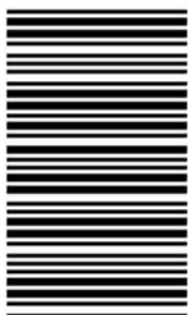


کد کنترل

709

C



709C



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

«در زمینه مسائل علمی، باید دنبال قله بود.»  
مقام معظم رهبری

عصر جمعه  
۱۴۰۲/۱۲/۰۴

دفترچه شماره ۳ از ۳

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۴۰۳

مهندسی شیمی (کد ۲۳۶۰)

مدت زمان پاسخگویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۷۰

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	سینتیک و طراحی راکتور - ترمودینامیک	۲۰	۱	۲۰
۲	مهندسی بیوشیمی پیشرفته (میکروبیولوژی صنعتی و تکنولوژی آنزیم‌ها)	۲۵	۲۱	۴۵
۳	پدیده‌های انتقال	۲۵	۴۶	۷۰

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.

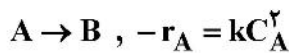
\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالها، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالها و پایین پاسخنامه را تأیید می‌نمایم.

امضا:

سینتیک و طراحی راکتور - ترمودینامیک:

- ۱- هزینه ساخت هر متر مکعب راکتور Plug و راکتور Mixed به ترتیب ۳۰۰ و ۱۵۰ واحد پول است. برای تبدیل ۵۰٪ واکنشگر A در راکتور، کدام مورد درست است؟



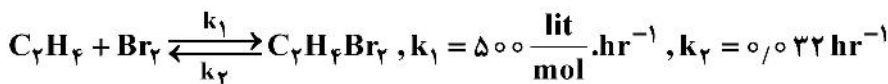
(۱) فرقی ندارد

(۲) راکتور پلاگ

(۳) راکتور Mixed

(۴) ابتدا راکتور پلاگ سپس راکتور Mixed

- ۲- در دمای ۶۰۰k واکنش گازی زیر، با خوراکی متشکل از ۶۰٪ Br<sub>۲</sub>، ۳۰٪ C<sub>۲</sub>H<sub>۴</sub> و ۱۰٪ حجمی ماده بی‌اثر و فشار ۱/۵ atm با دبی  $\frac{m^3}{hr}$  ۶۰۰ وارد یک راکتور می‌شود. حداکثر کسر تبدیل محتمل کدام است؟



(۱) ۰/۶۷ (۲) ۰/۷۵

(۳) ۰/۹۹ (۴) ۱

- ۳- واکنش درجه صفر  $2A \rightarrow R$  در فاز گاز و با A خالص، در یک راکتور ناپیوسته با حجم ثابت، در دمای ۷۲۷ سانتی-گراد انجام می‌شود. ۴ دقیقه پس از شروع واکنش، فشار کل از ۲ اتمسفر به ۱/۵ اتمسفر کاهش می‌یابد. ثابت سرعت

واکنش تقریباً چند  $\frac{mol}{lit \cdot min}$  است؟  $(R = 8.314 \frac{J}{mol \cdot k} = 0.082 \frac{Pa \cdot lit}{mol \cdot k})$

(۱)  $2.5 \times 10^{-3}$  (۲)  $3 \times 10^{-3}$

(۳)  $6.1 \times 10^{-3}$  (۴)  $8.1 \times 10^{-3}$

- ۴- یک واکنش درجه ۳ در فاز مایع، در یک راکتور ناپیوسته انجام شده و پس از ۳ دقیقه درصد تبدیل ۵۰ است. اگر این واکنش در راکتورهای پیوسته انجام شود، برای رسیدن به این درصد تبدیل، زمان پر و خالی شدن در راکتورهای

لوله‌ای ( $\tau_P$ ) و اختلاط کامل ( $\tau_M$ )، چند دقیقه باید باشد؟ ( $C_{A0} = 1 \frac{mol}{lit}$ )

(۱)  $\tau_P = 3 min, \tau_M = 6 min$  (۲)  $\tau_P = 6 min, \tau_M = 3 min$

(۳)  $\tau_P = 3 min, \tau_M = 8 min$  (۴)  $\tau_P = 8 min, \tau_M = 3 min$

۵- خوراک مایع A خالص با غلظت اولیه  $2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ ، از دو راکتور پشت سرهم عبور می‌کند و طبق واکنش درجه ۲ به محصول تبدیل

می‌شود. اگر غلظت A در خروجی راکتور Mixed برابر  $1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$  و حجم راکتور Plug سه برابر حجم راکتور Mixed باشد، غلظت A در خروجی راکتور Plug کدام است؟ (ضمناً، راکتور اول Mixed و راکتور دوم Plug است.)

- (۱) ۰/۲۵ (۲) ۰/۳۳ (۳) ۰/۵ (۴) ۰/۶۷

۶- در واکنش‌های موازی و درجه اول  $A \xrightarrow{k_1} R$  و  $A \xrightarrow{k_2} S$ ، اگر  $k_1 = 2k_2 = 7$  باشد، مقدار  $t_{\frac{1}{2}}$  چقدر است؟

$$(C_{A_0} = 3 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}, \ln 2 = 0.7)$$

- (۱) ۰/۱۹ (۲) ۰/۱۳ (۳) ۰/۱۱ (۴) ۰/۰۷

۷- برای واکنش فاز مایع و درجه دوم  $A \rightarrow B$ ، نسبت زمان مورد نیاز برای آن که ۳۰ درصد از واکنشگر A باقی بماند به زمان مورد نیاز برای آن که ۵۰ درصد از آن تبدیل شود، کدام است؟

- (۱) ۰/۲۳ (۲) ۱/۳ (۳) ۲/۳ (۴) ۴/۶

۸- برای واکنش‌های موازی  $A \rightarrow B$  و  $A \rightarrow C$ ، که در آنها ماده B محصول مطلوب است، اگر واکنش‌ها یک‌بار در ۴۰۰ k و یک‌بار در ۷۰۰ k انجام شوند، کدام مورد گزینش پذیری B نسبت به C را بیشینه می‌کند؟

$$r_C = 9 \exp\left(-\frac{9000}{T}\right) c_A^2, \quad r_B = 7 \exp\left(-\frac{7000}{T}\right) c_A$$

- (۱) راکتور plug و دمای ۴۰۰ کلوین (۲) راکتور Mixed و دمای ۴۰۰ کلوین  
(۳) راکتور plug و دمای ۷۰۰ کلوین (۴) راکتور Mixed و دمای ۷۰۰ کلوین

۹- برای یک گاز واقعی معادله حالت از رابطه  $P(v-a) = RT$  پیروی می‌کند که در آن a عدد ثابتی است. اگر دما ثابت بماند و فشار از  $p_1$  به  $p_2$  تغییر کند، تغییر آنتالپی مخصوص آن چه خواهد شد؟

$$(1) aRT \left( \frac{1}{v_2 - a} - \frac{1}{v_1 - a} \right) \quad (2) 2aRT \left( \frac{1}{v_2 - a} - \frac{1}{v_1 - a} \right)$$

$$(3) 2a(p_2 - p_1) \quad (4) \frac{a}{v_1} (p_2 - p_1)$$

۱۰- یک پژوهشگر برای انرژی آزاد گیبس مولی (g) یک ماده خالص در یک محدوده خاص دما و فشار، رابطه زیر را به دست آورده است. کدام گزینه در مورد ظرفیت گرمایی ویژه فشار ثابت این ماده در این محدوده درست است؟  $a_0, a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3$  همگی ثوابت با ابعاد مناسب هستند.

$$g = a_0 + a_1 T + a_2 T^2 + \frac{a_3 P}{T} + b_1 P + b_2 P^2 + \frac{b_3 T}{P}$$

$$C_p = a_1 + \frac{b_3 T}{P} \quad (2)$$

$$C_p = a_2 T + \frac{a_3 P}{T^2} \quad (4)$$

$$C_p = a_1 + \frac{a_3 P}{T^2} \quad (1)$$

$$C_p = -2a_2 T - 2 \frac{a_3 P}{T^2} \quad (3)$$

۱۱- برای یک گاز واقعی خالص، وقتی در دمای ثابت فشار آن به سمت صفر می‌رود، کدام گزینه درست است؟

(۱) حجم مخصوص آن برابر  $\frac{RT}{P}$  می‌شود.

(۲) ضریب فوگاسیته آن به سمت بی‌نهایت می‌رود.

(۳) ضریب ویریال مرتبه دوم آن به سمت صفر می‌رود.

(۴) ضریب انبساط حجمی آن برابر عکس دمای مطلق می‌شود.

۱۲- یک محلول آبی نمک در دما و فشار محیط موجود است (آب سازنده اول و نمک سازنده دوم است). ضریب اکتیوینته

سازنده اول از رابطه  $\ln \gamma_1 = \beta x_2^2$  به دست می‌آید. رابطه  $\ln \gamma_2 = \beta x_1^2$  کدام است؟ ( $\beta$  عدد ثابت،  $x_1$  و  $x_2$  کسر مولی هستند. در صورتی که وقتی  $x_2 \rightarrow 0$  داشته باشیم  $\gamma_2 \rightarrow 1$ )

(۱)  $\beta(1-x_1^2)$

(۲)  $\beta(x_1^2-1)$

(۳)  $2\beta(1-x_1^2)$

(۴)  $2\beta(x_1^2-1)$

۱۳- معادله زیر برای محاسبه حجم مولی مخلوط دوجزئی ارائه شده است. نسبت  $\frac{\bar{V}_1^\infty - V_1}{\bar{V}_2^\infty - V_2}$  کدام است؟ ( $A_1, A_0$  و  $A_2$  اعداد ثابت هستند.)

$$V = A_1 x_1 + A_2 x_2 + A_0 x_1 x_2$$

(۱)  $\frac{A_1}{A_2}$

(۳)  $\frac{A_1 - A_0}{A_2 - A_0}$

(۴) هیچ کدام

۱۴- گازی از معادله حالت زیر پیروی می‌کند که در آن  $a$  و  $b$  مقادیر ثابت هستند. برای این گاز مقدار عبارت  $\frac{S^R}{R}$  کدام است؟

$$(A = \frac{aP}{RT}, B = \frac{bP}{RT^2}, S^R = S - S^{ig} = -\Delta S' = S - S')$$

$$Z = 1 + (a - \frac{b}{T}) \frac{P}{RT}$$

(۱)  $+B$

(۳)  $A+B$

(۴)  $A-B$

(۲)  $-B$

۱۵- انرژی آزاد هلمهولتز مخصوص ( $A$ ) یک گاز خالص از رابطه زیر پیروی می‌کند، که در آن  $a$  و  $b$  عدد ثابت و  $J(T)$

تابعی فقط از دما است. ظرفیت گرمایی ویژه حجم ثابت رورسیبل این گاز ( $C_V$ ) کدام است؟

$$A = -\frac{a}{V} - RT \ln(V-b) + J(T)$$

(۱)  $C_V = -T \frac{d^2 J}{dT^2}$

(۲)  $C_V = -\frac{1}{T} \frac{dJ}{dT}$

(۳)  $C_V = T \frac{d^2 J}{dT^2} + \frac{1}{T} \frac{dJ}{dT}$

(۴)  $C_V = -T \frac{d^2 J}{dT^2} - \frac{1}{T} \frac{dJ}{dT}$

۱۶- تغییرات آنتالپی مولی اختلاط در دما و فشار ثابت یک مخلوط دوجزئی از رابطه زیر به دست می‌آید که در آن  $A$  و

$B$  ثابت هستند. مقدار عبارت  $\Delta \bar{H}_{1,mix}^\infty$  برابر کدام است؟

$$\Delta H_{mix} = x_1 x_2 (Ax_1 + Bx_2)$$

(۱)  $A$

(۲)  $B-A$

(۳)  $B$

(۴)  $A-B$

۱۷- آنتروپی تبخیر یک مایع در نقطه جوش نرمال، مقداری ثابت است. در صورتی که فاز بخار ماده خالص در حال تعادل با مایع رفتار ایده آل داشته باشد، به طور تقریبی کدام رابطه بین فشار بخار و دما برای دو حالت دمایی  $T_1$  و  $T_2$

$$\left( \frac{P_2^{sat.}}{P_1^{sat.}} \right) \text{ برقرار است؟}$$

$$\Delta S^{vap.} = \frac{\Delta h^{vap.}}{T} = a \frac{J}{mol K}$$

$$\exp \left[ \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{a}{R}} \right] \quad (2)$$

$$\left( \frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{a}{R}} \quad (4)$$

$$\exp \left[ \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{R}{a}} \right] \quad (1)$$

$$\left( \frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{R}{a}} \quad (3)$$

۱۸- در یک یخچال فرضی، سیال مبرد در اثر عبور از اواپراتور، از حالت مایع اشباع به بخار اشباع تبدیل می شود. فشار اشباع مبرد ذکر شده از رابطه تجربی  $\ln P^{sat} = A + \frac{B}{T} + C \ln T + DT$  به دست می آید. تغییر آنتروپی مخصوص مبرد حین عبور از اواپراتور تقریباً چقدر است؟ ( $T$  دمای مطلق،  $A, B, C$  و  $D$  اعداد ثابت و  $R$  ثابت عمومی گازهاست).

$$CR - \frac{T}{B}R \quad (2)$$

$$CR + \frac{T}{B}R \quad (1)$$

$$CR - DRT - \frac{BR}{T} \quad (4)$$

$$CR + DRT - \frac{BR}{T} \quad (3)$$

۱۹- برای یک گاز واقعی خالص، تابع آنتروپی مخصوص و انرژی داخلی مخصوص از رابطه های زیر به دست می آید. معادله حالت حاکم بر این گاز کدام است؟ ( $a$  و  $b$  عدد ثابت و  $J$  تابعی فقط از دما است).

$$S = -\frac{a}{T^2 V} + R \ln(V - b) - \frac{dJ}{dT}$$

$$U = -\frac{\gamma a}{TV} + J - T \frac{dJ}{dT}$$

$$\left( P + \frac{a}{\sqrt{TV^2}} \right) (V - b) = RT \quad (2)$$

$$\left( P + \frac{a}{TV^2} \right) (V - b) = RT \quad (1)$$

$$\left( P + \frac{\gamma a}{TV^2} \right) (V - b) = RT \quad (4)$$

$$\left( P + \frac{a}{\gamma TV^2} \right) (V - b) = RT \quad (3)$$

۲۰- انرژی آزاد گیبس مخصوص یک ماده خالص از رابطه  $g(T, P) = -A \frac{T^f}{P}$  پیروی می کند که در آن  $A$  یک پارامتر ثابت است.

کدام یک از گزینه های زیر برای آنتالپی مخصوص ( $h(T, P)$ ) و انرژی آزاد هلمهولتز مخصوص ( $a(T, P)$ )، درست است؟

$$h(T, P) = \gamma A \frac{T^f}{P}, a(T, P) = -\gamma A \frac{T^f}{P} \quad (1)$$

$$h(T, P) = -\gamma A \frac{T^f}{P}, a(T, P) = \gamma A \frac{T^f}{P} \quad (2)$$

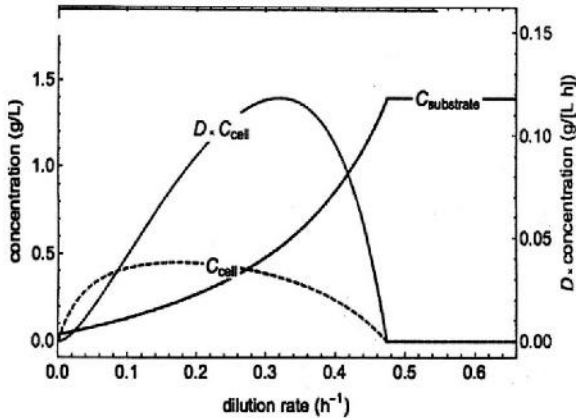
$$h(T, P) = \gamma A \frac{T^f}{P}, a(T, P) = -\gamma A \frac{T^f}{P} \quad (3)$$

$$h(T, P) = -\gamma A \frac{T^f}{P}, a(T, P) = \gamma A \frac{T^f}{P} \quad (4)$$

مهندسی بیوشیمی پیشرفته (میکروبیولوژی صنعتی و تکنولوژی آنزیم‌ها):

۲۱- در شکل زیر اگر  $D = F/V$  نرخ رقیق‌سازی خوراک ورودی به یک بیوراکتور پیوسته باشد، نرخ نقطه شستشوی

(Washout dilution rate) بیوراکتور برحسب  $\frac{1}{h}$  چقدر است؟



(۱) ۰/۲

(۲) ۰/۳۲

(۳) ۰/۴۷

(۴) ۰/۶

۲۲- دلیل کاهش pH در فرایندهای تخمیری چه می‌تواند باشد و در فرایند بزرگ‌سازی بیوراکتور، کدام مورد جزو

معیارهای بزرگ‌سازی نیست؟

(۱) تولید بسته‌های ATP، برابری عدد رینولدز همزن‌ها در دو راکتور بزرگ و کوچک

(۲) تولید گاز کربنیک، برابری ویسکوزیته سیال‌های محیط کشت در راکتور بزرگ و کوچک

(۳) تنظیم نبودن دور همزن‌ها در بیوراکتور، برابری سرعت نوک پره‌های همزن‌های دو راکتور بزرگ و کوچک

(۴) ورود بیش از حد اکسیژن از طریق اسپارجرها، برابری ضریب انتقال جرم اکسیژن در دو راکتور بزرگ و کوچک

۲۳- *Serratia marcescens* در بیوراکتور همزن‌دار، برای تولید ترونین به کار برده می‌شود. در صورتی که  $K_L a = 0.15 \frac{1}{s}$

باشد، میزان OTR برحسب  $\frac{kg}{m^3.s}$  چقدر است و میزان متابولیسم از چه طریقی کنترل می‌شود؟ (در صورتی که

حلالیت اکسیژن برابر  $\frac{kg}{m^3} \times 10^{-3} 8$ ، ماکزیمم غلظت سلولی  $\frac{g}{L} 40$  و  $q_o = 5 \frac{m.molO_2}{g.h}$  است.)

(۱) انتقال جرم،  $1.78 \times 10^{-3}$

(۲) انتقال جرم،  $2.01 \times 10^{-3}$

(۳) متابولیسم سلولی،  $1.05 \times 10^{-4}$

(۴) متابولیسم سلولی،  $2.52 \times 10^{-4}$

۲۴- سینتیک رشد یک میکروارگانیسم از رابطه مالتوس و مونود با ثابت‌های سینتیکی  $K_S = 3 \frac{gr}{L}$ ،

$\mu_{max} = 0.5 \text{ hr}^{-1}$  و  $Y_{x/s} = 0.6$  پیروی می‌کند. خوراک ورودی در شرایط استریل و با دبی

$\frac{L}{hr} 600$  وارد می‌شود. اگر بخواهیم از یک بیوراکتور CSTR استفاده کنیم و به مقدار حداکثر بهره‌وری

برسیم، در صورتی که غلظت سوبسترای ورودی  $\frac{gr}{L} 72$  باشد، غلظت سلول در خروجی بیوراکتور ( $\frac{gr}{L}$ )

و حجم بیوراکتور (L) چقدر است؟

(۱) ۱۰۰۰ ، ۳۶

(۲) ۱۰۰۰ ، ۱۲

(۳) ۱۵۰۰ ، ۳۶

(۴) ۱۵۰۰ ، ۱۲

۲۵- در یک فرایند بیولوژیکی که در یک بیوراکتور CSTR انجام می‌شود، خوراک ورودی استریل است و مدل‌های مالتوس و مونود برقرار هستند. اگر ثابت‌های سینتیکی  $\mu_{max}$  و  $K_s$  و غلظت ورودی سوبسترا  $C_{S0}$  باشند، کدام گزینه، نمی‌تواند سرعت رقیق شدن (D) در این بیوراکتور باشد؟

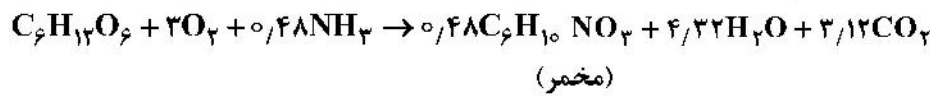
$$\frac{\mu_{max} C_{S0}}{K_s + \Delta C_{S0}} \quad (1)$$

$$\sqrt{\frac{\mu_{max} C_{S0}}{K_s + C_{S0}}} \quad (2)$$

$$\mu_{max} \left(1 - \sqrt{\frac{K_s}{K_s + C_{S0}}}\right) \quad (3)$$

$$\mu_{max} \left(\frac{0.5}{1} - \sqrt{\frac{K_s}{4K_s + 4C_{S0}}}\right) \quad (4)$$

۲۶- واکنش بیولوژیکی مربوط به رشد یک نوع مخمر بر روی سوبسترای گلوکز به صورت زیر است. کدام گزینه، مقادیر بازده‌های  $Y_{x/s}$  (gr / gr) و  $Y_{x/O_2}$  (gr / gr) را به ترتیب نشان می‌دهد؟



(۱) ۰/۴۸ و ۰/۱۶  
 (۲) ۰/۱۶ و ۰/۴۸  
 (۳) ۰/۲۸ و ۰/۷۲  
 (۴) ۰/۳۸ و ۰/۷۲

۲۷- براساس جدول زیر، چنانچه حلالیت اکسیژن  $\frac{kg}{m^3}$  و  $7.2 \times 10^3$  و غلظت اکسیژن حل‌شده بالاتر از میزان بحرانی باشد، ضریب انتقال جرم برای سلول‌های *E. coli*، *V. Vinifera* و *CHO*، به ترتیب از راست به چپ چقدر است؟ (غلظت سلولی

برای سلول‌های *V. Vinifera*، *E. coli* برابر  $25 \frac{g}{L}$  و برای سلول‌های *CHO* برابر  $3 \times 10^9 \frac{g}{L}$  است.)

cell culture	$q_o$	$C_{crit} (mmol^{-1})$
<i>E. coli</i>	$8/5 \frac{mmol}{g.h}$	۰/۰۰۸۲
<i>Vitis vinifera</i>	$0/6 \frac{mmol}{g.h}$	۰/۰۵۵
Chines hamster ovary (CHO)	$3 \times 10^{-10} mmol cell^{-1} h^{-1}$	۰/۰۲۰

(۱)  $1 h^{-1}$ ،  $100 h^{-1}$ ،  $600 h^{-1}$   
 (۲)  $2 h^{-1}$ ،  $40 h^{-1}$ ،  $850 h^{-1}$

(۳)  $4/4 h^{-1}$ ،  $88 h^{-1}$ ،  $980 h^{-1}$   
 (۴)  $5 h^{-1}$ ،  $30 h^{-1}$ ،  $450 h^{-1}$

۲۸- کدام گزینه در خصوص تعاریف TDT و TDP درست است؟

(۱) TDT: زمان لازم برای کشته شدن سوسپانسیونی از باکتری‌ها و اسپورها در دمای معین است.

TDP: تعیین دمایی که به مدت ۱۰ دقیقه لازم است تا میکروارگانیسم از بین برود.

(۲) TDT: تعیین دمایی که به مدت ۱۰ دقیقه لازم است تا میکروارگانیسم از بین برود.

TDP: زمان لازم برای کشته شدن سوسپانسیونی از باکتری‌ها و اسپورها در دمای معین است.

(۳) IDT: زمان لازم برای کشته شدن میکروارگانیسم‌ها در دمای معین است.

TDP: تعیین دمایی که به مدت ۱ ساعت لازم است تا میکروارگانیسم از بین برود.

(۴) TDT: زمان لازم برای کشته شدن اسپورها در دمای معین است.

IDT: تعیین دمایی که به مدت ۱۰ دقیقه لازم است تا باکتری‌ها و قارچ‌ها از بین بروند.

۲۹- به منظور تعیین ضریب حجمی انتقال جرم در یک سیستم هوازی، پس از قطع اکسیژن و کاهش اکسیژن محلول، دوباره هوادهی انجام شده و داده‌های زیر به دست آمده است. اگر مقدار  $r_{O_2}$  برابر  $0.6$  میلی‌گرم بر لیتر در دقیقه باشد، غلظت اکسیژن تعادلی و ضریب حجمی انتقال جرم به ترتیب از راست به چپ چقدر است؟

$0.4$	$2$	$3/6$	$5/2$	$C(\frac{mg}{L})$
$4$	$3$	$2$	$1$	$\frac{dc}{dt} + r_{O_2}$

(۱)  $0.58$  و  $2/5$

(۲)  $0.45$  و  $3/5$

(۳)  $0.58$  و  $3/5$

(۴)  $0.66$  و  $6/5$

۳۰- در سیستم کموستات کدام یک از فرض‌های زیر نا درست است؟

- ۱- رشد از کینتیک مونود پیروی کند.
- ۲- مرگ سلولی در نظر گرفته می‌شود.
- ۳- اختلاط در داخل راکتور ایده‌آل است.
- ۴- از Maintenance صرف‌نظر می‌شود.
- ۵- محصول تولید نمی‌شود و یا به‌طور مستقیم در مسیر متابولیسم انرژی سلولی تولید می‌شود.
- ۶- غلظت بیومس در خوراک ورودی در نظر گرفته شده است و یا به عبارتی خوراک ورودی استریل نیست، در نتیجه سیستم دارای جریان برگشتی یا کموستات چند مرحله‌ای است.

(۱) ۱ و ۶

(۲) ۲ و ۶

(۳) ۴، ۲ و ۵

(۴) ۲، ۴ و ۳

۳۱- هر یک از موارد زیر به ترتیب، بیانگر چیست؟

- الف - ترکیباتی که در فرمولاسیون محیط کشت برای افزایش تولید، مورد استفاده قرار می‌گیرند.  
ب - در این نوع میکروارگانیسم‌ها، عمل هم یونی اتفاق می‌افتد.

(۱) آنزیم - فاقد پلاسمیدهای Tera

(۲) Extrusion - حاوی پلاسمید مقاوم

(۳) precursor - حاوی پلاسمیدهای Tera

(۴) Extursion - حاوی پلاسمید Tera و مقاوم

۳۲- بیوراکتورهای جریان شعاعی دارای چه خصوصیت بارزی هستند و رژیم جریان در محدود چه سرعتی از گاز ورودی، تابع قطر بیوراکتور BC نیست؟

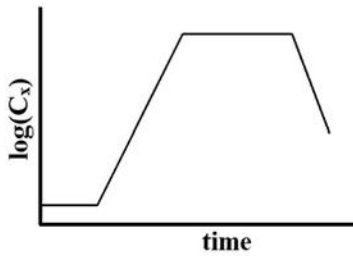
(۱) توزیع یکسان اکسیژن در کل ارتفاع بیوراکتور -  $\frac{m}{s}(0.5-0)$

(۲) توزیع یکسان اکسیژن در شعاع (عرض) بیوراکتور -  $(0.75-1)$

(۳) اتصال سری بیوراکتورهای همزن دار -  $\frac{m}{s}(0-1)$

(۴) اتصال سری بیوراکتورهای BC -  $\frac{m}{s}(0.5-1)$

۳۳- نمودار لگاریتم غلظت یک نوع باکتری بر حسب زمان در یک محیط کشت ناپیوسته (batch) مشابه شکل زیر است. در چه لحظه‌ای غلظت سلول‌ها دو برابر غلظت اولیه سلول‌های باکتری می‌شود؟ (سرعت رشد ویژه =  $\mu$ ، مدت زمان



مرحله تأخیر =  $t_0$ )

$$t_0 + \frac{1}{\mu} \quad (1)$$

$$t_0 + \frac{\ln 2}{\mu} \quad (2)$$

$$t_0 \ln 2 + \frac{1}{\mu} \quad (3)$$

$$\left(t_0 + \frac{1}{\mu}\right) \times \ln 2 \quad (4)$$

۳۴- محاسبه طول لوله (L) در استریلیزاسیون پیوسته از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و برای محاسبه L مراحل زیر انجام می‌شود. کدام مورد در خصوص ترتیب مراحل درست است؟

۱- تعیین قطر لوله (D)

۲- محاسبه سطح مقطع لوله

۳- محاسبه سرعت میانگین

۴- محاسبه عدد رینولدز

۵- محاسبه  $\left(\frac{DZ}{U_D}\right)$  با استفاده از نمودار

۶- فرض یک مقدار عددی برای L و محاسبه عدد پکلت  $\left(P_e = \frac{UL}{DZ}\right)$

۷- خواندن عدد دامکوهر (Da) از نمودار با داشتن عدد پکلت و درجه استریلیزاسیون مشخص  $\left(\frac{N_2}{N_1}\right)$

۸- محاسبه L از رابطه دامکوهر با داشتن مقدار مشخص Kd و u

(۱) ۱، ۳، ۴، ۵، ۲، ۴، ۳، ۵، ۶، ۷ و ۸

(۲) ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸

۳۵- کدام مورد در خصوص تقسیم‌بندی مهارکننده‌های برگشت‌ناپذیر نادرست است و از کدام روش، جهت کنترل و تنظیم آنزیم‌ها استفاده نمی‌شود؟

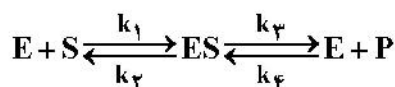
(۱) شناساگرهای گروه ویژه، تنظیم و کنترل در سطح بیان ژن

(۲) آنالوگ‌های انتخابی واکنش‌ناپذیر، مهارکننده‌های پیش‌نورد

(۳) مهارکننده انتخابی یا مینی بر مکانیسم، آنزیم‌های آلوستریک

(۴) آنالوگ‌های سوسترایی واکنش‌پذیر یا برجسب‌های تمایلی، تنظیم و کنترل با شرکت پیوند کووالان

۳۶- در واکنش آنزیم محصول برگشت‌پذیر زیر، مقادیر  $k_p$  و  $k_s$ ، به ترتیب کدامند؟

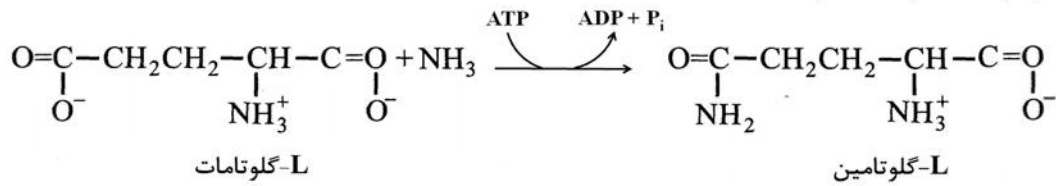


$$(k_1 = 1 \times 10^5, k_2 = 1 \times 10^2, k_3 = 3 \times 10^2, k_4 = 2 \times 10^1)$$

$$2 \times 10^{-5}, 3 \times 10^7 \quad (2) \qquad 4, 2 \times 10^{-5} \quad (1)$$

$$4 \times 10^{-5}, 2 \times 10^7 \quad (4) \qquad 20, 4 \times 10^{-5} \quad (3)$$

۳۷- آنزیمی تبدیل گلوتامات به گلوتامین را براساس واکنش زیر، کاتالیز می کند. براساس سیستم نامگذاری IUBMB، این آنزیم در کدام دسته قرار دارد؟



(۱) لیگازها (۲) لیازها

(۳) هیدرولازها (۴) ترانسفرازها

۳۸- در الکتروفورز پروتئین‌های با بارهای الکتریکی مختلف، از ماده‌ای به نام SDS (سدیم دودسیل سولفات) استفاده می‌شود تا بار الکتریکی همه آنها منفی شود. اگر سه زنجیره پلی‌پپتیدی با تعداد آمینواسید مختلف الکتروفورز شوند، کدام مورد درست است؟

(۱) هر سه زنجیره با یک سرعت درون ژل حرکت می‌کنند.

(۲) هر سه زنجیره با گذشت زمان از قطب مثبت دور می‌شوند.

(۳) زنجیره پلی‌پپتیدی کوچک‌تر، سریع‌تر به قطب مثبت می‌رسد.

(۴) بعد از مدتی سه زنجیره سبب تشکیل یک نوار روی ژل می‌شوند.

۳۹- کدام آنزیم‌ها در چگونگی واکنش باکتری‌ها با اکسیژن نقش دارند و در یک بازدارندگی رقابتی در صورتی که  $K_I = [I]$  و  $K_M = [S]$  باشد، فعالیت نسبی و درجه بازدارندگی به ترتیب کدام است؟

(۱) اینورتاز، اکسیدوردوکتاز، ماناز -  $\frac{1}{3}$ ،  $\frac{1}{3}$  (۲) پراکسیداز، اکسیدوردوکتاز، ماناز -  $\frac{1}{6}$ ،  $\frac{2}{3}$

(۳) کاتالاز، اینورتاز، اکسیدوردوکتاز -  $\frac{1}{6}$ ،  $\frac{2}{3}$  (۴) کاتالاز، پراکسیداز، سوپراکسیددیسموتاز -  $\frac{1}{3}$ ،  $\frac{1}{3}$

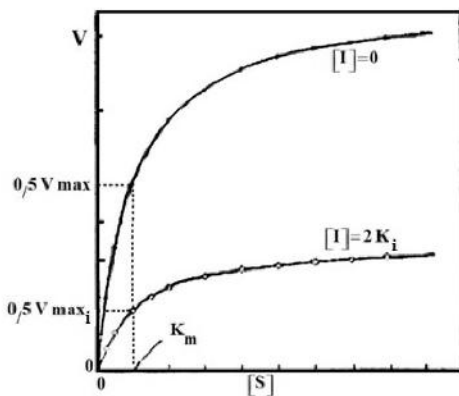
۴۰- در یک آزمایش، نمودار سرعت واکنش بر حسب غلظت سوبسترا مشابه شکل زیر است. با توجه به این نمودار، چه نوع بازدارنده‌ای در این واکنش وجود داشته است؟

(۱) رقابتی

(۲) نارقابتی

(۳) غیررقابتی

(۴) نوع بازدارندگی می‌تواند نارقابتی یا غیررقابتی باشد.



۴۱- کدام عبارت در رابطه با آنزیم‌های آلوستریکی نادرست است و در کدام مورد، زنجیر جانبی آمینواسیدهای ذکر شده، به ترتیب از نوع قطبی و غیرقطبی هستند؟

(۱) اتصال بین جسم آلوستریکی و آنزیم، از نوع غیرکوالانسی است - تیروزین، سرین

(۲) در این آنزیم‌ها محل اتصال جسم آلوستریکی همان سایت فعال آنزیم است - سیستئین، فنیل آلانین

(۳) اگر جسم آلوستریکی بر روی فعالیت آنزیم تأثیر مثبت بگذارد به آن فعال‌کننده آلوستریکی می‌گویند - گلوتامین، سیستئین

(۴) در تبدیل ل-ترئونین به ل-ایزولوسین، محصول واکنش یک بازدارنده آلوستریکی برای آنزیم ترئونین دامیناز است - متیونین، تیروزین

۴۲- یک واکنش آنزیمی در یک راکتور لوله‌ای (plug) انجام می‌شود. رابطه میکائلیس-منتن با ثابت‌های

$$V_{max} = 20 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}} \text{ و } K_m = 4 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

دبی  $10 \frac{\text{L}}{\text{hr}}$  وارد راکتور می‌شود. در صورتی که ۹۰٪ سوبسترا به محصول تبدیل شود، حجم راکتور چقدر

است؟ ( $\ln 2 = 0.693$  و  $\ln 5 = 1.61$  و  $\ln 3 = 1.1$ )

$$\begin{aligned} (1) \quad & 0.45S_0 + 4/6 \\ (2) \quad & 0.5S_0 + 4/6 \\ (3) \quad & 0.45S_0 + 0.2 \\ (4) \quad & 0.5S_0 + 0.2 \end{aligned}$$

۴۳- کدام عبارت در مورد واکنش آنزیمی درست است؟

(۱) برای مطالعه وابستگی سرعت لحظه‌ای واکنش (v) به غلظت سوبسترا (S)، بررسی در محدوده  $k_m$  یا مقادیر کمتر از  $k_m$  مناسب است.

(۲) برای مطالعه وابستگی سرعت لحظه‌ای واکنش (v) به غلظت سوبسترا (S)، بررسی در محدوده  $k_m$  یا مقادیر کمتر از  $k_m$  الزاماً مناسب و کافی نیست.

(۳) اگر مقدار  $k_m$  در یک واکنش آنزیمی مساوی با  $[S] = 0.2k_m$  و  $[S] = 0.5k_m$  باشد، سرعت لحظه‌ای به ترتیب مساوی با ۱۷٪ و ۳۳٪ از  $V_{max}$  است، در حالی که وقتی  $[S] = 4k_m$  و  $[S] = 9k_m$  باشد، سرعت لحظه‌ای مساوی با ۸۰٪ و ۹۱٪ از  $V_{max}$  است.

(۴) گزینه‌های ۱ و ۳

۴۴- تحت تأثیر یک مهارکننده، میل ترکیبی آنزیم به سوبسترا تغییر نکرده ولی مقدار مصرف سوبسترا در واحد زمان

حتی در غلظت بالای سوبسترا کاهش یافته است. مکانیسم عمل این مهارکننده کدام است؟

- (۱) برگشت‌پذیر
- (۲) برگشت‌پذیر رقابتی
- (۳) برگشت‌پذیر غیررقابتی
- (۴) برگشت‌پذیر نارقابتی

۴۵- غالب آنزیم‌هایی که در صنعت کاربرد قابل ملاحظه‌ای دارند، به کدام گروه زیر تعلق دارند و کدام عدد بدون بعد برای

اثرات نفوذی در آنزیم‌های تثبیت‌یافته بر شبکه متخلخل کاربرد دارد؟

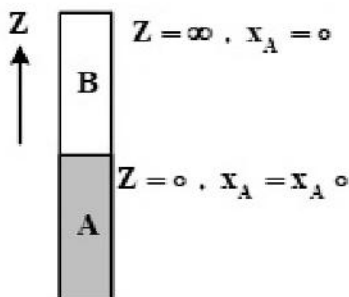
- (۱) اکسیدوردوکتاز - دام کوهلر
- (۲) هیدرولاز - تیل مدل
- (۳) ترانسفراز -  $D_e$
- (۴) لیاژ -  $\phi^2$

### پدیده‌های انتقال:

۴۶- در زمان  $t = 0$ ، مایع A در گاز B شروع به تبخیر می‌کند. گاز B در مایع A حل نمی‌شود و فرض کنید که سطح مایع

در  $Z = 0$  ثابت می‌ماند. کدام یک از معادلات زیر در مورد توزیع کسر مولی جز A در گاز B در دما و فشار ثابت

صادق است؟



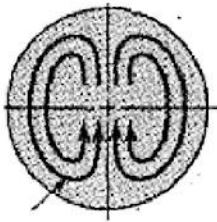
$$\frac{\partial x_A}{\partial t} = D_{AB} \frac{\partial^2 x_A}{\partial z^2} \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial z} \left( C \frac{D_{AB}}{1-x_A} \frac{\partial x_A}{\partial z} \right) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial x_A}{\partial t} - D_{AB} \left( \frac{\partial x_A}{\partial z} \right)_{z=0} \frac{\partial x_A}{\partial z} = D_{AB} \frac{\partial^2 x_A}{\partial z^2} \quad (3)$$

$$\frac{\partial x_A}{\partial t} - \frac{D_{AB}}{1-x_A^0} \left( \frac{\partial x_A}{\partial z} \right)_{z=0} \frac{\partial x_A}{\partial z} = D_{AB} \frac{\partial^2 x_A}{\partial z^2} \quad (4)$$

۴۷- در سیستم استخراج مایع - مایع زیر با فاز ساکن آب و قطره متحرک با انتقال جرم جز A از فاز قطره به فاز آب، کدام عبارت درست نیست؟

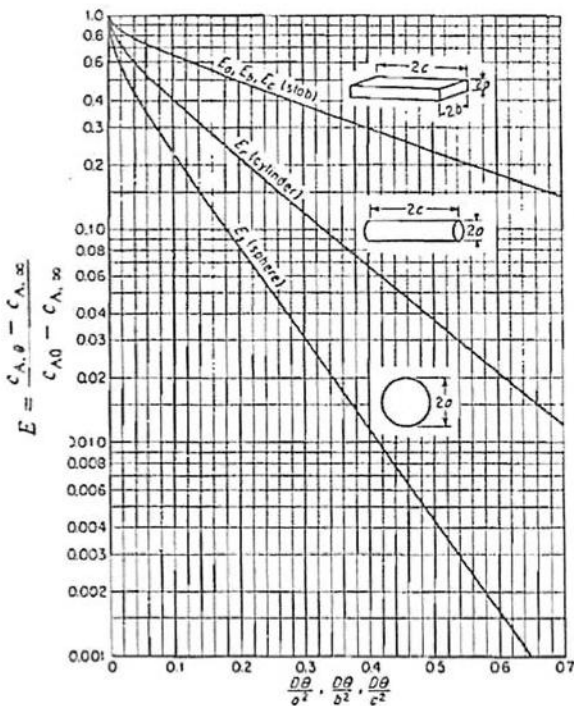


Moving droplet

- (۱) سرعت در مرکز قطره بیشترین مقدار را دارد.
- (۲) غلظت جز A حول قطره از تمام قسمت‌های قطره کمتر است.
- (۳) با افزایش قطر قطره، نواحی چرخشی از داخل قطره حذف خواهند شد.
- (۴) در نواحی چرخشی مرکز قطره، انتقال جرم جابه‌جایی، کمترین مقدار را دارد.

۴۸- یک استوانه سفالی مرطوب با رطوبت اولیه  $5 \frac{g}{cm^3}$  و طول و قطر  $20 \times 20$  سانتی‌متر وجود دارد. این استوانه از تمام سطوح همواره در معرض وزش هوای خشک قرار گرفته و تبخیر از تمام سطوح انجام می‌شود. ضریب نفوذ رطوبت در داخل سفال برابر  $D = 2 \times 10^{-10} \frac{m^2}{s}$  است. مقدار رطوبت متوسط قطعه سفالی پس از گذشت  $10^5$  ثانیه، چند  $\frac{g}{cm^3}$  تخمین زده می‌شود؟ (شکل زیر کسر رطوبت باقیمانده در جامد پس از گذشت زمان  $\theta$  را نشان می‌دهد.

$C_{A0}$  غلظت اولیه،  $C_{A\theta}$  غلظت در زمان  $\theta$ ،  $C_{A,\infty}$  غلظت تعادلی پس از گذر زمان نامحدود).



- (۱) ۰٫۵
- (۲) ۰٫۷۵
- (۳) ۱
- (۴) ۱٫۳۷

۴۹- در مورد انتقال جرم در جریان آرام داخل لوله که با شدت کم انتقال جرم همراه باشد، کدام عبارت درست است؟

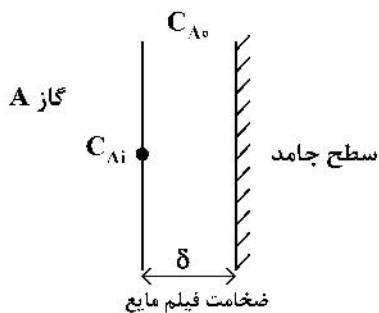
- (۱) در انتقال جرم داخل لوله یا جریان آرام، حالتی که بتوان به یک شروود ثابت رسید وجود ندارد.
- (۲) هنگامی که پروفایل سرعت و غلظت در لوله هر دو به حالت توسعه یافته می‌رسند، عدد شروود به مقدار معینی میل می‌کند.
- (۳) اگر شرط مرزی غلظت ثابت در دیواره لوله وجود داشته باشد و در عین حال پروفایل غلظت و سرعت توسعه یافته باشند، در این صورت عدد شروود به مقدار معینی میل می‌کند.
- (۴) اگر شرط مرزی شار جرمی ثابت در دیواره لوله وجود داشته باشد و در عین حال پروفایل غلظت و سرعت توسعه یافته باشند، در این صورت عدد شروود به مقدار معینی میل می‌کند.

۵۰- ماده A از میان یک فیلم گاز به سطح یک کاتالیزور جامد کروی نفوذ کرده و واکنش  $3A \rightarrow B$  به صورت کامل روی سطح کاتالیزور انجام شده و محصولات در خلاف جهت، برگشت داده می‌شوند. کدام یک از روابط زیر بیانگر توزیع غلظت A ( $y_A$ ) در جهت شعاعی (r) در داخل فیلم گاز احاطه‌کننده کاتالیزور کروی است؟ (دما را ثابت و مسئله را پایا فرض کنید.  $C_1$  و  $C_2$  ثوابت هستند.)

$$\frac{1}{2} \ln \left[ 1 + 2y_A \right] = -\frac{C_1}{r} + C_2 \quad (2) \qquad -\frac{3}{2} \ln \left[ 1 - \frac{2}{3}y_A \right] = -\frac{C_1}{r} + C_2 \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} \ln \left[ 1 + 2y_A \right] = C_1 r + C_2 \quad (4) \qquad -\frac{3}{2} \ln \left[ 1 - \frac{2}{3}y_A \right] = C_1 r + C_2 \quad (3)$$

۵۱- در حالت پایا ارتفاع فیلم ریزان مطابق با شکل داده شده، برابر با کدام عبارت است؟ (غلظت A در مایع ورودی  $C_{A0}$ ، حلالیت گاز A در مایع  $C_{Ai}$  و غلظت متوسط A در مایع خروجی  $\bar{C}_{AL}$  است. ضخامت فیلم مایع =  $\delta$ ، سرعت متوسط مایع  $\bar{V}_Z$  و ضریب متوسط انتقال جرم  $(k_{av})$



$$\frac{\bar{V}_Z \delta}{2k_{av}} \left( \frac{\bar{C}_{AL} - C_{A0}}{C_{Ai} - C_{A0}} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\bar{V}_Z \delta}{k_{av}} \left( \frac{\bar{C}_{AL} - C_{A0}}{C_{Ai} - C_{A0}} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\bar{V}_Z \delta}{2k_{av}} \ln \left( \frac{C_{Ai} - C_{A0}}{C_{Ai} - \bar{C}_{AL}} \right) \quad (3)$$

$$\frac{\bar{V}_Z \delta}{k_{av}} \ln \left( \frac{C_{Ai} - C_{A0}}{C_{Ai} - \bar{C}_{AL}} \right) \quad (4)$$

۵۲- برای به دست آوردن توزیع غلظت پایا در فرایند جذب A از فاز گاز در یک فیلم ریزان مایع روی دیواره جامد، از معادله دیفرانسیلی زیر استفاده می‌شود. کدام عبارت در این خصوص نادرست است؟ ( $y$  = راستای ریزش مایع،  $z$  = راستای عمود بر جریان فیلم مایع و  $U_{max}$  = حداکثر سرعت مربوط به پروفایل سرعت توسعه یافته در فیلم مایع است.)

$$U_{max} \frac{\partial C_A}{\partial y} = D_{AB} \frac{\partial^2 C_A}{\partial z^2}$$

(۱) این معادله نشان دهنده آن است که از نفوذ در راستای جریان فیلم ریزان صرف نظر شده است.

(۲) جهت رسیدن به این فرم معادله دیفرانسیلی، فرض بر آن است که حلالیت گاز A در فیلم مایع کم است.

(۳) از معادله دیفرانسیلی داده شده نمی‌توان قضاوت کرد که شدت حلالیت گاز A در فیلم مایع کم بوده است یا زیاد.

(۴) این معادله با فرض ناچیز بودن سرعت متوسط مولی ایجاد شده در اثر نفوذ در جهت عمود بر راستای فیلم ریزان، حاصل شده است.

۵۳- کدام عبارت زیر، بیانگر ضریب انتقال جرم  $k_c$  برای یک کره ساکن به شعاع R، در یک محیط ساکن و رقیق از ماده نفوذکننده است؟

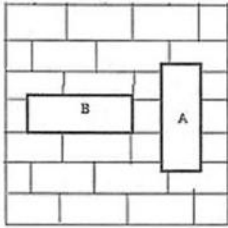
$$\frac{D_{AB}}{2R} \quad (1)$$

$$\frac{D_{AB}}{R} \quad (2)$$

$$\frac{3}{2} \frac{D_{AB}}{R} \quad (3)$$

$$\frac{2}{3} \frac{D_{AB}}{R} \quad (4)$$

۵۴- یک صفحه مستطیلی با روکش نفتالین با ابعاد  $۰/۳ \times ۰/۹$  متر، در دو حالت ایستاده طولی (A) و عرضی (B) روی دیوار اتاقی مطابق شکل زیر نصب شده است. حین تصعید نفتالین در هوای ساکن اتاق، جریان آرامی روی صفحه ایجاد می‌شود. کدام عبارت در مورد مقایسه شدت تصعید نفتالین در دو وضعیت درست است؟



- (۱) شدت انتقال جرم متوسط برای صفحه در حالت عرضی (B)، بیشتر از شدت انتقال جرم متوسط برای صفحه در حالت طولی (A) است.  
 (۲) شدت انتقال جرم متوسط برای صفحه در حالت طولی (A)، بیشتر از شدت انتقال جرم متوسط برای صفحه در حالت عرضی (B) است.  
 (۳) با اطلاعات داده شده در صورت سؤال، نمی‌توان در خصوص شدت تصعید اظهار نظر کرد.  
 (۴) شدت انتقال جرم متوسط در هر دو حالت برابر است.

۵۵- نقاط داخلی یک جسم جامد صلب (عاری از خلل و فرج) با چه مکانیزم‌هایی می‌توانند گرم شوند؟

- (۱) هدایتی  
 (۲) هدایتی و تشعشع  
 (۳) هدایتی و جابه‌جایی  
 (۴) هدایتی، جابه‌جایی و تشعشع
- ۵۶- یک صفحه فلزی به ضخامت ۴ سانتی‌متر و درجه حرارت  $T_i$  به‌طور ناگهانی در معرض هوای  $۲۰$  درجه سانتی‌گراد قرار می‌گیرد. اگر دمای این صفحه بعد از یک ساعت برابر  $۲۰۰$  درجه سانتی‌گراد باشد، مقدار دمای اولیه صفحه فلزی ( $T_i$ ) چند درجه سانتی‌گراد بوده است؟ (عدد نیر (e) را معادل  $۲/۵$  در نظر بگیرید.)

$$\left( k = 60 \frac{W}{mK}, c_p = 9000 \frac{J}{kgK}, \rho = 600 \frac{kg}{m^3}, h = 30 \frac{W}{m^2K} \right)$$

(۱)  $۳۲۰$

(۲)  $۳۵۰$

(۳)  $۴۲۰$

(۴)  $۴۷۰$

۵۷- در یک جسم نیمه بی‌نهایت با ضریب نفوذ گرمایی ( $\alpha$ )، در زمان اولیه، دما در کلیه نقاط  $T_i$  بوده و ناگهان دمای سطح به  $T_o$  رسیده و در آن ثابت می‌ماند. تابع توزیع دمای جسم به‌صورت تابعی از زمان و فاصله از سطح، کدام است؟

$$\frac{T - T_i}{T_o - T_i} = \operatorname{erf}\left(\frac{x}{\sqrt{2\alpha t}}\right) \quad (۱)$$

$$\frac{T - T_o}{T_i - T_o} = \operatorname{erf}\left(\frac{x}{\sqrt{2\alpha t}}\right) \quad (۲)$$

$$\frac{T - T_i}{T_o - T_i} = \operatorname{erf}\left(\frac{\alpha}{\sqrt{2xt}}\right) \quad (۳)$$

$$\frac{T - T_o}{T_i - T_o} = \operatorname{erf}\left(\frac{\alpha}{\sqrt{2xt}}\right) \quad (۴)$$

۵۸- میزان حرارت آزاد شده توسط یک المان الکتریکی استوانه‌ای شکل غوطه‌ور در آب در فشار آتمسفریک، برابر ۶۰۰۰ وات به‌ازای یک متر طول المان است ( $\frac{W}{m}$  ۶۰۰۰). میزان ضریب انتقال حرارت همرفتی در اثر فرایند جوشش کدام است؟ (دمای سطح المان ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد، قطر المان برابر ۲ میلی‌متر و  $\pi = ۳$  است.)

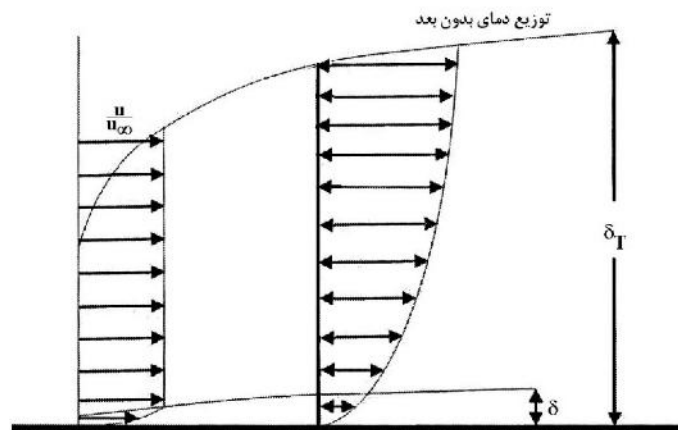
$$(1) \frac{W}{m^2K} 250$$

$$(2) \frac{W}{m^2K} 150$$

$$(3) \frac{W}{m^2K} 25000$$

$$(4) \frac{W}{m^2K} 15000$$

۵۹- سیالی نیوتنی روی سطح صاف جریان دارد. ضخامت لایه مرزی هیدرودینامیکی و گرمایی و نیز توزیع سرعت و دمای بدون بعد، در شکل نشان داده شده است. در خصوص سیالی که نیمه ابتدایی صفحه را طی کرده، کدام مورد درست است؟



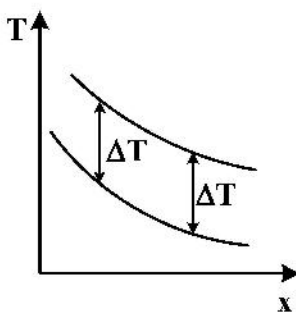
(۱) دمای سیال داخل لایه مرزی گرمایی بیشتر از دمای سیال ورودی است.

(۲) دمای سیال در داخل هر دو لایه مرزی گرمایی و هیدرودینامیکی مساوی است.

(۳) دمای سیال داخل لایه مرزی هیدرودینامیکی بیشتر از دمای سیال ورودی است.

(۴) دمای سیال داخل لایه مرزی هیدرودینامیکی کمتر از دمای سیال داخل لایه مرزی گرمایی است.

۶۰- در شکل زیر، پروفایل دمایی دو سیال سرد و گرم در طول یک مبدل نشان داده شده است. اگر اختلاف دما بین دو سیال در طول مبدل ثابت باشد، کدام مورد درست است؟



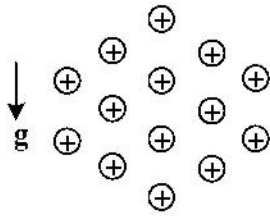
$$(1) cp_h = cp_c$$

$$(2) (\dot{m}cp)_c = (\dot{m}cp)_h$$

$$(3) \frac{C_{min}}{C_{max}} = 0$$

(۴) بدون دانستن  $h$  ها، نمی‌توان اظهار نظر کرد.

۶۱- در یک کندانسور به شکل زیر، لوله‌ها به صورت افقی کنار هم قرار گرفته‌اند. اگر ضریب انتقال حرارت همرفتی متوسط میعان روی سطح خارجی لوله‌ها در ردیف‌های دوتایی، سه‌تایی و چهارتایی به ترتیب برابر  $\bar{h}_1$ ،  $\bar{h}_2$  و  $\bar{h}_3$  باشد، ضریب انتقال حرارت همرفتی متوسط میعان، روی سطح خارجی لوله‌ها در این کندانسور ( $\bar{h}_o$ ) کدام است؟



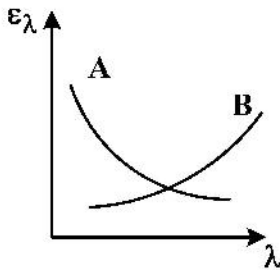
$$\bar{h}_o = \frac{4\bar{h}_1 + 6\bar{h}_2 + 4\bar{h}_3}{14} \quad (1)$$

$$\bar{h}_o = \frac{2\bar{h}_1 + 3\bar{h}_2 + 4\bar{h}_3}{14} \quad (2)$$

$$\bar{h}_o = \frac{4\bar{h}_1 + 6\bar{h}_2 + 4\bar{h}_3}{5} \quad (3)$$

$$\bar{h}_o = \frac{2\bar{h}_1 + 3\bar{h}_2 + 4\bar{h}_3}{5} \quad (4)$$

۶۲- برای دو ماده A و B، نمودار ضریب نشر طیفی ( $\epsilon_\lambda$ ) بر حسب طول موج ( $\lambda$ ) مطابق شکل زیر است. ضریب نشر کلی مواد ( $\epsilon$ ) با تغییر دما چگونه تغییر خواهد کرد؟



- (۱) با افزایش دما، ضریب نشر هر دو ماده A و B افزایش می‌یابد.
- (۲) با افزایش دما، ضریب نشر هر دو ماده A و B کاهش می‌یابد.
- (۳) با افزایش دما، ضریب نشر ماده A افزایش و ضریب نشر ماده B کاهش می‌یابد.
- (۴) با افزایش دما، ضریب نشر ماده A کاهش و ضریب نشر ماده B افزایش می‌یابد.

۶۳- استفاده از معادله اولر در کدام یک از جریان‌های زیر مناسب‌تر است؟

- (۱) جریان‌های خزشی
- (۲) جریان‌های چرخشی
- (۳) جریان‌های خارج از لایه مرزی
- (۴) جریان سیالات تراکم‌ناپذیر

۶۴- جریان سیال تراکم‌پذیری در دمای ثابت از یک لوله به طول L عبور داده می‌شود. اگر سرعت جریان در ورودی لوله  $V_1$  و سرعت در خروجی لوله  $V_2$  باشد، چه رابطه‌ای بین  $V_1$  و  $V_2$  وجود دارد؟ (اصطکاک لوله قابل ملاحظه است.)

$$V_2 > V_1 \quad (1)$$

$$V_1 = V_2 \quad (2)$$

$$V_1 > V_2 \quad (3) \quad \text{اگر زبری لوله بالا باشد.}$$

$$V_1 > V_2 \quad (4) \quad \text{اگر زبری لوله پایین باشد.}$$

۶۵- قرار است یک لوله با مقطع دایره‌ای به قطر D را با لوله‌ای با مقطع مستطیل به طول و عرض a و b تعویض کنند. دبی سیال قبل و بعد از این تعویض یکسان است. اگر رژیم جریان در هر دو حالت آرام باشد، برای عدم تغییر ضریب اصطکاک در اثر این تعویض، نسبت محیط لوله جدید به لوله قدیمی چقدر باید باشد؟

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

$$1 \quad (2)$$

$$\frac{1}{4} \quad (3)$$

$$4 \quad (4)$$

۶۶- در یکی از واحدهای یک تصفیه‌خانه از یک حوضچه ته‌نشینی به منظور جداسازی ذرات جامد معلق در پساب استفاده

می‌شود. دانسیته ذرات معلق  $2200 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ ، دانسیته پساب  $1300 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$  و ویسکوزیته پساب  $5 \text{CP}$  است. اگر قطر ذرات

معلق  $100 \mu\text{m}$  و ارتفاع حوضچه  $6 \text{m}$  باشد، پساب این واحد حداقل چه مدت زمانی را باید به صورت راکد درون حوضچه باقی بماند تا جداسازی ذرات معلق به صورت کامل انجام شود؟ (مسئله را براساس ناحیه Stokes حل کنید.)

$$1 \text{ min} \quad (1)$$

$$10 \text{ min} \quad (2)$$

$$100 \text{ min} \quad (3)$$

$$1000 \text{ min} \quad (4)$$

۶۷- در یک لوله حاوی سیال نیوتنی و در جریان آرام، اگر قطر لوله نصف شود ولی دبی جریان سیال ثابت بماند، تنش دیواره چند برابر می‌شود؟

- (۱) ۸ برابر (۲) ۴ برابر (۳) ۲ برابر (۴) نصف می‌شود.

۶۸- اگر برای یک جریان  $u = 5 + t$  و  $v = 10 \frac{m}{s}$  باشد، کدام مورد درست است؟

(۱) جریان پایا و معادله خط جریان  $y = \frac{5+t}{10}x$  است.

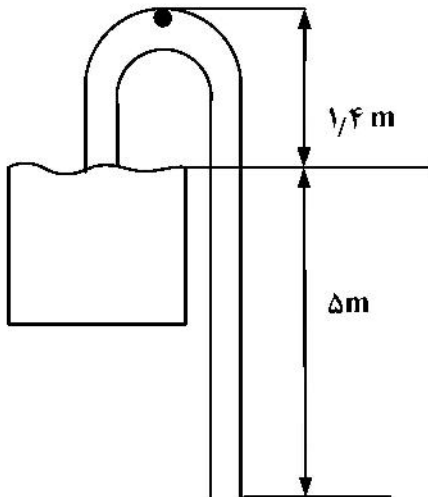
(۲) جریان ناپایا و معادله خط جریان  $y = \frac{5+t}{10}x$  است.

(۳) جریان پایا و معادله خط جریان  $y = \frac{10}{5+t}x$  است.

(۴) جریان ناپایا و معادله خط جریان  $y = \frac{10}{5+t}x$  است.

۶۹- آب توسط شلنگی به قطر ۳cm از مخزنی مطابق شکل تخلیه می‌شود. با صرف‌نظر از اتلاف جزئی، سرعت تخلیه و

فشار مطلق نقطه خم شلنگ چقدر است؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )



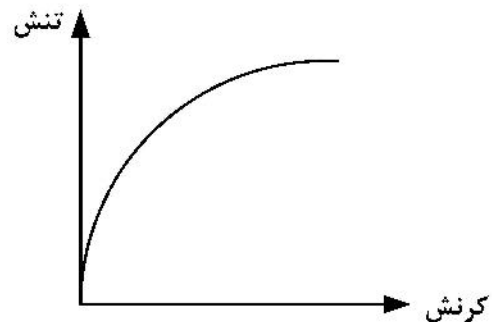
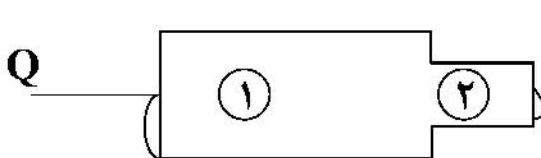
(۱)  $64 \text{ KPa}$ ،  $7 \frac{m}{s}$

(۲)  $64 \text{ KPa}$ ،  $10 \frac{m}{s}$

(۳)  $36 \text{ KPa}$ ،  $7 \frac{m}{s}$

(۴)  $36 \text{ KPa}$ ،  $10 \frac{m}{s}$

۷۰- سیالی با منحنی جریان زیر، از لوله نشان داده شده عبور می‌کند. کدام مورد درست است؟



(۱) ویسکوزیته سیال در لوله ۱ کمتر، ولی افت فشار در لوله ۲ بیشتر است.

(۲) ویسکوزیته سیال در لوله ۱ و لوله ۲، برابر و افت فشارها یکسان است.

(۳) ویسکوزیته سیال در لوله ۲ بیشتر از لوله ۱ است.

(۴) ویسکوزیته سیال در لوله ۱ و لوله ۲، برابر است.





