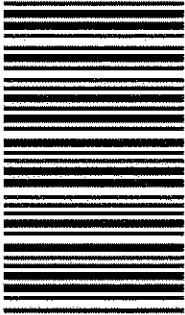


کد کنترل

909

A



909A

عصر پنجشنبه

۱۴۰۳/۱۲/۰۲



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

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

دفترچه شماره ۳ از ۳

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

مدت زمان پاسخگویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۷۰ سؤال

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

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

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 بر اثر مقررات رفتار می‌شود.

* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات کادر 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 سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخنامه ام را تأیید می نمایم.

امضا:

سینتیک و طراحی راکتور - ترمودینامیک:

۱- در واکنش های موازی $2A \rightarrow B + C(1)$ که در دمای $300^\circ C$ انجام گرفته، غلظت B برابر غلظت D است. $2A \rightarrow D + E(2)$

چنانچه واکنش در دمای $100^\circ C$ صورت گیرد، غلظت B، ۵ برابر غلظت D می شود. کدام گزینه درست است؟

$$E_1 = E_2 \quad (2)$$

$$E_1 \geq E_2 \quad (1)$$

$$E_1 < E_2 \quad (4)$$

$$E_1 > E_2 \quad (3)$$

۲- واکنش $A \rightarrow B$ با ثابت واکنش 1 min^{-1} در سه راکتور (Mixed) با حجم های مساوی که به طوری سری به هم وصل شده اند انجام می شود. در صورتی که حجم هر راکتور ۵ لیتر و دبی حجمی جریان به راکتور اول $10 \frac{\text{lit}}{\text{min}}$ باشد، میزان تبدیل در راکتور دوم کدام است؟

$$0.31 \quad (1)$$

$$0.55 \quad (2)$$

$$0.61 \quad (3)$$

$$0.87 \quad (4)$$

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

$$X_A = 0.4 \quad (1)$$

$$X_A = 0.5 \quad (2)$$

$$X_A = 0.6 \quad (3)$$

$$X_A = \frac{5 + \sqrt{8}}{2} \quad (4)$$

۴- واکنش درجه دوم $A \rightarrow 2R$ در فاز گاز و در یک راکتور لوله ای پیوسته در فشار و دمای ثابت انجام می شود. خوراک متشکل از نسبت های مولی مساوی ماده A و گاز خنثی است. شدت جریان حجمی خوراک 70 و میزان تبدیل در راکتور 60 درصد است. درصد افزایش شدت جریان خروجی از راکتور چند درصد است؟

$$60 \quad (1)$$

$$50 \quad (2)$$

$$30 \quad (3)$$

$$20 \quad (4)$$

۵- واکنش درجه صفر $A \rightarrow R$ در یک راکتور دوره ای (Recycle) با $R=2$ و درصد تبدیل 75% انجام می شود. اگر جریان برگشتی را قطع نماییم، درصد تبدیل چند درصد تغییر می کند؟

$$(1) \text{ تغییری نمی کند.}$$

$$(2) 50\% \text{ افزایش می یابد.}$$

$$(3) 25\% \text{ کاهش می یابد.}$$

$$(4) \text{ اطلاعات داده شده کافی نیست.}$$

۶- واکنش فاز گازی $2A \rightarrow R$ با معادله سرعت $-r_A = k C_A^2 \frac{\text{mol}}{\text{lit} \cdot \text{min}}$ در یک راکتور Mixed انجام می‌شود.

خوراک شامل A خالص با غلظت $3 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ و دبی حجمی $10 \frac{\text{lit}}{\text{min}}$ است. حجم مورد نیاز راکتور برای اینکه غلظت

A در خروجی راکتور $1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ باشد، چند لیتر است؟

(۲) ۴

(۱) ۲

(۴) ۸

(۳) ۶

۷- واکنش فاز مایع $A + 2B \rightarrow R$ در یک راکتور ناپیوسته انجام می‌شود. در صورتی $C_{A_0} = 0.2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$

و $C_{B_0} = 1.0 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ و $k = 0.2 \ln(2) \frac{\text{lit}^2}{\text{mol}^2 \cdot \text{min}}$ باشد، پس از چند دقیقه غلظت A به یک چهارم غلظت اولیه

می‌رسد؟

(۲) ۲

(۱) ۱

(۴) ۵

(۳) ۳

۸- واکنش گازی $A \rightarrow 3R$ با معادله سرعت $-r_A = 12 \frac{\text{mol}}{\text{lit} \cdot \text{hr}}$ 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 $2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ به

$0.5 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ برسد، دبی حجمی خوراک چند $\frac{\text{lit}}{\text{min}}$ باید باشد؟

(۲) ۵

(۱) ۱۵

(۴) ۱۰

(۳) ۲۰

۹- یک بمب کالریمتری (که در حکم یک مخزن صلب سر بسته 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 ۴۰۰ 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؟

(۲) ۷۷۰

(۱) ۴۱۰

(۴) ۱۲۵۰

(۳) ۱۱۳۰

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

$$-T \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v \frac{1}{PC_v} \quad (۲)$$

$$+T \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v \frac{1}{PC_v} \quad (۱)$$

$$-\frac{P}{T} C_v \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v \quad (۴)$$

$$+\frac{P}{T} C_v \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v \quad (۳)$$

۱۱- اگر دانسیته مولی یک مخلوط دوتایی با رابطه تجربی $\rho = a_0 + a_1x_1 + a_2x_1^2$ بیان شود، حجم مولی جزئی ۱ کدام است؟

$$\bar{V}_1 = \frac{1}{\rho^2} [a_0 - a_1 + 2(a_1 - a_2)x_1 + 3a_2x_1^2] \quad (۱)$$

$$\bar{V}_1 = \frac{1}{\rho^2} [a_0 - a_1 + 2(a_1 + a_2)x_1 + 3a_2x_1^2] \quad (۲)$$

$$\bar{V}_1 = \frac{1}{\rho^2} [a_0 - a_1 - 2(a_1 - a_2)x_1 + 3a_2x_1^2] \quad (۳)$$

$$\bar{V}_1 = \frac{1}{\rho^2} [a_0 - a_1 + 2(a_1 - a_2)x_1 + 3a_2x_1^2] \quad (۴)$$

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

(۲) ۳۰

(۱) ۲۰

(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؟

درست است؟

$$\frac{P^2}{6RT} \quad (۱)$$

$$-\frac{P^2}{6RT} \quad (۳)$$

$$\frac{P^2}{3RT} \quad (۲)$$

$$-\frac{P^2}{3RT} \quad (۴)$$

۱۴- انرژی آزاد گیبس اضافی مولی یک مخلوط دوجزئی، از رابطه $\frac{G^E}{RT} = 2x_1x_2$ پیروی می‌کند. مقدار عبارت $\frac{\mu^E}{RT}$ در $x_1 = 0.1$ کدام است؟ ($\mu^E = \mu - \mu^{id}$)

(۲) +۱/۶

(۱) -۱/۶

(۴) -۰/۸

(۳) +۰/۸

۱۵- ۱/۲۸ گرم نفتالین جامد ($C_{10}H_8$) را به طور کامل در یک بمب کالریمتری حاوی اکسیژن می‌سوزانیم. محصولات احتراق CO_2 گاز و H_2O مایع هستند. مواد اولیه با دمای ۳۰۰ K و فشار یک اتمسفر وارد شده و محصولات احتراق نیز در نهایت با دمای ۳۰۰ K 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.

(۲) -۱۱۹۸۸۰۰

(۱) -۱۰۴۰۰۰۰

(۴) -۱۲۰۱۲۰۰

(۳) -۱۲۰۰۰۰۰

۱۶- ضریب تراکم پذیری بخار اشباع یک مایع خالص در دمای 400K ، برابر 0.9 و فشار بخار آن $p^{\text{sat}} = 1.2\text{ atm}$ است. ضریب فوگاسیته مایع در دمای 400K و فشار 80 اتمسفر، تقریباً چقدر است؟ $R = 80 \frac{\text{cm}^3 \text{atm}}{\text{mol K}}$ و

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \dots \text{ است. } 40 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$$

$$0.15 (2)$$

$$0.35 (1)$$

$$0.0015 (4)$$

$$0.0035 (3)$$

۱۷- یک محلول دوجزئی از حل یک نمک آلی (سازنده اول) در آب (سازنده دوم) در دمای T و فشار P به دست آمده است. ضریب فعالیت آب از رابطه $\ln \gamma_2 = A(1 - x_2)^2$ به دست می آید که در آن داریم: $\gamma_2 \rightarrow 1$ وقتی که $x_2 \rightarrow 1$. در این رابطه A یک ثابت تجربی است که فقط تابع درجه حرارت است. در صورتی که $\gamma_1 \rightarrow 1$ وقتی که $x_1 \rightarrow 0$ ، رابطه $\ln \gamma_1$ کدام است؟

$$Ax_1(2 - x_1) (2)$$

$$Ax_1(1 - x_1) (1)$$

$$Ax_1(x_1^2 - 1) (4)$$

$$Ax_1(x_1 - 2) (3)$$

۱۸- ضریب اکتیویته یک مخلوط دوجزئی از رابطه زیر به دست می آید. برای یک مخلوط هم مولار، مقدار تغییر آنالپی در اثر اختلاط (ΔH_{mix}) این مخلوط کدام است؟

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

$$\Delta H_{\text{mix}} = 2R (1)$$

$$\Delta H_{\text{mix}} = R (2)$$

$$\Delta H_{\text{mix}} = \frac{1}{2}R (3)$$

$$\Delta H_{\text{mix}} = \frac{1}{4}R (4)$$

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

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

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

$$\left[b + \frac{y_2 b(b_1 - b_2)}{b_1} \right] \frac{P}{RT} (1)$$

$$\left[b + \frac{y_2 b^2(b_1 - b_2)}{b_1 b_2} \right] \frac{P}{RT} (4)$$

$$\left[b - \frac{y_2 b^2(b_1 - b_2)}{b_1 b_2} \right] \frac{P}{RT} (3)$$

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

$$\ln 2 = 0.7 \text{ و } \ln 3 = 1.1 \text{ و } \ln 5 = 1.6 \text{ و } \ln 7 = 1.95$$

$$45 (2)$$

$$30 (1)$$

$$63 (4)$$

$$60 (3)$$

مهندسی بیوشیمی پیشرفته (میکروبیولوژی صنعتی و تکنولوژی آنزیم‌ها):

۲۱- ۱۰ بیوراکتور پیوسته (continuous) به صورت سری به هم 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)

$$Y_{x/s} S_0 - \frac{r_{x,10}}{D_{10}} \quad (1) \quad S_0 - \frac{1}{Y_{x/s}} \cdot \frac{r_{x,10}}{D_{10}} \quad (2)$$

$$S_0 - \frac{1}{Y_{x/s}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{10} r_{x,i}}{\sum_{i=1}^{10} D_i} \quad (4) \quad S_0 - \frac{1}{Y_{x/s}} \sum_{i=1}^{10} \frac{r_{x,i}}{D_i} \quad (3)$$

۲۲- اگر برای یک فرایند سترون‌سازی، مقدار عددی D (زمان کاهش اعشاری) برابر $1/6$ دقیقه باشد، زمان لازم برای سترون‌سازی ۱۰۰۰ لیتر محیط کشت با جمعیت سلولی اولیه $10^6 \frac{\text{cell}}{\text{mL}}$ ، چند دقیقه است؟

$$(A = 1 \times 10^{36/2} \text{ S}^{-1}, E = 67.7 \frac{\text{Kcal}}{\text{mol}}, R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}})$$

(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 اتانل 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؟ ($F = 400 \frac{\text{L}}{\text{h}}, S_{0i} = 100 \frac{\text{g}}{\text{L}}$ ، قطر ستون ۱ 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 می شود. رابطه غلظت سوبسترای خروجی از سیستم، به عنوان تابعی از D کدام است؟

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

$$(S_o = 10 \frac{g}{L}, K_s = 1 \frac{g}{L}, I = 0.5 \frac{g}{L}, Y_{x/s} = 0.1 \frac{\text{گرم سلول}}{\text{گرم سوبسترا}}, X_o = 0, K_I = 0.1 \frac{g}{L}, \mu_m = 0.5 \frac{1}{h})$$

$$S = \frac{6D}{0.5 - D} \quad (۲)$$

$$S = \frac{5D}{0.4 - D} \quad (۱)$$

$$S = \frac{0.3D}{6 - D} \quad (۴)$$

$$S = \frac{3D}{0.6 + D} \quad (۳)$$

۲۵- در رشد میکروارگانیسمی معادله مونود صادق است. چنانچه این میکروارگانیسم در یک یا دو بیوراکتور CSTR رشد کند و سرعت جریان و غلظت سوبسترا در ورودی به ترتیب $500 \frac{L}{h}$ و $85 \frac{g}{L}$ و غلظت سوبسترا در خروجی $5 \frac{g}{L}$ باشد، اگر از دو واحد تخمیر متوالی استفاده شود، برای رسیدن به بالاترین سرعت تولید، واحدهای تخمیر چه حجمی باید داشته باشند؟

$$(Y_{x/s} = 0.65 \text{ و } K_s = 5 \frac{g}{L}, \mu = 0.7 h^{-1})$$

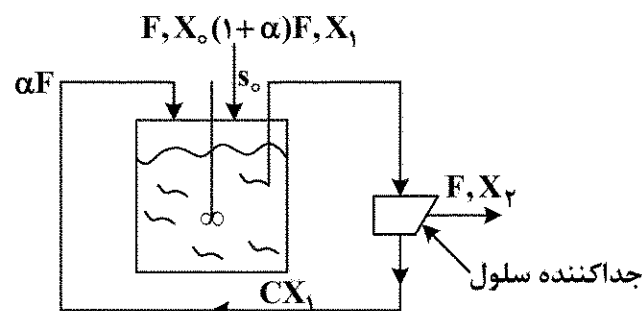
$$V = 1253 L \quad (۲)$$

$$V = 1142 L \quad (۱)$$

$$V = 1546 L \quad (۴)$$

$$V = 1365 L \quad (۳)$$

۲۶- در یک روند ایستا شیمیایی با جریان برگشتی سلول، نظیر آنچه در شکل نشان داده شده است، شدت جریان خوراک ورودی و حجم محیط کشت به ترتیب $F = 100 \frac{mL}{h}$ و $V = 1000 mL$ است. سیستم تحت محدودیت گلوکز کار می کند و ضریب بهره $Y_{x/s}$ برابر 0.5 گرم وزن خشک سلول بر گرم سوبسترا است. غلظت گلوکز در خوراک ورودی $S_o = 10 \frac{g}{L}$ است. ثابت های سینتیکی میکروارگانیسم عبارت است از $K_s = 1 \frac{g}{L}$ و $\mu_m = 0.2 h^{-1}$. ضریب غلظت $C = 1/5$ و نسبت جریان برگشتی $\alpha = 0.7$ است. با شرط پایدار بودن سیستم، سرعت رشد مخصوص میکروارگانیسم کدام است؟



$$0.32 h^{-1} \quad (۱)$$

$$0.54 h^{-1} \quad (۲)$$

$$0.65 h^{-1} \quad (۳)$$

$$0.75 h^{-1} \quad (۴)$$

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 $100 \frac{g}{L}$ و حجم محیط کشت در بیوراکتور $500 mL$ باشد، برای اینکه بیوراکتور در آستانه تهی شدن 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

$$\mu_m = 0.26 h^{-1} \text{ و } K_s = 1.37 \frac{g}{L}$$

$$F < 0.128 \frac{L}{h} \quad (۱)$$

$$F < 0.258 \frac{L}{h} \quad (۲)$$

$$F < 0.342 \frac{L}{h} \quad (۳)$$

$$F < 0.46 \frac{L}{h} \quad (۴)$$

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

$$M = \beta t^2 \quad (۲)$$

$$M = \beta t^{1/2} \quad (۴)$$

$$M = \beta t^3 \quad (۱)$$

$$M = \beta t \quad (۳)$$

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

(۲) نرخ انتقال حرارت

(۴) توزیع یکنواخت فاز گاز

(۱) زمان ماند فاز گاز

(۳) نرخ حل شدن فاز جامد

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

$$k_L = (SD_{O_2})^{1/2}, k_L = 2\left(\frac{D_{O_2}}{\pi t_e}\right)^{1/2}, k_L = \frac{D_{O_2}}{Z_f} \quad (۱)$$

$$k_L = \frac{D_{O_2}}{Z_f}, k_L = 2\left(\frac{D_{O_2}}{\pi t_e}\right)^{1/2}, k_L = (SD_{O_2})^{1/2} \quad (۲)$$

$$k_L = (SD_{O_2})^{1/2}, k_L = \frac{D_{O_2}}{Z_f}, k_L = 2\left(\frac{D_{O_2}}{\pi t_e}\right)^{1/2} \quad (۳)$$

$$k_L = \frac{D_{O_2}}{Z_f}, k_L = (SD_{O_2})^{1/2}, k_L = 2\left(\frac{D_{O_2}}{\pi t_e}\right)^{1/2} \quad (۴)$$

۳۱- در یک بیوراکتور آزمایشگاهی، $V = 30 \text{ L}$ و حجم محیط کشت $V_1 = 18 \text{ L}$ است. نسبت سرعت جریان هوا به حجم محیط کشت $(\frac{F}{V})_1 = 2/2 \text{ v.v.m}$ ، $K_v P = 200 \frac{\text{mmol O}_2}{\text{L.h}}$ و ارتفاع مایع در بیوراکتور، $H_L = 1/2 D_t$ و نوع پره‌های همزن، صاف توربینی است. اگر مقیاس صنعتی 40000 L باشد، سرعت همزدن چقدر است؟ (قطر

$$k_L a \propto \frac{F \cdot H_T}{d_B^{2/2} \cdot v_B^{1/2} \cdot V} \quad (\text{حباب و سرعت حباب در هر دو مخزن یکسان است.})$$

$$58 \frac{\text{mL}}{\text{h}} \quad (1)$$

$$87 \frac{\text{mL}}{\text{h}} \quad (2)$$

$$94 \frac{\text{mL}}{\text{h}} \quad (3)$$

$$102 \frac{\text{mL}}{\text{h}} \quad (4)$$

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

$$x \cdot D_m = \mu_m \left[1 - \sqrt{\frac{k_s}{k_s + s_0}} \right] \quad (2)$$

$$x \cdot D_m = \mu \left[1 - \sqrt{\frac{s_0}{k_s + s_0}} \right] \quad (1)$$

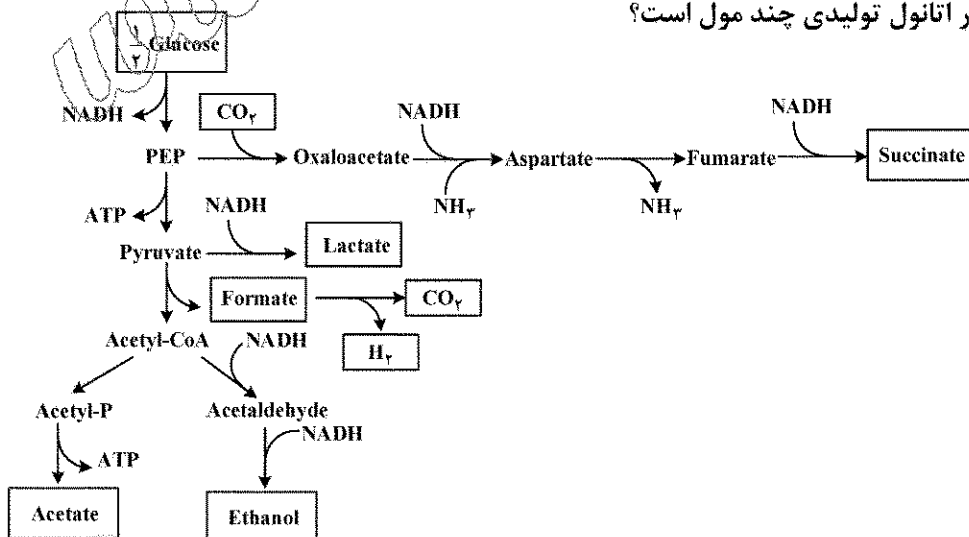
$$x \cdot D_m = \mu_m \left[1 - \sqrt{\frac{s_0}{k_s + s_0}} \right] \quad (4)$$

$$x \cdot D_m = \mu \left[1 - \sqrt{\frac{k_s}{k_s + s_0}} \right] \quad (3)$$

۳۳- در صورتی که $k_L a (c^* - c) \gg q_{O_2} \cdot x$ باشد، مقاومت اصلی در انتقال خرم 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 *شرشیا کلی* (مطابق شکل)، منجر به تولید ۲ مول فورمات، ۸۰ مول لاکتات، ۱۰ مول سوکسینات، ۴۰ مول استات، ۹۰ مول گارکربنیک و ۷۵ مول هیدروژن شده است. مقدار اتانول تولیدی چند مول است؟



$$40 \quad (1)$$

$$50 \quad (2)$$

$$80 \quad (3)$$

$$100 \quad (4)$$

۳۵- از کشت ارگانیسیم‌های 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 محیط کشت پیچیده و مایه تلقیح با اسپور کم
- (۴) استفاده از محیط کشت پیچیده و مایه تلقیح با اسپور زیاد

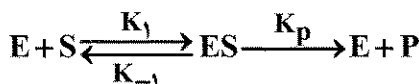
۳۶- کدام مورد در خصوص آنزیم‌ها درست است و کدام یک از آنزیم‌ها یک هیدرولاز است؟

- (۱) برهمکنش‌های بیوشیمیایی در سلول‌ها آبشار آنزیمی نامیده می‌شود - پیروات دکربوکسیلاز
 - (۲) آنزیم‌ها پروتئین‌های کاتالیزکننده و تنظیم‌کننده واکنش‌های بیوشیمیایی بدن هستند - گلوکز اکسیداز
 - (۳) آنزیم‌ها مولکول‌های پروتئینی هستند که تقریباً تمام واکنش‌های بیوشیمیایی بدن انسان را کاتالیز و تنظیم می‌کنند - آلفا آمیلاز
 - (۴) از جمله مزایای استفاده از آنزیم‌ها که قابل چشم‌پوشی است هزینه‌ی بالای جداسازی و تخلیص آنها است - سوکسینات دهیدروژناز
- ۳۷- ۸۰۰۰۰ 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 $\frac{1}{\text{min}}$ 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؟



(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_{-1} کاهش می‌یابد.

(۳) در نارقابتی، K_m ظاهری بزرگتر از K_m در عدم حضور مهارکننده است زیرا K_{-1} افزایش می‌یابد.

(۴) در نارقابتی، K_m ظاهری کوچک‌تر از K_m در عدم حضور مهارکننده است زیرا K_1 افزایش می‌یابد.

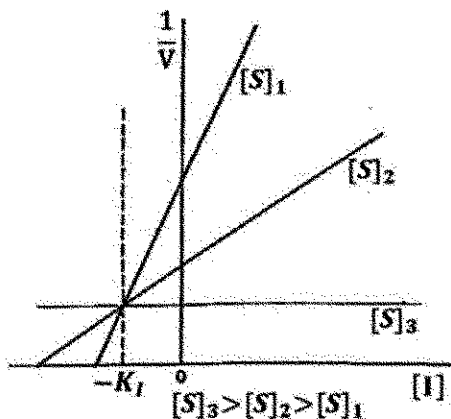
۳۹- چند واحد آنزیم هگزوکیناز باید به یک میلی‌لیتر محلول واکنش اضافه شود تا در مدت ۲۰ دقیقه، ۹۰ درصد

گلوکز با غلظت اولیه 0.08 M را تبدیل کند؟ ($K_m = 0.47 \text{ mM}$)

- (۱) 0.0036 واحد
- (۲) $3/6$ واحد
- (۳) $7/2$ واحد
- (۴) 3600 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 به درستی 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.

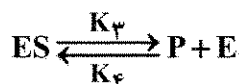
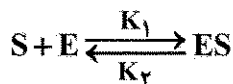
۴۲- در کدام روش مرجع سنجش آنزیم، هنگامی که سوبسترا یا محصول رنگی هستند یا نور در محدوده UV جذب می‌شود، شدت ظاهر شدن یا ناپدید شدن یک محصول یا سوبسترا، قابل اندازه‌گیری است؟

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

۴۳- در تولید استریتومایسین، 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 برگشت پذیر، انجام می‌شود. سرعت واکنش با استفاده از روش‌های میکائلیس منتن و بریگ هالدن کدام است؟



$$r_p = \frac{K_r e_0 \left(S - \frac{K_f K_p}{K_r K_1} P \right)}{K_r + K_p + S + \frac{K_f}{K_1} P} \quad , \quad r_p = \frac{K_r e_0 \left(S - \frac{K_f K_p}{K_r K_1} P \right)}{\frac{K_r}{K_1} + S} \quad (۱)$$

$$r_p = \frac{K_r e_0 \left(S - \frac{K_f K_p}{K_r K_1} P \right)}{\frac{K_r}{K_1} + S + \frac{K_f}{K_1} P} \quad , \quad r_p = \frac{K_r e_0 \left(S - \frac{K_f K_1}{K_f K_p} P \right)}{\frac{K_r}{K_1} + S} \quad (۲)$$

$$r_p = \frac{K_r e_0 \left(S - \frac{K_r K_1}{K_r K_f} P \right)}{\frac{K_1}{K_r} + S + \frac{K_r}{K_f} P} \quad , \quad r_p = \frac{K_r e_0 \left(S - \frac{K_f K_r}{K_r K_1} P \right)}{\frac{K_r}{K_1} + S} \quad (۳)$$

$$r_p = \frac{K_r e_0 \left(S - \frac{K_r K_1}{K_r K_f} P \right)}{\frac{K_1}{K_r} + S + \frac{K_r}{K_f} P} \quad , \quad r_p = \frac{K_r e_0 \left(S - \frac{K_r K_1}{K_f K_r} P \right)}{\frac{K_r}{K_f} + S} \quad (۴)$$

۴۵- چنانچه در معادله $E + S \xrightleftharpoons[K_{-1}]{K_1} ES \xrightarrow{K_2} E + P$ ، مقادیر عددی ثابت‌های واکنش به صورت

$$K_{+1} = [S], K_{-1} = K_2 = [S][S]$$

$$\frac{V_{\max}}{3} \quad (۲)$$

$$\frac{1}{4} V_{\max} \quad (۱)$$

$$V_{\max} \quad (۴)$$

$$\frac{2}{3} V_{\max} \quad (۳)$$

پدیده‌های انتقال:

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

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

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

K_{av} ضریب انتقال جرم متوسط در مایع

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

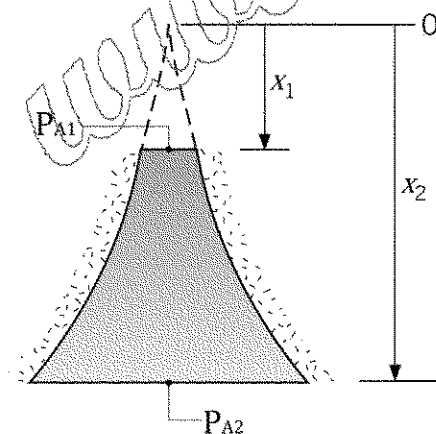
$$\frac{\bar{V}_z \delta}{K_{av}} \ln \left(\frac{C_{Ai}}{C_{Ai} - C_{AL}} \right) \quad (۱)$$

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

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

۴۷- قیف نشان داده شده در شکل، دارای سطح مقطع مدور است. قطر هر مقطع وابسته به مکان محوری بوده و از رابطه

$D = x^{1/5}$ به دست می‌آید. مخلوط گازی هوا و تولوئن در بالا و پایین قیف به آرامی جریان دارد. سرعت جریان‌ها به گونه‌ای 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 به ترتیب 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 - هوا D است).



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

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

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

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

۴۸- لایه مرزی انتقال جرم در جریان آرام روی یک سطح افقی را در نظر 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 بنزوئیک جریان می‌یابد. غلظت اشباع اسید بنزوئیک در آب $\frac{kg}{m^3}$ ۰/۱۵ و شدت

جریان حجمی آب $\frac{m^3}{s}$ 10^{-5} است. پس از گذشت 10^4 ثانیه، جریان آب را قطع و لوله را خشک کرده و وزن

می‌کنیم. وزن لوله kg ۰/۰۱ کاهش یافته است. اگر قطر و طول لوله به ترتیب ۰/۰۱ و ۱ متر باشد، ضریب همرفت

انتقال جرم K_L بر حسب $\frac{m}{s}$ به کدام گزینه نزدیکتر است؟

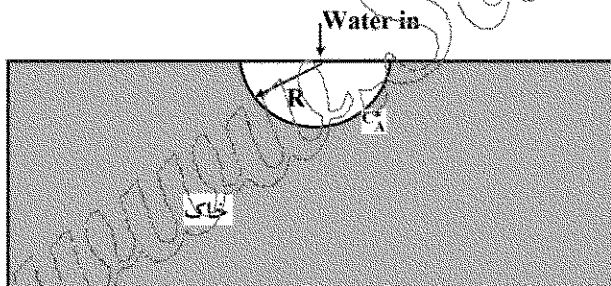
$$\frac{10^{-3}}{\pi} \quad (2)$$

$$\frac{10^{-3}}{2\pi} \quad (1)$$

$$3 \times \frac{10^{-3}}{\pi} \quad (4)$$

$$2 \times \frac{10^{-3}}{\pi} \quad (3)$$

۵۰- هیدروژل نیم‌کره، مانند شکل در زمین کشاورزی قرار گرفته 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.)



$$\frac{\pi D R C_A^*}{4} \quad (1)$$

$$\frac{\pi D R C_A^*}{2} \quad (2)$$

$$2\pi D R C_A^* \quad (3)$$

$$4\pi D R C_A^* \quad (4)$$

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.)

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{C_A - C_{AS}}{C_{Ab} - C_{AS}} \right] = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{C_A - C_{Ab}}{C_{AS} - C_{Ab}} \right] = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{C_A}{C_{AS}} \right] = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{C_A}{C_{Ab}} \right] = 0 \quad (3)$$

۵۲- تبخیر آب به داخل هوای خشک در محیط ساکن هوا را در دو دمای 5°C و 70°C در نظر بگیرید. کدام یک 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 غیر خطی است.

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

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

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

(۲) $0.1\sqrt{0.1}$

(۱) 0.1

(۴) $10\sqrt{10}$

(۳) 10

۵۴- در مورد حل شدن اسید بنزویک از جداره داخلی لوله به داخل جریان آب عبوری از لوله که با جریان آرام عبور می کند، رخ دادن کدام یک از حالت های زیر امکان پذیر نیست؟

(۱) توزیع سرعت و توزیع غلظت هر دو توسعه یافته شوند.

(۲) توزیع سرعت و توزیع غلظت هر دو در حال توسعه باشند.

(۳) توزیع غلظت توسعه یافته شود ولی توزیع سرعت در حال توسعه باشد.

(۴) توزیع سرعت توسعه یافته شود ولی توزیع غلظت در حال توسعه باشد.

۵۵- دیوارهای بزرگ به ضخامت $L = 5\text{ cm}$ را در نظر بگیرید. سمت چپ دیواره عایق بندی شده و سمت راست دیواره

در 35°C ثابت نگهداشته می شود. در این دیواره حرارت با شدت $\dot{g} = g_0 \cdot \exp\left(\frac{-0.5x}{L}\right)$ تولید می شود. با

فرض انتقال حرارت یک بعدی پایا، درجه حرارت سطح سمت چپ دیواره به کدام مورد نزدیک تر است؟

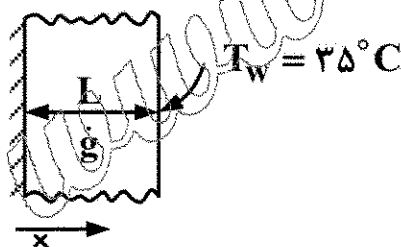
$$g_0 = 8 \times 10^6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}, e^{-0.5} = 0.6, k = 50 \frac{\text{W}}{\text{m}^{\circ}\text{C}}$$

(۱) 150°C درجه سانتی گراد

(۲) 200°C درجه سانتی گراد

(۳) 250°C درجه سانتی گراد

(۴) 300°C درجه سانتی گراد



۵۶- دو میله بلند به صورت 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 شده اند. اگر دمای میله اول در فاصله L_1 از پایه برابر T_1 باشد، دمای میله دوم در چه

فاصله ای از دیوار برابر T_1 خواهد شد؟ (دمای محیط T_{∞} و ضریب انتقال حرارت جابه جایی محیط h است).

(۲) $L_2 = \sqrt{\frac{k_2 \cdot L_1}{k_1}}$

(۱) $L_2 = \sqrt{\frac{k_1 \cdot L_1}{k_2}}$

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

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

۵۷- یک صفحه فلزی به ضخامت ۲ سانتی متر و دمای T_i ، به طور ناگهانی از طرفین در معرض هوای 20° درجه سانتی گراد قرار می گیرد. با توجه به اطلاعات زیر، اگر دمای این صفحه پس از ۲۰ دقیقه برابر 90° درجه سانتی گراد باشد، مقدار دمای اولیه صفحه فلزی (T_i) به کدام مورد نزدیک تر است؟ عدد نپر (e) را برابر ۲/۵ در نظر بگیرید.

$$C_p = 450 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}, \quad k = 30 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}, \quad \rho = 8000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \quad h = 30 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}^\circ}$$

(۲) 250° درجه سانتی گراد

(۱) 275° درجه سانتی گراد

(۴) 150° درجه سانتی گراد

(۳) 200° درجه سانتی گراد

۵۸- یک مبدل حرارتی از تعدادی کانال مستطیلی شکل به ابعاد ۲ متر در ۱ متر تشکیل شده است که به صورت یک در میان دو

سیال آب و هوا از میان کانال ها در حال عبور هستند. ضریب رسانش آب معادل $k = 0.5 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$ و ضریب رسانش هوا

معادل $k = 0.05 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$ است. اگر مقدار عدد ناسلت برای هر دو سیال معادل $Nu = 200$ باشد، ضریب انتقال حرارت

کلی مبدل چقدر است؟

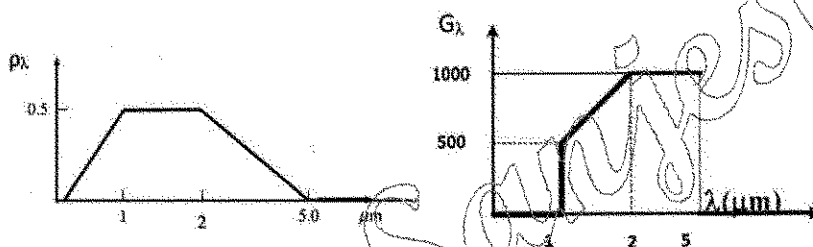
(۴) ۸۳

(۳) ۷۵

(۲) ۱۷

(۱) ۷

۵۹- سطحی با ضریب بار تاب 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 20° درجه سانتی گراد و فشار اتمسفریک از روی یک صفحه افقی که در دمای 60° درجه سانتی گراد ثابت

نگهداشته شده است، با سرعت $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ عبور می کند. ضریب انتقال حرارت جابه جایی متوسط در طول ۴۰ سانتی متری

این صفحه برحسب $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}^\circ}$ چقدر است؟

$$\text{جریان آرام} = Nu_x = \frac{h_x \times x}{k} = 0.332 (Re_x)^{1/2} (Pr)^{1/3}$$

$$\text{جریان درهم} = Nu_x = \frac{h_x \times x}{k} = 0.0296 (Re_x)^{4/5} (Pr)^{1/3}$$

$$\text{خواص فیزیکی هوا در دمای } 40^\circ\text{C} \left\{ \begin{array}{l} v = 2 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \\ Pr = 1 \\ k = 0.02 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}} \end{array} \right.$$

(۲) ۳۳/۲

(۱) ۱۶/۶

(۴) ۱۳۲/۸

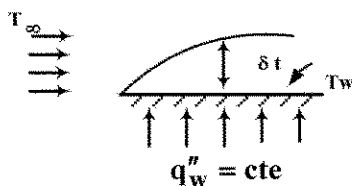
(۳) ۶۶/۴

۶۱- یک صفحه آلومینیومی که ضریب نشر یا emissivity در هر دو طرف آن برابر ۰/۱ است، ما بین دو صفحه موازی خیلی بزرگ قرار داده می شود. صفحه اول دارای ضریب نشر ۰/۲ و صفحه دوم دارای ضریب تابش ۰/۵ است. صفحه اول در دمای ۸۰۰K و صفحه دوم در دمای ۷۰۰K ثابت نگهداشت می شود. مقدار خالص شار تشعشعی بین دو صفحه اول

و دوم یا $(q_{۱۲})$ چند وات بر مترمربع است؟ ثابت استفان بولتزمن را برابر $\frac{W}{m^2 K^4} \times 10^{-8} \times 5$ در نظر بگیرید.

$\epsilon_1 = 0.2$	$\epsilon_{3,1} = 0.1$	$\epsilon_{3,2} = 0.1$	$\epsilon_2 = 0.5$	۳۳۹ (۱)
$T_1 = 800K$			$T_2 = 700K$	۳۵۷ (۲)
				۲۱۶ (۳)
				۲۵۲ (۴)

۶۲- در انتقال حرارت جابه جایی 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 بی بعدی $(\frac{x}{L})$ دمای موضعی سطح با دمای متوسط در طول L ، برابر می شود؟



موضعی $NU_x = a Re_x^{1/2} Pr^{1/3}$

متوسط $NU_L = b Re_L^{1/2} Pr^{1/3}$

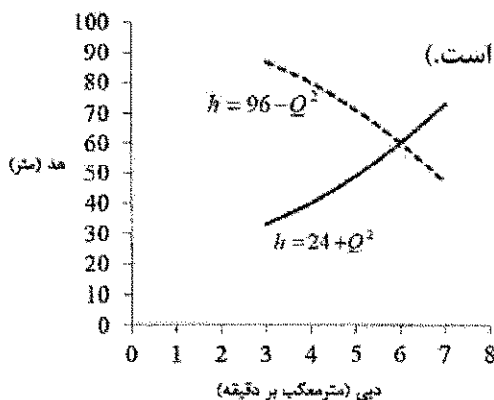
$\frac{a}{b}$ (۱)

$(\frac{a}{b})^2$ (۲)

$\frac{b}{a}$ (۳)

$(\frac{b}{a})^2$ (۴)

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؟ (در صورت نیاز بازده ۸۰٪ بوده و $g = 10 \frac{m}{s^2}$ است.)

۰/۰۶ (۱)

۶۰ (۲)

۰/۰۷۵ (۳)

۷۵ (۴)

۶۴- معادله مومنتوم لایه مرزی ناشی از حرکت سیال به صورت $u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = \nu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$ است. با توجه به متغیرهای بی بعد

$x^* = \frac{x}{L}, y^* = \frac{y}{L}, u^* = \frac{u}{u_\infty}, v^* = \frac{v}{u_\infty}$ کدام مورد فرم بی بعد معادله مومنتوم را نشان می دهد؟ (۷ ویسکوزیته سینماتیک است.)

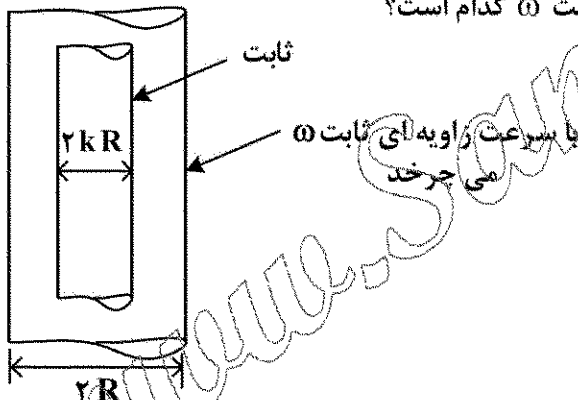
$$u^* \frac{\partial u^*}{\partial x^*} + v^* \frac{\partial u^*}{\partial y^*} = \frac{1}{Re_L} \frac{\partial^2 u^*}{\partial y^{*2}} \quad (1)$$

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

$$u^* \frac{\partial u^*}{\partial x^*} + v^* \frac{\partial u^*}{\partial y^*} = \frac{1}{(Re_L)^2} \frac{\partial^2 u^*}{\partial y^{*2}} \quad (3)$$

$$u^* \frac{\partial u^*}{\partial x^*} + v^* \frac{\partial u^*}{\partial y^*} = (Re_L)^2 \frac{\partial^2 u^*}{\partial y^{*2}} \quad (4)$$

۶۵- مطابق شکل دو سیلند هم مرکز، سیلندر داخلی ثابت و سیلندر بیرونی با سرعت زاویه ای ثابت می چرخد. گشتاور مورد نیاز برای چرخش سیلندر بیرونی با سرعت زاویه ای ثابت ω کدام است؟



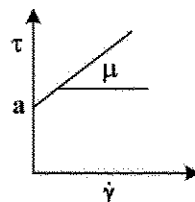
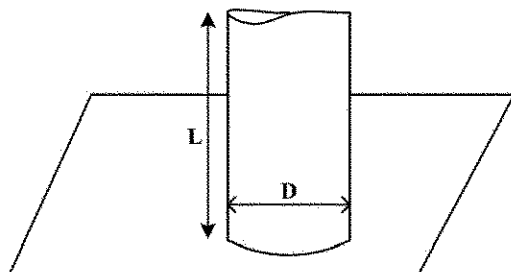
$$4\pi\mu\omega R^2 \left(\frac{k^2}{1-k^2} \right) \quad (1)$$

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

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

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

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



$$\rho g D < 4a \quad (1)$$

$$\rho g D > 4a \quad (2)$$

$$\rho g D = 2a \quad (3)$$

$$\rho g D = 4a \quad (4)$$

۶۷- معادله خط جریان سیال تراکم‌ناپذیر و دوبعدی به صورت زیر است. در صورتی که سرعت در جهت y در نقطه $P(1, 2)$ برابر ۴ متر بر ثانیه باشد، مقدار سرعت کل در همان نقطه چندمتر بر ثانیه خواهد بود؟ (α مقدار ثابت است).

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

(۱) ۴

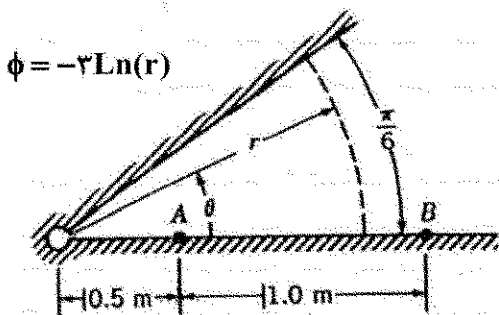
(۲) ۵

(۳) ۶

(۴) ۸

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

($p_B - p_A$) کدام است؟



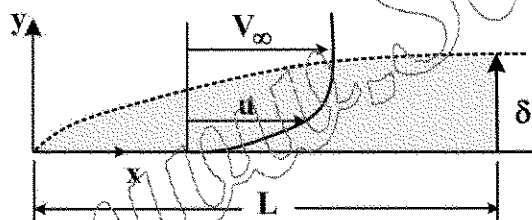
(۱) $3p$

(۲) $8p$

(۳) $9p$

(۴) $16p$

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 ویسکوزیته 10^{-3} Pa.s و دانسیته $500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ در لوله‌ای به قطر 1 cm در حال عبور است. اگر سرعت

سیال برابر $1 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ و زبری لوله برابر 0.3 mm باشد، ضریب اصطکاک دارسی (f) چقدر است؟

(۱) $1/28$

(۲) $1/3$

(۳) 0.008

(۴) 0.006