

دفترچه شماره ۲

نوبت عصر روز پنجشنبه  
مورخ ۹۰/۵/۶

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

انجمن‌های مهندسی

# مرحله اول آزمون مهندسی حرفه‌ای (PE): مبانی مهندسی FE

مهندسی شیمی  
«قسمت دوم FE2»

شماره داوطلبی:

نام و نام خانوادگی داوطلب:

مدت پاسخگویی: ۲۴۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۶۰

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	شیمی	۶	۱	۶
۲	موازنه جرم / انرژی	۹	۷	۱۵
۳	ترمودینامیک مهندسی شیمی	۶	۱۶	۲۱
۴	دینامیک سیالات	۶	۲۲	۲۷
۵	انتقال حرارت	۶	۲۸	۳۳
۶	انتقال جرم	۶	۳۴	۳۹
۷	مهندسی واکنش‌های شیمیایی	۶	۴۰	۴۵
۸	طراحی فرآیند و بهینه‌سازی اقتصادی	۶	۴۶	۵۱
۹	کاربرد کامپیوتر در مهندسی شیمی	۲	۵۲	۵۳
۱۰	فرآیند کنترل	۳	۵۴	۵۶
۱۱	ایمنی، بهداشت و محیط زیست	۴	۵۷	۶۰

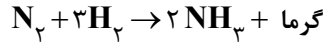
مرداد ماه سال - ۱۳۹۰

۱- فاضلاب صنعتی حاوی  $50 \text{ mg/L}$  یون های  $\text{Zn}^{2+}$  می باشد. در چه pH می توان غلظت یون های روی را تا  $1 \text{ mg/L}$  رسوب داد.

$$K_{sp} \text{Zn(OH)}_2 = 3 \times 10^{-17}$$

(۱) ۲٫۷ (۲) ۵٫۸۵ (۳) ۸٫۱۵ (۴) ۹٫۸۵

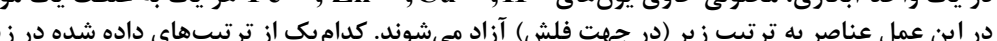
۲- سنتز آمونیاک در صنعت از نیتروژن و هیدروژن طبق واکنش زیر انجام می شود:



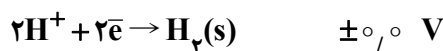
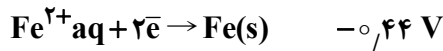
کدام یک از پاسخ های زیر همراه با افزایش راندمان تولید آمونیاک است.

(۱) فشار کم ، دما  $< 1000^\circ \text{C}$  ، بدون کاتالیست (۲) فشار کم ، دما در حدود  $500^\circ \text{C}$  ، در مجاورت کاتالیست

(۳) فشار بالا ، دما  $< 1000^\circ \text{C}$  ، در مجاورت کاتالیست (۴) فشار بالا ، دما در حدود  $500^\circ \text{C}$  ، در مجاورت کاتالیست  
۳- در کوره بلند، فلز آهن از سنگ آهن در نتیجه احیاء به دست می آید. کدام یک از واکنش های زیر منجر به این عمل می شود؟



۴- در یک واحد آبکاری، محلولی حاوی یون های  $\text{H}^+$ ،  $\text{Cu}^{2+}$ ،  $\text{Zn}^{2+}$ ،  $\text{Fe}^{2+}$  هر یک به غلظت یک مولار، الکترولیز می شود. در این عمل عناصر به ترتیب زیر (در جهت فلش) آزاد می شوند. کدام یک از ترتیب های داده شده در زیر صحیح است؟



(۱) Zn, H<sub>2</sub>, Fe, Cu (۲) Cu, Fe, H<sub>2</sub>, Zn (۳) Zn, Fe, H<sub>2</sub>, Cu (۴) H<sub>2</sub>, Zn, Fe, Cu

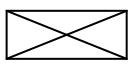
۵- چند لیتر آب دارای یک مول  $\text{H}^+$  می باشد؟

(۱) یک لیتر آب (۲) ۱۴ لیتر آب (۳) یک میلیون لیتر آب (۴) ده میلیون لیتر آب

۶- مولاریته محلولی از سدیم هیدروکسید که در هر ۱۰ mL آن شامل  $0.2 \text{ g}$  سدیم هیدروکسید است برابر چند مول بر

لیتر است؟ ( $\text{H} = 1, \text{O} = 16, \text{Na} = 23 : \text{g mol}^{-1}$ )

(۱) ۰٫۰۵ (۲) ۰٫۱۵ (۳) ۰٫۲۵ (۴) ۰٫۳

- ۷- ۱۰۰ مول متان با ۲۰۰٪ هوای اضافی وارد کوره می‌شود و ۹۹٪ متان به طور کامل می‌سوزد و ۱٪ آن بدون سوختن خارج می‌شود. مقدار  $O_2$  و  $N_2$  خروجی از کوره را حساب کنید.
- (۱)  $2 \text{ mole } O_2, 752/38 \text{ mole } N_2$   
 (۲)  $202 \text{ mole } O_2, 1504/76 \text{ mole } N_2$   
 (۳)  $402 \text{ mole } O_2, 2257/14 \text{ mole } N_2$   
 (۴) هیچکدام
- ۸- هوا از داخل لوله توسط پمپ خلاء کشیده می‌شود. فشار gage داخل لوله ۲ in.Hg- است. اگر فشار هوای بیرون ۳۰ in.Hg باشد، فشار مطلق داخل لوله چند psi است؟
- (۱) ۲۲ (۲) ۱۳/۷۶ (۳) ۱۴/۷ (۴) ۱۵/۷۲
- ۹- بخار با دبی جرمی  $15 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$  و آنتالپی  $3350 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  وارد توربین می‌شود و با آنتالپی  $2700 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  از آن خارج می‌شود. اگر از تغییرات انرژی‌های کیتینک و پتانسیل صرف‌نظر شود و توربین ۱۰ kW حرارت تلف کند، توان توربین برحسب kW کدام است؟
- (۱) -۸۷/۵ (۲) -۱۰۷/۵ (۳) ۸۷/۵ (۴) ۱۰۷/۵
- ۱۰- در رابطه  $t, v = 2e^t$ ،  $v$  بر حسب  $\text{cm}^3$  بیان می‌شود، واحد عدد ۲ کدام است؟
- (۱)  $\frac{1}{\text{ثانیه}}$  (۲)  $\frac{\text{cm}^3}{\text{ثانیه}}$  (۳) بدون واحد (۴)  $\text{cm}^3$
- ۱۱- در صورتی که یک تانک در ابتدا تحت خلاء کامل باشد و در زمان  $t = 0$  بخار از طریق خط بخار با فشار  $P_L$  و دمای  $T_L$  وارد تانک شود تا فشار تانک ( $P_V$ ) با فشار خط بخار برابر شود ( $P_V = P_L$ ). با فرض این که تانک ایزوله باشد، در خصوص دمای نهایی تانک کدام رابطه صحیح است؟
- (۱)  $T_V < T_L$  (۲)  $T_V > T_L$  (۳)  $T_V = T_L$  (۴) نمی‌توان پیش‌بینی کرد
- ۱۲- در یک فرآیند برای تولید  $C_2H_4$  از واکنش زیر استفاده شده است.
- $$C_3H_8 + 2O_2 \rightarrow C_2H_4 + CO_2 + 2H_2O$$
- در صورتی که در یک راکتور پروپان خالص به صوت ۲۵٪ اضافی با اکسیژن خالص وارد راکتور شده و میزان تبدیل پروپان ۴۰٪ باشد نسبت مولهای  $O_2$  به  $C_3H_8$  در جریان خروجی از راکتور کدام است؟
- (۱) ۱/۲۵ (۲) ۲ (۳) ۳/۴ (۴) ۴/۳
- ۱۳-  $C_2H_6$  در یک راکتور با واکنش‌های زیر تولید می‌شود در صورتی که فرض کنیم آنالیز گازهای خروجی راکتور صحیح باشد میزان Yield (بازده) فرآیند کدام است؟
- (مطلوب)  $C_2H_6 \rightarrow C_2H_4 + H_2$   
 (نامطلوب)  $C_2H_6 + H_2 \rightarrow 2CH_4$
- $C_2H_6 \rightarrow$    $\rightarrow$   $\begin{cases} C_2H_6 & 35\% \\ C_2H_4 & 30\% \\ H_2 & 28\% \\ CH_4 & 7\% \end{cases}$
- (۱)  $\frac{30}{7}$  (۲)  $\frac{30}{35}$  (۳)  $\frac{30}{78/5}$  (۴)  $\frac{30}{100}$
- ۱۴- برای صورت سؤال (۱۳) میزان Selectivity (گزینه پذیرنی) فرآیند تولید  $C_2H_4$  کدام است؟
- (۱)  $\frac{7}{30}$  (۲)  $\frac{30}{35}$  (۳)  $\frac{30}{70}$  (۴)  $\frac{30}{7}$

۱۵- مقدار حرارتی که لازم است به یک هوا با رطوبت  $\frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{kg Dry Air}} = 0.1$  داده شود تا دمای آن  $20^\circ\text{C}$  افزایش پیدا کند کدام است؟

$$C_{p\text{H}_2\text{O}}(\text{vapor}) = 1.9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}, \quad C_{p\text{Air}} = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$$

$$\begin{aligned} & \approx 2.0 \frac{\text{kJ}}{\text{kg Dry Air}} \quad (1) \\ & \approx 2.9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg Dry Air}} \quad (3) \\ & \approx 5.8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg Dry Air}} \quad (2) \\ & \text{هیچکدام} \quad (4) \end{aligned}$$

### ترمودینامیک مهندسی شیمی

۱۶- گازی با گرمای ویژه یک کیلوژول بر کیلوگرم بر درجه کلوین ( $C_p$ ) و دمای  $25^\circ\text{C}$  وارد یک مبدل حرارتی شده و در دمای  $200^\circ\text{C}$  بیرون می‌آید. در صورتی که دبی آن گاز برابر دو کیلوگرم بر ثانیه و تحول از هر جهت یکنواخت (پایدار) بوده و انتالپی فقط تابع دما باشد شدت گرمای منتقله به گاز را بر حسب کیلووات بدست آورید؟

$$120 \quad (1) \quad 175 \quad (2) \quad 240 \quad (3) \quad 350 \quad (4)$$

۱۷- ضریب تراکم‌پذیری برای بخار اشباع یک مایع خالص در دمای  $50^\circ\text{C}$  برابر  $Z_1 = 0.9$  و فشار بخار آن در این دما برابر  $1/5 \text{ atm}$  می‌باشد ضریب فوگاسیته آن مایع را در دمای  $50^\circ\text{C}$  و فشار  $6 \text{ atm}$  بدست آورید. در صورتی که حجم مخصوص متوسط این مایع در این شرایط برابر  $21 \frac{\text{cm}^3}{\text{gmole}}$  باشد.

$$0.009 \quad (1) \quad 0.237 \quad (2) \quad 0.422 \quad (3) \quad 0.827 \quad (4)$$

۱۸- درون یک ظرف سرپوشیده کاملاً عایق مقدار دو کیلوگرم آب مایع به دمای  $20^\circ\text{C}$  وجود دارد. یک میله فلزی به جرم نیم کیلوگرم و دمای  $150^\circ\text{C}$  را وارد ظرف آب می‌نمائیم تغییر خالص آنتروپی این تحول (پس از رسیدن به حالت تعادل) بر حسب کیلوژول بر درجه کلوین کدام است؟ گرمای ویژه آب را ثابت و برابر  $4.184 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{K}}$  و گرمای ویژه فلز را نیز ثابت و برابر

$$0.9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{K}} \text{ فرض کنید؟}$$

$$0.282 \quad (1) \quad 0.413 \quad (2) \quad 0.525 \quad (3) \quad 0.823 \quad (4)$$

۱۹- در صورتی که ضریب تراکم ایزوترمال آب مایع در  $60^\circ\text{C}$  از معادله  $k = \frac{0.125}{V(p + 2773)}$  بدست آید که در آن فشار  $P$  بر حسب بار و حجم مخصوص  $V$  بر حسب سانتی‌متر مکعب بر گرم می‌باشد مقدار کار لازم برای تراکم ایزوترمال رورسیبل یک

$$\text{کیلوگرم آب مایع از } 5 \text{ MPa تا } 50 \text{ MPa در دمای } 60^\circ\text{C} \text{ بر حسب } \frac{\text{cm}^3 \cdot \text{bar}}{\text{gr}} \text{ کدام است؟}$$

$$0.25 \quad (1) \quad 0.5 \quad (2) \quad 3.025 \quad (3) \quad 5.044 \quad (4)$$

۲۰- در یک سیستم دوگانه دوفازی (VLE) مایع بخار در دمای  $70^\circ\text{C}$  داریم:  $p_1^{\text{sat}} = 45 \text{ mmHg}$  و  $p_2^{\text{sat}} = 175 \text{ mmHg}$  و  $\gamma_1^\infty = 1.0$  و  $\gamma_2^\infty = 6.5$  و می‌دانیم که  $\ln \gamma_1 = x_2^2 [A_{12} + 2(A_{21} - A_{12})x_1]$  در همین دمای  $70^\circ\text{C}$  و در حالت  $x_1 = 0.3$  بطور تقریبی مقدار فشار تعادلی ( $P$ ) را بر حسب میلیمتر جیوه بدست آورید.

$$312.5 \quad (1) \quad 442.4 \quad (2) \quad 520.7 \quad (3) \quad 642.6 \quad (4)$$

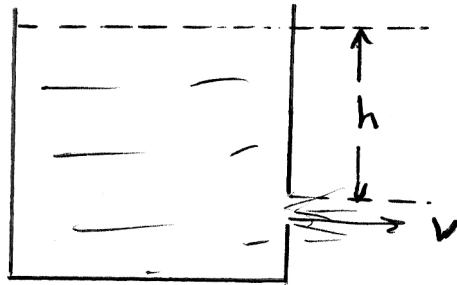
۲۱- بر روی سطح بسیار وسیعی از آب یک جسم بی‌وزن مکعب مستطیلی به قاعدهٔ دو متر مربع و ارتفاع نیم متر قرار دارد. عمق آب برابر سی سانتی‌متر می‌باشد. حداقل کار لازم برای رساندن این جسم به عمق آب کدام است؟  $\rho_w = 1 \frac{g}{cm^3}$  و

$$g = 9.81 \frac{m}{sec^2}$$

- (۱) ۱/۲۱۴ (۲) ۰/۸۸۲۹ (۳) ۰/۵۲۳۵ (۴) ۰/۲۴۵

دینامیک سیالات

۲۲- سرعت خروجی استوانه کدام است؟

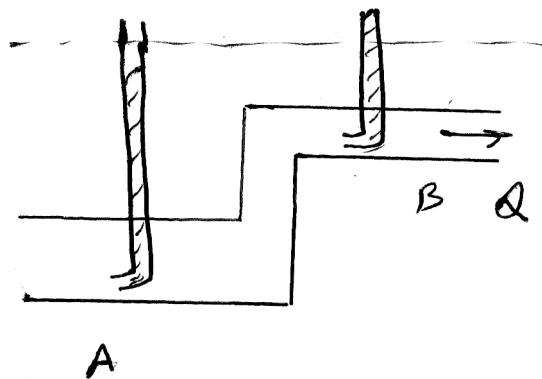


- (۱)  $V = \sqrt{gh}$   
 (۲)  $V = \sqrt{2gh}$   
 (۳)  $V = \frac{gh}{2}$   
 (۴)  $V = gh$

۲۳- در کدامیک از حالات زیر امکان حرکت سیال **comp.** (فشردنی) از فشار کم بسمت فشار زیاد می‌باشد؟  
 (۱) در قسمت واگرا نازل (۲) همگرا نازل (۳) گلوگاه نازل (۴) هیچکدام

۲۴- تنش برشی در سیال جاری درون یک لوله مدور .....  
 (۱) در مرکز لوله صفر است و بطور خطی با افزایش شعاع تغییر می‌کند.  
 (۲) به طور سهمی در طول مقطع تغییر می‌کند.  
 (۳) در طول هر سطح مقطع ثابت است.  
 (۴) هیچکدام

۲۵- پیزومترهایی مطابق شکل در مراکز لوله‌های به قطر ۵ و ۲ سانتی‌متر در مقاطع A و B قرار گرفته‌اند. کدام عبارت صحیح است؟ (محور لوله‌ها افقی است.)

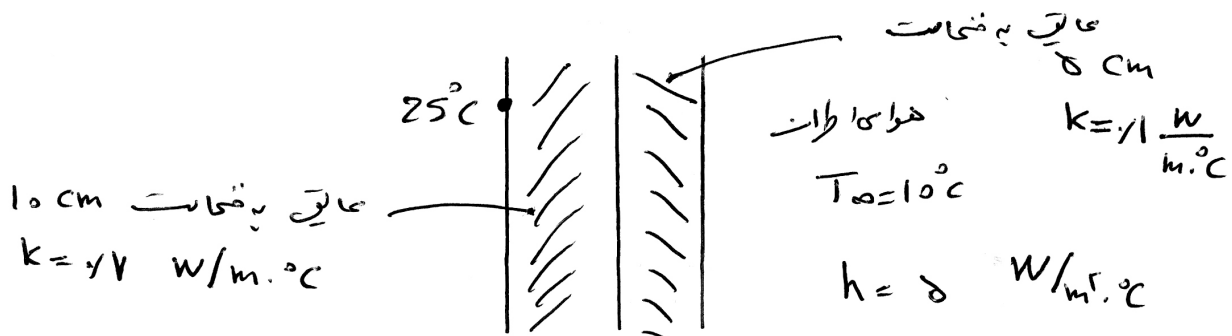


- (۱) سطح مایع در دو پیزومتر یکسان است.  
 (۲) سطح مایع در پیزومتر B اندکی بالاتر از سطح مایع در پیزومتر A است.  
 (۳) سطح مایع در پیزومتر B اندکی پایین‌تر از سطح مایع در پیزومتر A است.  
 (۴) سطح مایع در پیزومتر B بصورت قابل توجهی بالاتر از سطح مایع در پیزومتر A است.

- ۲۶- در لوله‌های موازی .....  
 (۱) دبی حجمی در لوله‌ها برابر است.  
 (۲) اتلاف انرژی در اثر اصطکاک در لوله‌ها برابر است.  
 (۳) اتلاف انرژی در اثر اصطکاک (در تمام لوله‌ها) از مجموع اتلاف در اثر اصطکاک در لوله‌ها محاسبه میشود.  
 (۴) اتلاف انرژی در اثر اصطکاک در هر لوله بستگی به قطر و طول لوله‌ها دارد و با هم برابر نیستند.
- ۲۷- برای اعداد رینولدز بسیار کوچک ( $Re \ll 1$ ) کدامیک از عبارات‌های زیر برای یک سیال نیوتنی و غیرقابل تراکم صحیح است؟  
 (۱) معادله‌ی حرکت خطی است و گرادیان فشار قابل چشم پوشی است.  
 (۲) معادله‌ی حرکت خطی است و جمله‌های اینرسی قابل چشم پوشی نیستند.  
 (۳) معادله‌ی حرکت غیرخطی است و جمله‌های ویسکوز قابل چشم پوشی اند.  
 (۴) معادله‌ی حرکت خطی است و جمله‌های اینرسی قابل چشم پوشی اند.

انتقال حرارت

- ۲۸- در چه حالتی همه آب یخ زده شده موجود در یک بطری زودتر ذوب می‌گردد؟  
 (۱) آویزان نمودن بطری  
 (۲) قرار دادن بطری بر روی یک میز  
 (۳) تخلیه مداوم یخ ذوب شده از بطری  
 (۴) قرار دادن بطری در یک کیسه نایلونی
- ۲۹- کدامیک از عبارات زیر در مورد شیشه معمولی و پدیده گلخانه‌ای صادق است؟  
 (۱) شیشه معمولی مثل جسم خاکستری عمل می‌کند.  
 (۲) شیشه معمولی مثل جسم سیاه عمل می‌کند و همه تابش را جذب می‌کند.  
 (۳) چون شیشه معمولی مثل جسم خاکستری عمل می‌کند باعث پدیده گلخانه‌ای می‌شود.  
 (۴) چون شیشه معمولی مثل جسم خاکستری عمل نمی‌کند باعث پدیده گلخانه‌ای می‌شود.
- ۳۰- در یک ساختمان از یک لایه آجر به همراه یک لایه عایق نرم شکل استفاده شده است. چنانچه دمای سطح داخل دیوار  $25^\circ C$  و دمای هوای خارج  $10^\circ C$  باشد، دمای سطح مشترک آجر و عایق را برحسب  $^\circ C$  محاسبه کنید.



- ۲۳/۵ (۴)      ۲۲/۵ (۳)      ۲۱/۵ (۲)      ۲۰/۵ (۱)
- ۳۱- عدد بی بعد گراشوف به صورت  $Gr = \frac{x^3 g \beta (T_w - T_\infty)}{\nu^2}$  تعریف می‌شود که در آن  $\beta = \frac{1}{T}$  و  $g$  شتاب ثقل و  $\nu$  ویسکوزیته سینماتیک است کدام عبارت صحیح است؟  
 (۱)  $Gr$  نسبت اختلاف دما به نیروهای ویسکوز است.  
 (۲)  $Gr$  نسبت نیروهای شناوری به نیروهای اصطکاکی است.  
 (۳)  $Gr$  نسبت انتقال حرارت محوری به انتالپی محوری است.  
 (۴)  $Gr$  نسبت نیروهای شناوری به مقاومت اصطکاکی است.
- ۳۲- ترتیب مرتبه بزرگی ضرایب انتقال حرارت جابه‌جایی به کدام صورت زیر می‌باشد؟  
 (۱) جوش، جابه‌جایی آزاد، جابه‌جایی اجباری  
 (۲) جابه‌جایی اجباری، جابه‌جایی آزاد، جوش  
 (۳) جوش، جابه‌جایی اجباری، جابه‌جایی آزاد  
 (۴) جابه‌جایی اجباری، جوش، جابه‌جایی آزاد

۳۳- ضخامت بحرانی عایق برای یک کره کدام است؟

- (۱)  $\frac{k}{h}$  (۲)  $\frac{2k}{h}$  (۳)  $\frac{3k}{h}$  (۴)  $\frac{4k}{h}$

## انتقال جرم

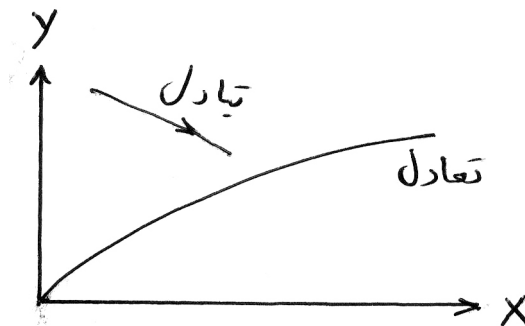
۳۴- کدام یک از عبارات زیر در مورد سیستم‌های پیوسته (continous) و ناپیوسته (batch) نادرست است؟

- (۱) فرآیندهای ناپیوسته نسبت به فرآیندهای پیوسته معمولاً از حجم کوچکتری برخوردارند.  
 (۲) در یک فرآیند پیوسته در نقاط مختلف سیستم اختلاف غلظت می‌تواند وجود داشته باشد.  
 (۳) فرآیندهای ناپیوسته می‌توانند پایدار و یا ناپایدار باشند.  
 (۴) فرآیندهای پیوسته می‌توانند پایدار و یا ناپایدار باشند.

۳۵- عامل مؤثر در تعیین قطر برج سینی دار کدام است؟

- (۱) شدت جریان فازها (۲) تعداد سینی‌های ایده‌آل (۳) تعداد سینی‌های واقعی (۴) بازدهی هر سینی  
 در تصعید یک کره نفتالینی جهت محاسبه انتقال جرم از کدام یک از روابط زیر استفاده می‌شود؟

- (۱) ثابت  $N_A r$  (۲) ثابت  $N_A r$  (۳) ثابت  $N_A$  (۴) هیچکدام  
 ۳۷- یکنواخت نبودن پرکن‌ها و توزیع غیر یکنواخت مایع در بستر یک برج پر شده عمدتاً موجب چه مشکل عملیاتی می‌گردد؟  
 (۱) Back mixing (۲) Channeling (۳) Flooding (۴) Inversion  
 ۳۸- نمودار مقابل مربوط به کدام یک از حالات بیان شده می‌باشد؟



- (۱) عملیات دفع هم سو (Co-current) (۲) عملیات دفع غیر هم سو (Counter-current)  
 (۳) عملیات جذب هم سو (Co-current) (۴) عملیات جذب غیر هم سو (Counter-current)

۳۹- ضرایب انتقال جرم در دو فاز گاز و مایع در حال تماس به صورت  $\frac{\text{moles}}{\text{hr.m}^2 \cdot \text{atm}}$  و  $h_x = 1$  و  $h_y = 0.1$  می‌باشد، کدام یک از

- عبارات زیر در مورد این سیستم صحیح است؟  
 (۱) مقاومت در هر دو فاز یکسان است.  
 (۲) فقط ۱۰٪ از مقاومت کل در فاز گاز می‌باشد.  
 (۳) فاز مایع فاز محدودکننده در مقابل انتقال جرم است.  
 (۴) فاز گاز فاز محدودکننده در مقابل انتقال جرم است.

## مهندسی واکنش‌های شیمیایی

۴۰- واکنش  $-r_A = KC_A^a$  که در آن  $a < 0$  در حجم معادل ۶ لیتر رآکتور کاملاً مخلوط باید انجام شود. در کدام یک از حالات بالاترین درصد تبدیل به دست می‌آید؟

- (۱) سه رآکتور ۲ لیتری کاملاً مخلوط سری (۲) یک رآکتور ۶ لیتری کاملاً مخلوط  
 (۳) دو رآکتور ۳ لیتری کاملاً مخلوط سری (۴) شش رآکتور ۱ لیتری کاملاً مخلوط سری  
 واحد ثابت سرعت برای واکنش متجانس و ابتدایی درجه  $n$  کدام است؟

- (۱)  $^{-n}$  (غلظت) $^{-1}$  (زمان) (۲)  $^{-n}$  (غلظت) $^{-1}$  (زمان) (۳)  $^{1-n}$  (غلظت) $^1$  (زمان) (۴)  $^{+n}$  (غلظت) $^1$  (زمان)

۴۲- گروه بدون بعد واکنشی برای واکنش  $-r_A = KC_A^2$  کدام است؟

- (۱)  $K\tau CA$  (۲)  $(K\tau)^2 CA$  (۳)  $(K\tau CA)^2$  (۴)  $K\tau CA$

-۴۳

کدام یک از واکنش‌های زیر رفتاری شبیه رفتار واکنش‌های اتوکاتالستی دارد؟

- (۱) واکنش‌های گرمازا که به صورت آدیباتیک انجام شوند همچون احتراق سوخت‌های گازی.
- (۲) هر نوع واکنشی که در مجاورت کاتالیزور انجام گرفته و آدیباتیک باشد.
- (۳) واکنش‌های گرمازا که در مجاورت کاتالیزور انجام می‌گیرد.
- (۴) هر نوع واکنشی که به صورت آدیباتیک انجام شود.

-۴۴

کدام یک از موارد زیر مربوط به معادله سرعت واکنش  $A \xrightleftharpoons[k_p]{k_1} 2B$  می‌باشد. (با فرض واکنش ابتدایی)

$$\frac{dc_A}{dt} = -k_1 C_A + \frac{1}{2} k_p C_B^2 \quad (۲) \qquad \frac{dc_A}{dt} = -\frac{1}{2} k_1 C_A + k_p C_B^2 \quad (۱)$$

$$\frac{dc_A}{dt} = -k_1 C_A + 2k_p C_B^2 \quad (۴) \qquad \frac{dc_A}{dt} = -2k_1 C_A + k_p C_B^2 \quad (۳)$$

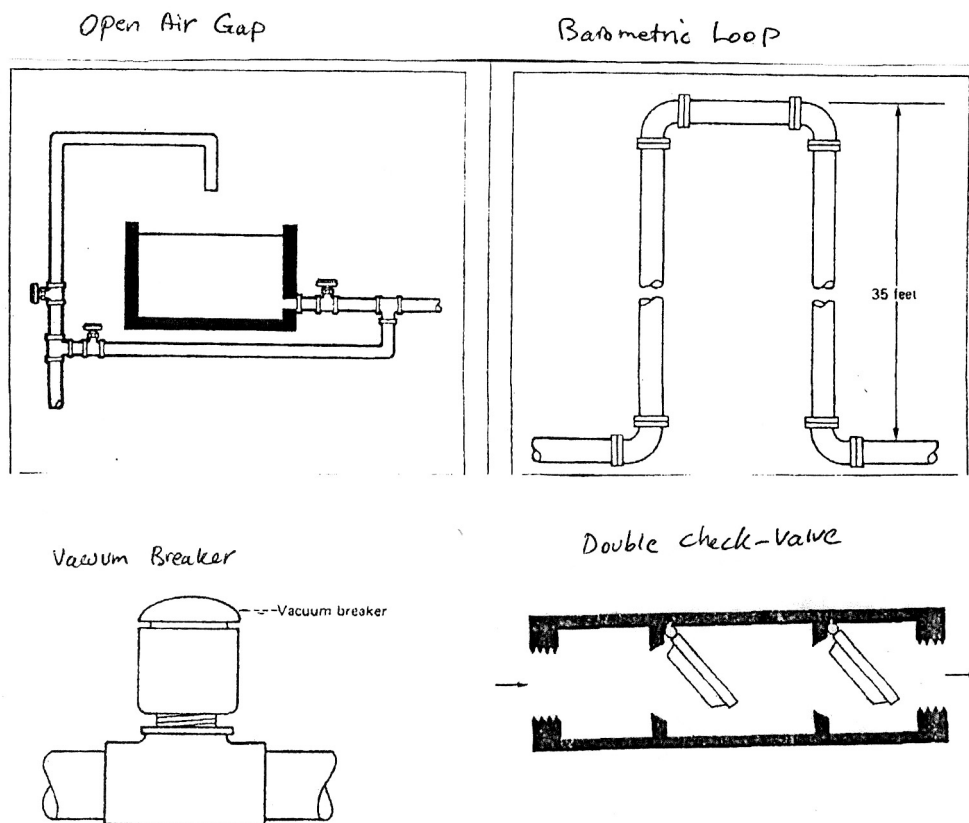
-۴۵

اگر واکنش  $A \xrightarrow{k/2} p$  از یک مرتبه باشد و در یک راکتور ناپیوسته با حجم ثابت انجام پذیرد و غلظت اولیه A برابر  $C_A$  باشد، چه کسری از A در زمان t باقی می‌ماند؟

$$1 - 2e^{-kt} \quad (۴) \qquad 1 - e^{-\frac{k}{2}t} \quad (۳) \qquad 2e^{-kt} \quad (۲) \qquad e^{-\frac{k}{2}t} \quad (۱)$$



در یک سیستم فرآیندی، مواد سمی و قابل اشتعال داخل لوله‌ها در یک شبکه پیچیده با تقاطع‌های زیاد جریان دارند. برای جلوگیری از برگشت جریان (Reverse-flow) و همچنین پدیده برگشت سیفونی (Back-siphonage)، چهار رویکرد مطابق شکل موجود است. کدام پاسخ یا استدلال صحیح است؟



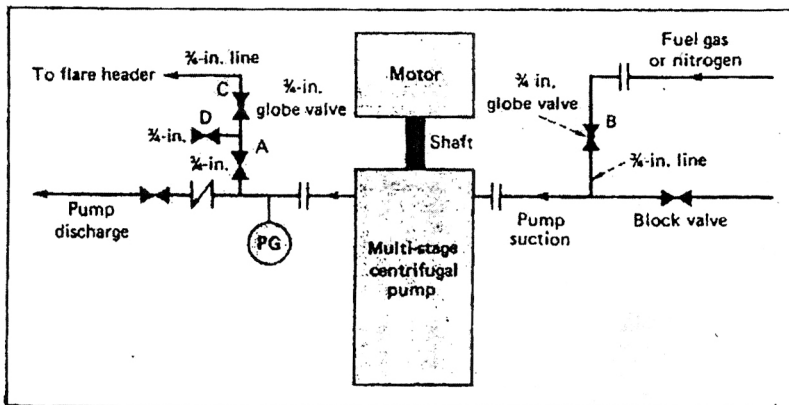
- (۱) بهترین انتخاب رویکرد خلاء شکن می‌باشد، چون هم ساده است و هم ارزان.
- (۲) بهترین انتخاب استفاده از چک والو دوبله است، به شرطی که مواد و همچنین آب بندی آن تضمین شده باشند.
- (۳) بهترین انتخاب حلقه بارومتریک است، اگر چه باید حداقل ۳۴ فوت از بلندترین ایستگاه فرآیندی بالاتر باشد.
- (۴) بهترین انتخاب تله هوا (Air-gap) می‌باشد، چون تقریباً غیرممکن است که برگشت جریان و همچنین پدیده برگشت سیفون اتفاق بیافتد.

در یک کارخانه شیشه سازی، برای انتقال و بارگیری سریع تر، از دمیدن هوا بر بطری‌های تازه از کوره درآمده استفاده شود. قبل از انبارش بطری‌های سرد شده از یک سیستم کنترل کیفیت بهره گرفته می‌شود تا در صورت مشاهده ترک (به خاطر سریع سرد شدن) یا داغ بودن زیاد (به خاطر سرد نشدن مناسب)، بطری مربوطه مرجوع شود. با توجه به آمار زیر، بگویید اقتصادی ترین روش بهبود فرآیند برای کاهش مرجوعی‌ها کدام است؟

گستره ساعت	درصد مرجوعی
۱۲:۰۰ - ۱۵:۰۰	۱۰
۱۵:۰۰ - ۱۸:۰۰	۸
۱۸:۰۰ - ۲۱:۰۰	۱۵
۲۱:۰۰ - ۲۴:۰۰	۲۰
۰۰:۰۰ - ۰۳:۰۰	۴۰
۰۳:۰۰ - ۰۶:۰۰	۵۰
۰۶:۰۰ - ۰۹:۰۰	۳۰
۰۹:۰۰ - ۱۲:۰۰	۲۰

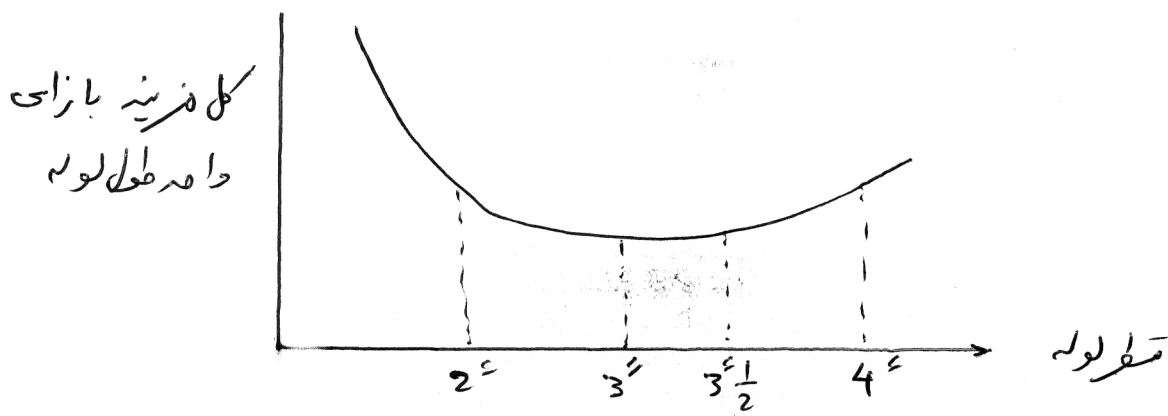
- (۱) نصب یک سیستم کنترل پس‌خور برای کنترل دمای هوای دم‌ش
- (۲) نصب یک سیستم کنترل پیش‌خور برای کنترل دمای هوای دم‌ش
- (۳) نصب یک سیستم هواساز کامل برای کارخانه
- (۴) کاهش سرعت ریل بطری‌ها

۴۸- راه اندازی پمپ‌های سانتریفوژ برای سیال سرویسی که کرایوژنیک نیست یا فلاش نمی‌کند کار ساده‌ای می‌باشد. سیستم راه اندازی زیر برای سیال اتان مایع پیشنهاد شده است. کدام یک از روال‌های زیر برای راه اندازی مناسب‌تر از بقیه می‌باشد. (در ابتدا همه شیرها بسته هستند و بعد از اتمام روال باید پمپ را روشن کرد و شیر مسیر تخلیه را باز کرد.)



۴۹- (۱) باز کردن شیر B و شیر A ← باز کردن شیر D ← باز کردن آهسته شیر C ← بستن شیرهای A, B, C و D.  
 (۲) باز کردن شیر A و شیر B ← باز کردن شیر C ← باز کردن شیر بلوکی مسیر مکش ← وقتی ابر مایع/ بخار خارج شد، D باید آهسته باز شود ← وقتی پمپ پر از مایع شد، شیرهای A, B و D به ترتیب بسته می‌شوند.  
 (۳) باز کردن شیر B و سپس A ← باز کردن شیر بلوکی مسیر تخلیه ← باز کردن آهسته شیر C ← باز کردن شیر D ← وقتی پمپ از مایع پر شد، شیرهای A, B, C و D به ترتیب باید بسته شوند.  
 (۴) باز کردن شیر A و B (به ترتیب) ← باز کردن شیر بلوکی مسیر مکش ← باز کردن آهسته شیر C ← وقتی ابر مایع/ بخار خارج شد، شیر D آهسته باز شود ← وقتی پمپ پر از مایع شد؛ شیرهای A, B و C به ترتیب باید بسته شوند.  
 کدام یک از جملات زیر صحیح نیست؟

۵۰- تولید بیش از ظرفیت اسمی در یک واحد صنعتی .....  
 (۱) برای تأمین نیاز در مواقع اضطراری است.  
 (۲) برای کنترل بازار و حفظ سهم از بازار فروش  
 (۳) برای کاهش هزینه‌های تولید  
 (۴) برای افزایش سود شرکت  
 شرکتی برای سرمایه‌گذاری در یک پروژه صنعتی نقدینگی محدودی دارد. با توجه به شکل فوق کدام قطر لوله بر حسب اینچ انتخاب می‌کنید.



۵۱- (۱) دو (۲) سه (۳) سه و نیم (۴) چهار  
 کدام یک از جملات زیر صحیح است؟  
 برای ..... قیمت دستگاه با افزایش ظرفیت افزایش کمتری می‌یابد.  
 (۱) توربوآکسپندر (Turbo expander)  
 (۲) کریستالیزورها  
 (۳) تانک‌های فلزی ذخیره مواد  
 (۴) کمپرسورهای سانتریفوژ

۵۲- با استفاده از میان یابی خطی و با اطلاعات زیر  $f(0,0)$  را تعیین کنید.

$$\begin{aligned} f(1, 1) &= 2 \\ f(1, -1) &= 3 \\ f(-1, 1) &= 1 \\ f(-1, -1) &= 0 \end{aligned}$$

۵۳- با استفاده از اطلاعات داده شده و روش سیمپسون انتگرال زیر را محاسبه کنید.

x	y
0	-1
0.3	-3.2
0.6	6.4
0.9	0
1.2	0.5
1.5	0.75
1.8	1

$$I = \int_0^{1.8} y \, dx$$

فرآیند کنترل

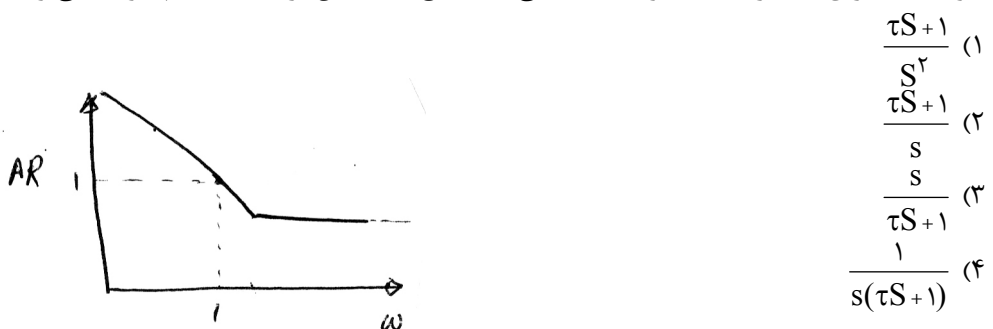
۵۴- یک شیر کنترل بادی به گونه‌ای طراحی شده است که در هنگامی که فشار سر شیر کنترل از ۳ psi تا ۱۵ psi تغییر می‌کند

دبی گذرنده از شیر کنترل از  $1 \frac{\text{lit}}{\text{min}}$  تا  $4 \frac{\text{lit}}{\text{min}}$  تغییر می‌کند. بهره‌ی این شیر کنترل کدام است؟

۵۵- استفاده از یک کنترل کننده‌ی PI (تناسبی-انتگرالی) به جای یک کنترل کننده‌ی P (تناسبی) چه تأثیری بر پاسخ فرآیند دارد؟

- (۱) سیستم تندتر به مقدار نهایی خود می‌رسد- خطای حالت یکنواخت زیاد می‌شود.
- (۲) سیستم کندتر به مقدار نهایی خود می‌رسد- خطای حالت یکنواخت زیاد می‌شود.
- (۳) سیستم کندتر به مقدار نهایی خود می‌رسد- خطای حالت یکنواخت کم می‌شود.
- (۴) سیستم تندتر به مقدار نهایی خود می‌رسد- خطای حالت یکنواخت کم می‌شود.

۵۶- نمودار AR برای یک فرآیند به صورت مقابل می‌باشد. تابع انتقال این فرآیند به کدام صورت می‌تواند باشد؟



- (۱)  $\frac{\tau S + 1}{S}$
- (۲)  $\frac{S^2}{\tau S + 1}$
- (۳)  $\frac{S}{\tau S + 1}$
- (۴)  $\frac{1}{S(\tau S + 1)}$

- ۵۷- هرگاه  $LD_{50}$  برای یک موش کوچک (مثلاً حدود ۲۰ گرم) حدود  $mg/0.5$  باشد برای یک آدم معمولی، یک بچه ۵ ساله و یک آدم خیلی چاق (حدود ۱۵۰ کیلوگرم) به ترتیب ..... خواهد بود.  
 (۱) ۱۷۵، ۵۰ و ۳۵۰ میلی گرم  
 (۲) ۲۵۰، ۱۲۵ و ۵۰۰ میلی گرم  
 (۳) ۱۷/۵، ۵ و ۳۵ میلی گرم  
 (۴) همه همان مقدار
- ۵۸- برای طراحی تصفیه خانه های فاضلاب شهری در ایران، به طور معمول سرانه ی فاضلاب و BOD را ..... لیتر در روز و ..... گرم در روز در نظر می گیرند.  
 (۱) ۵۰ و ۲۵  
 (۲) ۲۰۰ و ۴۵  
 (۳) ۳۰۰ و ۷۵  
 (۴) ۴۰۰ و ۷۵
- ۵۹- مقدار غلظت مجاز از هر ماده ای که افراد حتی اگر به مدت ۸ ساعت در روز، ۵ روز در هفته و برای یک عمر کاری ۳۰ ساله در تماس و معرض آن قرار گیرند، سلامتی فرد به مخاطره نیفتد را ..... می نامند.  
 (۱) LD  
 (۲) HSE  
 (۳) TLV  
 (۴) OSHA
- ۶۰- برای نگهداری حجم زیادی از مخلوط گازهای پروپان و بوتان کدام یک از روش های زیر ایمن تر و اقتصادی تر است؟  
 (۱) مایع کردن گاز در دمای بالا و فشار پایین  
 (۲) مایع کردن گاز در دمای محیط و فشار بالا  
 (۳) مایع کردن گاز در دمای پایین تر از صفر و فشار بالا  
 (۴) مایع کردن گاز در فشار محیط و دمای پایین تر از صفر