

کد کنترل

334

E



334E

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه

۹۸/۱۲/۹



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

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

آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) – سال ۱۳۹۹

رشته 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: 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 یا متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱۳۹۹

* 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 پاسخنامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

- ۱- واکنش $A \rightarrow 2B$ با سرعت $-r_A = kC_A$ در یک راکتور مخزنی همزن دار پیوسته (CSTR) صورت می‌گیرد و تبدیل A ۵۰ درصد است. اگر شدت حجمی خوراک نصف شود درصد تبدیل چقدر می‌شود؟
 (۱) ۶۰ (۲) ۶۶٫۶ (۳) ۷۵ (۴) ۸۷٫۵
- ۲- واکنش‌های زیر در فاز مایع در یک راکتور ناپیوسته (Batch) صورت می‌گیرند:

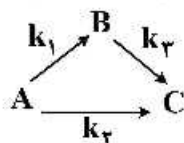


- خوراک حاوی A و B هر یک به غلظت $10 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ می‌باشد. اگر در پایان واکنش ۷۰ درصد B مصرف و غلظت نهایی C $2 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ باشد، غلظت نهایی D بر حسب $\frac{\text{mol}}{\text{l}}$ چقدر است؟
 (۱) ۲ (۲) ۱٫۵ (۳) ۱ (۴) ۰٫۵

- ۳- واکنش $A \rightarrow B$ با سرعت $-r_A = k$ در ۳ راکتور لوله‌ای پیوسته (PFR) هر یک به حجم 0.5 m^3 که به صورت موازی متصل می‌باشند صورت می‌گیرد. خوراک A خالص با غلظت $C_{A0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ ، شدت حجمی خوراک $3 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ و ثابت سرعت واکنش $k = 1/5 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3 \cdot \text{h}}$ است. درصد تبدیل A در حالت بهینه تقسیم خوراک چقدر است؟
 (۱) ۳۳٫۳ (۲) ۵۰ (۳) ۶۶٫۶ (۴) ۷۵

- ۴- واکنش‌های درجه یک زیر در فاز مایع در یک راکتور مخزنی همزن دار پیوسته (CSTR) صورت می‌گیرند:

$$k_1 = 4k_2 = 2k_3 = 0.08 \text{ min}^{-1}$$



چنانچه $\tau = 10 \text{ min}$ باشد درصد تبدیل A برای خوراک حاوی A خالص چقدر است؟

(۱) ۳۳٫۳

(۲) ۵۰

(۳) ۶۶٫۶

(۴) ۷۵

۵- واکنش‌های زیر در فاز مایع با خوراک A خالص در یک راکتور مخزنی همزن دار پیوسته (CSTR) صورت می‌گیرند:



اگر غلظت B در خروجی ۲ برابر غلظت C باشد نسبت $\frac{k_1}{k_2}$ چقدر است؟

- (۱) $\frac{1}{2}$ (۲) $\frac{3}{2}$ (۳) ۲ (۴) ۴

۶- واکنش فاز مایع نیوتنی $A \xrightarrow{k} B$ با درجه صفر در یک راکتور ناپیوسته انجام می‌شود. اگر در شروع واکنش با

غلظت A خالص به مقدار ۲ مولار و ثابت سرعت واکنش $0.2 \frac{\text{mol}}{\text{l} \cdot \text{min}}$ باشد. چند دقیقه طول می‌کشد تا واکنش

متوقف شود؟

- (۱) ۵۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۱۲۰ (۴) این واکنش هرگز به پایان نمی‌رسد.

۷- واکنش‌های ابتدایی و موازی $A \xrightarrow{k_1} 3B$ و $A \xrightarrow{k_2} 5C$ با خوراک خالص A در فاز مایع نیوتنی در یک

راکتور پلاگ تحت شرایط ایزوثرمال انجام می‌شود. اگر نسبت تعداد مول‌های تولیدی B به C برابر با ۶ به ۱ باشد،

نسبت k_1 به k_2 چه مقدار است؟

- (۱) ۱۸ (۲) ۱۵ (۳) ۱۰ (۴) ۵

۸- یک واکنش سری $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$ در یک راکتور مخزنی همزن دار پیوسته (CSTR) انجام می‌شود. اگر

k_1 و k_2 دارای واحد معکوس زمان باشند و τ زمان ماند داخل راکتور، آنگاه غلظت R (C_R) در خروجی از

راکتور کدام است؟ ضمناً خوراک حاوی هر دو A و R است.

$$\begin{aligned} (1) & \frac{C_{R_0}}{1 + k_2 \tau_m} \\ (2) & \frac{k_1 C_{A_0}}{1 + k_2 \tau_m} \\ (3) & \frac{k_1 k_2 C_{A_0}}{(1 + k_1 \tau_m)(1 + k_2 \tau_m)} \\ (4) & \frac{k_1 \tau_m C_{A_0}}{(1 + k_2 \tau_m)(1 + k_1 \tau_m)} + \frac{C_{R_0}}{1 + k_2 \tau_m} \end{aligned}$$

۹- واکنش فاز مایع $A \rightarrow 2R$ در دو راکتور مخزنی همزن دار پیوسته (CSTR) که به صورت سری قرار گرفته‌اند

انجام می‌شود. واکنش نسبت به A از درجه ۲ و غلظت A در خوراک ورودی به راکتور اول ۵ مولار است. همچنین

غلظت A خروجی از راکتور اول ۲ مولار است. اگر حجم راکتور دوم ۴ برابر راکتور اول باشد غلظت A از راکتور

دوم چند مولار است؟

- (۱) ۰/۶۷ (۲) ۰/۷۷ (۳) ۰/۸۷ (۴) ۰/۹۷

۱۰- برای گاز دی‌اکسید کربن در فشارهای پایین داده تجربی زیر موجود است:

$$T = 100^\circ\text{C}, P = 10 \text{ bar}, Z_{\text{CO}_2} = 0.98$$

مقدار Z_{CO_2} در شرایط $T = 100^\circ\text{C}$, $P = 20 \text{ bar}$ کدام است؟

- (۱) ۰/۹۲ (۲) ۰/۹۴ (۳) ۰/۹۶ (۴) ۰/۹۸

- ۱۱- در یک مخلوط تک فاز در دمای T و فشار P داریم: $\bar{V}_T = 2x_1^3 + 30$ و $V_1 = 20$ در این صورت تابع \bar{V}_1 بر حسب x_1 کدام است؟

$$(1) \quad 3x_1^3 + 17 \quad (2) \quad 3x_1^3 - 2x_1^2 + 19$$

$$(3) \quad x_1^3 - 2x_1^2 + 21 \quad (4) \quad 2x_1^3 - 3x_1^2 + 21$$

- ۱۲- در یک مخلوط گازی با مول‌های جزئی مساوی داریم $\hat{\phi}_1 = 0.8$, $\hat{\phi}_2 = 0.5$ فوگاسیته آن مخلوط گازی در فشار ۴۰ بار چند بار است؟ می‌دانیم که:

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

$$\ln 0.6 = -0.51, \ln 0.3 = -1.1, \ln 0.2 = -1.6$$

$$(1) \quad 24 \quad (2) \quad 36 \quad (3) \quad 38 \quad (4) \quad 40$$

- ۱۳- یک موتور کارنو بین دو دمای T_1 , T_2 با بازده η_1 و موتور کارنوی دیگری بین دو دمای T_2 , T_3 با بازده η_2 کار می‌کند. بازده موتور کارنوی سوم (η_3) که بین دو دمای T_1 , T_3 کار می‌کند، بر حسب η_1 و η_2 کدام است؟

$$(1) \quad \eta_1 + \eta_2 - \frac{1}{2}\eta_1\eta_2 \quad (2) \quad \eta_1 + \eta_2 - \eta_1\eta_2$$

$$(3) \quad \eta_1 + \eta_2 + \frac{1}{2}\eta_1\eta_2 \quad (4) \quad \eta_1 + \eta_2 + \eta_1\eta_2$$

- ۱۴- گازی از معادله حالت $P(V-b) = RT$ پیروی می‌کند که در آن b یک عدد ثابت است اگر این گاز در دمای ثابت T از فشار P_1 به فشار P_2 تغییر حالت بدهد تغییر انتروپی آن (ΔS) برابر کدام عبارت است؟

$$(1) \quad R \ln \frac{P_1}{P_2} \quad (2) \quad R \ln \frac{V_1}{V_2}$$

$$(3) \quad R \ln \frac{P_2}{P_1} \quad (4) \quad R \ln \frac{V_2}{V_1}$$

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

انتالپی مخصوص این گاز در دمای ثابت T وقتی که فشار از یک فشار خیلی کم ($P^* \rightarrow 0$) تا فشار نهایی P تغییر کند کدام است؟

$$(1) \quad \frac{-3aP}{T^2} \quad (2) \quad bP - \frac{2aP}{T^2} \quad (3) \quad bP - \frac{3aP}{T^2} \quad (4) \quad 2bP + \frac{3aP}{T^2}$$

- ۱۶- اگر گازی از معادله حالت $P(V-b) = RT$ که در آن b یک پارامتر ثابت مثبت تابع جنس می‌باشد پیروی کند تابع انتالپی باقیمانده ($\Delta H'$) آن گاز کدام است؟

$$\text{می‌دانیم که } \Delta H' = H' - H = H'^{ig} - H = -H^R$$

$$(1) \quad bp \quad (2) \quad -bp$$

$$(3) \quad RT - bp \quad (4) \quad \text{صفر است.}$$

۱۷- رابطه زیر برای انرژی درونی (داخلی) یک ماده داده شده است:

$$u = aSV + bS^2 + cV^2$$

که در آن a , b و c پارامترهای ثابتی هستند. C_V این ماده کدام است؟ (برحسب S و V محاسبه کنید)

$$\frac{a}{2b}V + S \quad (۱) \quad aV + S \quad (۲)$$

$$\frac{a}{b}V + S \quad (۳) \quad \frac{2a}{b}V + S \quad (۴)$$

۱۸- یک سیستم دو جزئی شامل اجزای (۱) و (۲) در حال تعادل بخار - مایع (VLE) است. در صورتی که P_1^{sat} و

P_2^{sat} به ترتیب فشارهای بخار اجزای (۱) و (۲) باشند و فازهای بخار و مایع هر دو به صورت ایدئال در نظر گرفته

شوند، شیب خط $\frac{1}{P}$ برحسب y_1 کدام است؟

$$\frac{1}{P_1^{sat}} \quad (۱) \quad \left(\frac{1}{P_1^{sat}} - \frac{1}{P_2^{sat}} \right) \quad (۲)$$

$$\frac{1}{P_2^{sat}} \quad (۳) \quad \left(\frac{1}{P_1^{sat}} + \frac{1}{P_2^{sat}} \right) \quad (۴)$$

۱۹- معادله حالت یک مخلوط دو جزئی گازی از رابطه زیر بدست می آید:

$$PV = RT + P^2 [A(y_1 - y_2) + B]$$

که در آن y_1 و y_2 اجزای مولی (۱) و (۲) و A و B مقادیری ثابت می باشند.

ضریب فوگاسیته جزء (۱) خالص از معادله حالت فوق برابر کدام گزینه است؟

$$\phi_{1,pure} = \exp \left\{ \left(\frac{A+B}{RT} \right) P \right\} \quad (۲) \quad \phi_{1,pure} = \exp \left\{ \left(\frac{A+B}{2RT} \right) P \right\} \quad (۱)$$

$$\phi_{1,pure} = \exp \left\{ \left(\frac{A+B}{RT} \right) P^2 \right\} \quad (۴) \quad \phi_{1,pure} = \exp \left\{ \left(\frac{A+B}{2RT} \right) P^2 \right\} \quad (۳)$$

۲۰- اگر گازی از معادله وان در والس $P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$ پیروی کند تغییر انتروپی آن گاز برای یک تحول کوچک

(ds) از کدام یک از عبارات زیر پیروی می کند؟

$$\frac{c_v}{T} dT + \frac{R}{V} dV \quad (۱)$$

$$\frac{c_p}{T} dT - \frac{R}{V-b} dp \quad (۲)$$

$$\frac{c_v}{T} dT - \frac{R}{V-b} dV \quad (۳)$$

$$\frac{c_v}{T} dT + \left(\frac{R}{V-b} \right) dV \quad (۴)$$

۲۱- در یک محلول آبی که از حل یک نمک جامد در آب به وجود آمده است ضریب اکتیویته آب (سازنده اول) با رابطه

$$\ln \gamma_1 = A(1 - x_1)^2$$

داده شده است که در آن $\lim_{x_1 \rightarrow 1} \gamma_1 = 1$ می باشد و A یک ثابت تجربی است که فقط به دما بستگی دارد. رابطه ضریب اکتیویته نمک (سازنده دوم) کدام است؟ در صورتی که بدانیم $\lim_{x_2 \rightarrow 0} \gamma_2 = 1$ می باشد.

$$\ln \gamma_2 = Ax_1(x_2 - 1) \quad (1)$$

$$\ln \gamma_2 = Ax_1(x_2 - 2) \quad (2)$$

$$\ln \gamma_2 = Ax_2(x_2 - 1) \quad (3)$$

$$\ln \gamma_2 = Ax_2(x_2 - 2) \quad (4)$$

۲۲- یک کمپرسور یک گاز واقعی را از حالت اولیه 400°K و فشار یک اتمسفر تا فشار 5°atm متراکم می کند و راندمان آن نسبت به تحول ایزوترمال رورسیبل برابر 80% می باشد. در شرایط ورودی کمپرسور گاز را می توان گاز کامل فرض کرد و در شرایط خروجی ضریب تراکم پذیری Z برابر 0.9 می باشد. مقدار کار مصرفی کمپرسور به ازای هر کیلوگرم از گاز چند کیلوژول است؟

$$\ln 5 = 1.6, \ln 3 = 1.1, \ln 2 = 0.7, R = 8.314 \frac{\text{kJ}}{\text{mol.K}}$$

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

$$840 \quad (2)$$

$$950 \quad (1)$$

$$670 \quad (4)$$

$$760 \quad (3)$$

۲۳- در یک واکنش شیمیایی در یک مخلوط گازی در دمای 127°C تعداد مول های گاز با فرض شرایط ایدئال به اندازه 0.5 کاهش می یابد. اگر تغییر انرژی درونی مخلوط گازی طی این واکنش برابر $-23/\text{kJ}$ باشد، مقدار تغییر

$$R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}} \text{ است؟}$$

$$24/30 \quad (2)$$

$$23/57 \quad (1)$$

$$26/70 \quad (4)$$

$$25/46 \quad (3)$$

۲۴- گاز هیدروژن در یک لوله پلاستیکی به شعاع داخلی r_i و شعاع خارجی r_o جریان دارد. حلالیت هیدروژن در

$$\text{پلاستیک} = C_A^* \frac{\text{kmol}}{\text{kg plastic}} \text{ است. در حالت پاپا میزان اتلاف هیدروژن به خارج لوله به ازای واحد طول لوله چقدر}$$

است؟ ضریب نفوذ هیدروژن در پلاستیک D است.

$$\frac{2\pi DC_A^*}{\ln(r_o/r_i)} \quad (2)$$

$$\frac{\pi DC_A^*}{\ln(r_o/r_i)} \quad (1)$$

$$\frac{2\pi DC_A^*}{r_o - r_i} \quad (4)$$

$$\frac{\pi DC_A^*}{r_o - r_i} \quad (3)$$

- ۲۵- صفحه‌ای از جنس نفتالین به صورت افقی در هوای ساکن قرار گرفته است. توزیع فشار جزئی نفتالین (P_A) در هوا چگونه است؟ فشار جزئی نفتالین در فاصله H از صفحه صفر و فشار بخار نفتالین P^* است.



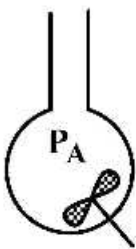
$$\frac{\ln(1 - \frac{P_A}{P_t})}{\ln(1 - \frac{P^*}{P_t})} = 1 + \frac{Z}{H} \quad (2)$$

$$\frac{\ln(1 - \frac{P_A}{P_t})}{\ln(1 - \frac{P^*}{P_t})} = 1 - \frac{Z}{H} \quad (1)$$

$$\ln \frac{1 - \frac{P_A}{P_t}}{1 - \frac{P^*}{P_t}} = 1 + \frac{Z}{H} \quad (4)$$

$$\ln \frac{1 - \frac{P_A}{P_t}}{1 - \frac{P^*}{P_t}} = 1 - \frac{Z}{H} \quad (3)$$

- ۲۶- مخزنی به حجم 10^{-5} m^3 از گاز A در فشار P پر شده است. این مخزن توسط یک لوله موئین با سطح مقطع 10^{-5} m^2 و طول 1 m به محیط راه دارد. فشار اتمسفر نیز P است و جریان‌های آرام این اطمینان را حاصل می‌کند که در طرف باز لوله موئین فشار جزئی A صفر است. چه مدت زمانی برحسب ثانیه (s) طول می‌کشد تا فشار جزئی A در مخزن به $\frac{P}{e}$ کاهش یابد؟ (e پایه لگاریتم نپراست). در ضمن همزن درون مخزن این اطمینان را حاصل می‌کند که غلظت اجزاء درون مخزن در هر لحظه یکنواخت است. ضریب نفوذ گاز A در محیط $10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$ است.

(1) 10^5 (2) 2×10^5 (3) 10^6 (4) 2×10^6

- ۲۷- انتقال جرم به همراه واکنش شیمیایی سریع $A \rightarrow 2B$ روی بستر کاتالیستی صورت می‌گیرد. در موضع خاص به ضخامت 10^{-2} متر، $y_{A1} = 0.3$ گزارش شده است. مقدار ضریب انتقال جرم (ky) کدام است؟

(واحد SI) $T = 100 \text{ K}$, $R = 10^4$ ثابت گازها , $P_t = 10^5$, $D_{AB} = 1 \times 10^{-5}$

فرض: $\ln(\frac{1}{1/3}) = -0.1$

(1) 0.3×10^{-4} (2) 0.3×10^{-5} (3) 3.3×10^{-4} (4) 3.3×10^{-5}

- ۲۸- در کدام یک از حالات زیر قیاس کالبرن (Colburn Analogy) در تشابه جرم و حرارت صحیح تر است؟

- (1) حرکت سیال عمود بر استوانه
(2) حرکت سیال از روی کره منفرد
(3) حرکت سیال روی سطح افقی و به موازات سطح
(4) حرکت سیال از درون ستون پر شده حاوی کرات

۲۹- برای برقراری قیاس (تشابه) بین جرم، حرارت و ممنتوم در منطقه متلاطم و لایه ویسکوز کدام یک از روابط زیر باید برقرار باشد؟

$$E_D = E_v = E_\alpha \quad (۱)$$

$$\frac{E_D}{D} = \frac{E_v}{v} = \frac{E_\alpha}{\alpha} \quad (۲)$$

(۳) باید مقادیر $E_v = E_D = E_\alpha$ باشد لیکن جریان به اندازه کافی متلاطم نباشد.

(۴) اعداد بدون بعد حاصله در قالب α ، v و D باید مساوی باشند.

۳۰- در صورتی که ضخامت لایه مرزی غلظت بر روی یک صفحه تخت از x_0 از ابتدای صفحه شروع شود نسبت ضخامت لایه مرزی غلظت به ضخامت لایه مرزی سرعت متناسب کدام است؟

$$\left[1 - \left(\frac{x_0}{x} \right)^2 \right]^{\frac{1}{4}} \quad (۲) \quad \left[1 - \left(\frac{x_0}{x} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (۱)$$

$$\left[1 - \left(\frac{x_0}{x} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (۴) \quad \left[1 - \left(\frac{x_0}{x} \right)^2 \right]^{\frac{1}{4}} \quad (۳)$$

۳۱- در فرایند جذب یک گاز به داخل یک فیلم ریزان مایع بر روی یک صفحه تخت با فرض زمان تماس کوتاه گاز و مایع، ضریب انتقال جرم موضعی فیلم مایع (k) متناسب با کدام مورد است؟ (سرعت حداکثر فیلم مایع U_{max} و سرعت متوسط فیلم مایع \bar{U} است)

$$\sqrt{\bar{U}} \quad (۱) \quad \bar{U} \quad (۲) \quad \sqrt{U_{max}} \quad (۳) \quad U_{max} \quad (۴)$$

۳۲- یک پره طویل با سطح مقطع دایروی را در نظر بگیرید، اگر قطر پره نصف شود و سایر شرایط ثابت بماند، گرادیان دما در ریشه پره (base) چند برابر می شود؟

$$\frac{1}{2} \quad (۱)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \quad (۲)$$

$$\sqrt{2} \quad (۳)$$

$$2 \quad (۴)$$

۳۳- در تحلیل ظرفیت گرمایی انباشته (Lumped)، زمان سرد شدن کره ای به قطر dl در یک محیط جابه جایی تا رسیدن به یک دمای مشخص برابر t_1 است. اگر کره را به دو نیم کره تقسیم کنیم زمان سرد شدن این مجموعه دو نیم کره در همان محیط جابه جایی تا رسیدن به همان دمای قبلی (t_2) چه ارتباطی با t_1 دارد؟

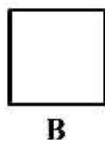
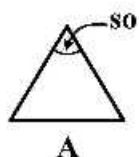
$$t_2 = \frac{1}{3} t_1 \quad (۱)$$

$$t_2 = \frac{2}{3} t_1 \quad (۲)$$

$$t_2 = \frac{3}{2} t_1 \quad (۳)$$

$$t_2 = 3 t_1 \quad (۴)$$

۳۴- اشکال زیر سطح مقطع مجاری بسته را نشان می‌دهد. شرط مرزی دما ثابت به دیواره اعمال می‌شود. کدام گزینه در مورد عدد ناسلت جریان توسعه یافته آرام داخل لوله صحیح است؟



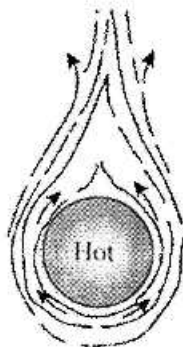
$$Nu_A > Nu_B > Nu_C \quad (۱)$$

$$Nu_A < Nu_B < Nu_C \quad (۲)$$

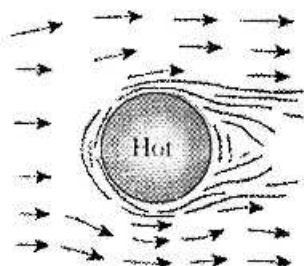
$$Nu_B > Nu_C > Nu_A \quad (۳)$$

(۴) نمی‌توان بدون دانستن ابعاد اظهار نظر کرد.

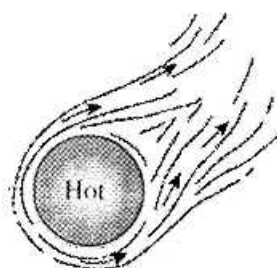
۳۵- کدام گزینه در مورد الگوی جریان در شکل‌های A و B و C درست است؟



(A)



(B)



(C)

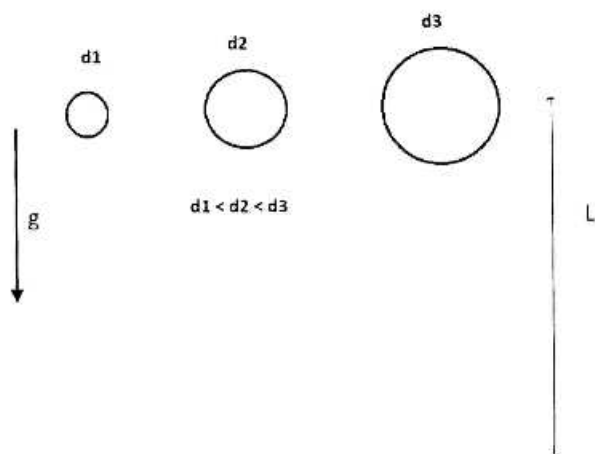
(۱) در هر سه نوع شکل الگوی جریان اجباری است.

(۲) در هر سه نوع شکل الگوی جریان ترکیبی است.

(۳) الگوی جریان در A جابه‌جایی آزاد، و الگوی جریان در B و C جابه‌جایی اجباری است.

(۴) الگوی جریان در A جابه‌جایی آزاد، B اجباری و در C هر دو نوع جابه‌جایی آزاد و اجباری است.

۳۶- در فرایند میعان بخار بر روی قطره زیر سرد (subcooled) سقوط‌کننده با سرعت اولیه یکسان و قطرهای مطابق شکل در فاصله عمودی L در محیط بخار اشباع ساکن کدام گزینه درست است؟ (از آثار نیروی درگ بخار چشم‌پوشی کنید).



(۱) قطره کوچک تر زودتر به دمای اشباع می‌رسد.

(۲) قطره بزرگ زودتر به دمای اشباع می‌رسد.

(۳) ممکن است قطره میانی زودتر به دمای اشباع برسد.

(۴) بدون دانستن قطرهای نمی‌توان قضاوت کرد.

۳۷- در یک مبدل پوسته و لوله جداره نازک دو آزمایش زیر انجام شده است:

۱- بخار اشباع 90°C با آب 10°C تبادل حرارت مطابق ضریب کلی U_1 انجام می‌دهد.

۲- همان مقدار آب 10°C با آب 90°C مطابق ضریب کلی U_2 تبادل انجام می‌دهد و در این آزمایش دوم فرض

می‌کنیم $h_i = h_o$ باشد. کدام عبارت صحیح است؟

$$A_2 U_2 = A_1 U_1 \quad (1)$$

$$NTU_1 = NTU_2 \quad (2)$$

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 \quad (3)$$

$$U_1 = 2U_2 \quad (4)$$

۳۸- در مبدل حرارتی صفحه‌ای نشان داده شده در شکل، آب گرم و سرد به صورت یک در میان و ناهمسو از بین

صفحات در حال عبور است. اگر $Nu = 8$ باشد و فاصله صفحات ابتدا و انتهای مبدل به N قسمت یکسان تقسیم

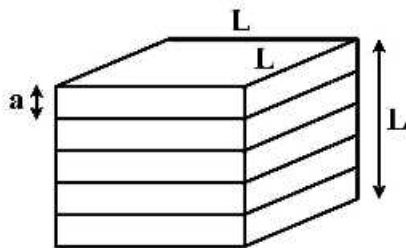
شده باشد، مقدار U, A چقدر است؟ ($L \gg a$ و k ضریب هدایت آب است).

$$2kLN(N-1) \quad (1)$$

$$2kL^2(N-1) \quad (2)$$

$$2kL^2N \quad (3)$$

$$2kLN^2 \quad (4)$$



۳۹- جریان سیال تراکم‌ناپذیری از روی صفحه صافی همانند شکل زیر عبور می‌کند در $x = 0$ سرعت سیال یکنواخت

و برابر U می‌باشد. توزیع سرعت سیال در $x = L$ به صورت $\frac{u}{U} = 2\left(\frac{y}{\delta}\right) - \left(\frac{y}{\delta}\right)^2$ می‌باشد. میانگین سرعت سیال

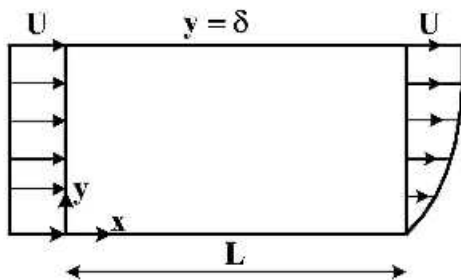
در جهت y در فاصله $0 \leq x \leq L$ چقدر است؟

$$\text{صفر} \quad (1)$$

$$\frac{\delta U}{3L} \quad (2)$$

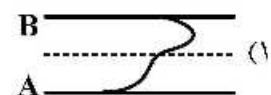
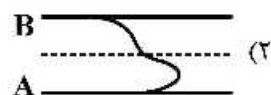
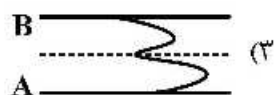
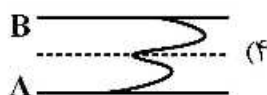
$$\frac{\delta U}{3} \quad (3)$$

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



۴۰- دو مایع غیرقابل امتزاج A و B بین دو صفحه موازی حرکت می‌کنند. اگر ویسکوزیته سیال A خیلی بزرگ‌تر از

ویسکوزیته سیال B باشد، کدام یک از پروفایل‌های سرعت درست‌تر است؟



۴۱- در لایه مرزی جریان سیال نیوتنی روی یک صفحه تخت، اگر ویسکوزیته سینماتیک (ν) کوچک باشد، کدام رابطه صحیح است؟ (راستای حرکت سیال جهت x است)

$$\begin{aligned} (1) \quad U_y \frac{\partial U_x}{\partial y} &\approx \nu \frac{\partial^2 U_x}{\partial y^2} \\ (2) \quad U_x \frac{\partial U_x}{\partial x} &\approx \nu \frac{\partial^2 U_x}{\partial y^2} \\ (3) \quad U_x \frac{\partial U_x}{\partial x} + U_y \frac{\partial U_x}{\partial y} &= 0 \\ (4) \quad U_x \frac{\partial U_x}{\partial x} + U_y \frac{\partial U_x}{\partial y} &= \nu \frac{\partial^2 U_x}{\partial y^2} \end{aligned}$$

۴۲- اگر معادله توزیع سرعت در گردابه آزاد (Free Vortex) به صورت $V_\theta = \sqrt{2}(\frac{1}{r} + 1)$ و در نواحی دور از گردابه

فشار P_∞ باشد نسبت $\frac{P - P_\infty}{\rho}$ در این گردابه آزاد چگونه است؟

$$\begin{aligned} (1) \quad -\frac{1}{2r} + \sqrt{2} \\ (2) \quad \frac{1}{2r^2} + \frac{2}{r} \\ (3) \quad -\frac{1}{r^2} - \frac{\sqrt{2}}{r} \\ (4) \quad -\frac{1}{r^2} - \frac{2}{r} \end{aligned}$$

۴۳- لوله مسی قائم به قطر 10 cm و طول 3 متر توسط نیروسنج فنری نگهداشته شده است. زمانی که آب به میزان

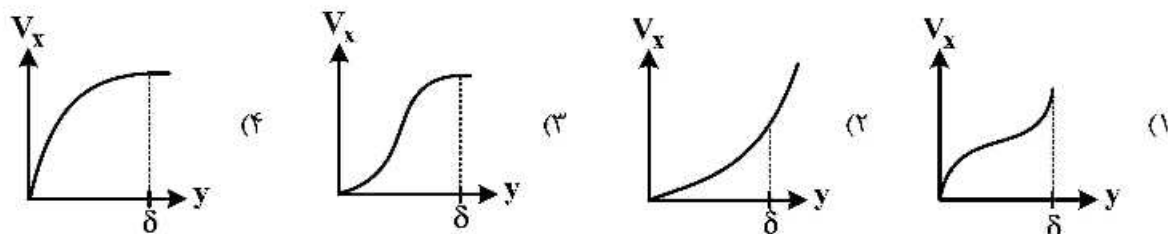
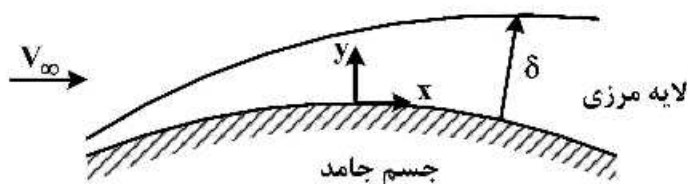
$\frac{0.005 \text{ kg}}{\text{s}}$ به صورت فیلم ریزان به پایین جریان می‌یابد نیروسنج فنری افزایش $0.9\pi \text{ N}$ را نشان می‌دهد.

ضخامت فیلم ریزان چند میلی‌متر است؟

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\begin{aligned} (1) \quad 0.3 \\ (2) \quad 0.5 \\ (3) \quad 3 \\ (4) \quad 30 \end{aligned}$$

۴۴- در شکل زیر پروفایل سرعت لایه مرزی در ناحیه $\frac{dP}{dx} > 0$ کدام حالت زیر است؟



۴۵- کدام یک از جریان‌های زیر غیر چرخشی است؟

$$v_x = 2x + 2y + z$$

$$v_y = 2x + y + z \quad (۲)$$

$$v_z = x + y - z$$

$$v_x = 3x - 2y + 3z$$

$$v_y = 2x + 3y + 2z \quad (۴)$$

$$v_z = 4x - 3y + 3z$$

$$v_x = 3x + 2y + z$$

$$v_y = 2x + 3y + 3z \quad (۱)$$

$$v_z = x + y + z$$

$$v_x = x + 2y + z$$

$$v_y = 2x + 2y + 2z \quad (۳)$$

$$v_z = x + 3y + z$$