

زبان انگلیسی

۱. گزینه ۱ صحیح است.
۲. گزینه ۳ صحیح است.
۳. گزینه ۲ صحیح است.
۴. گزینه ۱ صحیح است.
۵. گزینه ۴ صحیح است.
۶. گزینه ۳ صحیح است.
۷. گزینه ۴ صحیح است.
۸. گزینه ۲ صحیح است.
۹. گزینه ۴ صحیح است.
۱۰. گزینه ۲ صحیح است.
۱۱. گزینه ۲ صحیح است.
۱۲. گزینه ۱ صحیح است.
۱۳. گزینه ۳ صحیح است.
۱۴. گزینه ۴ صحیح است.
۱۵. گزینه ۳ صحیح است.
۱۶. گزینه ۳ صحیح است.
۱۷. گزینه ۳ صحیح است.
۱۸. گزینه ۲ صحیح است.
۱۹. گزینه ۲ صحیح است.
۲۰. گزینه ۴ صحیح است.
۲۱. گزینه ۴ صحیح است.
۲۲. گزینه ۲ صحیح است.
۲۳. گزینه ۱ صحیح است.
۲۴. گزینه ۱ صحیح است.
۲۵. گزینه ۲ صحیح است.
۲۶. گزینه ۴ صحیح است.

۲۷. گزینه ۲ صحیح است.

۲۸. گزینه ۳ صحیح است.

۲۹. گزینه ۱ صحیح است.

۳۰. گزینه ۳ صحیح است.

انتقال حرارت

۳۱. گزینه ۲ صحیح است.

در فرآیند جوشش، سیال فرایند در داخل لوله قرار می گیرد و چون افت فشار در لوله زیاد است بهتر است طراحی طوری صورت گیرد که افت فشار کم باشد.

۳۲. گزینه ۲ و ۳ صحیح است.

زمانی که ضریب نفوذ بالا است یعنی حرارت هدایتی به ذخیره ی حرارت بیشتر است، پس می توان گفت حرارت هدایتی جسم A نسبت به B بیشتر و ذخیره ی حرارت B نسبت به A بیشتر است.

کلید اولیه سازمان سنجش گزینه ۲ بوده است.

۳۳. گزینه ۳ صحیح است.

در چگالنده که یکی از سیالات تغییر فاز میدهند و به این معنی است که $C = 0$ است داریم:

$$\varepsilon = 1 - r^{-NTV} \Rightarrow \varepsilon = 1 - e^{-f} = 1 - \frac{1}{e^f}$$

۳۴. گزینه ۴ صحیح است.

در مدل های متقاطع جریانی از یک طرف مبدل وارد و از طرف دیگر خارج می شود و جریان دیگر عمود بر این جریان در برابر طول مبدل وارد و عمود بر جریان طول لوله خارج می شود و این بدان معناست که دو جریان سرد و گرم در جهت طولی با هم انتقال گرما نمی دهند و در واقع انتقال گرما بصورت سطح است. هوای سرد در دمای ورودی با سطحی از آب که دمای ابتدا و انتهای آن متفاوت است انتقال حرارت می دهد.

بررسی گزینه‌ها:

- (۱) مبدل با جریان همسو را نشان می‌دهد.
 (۲) مبدل با جریان همشو را نشان می‌دهد.
 (۳) مبدل گرمایی با فشار ثابت را نشان می‌دهد.
 (۴) مبدل با جریان متقاطع را نشان می‌دهد.

۳۵. گزینه ۴ صحیح است.

مقدار گرمایی که در مبدل (بین لوله و پوسته) انجام می‌گیرد برابر است با:

$$Q = UA_t \Delta T_{LMTD}$$

که در آن A_t مساحت کل لوله‌ها می‌باشد که اگر فرض کنیم تعداد کل لوله‌ها N_t باشد داریم:

$$A_t = N_t A_t = N_t \pi DL$$

بنابراین برای بدست آوردن تعداد لوله‌ها داریم:

$$Q = UN_t \pi DL \Delta T_{LMTD} \rightarrow N_t = \frac{Q}{\pi UDL \Delta T_{LMTD}}$$

اگر در سوال در گزینه ۴ فرض کنیم منظور طراح از Q همان U یعنی ضریب کل انتقال حرارت بوده گزینه ۴ صحیح است.

۳۶. گزینه ۱ صحیح است.

به دلیل اینکه جریان در داخل لوله در هم ($Re > 4000$) است، می‌توان با توجه به تشابه رینولدز-کلبورن رابطه‌ی مستقیم بین h و Δp را متذکر شد.

با توجه به اینکه مقطع بیضی شکل را طول محور دوران داده‌ایم میزان فشار و در نتیجه میزان ضریب انتقال حرارت آن افزایش می‌یابد.

۳۷. گزینه ۴ صحیح است.

داغ شدن اجسام بستگی به میزان گرمایی است که جذب می‌کنند، قطعاً هم ضریب جذب جسم سیاه با رنگ سفید متفاوت است.

۳۸. گزینه ۳ صحیح است.

نصب بفل باعث افزایش ضریب انتقال حرارت می شود و زمانی که ضریب انتقال حرارت بالا باشد نصب آن تأخیر چندانی ندارد.

۳۹. گزینه ۲ صحیح است.

اگر فرض کنیم جوشش استخری رخ داده و ΔT ها به گونه ای هستند که جوشش استخری در ناحیه ی هسته ای باشد، آنگاه خواهیم داشت:

طبق رابطه ی رونو $q'' \propto \Delta T^r$ و همچنین $q = m^{\circ} h_{fg}$. با توجه به ثابت بودن سطح انتقال حرارت و گرمای نهان تبخیر و سایر عوامل خواهیم داشت:

$$m^{\circ} \propto \Delta T$$

$$\rightarrow \frac{m_r}{m_l} = \left(\frac{\Delta T_r}{\Delta T_l} \right)^r = \left(\frac{r \Delta T_l}{\Delta T_l} \right)^r = r^r = 8$$

$$\rightarrow \underline{m_r = 8m_l} \rightarrow \underline{m_r > r m_l}$$

اما اگر فرض کنیم جوشش استخری در ناحیه ی جابجایی آزاد رخ داده است یعنی $(\Delta T < 5)$ ، آنگاه:

$$\rightarrow \frac{m_r}{m_l} = \left(\frac{\Delta T_r}{\Delta T_l} \right)^{\frac{r}{3} \text{ or } \frac{4}{3}} \rightarrow m_l < m_r < r m_l \leftarrow (q \propto \Delta T^{\frac{r}{3} \text{ or } \frac{4}{3}})$$

معمولاً جوشش در ناحیه جوشش هسته ای رخ می دهد و می توانیم گزینه ۲ را انتخاب کنیم.

۴۰. گزینه ۳ صحیح است.

رابطه ی ضریب انتقال حرارت و طول صفحه، زمانی که جریان آرام باشد به صورت $h \propto x^{-\frac{1}{2}}$ که از رابطه ی $NU_x \propto Re^{\frac{1}{2}} Pr^{\frac{1}{4}}$ ناشی می شود، می باشد. برای محاسبه ضریب انتقال حرارت متوسط داریم:

$$\bar{h} = \frac{\int_0^L h_x dx}{L} = \frac{\int_0^L C x^{-\frac{1}{2}} dx}{L} = \frac{rC}{L} L^{\frac{1}{2}} = r \frac{C}{L^{\frac{1}{2}}} = r h_{x=L}$$

بنابراین $\bar{h} = 2 \times 10 = 20 \leftarrow$ برای محاسبه شار داریم:

$$q'' = \bar{h} \Delta T = 20 \times (75 - 25) = 1000 \text{ W}$$

۴۱. گزینه ۱ و ۴ صحیح است.

اگر از فرض ظرفیت گرمایی فشرده برای محاسبه‌ی دمای کره‌ها استفاده کنیم داریم:

$$\theta = \theta_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

θ که در واقع اختلاف دمای کره با محیط است در هر دو کره ثابت است پس:

$$q'' \propto h$$

زمانی که کره در هوای ساکن قرار می‌گیرد $Nu = 2$ می‌باشد پس $h = \frac{2K}{D}$ است که D قطر کره است. بنابراین:

برای کره بزرگتر شار انتقال گرما کمتر است. $q'' \propto D^{-1}$

نرخ انتقال گرما در کره بزرگتر بیشتر است. $q \propto hA \rightarrow q \propto D^{-1} \times D^2 \rightarrow q \propto D$

۴۲. گزینه ۲ صحیح است.

در جریان آرام روی صفحه‌ی تخت داریم: $h_x \propto x^{-\frac{1}{2}}$ و همچنین برای ضریب انتقال حرارت داریم: $h_x = \frac{-k_f \frac{\partial T}{\partial y} \big|_{y=0}}{T_w - T_\infty}$

بنابراین می‌توانیم دریابیم که $\frac{\delta T}{\delta y} \big|_{y=0} \propto x^{-\frac{1}{2}}$ پس با افزایش طول صفحه گرادیان دما کاهش می‌یابد.

۴۳. گزینه ۱ صحیح است.

اگر میزان $\frac{Gr}{Re^2}$ بیشتر از ۱۰ باشد اثر انتقال حرارت جابجایی اجباری در مقابل آزاد می‌توان صرف نظر کرد. پس هر چه Gr بیشتر باشد و Re کمتر باشد اثر جابجایی آزاد بیشتر است.

با توجه به گزینه‌ها، بهترین گزینه، گزینه ۱ می‌باشد که به بزرگ بودن Gr اشاره کرده است.

۴۴. گزینه ۴ صحیح است.

در جریان داخل لوله زمانی که جریان آرام و توسعه یافته باشد در حالت شرط مرزی دمای دیواره ثابت و شار ثابت مقدار عدد ناسلت ثابت و چون $Nu = \frac{hD}{k}$ ضریب انتقال حرارت نیز ثابت است.

۴۵. گزینه ۲ صحیح است.

برای حرکت سیال روی صفحه تخت داریم: $\frac{\delta}{\delta t} = pr^{\frac{1}{2}}$

پس اگر pr در حد ۱ باشد δ و δ_t با هم برابر هستند.

روغن پرائنتل بالا، فلزات مذاب پرائنتل پایین و هوا هم پرائنتل در حد ۱-۷ و برای آب ۵۰-۵ می‌باشد.

پس هوا گزینه صحیح است.

ترمودینامیک

۴۶. گزینه ۲ صحیح است.

$$\left(\frac{\delta S}{\delta P} \right)_T \overset{\text{با توجه به قانون ماکسول}}{=} - \left(\frac{\delta v}{\delta T} \right)_P, \quad v = \frac{RT}{P} + b$$

$$\left(\frac{\delta v}{\delta T} \right)_P = \frac{R}{P} \rightarrow \left(\frac{\delta S}{\delta P} \right)_T = - \frac{R}{P}$$

۴۷. گزینه ۲ صحیح است.

با افزایش فشار مایع حجم مایع اندکی کم می‌شود، با توجه به نمودار P-V برای اب خالص، وقتی حجم کم می‌شود و فشار زیاد می‌شود دمای مایع افزایش می‌یابد، بنابراین اگر سیستم بخواهد فرایند ایزوترمال را طی کند باید به محیط گرما بدهد.

۴۸. گزینه ۳ صحیح است.

فرآیند پرکردن مخزن یه فرآیند USUF می باشد و قانون اول ترمودینامیک برای این نوع فرآیند در صورت ناچیز بودن تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل به صورت:

$$\cancel{Q} - \cancel{W} + m_i h_i - \cancel{m_e h_e} = m_r u_r - \cancel{m_i u_i}$$

ابتدا مخزن خالی بوده است. خروجی نداریم بدون کار عایق

$$m_i = m_r \rightarrow h_i = u_r \quad \text{گاز کامل} \quad C_p T_i = C_v T_r$$

$$\Rightarrow T_r = k T_i = \frac{5}{3} \times 300 = 500 \text{ K}$$

$$C_p = \frac{KR}{K-1} \Rightarrow \frac{5}{2} = \frac{K}{K-1} \rightarrow 5K - 5 = 2K \rightarrow K = \frac{5}{3}$$

۴۹. گزینه ۴ صحیح است.

$$v = v_f + x v_{fg} = 0.024 + 0.25 \times 0.30610 = 0.0774$$

زمانی که $v = v_g$ شود کیفیت برابر ۱ خواهد بود. با توجه به جدول در دمای ۱۴۵ تقریباً $v = v_g$ است. پس اختلاف دمای آن ۲۵ درجه که با توجه به سرعت $5 \frac{C}{hr}$ ، ۵ ساعت طول می کشد تا مخزن تک فاز شود.

۵۰. گزینه ۴ صحیح است.

$$\Delta v_{mix} = v - \sum x_i v_i = v - x_1 v_1 - x_2 v_2 = 16 x_1 x_2 = 4$$

$$v_1 = \bar{v}_1 \Big|_{x_1=1} = v \Big|_{x_1=1} = 12$$

$$v_2 = \bar{v}_2 \Big|_{x_2=1} = v \Big|_{x_2=1} = 20$$

$$V = \quad , v = \quad \times / + \quad \times / + \quad \times / \times / = \quad \longrightarrow nv = V \longrightarrow n = \quad 20 =$$

$$\Delta V_{mix} = 4 \times 50 = 200$$

$$V_{\text{خالص}} = 1000 - 200 = 800$$

با توجه به حل بالا باید جمع حجم های دو سازنده در حالت خالص باید ۸۰۰ سانتی متر مکعب شود و تنها گزینه ای که این مورد را رعایت کرد گزینه ۴ است.

۵۱. گزینه ۲ صحیح است.

$$Q = \int_{S_1}^{S_2} T dS \leftarrow \delta Q = T dS \quad \text{برای فرآیند بازگشت پذیر داریم:}$$

$$Q = T \int dS = T \Delta S \quad \text{برای فرآیند بازگشت پذیر و دما ثابت داریم:}$$

$$dS = \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P dT + \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T dV \xrightarrow{T=\text{cte}} dS = \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T dV = + \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V dV$$

$$\begin{cases} \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = \frac{R}{V-b} \\ P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2} \end{cases} \Rightarrow \Delta S = \int_{V_1}^{V_2} \frac{R}{V-b} dV = R \ln \frac{V_2-b}{V_1-b}$$

$$\Rightarrow Q = T \Delta S = RT \ln \frac{V_2-b}{V_1-b}$$

۵۲. گزینه ۳ صحیح است.

$$w = \int P dV$$

$$k = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T \Rightarrow 2 \times 10^{-11} = \frac{-1}{10^{-8}} \frac{dV}{dP} \Rightarrow dV = -2 \times 10^{-19} dP$$

$$w = \int_{P_1}^{P_2} (-2 \times 10^{-19}) p dp = -2 \times 10^{-19} \left(\frac{P_2^2 - P_1^2}{2}\right) = 10^{-19} (10^{16} - 4 \times 10^{16})$$

$$\boxed{w = -3}$$

۵۳. گزینه ۱ صحیح است.

$$du = T ds - p dv \xrightarrow{\div dT} \left(\frac{\delta u}{\delta T}\right)_P - P \left(\frac{\delta v}{\delta T}\right)_P$$

$$\begin{cases} \left(\frac{\delta u}{\delta T}\right)_V = C_V \\ \left(\frac{\delta S}{\delta T}\right)_P = \frac{C_P}{T} \Rightarrow \left(\frac{\delta u}{\delta T}\right)_P = T \frac{C_P}{T} - P \times \frac{R}{P} = C_P - R \\ \left(\frac{\delta v}{\delta T}\right)_P = \frac{R}{P} \end{cases}$$

$$\left(\frac{\delta u}{\delta T}\right)_P - \left(\frac{\delta u}{\delta T}\right)_V = C_P - R - C_V = 0$$

راه حل درست‌تر:

$$\begin{aligned} du &= \left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_P dT + \left(\frac{\partial u}{\partial P}\right)_T dP = \left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_V dT + \left(\frac{\partial u}{\partial V}\right)_P dV \\ \left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_P - \left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_V &= \left(\frac{\partial u}{\partial V}\right)_T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P - \left(\frac{\partial u}{\partial P}\right)_T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = 0 \\ du &= TdS - PdV \\ \left. \begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial V} &= T \frac{\partial S}{\partial V} - P = T \frac{\partial P}{\partial T} - P = \frac{RT}{V-b} - \frac{RT}{V-b} = 0 \\ \frac{\partial u}{\partial P} &= T \frac{\partial S}{\partial P} - P \frac{\partial u}{\partial P} = -T \frac{\partial V}{\partial T} - P \frac{\partial V}{\partial T} = -\frac{RT}{P} - \frac{RT}{P} = 0 \end{aligned} \right\} \nearrow \end{aligned}$$

۵۴. گزینه ۴ صحیح است.

$$\begin{aligned} \mu &= \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_H = \frac{-V + T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P}{C_p} \Rightarrow \cdot / \cdot = \frac{-\frac{RT}{P} - B + \frac{RT}{P} + T \frac{dB}{dT}}{C_p} \\ \left\{ \begin{aligned} \frac{PV}{RT} &= 1 + \frac{BP}{RT} \Rightarrow V = \frac{RT}{P} + B \\ \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P &= \frac{R}{T} + \frac{dB}{dT} \end{aligned} \right. \Rightarrow C_p = 1 \cdot (388 \times 10^{-6} + 400 \times 10^{-6}) \Rightarrow C_p = 40 \end{aligned}$$

۵۵. گزینه ۳ صحیح است.

$$\begin{aligned} \text{COP}_{R,\text{rev}} &= \frac{T_C}{T_H - T_C} \Rightarrow \frac{-23/15 + 273}{T_H - (250)} = 2/5 \\ \rightarrow 100 &= T_H - 250 \rightarrow T_H = 350 \text{ K} \end{aligned}$$

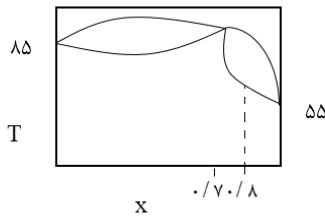
۵۶. گزینه ۱ صحیح است.

قانون اول برای سیستم باز زمانی که جریان پایا باشد:

$$\begin{aligned} Q - W + \sum m_i \left(h_i + \frac{1}{2} v_i^2\right) - \sum m_e \left(h_e + \frac{1}{2} v_e^2\right) &= 0 \\ Q - (-10) + (2 \times 5 + 3 \times 20) - [5(100 + \frac{1}{2} \frac{100^2}{1000})] &= 0 \\ Q + 10 + 70 - 525 &= 0 \rightarrow Q = 445 \end{aligned}$$

۵۷. گزینه ۲ صحیح است.

طبق شکل در $x = ۰/۸$ نقطه‌ی حباب قطعا بزرگتر ۵۵ است.



۵۸. گزینه ۴ صحیح است.

چون رابطه بر حسب p صریح است باید آنتروپی را بر حسب T و V بنویسیم که با توجه به ماکسول باید از رابطه P استفاده کرد.

$$dS = \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_r dT + \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T dV$$

$$dS = \frac{C_V}{T} dT + \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V dV = S(T, V) \quad \Delta$$

$$dh = TdS + VdP \rightarrow \frac{\partial h}{\partial V} \text{ مناسبتر است} \rightarrow \left(\frac{\partial h}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T + V\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$$

$$\left(\frac{\partial h}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + v\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$$

$$dh = \left(\frac{\partial h}{\partial T}\right)dT + \left(\frac{\partial h}{\partial V}\right)_T dV = h(T, V)$$

۵۹. گزینه ۱ صحیح است.

$$\bar{H}_i^E = H^E + (x_r) \frac{dH^E}{dx_i} = ۳۳۵x_i x_r + x_r (۳۳۵x_r - ۳۳۵x_i)$$

$$\bar{H}_i^E = ۳۳۵x_r^2$$

۶۰. گزینه ۳ صحیح است.

$$K_1 = \lim_{x_1 \rightarrow 0} \frac{\hat{f}_1}{x_1}$$

$$\ln f \rightarrow M \quad \overline{M}_1 \rightarrow \ln \frac{\hat{f}_1}{x_1}$$

$$\overline{M}_1 = M + x_r \frac{dM}{dx_1} \rightarrow \ln \frac{\hat{f}_1}{x_1} = \ln f + x_r \frac{d \ln f}{dx_1}$$

$$\rightarrow \ln \frac{\hat{f}_1}{x_1} = 0.75x_1 + 0.5x_r + 0.75x_1x_r + x_r[0.75 - 0.5 + 0.75(x_r - x_1)]$$

$$\ln \frac{\hat{f}_1}{x_1} = 0.75 + 0.75x_r^2 \rightarrow \frac{\hat{f}_1}{x_1} = \exp[0.75 + 0.75x_r^2]$$

$$K_1 = \lim_{x_1 \rightarrow 0} \exp[0.75 + 0.75x_r^2] = e^1$$

۶۱. گزینه ۲ صحیح است.

$$\overline{M}_i \rightarrow \ln \gamma_i \quad \sum x_i dM_i = 0$$

$$\rightarrow x_1 d \ln \gamma_1 + x_r d \ln \gamma_r = 0 \rightarrow x_1 [a dx_r + 2bx_r dx_r] + x_r [a dx_1 + 2bx_1 dx_1] = 0$$

$$a(x_1 - x_r) dx_r + 2bx_1x_r dx_r - 2bx_1x_r dx_r = 0 \quad (x_1 - x_r) \neq 0 \quad dx_r \neq 0$$

$$\rightarrow \boxed{a = 0}$$

۶۲. گزینه ۱ صحیح است.

$$\Delta V_{\text{mix}} = V - \sum x_i V_i = V - x_1 V_1 - x_r V_r$$

$$V_1 = \overline{V}_1 \Big|_{x_1=1} = V \Big|_{x_1=1} = A + B + C$$

$$V_r = \overline{V}_r \Big|_{x_r=1} = V \Big|_{x_r=1} = A$$

$$\Rightarrow \Delta V_{\text{mix}} = A + Bx_1 + Cx_1^2 - (A + B + C)x_1 - Ax_r$$

$$= A + Cx_1^2 - Ax_1 - Cx_1 - A + Ax_1 = C(x_1^2 - x_1) = Cx_1(x_1 - 1)$$

$$\Delta V_{\text{mix}} = -Cx_1x_r$$

۶۳. گزینه ۱ صحیح است.

در چرخه سرماسازی تراکم بخار، فرآیند اول، تراکم ایزنتروپیک درون کمپرسور است، فرآیند دوم دفع حرارت از چگالنده تحت فشار ثابت است، فرآیند سوم انبساط آدیاباتیک درون یک اختناق دهنده تحت یک فرآیند آنتالپی ثابت است، و فرآیند چهارم انتقال حرارت به تبخیر کننده تحت فشار ثابت است.

۶۴. گزینه ۱ صحیح است.

آب در دمای 100° درجه و فشار ۲۰ بار یک مایع تراکم است. فوگاسیته‌ی مایع متراکم با فوگاسیته‌ی مایع اشباع در همان دما تقریباً برابر است، پس فوگاسیته‌ی مایع تراکم:

$$f_{100^\circ\text{C}}^L = f_{100^\circ\text{C}}^{\text{sat}} = \phi^{\text{sat}} P^{\text{sat}} \Rightarrow$$

فشار بخار آب اشباع 100°C برابر ۱ بار است و ضریب فوگاسیته (ϕ^{sat}) هم یک در نظر گرفته می‌شود. پس داریم:

$$f^L = p^{\text{sat}} = 1$$

۶۵. گزینه ۲ صحیح است.

$$dG_i = v_i dp = RT d \ln f_i \quad \leftarrow T = \text{cte}$$

$$\Rightarrow d \ln f_i = \frac{v_i}{RT} dp \Rightarrow \ln \frac{f_i}{f_i^{\text{sat}}} = \int_{p^{\text{sat}}}^p \frac{v_i}{RT} dp = \frac{v_i}{RT} (p - p^{\text{sat}})$$

$$f_i = f_i^{\text{sat}} \exp\left[\frac{v_i}{RT} (p - p^{\text{sat}})\right] = \phi_i^{\text{sat}} p_i^{\text{sat}} \exp\left[\frac{v_i}{RT} (p - p^{\text{sat}})\right] = 0.95 \times 0.2 \times \exp\left[\frac{40}{8.314 \times 300} (100 \times 0.2)\right]$$

$$\left\{ \ln \phi^{\text{sat}} = \int_0^p (z-1) \frac{dp}{p} = z-1 = -0.1 \rightarrow \phi_i^{\text{sat}} = e^{-0.1} = 1 - 0.1 + \frac{0.1^2}{2} = 0.905 \right\}$$

$$f_i = 0.181 \times \exp\left(\frac{1}{6}\right) = 0.181 \times \frac{7}{6} = 0.23 \left\{ \exp\left(\frac{1}{6}\right) = 1 + \frac{1}{6} = \frac{7}{6} \right\}$$

$$\phi_i = \frac{f_i}{P} = \frac{0.23}{100} = 2/3 \times 10^{-3}$$

گزینه ی ۲ به عدد بدست آمده نزدیکتر است، ولی سازمان سنجش گزینه ۳ را انتخاب کرده است.

مکانیک سیالات

۶۶. گزینه ۲ صحیح است.

$$\begin{aligned} \sum F_x &= p u_r A_r = p u_l A_l \\ &= 1000 \times 25 ((28-12) \times 10^{-4}) = 40 \end{aligned}$$

۶۷. گزینه ۱ صحیح است.

$$\begin{aligned} \text{NPSH} &= \frac{P_A - P_v}{\gamma} + z - h_f \\ &= \frac{(100 - 68) \times 10^2}{8000} + z - 0 \end{aligned}$$

برای این که پدیده خطازایی رخ ندهد. $\text{NPSH}_{\text{available}} > \text{NPSH}_{\text{req}}$

$$\text{NPSH}_{\text{req}} = 0$$

$$\text{NPSH}_{\text{available}} = 4 + z > 0$$

$$z > -4$$

۶۸. گزینه ۴ صحیح است.

$$F = C_f \frac{\rho u^2}{2} A$$

C_f بر حسب X نزولی است یعنی بیشترین مقدار اصطکاک در لبه صفحه است در شکل چهار بیشترین طول هم در لبه صفحه قرار گرفته است که ضریب اصطکاک بیشترین مقدار ممکن است. و در شکل ۱ بیشترین طول صفحه در قسمتی قرار گرفته که اصطکاک کمینه است.

۶۹. گزینه ۲ صحیح است.

$$\Delta P = \frac{\sigma}{R} = \frac{8 \times 10^{-2}}{4 \times 10^{-3}} = 20$$

۷۰. گزینه ۳ صحیح است.

$$\Delta p = r \times z + \frac{1}{2} r^2 w^2$$

شعاع برای دو فشارسنج ثابت و برابر است.

اگر $r = 0$ باشد، Δp در دو حالت تغییری نمی کند. (در صورت سؤال اشاره شده اما منظور طراح این بوده است که هر دو فشار سنج در مرکز قاعده قرار گرفته است.)

۷۱. گزینه ۴ صحیح است.

$$\sum F = 0$$

$$p \times \pi \times \frac{0.01}{4} + p \times g \times h \times \pi \times \frac{0.01}{4} + \frac{45}{2} = 0$$

$$p = -\Delta kpa$$

۷۲. گزینه ۳ صحیح است.

اگر ظرف پر از آب باشد:

$$v = \frac{1}{2} \pi R^2 h$$

$$\Rightarrow v = \pi \frac{R^2 W^2}{4g}$$

$$h = \frac{R^2 W^2}{2g}$$

اگر بالای ظرف خالی باشد:

$$v = \pi \frac{R^2 W^2}{4g} - \pi R^2 (L - H)$$

۷۳. گزینه ۱ صحیح است.

$$\text{هد سیال در حال بخار: } \frac{p_v}{\gamma} = \frac{30 \times 10^4}{1000 \times 10} = 3$$

اگر هر سیال کمتر از این مقدار باشد به صورت بخار ظاهر می شود.

$$\frac{p_v}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} = \frac{0.1 \times 10^5}{1000 \times 10} + \frac{5^2}{2 \times 10} = 1 + 1/25 = 2/25$$

هد سیال در این حالت کمتر از هر بخار است. بنابراین حرکت آن به صورت مایع میسر نیست.

۷۴. گزینه ۲ صحیح است.

$$w = \rho_p \times v' \times g$$

V' : حجم اشتغال شده توسط کاتالیست‌ها

$$10000 = 2000 \times 10 \times V' \Rightarrow V' = 5$$

$$V = \pi R^2 h = 5\pi \quad V: \text{حجم کل بستر}$$

$$1 - \varepsilon = \frac{5}{5\pi} = \frac{1}{\pi} \Rightarrow \varepsilon = \frac{\pi - 1}{\pi}$$

۷۵. گزینه ۴ صحیح است.

اگر سیال تراکم‌ناپذیر به دلیل وجود نیروی اصطکاک و اتلاف پروفیل سرعت تشکیل می‌شود $\leftarrow ۲$

اگر سیال تراکم‌پذیر باشد به دلیل پایین بودن ویسکوزیته پروفیل سرعت تشکیل نمی‌شود $\leftarrow ۴$

۷۶. گزینه ۳ صحیح است.

$$\dot{m} = \rho V A$$

V سرعت یکنواخت است بنابراین ثابت است. از ظاهر سوال، نازل همگرا-واگرا است. در صورت سوال به رابطه چگالی گلوله و خروجی اشاره نشده است. اما در صورتی که چگالی گلوله و خروجی برابر باشد (فرض غلط!)، به علت این که سطح نصف شده است، دبی جرمی (در صورت سوال به اشتباه به فلاکس اشاره شده است) نصف می‌شود.

۷۷. گزینه ۱ صحیح است.

$$\sum F = 0 \Rightarrow F_{\text{نیروی وارد بر سطح}} = mg \sin \alpha$$

$$= \rho g \delta l w \sin \alpha$$

وزن سیال روی سطح در جهت حرکت

۷۸. گزینه ۴ صحیح است.

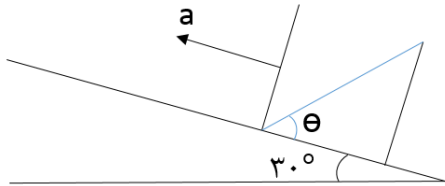
$$\tau = \frac{r \Delta p}{2L} \Rightarrow \text{برای جریان توسعه یافته از هر حالتی}$$

۷۹. گزینه ۱ صحیح است.

در جریان ایزونتروپیک انرژی سیال $\left(\frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + z \right)$ تلف نمی‌شود بنابراین هر جا سرعت زیاد شود فشار کم می‌شود. (افزایش سرعت معادل افزایش عدد ماخ است. - مجرا افقی است)

۸۰. گزینه ۱ صحیح است.

آب برای این که در آستانه خروج قرار گیرد:



$$\tan \theta = \frac{50}{50} = 1$$

$$1 = \frac{a_x}{g + a_y} \Rightarrow 1 = \frac{a \cos 30^\circ}{g + a \sin 30^\circ}$$

$$\Rightarrow g + \frac{a}{2} = a \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow 2g = a(\sqrt{3} - 1) \Rightarrow a = \frac{2g}{\sqrt{3} - 1}$$

کنترل فرآیند

۸۱. گزینه ۱ صحیح است.

$$R(t) = \cdot \quad \frac{C(s)}{L(s)} = \frac{\frac{s}{(s+1)^r}}{1 + \frac{rs}{(s+1)^r}} = \frac{s}{(s+1)^r + rs} \quad L(s) = \frac{r}{s}$$

$$\text{off-set} = \lim_{s \rightarrow 0} (sR(s) - sC(s)) = \lim_{s \rightarrow 0} \left(\cdot - s \frac{C(s)}{L(s)} L(s) \right) = \lim_{s \rightarrow 0} \left(\cdot - s \frac{s}{(s+1)^r + rs} \left(\frac{r}{s} \right) \right) = \cdot$$

۸۲. گزینه ۳ صحیح است.

$$\begin{aligned}(R-C)G_1G_r + [(R-C)G_1 - CG_r]G_r &= C \\ RG_1G_r - CG_1G_r + RG_1G_r - CG_1G_r - CG_rG_r &= C \\ R(G_1G_r + G_1G_r) &= c(G_1G_r + G_1G_r + G_rG_r + 1) \\ \Rightarrow \frac{C}{R} &= \frac{G_1G_r + G_1G_r}{1 + G_1G_r + G_1G_r + G_rG_r}\end{aligned}$$

۸۳. گزینه ۴ صحیح است.

$$\begin{aligned}\frac{f}{fs^2 + fs + 1} &= \frac{f}{(rs + 1)^2} \\ AR &= \frac{f}{(\sqrt{(r\omega)^2 + 1})^2} \quad AR|_{\omega=1/\Delta} = \frac{f}{r} = r \\ \varphi &= 0 - r \tan^{-1}(r\omega) \quad \varphi|_{\omega=1/\Delta} = -r \tan^{-1}(1) = -\frac{\pi}{2}\end{aligned}$$

۸۴. گزینه ۲ صحیح است.

پاسخ به اندازه‌ی ۱ ثانیه تأخیر دارد، بنابراین $\tau_d = -1$ می‌باشد. مقدار نهایی پاسخ هم ۲ می‌باشد و چون دامنه‌ی ورودی ۴ می‌باشد بنابراین $K_p = 0.5$ می‌باشد.

۸۵. گزینه ۴ صحیح است.

$$\begin{aligned}\frac{1}{(fs + 1)(ts + 1)} &= \frac{1}{f\tau s^2 + (f + \tau)s + 1} \\ \tau' = r\sqrt{\tau} \quad \xi &= 1 \quad \Rightarrow 2 \times 1 \times r\sqrt{\tau} = f + \tau \\ \tau &= f\end{aligned}$$

۸۶. گزینه ۴ صحیح است.

$$\begin{aligned}\frac{C}{R} &= \frac{k}{1 + \frac{k}{(s-1)(s+3)}} = \frac{k}{(s-1)(s+3) + k} \\ \Rightarrow \frac{C}{R} &= \frac{k}{s^2 + 2s - 3 + k} = \frac{k_p \omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2} \Rightarrow \omega_n = \sqrt{k-3}\end{aligned}$$

می بایستی $\xi = 1$ شود:

$$2\sqrt{k-3} \times 1 = 2 \Rightarrow k = 4$$

۸۷. گزینه ۲ صحیح است.

مطابق قواعد مکان هندسی، جهت حرکت فلش، افزایش k می باشد. بنابراین در بهره های بسیار پایین که ریشه ها مختلط نیستند، پاسخ سیستم غیرنوسانی است، اما چون بخشی از مکان سمت راست محور موهومی است، پاسخ ناپایدار است. در بهره های بالا هم باز پاسخ غیرنوسانی است، ولی سیستم پایدار است.

۸۸. گزینه ۴ صحیح است.

$$1 + G(s) = 0 \quad (H(s) = 1 \text{ با فرض})$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow s(s+2)(s+3) + k &= 0 & s(s^2 + 5s + 6) + k &= 0 \\ \Rightarrow s^3 + 5s^2 + 6s + k &= 0 \end{aligned}$$

از آزمون روت کمک می گیریم:

	۶	۱
	K	۵
	$\frac{30-k}{6}$	$\frac{30-k}{6}$

$$30 - k = 0 \quad k = 30$$

$$5s^2 + k = 0 \Rightarrow 5s^2 + 30 = 0$$

$$s = \pm\sqrt{6}j$$

۸۹. گزینه ۱ صحیح است.

جدول روت را تشکیل می دهیم:

	۹	۱
	k	۱
	$9-k$	$9-k$

$$9 - k = 0 \quad k = 9$$

$$s^2 + 9 = 0 \quad \text{معادله سطر بالایی} \quad s = \pm 3j$$

۹۰. گزینه ۱ صحیح است.

احتمالا منظور طراح محترم مقدار τ برای سیستم مدار بسته است:

$$GH = \frac{k}{(s+1)(s+3)} \Rightarrow 1+GH=0 \Rightarrow s^2 + 4s + 3 + k = 0$$

$$\Rightarrow \left(\frac{1}{3+k}\right)s^2 + \left(\frac{4}{3+k}\right)s + 1 = 0$$

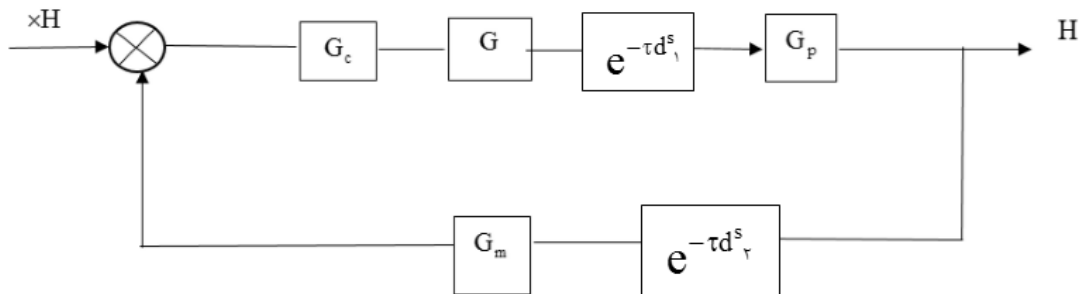
$$\Rightarrow \tau = \frac{\sqrt{3+k}}{3+k} \quad 2\xi\tau = \frac{4}{3+k} \Rightarrow 2 \times 0.5 \times \frac{\sqrt{3+k}}{3+k} = \frac{4}{3+k}$$

$$\Rightarrow k = 13$$

$$\tau = \frac{\sqrt{3+k}}{3+k} = \frac{1}{4} = 0.25$$

۹۱. گزینه ۳ صحیح است.

نمودار جعبه‌ای سیستم کنترلی را رسم می‌کنیم:



$$\frac{H}{H_x} = \frac{G_c G_p G_v e^{-\tau_d s}}{1 + G_c G_p G_m G_v e^{-(\tau_{d1} + \tau_{d2})s}}$$

۹۲. گزینه ۲ صحیح است.

تابع مدار باز بدون کنترل عبارت است از:

$$GH(s) = \frac{e^{-\frac{\pi s}{\tau}}}{(s+1)^{\tau}}$$

$$\varphi = -\frac{\pi}{\tau} \omega - \tau \tan^{-1}(\omega) \quad \varphi = -\pi \Rightarrow \omega_{co} = 1 \Rightarrow P_u = \frac{\tau \pi}{\omega_{co}} = \tau \pi$$

$$AR = \frac{1}{(\omega^{\tau} + 1)} \quad AR|_{\omega=\omega_{co}} = AR_c = \frac{1}{\tau} \quad k_u = \frac{1}{AR_c} = \tau \quad k_c = 0.5 \times \tau = 1$$

۹۳. گزینه ۳ صحیح است.

$$AR = \frac{\tau}{(\omega^{\tau} + 1)^{\frac{\tau}{\tau}}}$$

$$\varphi = -\frac{\pi}{\tau} \omega - \tau \tan^{-1}(\omega)$$

$$x(t) = \sqrt{\tau} \sin(t) \Rightarrow \begin{cases} A = \sqrt{\tau} \\ \theta = 0 \\ \omega = 1 \end{cases} \quad AR = \frac{\tau}{\tau \sqrt{\tau}} = \frac{\sqrt{\tau}}{\tau}$$

$$\varphi = -\frac{\pi}{\tau} - \tau \frac{\pi}{\tau} = -\pi \quad y(t) = \left(\frac{\sqrt{\tau}}{\tau}\right) \times \sqrt{\tau} \sin(t - \pi)$$

$$y(t) = \sin(t - \pi) = -\sin t$$

۹۴. گزینه ۲ صحیح است.

فرکانس‌های گوشه را بدست می‌آوریم:

$$(s+1) \Rightarrow \omega_c = 1$$

$$(0.5/s+1) \Rightarrow \omega_c = 1.0$$

در ω های کمتر از ۱، شیب مجانب‌ها به علت حضور s^{τ} مخرج تابع، -۳ می‌باشد.

در $1.0 < \omega < 1$ ، شیب مجانب‌ها یک واحد افزایش یافته و به مقدار -۲ می‌رسد.

۹۵. گزینه ۳ صحیح است.

با توجه به تابع مدار باز تعداد قطب‌های مدار باز در سمت راست موهومی صفر است.

با افزایش k ، احتمال دور خوردن نقطه $(-1, 0)$ در جهت عقربه‌های ساعت افزایش یافته و سیستم ممکن است ناپایدار شود و به تعداد دور خوردن ریشه‌های ناپایدار کننده دارد.

انتقال جرم و عملیات واحد

۹۶. گزینه ۳ صحیح است.

با رسم نمودار Y بر حسب X به سادگی مشخص می شود که دو نقطه در دو طرف نمودار تعادلی واقع اند و در نتیجه این عملیات غیر ممکن است زیرا خط عملیاتی از منحنی تعادلی عبور میکند.

۹۷. گزینه ۳ صحیح است.

$$Y_2 = \frac{2}{180} \quad X_1 = 0, \quad Y_1 = \frac{1}{9}$$

برای به دست آوردن بازده مورفوری باید نسبت مولی خروجی مایع نیز مشخص باشد. بنابراین ابتدا نسبت مولی در خروجی را می یابیم.

$$X_2 = \frac{18}{20000} \rightarrow Y_2^* = \frac{18}{2000}$$

$$E_{ME} = \frac{\frac{1}{9} - \frac{2}{180}}{\frac{1}{9} - \frac{18}{2000}} = \frac{900}{919}$$

که تقریباً برابر با گزینه ۳ است.

۹۸. گزینه ۴ صحیح است.

تفاوت مدل نوشندگی سطح و رسوخ در زمان اقامت ادی ها می باشد که در مدل رسوخ این زمان اقامت قالب در نظر گرفته شده در حالیکه مدل نوشندگی سطح متغیر است.

۹۹. گزینه ۱ صحیح است.

$$\sum N_i = N_A \Rightarrow N_A = -CD \frac{dy_A}{dz} + y_A N_A$$

$$N_A = -\frac{CD}{1 - y_A} \frac{dy_A}{dz}$$

در این حالت سطح انتقال جرم ثابت است.

$$N_A = \text{cte} \quad \frac{dN_A}{dz} = 0$$

$$\frac{d}{dz} \left(\frac{1}{1 - y_A} \frac{dy_A}{dz} \right) = 0$$

۱۰۰. گزینه ۴ صحیح است.

$$\begin{aligned} m_A &= N_A S_{av} M_A & S_{av} &= \pi r R & R &= 10r \\ &= \frac{p_t}{RT} \frac{D}{(10r - r)} \ln \frac{1}{1 - y_A} \times \pi r \times 10r \times M_A \\ &= \frac{4 \cdot D_{AD} P \pi r M_A}{9RT} \ln \left(\frac{1}{1 - y_A^*} \right) \end{aligned}$$

۱۰۱. گزینه ۲ صحیح است.

$$\begin{aligned} N_A &= \frac{1}{\epsilon} F \ln \frac{\frac{1}{\epsilon} - \cdot}{\frac{1}{\epsilon} - x_A^*} \\ N_A &= k_c C (x_A^* - \cdot) \\ F &= \frac{\epsilon k_c C x_A^*}{\ln \frac{1}{1 - \epsilon x_A^*}} \end{aligned}$$

۱۰۲. گزینه ۲ صحیح است.

$$\begin{aligned} k_x x_{BM} &= k'_x \rightarrow \frac{k_x}{k'_x} = \frac{1}{x_{BM}} > 1 \\ &= \frac{p_t}{p_{B,M}} \end{aligned}$$

۱۰۳. گزینه ۱ صحیح است.

$$\begin{aligned} \frac{D_1}{D_2} &= \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{\frac{2}{3}} \frac{P_1}{P_2} \frac{f_1}{f_2} \\ \frac{D_1 P_1}{T_1^{\frac{2}{3}}} &= \frac{D_2 P_2}{T_2^{\frac{2}{3}}} \propto \frac{f_1}{f_2} \end{aligned}$$

f تابع نزولی با دما است. بنابراین $f_1 > f_2 \leftarrow \frac{f_2}{f_1} > 1$

۱۰۴. گزینه ۴ صحیح است.

۱۰۵. گزینه ۴ صحیح است.

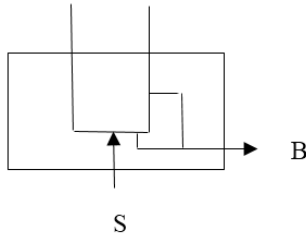
جاذب سطحی مناسب به ازای غلظت مشخص از محلول (y ثابت) بیشترین جذب (بیشترین x) را داشته باشد.

۱۰۶. گزینه ۱ صحیح است.

۱۰۷. گزینه ۳ صحیح است.

احتمالا منظور طراح مقایسه شرایط مخلوط و نقطه آزنوتروپ است که در این صورت سمت راست نقطه آزنوتروپ فشار ماکزیمم و فشار بخار تولیدی مخلوط کمتر از فشار نقطه آزنوتروپ است.

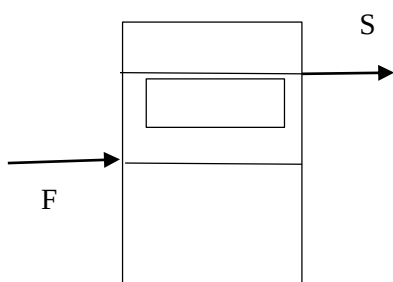
۱۰۸. گزینه ۳ صحیح است.



$$x = \frac{Bx_B}{B-S}$$

$$H = \frac{Bh_B - Sh_S - Q_B}{B-S}$$

۱۰۹. گزینه ۲ صحیح است.



$$\frac{L'}{G'}$$

$$\frac{L'}{G'} = \frac{L-S}{G} = \frac{RD-S}{(R+1)D}$$

$$l = RD$$

$$G' = (R+1)D$$

۱۱۰. گزینه ۴ صحیح است.

شیب خط خوراک را می یابیم.

نقطه تقاطع خط بالا و پایین برج

$$\left. \begin{array}{l} y = 0.8x + 0.18 \\ y = 1/5x - 0.03 \end{array} \right\} \Rightarrow 0.7x = 0.21 = x = 0.3 \quad y = 0.42$$

$$\frac{q}{q-1} = -\frac{1}{5} \Rightarrow q = \frac{1}{6}$$



$$1 - \frac{1}{6} = \frac{5}{6}$$

کسر بخار اشباع در خوراک ورودی برابر با:

در کلید اولیه سازمان سنجش گزینه ۱ انتخاب شده که به نظر می آید اشتباه باشد.

گزینه ۲ صحیح است.

برای تشخیص تعادل یا عدم تعادل اطلاعات تجربی حالات تعادلی مخلوط مورد نیاز است.

۱۱۱. گزینه ۳ صحیح است.

وقتی هوا بدون تماس با مایع سرد می شود در راستای افقی در منحنی رطوبت حرکت می کند. در نتیجه دمای شبنم ثابت است.

ولی با کاهش دما آنتالپی (گرمای ظاهری) و حجم مرطوب کاهش می یابد.

۱۱۲. گزینه ۱ صحیح است.

برای محصول های با ویسکوزیته بالا از تبخیر کننده با گردش اجباری استفاده می شود.

۱۱۳. گزینه ۲ صحیح است.

$$\left. \begin{array}{l} y = 0.5x + 0.45 \\ y = x \end{array} \right\} \Rightarrow x = 0.9$$

$$\left. \begin{array}{l} y = 2x - 0.2 \\ y = x \end{array} \right\} \Rightarrow x = 0.2$$

۱۱۴. گزینه ۳ صحیح است.

هر چه ضریب توزیع بیشتر باشد، جداسازی C راحت تر است. چون اختلاف y و x بیشتر است و مقادیرهای مصرفی کمتر است.

سینتیک و طراحی راکتور

۱۱۵. گزینه ۴ صحیح است.

$$\begin{aligned}\frac{\tau}{C_{A_0}} &= \frac{x_A}{-r_A} \Rightarrow \tau = \frac{C_{A_0} - C_A}{k_1 C_A} \Rightarrow k_1 \tau = \frac{C_{A_0}}{C_A} - 1 \\ \rightarrow \frac{C_A}{C_{A_0}} &= \frac{1}{1 + k_1 \tau} \\ \frac{\tau}{C_{R_0}} &= \frac{x_R}{-r_R} \Rightarrow \tau = \frac{C_{R_0} - C_R}{k_2 C_R - k_1 C_A} \Rightarrow k_2 \tau C_R - k_1 \tau C_A = -C_R \\ (1 + k_2 \tau) C_R &= k_1 \tau C_A = k_1 \tau \frac{C_{A_0}}{1 + k_1 \tau} \Rightarrow \frac{C_{R_0}}{C_{A_0}} = \frac{k_1 \tau}{(1 + k_1 \tau)(1 + k_2 \tau)}\end{aligned}$$

۱۱۶. گزینه ۴ صحیح است.

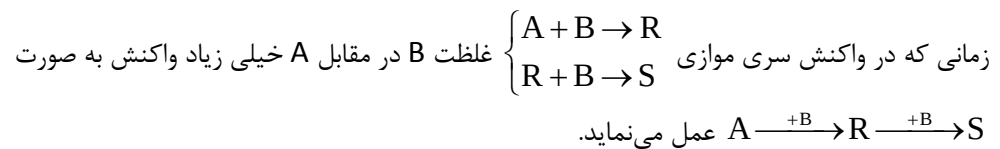
با توجه به سرعت واکنش نامطلوب بیشتر از واکنش مطلوب است. باید سعی شود میزان R خیلی زیاد شود. به این منظور باید میزان تبدیل A کم شود و جریان مجدد هم می تواند میزان R را در محصول بیشتر کند.

۱۱۷. گزینه ۱ صحیح است.

دو راکتور لوله ای زمان بهینه برای تولید ماکسیمم R به صورت متوسط لگاریتمی از محاسبه می شود:

$$t = \frac{1}{KL_M} = \frac{\ln \frac{k_2}{k_1}}{k_2 - k_1}$$

۱۱۸. گزینه ۴ صحیح است.



۱۱۹. گزینه ۲ صحیح است.

پایین نگه داشتن غلظت به معنی استفاده از راکتور مخلوط شونده است.

۱۲۰. گزینه ۳ صحیح است.

$$-r_A = KC_A^n \rightarrow KC_A^n = -\frac{dC_A}{dt} \rightarrow -kt = \frac{1}{1-n} [C_{A_0}^{1-n} - C_{A_1}^{1-n}]$$

$$k(n-1)t = C_{A_0}^{1-n} - C_{A_1}^{1-n}$$

$$n=2 \rightarrow C_{A_0}^{-1} - C_{A_1}^{-1} = kt \rightarrow \begin{cases} C_{A_1} = 0.5 C_{A_0} \rightarrow \frac{1}{0.5 C_{A_0}} - \frac{1}{C_{A_0}} = kt_1 \\ C_{A_2} = 0.25 C_{A_0} \rightarrow \frac{1}{0.25 C_{A_0}} - \frac{1}{C_{A_0}} = kt_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 9 = k C_{A_0} t_1 \\ 0.5/8 = k C_{A_0} t_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = \frac{9}{0.5/8} \approx 144$$

۱۲۱. گزینه ۳ صحیح است.

$$-r_{A_1} = -r_{A_2} \Rightarrow k_1 C_A = k_2 C_B \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = k_e = \frac{C_B}{C_A} = \frac{C_B (1-x_B)}{C_{A_0} (1-x_A)}$$

$$C_{A_0} - C_A = C_B - C_{B_1} \Rightarrow C_A = C_{A_0} + C_B - C_{B_1}$$

$$k_e = \frac{C_B}{C_{B_1} + C_{B_2} - C_B} \Rightarrow 4 = \frac{C_B}{1 - C_B} \Rightarrow 4 - 4C_B = C_B$$

$$C_B = \frac{4}{5} = 0.8$$

۱۲۲. گزینه ۲ صحیح است.

$$-r_{A_1} = -r_{A_2} \Rightarrow k_1 C_A = k_2 C_B \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = k_e = \frac{C_B}{C_A} = \frac{C_B (1-x_B)}{C_{A_0} (1-x_A)}$$

$$C_{A_0} - C_A = C_B - C_{B_1} \Rightarrow C_B = C_{A_0} + C_{B_1} - C_A$$

$$-r_A = k C_A (\Delta - C_A) \rightarrow \frac{d(-r_A)}{dC_A} = k[\Delta - C_A - C_A] = 0 \Rightarrow C_A = \frac{\Delta}{2} = \frac{5}{2} = 2.5$$

$$-r_A|_{C_A=2.5} = 5 \times 2 / 5 (\Delta - 2 / 5) = 25$$

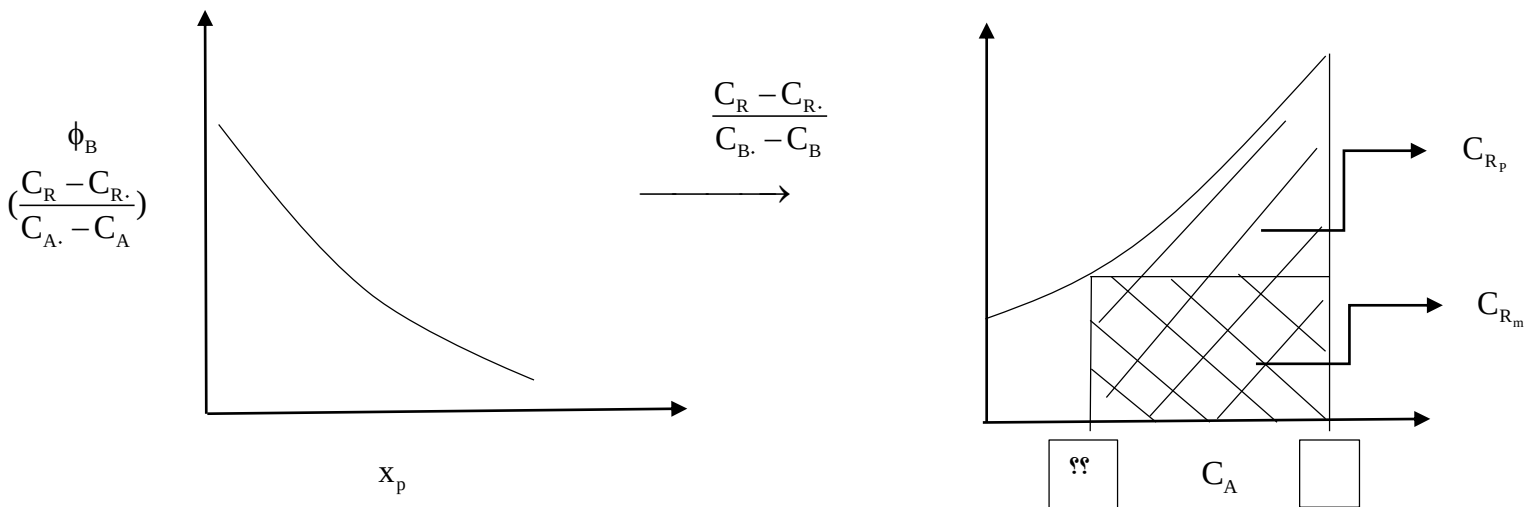
۱۲۳. گزینه ۲ صحیح است.

$$\phi\left(\frac{C}{A}\right) = \frac{+r_C}{-r_A} = \frac{1 \cdot C_A}{2C_A + 1 \cdot C_A} = \frac{1 \cdot 0}{2C_A + 1 \cdot 0} = \frac{C_k - C_{C_n}}{C_{A_n} - C_A}$$

$$C_A = C_{A_n} (1 - x_A) = 40 \cdot (1 - 0.75) = 10$$

$$\frac{5}{10 + 5} = \frac{C_C}{40 - 10} \Rightarrow \boxed{C_C = 10}$$

۱۲۴. گزینه ۱ صحیح است.



با توجه به شکل بالا متوجه می شویم وقتی ϕ بر حسب غلظت صعودی باشد استفاده از راکتور بلاگ به دلیل اینکه غلظت خروجی محصول بیشتر شود بهتر است.

۱۲۵. گزینه ۳ صحیح است.

$$\begin{aligned}\frac{\tau}{C_{A_0}} &= \frac{x_p}{-r_p} \Rightarrow \tau = \frac{C_{A_0} - C_{A_1}}{k C_{A_1}} \Rightarrow \frac{C_{A_0}}{C_{A_1}} = 1 + k\tau \\ x_{p1} &= 0.5 \rightarrow C_{A_1} = C_{A_0}(1 - x_{p1}) \rightarrow \frac{C_{A_0}}{C_{A_1}} = \frac{1}{1 - 0.5} = 2 \\ 2 &= 1 + k\tau \rightarrow \boxed{k\tau = 1} \\ \frac{C_{A_1}}{C_{A_2}} &= 1 + k\tau, \quad \frac{C_{A_2}}{C_{A_3}} = 1 + k\tau \\ \rightarrow \frac{C_{A_0}}{C_{A_3}} &= (1 + k\tau)^3 = (1 + 1)^3 = 8 \Rightarrow \frac{C_{A_2}}{C_{A_0}} = \frac{1}{8} \\ x_{p3} &= 1 - \frac{C_{A_3}}{C_{A_0}} = 1 - \frac{1}{8} = \frac{7}{8} = 0.875\end{aligned}$$

۱۲۶. گزینه ۱ صحیح است.

$$\frac{\tau}{C_{p_0}} = \frac{x_p}{-r_p} = \frac{x_p}{k} \Rightarrow C_{p_0} - C_p = k\tau = C_{p_0} x_p$$

برای راکتور لوله‌ای و مخلوط شونده رابطه‌ی غلظت برای واکنش درجه‌ی صفر یکسان است.

$$x_p = \frac{k\tau}{C_{p_0}} \quad x_p \propto A\tau$$

واحد A $\frac{1}{\text{min}}$ می‌باشد.

$$\frac{x_{p2}}{x_{p1}} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{0.2}{0.1} = 2 \rightarrow x_{p2} = 0.6$$

در کلید اولیه سازمان سنجش گزینه ۴ زده شده که با توجه به حل بالا به نظر اشتباهی پیش آمده است.

۱۲۷. گزینه ۱ صحیح است.

$$\varepsilon = 0 \rightarrow \bar{t} = \tau \quad \frac{\tau}{C_p} = \frac{x_p}{-r_p} \Rightarrow \tau = \frac{C_p \cdot x_p}{0.5 C_p - 0.125 C_R}$$

$$\begin{cases} C_p = C_{p0}(1 - x_p) \\ C_p \cdot x_p = -C_R \cdot x_R \\ C_R = C_{R0}(1 - x_p) \end{cases} \Rightarrow \tau = \frac{C_p \cdot x_p}{0.5 C_{p0}(1 - x_p) - 0.125 C_{p0} \cdot x_p} = \frac{0.4}{0.5 \times 0.6 - 0.125 \times 0.4}$$

$$\tau = \frac{0.4}{0.3 - 0.05} = \frac{0.4}{0.25} = 1.6$$

۱۲۸. گزینه ۱ صحیح است.

$$\frac{dC_R}{-dC_A} = \frac{r_R}{-r_A} = \frac{k_1 C_A}{k_1 C_A + k_r C_A}$$

$$\Rightarrow \frac{dC_R}{-dC_T} = \frac{k_1 C_A}{2k_r C_A} = \frac{k_1}{2k_r}$$

$$\frac{dC_T}{-dC_A} = \frac{r_T}{-r_A} = \frac{2k_r C_A}{k_1 C_A + k_r C_A}$$

در کلید سازمان سنجش گزینه ۲ انتخاب شده که به نظر اشتباهی رخ داده است.

۱۲۹. گزینه ۳ صحیح است.

زمانی که در واکنش $A \xrightarrow{K_1} B \xrightarrow{K_r} C$ ، $k_1 \ll k_r$ باشد، کنترل کننده واکنش، واکنش کندتر یا همان واکنش اولیه است به طوری که چون $k_1 \gg k_r$ هر چه که A تبدیل به B می شود و سریعاً به C تبدیل می شود و در واقع واکنش به صورت $A \xrightarrow{k_1} C$ در می آید.

ریاضیات (کاربردی-عددی)

۱۳۰. گزینه ۴ صحیح است.

$$\begin{aligned}
 y' &= (y - \epsilon x)^\epsilon \\
 y - \epsilon x &= z \rightarrow y' - \epsilon = z' \rightarrow y' = z' + \epsilon \\
 \rightarrow z' + \epsilon &= z^\epsilon \rightarrow \frac{z'}{z^\epsilon - \epsilon} = 1 \rightarrow \frac{dz}{(z - \epsilon)(z + \epsilon)} = dx \\
 \left(\frac{A}{z - \epsilon} + \frac{B}{z + \epsilon} \right) &= \frac{Az + \epsilon A + Bz - \epsilon B}{(z - \epsilon)(z + \epsilon)} = \frac{1}{(z - \epsilon)(z + \epsilon)} \\
 \Rightarrow \begin{cases} A + B = 0 \\ \epsilon A - \epsilon B = 1 \end{cases} &\Rightarrow A = \frac{1}{\epsilon}, B = -\frac{1}{\epsilon} \\
 \frac{1}{\epsilon} \left[\frac{1}{z - \epsilon} - \frac{1}{z + \epsilon} \right] dz &= dx \rightarrow \ln^{z - \epsilon} - \ln^{z + \epsilon} = \epsilon x + c \\
 \ln^{\frac{z - \epsilon}{z + \epsilon}} = \epsilon x + c &\Rightarrow \frac{z - \epsilon}{z + \epsilon} = k e^{\epsilon x} \rightarrow \frac{y - \epsilon x - \epsilon}{y - \epsilon x + \epsilon} = k e^{\epsilon x}
 \end{aligned}$$

۱۳۱. گزینه ۲ صحیح است.

$$\begin{aligned}
 T(\cdot) &= \epsilon \cdot \cdot \rightarrow \epsilon \cdot \cdot = AY_*(\cdot) + BJ_*(\cdot) \\
 \begin{cases} Y_*(\cdot) \rightarrow -\infty \\ J_*(\cdot) = 1 \end{cases} &\Rightarrow \epsilon \cdot \cdot = \mathcal{A}(-\infty) + B \rightarrow B = \epsilon \cdot \cdot \\
 A &= 0 \quad \text{حتما}
 \end{aligned}$$

۱۳۲. گزینه ۲ صحیح است.

$$\begin{aligned}
 \operatorname{erf}(p) &= \frac{\epsilon}{\sqrt{\pi}} \int_0^p e^{-t^2} dt = \frac{\epsilon}{\sqrt{\pi}} \times \frac{1}{\epsilon} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \\
 \Rightarrow \frac{\operatorname{erf}(p)}{\operatorname{erfc}(p)} &= \frac{1}{\sqrt{\pi} - 1} \left(\frac{\sqrt{\pi} + 1}{\sqrt{\pi} + 1} \right) = \frac{\sqrt{\pi} + 1}{\pi - 1} \\
 \operatorname{erfc}(p) &= 1 - \operatorname{erf}(p) = 1 - \frac{1}{\sqrt{\pi}} = \frac{\sqrt{\pi} - 1}{\sqrt{\pi}}
 \end{aligned}$$

۱۳۳. گزینه ۴ صحیح است.

$T(\cdot, y) = T_\infty$ $T(h, y) = T_\infty$ $T(x, \cdot) = T_\infty$ $T(x, u) = F_1(x)$	$\xrightarrow{\theta = T - T_\infty \text{ متغیر}}$	$\theta(\cdot, y) = \cdot$ $\theta(L, y) = \cdot$ $\theta(x, \cdot) = \cdot$ $\theta(x, H) = g(x) \rightarrow$
--	---	---

وقتی که در مختصات کارتزین یکی از جهات ناهمگن می شود به توابع $\sin$ یا $\cos$ می رسیم.

در ایم مسئله چون در $x = 0$ شرط مرزی نوع اول است به $\sin x$ خواهیم رسید.

جهت y همگن است و در $y = 0$ شرط مرزی نوع اول است پس به $\sinh y$ می رسیم.

۱۳۴. گزینه ۱ صحیح است.

$$\underbrace{(x^{-1} + y^{-1}) dx}_M + \underbrace{2axy^{-2} dy}_N = \cdot$$

$$\text{شرط کامل بودن: } \frac{\partial x}{\partial y} = \frac{\partial N}{\partial x} \Rightarrow \frac{-1}{y^2} = \frac{2x}{y^2} \Rightarrow \boxed{a = -\frac{1}{2}}$$

۱۳۵. گزینه ۱ صحیح است.

$$\text{شرط مرزی} \rightarrow \begin{cases} T(\cdot, t) = T_1 \\ T(L, t) = T_1 \end{cases} \quad \text{شرط اولیه} \{ T(x, \cdot) = T_1$$

$$\theta = T - T_1 \rightarrow \quad \theta(\cdot, t) = \cdot \quad \theta(x, \cdot) = T_1 - T_1 \rightarrow \quad \text{نا همگن در جهت } x$$

$$\theta(l, t) = \cdot$$

پس به $\sin x$ یا $\cos x$ می رسیم، چون در $x = 0$ شرط مرزی نوع اول است، به $\sin \lambda_n x$ چون دو شرط مرزی از یک نوع

متغیر هستند $\lambda_n = \frac{n\pi}{L}$ می باشد. پی در کل $\sin \frac{n\pi}{L} x$ خواهیم داشت.

۱۳۶. گزینه ۲ صحیح است.

شکل معادله اولر است. پس با تغییر متغیر مستقل $x = e^z$ شکل معادله تبدیل به معادله دیفرانسیل با ضرایب ثابت به صورت

$$\theta'' + (3-1)\theta' - 15\theta = 0 \quad \text{که در اینجا } \theta \text{ متغیر وابسته و } z \text{ متغیر مستقل است. برای حل آن از معادله‌ی مشخصه آن داریم:}$$

$$\theta = e^{mz}$$

$$\rightarrow m^2 + 2m - 1\delta = 0 \rightarrow (m + \delta)(m - 3) = 0 \rightarrow \begin{cases} m = 3 \\ m = -\delta \end{cases}$$

$$\theta = c_1 e^{3z} + c_2 e^{-\delta z} \xrightarrow{x=e^z} \theta = c_1 x^3 + c_2 x^{-\delta}$$

$$x = 0 \rightarrow \theta = \text{محدود} \rightarrow \theta_1 = c_1 \times 0 + \frac{c_2}{\cdot} \Rightarrow \text{حتما } c_2 = 0$$

$$\text{پس } \rightarrow \theta = c_1 x^3$$

۱۳۷. گزینه ۴ صحیح است.

$$\frac{D}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial u}{\partial r} \right) - \frac{\partial u}{\partial y} - (u - 1) = 0$$

$$D \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{D}{r} \frac{\partial u}{\partial r} - \frac{\partial u}{\partial y} - (u - 1) = 0$$

$$u(r, y) \rightarrow a \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + b \frac{\partial^2 u}{\partial r \partial y} + c \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \dots$$

$$\Delta = b^2 - 4ac \rightarrow \begin{cases} \Delta < 0 & \text{بیضی گون} \\ \Delta > 0 & \text{هذلولی} \\ \Delta = 0 & \text{عمودی} \end{cases}$$

$$\text{طبق معادله} \rightarrow a = D, b = 0, c = 0 \rightarrow \Delta = 0 - 4 \times 0 \times D = 0 \rightarrow \text{سه می}$$

۱۳۸. گزینه ۳ صحیح است.

$$q_{\text{cond}}|_x - q_{\text{cond}}|_{x+dx} - q_{\text{conv}} + q^\circ v = 0$$

$$q_{x+dx} = q_x + \frac{\partial q_x}{\partial x} dx, \quad q_x = -kA \frac{\partial T}{\partial x}$$

$$\Rightarrow \frac{d}{dx} \left(kA \frac{dT}{dx} \right) dx - hA_p (T - T_\infty) + q^\circ A dx = 0$$

$$\frac{d}{dx} \left([k + \alpha x] \frac{dT}{dx} \right) - \frac{hp}{A} (T - T_\infty) + q^\circ = 0 \xrightarrow{(T-T_\infty)=\theta}$$

$$\frac{d^2 \theta}{dx^2} + \frac{\alpha}{k} \frac{d\theta}{dx} - \frac{hp}{kA} \theta + \frac{q^\circ}{k} = 0$$

۱۳۹. گزینه ۴ صحیح است.

سرعت در جهت

y نداریم.

معادله کلی در مختصات کارتزین:

$$\frac{\partial c_A}{\partial t} + \frac{\partial(uc_A)}{\partial x} = D \left[\frac{\partial^2 c_A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c_A}{\partial y^2} \right] + R_A$$

پایا نفوذ در جهت
x نداریم.

$$u \frac{\partial c_A}{\partial x} + c_A \frac{\partial u}{\partial x} = D \frac{\partial^2 c_A}{\partial y^2} - kc_A$$

۱۴۰. گزینه ۳ صحیح است.

$$I = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2}{\partial x_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_2 - 1 & x_1 \\ 2x_1 & 2x_2 - 4 \end{bmatrix}$$

$$x_1 = 1, x_2 = -1 \rightarrow J = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 2 & -6 \end{bmatrix}$$

۱۴۱. جواب صحیح در بین گزینه‌ها وجود ندارد!

ولی نزدیک‌ترین گزینه گزینه ۱ می‌باشد.

با توجه به گزینه‌های مشخصا از xهایی استفاده کرده است که مقدار $\sin x$ آن عددی مناسب است.

x	$y = \frac{\sin x}{x}$
$\frac{\pi}{6}$	$\frac{3}{\pi}$
$\frac{\pi}{2}$	$\frac{2}{\pi}$

$$Y = mx \rightarrow m = \frac{\sum x_i Y_i}{\sum x_i^2} = \frac{\frac{\pi}{6} \times \frac{3}{\pi} + \frac{\pi}{2} \times \frac{2}{\pi}}{\frac{\pi^2}{36} + \frac{\pi^2}{4}} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{10\pi^2}{36}} = \frac{48}{10\pi^2}$$

۱۴۲. گزینه ۱ صحیح است.

سیمپسون $\frac{1}{3}$ و $\frac{3}{8}$ برای چند جمله‌ای درجه‌ی ۲، جواب کاملاً دقیق و برابر جواب تحلیلی می‌دهند، پس اختلاف این دو روش برابر صفر است.

۱۴۳. گزینه ۳ صحیح است.

دترمینان ماتریس ضرایب را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{vmatrix} 8 & 3c \\ 3c & 27 \end{vmatrix} = 8 \times 27 - 9c^2 = 0 \Rightarrow 36 - c^2 = 0 \rightarrow \boxed{c = 6}$$

۱۴۴. گزینه ۳ صحیح است.

به خاطر شرط مرزی یکسان در جهت x $T_A = T_B$ می‌باشد.

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = -2 \rightarrow \frac{T_{i+1,j} - 2T_{i,j} + T_{i-1,j}}{\Delta x^2} + \frac{T_{i,j+1} - 2T_{i,j} + T_{i,j-1}}{\Delta y^2} = -2$$

$$A \text{ نقطه } (T_B - 2T_A + v.) + (330 - 2T_A + 390.2) = -2 \times 10^2$$

$$v. + 330 + 390 + 200 = 3T_A \rightarrow T_A = \frac{990}{3} = 330^\circ \text{C}$$

۱۴۵. گزینه ۱ صحیح است.

$$\begin{bmatrix} m & \sum x_i & \sum x_i^2 \\ \sum x_i & \sum x_i^2 & \sum x_i^3 \\ \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \sum x_i^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum x_i y_i \\ \sum x_i^2 y_i \\ \sum x_i^3 y_i \end{bmatrix}$$

$$A_{xy} = \sum x_i^2, \quad F_y = \sum x_i y_i$$

۱۴۶. گزینه ۲ صحیح است.

$$\text{شرط پایداری: } \frac{\alpha \Delta t}{\Delta y^2} \leq \frac{1}{2}$$

$$\rightarrow \frac{1/6 \times 10^{-5} \times 0.5}{\Delta y^2} \leq \frac{1}{2} \rightarrow \Delta y^2 \geq 1/6 \times 10^{-5}$$

$$\rightarrow \Delta y \geq 4 \times 10^{-3} \text{ m} \rightarrow \Delta y \geq 4 \text{ mm}$$

۱۴۷. گزینه ۱ صحیح است.

$$\varepsilon = \frac{b-a}{12} h^2 f''(c)$$

C نقطه‌ی در بازه است که در آن f'' ماکزیمم می‌شود. برای بدست آوردن این مقدار f'' را محاسبه می‌کنیم.

$$f(m) = x + e^x$$

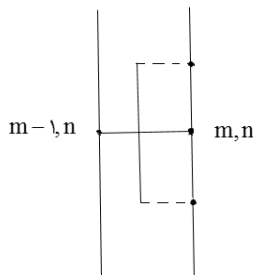
$$f'(m) = 1 + e^x$$

$$f''(m) = e^x \rightarrow f_{mm}(\cdot) \Rightarrow x = \cdot \rightarrow f''(\cdot) = e^{\cdot} = 1$$

$$\varepsilon = 0.036 = \frac{1/2}{1/2} h^2 \times 1 \rightarrow h^2 = 0.036 \rightarrow h = 0.6$$

$$h = \frac{b-a}{n} \Rightarrow 0.6 = \frac{1/2}{n} \rightarrow n = 2$$

۱۴۸. جواب صحیح در بین گزینه‌ها وجود ندارد!



$$\sum q_i + q \cdot v = \frac{dq}{dt}$$

$$kA \frac{\theta_{m-1,n} - \theta_{m,n}}{\Delta x} h A(\theta_{m,n}) = m c_p \frac{\theta_{m,n} - \theta_{m,n-1}}{\Delta t}$$

$$\theta_{m-1,n} - \theta_{m,n} - \frac{h \Delta x}{k} \theta_{m,n} = \rho c_p \frac{\Delta x}{2} \frac{\theta_{m,n} - \theta_{m,n-1}}{\Delta t}$$

۱۴۹. گزینه ۳ صحیح است.

احتمالا منظور طراح از اولر ضمنی استفاده از رابطه‌ی اولر است که مشتق آن در نقطه‌ی بعدی محاسبه شود:

$$\theta_{i+1} = \theta_i + \Delta t (\theta'_{i+1})$$

$$\theta_{i+1} = \theta_i + \Delta t (\theta_{i+1} + t_{i+1}) \quad \begin{cases} t_i = t_n + i \Delta t = i \Delta t \\ t_{i+1} = (i+1) \Delta t \end{cases}$$

$$(1 - \Delta t) \theta_{i+1} = \theta_i + \Delta t t_{i+1} = \theta_i + (i+1) \Delta t^2$$

$$\theta_{i+1} = \frac{\theta_i + (i+1) \Delta t^2}{1 - \Delta t}$$