کد کنترل
909
A

909A

«علم و تحقیق، کلید پیشرفت کشور است.»
مقام معظم رهبری

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

عصر پنج‌شنبه
۱۴۰۳/۱۲/۰۲

دفترچه شماره ۳ از ۳

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) ـ سال ۱۴۰۴
مهندسی شیمی (کد ۲۳۶۰)

تعداد سؤال: ۷۰ سؤال — مدت‌زمان پاسخگویی: ۱۳۵ دقیقه

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	سینتیک و طراحی راکتور ـ 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 ماشین‌حساب 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 کادر زیر، به‌منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان‌بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخ‌نامه و دفترچه سؤالات، نوع و کدکنترل درج‌شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخ‌نامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

سینتیک و طراحی راکتور ـ ترمودینامیک:

۱- در واکنش‌های موازی $\begin{matrix} 2A \rightarrow B + C \ (1) \\ 2A \rightarrow D + E \ (2) \end{matrix}$ که در دمای $300^\circ C$ انجام گرفته، غلظت B برابر غلظت D است. چنانچه واکنش در دمای $100^\circ C$ صورت گیرد، غلظت B، ۵ برابر غلظت D می‌شود. کدام گزینه درست است؟

۱) $E_1 \geq E_2$ ۲) $E_1 = E_2$

۳) $E_1 > E_2$ ۴) $E_1 < E_2$

۲- واکنش $A \rightarrow B$ با ثابت واکنش $1\,min^{-1}$، در سه راکتور (Mixed) با حجم‌های مساوی که به‌طوری سری به‌هم وصل شده‌اند انجام می‌شود. درصورتی‌که حجم هر راکتور ۵ لیتر و دبی حجمی جریان به راکتور اول $10\frac{lit}{min}$ باشد، میزان تبدیل در راکتور دوم کدام است؟

۱) ۰/۳۱ ۲) ۰/۵۵

۳) ۰/۶۱ ۴) ۰/۸۷

۳- یک واکنش درجه دوم در یک راکتور مخلوط‌شونده پیوسته (Mixed) و در فاز مایع انجام می‌شود. غلظت واکنشگر در درون راکتور همواره پایین نگه داشته می‌شود. اگر عدد بی بعد دمکولر مربوطه برای این واکنش برابر ۲ باشد، کدام مورد درست است؟

۱) $x_A = 0/4$ ۲) $x_A = 0/5$

۳) $x_A = 0/6$ ۴) $x_A = \frac{5+\sqrt{8}}{2}$

۴- واکنش درجه دوم $A \rightarrow 2R$ در فاز گاز و در یک راکتور لوله‌ای پیوسته در فشار و دمای ثابت انجام می‌شود. خوراک متشکل از نسبت‌های مولی مساوی ماده A و گاز خنثی است. شدّت جریان حجمی خوراک ۷۰ و میزان تبدیل در راکتور ۶۰ درصد است. درصد افزایش شدّت جریان خروجی از راکتور چند درصد است؟

۱) ۶۰ ۲) ۵۰

۳) ۳۰ ۴) ۲۰

۵- واکنش درجه صفر $A \rightarrow R$ در یک راکتور دوره‌ای (Recycle) با $R = 2$ و درصد تبدیل ۷۵٪ انجام می‌شود. اگر جریان برگشتی را قطع نماییم، درصد تبدیل چند درصد تغییر می‌کند؟

۱) تغییری نمی‌کند. ۲) ۵۰٪ افزایش می‌یابد.

۳) ۲۵٪ کاهش می‌یابد. ۴) اطلاعات داده شده کافی نیست.

۶- واکنش فاز گازی $2A \rightarrow R$ با معادله سرعت $-r_A = 4C_A^2 \frac{mol}{lit.min}$، در یک راکتور Mixed انجام می‌شود. خوراک شامل A خالص با غلظت $3 \frac{mol}{lit}$ و دبی حجمی $10 \frac{lit}{min}$ است. حجم مورد نیاز راکتور برای اینکه غلظت A در خروجی راکتور $1 \frac{mol}{lit}$ باشد، چند لیتر است؟

۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

۷- واکنش فاز مایع $A+2B \rightarrow R$ در یک راکتور ناپیوسته انجام می‌شود. درصورتی $C_{A_0} = 0/2 \frac{mol}{lit}$، $C_{B_0} = 10 \frac{mol}{lit}$ و $k = 0/02 \ln(2) \frac{lit^2}{mol^2.min}$ باشد، پس از چند دقیقه غلظت A به یک چهارم غلظت اولیه می‌رسد؟

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۵

۸- واکنش گازی $A \rightarrow 3R$ با معادله سرعت $-r_A = 12 \frac{mol}{lit.hr}$ در یک راکتور لوله‌ای (Plug) با حجم $60\ lit$ انجام می‌شود. خوراک شامل ۵۰٪ ماده A و ۵۰٪ ماده بی‌اثر است. برای اینکه غلظت ماده A در راکتور از $2 \frac{mol}{lit}$ به $0/5 \frac{mol}{lit}$ برسد، دبی حجمی خوراک چند $\frac{lit}{min}$ باید باشد؟

۱) ۱۵
۲) ۵
۳) ۲۰
۴) ۱۰

۹- یک بمب کالریمتری (که در حکم یک مخزن صلب سربسته است.) به‌طور کامل درون یک مخزن بزرگ آب مایع قرار دارد. مواد اولیه یک واکنش احتراق درون بمب کالریمتری موجود است و یک قوس الکتریکی باعث انجام واکنش احتراق می‌شود. درون مخزن صلب بزرگ آب، یک همزن مکانیکی با توان مصرفی ۲۰۰ وات کار می‌کند و در مدت ۳۰ دقیقه، به هوای محیط ۳۰ کیلوژول گرما می‌دهد. تغییر انرژی داخلی آب درون مخزن در این مدت چند کیلوژول است؟

۱) ۴۱۰
۲) ۷۷۰
۳) ۱۱۳۰
۴) ۱۲۵۰

۱۰- مقدار مشتق $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_s$ برحسب خواص قابل اندازه‌گیری، کدام است؟

۱) $+\frac{T\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v}{PC_v}$
۲) $-\frac{T\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v}{PC_v}$
۳) $+\frac{P}{T}C_v\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v$
۴) $-\frac{P}{T}C_v\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v$

۱۱- اگر دانسیته مولی یک مخلوط دوتایی با رابطه تجربی $\rho = a_0 + a_1 x_1 + a_1 x_1^2$ بیان شود، حجم مولی جزئی ۱ کدام است؟

۱) $\bar{V}_1 = \frac{1}{\rho^2}\left[a_0 - a_1 + 2(a_1 - a_2)x_1 + 3a_2 x_1^2\right]$

۲) $\bar{V}_1 = \frac{1}{\rho^2}\left[a_0 - a_1 + 2(a_1 + a_2)x_1 + 3a_2 x_1^2\right]$

۳) $\bar{V}_1 = \frac{1}{\rho^2}\left[a_0 - a_1 - 2(a_1 - a_2)x_1 + 3a_2 x_1^2\right]$

۴) $\bar{V}_1 = \frac{1}{\rho^2}\left[a_0 - a_1 + 3(a_1 - a_2)x_1 + 2a_2 x_1^2\right]$

۱۲- فشارسنج مخزن هوای یک غواص در عمق ۱۰ متری آب اقیانوس، عدد ۲۰۰kPa را نشان می‌دهد. در چه عمقی از آب برحسب متر، فشارسنج عدد صفر را نشان خواهد داد؟ $(\rho = 1\frac{g}{cm^3}$ و $g = 10\frac{m}{s^2})$

۱) ۲۰ ۲) ۳۰

۳) ۵۰ ۴) هیچگاه عدد صفر را نشان نخواهد داد.

۱۳- گازی از معادله حالت ویریال اصلاح شده $Z = 1 + \frac{BP}{RT}$ پیروی می‌کند. کدام مورد درباره عبارت $\left(\frac{\partial^3 P}{\partial V^3}\right)_T$ درست است؟

۱) $\frac{P^2}{6RT}$ ۲) $\frac{P^2}{3RT}$

۳) $-\frac{P^2}{6RT}$ ۴) $-\frac{P^2}{3RT}$

۱۴- انرژی آزاد گیبس اضافی مولی یک مخلوط دوجزئی، از رابطه $\frac{G^E}{RT} = 2x_1 x_2$ پیروی می‌کند. مقدار عبارت $\frac{\mu_2^E - \mu_1^E}{RT}$ در $x_1 = 0/1$ کدام است؟ $(\mu^E = \mu - \mu^{id})$

۱) $-1/6$ ۲) $+1/6$

۳) $+0/8$ ۴) $-0/8$

۱۵- ۱/۲۸ گرم نفتالین جامد $(C_{10}H_8)$ را به‌طور کامل در یک بمب کالریمتری حاوی اکسیژن می‌سوزانیم. محصولات احتراق CO_2 گاز و H_2O مایع هستند. مواد اولیه با دمای ۳۰۰K و فشار یک اتمسفر وارد شده و محصولات احتراق نیز در نهایت با دمای ۳۰۰K خارج می‌شوند. اگر در این مدت، ۱۲۰۰۰ کالری گرما به محیط منتقل شود، گرمای واکنش احتراق نفتالین چند کالری بر مول است؟ جرم مولکولی نفتالین ۱۲۸ و $R = 2\frac{cal}{mol\,K}$ است.

۱) -1040000 ۲) -1198800

۳) -1200000 ۴) -1201200

۱۶- ضریب تراکم‌پذیری بخار اشباع یک مایع خالص در دمای $400K$، برابر $0/9$ و فشار بخار آن $P^{sat} = 1/2\ atm$ است. ضریب فوگاسیته مایع در دمای $400K$ و فشار ۸۰ اتمسفر، تقریباً چقدر است؟ $R = 80 \frac{cm^3 atm}{mol\ K}$ و حجم مخصوص متوسط آن مایع برابر $40 \frac{cm^3}{mol}$ است. $e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + ...$

۱) $0/035$ ۲) $0/015$

۳) $0/0035$ ۴) $0/0015$

۱۷- یک محلول دوجزئی از حلّ یک نمک آلی (سازندهٔ اول) در آب (سازندهٔ دوم) در دمای T و فشار P به‌دست آمده است. ضریب فعالیت آب از رابطه $\ln\gamma_2 = A(1-x_2)^2$ به‌دست می‌آید که در آن داریم: $\gamma_2 \to 1$ وقتی که $x_2 \to 1$. در این رابطه A یک ثابت تجربی است که فقط تابع درجهٔ حرارت است. درصورتی‌که $\gamma_1 \to 1$ وقتی $x_1 \to 0$، رابطه $\ln\gamma_1$ کدام است؟

۱) $Ax_1(1-x_1)$ ۲) $Ax_1(2-x_1)$

۳) $Ax_1(x_1-2)$ ۴) $Ax_1(x_1^2-1)$

۱۸- ضریب اکتیویته یک مخلوط دوجزئی از رابطه زیر به‌دست می‌آید. برای یک مخلوط هم مولار، مقدار تغییر آنتالپی در اثر اختلاط (ΔH_{mix}) این مخلوط، کدام است؟

$\ln\gamma_2 = \beta x_1^2$ و $\ln\gamma_1 = \beta x_2^2$، $\beta = 100 + \frac{4}{T}$

۱) $\Delta H_{mix} = 2R$

۲) $\Delta H_{mix} = R$

۳) $\Delta H_{mix} = \frac{1}{2}R$

۴) $\Delta H_{mix} = \frac{1}{4}R$

۱۹- یک مخلوط دوجزئی گازی از معادله حالت زیر پیروی می‌کند. $\ln\hat{\varphi}_1$ کدام است؟

$P(v-b) = RT$ و $\frac{1}{b} = \frac{y_1}{b_1} + \frac{y_2}{b_2}$

۱) $\left[b + \frac{y_2 b(b_1 - b_2)}{b_1}\right]\frac{P}{RT}$ ۲) $\left[b - \frac{y_2 b(b_1 - b_2)}{b_1}\right]\frac{P}{RT}$

۳) $\left[b - \frac{y_2 b^2(b_1 - b_2)}{b_1 b_2}\right]\frac{P}{RT}$ ۴) $\left[b + \frac{y_2 b^2(b_1 - b_2)}{b_1 b_2}\right]\frac{P}{RT}$

۲۰- در یک یخچال، ۱۵ کیلوگرم بر ثانیه آب با دمای $315K$، به طور کاملاً یکنواخت (SSSF)، به دمای $300K$ می‌رسد. حداقل کار مصرفی یخچال چند کیلووات است؟ گرمای ویژه آب $\simeq 4 \frac{kJ}{kgK}$ فرض شود.

$\ln 7 = 1/95$ و $\ln 5 = 1/6$ و $\ln 3 = 1/1$ و $\ln 2 = 0/7$

۱) ۳۰ ۲) ۴۵

۳) ۶۰ ۴) ۶۳

مهندسی بیوشیمی پیشرفته (میکروبیولوژی صنعتی و تکنولوژی آنزیم‌ها):

۲۱- ۱۰ بیوراکتور پیوسته (continuous) به صورت سری به‌هم متصل شده‌اند. خوراکی در شرایط استریل و با غلظت سوبسترای s_0 به اولین بیوراکتور وارد می‌شود. اگر سرعت رقیق شدن بیوراکتورها با D_i و سرعت رشد سلول‌ها با $r_{x,i}$ نشان داده شود، کدام گزینه غلظت سوبسترای خروجی از آخرین بیوراکتور را نشان می‌دهد؟ ($Y_{x/s}$: بازده رشد سلول به مصرف سوبسترا)

۱) $Y_{x/s}s_0 - \frac{r_{x,10}}{D_{10}}$

۲) $s_0 - \frac{1}{Y_{x/s}} \cdot \frac{r_{x,10}}{D_{10}}$

۳) $s_0 - \frac{1}{Y_{x/s}} \sum_{i=1}^{10} \frac{r_{x,10}}{D_i}$

۴) $s_0 - \frac{1}{Y_{x/s}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{10} r_{x,10}}{\sum_{i=1}^{10} D_i}$

۲۲- اگر برای یک فرایند سترون‌سازی، مقدار عددی D (زمان کاهش اعشاری) برابر ۱/۶ دقیقه باشد، زمان لازم برای سترون‌سازی ۱۰۰۰ لیتر محیط کشت با جمعیت سلولی اولیه $10^6 \frac{cell}{mL}$، چند دقیقه است؟

$(A = 1\times10^{36/2}\ S^{-1}\ ،\ E = 67/7 \frac{Kcal}{mol}\ ،\ R = 8/314 \frac{J}{mol\ K})$

۱) ۱۴

۲) ۱۹

۳) ۲۴

۴) ۲۵/۶

۲۳- در یک بیوراکتور پر شده، سرعت تولید مخصوص اتانل از گلوکز $q_p = 0/2$ گرم اتانول بر گرم سلول بر ساعت و غلظت متوسط سلول خشک شده $x = 25$ گرم بر هر لیتر بستر است. اگر میزان رشد ناچیز باشد و اندازه مهره‌ها به مقدار کافی کوچک باشد ($\eta \cong 1$)، ارتفاع ستون برای تبدیل ۹۸ درصد گلوکز در جریان خروجی، چند متر است؟ ($F = 400 \frac{L}{h}$، $S_{0i} = 100 \frac{g}{L}$، قطر ستون $1\,m$ و $Y_{ps} \cong 0/49$ گرم اتانل بر گرم گلوکز است.)

۱) ۴/۹

۲) ۵/۸

۳) ۶/۳

۴) ۷/۵

۲۴- شدت رشد مخصوص برای رشد بازدارنده یک میکروارگانیسم در سیستم ایستاشیمیایی، با رابطه زیر بیان می‌شود. رابطه غلظت سوبسترای خروجی از سیستم، به‌عنوان تابعی از D کدام است؟

$$\mu = \frac{\mu_m S}{K_s + S + I\frac{K_s}{K_I}}$$

$$(S_\circ = ۱۰\frac{g}{L}, K_s = ۱\frac{g}{L}, I = ۰/۰۵\frac{g}{L}, Y_{x/s} = ۰/۱\ \frac{\text{گرم سلول}}{\text{گرم سوبسترا}}, X_\circ = ۰, K_I = ۰/۰۱\frac{g}{L}, \mu_m = ۰/۵\frac{۱}{h})$$

۱) $S = \frac{۵D}{۰/۴ - D}$

۲) $S = \frac{۶D}{۰/۵ - D}$

۳) $S = \frac{۳D}{۰/۶ - D}$

۴) $S = \frac{۰/۳D}{۶ - D}$

۲۵- در رشد میکرو ارگانیسمی معادله مونود صادق است. چنانچه این میکروارگانیسم در یک یا دو بیوراکتور CSTR رشد کند و سرعت جریان و غلظت سوبسترا در ورودی به‌ترتیب $۵۰۰\frac{L}{h}$ و $۸۵\frac{g}{L}$ و غلظت سوبسترا در خروجی $۵\frac{g}{L}$ باشد، اگر از دو واحد تخمیر متوالی استفاده شود، برای رسیدن به بالاترین سرعت تولید، واحدهای تخمیر چه حجمی باید داشته باشند؟

$$(Y_{x/s} = ۰/۶۵ \text{ و } K_s = ۵\frac{g}{L}\ ،\mu = ۰/۷h^{-۱})$$

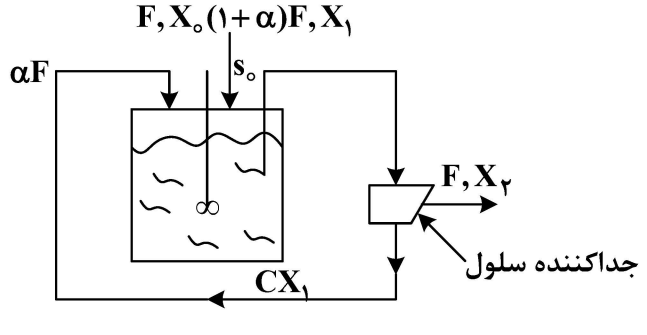
۱) $V = ۱۱۴۲\,L$

۲) $V = ۱۲۵۳\,L$

۳) $V = ۱۳۶۵\,L$

۴) $V = ۱۵۴۶\,L$

۲۶- در یک روند ایستا شیمیایی با جریان برگشتی سلول، نظیر آنچه در شکل نشان‌داده‌شده است، شدت جریان خوراک ورودی و حجم محیط کشت به‌ترتیب $F = ۱۰۰\frac{mL}{h}$ و $V = ۱۰۰۰\,mL$ است. سیستم تحت محدودیت گلوکز کار می‌کند و ضریب بهره $Y_{x/S}$ برابر ۰/۵ گرم وزن خشک سلول بر گرم سوبسترا است. غلظت گلوکز در خوراک ورودی $S_\circ = ۱۰\frac{g}{L}$ است. ثابت‌های سینتیکی میکروارگانیسم عبارت است از $K_s = ۱\frac{g}{L}$ و $\mu_m = ۰/۲h^{-۱}$. ضریب غلظت $C = ۱/۵$ و نسبت جریان برگشتی $\alpha = ۰/۷$ است. با شرط پایدار بودن سیستم، سرعت رشد مخصوص میکروارگانیزم کدام است؟



۱) $۰/۰۳۲h^{-۱}$

۲) $۰/۰۵۴h^{-۱}$

۳) $۰/۰۶۵h^{-۱}$

۴) $۰/۰۷۵h^{-۱}$

۲۷- برای تهیه یک نوع خمیرمایه، از بیوراکتور کموستات استفاده می‌شود و جهت به‌دست آوردن مقادیر ثابت K_s و μ_m، سرعت جریان‌های مختلف اعمال و پس از ایجاد حالت تعادل، تغییرات غلظت سلول (x) و غلظت سوبسترا (S) تعیین می‌شود. جدول زیر این تغییرات را نشان می‌دهد. اگر غلظت سوبسترا $۱۰۰\frac{g}{L}$ و حجم محیط کشت در بیوراکتور $۵۰۰mL$ باشد، برای اینکه بیوراکتور در آستانه تهی‌شدن قرار گیرد، سرعت جریان باید در چه محدوده‌ای قرار گیرد؟

سرعت جریان $F(\frac{mL}{h})$	۳۱	۵۰	۷۱	۹۱	۲۰۰
غلظت سلول $x(\frac{g}{L})$	۵/۹۷	۵/۹۴	۵/۸۸	۵/۷۶	۰/۰
غلظت سوبسترا $s(\frac{g}{L})$	۰/۵	۱/۰	۲/۰	۴/۰	۱۰۰

$\mu_m = ۰/۲۶h^{-۱}$ و $K_s = ۱/۳۷\frac{g}{L}$

۱) $F < ۰/۱۲۸\frac{L}{h}$

۲) $F < ۰/۲۵۸\frac{L}{h}$

۳) $F < ۰/۳۴۲\frac{L}{h}$

۴) $F < ۰/۴۰۱\frac{L}{h}$

۲۸- جرم سلول‌های رشته‌ای با کدام رابطه زیر مطابقت دارد؟

۱) $M = \beta t^۳$

۲) $M = \beta t^۲$

۳) $M = \beta t$

۴) $M = \beta t^{۱/۲}$

۲۹- برای یک فرمانتور چند فازی (مایع، جامد، گاز)، کدام‌یک از چالش‌های زیر مهم‌ترین تأثیر را در طراحی دارد؟

۱) زمان ماند فاز گاز

۲) نرخ انتقال حرارت

۳) نرخ حل‌شدن فاز جامد

۴) توزیع یکنواخت فاز گاز

۳۰- ضریب انتقال جرم اکسیژن در نظریه دولایه‌ای، نفوذ عمقی و نظریه سطح قابل تجدید، به‌ترتیب کدام است؟

۱) $k_L = \frac{D_{O_۲}}{Z_f}$ ، $k_L = ۲(\frac{D_{O_۲}}{\pi t_e})^{\frac{۱}{۲}}$ ، $k_L = (SD_{O_۲})^{\frac{۱}{۲}}$

۲) $k_L = (SD_{O_۲})^{\frac{۱}{۲}}$ ، $k_L = ۲(\frac{D_{O_۲}}{\pi t_e})^{\frac{۱}{۲}}$ ، $k_L = \frac{D_{O_۲}}{Z_f}$

۳) $k_L = ۲(\frac{D_{O_۲}}{\pi t_e})^{\frac{۱}{۲}}$ ، $k_L = \frac{D_{O_۲}}{Z_f}$ ، $k_L = (SD_{O_۲})^{\frac{۱}{۲}}$

۴) $k_L = ۲(\frac{D_{O_۲}}{\pi t_e})^{\frac{۱}{۲}}$ ، $k_L = (SD_{O_۲})^{\frac{۱}{۲}}$ ، $k_L = \frac{D_{O_۲}}{Z_f}$

۳۱- در یک بیوراکتور آزمایشگاهی، $V = ۳۰\,L$ و حجم محیط‌کشت $V_۱ = ۱۸L$ است. نسبت سرعت جریان هوا به حجم محیط‌کشت $(\frac{F}{V})_۱ = ۲/۲\ v.v.m$، $K_V P = ۲۰۰ \frac{mmolO_۲}{L.h}$ و ارتفاع مایع در بیوراکتور، $H_L = ۱/۲\ D_t$ و نوع پره‌های همزن، صاف توربینی است. اگر مقیاس صنعتی $۴۰۰۰۰L$ باشد، سرعت همزدن چقدر است؟ (قطر حباب و سرعت حباب در هر دو مخزن یکسان است.) $k_L a \propto \frac{F.H_۲}{d_B^{۳/۲}.v_B^{۱/۲}.V}$

۱) $۵۸ \frac{mL}{h}$

۲) $۸۷ \frac{mL}{h}$

۳) $۹۴ \frac{mL}{h}$

۴) $۱۰۲ \frac{mL}{h}$

۳۲- بالاترین سرعت تولید سلول در بیوراکتورها، با کدام عبارت متناسب است؟

۱) $x.D_m = \mu\left[۱ - \sqrt{\frac{s_\circ}{k_s + s_\circ}}\right]$

۲) $x.D_m = \mu_m\left[۱ - \sqrt{\frac{k_s}{k_s + s_\circ}}\right]$

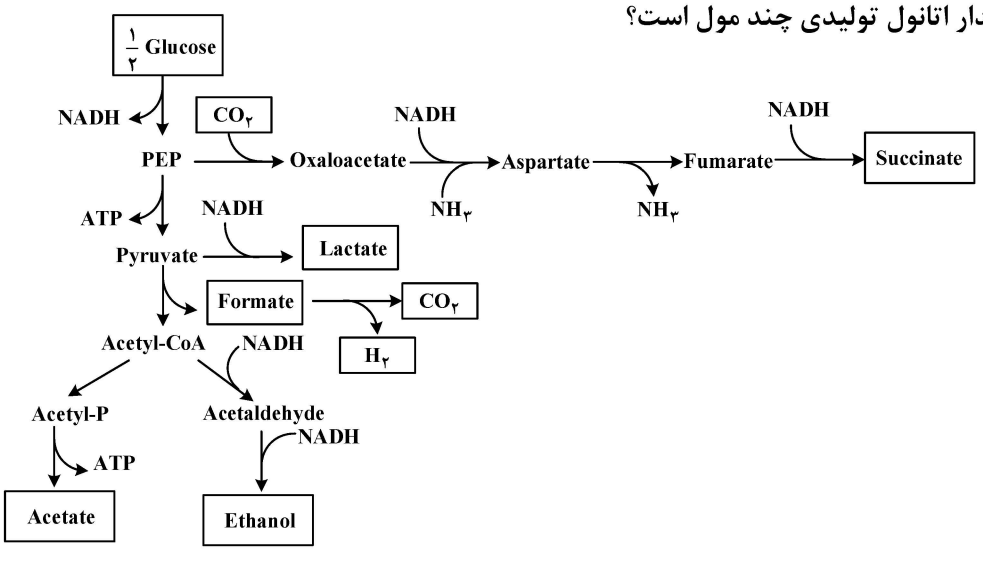
۳) $x.D_m = \mu\left[۱ - \sqrt{\frac{k_s}{k_s + s_\circ}}\right]$

۴) $x.D_m = \mu_m\left[۱ - \sqrt{\frac{s_\circ}{k_s + s_\circ}}\right]$

۳۳- درصورتی‌که $k_\ell a\,(c^* - c) >> q_{o_۲}.x$ باشد، مقاومت اصلی در انتقال جرم اکسیژن، در کدام قسمت از سیستم خواهد بود؟

۱) نسبت $\frac{L}{D}$ ۲) اندازه حباب‌ها ۳) متابولیسم سلولی ۴) نوع بیوراکتور

۳۴- صد مول گلوکز در طی تخمیر بی‌هوازی مخلوط اسیدها در باکتری *اشرشیا کلی* (مطابق شکل)، منجر به تولید ۲ مول فورمات، ۸۰ مول لاکتات، ۱۰ مول سوکسینات، ۴۰ مول استات، ۹۰ مول گاز کربنیک و ۷۵ مول هیدروژن شده است. مقدار اتانول تولیدی چند مول است؟



۱) ۴۰

۲) ۵۰

۳) ۸۰

۴) ۱۰۰

۳۵- از کشت ارگانیسم‌های رشته‌ای در کشت غوطه‌ور، در کدام شرایط زیر رشد گویچه‌ای حاصل خواهد شد؟

۱) استفاده از محیط کشت ساده و مایه تلقیح با اسپور کم

۲) استفاده از محیط کشت ساده و مایه تلقیح با اسپور زیاد

۳) استفاده از محیط‌کشت پیچیده و مایه تلقیح با اسپور کم

۴) استفاده از محیط‌کشت پیچیده و مایه تلقیح با اسپور زیاد

۳۶- کدام مورد درخصوص آنزیم‌ها درست است و کدام‌یک از آنزیم‌ها یک هیدرولاز است؟

۱) برهمکنش‌های بیوشیمیایی در سلول‌ها آبشار آنزیمی نامیده می‌شود ـ پیروات دکربوکسیلاز

۲) آنزیم‌ها پروتئین‌های کاتالیزکننده و تنظیم‌کننده واکنش‌های بیوشیمیایی بدن هستند ـ گلوکز اکسیداز

۳) آنزیم‌ها مولکول‌های پروتئینی هستند که تقریباً تمام واکنش‌های بیوشیمیایی بدن انسان را کاتالیز و تنظیم می‌کنند ـ آلفا آمیلاز

۴) از جمله مزایای استفاده از آنزیم‌ها که قابل چشم‌پوشی است هزینه‌ی بالای جداسازی و تخلیص آنها است ـ سوکسینات دهیدروژناز

۳۷- ۸۰۰۰ مول از سوبسترا در مدت ۲ دقیقه توسط ۴ مول از آنزیم در شرایط معین، به محصول تبدیل می‌شود. عدد T.O.N آنزیم بر حسب $\frac{۱}{\min}$ چند است؟

۱) ۱۰۰۰ ۲) ۲۰۰۰

۳) ۴۰۰۰ ۴) ۸۰۰۰

۳۸- در مهارکننده نارقابتی، K_m ظاهری در مقایسه با K_m در عدم حضور مهارکننده، چگونه است؟

$$E + S \underset{K_{-۱}}{\overset{K_۱}{\rightleftharpoons}} ES \xrightarrow{K_p} E + P$$

۱) در نارقابتی، K_m ظاهری و K_m در عدم حضور مهارکننده یکسان است.

۲) در نارقابتی، K_m ظاهری بزرگتر از K_m در عدم حضور مهارکننده است زیرا $K_{-۱}$ کاهش می‌یابد.

۳) در نارقابتی، K_m ظاهری بزرگتر از K_m در عدم حضور مهارکننده است زیرا $K_{-۱}$ افزایش می‌یابد.

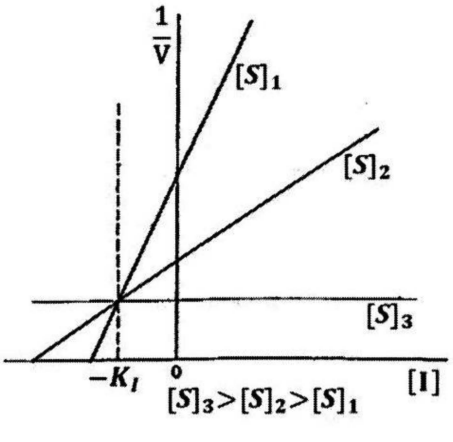
۴) در نارقابتی، K_m ظاهری کوچک‌تر از K_m در عدم حضور مهارکننده است زیرا $K_۱$ افزایش می‌یابد.

۳۹- چند واحد آنزیم هگزوکیناز باید به یک میلی‌لیتر محلول واکنش اضافه شود تا در مدت ۲۰ دقیقه، ۹۰ درصد گلوکز با غلظت اولیه $۰/۰۸\,M$ را تبدیل کند؟ ($K_m = ۰/۴۷\,mM$)

۱) ۰/۰۰۳۶ واحد ۲) ۳/۶ واحد

۳) ۷/۲ واحد ۴) ۳۶۰۰ واحد

۴۰- نمودار معکوس سرعت واکنش بر حسب غلظت ماده بازدارنده، در چند غلظت مختلف سوبسترا رسم شده است. نوع بازدارنده و فرمول مربوط به شیب خطوط رسم شده کدام است؟



۱) رقابتی - $\frac{K_m}{V_{max}[S]}$

۲) غیررقابتی - $\frac{K_m}{V_{max}[S]}$

۳) رقابتی - $\frac{K_m}{V_{max}\,K_I[S]}$

۴) غیررقابتی - $\frac{K_m}{V_{max}\,K_I[S]}$

۴۱- در روش‌های جداسازی و تخلیص آنزیم‌ها، کدام عبارت به‌درستی بیان کننده فرایند است؟

۱) فیلتراسیون ژل، یک روش کروماتوگرافی گازی است.

۲) فیلتراسیون، ذرات را براساس پتانسیل زتا جداسازی می‌کنند.

۳) در کروماتوگرافی میل ترکیبی، آنزیم‌ها براساس اندازه جداسازی می‌شوند.

۴) در کروماتوگرافی میل ترکیبی، می‌توان حجم بالای آنزیم را تخلیص کرد.

۴۲- در کدام روش مرجع سنجش آنزیم، هنگامی‌که سوبسترا یا محصول رنگی هستند یا نور در محدوده UV جذب می‌شود، شدت ظاهر شدن یا ناپدید شدن یک محصول یا سوبسترا، قابل اندازه‌گیری است؟

۱) رادیومتری ۲) فتومتری جذبی ۳) پتانسیومتری ۴) فلوئورومتری

۴۳- در تولید استرپتومایسین، آنزیم اصلی متابولیسم ثانوی که در انتهای تروفوفاز القاء می‌شود، کدام است؟

۱) آمیلاز ۲) ترانس متیلاز ۳) اکسیدو ردوکتاز ۴) آمیدینو ترانسفراز

۴۴- در تبدیل گلوکز به فروکتوز توسط آنزیم گلوکز ایزومراز، واکنش مرحله تولید نیز به صورت برگشت‌پذیر، انجام می‌شود. سرعت واکنش با استفاده از روش‌های میکائیلس منتن و بریگ هالدن کدام است؟

$$S + E \underset{K_2}{\overset{K_1}{\rightleftharpoons}} ES$$

$$ES \underset{K_4}{\overset{K_3}{\rightleftharpoons}} P + E$$

۱) $r_p = \dfrac{K_3 e_\circ \left(S - \dfrac{K_4 K_2}{K_3 K_1} P \right)}{\dfrac{K_2}{K_1} + S}$ ، $r_p = \dfrac{K_3 e_\circ \left(S - \dfrac{K_4 K_2}{K_3 K_1} P \right)}{\dfrac{K_2 + K_3}{K_1} + S + \dfrac{K_4}{K_1} P}$

۲) $r_p = \dfrac{K_3 e_\circ \left(S - \dfrac{K_3 K_1}{K_4 K_2} P \right)}{\dfrac{K_2}{K_1} + S}$ ، $r_p = \dfrac{K_3 e_\circ \left(S - \dfrac{K_4 K_2}{K_3 K_1} P \right)}{\dfrac{K_2 + K_3}{K_1} + S + \dfrac{K_4}{K_1} P}$

۳) $r_p = \dfrac{K_3 e_\circ \left(S - \dfrac{K_4 K_2}{K_3 K_1} P \right)}{\dfrac{K_2}{K_1} + S}$ ، $r_p = \dfrac{K_3 e_\circ \left(S - \dfrac{K_3 K_1}{K_2 K_4} P \right)}{\dfrac{K_1 + K_2}{K_3} + S + \dfrac{K_3}{K_2} P}$

۴) $r_p = \dfrac{K_3 e_\circ \left(S - \dfrac{K_3 K_1}{K_4 K_2} P \right)}{\dfrac{K_3}{K_2} + S}$ ، $r_p = \dfrac{K_3 e_\circ \left(S - \dfrac{K_3 K_1}{K_2 K_4} P \right)}{\dfrac{K_1 + K_2}{K_3} + S + \dfrac{K_3}{K_2} P}$

۴۵- چنانچه در معادله $E+S \underset{K_{-1}}{\overset{K_1}{\rightleftharpoons}} ES \xrightarrow{K_2} E+P$، مقادیر عددی ثابت‌های واکنش به‌صورت $K_{-1}=K_2=[S][S]$، $K_{+1}=[S]$ باشد، سرعت واکنش کدام خواهد بود؟

۱) $\frac{1}{4}V_{max}$

۲) $\frac{V_{max}}{3}$

۳) $\frac{2}{3}V_{max}$

۴) V_{max}

پدیده‌های انتقال:

۴۶- در انتقال جرم گاز دی‌اکسید کربن به داخل آب بر روی یک فیلم ریزان به ضخامت δ، کدام‌یک از روابط زیر بیانگر ارتفاع فیلم ریزان برای رساندن غلظت دی اکسید کربن در آب از مقدار صفر به غلظت متوسط C_{AL} است؟

$\bar{V}_z$ سرعت متوسط آب در فیلم ریزان

C_{Ai} غلظت دی اکسید کربن (A) در سطح فیلم مایع

K_{av} ضریب انتقال جرم متوسط در مایع

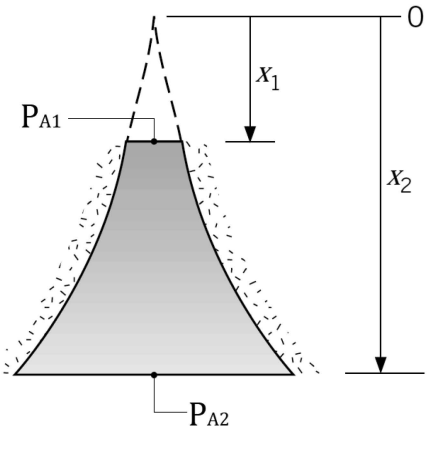
۱) $\frac{\bar{V}_z\delta}{K_{av}}\ln\left(\frac{C_{Ai}}{C_{Ai}-C_{AL}}\right)$

۲) $\frac{\bar{V}_z\delta}{K_{av}}\ln\left(\frac{1}{C_{Ai}-C_{AL}}\right)$

۳) $\frac{\bar{V}_z\delta}{2K_{av}}\ln\left(\frac{C_{Ai}}{C_{Ai}-C_{AL}}\right)$

۴) $\frac{\bar{V}_z\delta}{2K_{av}}\ln\left(\frac{1}{C_{Ai}-C_{AL}}\right)$

۴۷- قیف نشان‌داده‌شده در شکل، دارای سطح مقطع مدور است. قطر هر مقطع وابسته به مکان محوری بوده و از رابطه $D=x^{1/5}$ به‌دست می‌آید. مخلوط گازی هوا و تولوئن در بالا و پایین قیف به آرامی جریان دارد. سرعت جریان‌ها به‌گونه‌ای است که اغتشاشی درون قیف ایجاد نمی‌شود. فشار جزیی تولوئن در جریان عبوری از روی مقطع کوچک در x_1 و مقطع بزرگ در x_2 به‌ترتیب P_{A1} و P_{A2} است. نرخ انتقال تولوئن بین دو جریان در حالت پایا کدام است؟ (دما T، فشار P و ضریب نفوذ تولوئن ـ هوا D است.)



۱) $q_A=\frac{D_{AB}}{2RT}\frac{P_{A1}-P_{A2}}{x_2-x_1}$

۲) $q_A=\frac{D_{AB}}{2RT}\frac{P_{A1}-P_{A2}}{\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}}$

۳) $q_A=\frac{D_{AB}}{2RT}\frac{P_{A1}-P_{A2}}{\frac{1}{\sqrt{x_1}}-\frac{1}{\sqrt{x_2}}}$

۴) $q_A=\frac{D_{AB}}{2RT}\frac{P_{A1}-P_{A2}}{\frac{1}{\sqrt{x_2}}-\frac{1}{\sqrt{x_1}}}$

۴۸- **لایه مرزی انتقال جرم در جریان آرام روی یک سطح افقی را درنظر بگیرید. حرکت سیال در جهت x و انتقال جرم از سطح جامد به داخل هوای جاری روی سطح، انجام می‌شود. کدام عبارت درست است؟**

۱) لایه مرزی غلظت، تابع x است.

۲) هرچه x بیشتر شود ضریب انتقال جرم از سطح بیشتر می‌شود.

۳) لایه مرزی غلظت مستقل از لایه مرزی سرعت قابل محاسبه است.

۴) هرچه x بیشتر شود مقاومت انتقال جرم در راستای تبخیر از سطح بیشتر می‌شود.

۴۹- **آب درون لوله‌ای از جنس اسید بنزوییک جریان می‌یابد. غلظت اشباع اسید بنزوییک در آب** $۰/۱۵\frac{kg}{m^۳}$ **و شدت جریان حجمی آب** $۱۰^{-۵}\frac{m^۳}{s}$ **است. پس از گذشت** $۱۰^۴$ **ثانیه، جریان آب را قطع و لوله را خشک کرده و وزن می‌کنیم. وزن لوله** $۰/۰۱kg$ **کاهش‌یافته است. اگر قطر و طول لوله به‌ترتیب ۰/۰۱ و ۱ متر باشد، ضریب همرفت انتقال جرم** K_L **بر حسب** $\frac{m}{s}$ **به کدام گزینه نزدیکتر است؟**

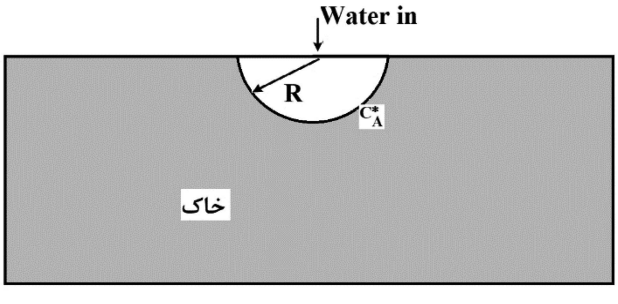
۱) $\frac{۱۰^{-۳}}{۲\pi}$

۲) $\frac{۱۰^{-۳}}{\pi}$

۳) $۲\times\frac{۱۰^{-۳}}{\pi}$

۴) $۳\times\frac{۱۰^{-۳}}{\pi}$

۵۰- **هیدروژل نیم‌کره، مانند شکل در زمین کشاورزی قرارگرفته است. خاک در تماس با سطح هیدروژل از آب اشباع است. اگر غلظت آب در خاک اشباع شده با آب** C_A^* **باشد، نرخ تزریق آب به هیدروژل برای مرطوب نگهداشتن پایای زمین کشاورزی کدام است؟ (در نقاط دور از هیدروژل، خاک خشک است.)**



۱) $\frac{\pi DRC_A^*}{۴}$

۲) $\frac{\pi DRC_A^*}{۲}$

۳) $۲\pi DRC_A^*$

۴) $۴\pi DRC_A^*$

۵۱- **در لوله‌ای که انتقال جرم جزء A بین دیواره لوله و سیال اتفاق می‌افتد، شرط توسعه‌یافتگی (Fully Developed) غلظت کدام است؟ (** C_A **=غلظت جز A در هر نقطه،** C_{AS} **= غلظت جزء A در دیواره داخلی لوله و** C_{Ab} **= غلظت بالک یا غلظت توده جز A و (x راستای محور لوله است.)**

۱) $\frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{C_A-C_{Ab}}{C_{As}-C_{Ab}}\right]=۰$

۲) $\frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{C_A-C_{As}}{C_{Ab}-C_{As}}\right]=۰$

۳) $\frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{C_A}{C_{Ab}}\right]=۰$

۴) $\frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{C_A}{C_{As}}\right]=۰$

۵۲- **تبخیر آب به داخل هوای خشک در محیط ساکن هوا را در دو دمای $5^\circ C$ و $70^\circ C$ درنظر بگیرید. کدام‌یک از عبارات زیر در ارتباط با توزیع غلظت بخار آب روی سطح (رابطه غلظت با فاصله از سطح) درست است؟**

۱) توزیع غلظت در هر دو دما خطی است.

۲) توزیع غلظت در هر دو دما غیرخطی است.

۳) توزیع غلظت در دمای کمتر غیرخطی و در دمای بیشتر خطی است.

۴) توزیع غلظت در دمای کمتر خطی و در دمای بیشتر غیرخطی است.

۵۳- **ضخامت لایه مرزی غلظت برای جریان آرام آب روی استوانه از جنس اسید بنزوییک، چند برابر ضخامت لایه مرزی سرعت است؟ برای آب – اسید بنزوییک $Sc = 1000$.**

۱) $0/1$ ۲) $0/1\sqrt{0/1}$

۳) 10 ۴) $10\sqrt{10}$

۵۴- **در مورد حل شدن اسید بنزوئیک از جداره داخلی لوله به داخل جریان آب عبوری از لوله که با جریان آرام عبور می‌کند، رخ دادن کدام‌یک از حالت‌های زیر امکان‌پذیر نیست؟**

۱) توزیع سرعت و توزیع غلظت هر دو توسعه‌یافته شوند.

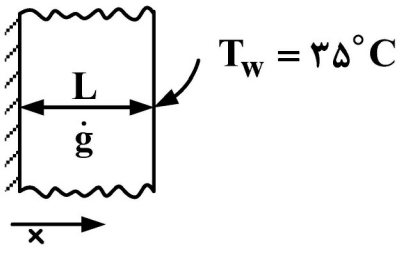
۲) توزیع سرعت و توزیع غلظت هر دو درحال توسعه باشند.

۳) توزیع غلظت توسعه‌یافته شود ولی توزیع سرعت درحال توسعه باشد.

۴) توزیع سرعت توسعه‌یافته شود ولی توزیع غلظت درحال توسعه باشد.

۵۵- **دیواره‌ای بزرگ به‌ضخامت $L = 5\,cm$ را در نظر بگیرید. سمت چپ دیواره عایق‌بندی شده و سمت راست دیواره در $35^\circ C$ ثابت نگهداشته می‌شود. در این دیواره حرارت با شدت $\dot{g} = g_0 . \exp(\frac{-0/5x}{L})$ تولید می‌شود. با فرض انتقال حرارت یک‌بعدی پایا، درجه حرارت سطح سمت چپ دیواره به کدام مورد نزدیک‌تر است؟**

$$g_0 = 8\times10^6 \frac{W}{m^3}, e^{-0/5} = 0/6, k = 50 \frac{W}{m^\circ C}$$



۱) ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد

۲) ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد

۳) ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد

۴) ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد

۵۶- **دو میله بلند به‌صورت پره با قطرهای یکسان از دو جنس متفاوت (با ضرایب انتقال حرارتی هدایتی k_1 و k_2) به دیواره‌ای با دمای پایه T_w متصل شده‌اند. اگر دمای میله اول در فاصله L_1 از پایه برابر T_1 باشد، دمای میلهٔ دوم در چه فاصله‌ای از دیوار برابر T_1 خواهد شد؟ (دمای محیط T_∞ و ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی محیط h است.)**

۱) $L_2 = \sqrt{\frac{k_1 . L_1}{k_2}}$ ۲) $L_2 = \sqrt{\frac{k_2 . L_1}{k_1}}$

۳) $L_2 = \left(\sqrt{\frac{k_1}{k_2}}\right) . L_1$ ۴) $L_2 = \left(\sqrt{\frac{k_2}{k_1}}\right) . L_1$

۵۷- یک صفحه فلزی به‌ضخامت ۲ سانتی‌متر و دمای T_i، به‌طور ناگهانی از طرفین در معرض هوای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار می‌گیرد. با توجه به اطلاعات زیر، اگر دمای این صفحه پس از ۲۰ دقیقه برابر ۹۰ درجه سانتی‌گراد باشد، مقدار دمای اولیه صفحه فلزی (T_i) به کدام مورد نزدیک‌تر است؟ عدد نپر (e) را برابر ۲/۵ در نظر بگیرید.

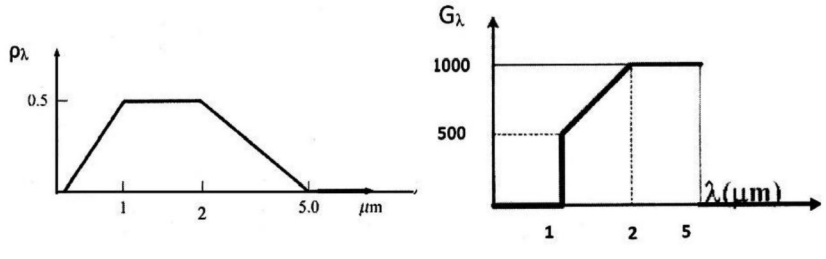
$$C_P = ۴۵۰\frac{J}{kg^\circ C} \quad , \quad k = ۳۰\frac{W}{m^\circ C} \quad , \quad \rho = ۸۰۰۰\frac{kg}{m^۳} \quad , \quad h = ۳۰\frac{W}{m^۲ C^\circ}$$

۱) ۲۷۵ درجه سانتی‌گراد
۲) ۲۵۰ درجه سانتی گراد
۳) ۲۰۰ درجه سانتی گراد
۴) ۱۵۰ درجه سانتی گراد

۵۸- یک مبدل حرارتی از تعدادی کانال مستطیلی شکل به ابعاد ۲ متر در ۱ متر تشکیل شده است که به‌صورت یک در میان دو سیال آب‌وهوا از میان کانال‌ها درحال عبور هستند. ضریب رسانش آب معادل $k = ۰/۵\frac{W}{m.K}$ و ضریب رسانش هوا معادل $k = ۰/۰۵\frac{W}{m.K}$ است. اگر مقدار عدد ناسلت برای هر دو سیال معادل $Nu = ۲۰۰$ باشد، ضریب انتقال حرارت کلی مبدل حدوداً چقدر است؟

۱) ۷
۲) ۱۰
۳) ۷۵
۴) ۸۳

۵۹- سطحی با ضریب بازتاب نشان داده شده در شکل، در معرض تابش حرارتی (G_λ) مطابق شکل قرار دارد. اگر ضریب عبور جسم صفر باشد، مقدار ضریب جذب متوسط چقدر است؟ (G_λ از ۵ میکرون به بعد صفر است.)



۱) ۰/۳
۲) ۰/۴
۳) ۰/۵۵
۴) ۰/۷

۶۰- هوا در ۲۰ درجه سانتی‌گراد و فشار اتمسفریک از روی یک صفحه افقی که در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد ثابت نگهداشته شده است، با سرعت $۲\frac{m}{s}$ عبور می‌کند. ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی متوسط در طول ۴۰ سانتی‌متری این صفحه برحسب $\frac{W}{m^۲ C^\circ}$ چقدر است؟

$$\text{جریان آرام} = Nu_x = \frac{h_x \times x}{k} = ۰/۳۳۲ (Re_x)^{۰/۵} (Pr)^{\frac{۱}{۳}}$$

$$\text{جریان درهم} = Nu_x = \frac{h_x \times x}{k} = ۰/۰۲۹۶ (Re_x)^{۰/۸} (Pr)^{\frac{۱}{۳}}$$

$۴۰^\circ C$ خواص فیزیکی هوا در دمای
$\nu = ۲\times ۱۰^{-۵}\ \frac{m^۲}{s}$
$Pr = ۱$
$k = ۰/۲\ \frac{W}{mC^\circ}$

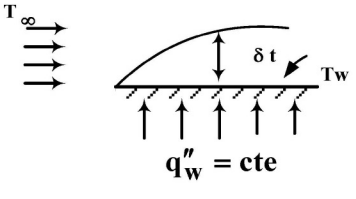
۱) ۱۶/۶
۲) ۳۳/۲
۳) ۶۶/۴
۴) ۱۳۲/۸

۶۱- یک صفحهٔ آلومینیومی که ضریب نشر یا **emissivity** در هر دو طرف آن برابر ۰/۱ است، ما بین دو صفحه موازی خیلی بزرگ قرار داده می‌شود. صفحه اول دارای ضریب نشر ۰/۲ و صفحه دوم دارای ضریب تابش ۰/۵ است. صفحه اول در دمای $800K$ و صفحه دوم در دمای $700K$ ثابت نگهداشت می‌شود. مقدار خالص شار تشعشعی بین دو صفحه اول و دوم یا (q_{12}) چند وات بر مترمربع است؟ ثابت استفان بولتزمن را برابر $5\times10^{-8}\ \frac{W}{m^2K^4}$ در نظر بگیرید.

$\varepsilon_1 = 0/2$ $T_1 = 800K$	$\varepsilon_{3,1} = 0/1$	$\varepsilon_{3,2} = 0/1$	$\varepsilon_2 = 0/5$ $T_2 = 700K$

۱) ۳۳۹
۲) ۳۵۷
۳) ۲۱۶
۴) ۲۵۲

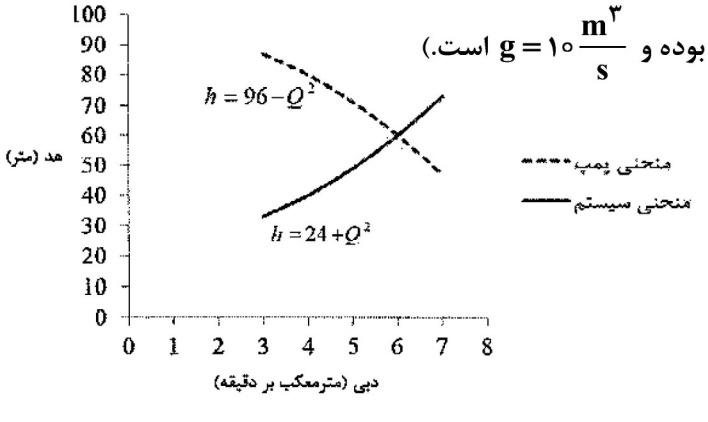
۶۲- در انتقال حرارت جابه‌جایی سیال از روی صفحه صاف مطابق شکل، شرط مرزی شار حرارتی ثابت در دیواره حاکم است. $(q''_w = \text{ثابت})$. با فرض جریان آرام سیال در چه طول بی‌بعدی $(\frac{x}{L})$ دمای موضعی سطح با دمای متوسط در طول L، برابر می‌شود؟



$NU_x = a\,Re_x^{1/2}\,Pr^{1/3}$ موضعی
$NU_L = b\,Re_L^{1/3}\,Pr^{1/3}$ متوسط

۱) $\frac{a}{b}$
۲) $(\frac{a}{b})^2$
۳) $\frac{b}{a}$
۴) $(\frac{b}{a})^2$

۶۳- با توجه به نمودار زیر که مربوط به پمپی برای پمپاژ آب با چگالی $1000\ \frac{kg}{m^3}$ است، توان لازم برای کار کردن پمپ چند کیلووات است؟ (درصورت نیاز بازده ۸۰٪ بوده و $g = 10\ \frac{m^3}{s}$ است.)



۱) ۰/۰۶
۲) ۶۰
۳) ۰/۰۷۵
۴) ۷۵

۶۴- معادله مومنتوم لایه مرزی ناشی از حرکت سیال به‌صورت $u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}=\nu\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$ است. با توجه به متغیرهای بی‌بعد $x^*=\frac{x}{L}, y^*=\frac{y}{L}, u^*=\frac{u}{u_\infty}, v^*=\frac{v}{u_\infty}$ کدام مورد فرم بی‌بعد معادله مومنتوم را نشان می‌دهد؟ (ν ویسکوزیته سینماتیک است.)

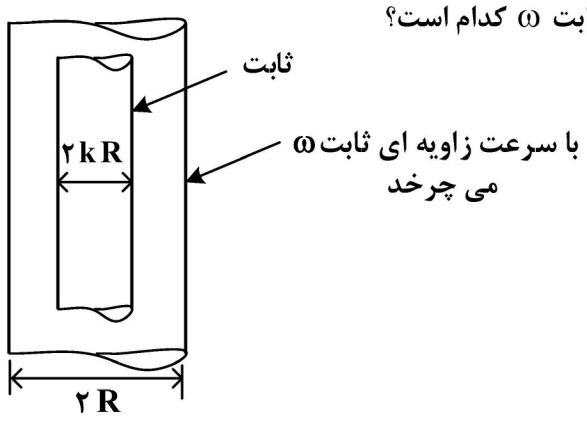
۱) $u^*\frac{\partial u^*}{\partial x^*}+v^*\frac{\partial u^*}{\partial y^*}=\frac{1}{Re_L}\frac{\partial^2 u^*}{\partial y^{*2}}$

۲) $u^*\frac{\partial u^*}{\partial x^*}+v^*\frac{\partial u^*}{\partial y^*}=Re_L\frac{\partial^2 u^*}{\partial y^{*2}}$

۳) $u^*\frac{\partial u^*}{\partial x^*}+v^*\frac{\partial u^*}{\partial y^*}=\frac{1}{(Re_L)^2}\frac{\partial^2 u^*}{\partial y^{*2}}$

۴) $u^*\frac{\partial u^*}{\partial x^*}+v^*\frac{\partial u^*}{\partial y^*}=(Re_L)^2\frac{\partial^2 u^*}{\partial y^{*2}}$

۶۵- مطابق شکل دو سیلند هم‌مرکز، سیلندر داخلی ثابت و سیلندر بیرونی با سرعت زاویه‌ای ثابت می‌چرخد.گشتاور مورد نیاز برای چرخش سیلندر بیرونی با سرعت زاویه‌ای ثابت ω کدام است؟



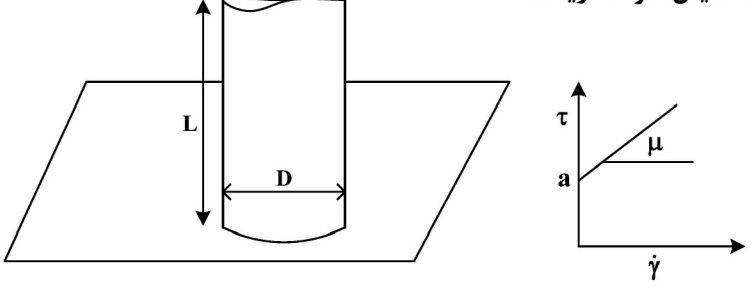
۱) $4\pi\mu\omega R^3(\frac{k^2}{1-k^2})$

۲) $4\pi\mu\omega R^2(\frac{k^2}{1-k^2})$

۳) $8\pi\mu\omega R^2(\frac{k^2}{1-k^2})$

۴) $8\pi\mu\omega R^3(\frac{k^2}{1-k^2})$

۶۶- استوانه نشان داده شده از سیالی با دانسیته ρ پر شده است که تغییرات تنش برحسب کرنش آن مطابق شکل است. در چه صورتی اگر صفحه برداشته شود سیال خواهد ریخت؟



۱) $\rho gD < 4a$

۲) $\rho gD > 4a$

۳) $\rho gD = 2a$

۴) $\rho gD = 4a$

۶۷- معادله خط جریان سیال تراکم‌ناپذیر و دوبعدی به‌صورت زیر است. درصورتی‌که سرعت در جهت y در نقطه P(۱, ۲) برابر ۴ متر بر ثانیه باشد، مقدار سرعت کل درهمان نقطه چندمتر بر ثانیه خواهد بود؟ (α مقدار ثابت است.)

$$x^2 + y^2 = \alpha y$$

۱) ۴

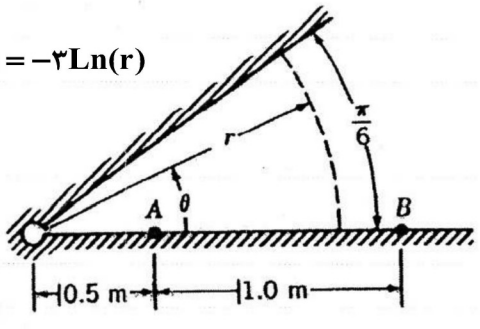
۲) ۵

۳) ۶

۴) ۸

۶۸- سیال ایده‌آل و تراکم‌ناپذیری مطابق شکل، از بین جداره‌ای گوه‌ای‌شکل به سوی مرکز آن جریان دارد. تابع پتانسیل برحسب مترمربع بر ثانیه $(\frac{m^2}{s})$ به‌صورت زیر داده شده است. اختلاف فشار بین نقطه B و A، $(p_B - p_A)$ کدام است؟

$$\phi = -3Ln(r)$$



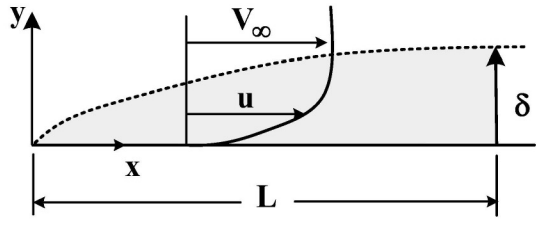
۱) 3ρ

۲) 8ρ

۳) 9ρ

۴) 16ρ

۶۹- جریان سیال تراکم‌ناپذیر آرامی مطابق شکل، بر روی صفحه تخت برقرار شده و لایه مرزی تشکیل می‌شود. اگر اندازه تنش برشی در نقطه x_2 نصف اندازه آن در نقطه x_1 باشد، نسبت فاصله‌ها $\frac{x_2}{x_1}$ چقدر است؟



۱) $2\sqrt{2}$

۲) ۲

۳) ۴

۴) ۸

۷۰- سیالی با وسیکوزیته 10^{-3} Pa.s و دانسیته $500 \frac{kg}{m^3}$ در لوله‌ای به قطر ۱cm در حال عبور است. اگر سرعت سیال برابر $1 \frac{cm}{s}$ و زبری لوله برابر ۰/۰۳ mm باشد، ضریب اصطکاک دارسی (f) چقدر است؟

۱) ۱/۲۸

۲) ۱/۰۳

۳) ۰/۰۰۸

۴) ۰/۰۰۶