶ \quad (۲) \quad ۷۰ \quad (۳) \quad ۸۶ \quad (۴)$$

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



رابطه سرعت تبدیل A کدام گزینه است؟

$$(1) \frac{k_1 k_2 C_A}{1 + k_2 C_B} \quad (2) \frac{k_1 k_2 C_A}{k_2 C_B} \quad (3) \frac{k_1 C_A}{k_{-1} k_2} \quad (4) \frac{k_1 k_2 C_A C_B}{k_{-1} + k_2 C_B}$$

۶- واکنش درجه دوم فاز گاز $A \rightarrow 2B$ در یک راکتور لوله‌ای پیوسته (PFR) با خوراک A ۲۵٪ و مابقی گاز بی‌اثر صورت می‌گیرد. درصد تبدیل ۴۰ و در خروجی از راکتور فشار به نصف فشار خوراک ورودی کاهش و دمای مطلق به میزان ۲۰٪ افزایش می‌یابد. غلظت A در خروجی از این راکتور چند درصد غلظت آن در ورودی است؟

$$(1) 33 \quad (2) 28 \quad (3) 22 \quad (4) 54$$

۷- واکنش $A \rightarrow B$ از دو طریق همگن با انرژی فعالیت $\frac{40}{\text{mol}} \text{ kcal}$ و کاتالیستی با انرژی فعالیت $\frac{20}{\text{mol}} \text{ kcal}$ قابل انجام است.

اگر ثابت سرعت واکنش کاتالیستی در 500 K ، e^{18} برابر ثابت سرعت واکنش همگن باشد، در چه دمایی ثابت سرعت دو

واکنش یکسان می‌شود؟ فرض شود فاکتور پیش فرکانس با دما تغییر نمی‌کند و $R = 2 \frac{\text{cal}}{\text{mol.K}}$ است.

$$(1) 2000 \text{ K} \quad (2) 4000 \text{ K} \quad (3) 5000 \text{ K} \quad (4) 1000 \text{ K}$$

۸- واکنش فاز گاز $A \rightarrow P$ در یک راکتور دیفرانسیلی در فشار ثابت 1 atm و دمای 272 K صورت می‌گیرد. A خالص با دبی

$100 \frac{\text{ml}}{\text{min}}$ وارد راکتور با حجم 1 ml می‌شود. اگر خروجی راکتور P ۲/۲۴٪ داشته باشد، سرعت واکنش بر حسب

$$\frac{\text{mol}}{\text{ml.min}} \text{ چقدر است؟ } R = 82 \frac{\text{ml.atm}}{\text{mol.K}}$$

$$(1) 10^{-4} \quad (2) 10^{-6} \quad (3) 10^{-7} \quad (4) 10^{-2}$$

۹- یک بسب کالریمتری درون یک مخزن آب قرار دارد. واکنشی درون بسب کالریمتری صورت گرفته و در مدت ده دقیقه گرمایی

معادل 1000 KJ از طریق بسب به آب منتقل می‌شود. در همین مدت مقدار 50 KJ گرما از مخزن آب به هوا منتقل می‌شود.

درون مخزن آب همزنی به توان مصرفی 200 وات کار می‌کند. در این مدت ده دقیقه تغییر انرژی داخلی آب چند کیلوژول است؟

$$(1) 1070 \quad (2) 930$$

$$(3) 830 \quad (4) 1170$$

۱۰- برای یک محلول دو جزئی مایع رابطه $\frac{G^E}{RT} = \beta x_1 x_2$ در دما و فشار ثابت برقرار است که در آن β مقدار ثابتی است و

حالت استاندارد برای هر دو سازنده بر طبق مدل لونیس رندال می‌باشد. اگر حالت استاندارد سازنده اول بر مبنای قانون

$$\text{هنری باشد تابع } \left(\frac{G^E}{RT} \right)^{*1} \text{ چیست؟}$$

$$(1) +\beta x_1^2 \quad (2) -\beta x_1^2$$

$$(3) -\beta x_1^2 \quad (4) \beta(x_1 x_2 - 1)$$

۱۱- برای یک مخلوط دو جزئی در یک دما و فشار مشخص داریم $\bar{V}_1 = 2x_1^3 - 3x_1^2 + 21$ و داریم $V_2 = 30$ مقدار $\bar{V}_2^\infty$ چیست؟

- (۱) ۳۲ (۲) ۲۸ (۳) ۲۵ (۴) ۳۶

۱۲- یک مول از یک سیستم مایع تک فاز دو جزئی هم مولی به طور کاملاً پیوسته و پایدار (یکنواخت) وارد یک بویلر می‌شود و به صورت مایع و بخار خارج می‌گردد. در صورتی که ۴۰٪ مولی از آن به صورت بخار خارج شود و کسر مولی سازندهٔ اول در

فاز مایع برابر ۰/۲ باشد نسبت تعادلی $\left(\frac{y_2}{x_2}\right)$ برای سازندهٔ دوم چیست؟ مایع و بخار خروجی از بویلر در حالت تعادل فرض می‌شوند.

- (۱) ۰/۳۲۵ (۲) ۰/۳۷۵ (۳) ۰/۴۱۵ (۴) ۰/۲۶۵

۱۳- جسم جامدی به دمای ۶۰۰°K در هوای آزاد به دمای ۳۰۰°K کاملاً سرد می‌شود. تغییر خالص آنتروپی این تحول چیست؟ در صورتی که حاصلضرب جرم در گرمای ویژهٔ آن جسم برابر ۱۰ باشد. (واحدها اختیاری و هماهنگ است.)

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

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۵

۱۴- سیلندر و پیستونی محتوی دو واحد جرم از یک گاز واقعی می‌باشد که برای آن معادلهٔ ویریال به شکل $Z = 1 + B'P$ صادق است. در دمای ثابت T آن گاز را از فشار ۱ MPa به فشار ۱۰ MPa متراکم می‌کنیم. تغییر انرژی آزاد هلمهولتز آن گاز چیست؟ برای یک واحد جرم داریم $RT = 200$ و واحدها اختیاری و هماهنگ است.

می‌دانیم که: $\ln 2 = 0.7$, $\ln 5 = 1.6$

- (۱) ۱۸۴۰ (۲) ۱۲۴۰ (۳) ۹۲۰ (۴) ۳۶۸۰

۱۵- ضریب تراکم‌پذیری برای بخار اشباع یک مایع خالص معمولی نسبتاً سنگین در دمای نسبتاً بالای T برابر $z_f = 0.8$ و فشار بخار اشباع آن در این دما برابر یک بار می‌باشد. ضریب فوگاسیتهٔ آن مایع در همان دمای T و فشار ۱۰ بار تقریباً چیست؟

داده‌ها: $\text{Exp } 1 = 2.72$, $\text{Exp } 2 = 7.39$, $\text{Exp } 3 = 1.25$, $\text{Exp } 4 = 1.1$

- (۱) ۰/۰۴ (۲) ۰/۰۰۸ (۳) ۰/۰۰۴ (۴) ۰/۰۸

- ۱۶- ضریب ویریال مرتبه دوم (B) یک گاز از رابطه $B = b - \frac{a}{T^2}$ به دست می‌آید که در آن a و b ثابت هستند و T بر حسب درجه کلوین است. معادله ویریال به شکل $Z = 1 + B'P$ صادق است. تغییر انتالپی آن گاز در دمای ثابت T موقعی که فشار از یک مقدار خیلی خیلی کم تا فشار P تغییر کند چیست؟

$$\begin{aligned} (1) \quad RT - PV + \frac{Pa}{T^2} \\ (2) \quad PV - RT + \frac{Pa}{T^2} \\ (3) \quad -\frac{Pa}{T^2} \\ (4) \quad PV - RT - \frac{Pa}{T^2} \end{aligned}$$

- ۱۷- در مخزن عایقی در فشار یک آتمسفر یک کیلوگرم آب مایع بسیار خالص در حالت تأخیر در انجماد در 4°C به سر می‌برد. یک کریستال بسیار کوچک یخ به این مایع اضافه می‌کنیم. تغییر خالص آنتروپی تحول اتفاق افتاده چیست؟ قدر مطلق گرمای انجماد آب در صفر درجه سانتی‌گراد برابر b_1 و در دمای 4°C برابر b_2 است. گرمای ویژه آب مایع در این شرایط برابر c می‌باشد. واحدها همه هماهنگ است.

$$\begin{aligned} (1) \quad c \ln \frac{273/15}{269/15} + \frac{P_c}{273/15} \times \frac{(-b_1)}{273/15} \\ (2) \quad c \ln \frac{273/15}{269/15} + \frac{P_c}{273/15} \\ (3) \quad c \ln \frac{273/15}{269/15} - \frac{P_c}{273/15} \\ (4) \quad c \ln \frac{269/15}{273/15} - \frac{P_c}{273/15} \times \frac{b_1}{273/15} \end{aligned}$$

- ۱۸- مخزنی به حجم ۴۰ لیتر محتوی هوای فشرده در دمای محیط (25°C) و فشار ۱۰ MPa می‌باشد. در این مخزن یک سوراخ بسیار کوچک ایجاد شده و پس از یک مدت طولانی فشار هوای درون مخزن به ۲/۵ MPa کاهش پیدا می‌کند. مقدار حرارت مبادله شده بین مخزن و محیط در این مدت بر حسب کیلوژول چقدر است؟ هوا را گاز کامل فرض کنید.

$$\begin{aligned} (1) \quad 300 \\ (2) \quad 200 \\ (3) \quad 100 \\ (4) \quad 400 \end{aligned}$$

- ۱۹- بر روی سطح بسیار وسیعی از آب یک جسم بی‌وزن استوانه‌ای شکل به قاعده 1 m^2 و ارتفاع ۲۰ cm قرار دارد (از طرف قاعده). عمق آب ۴۰ cm می‌باشد. حداقل مقدار کار لازم برای آنکه این جسم به عمق آب برسد تقریباً چند کیلوژول است؟ دانسیته آب $1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ و فشار هوا برابر یک بار می‌باشد.

$$\begin{aligned} (1) \quad 1/8 \\ (2) \quad 1/2 \\ (3) \quad 5/6 \\ (4) \quad 2/4 \end{aligned}$$

۲۰- در زیر یک پیستون عایق بدون اصطکاک در داخل یک سیلندر عایق کاری شده یک واحد جرم گاز کامل با گرماهای ویژه ثابت C_p و C_v در دمای خیلی پایین T_0 و فشار یک بار قرار دارد و دستگاه در حال تعادل است. در اثر حادثه‌ای عایق کاری سیلندر نقص پیدا می‌کند و گرما از محیط که دمای آن T_∞ فرض می‌شود به داخل سیلندر انتقال پیدا می‌کند. شدت انتقال گرما با اختلاف دمای محیط و دمای گاز متناسب است و در لحظه اول برابر یک وات می‌باشد. تغییرات دمای گاز (T) بر حسب درجه کلوین) بر حسب زمان (t بر حسب ثانیه) چیست؟ T_0 و T_∞ بر حسب درجه کلوین و سایر واحدها هماهنگ با واحد شدت انتقال گرما می‌باشد.

$$\frac{T_\infty - T}{T_\infty - T_0} = \exp\left[\frac{-t}{C_p(T_\infty - T_0)}\right] \quad (۲) \quad \frac{T_\infty - T}{T_\infty - T_0} = \exp\left[\frac{-t}{\gamma C_p(T_\infty - T_0)}\right] \quad (۱)$$

$$\frac{T_\infty - T}{T_\infty - T_0} = \exp\left[\frac{-t C_v}{R C_p(T_\infty - T_0)}\right] \quad (۴) \quad \frac{T_\infty - T}{T_\infty - T_0} = \exp\left[\frac{-t}{C_p(T_\infty - T_0)}\right] \quad (۳)$$

۲۱- اگر فلاکس انتقال جرم A در یک سیستم دو جزئی A و B ، در اثر نفوذ مولکولی به صورت $J_A^* = \rho_A(u_A - U)$ تعریف شود، کدام عبارت زیر صحیح است؟ (U سرعت متوسط مولی مخلوط، u سرعت متوسط جرمی مخلوط، C غلظت مولی و ρ دانسیته جرمی است.)

$$J_A^* = J_B^* \text{ می‌باشد.} \quad (۱) \quad J_A^* + J_B^* = C(U - u) \text{ خواهد بود.} \quad (۲)$$

$$J_A^* + J_B^* = \rho(u - U) \text{ خواهد بود.} \quad (۳) \quad J_A^* + J_B^* = 0 \text{ می‌باشد.} \quad (۴)$$

۲۲- در یک لایه مایع تقطیر و بر مبنای روش مک کیب - تیلی، جهت نفوذ و حرکت توده‌ای جزء A (جزء سبک‌تر) چگونه است؟

- (۱) نفوذ A و حرکت توده‌ای A همسو و به سمت فصل مشترک است.
- (۲) حرکت توده‌ای A دو طرفه و به سمت فصل مشترک است و همواره فقط نفوذ A به سمت فصل مشترک مشاهده می‌شود.
- (۳) حرکت نفوذ A دو طرفه و فقط حرکت توده A به سمت فصل مشترک خواهد بود.
- (۴) نفوذ A و حرکت توده‌ای A غیر همسو و نفوذ به سمت فصل مشترک است.

۲۳- قانون اول فیک به صورت (۱) $J_{Az} = -D_{AB} \frac{dp_A}{dz}$ و (۲) $J_{Az} = -CD_{AB} \frac{dx_A}{dz}$ است، در رابطه (۱) و در رابطه (۲) است.

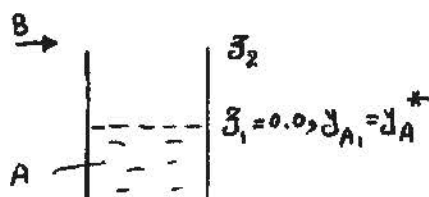
(۱) غلظت مولی کل ثابت - غلظت مولی کل متغیر

(۲) دانسیته جرمی کل ثابت - دانسیته جرمی کل متغیر

(۳) غلظت مولی کل ثابت - غلظت مولی کل متغیر

(۴) دانسیته جرمی کل ثابت - دانسیته جرمی کل متغیر

۲۴- تبخیر و انتقال جرم A در لایه گازی مطابق شکل زیر صورت می‌گیرد. جذب B در مایع A در حد صفر است. جریان خالص B روی لوله آزمایش جاری است. غلظت جزء B در نقطه‌ای به فاصله z_p از محل تماس گاز به مایع چقدر است؟



$$(1 - y_A^*)^{z_p / z_p^*} \quad (۱)$$

$$(1 - y_A^*)^{z_p / z_p^*} \quad (۲)$$

$$(1 - y_A^*)^{z_p / z_p^*} \quad (۳)$$

$$(1 - y_A^*)^{z_p / z_p^*} \quad (۴)$$

۲۵- انتقال جرم A در یک بستر کاتالیستی و واکنش هتروژنی $A \rightarrow A_p$ در موضع خاص صورت می‌گیرد. فلاکس انتقال جرم A در آن موضع خاص به صورت $N_{Az} = 2CK \ln \frac{1}{1 - \frac{1}{2} x_{A_0}}$ که x_{A_0} غلظت جزء A در توده گاز و در موضع خاص می‌باشد. اگر C غلظت کل و K ثابت سرعت واکنش هتروژنی باشد آنگاه:

- (۱) واکنش کند است لیکن ضریب نفوذ بسیار کوچک و ثابت سرعت واکنش خیلی بزرگ است.
- (۲) واکنش سریع است اما ثابت سرعت واکنش کوچک و ضریب نفوذ خیلی بزرگ است لذا ثابت سرعت واکنش در رابطه دیده می‌شود و ضریب نفوذ حذف شده است.
- (۳) واکنش کند است، لیکن ضخامت لایه انتقال جرم به مراتب کوچکتر است از حاصل تقسیم ضریب نفوذ به ثابت سرعت واکنش
- (۴) واکنش نمی‌تواند کند باشد، زیرا اگر واکنش کند باشد باید ضریب نفوذ در رابطه فلاکس دیده شود نه ثابت سرعت واکنش

۲۶- رابطه نیومن برای دستیابی به راندمان انتقال جرم درون یک کره به صورت زیر به دست آمده است. کدام گزینه زیر صحیح است؟

$$\frac{C_{A_0} - \overline{C_A}}{C_{A_0} - C_A^*} = 1 - \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp\left(\frac{-Dn^2 \cdot \pi^2 \cdot \theta}{r_s^2}\right)$$

- (۱) این رابطه در شرایط دانسیته جرمی کل یا غلظت مولی کل ثابت به دست آمده و لذا برای یک قطعه جامد کروی صحیح است.
- (۲) این رابطه در شرایط بدون واکنش و با حرکت توده‌ای و برای یک قطره مایع کوچک است.
- (۳) این رابطه در شرایط با و بدون واکنش شیمیایی و عدم حرکت توده‌ای درون کره است.
- (۴) این رابطه در شرایط بدون واکنش شیمیایی و عدم حرکت توده‌ای درون کره به دست آمده است لذا برای یک قطره کوچک مایع صحیح می‌باشد.

۲۷- انتقال جرم از سیال گاز به مایع در حال ریزش روی دیواره عمودی صورت می‌گیرد. طول دیواره L و عرض آن W است. ضریب انتقال جرم متوسط در طول عملیات k_{av} فرض می‌شود. بر اساس نظریه Sherwood-Pigford می‌توان نشان داد، کل جرم انتقالی برابر است با:

$$W_A = \omega L M_A \left(\frac{r D \cdot V_{\max}}{\pi L} \right)^{\frac{1}{r}} (C_{A_i} - C_{A_0})$$

در صورتی که $\Gamma \cdot V_{\max} = \frac{r \Gamma}{r \rho \delta}$ و δ به ترتیب دبی جرمی مایع به ازاء عرض دیواره و δ عمق مایع روی دیواره باشد

آنگاه کدام رابطه زیر صحیح است؟ $\left(Re = \frac{r \Gamma}{\mu} \right)$

$$k_{av} = \left(\frac{r}{2\pi} \cdot \frac{\delta}{L} \cdot Re \cdot Sc \right)^{\frac{1}{r}} \quad (۲)$$

$$k_{av} = \frac{r}{2\pi} \cdot Re^{\frac{1}{r}} \cdot Sc^{\frac{1}{r}} \quad (۱)$$

$$k_{av} = \frac{r}{2\pi} \cdot Re \cdot Sc^{\frac{1}{r}} \quad (۴)$$

$$k_{av} = \frac{r}{2} (Re \cdot Sc)^{\frac{1}{r}} \quad (۳)$$

۲۸- حرکت یک حباب کروی به قطر 10 mm درون فاز مایع متلاطم و انتقال جرم A از حباب کروی به مایع خالص B را در نظر بگیرید. با توجه به میزان تلاطم فاز مایع اندازه‌ادی‌ها بر اساس تئوری کولموگراف 3 mm به دست آمده است. در یک لحظه یک ادی به حباب کروی چسبیده روی آن حرکت می‌کند. در صورتی که این ادی پس از طی مسافتی و پس از یک ثانیه از آن جدا شود. به نظر شما غلظت A درون ادی پس از جدا شدن از حباب و فرار گرفتن در میدان تلاطم چند $\frac{\text{kmol}}{\text{m}^3 \cdot \text{s}}$ خواهد بود؟

$$(C_A^* = 0.01, D = 1.2 \times 10^{-9} \frac{\text{m}^2}{\text{s}})$$

$$(1) \quad 2.34 \times 10^{-4} \quad (2) \quad 8.4 \times 10^{-4}$$

$$(3) \quad 3.6 \times 10^{-4} \quad (4) \quad 1.54 \times 10^{-4}$$

۲۹- قیاس کابرن در کدام یک از حالات زیر صحیح است؟

- (۱) حرکت سیال عمود بر کره
(۲) حرکت سیال درون ستون پر شده
(۳) حرکت سیال درون لوله افقی یا عمودی
(۴) حرکت سیال عمود بر استوانه

۳۰- ظرف بزرگی از پارافین مذاب موجود است و دمای آن در دمای ذوب پارافین (T_m) ثابت نگه داشته می‌شود. در لحظه $t=0$ یک کره کوچک با شعاع R_0 و دمای ثابت T_0 درون پارافین مذاب قرار داده می‌شود. کدام گزینه معادله تغییرات شعاع پارافین جامد تشکیل شده در اطراف کره را نشان می‌دهد؟ یادآور می‌شود $T_s < T_m$ می‌باشد. ΔH_m گرمای نهان ذوب پارافین و K ضریب هدایت حرارتی پارافین جامد می‌باشد.

$$(1) \quad \frac{dr}{dt} = \frac{k(T_m - T_s)R_s}{r\Delta H_m(r - R_s)\rho}$$

$$(2) \quad \frac{dr}{dt} = \frac{k(T_m - T_s)R_s}{r^2\Delta H_m(r - R_s)\rho}$$

$$(3) \quad \frac{dr}{dt} = \frac{k(T_m - T_s)R_s^2}{r^2\Delta H_m(r - R_s)\rho}$$

$$(4) \quad \frac{dr}{dt} = \frac{rnk(T_m - T_s)R_s}{\rho\Delta H_m \ln \frac{r}{R_s}}$$

۳۱- ترم اتلاف ناشی از ویسکوزیته (viscous dissipation) در معادله بقاء انرژی در چه شرایطی حائز اهمیت است؟

- (۱) برای حالتی که سیال با سرعت خیلی بالا حرکت می‌کند.
(۲) در تمامی راکتورهای شیمیایی که واکنش آنها در فاز مایع صورت می‌گیرد حائز اهمیت است.
(۳) برای سیالات با ویسکوزیته خیلی بزرگ و یا در حالت وجود گرادیان سرعت خیلی زیاد.
(۴) برای حالتی که ویسکوزیته سیال خیلی بزرگ و سرعت حرکت سیال کوچک باشد.

۳۲- دو گلوله کروی با شعاع ۵ و ۱۰ سانتی متر که از دو جنس متفاوت تشکیل شده‌اند در ابتدا در دمای ثابت و یکنواخت T_i قرار دارند. به طور همزمان این دو گلوله جهت گرمایش درون کوره‌ای قرار می‌گیرند. اگر بعد از گذشت ۲۰۰ ثانیه اعداد فوریه مربوط به دو گلوله به ترتیب ۸/۰ و ۶/۰ باشند نسبت ضریب نفوذ حرارتی ((Thermal diffusivity)) کره کوچکتر به بزرگتر کدام است؟

- (۱) ۲/۰
(۲) ۳۳/۵
(۳) ۳۳/۳
(۴) ۳۳/۰

۳۳- ظرف آبی را در نظر بگیرید که حاوی m_w کیلوگرم آب در دمای اولیه T_{wi} است. در زمان $t = 0$ گلوله‌ای به جرم m_s و دمای اولیه T_{si} به درون این ظروف انداخته می‌شود اگر T_w و T_s دماهای لحظه‌ای آب و گلوله باشند و ظرف آب نسبت به محیط ایزوله باشد کدام رابطه بیانگر معادله تغییرات دمای گلوله نسبت به زمان است. آب درون ظرف توسط همزن همزنده می‌شود و در درون گلوله توزیع دمایی وجود ندارد. h ضریب انتقال حرارتی جابجایی بین گلوله و آب است.

$$\frac{dT_s}{dt} = \frac{-hA_s}{m_s C_{p_s}} \left[\left(1 - \frac{m_s C_{p_s}}{m_w C_{p_w}}\right) T_s - T_{wi} - \frac{m_s C_{p_s}}{m_w C_{p_w}} T_{si} \right] \quad (۱)$$

$$\frac{dT_s}{dt} = \frac{-hA_s}{m_s C_{p_s}} \left[\left(1 + \frac{m_s C_{p_s}}{m_w C_{p_w}}\right) T_s - T_{wi} - \frac{m_s C_{p_s}}{m_w C_{p_w}} T_{si} \right] \quad (۲)$$

$$\frac{dT_s}{dt} = \frac{-hA_s}{m_s C_{p_s}} \left[T_s - T_{si} - \frac{m_s C_{p_s}}{m_w C_{p_w}} T_{wi} \right] \quad (۳)$$

$$\frac{dT_s}{dt} = \frac{-hA_s}{m_s C_{p_s}} \left[T_s - T_{wi} - \frac{m_s C_{p_s}}{m_w C_{p_w}} T_{si} \right] \quad (۴)$$

۳۴- آب درون لوله‌ای با رژیم حرکتی آرامی در جریان است. توزیع شعاعی سرعت آب در درون لوله به صورت تابع $U(r)$ در اختیار شماست. آب تحت تأثیر دمای گرم دیواره گرم می‌شود و توزیع دمای شعاعی آب در نقطه‌ای معین از طول لوله به صورت $T(r)$ مشخص است. دمای متوسط توده این سیال در نقطه مورد نظر از کدام رابطه به دست می‌آید؟

$$\bar{T} = \frac{\int_0^R T(r) dr}{R} \quad (۱)$$

$$\bar{T} = \frac{\int_0^R u(r) T(r) dr}{\int_0^R u(r) dr} \quad (۲)$$

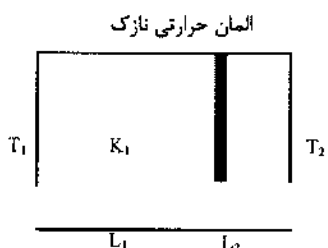
$$\bar{T} = \frac{\int_0^R r T(r) dr}{\int_0^R r u(r) dr} \quad (۳)$$

$$\bar{T} = \frac{\int_0^R r u(r) T(r) dr}{\int_0^R r u(r) dr} \quad (۴)$$

۳۵- مطابق شکل دیواره‌ای مرکب از سه جسم مختلف تشکیل شده است. دیواره وسط با ضخامت ناچیز در واقع یک آلمان

حرارتی تخت است که فشار حرارتی $\left(\frac{w}{m} q''\right)$ را تولید می‌کند. دو طرف مجموعه مطابق شکل در دماهای T_2, T_1 قرار

دارد. کدام رابطه در خصوص دمای آلمان حرارتی درست است؟



$$T = \frac{q'' L_1 L_2 - K_2 L_1 T_2 + K_1 L_2 T_1}{K_2 L_1 - K_1 L_2} \quad (1)$$

$$T_s = \frac{-q'' L_1 L_2 - K_2 L_1 T_2 - K_1 L_2 T_1}{K_2 L_1 + K_1 L_2} \quad (2)$$

$$T = \frac{q'' L_1 L_2 + K_2 L_1 T_2 + K_1 L_2 T_1}{K_2 L_1 + K_1 L_2} \quad (3)$$

$$T_s = \frac{-q'' L_1 L_2 + K_2 L_1 T_2 + K_1 L_2 T_1}{K_2 L_1 + K_1 L_2} \quad (4)$$

۳۶- کدام عبارت صحیح تر است؟

- (۱) لایه مرزی حرارتی در فلزات مذاب یا نمک آنها کوچک‌تر از لایه مرزی سیالاتی است.
- (۲) فلزات مذاب یا نمک آنها کوچک بوده و ضخامت لایه مرزی سیالاتی کوچکی دارند.
- (۳) فلزات مذاب یا نمک آنها به دلیل Pr بزرگ جهت تبادل حرارت در راکتورهای دما بالا استفاده می‌شوند.
- (۴) ضخامت لایه مرزی حرارتی فلزات مذاب یا نمک آنها کوچک است و این مسئله باعث می‌شود مقدار ضریب انتقال حرارت جابجایی آنها بزرگ باشد.

۳۷- افت فشار به ازاء واحد طول لوله $\frac{\Delta P}{L}$ در یک جریان لامینار چقدر است؟ (d قطر لوله، μ ویسکوزیته، γ کشش سطحی و

$\bar{v}$ سرعت متوسط)

$$\frac{d^2}{32\mu\bar{v}} \quad (1)$$

$$\frac{32\mu\bar{v}L}{\gamma d^2} \quad (2)$$

$$\frac{32\mu\bar{v}}{d^2} \quad (3)$$

$$\frac{64\mu}{\rho\bar{v}d} \quad (4)$$

۳۸- در جریان لامینار در داخل لوله به شعاع d مقاداردبی جریان از کدام رابطه زیر به دست می‌آید؟ (ΔP افت فشار در طول L می‌باشد.)

$$Q = \frac{128\mu L}{\pi d^3 \Delta P} \quad (2)$$

$$Q = \frac{\pi d^3 \Delta P}{128\mu L} \quad (1)$$

$$Q = \frac{\pi d^4 \Delta P}{128\mu L} \quad (4)$$

$$Q = \frac{128\mu L}{\pi d^4 \Delta P} \quad (3)$$

۳۹- در جریان توربولنت در داخل لوله‌ها و در اعداد رینولدز بالا، کدام یک از عبارات‌های زیر صحیح‌تر است؟

(۱) ضریب اصطکاک فقط تابعی از عدد رینولدز می‌باشد.

(۲) ضریب اصطکاک مقدار ثابتی بوده و مستقل از عدد رینولدز و زبری نسبی $\left(\frac{\epsilon}{d}\right)$ خواهد بود.

(۳) ضریب اصطکاک تابعی از عدد رینولدز و زبری نسبی $\frac{\epsilon}{d}$ است.

(۴) ضریب اصطکاک تابعی از زبری نسبی $\frac{\epsilon}{d}$ می‌باشد.

۴۰- کدام یک از رابطه‌های زیر معرف معادله پیوستگی نیست؟ (ρ ثابت نیست).

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho U_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho U_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho U_z)}{\partial z} = 0 \quad (2) \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho U_i)}{\partial x_i} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{D\rho}{Dt} + \rho \frac{\partial U_i}{\partial x_i} = 0 \quad (4) \quad \frac{\partial U_x}{\partial x} + \frac{\partial U_y}{\partial y} + \frac{\partial U_z}{\partial z} = 0 \quad (3)$$

۴۱- کدام یک از ترم‌های زیر در جریان توربولنت نشان دهنده (turbulent shear stress) است؟ (ρ دانسیته و u', v', w' ،

velocity fluctuations در جهت‌های x, y, z هستند).

$$-\rho u'w', -\rho u'v' \quad (2) \quad -\rho w'^2 \quad (1)$$

$$-\rho v'^2, -\rho u'^2 \quad (4) \quad -\rho u'^2, -\rho u'v' \quad (3)$$

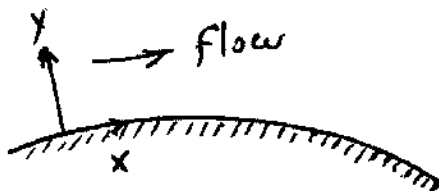
۴۲- در حرکت سیال بر روی یک صفحه، در کدام یک از حالت‌های زیر شروع جدایی لایه مرزی اتفاق می‌افتد؟

$$\frac{dp}{dx} > 0, \frac{\partial u}{\partial y}|_{y=0} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{dp}{dx} > 0, \frac{\partial u}{\partial y}|_{y=0} > 0 \quad (2)$$

$$\frac{dp}{dx} < 0, \frac{\partial u}{\partial y}|_{y=0} < 0 \quad (3)$$

$$\frac{dp}{dx} > 0, \frac{\partial u}{\partial y}|_{y=0} > 0 \quad (4)$$



۴۳- اگر سرعت سیال در روی لایه مرزی بر روی یک صفحه را به صورت زیر ارائه داد

$$\frac{U}{U_\infty} = \frac{Y}{\delta}$$

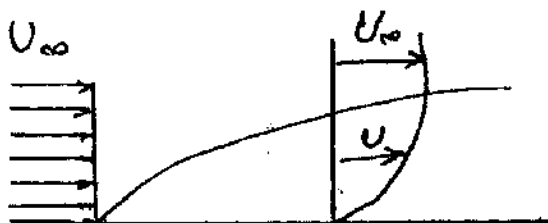
که در آن δ ضخامت لایه مرزی است. در این صورت the displacement thickness (δ^*) برابر خواهد بود با:

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

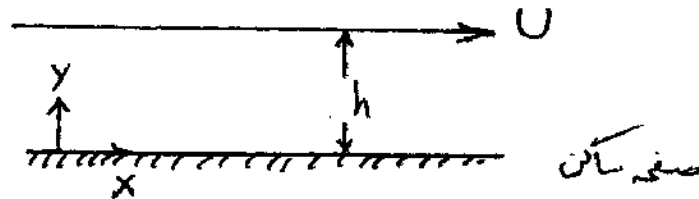
$$\frac{\delta}{2} \quad (2)$$

$$\frac{\delta}{3} \quad (3)$$

$$\frac{\delta}{4} \quad (4)$$



۴۴- در حرکت سیال در جریان لامینار بین دو صفحه به صورت زیر



کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟

(۱) همیشه پروفایل سرعت به صورت $U = -\frac{1}{2\mu} \frac{dp}{dx} (hy - y^2)$ خواهد بود.

(۲) وقتی صفحه بالایی با سرعت ثابت U حرکت می‌کند در این صورت حتماً بایستی $\frac{dp}{dx} > 0$ باشد تا جریان سیال وجود داشته باشد.

(۳) اگر $\frac{dp}{dx} = 0$ باشد به هیچ وجه در جهت x نمی‌توان جریان سیال داشت.

(۴) حتی اگر $\frac{dp}{dx} = 0$ باشد در این صورت جریان سیال به سمت جلو می‌تواند موجود باشد.

۴۵- برای آنالیز جریان سیال نیوتنی تراکم‌پذیر و به دست آوردن توزیع سرعت، احتیاج به حل همزمان تعدادی معادله از قرار زیر است.

(۱) ۴ معادله (۳ معادله حرکت و یک معادله انرژی)

(۲) ۱۵ معادله (۳ معادله حرکت، یک معادله پیوستگی، یک معادله حالت، یک معادله انرژی و ۹ معادله نیوتنی ویسکوزیته)

(۳) ۵ معادله (۳ معادله حرکت، یک معادله انرژی و یک معادله حالت)

(۴) ۴ معادله (۳ معادله حرکت و یک معادله پیوستگی)