

پاسخ تشریحی توسط: گروه پارسه

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

پاسخ تشریحی توسط: محمود میرزازاده

۳۱. گزینه ۳ درست است.

$$Q = \dot{m}_w C_{P_w} \Delta T = \dot{m}_v \lambda_v$$

$$\dot{m}_v = \frac{\dot{m}_w C_{P_w} \Delta T}{\lambda_w} = \frac{1 \times 4000 \times 20}{4 \times 10^4} = 2 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$Q = u \cdot A \cdot \text{LMTD} = \dot{m}_w C_{P_w} \Delta T$$

$$A = \frac{\dot{m}_w C_{P_w} \Delta T}{u \cdot \text{LMTD}} = \frac{1 \times 4000 \times 20}{1000 \times \frac{(50-20) - (50-40)}{\ln \frac{50-20}{50-40}}}$$

$$A = 4.39 \text{ m}^2 \approx 4 \text{ m}^2$$

توجه شود که به علت عدم امکان استفاده از ماشین حساب به جای متوسط لگاریتمی اختلاف دما می‌توانستیم از متوسط حسابی اختلاف دما استفاده کنیم:

$$\text{LMTD} \approx \frac{(50-20) + (50-40)}{2} = 20$$

$$A = \frac{1 \times 4000 \times 20}{1000 \times 20} = 4 \text{ m}^2$$

۳۲. گزینه ۱ درست است.

$$\eta_f = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{kA}{hP}}$$

$$Q = \sqrt{hPkA} \theta_0$$

با افزایش h راندمان پره کاهش می‌یابد اما میزان انتقال حرارت افزایش می‌یابد.

۳۳. گزینه ۴ درست است.

$$Q = \dot{q} \left(\frac{\pi D^3}{6} \right) = h (\pi D^2) (T_w - T_\infty)$$

$$\dot{q} = \frac{6h(T_w - T_\infty)}{D}$$

از طرفی چون سیال ساکن است:

$$Nu = 2 \rightarrow h = \frac{2k_F}{D}$$

بنابراین:

$$\dot{q} = \frac{6\left(\frac{2k_F}{D}\right)(T_w - T_\infty)}{D} = \frac{12k_F(T_w - T_\infty)}{D^2}$$

$$\dot{q} = \frac{12 \times 0.5 \times 50}{(0.1)^2} = 30\,000 \frac{W}{m^3}$$

۳۴. گزینه ۳ درست است.

چون میله بلند است انتقال حرارت در راستای شعاعی انجام می‌شود. لذا برای آن که در راستای شعاعی استوانه جسم نیمه بی‌نهایت باشد باید قطر این استوانه بزرگ باشد. شرط $B_i > 0.1$ هم برای آن است که دما به مکان هم بستگی داشته باشد و فقط تابع زمان نباشد.

۳۵. گزینه صحیح موجود نمی‌باشد.

$$T_{\min} = \frac{1 \times T_{m+1,n} + 1 \times T_{m,n+1} + \frac{1}{2} \times T_{m-1,n} + \frac{1}{2} \times T_{m,n-1} + \frac{1}{2} B_i T_\infty}{1 + 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} B_i}$$

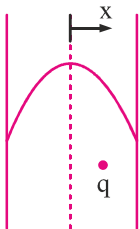
$$T_{m,n} = \frac{T_{m+1,n} + T_{m,n+1} + \frac{1}{2} T_{m-1,n} + \frac{1}{2} T_{m,n-1} + \frac{1}{2} \left(\frac{h\Delta x}{k}\right) T_\infty}{3 + \frac{1}{2} \left(\frac{h\Delta x}{k}\right)}$$

$$T_{m,n} = \frac{8T_{m+1,n} + 8T_{m,n+1} + 4T_{m-1,n} + 4T_{m,n-1} + 4\frac{h\Delta x}{k} T_\infty}{24 + 4\frac{h\Delta x}{k}}$$

متأسفانه هیچ کدام از گزینه‌های داده شده صحیح نمی‌باشد.

۳۶. گزینه ۱ درست است.

با توجه به شکل گرادیان دما در مرکز دیواره صفر است و با دور شدن از مرکز گرادیان دما افزایش می‌یابد.



راه حل دیگر: در دیواره با چشمه حرارتی

$$q_x = \dot{q}x \rightarrow -\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\dot{q}}{k}x$$

که ملاحظه می‌شود در $x = 0$ گرادیان دما صفر است و با افزایش فاصله از مرکز (x) گرادیان دما زیاد می‌شود.

۳۷. گزینه ۲ درست است.

$$-\frac{d}{dx}(q_x A) + \dot{q}A = 0$$

$$q_x = -k \frac{dT}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \left(k \frac{dT}{dx} \right) + \dot{q} = 0$$

$$k \frac{d^2 T}{dx^2} + \frac{dk}{dx} \frac{dT}{dx} + \dot{q} = 0$$

$$bT \frac{d^2 T}{dx^2} + b \left(\frac{dT}{dx} \right) \left(\frac{dT}{dx} \right) + MT^2 = 0$$

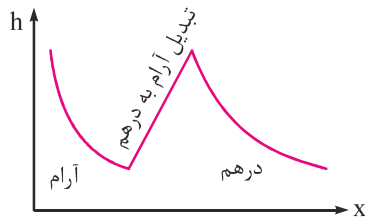
$$\frac{d^2 T}{dx^2} + \frac{1}{T} \left(\frac{dT}{dx} \right)^2 + \frac{MT}{b} = 0$$

۳۸. گزینه ۴ درست است.

اگر عدد پلکه عدد بزرگی باشد $\left(Pe = \frac{uL}{\alpha} \right)$ می‌توان از هدایت حرارتی در راستای محوری در مقایسه با جابجایی ناشی از حرکت توده سیال صرف‌نظر کرد.

۳۹. گزینه ۲ درست است.

چون طول صفحه به اندازه کافی بزرگ است یعنی در ابتدای صفحه جریان آرام است و با افزایش x (طول صفحه) به علت افزایش Re جریان درهم می‌شود. در چنین شرایطی روند تغییرات h برحسب x مطابق شکل زیر است.



یعنی ابتدا h کم می‌شود و سپس به علت تغییر رژیم جریان سیال h افزایش می‌یابد و در نهایت پس از درهم شدن جریان سیال مجدداً h کم می‌شود.

۴۰. گزینه ۴ درست است.

$$h = \frac{-k \left. \frac{\partial T}{\partial y} \right|_{y=0}}{T_w - T_\infty}$$

$$\left. \frac{\partial T}{\partial y} \right|_{y=0} = \frac{h(T_w - T_\infty)}{k}$$

از طرفی در جریان آرام از روی صفحه با دمای دیواره (T_w) ثابت:

$$h \sim \frac{1}{\sqrt{x}}$$

در نتیجه گرادیان دما در لایه هوای چسبیده به سطح هم با \sqrt{x} رابطه عکس خواهد داشت. یعنی گرادیان دما در طول صفحه کم می‌شود.

۴۱. گزینه صحیح موجود نمی‌باشد.

$$Q = h \cdot A \cdot \text{LMTD}$$

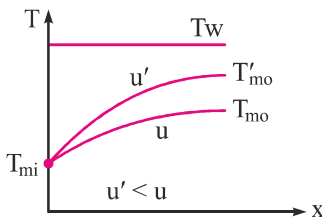
در لوله با جریان آرام چون $Nu = 3.66$ ثابت است بنابراین با تغییر سرعت h ثابت می‌ماند. از طرفی مطابق معادله زیر:

$$\text{Ln} \frac{T_w - T_{m0}}{T_w - T_{mi}} + \text{St} \cdot \frac{4L}{D} = 0$$

$$\text{St} = \frac{h}{\rho u C_p}$$

$$\text{Ln} \frac{T_w - T_{m0}}{T_w - T_{mi}} + \frac{h}{\rho u C_p} \cdot \frac{4L}{D} = 0$$

مطابق معادله بالا با کاهش سرعت سیال اختلاف دمای دیواره و سیال در خروجی لوله کم می‌شود. مطابق نمودار زیر:



بنابراین با کاهش سرعت سیال اختلاف دما در خروجی لوله کم می‌شود و لذا دمای آب خروجی از لوله گرم‌تر می‌شود.

اما مطابق رابطه $Q = h \cdot A \cdot \text{LMTD}$ چون LMTD کاهش یافته ولی A و h ثابت مانده‌اند بنابراین Q کاهش می‌یابد. لذا سرعت انتقال حرارت کم می‌شود اما دمای آب خروجی زیاد می‌شود.

به بیان ساده‌تر با کاهش سرعت سیال زمان تماس سیال با دیواره گرم لوله زیاد می‌شود و لذا دمای آب خروجی بیشتر می‌شود. اما به علت کاهش سرعت و کاهش LMTD ، Q کم می‌شود.

متأسفانه هیچ‌کدام از گزینه‌ها صحیح نمی‌باشد.

در گزینه ۲ اگر به جای «سرعت انتقال انتقال» قید می‌گردید «ضریب انتقال حرارت»، این گزینه می‌توانست گزینه صحیح باشد.

۴۲. گزینه ۱ درست است.

در حالت شار ثابت:

$$q'' = h(T_w - T_m) \rightarrow T_w - T_m = \frac{q''}{h}$$

از طرفی چون h در طول لوله روند نزولی دارد بنابراین در ابتدای لوله که h بزرگ‌ترین مقدار را دارد، اختلاف دمای دیواره و سیال کم‌ترین مقدار را دارد.

۴۳. گزینه ۱ درست است.

$$q'' = h(T_w - T_\infty) + q_x$$

$$q_x = q'' - h(T_w - T_\infty)$$

$$q_x = 700 - 5(T_w - 40)$$

ملاحظه می‌شود که برای محاسبه q_x دمای دیواره در تماس با سیال بایستی معلوم باشد. بنابراین اطلاعات مسئله ناقص است اما از آنجایی که مطابق رابطه فوق $q_x < q'' = 700$ است لذا تنها گزینه ۱ می‌تواند صحیح باشد.

۴۴. گزینه صحیح موجود نمی‌باشد.

در مبدل حرارتی حداکثر ضریب تأثیر (Maximum Effectiveness) در حالتی ایجاد می‌شود که $NTU = \infty$ باشد. یعنی سطح

$$\left(NTU = \frac{uA}{C_{\min}} \right) \text{ حرارتی مبدل بی‌نهایت زیاد باشد}$$

$$\varepsilon = \frac{1 - \exp[-(1 - C_r)NTU]}{1 - C_r \exp[-(1 - C_r)NTU]} \quad (\text{ناهمسو})$$

$$NTU = \infty \rightarrow \varepsilon = 1$$

$$\varepsilon = \frac{1 - \exp[-(1 + C_r)NTU]}{1 + C_r} \quad (\text{همسو})$$

$$NTU = \infty \rightarrow \varepsilon_{\max} = \frac{1}{1 + C_r}$$

چون جریان در این مبدل ناهمسو است لذا حداکثر ضریب تأثیر برابر یک می‌شود ($\varepsilon_{\max} = 1$). از طرفی چون دبی جرمی آب گرم کمتر است لذا آب گرم سیال حداقل (\min) است:

$$\varepsilon = \frac{\text{اختلاف دمای سیال حداقل}}{\text{حداکثر اختلاف دما در مبدل}} = \frac{T_{h_i} - T_{h_0}}{T_{h_i} - T_{c_i}}$$

$$1 = \frac{80 - T_{h_0}}{80 - 10} \rightarrow T_{h_0} = 10^\circ \text{C}$$

از طرفی از بیلان انرژی داریم:

$$\dot{m}_h C_{p_h} (T_{h_i} - T_{h_0}) = \dot{m}_c C_{p_c} (T_{c_0} - T_{c_i})$$

$$2.5 \times 4000(80 - 10) = 10 \times 4000 \times (T_{c_0} - 10)$$

$$T_{c_0} = 27.5^\circ \text{C}$$

متأسفانه هیچ کدام از گزینه‌ها درست نیست.

۴۵. گزینه ۲ درست است.

به علت تقارن $\frac{1}{4}$ تابش خروجی از هر قاعده به هر یک از وجوه می‌رسد.

پاسخ تشریحی توسط: محمدرضا سمیعی گهر

۴۶. گزینه ۳ درست است.

$$v = v_L + xv_{Lg} = 0.002 + 0.6 \times (0.008 - 0.002)$$

$$v = 0.0056 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

با توجه به این که جرم کل 200 کیلوگرم است پس:

$$V = mv = 200 \times 0.0056 = 1.12 \text{ m}^3$$

این سؤال در کلیشه بود!

سطح سؤال: ساده

۴۷. گزینه ۳ درست است.

قانون اول در فرایندهای جاری (در نازل $Q=0$ و $W=0$)

$$h_{in} + \frac{V_{in}^2}{2} = h_{out} + \frac{V_{out}^2}{2} \Rightarrow C_P(T_{in} - T_{out}) = \frac{V^2}{2}$$

$$V^2 = 2 \times 0.45 \times (300 - 200) \times 10^{+3} = 90000 \Rightarrow V = 300 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

این سؤال در کلیشه بود!

سطح سؤال: ساده

۴۸. گزینه ۲ درست است.

$$PV = ZRT \Rightarrow Z = \frac{PV}{RT} \Rightarrow \frac{dz}{dV} = \frac{1}{RT} \left[\frac{dP}{dV} \times V + \frac{dV}{dV} \times P \right]$$

در نقطه بحرانی $\frac{dP}{dV}$ برابر صفر است پس:

$$\left. \frac{dZ}{dV} \right)_{T_c} = \frac{P_c}{RT_c}$$

سؤال در کلیشه نبود

سطح سؤال: ساده

۴۹. گزینه ۴ درست است.

طبق معادله ماکسول:

$$\left(\frac{dS}{dV}\right)_T = \left(\frac{dP}{dT}\right)_V$$

$$P = \frac{RT}{V-b} \Rightarrow \left(\frac{dP}{dT}\right)_V = \frac{R}{V-b}$$

سؤال در کلیشه بود.

سطح سؤال: ساده

۵۰. گزینه ۳ درست است.

از آنجایی که فشارسنج اختلاف فشار مخزن و دریا را نشان می‌دهد:

$$P_G = P_M - P_W \Rightarrow 1.5 \times 10^{+5} = P_M - 10^{+4} \times 5 \Rightarrow P_M = 2 \times 10^{+5}$$

فشار مخزن

$$0.5 \times 10^{+5} = 2 \times 10^{+5} - P_W \Rightarrow P_W = 1.5 \times 10^{+5}$$

حالت ۲

$$P_W = \rho gh = 10^{+4} \times h = 1.5 \times 10^{+5} \Rightarrow h = 15 \text{ m}$$

سؤال در کلیشه نبود!

سطح سؤال: متوسط

۵۱. گزینه ۲ درست است.

$$B = \frac{T_L}{T_H - T_L} = \frac{273 - 15}{25 - (-15)} = \frac{258}{40}$$

کارنو

$$B'' = 0.6 \times \frac{258}{40}$$

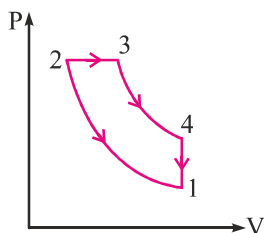
یخچال واقعی

$$B'' = \frac{Q_L}{W}$$

$$\frac{10^{+6}}{W} = 0.6 \times \frac{258}{40} \Rightarrow W = 25839 \approx 25000!$$

۵۲. گزینه ۱ درست است.

سیکل دیزل یک تحول فشار ثابت و یک حجم ثابت است.



در کلیشه نبود!

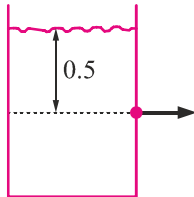
سطح سؤال: ساده

۵۳. گزینه ۳ درست است.

$$\alpha = V^{id} - V^{Re} = \frac{RT}{P} - \left[\frac{RT}{P} + \frac{RT}{PV} B + \frac{RT}{PV^2} C \dots \right]$$

$$\alpha = \lim_{\substack{P \rightarrow 0 \\ V \rightarrow \infty}} \left(\frac{RT}{P} - \frac{RT}{P} - ZB + 0 \right) \Rightarrow (Z=1) \quad P \rightarrow 0$$

$$\alpha = -B$$



۵۴. گزینه ۲ درست است.

$$0.5 + 0 + 0 = \frac{V^2}{2g} + 0 + 0 \Rightarrow$$

$$V^2 = 2g \times 0.5 \Rightarrow V = \sqrt{2g \times 0.5} = 3.2$$

سؤال در کلیشه نبود!

سطح سؤال: ساده

۵۵. گزینه ۴ درست است.

با استفاده از دو رابطه:

$$\left. \frac{H^R}{RT} = -T \frac{d \ln \phi}{dT} \right)_{P,x}$$

$$\ln \phi = \int_0^P \left(\frac{Z-1}{P} \right) dP = \int_0^P \frac{a}{RT} \cdot dP = \frac{aP}{RT}$$

$$\text{حال: } \frac{H^R}{RT} = -T \frac{d}{dT} \left(\frac{aP}{RT} \right)_{P,x} = -T \left[\frac{-aP}{RT^2} \right] = \frac{aP}{RT}$$

روش تستی: البته با توجه به گزینه‌ها هم فقط گزینه ۴ صحیح است زیرا وقتی $B=0$ باشد گاز حالت ایده‌آل دارد ($Z=1$) و

$$(H^R = 0)$$

سؤال در کلیشه نبود.

سطح سؤال: از نظر تشریحی دشوار ولی تستی ساده است.

۵۶. گزینه ۲ درست است.

$$\ln \phi = \int_0^P \frac{(z-1)}{P} \cdot dP \xrightarrow{z=1+B'P} \ln \phi = B'P$$

$$\ln \phi = B'P = z - 1 = -0.1 \Rightarrow \phi = e^{-0.1}$$

$$\phi = 1 + (-0.1) + \frac{(-0.1)^2}{2!} + \dots = 0.9$$

در کلیشه بود!

سطح سؤال: ساده

۵۷. گزینه ۲ درست است.

$$\Delta S_{\text{net}} = \Delta S_{\text{sys}} + \Delta S_{\text{surr}}$$

$$\Delta S_{\text{sys}} = mC \ln \frac{T_2}{T_1} = 1 \times 1 \ln \frac{300}{500} = -0.5$$

$$\Delta S_{\text{surr}} = -\frac{Q}{T_{\text{surr}}} = \frac{-mC(T_{\text{sur}} - T_{\text{sys}})}{T_{\text{sur}}} = \frac{1 \times 1(500 - 300)}{300} = \frac{2}{3}$$

$$\Delta S_{\text{net}} = \frac{2}{3} - \frac{1}{2} = \frac{4-3}{6} = \frac{1}{6} = 1.66$$

سؤال در کلیشه بود.

سطح سؤال: متوسط

۵۸. اطلاعات مسئله کافی نمی باشد.

در این سؤال می بایست نوع فرایند انجام شده در طی تراکم ذکر می شد.

۵۹. گزینه ۴ درست است.

$$\Delta H = \frac{dP}{dT} \times T \Delta V = \frac{2.46 - 2.31}{294 - 293} \times 293 \times 1 = 43.95 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

این سؤال در کلیشه نبود.

سطح سؤال: متوسط

۶۰. گزینه ۱ درست است.

پیدا کردن خاصیت جزء از روی کل می باشد:

$$nM = 10n_t + 2n_1 + \frac{3n_2n_3}{n_1 + n_2 + n_3}$$

$$\left. \frac{d(nM)}{dn_1} \right)_{T, P, x_2, x_3} = \bar{M}_1$$

$$\frac{d(n, m)}{dn_1} = 10 + 2 + \frac{0 - 3n_2n_3}{(n_1 + n_2 + n_3)^2} = 12 - 3x_2x_3$$

در کلیشه ها بود!

سطح سؤال: متوسط

۶۱. گزینه ۴ درست است.

$$\gamma_i = \frac{\hat{\phi}_i \text{ (ضریب فوگاسیته در محلول)}}{\phi_i \text{ (ضریب فوگاسیته خالص)}} \Rightarrow \ln \gamma_i = \ln \hat{\phi}_i - \ln \phi_i$$

$$\ln \gamma_i = \frac{P}{RT} (B_{11} + y_2^2 \sigma_{12}) - \frac{P}{RT} (B_{11} + 0) = \frac{P y_2^2 \sigma_{12}}{RT}$$

این سؤال کلیشه نبوده.

سطح سؤال: دشوار

۶۲. گزینه ۲ درست است.

$$\left. \begin{aligned} P_t y_B &= P_B^S \cdot x_B \\ P_t y_T &= P_T^S \cdot x_T \end{aligned} \right\} + \Rightarrow P_t = x_B P_B^S + (1 - x_B) P_T^S$$

$$100 = x_B \times 150 + (1 - x_B) 60 \Rightarrow$$

$$90x_B = 40 \Rightarrow x_B = \frac{4}{9} = 0.44$$

این سؤال هم در کلیشه بود!

سطح سؤال: ساده

۶۳. گزینه ۳ درست است.

$$f = P^{\text{sat}} \exp\left[\left(P - P^{\text{sat}}\right) \frac{V}{RT}\right]$$

$$f = 0.1 \exp\left[\left(60 - 0.1\right) \frac{0.001 \times 10^{+2}}{1 \times 300}\right] = 0.1 \exp(0.02)$$

$$f = 0.1[1 + 0.02] = 0.1 \times 1.02 = 0.102$$

این سؤال هم در کلیشه‌ها بود!

سطح سؤال: متوسط

۶۴. گزینه ۱ درست است.

ابتدا با استفاده از قانون هنری F_1 را پیدا می‌کنیم:

$$F_1 = kx = 12000 \times 0.001 = 12 \text{ bar}$$

$$F_1 = P_1^{\text{sat}} \text{ (ضریب پوتینگ 1 می‌باشد)}$$

$$P_1^{\text{sat}} = 12 \text{ bar} = 1200 \text{ kPa}$$

$$\text{در فاز گاز } P_t = P_1^{\text{sat}} = \text{CRT}$$

$$10^{+3} \times 1200 = C \times 8 \times 300 \Rightarrow C = 500 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{m}^3}{1000 \text{ lit}}$$

$$C = 0.5 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$$

۶۵. گزینه ۴ درست است.

$$P = \frac{RT}{v-b} \Rightarrow Z = \frac{v}{v-b} = \frac{v-b+b}{v-b} = 1 + \frac{b}{v-b}$$

$$\text{Ln}\phi = \int_0^P \frac{Z-1}{P} \cdot dP = \int_0^P \frac{b}{(v-b)P} \cdot dP = \int_0^P \frac{b}{RT} \cdot dP$$

$$\text{Ln}\phi = \frac{bP}{RT} = \frac{b}{v-b}$$

راه تستی: اگر $b = 0$ باشد $P = \frac{RT}{v}$ که گاز ایده‌آل خواهد بود و در گزینه‌ها اگر b را صفر دهیم باید $\phi = 1$ شود، که فقط

گزینه ۴ صحیح است.

این سؤال هم در کلیشه بود!

سطح سؤال: متوسط

پاسخ تشریحی توسط: محمدرضا سمیعی گهر

۶۶. گزینه ۳ درست است.

پمپ باعث افزایش انرژی سیال می‌شود که این امر در نقطه C دیده می‌شود.
سطح سؤال: ساده

۶۷. گزینه ۱ درست است.

$$\begin{aligned} F &= m_1 g \sin \alpha + m_2 g \sin \alpha = \rho_1 V_1 g \sin \alpha + \rho_2 V_2 g \sin \alpha \\ &= \rho_1 L \cdot \sigma_1 W g \sin \alpha + \rho_2 L \sigma_2 W g \sin \alpha \Rightarrow \\ F &= WL(\rho_1 g \sin \alpha + \rho_2 g \sin \alpha) \end{aligned}$$

پهنای سیال برابر 1 در نظر گرفته شده است.
تستی:

البته که گزینه‌های ۳ و ۴ صرف نظر از صورت سؤال به دلیل ابعادی قطعاً غلط است.

۶۸. گزینه ۴ درست است.

با توجه به رابطه Ergon در بسترهای پر شده:

$$\frac{\Delta P}{L} = \underbrace{\frac{150\mu(1-\varepsilon)^2 V}{S^3 d_p^2}}_{\text{سهم جریان آرام}} + \underbrace{\frac{1.75(1-\varepsilon)\rho V^2}{S^3 d_p}}_{\text{سهم جریان درهم}}$$

سهم جریان آرام

سهم جریان درهم

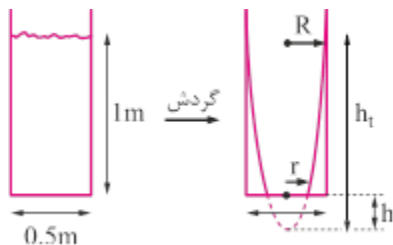
بنابراین در جریان آرام با دو برابر شدن سرعت و ویسکوزیته، افت فشار 4 برابر خواهد شد.

سطح سؤال: دشوار

۶۹. گزینه ۲ درست است.

لوله پیوت وسیله‌ای است که با اندازه‌گیری اختلاف فشار دینامیکی و استاتیکی می‌تواند سرعت جریان سیال را نشان دهد.
سطح سؤال: ساده

۷۰. گزینه ۲ درست است.



$$\omega = 240 \times \frac{2\pi}{60} = 24 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$h_t = \frac{R^2 \omega^2}{2g} = \frac{0.25^2 \times (24)^2}{2 \times 10} = 1.8 \text{ m}$$

$$h = h_t - (\text{ارتفاع ظرف}) = 1.8 - 1 = 0.8$$

$$h_t = \frac{R^2 \omega^2}{2g}, \quad h = \frac{r^2 \omega^2}{2g} \Rightarrow \frac{h}{h_t} = \frac{r^2}{R^2} = \frac{\pi r^2}{\pi R^2} = \frac{\text{سطح خشک شده}}{\text{سطح کل}} = \frac{0.8}{1.8}$$

$$\frac{a}{A} = \frac{4}{9}$$

سطح سؤال: دشوار

۷۱. گزینه ۴ درست است.

گزینه ۱ غلط است زیرا در دیواره لوله (R) می‌بایست سرعت برابر صفر شود طبق شرط عدم لغزش.

گزینه ۲ غلط است زیرا $\frac{du}{dr}$ در گزینه ۲ ثابت می‌باشد، در صورتی که در شکل داده شده در صورت سؤال این مقدار متغیر است.

[ثابت بودن $\frac{du}{dr}$ در شکل تنش برحسب کرنش سبب ایجاد یک خط فقط عمودی می‌شد.]

با توجه به شکل مسئله در ابتدا اگر چه تنش وجود دارد اما $\frac{du}{dr}$ برابر صفر بوده است و پس از مقدار تنش تسلیم سیال رونده

شده است پس در ابتدا بایستی شیب صفر باشد

۷۲. گزینه ۳ درست است.

با توجه به شکل هر چه شعاع دوران بیشتر باشد نیروی سانترفیوژ وارد بر آن بیشتر بوده و در نتیجه فشار وارد بر نقاط خارجی بیشتر خواهد بود.

۷۳. گزینه ۳ درست است.

زمانی قانون پیوستگی لغو می‌شود که دبی جرمی تغییر نماید.

در سیالات تراکم‌پذیر شرط ایجاد پدیده خفگی گذر از عدد ماخ خواهد بود و گذر از عدد ماخ نیازمند سرعت بالای سیال می‌باشد. بنابراین در لوله با سطح مقطع بسیار کوچک این پدیده امکان رخ دادن دارد.

سطح سؤال: متوسط

۷۴. گزینه ۲ درست است.

دبی تحویل آزاد پمپ همان میزان دبی پمپ در ارتفاع صفر می‌باشد یعنی دبی خروجی از خود پمپ:

$$h_p = 100 - Q^2 \Rightarrow Q^2 = 100 \Rightarrow Q = 10$$

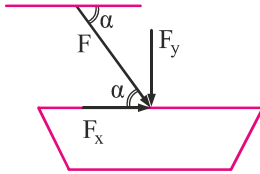
دبی نقطه عملکرد: که از تقاطع منحنی عملکرد و منحنی پمپ حاصل می‌شود:

$$100 - Q^2 = 25 + 2Q^2 \Rightarrow 3Q^2 = 75 \Rightarrow Q^2 = 25 \Rightarrow Q = 5$$

سطح سؤال: ساده

۷۵. گزینه ۲ درست است.

نیروی کشش طناب یک نیروی افقی خواهد بود.



$$F_x = F \cdot \cos \alpha = mv \cos \alpha = 2 \times 1000 \times \frac{1}{2} = 1000$$

سطح سؤال: ساده

۷۶. گزینه ۱ درست است.

سیال در این سؤال تراکم‌پذیر است زیرا معادله پیوستگی در حالت تراکم‌پذیر صادق نیست:

$$\frac{du_x}{dx} + \frac{dv_y}{dy} = 0 \Rightarrow 3 + 3 \neq 0$$

پس سیال تراکم‌پذیر بوده است و معادله برنولی صادق نیست.

سطح سؤال: ساده

۷۷. گزینه ۴ درست است.

مدل سازی می‌کنیم!



$$\text{مومنتم نفوذی در راستای } x \quad v \frac{d^2 v}{dx^2} + g = 0$$

مومنتم نفوذی در راستای x

• حال دو شرط مرزی برای حل معادله بالا نیاز داریم:

$$\left. \begin{array}{l} x = \sigma \quad v = 0 \\ x = 0 \quad \frac{dv}{dx} = 0 \end{array} \right\} \xrightarrow[\text{را حل می‌کنیم}]{\text{معادله دیفرانسیل}} v_y = \frac{\rho g \sigma^2}{2\mu} \left[1 - \left(\frac{x}{\sigma} \right)^2 \right]$$

$$\bar{u} = \frac{\int v dx}{\sigma} \Rightarrow \bar{u} = \frac{\rho g \sigma^2}{3\mu}$$

$$\text{دبی حجمی} = A\bar{u} \Rightarrow (A = 2\pi R \times \sigma \text{ در مقابل جریان})$$

$$Q = 2R\sigma \cdot \frac{\rho g \sigma^2}{3\mu} \Rightarrow \sigma = \left(\frac{3\mu Q}{2R\rho g \pi} \right)^{\frac{1}{3}}$$

البته که این همان مسئله فیلم ریزان از جرم است
سطح سؤال دشوار

۷۸. گزینه ۳ درست است.

برروی سطح شیب‌دار سرعت برابر است با:

$$u = u_0 \frac{y}{h} - \frac{1}{2\mu} d \frac{(P + \gamma h')}{dx} (hy - y^2)$$

که این سرعت از سه نیرو محرکه اختلاف فشار P ، سرعت سیال روی سیال u_0 و اختلاف ارتفاع h می‌باشد.

اگر ترم $\frac{d(P + \gamma h)}{dx}$ را معادل با مقدار ρgh در نظر بگیریم که این امر همواره صحیح نمی‌باشد.

$$u = u_0 \frac{y}{h} - \frac{\rho gh \sin \alpha}{2\mu} (hy - y^2)$$

$$q = \int u \cdot dyw = 0 \Rightarrow \int u dy = 0$$

$$\int u_0 \frac{y}{h} - \frac{\rho gh}{2\mu} \sin \alpha (hy - y^2) = 0 \Rightarrow u_0 \frac{y^2}{2h} - \frac{\rho gh}{2\mu} \sin \alpha \left(\frac{hy^2}{2} - \frac{y^3}{3} \right) \Big|_0^h = 0$$

$$\frac{u_0}{2} h - \frac{\rho gh}{2\mu} \sin \alpha \left(\frac{h^3}{2} - \frac{h^3}{3} \right) = 0 \Rightarrow u_0 = \frac{\rho gh^3 \sin \alpha}{6\mu}$$

سطح سؤال: دشوار

۷۹. هیچ کدام از گزینه‌ها صحیح نمی‌باشد.

$$F_D = C_D \frac{\rho u^2}{2} \cdot A$$

با توجه به این که سرعت و سطح و ρ ثابت می‌باشد پس:

$$F \propto C_D \propto \frac{a}{\sqrt{x}} \Rightarrow \frac{F_L}{F_W} = \frac{\sqrt{W}}{\sqrt{L}} = \frac{\sqrt{W}}{\sqrt{2W}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

۸۰. گزینه ۴ درست است.

در صورت سؤال ذکر شده است که ضریب درگ روی دو دیسک ۰.۸ است که اگر برداشت این باشد که هر کدام از دیسک‌ها دارای ضریب ۰.۸ است آن‌گاه:

$$\left(u = r\omega = 0.5 \times 60 \times \frac{2\pi}{60} = \pi \right)$$

$$F_D = 2C_D \cdot \frac{\rho u^2}{2} \cdot A = 2 \times 0.8 \times 10^{-3} \times \pi^2 \times \frac{\pi \times 0.1^2}{4} = 108$$

توان مورد نیاز جهت چرخاندن دیسک‌ها به صورت یک دور کامل ($2\pi R$) برابر است با:

$$= \text{نیرو} \times \text{جابجایی} = 108 \times 2\pi(0.5) = 324$$

سطح سؤال: دشوار

پاسخ تشریحی توسط: محمود میرزازاده

۸۱. گزینه ۲ درست است.

$$q - \frac{h}{R_1} - \frac{h}{R_2} = A \frac{dh}{dt}$$

$$q - \frac{h}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} = A \frac{dh}{dt}$$

بنابراین این سیستم مشابه سیستم سطح مایعی است با مقاومت $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ لذا:

$$\frac{H(s)}{Q(s)} = \frac{R}{\tau S + 1}$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{0.2 \times 0.2}{0.2 + 0.2} = 0.1$$

$$\tau = RA = 0.1 \times 1 = 0.1$$

$$\frac{H(s)}{Q(s)} = \frac{0.1}{0.1S + 1}$$

۸۲. گزینه ۱ درست است.

$$y(t) = \frac{AK}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$y(t=1) = \frac{4 \times 1}{2} e^{-\frac{1}{2}} = \frac{2}{\sqrt{e}}$$

۸۳. گزینه ۴ درست است.

با لاپلاس گیری از پاسخ سیستم داریم:

$$C(s) = \frac{1}{s} + \frac{1}{s+8} - \frac{2}{s+2}$$

$$C(s) = \frac{(S+8)(S+2) + S(S+2) - 2S(S+8)}{S(S+8)(S+2)}$$

مخرج کسر بالا همان تابع انتقال سیستم درجه ۲ است.

$$(S+8)(S+2) = S^2 + 10S + 16$$

با تقسیم معادله بالا بر ۱۶ داریم:

$$\frac{1}{16}S^2 + \frac{10}{16}S^2 + 1$$

با مقایسه با فرم کلی $\tau^2 S^2 + 2\xi\tau S + 1$ داریم:

$$\tau^2 = \frac{1}{16} \rightarrow \tau = \frac{1}{4}$$

$$2\xi\tau = \frac{10}{16} \rightarrow 2\xi \times \frac{1}{4} = \frac{10}{16} \rightarrow \xi = \frac{5}{4} = 1.25$$

۸۴. گزینه ۱ درست است.

$$\frac{C(s)}{L(s)} = \frac{2}{1 + \frac{2K_c}{(S+1)(S+3)}}$$

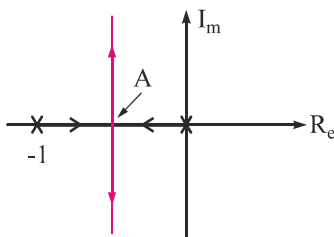
$$C(s) = \frac{1}{S} \times \frac{2}{(S+1)(S+3) + 2K_c}$$

$$C(t = \infty) = \lim_{s \rightarrow 0} sC(s) = \frac{2}{(0+1)(0+3) + 2K_c} = \frac{2}{3 + 2K_c}$$

$$C(t = \infty) = \frac{2}{3 + 2 \times 5} = \frac{2}{13}$$

۸۵. گزینه ۴ درست است.

راه حل اول: با توجه به مکان هندسی ریشه‌ها



در نقطه A (نقطه جدایی) سیستم در آستانه نوسان قرار می‌گیرد مختصات نقطه جدایی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\sum \frac{1}{s - p_i} = \sum \frac{1}{s - z_i} \rightarrow \frac{1}{s} + \frac{1}{s+1} = 0 \rightarrow \frac{s+1+s}{s(s+1)} = 0$$

$$\frac{2s+1}{s(s+1)} = 0 \rightarrow s_A = -\frac{1}{2}$$

با قرار دادن s_A در معادله مشخصه سیستم ($1 + GH = 0$) مقدار K به دست می‌آید:

$$1 + \frac{2K}{s(s+1)} = 0 \rightarrow s(s+1) + 2K = 0$$

$$-\frac{1}{2}\left(-\frac{1}{2}+1\right)+2K=0 \rightarrow K=\frac{1}{8}$$

راه حل دوم:

با توجه به معادله مشخصه سیستم

$$1+GH=0 \rightarrow S(S+1)+2K=0 \rightarrow S^2+S+2K=0$$

$$S=\frac{-1\pm\sqrt{1-8K}}{2}$$

$$\Delta=1-8K<0 \rightarrow K>\frac{1}{8} \rightarrow \text{پاسخ نوسانی}$$

$$\Delta=1-8K=0 \rightarrow K=\frac{1}{8} \rightarrow \text{پاسخ در آستانه نوسان}$$

$$\Delta=1-8K>0 \rightarrow K<\frac{1}{8} \rightarrow \text{پاسخ غیرنوسانی است}$$

۸۶. گزینه ۲ درست است.

$$\text{offset} = \lim_{s \rightarrow 0} SR(s) \left[1 - \frac{C}{R} \right]$$

$$\text{offset} = S \times \frac{1}{S^2} \left[1 - \frac{\frac{K}{S}}{1 + \frac{K}{S}} \right] = \frac{1}{S} \frac{S}{S+K} \Bigg|_{S \rightarrow 0} = \frac{1}{K}$$

نکته:

در محاسبه $\frac{C}{R}$ از ابتدا $S=0$ قرار داده شده است (بجز در مواردی که $\frac{1}{S}$ در معادله وجود دارد). این کار باعث سهولت محاسبات می‌شود.

۸۷. گزینه ۲ درست است.

با توجه به آزمون روث داریم:

| شماره سطر | | | |
|-----------|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | |
| 3 | 1 | 1 | |
| 4 | 0 | | |
| 5 | 1 | | |

چون سطر n ام ($n=4$) جدول روث صفر شده است. لذا سیستم در مرز پایداری و ناپایداری است یعنی از 4 ریشه معادله، 2 ریشه روی محور موهومی قرار دارد و 2 ریشه در سمت چپ محور موهومی قرار دارند.

۸۸. گزینه ۳ درست است.

با قرار دادن $S=i\omega$ در معادله داریم:

$$(i\omega)^4 + 2(i\omega)^3 + (i\omega)^2 + (i\omega) + k = 0$$

$$\omega^4 - 2i\omega^3 - \omega^2 + i\omega + k = 0$$

$$(\omega^4 - \omega^2 + k) + \omega(1 - 2\omega^2)i = 0$$

$$1 - 2\omega^2 = 0 \rightarrow \omega = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\omega^4 - \omega^2 + K = 0 \rightarrow \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^4 - \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 + K = 0$$

$$\frac{1}{4} - \frac{1}{2} + K = 0 \rightarrow K = \frac{1}{4} = 0.25$$

راه حل دوم: می‌توان از جدول روث هم استفاده کرد:

| | | |
|---------------|---|---|
| 1 | 1 | K |
| 2 | 1 | |
| $\frac{1}{2}$ | K | |
| 1-4K | | |
| K | | |

برای آن که سیستم به صورت نوسان دائم باشد، سطر n ام ($n=4$) جدول روث باید برابر صفر باشد:

$$1 - 4k = 0 \rightarrow K = \frac{1}{4}$$

ریشه‌های روی محور موهومی در این حالت از معادله متناظر با سطر $n-1$ ام ($n-1=3$) جدول روث به دست می‌آید:

$$\frac{1}{2}S^2 + K = 0 \rightarrow \frac{1}{2}S^2 + \frac{1}{4} = 0 \rightarrow S = \pm i\frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow \omega = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

۸۹. گزینه ۳ درست است.

با توجه به آزمون روث داریم:

$$1 + GH = 1 + \frac{K(S+4)}{S^2-2} = 0$$

$$S^2 - 2 + K(S+4) = 0$$

$$S^2 + KS + (4K-2) = 0$$

| | |
|------|------|
| 1 | 4k-2 |
| k | |
| 4k-2 | |

برای پایداری سیستم باید ستون اول جدول روث مثبت باشد:

$$4K - 2 > 0 \rightarrow K > \frac{1}{2}$$

یعنی سیستم در بهره‌های بالا پایدار است و در بهره‌های کم ناپایدار است.

۹۰. گزینه ۲ درست است.

حداکثر K در نقطه $S = -1.5$ (نقطه جدایی) اتفاق می‌افتد. بنابراین با قرار دادن $S = -1.5$ در معادله مشخصه سیستم K به دست می‌آید:

$$1 + GH = 1 + \frac{K(S+6)}{(S+1)(S+2)(S+4)} = 0$$

$$(S+1)(S+2)(S+4) + K(S+6) = 0$$

$$(-1.5+1)(-1.5+2)(-1.5+4) + K(-1.5+6) = 0$$

$$K = 0.139$$

۹۱. گزینه ۴ درست است.

$$\text{phase Margin} = \varphi_g \Big|_{\text{When } AR=1} - (-180)$$

$$PM = \varphi_g + 180 = 60 \rightarrow \varphi_g = -120^\circ$$

$$\varphi_g = 0 - 2 \tan^{-1} \omega = -120 \rightarrow \omega = \sqrt{3}$$

$$AR = 1 = \frac{K^2 - 5}{(\sqrt{\omega^2 + 1})^2} \rightarrow 1 = \frac{K^2 - 5}{(\sqrt{3})^2 + 1} \rightarrow K = \sqrt{9} = 3$$

۹۲. گزینه ۱ درست است.

چون K پایداری خواسته شده است از معیار حاشیه بهره بزرگ‌تر از یک استفاده می‌کنیم:

$$\varphi = -\frac{\pi}{4} \omega - (-\tan^{-1} \omega + \pi) = -\pi$$

$$\frac{\pi}{4} \omega = \tan^{-1} \omega \rightarrow \omega = 1$$

$$AR = \frac{K \times 1}{\sqrt{\omega^2 + 1}} = \frac{K}{\sqrt{2}} \rightarrow \text{Gain Margin} = \frac{1}{AR} = \frac{\sqrt{2}}{K}$$

$$\text{Gain Margin} > 1 \rightarrow K < \sqrt{2}$$

۹۳. گزینه ۴ درست است.

$$X(t) = A \sin \omega t$$

$$Y(t) = AR \cdot A \sin(\omega t + \varphi)$$

$$AR = \frac{1}{\omega \sqrt{1 + \omega^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\varphi = 0 - \left[\frac{\pi}{2} - \tan^{-1} \omega + 2\pi \right] = -\frac{5\pi}{2} + \tan^{-1} \omega$$

$$\varphi = -\frac{5\pi}{2} + \tan^{-1}(1) = -\frac{5\pi}{2} + \frac{\pi}{4} = -\frac{9\pi}{4} = -2\pi - \frac{\pi}{4}$$

$$Y(t) = \frac{1}{\sqrt{2}} \sin\left(t - 2\pi - \frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{\sqrt{2}} \sin\left(t - \frac{\pi}{4}\right)$$

۹۴. گزینه ۱ درست است.

فرکانس نقاط شکست عبارت‌اند از:

$$(S+1) \rightarrow \omega = \frac{1}{\tau} = 1$$

$$(S+2) \rightarrow 2\left(\frac{1}{2}S+1\right) \rightarrow \omega = \frac{1}{\tau} = 2$$

$$(S+3) \rightarrow 3\left(\frac{1}{3}S+1\right) \rightarrow \omega = \frac{1}{\tau} = 3$$

$$(S+4) \rightarrow 4\left(\frac{1}{4}S+1\right) \rightarrow \omega = \frac{1}{\tau} = 4$$

$$0 < W < 1 \rightarrow \text{شیب} = 0$$

$$1 < W < 2 \rightarrow \text{شیب} = 0+1=1$$

$$2 < W < 3 \rightarrow \text{شیب} = 1-1=0$$

$$3 < W < 4 \rightarrow \text{شیب} = 0+1=1$$

$$4 < W < \infty \rightarrow \text{شیب} = 1-1=0$$

در $W = 2.5$ شیب برابر صفر است.

۹۵. گزینه ؟ درست است.

با توجه به شکل در $\omega = 0$ زاویه برابر $-\frac{\pi}{2}$ یا $\frac{3\pi}{2}$ و در $\omega = +\infty$ زاویه برابر 0 یا 2π می‌باشد که با هیچ‌کدام از گزینه‌ها مطابقت ندارد.

$$\varphi = -\frac{\pi}{2} - \tan^{-1} \omega \quad \text{گزینه ۱:}$$

$$\varphi = -\pi - \tan^{-1} \omega \quad \text{گزینه ۲:}$$

$$\varphi = -\frac{\pi}{2} + \tan^{-1} \omega - 2\pi \quad \text{گزینه ۳:}$$

$$\varphi = -\tan^{-1} \omega + 2\pi - \frac{\pi}{2} - \tan^{-1} \omega \quad \text{گزینه ۴:}$$

پاسخ تشریحی توسط: محمود میرزازاده

۹۶. گزینه ۲ درست است.

از راست به چپ درون فاز مایع پروفایل غلظت غیر خطی است و درون فاز گاز پروفایل غلظت خطی است (یعنی تئوری فیلمی) صادق است.

۹۷. گزینه ۱ درست است.

کلید شرایط داده شده، جزء شرایط تشابه است.

۹۸. گزینه ۴ درست است.

$$St \cdot SC^{\frac{2}{3}} = \frac{f}{2}$$

$$\frac{Sh}{Re \cdot SC} \cdot SC^{\frac{2}{3}} = \frac{f}{2}$$

$$Sh = \frac{f}{2} Re \cdot SC^{\frac{1}{3}} = 0.002 \times 10^4 \times (7^3)^{\frac{1}{3}} = 140$$

۹۹. گزینه ۲ درست است.

$$R_{s_{min}} = E_s \times \frac{Y_2 - Y_1}{X_{2_{eq}} - X_1} \quad (1: \text{ بالای برج و } 2: \text{ پایین برج})$$

$$Y_2 = \frac{0.1}{1-0.1} = \frac{1}{9} = 0.11$$

$$Y_1 = (1-0.91)Y_2 = 0.09 \times \frac{1}{9} = 0.01$$

$$X_1 = 0 \quad (\text{حلال خالص})$$

$$X_{2_{eq}} = Y_2 = 0.11$$

$$E_s = E_2(1 - y_2) = 11(1 - 0.1) = 11 \times 0.9$$

$$R_{s_{\min}} = 11 \times 0.9 \frac{0.11 - 0.01}{0.11 - 0} = 9 \frac{\text{kmol}}{\text{s}}$$

۱۰۰. گزینه ۴ درست است.

با توجه به این که حلال خالص است ($X=0$) و فاکتور جذب برابر ۲ می‌باشد ($A=2$)، معادله کرمسر به صورت زیر درمی‌آید:

$$N = \frac{\log \left[\frac{Y_{N+1}}{Y_1} \left(1 - \frac{1}{2} \right) + \frac{1}{2} \right]}{\log 2}$$

$$N = \frac{\log \left[\frac{1}{2} \left(1 + \frac{Y_{N+1}}{Y_1} \right) \right]}{\log 2} \quad (1)$$

برای تعداد $\frac{N}{2}$ سینی‌های قسمت فوقانی برج که در تماس با حلال خالص است رابطه فوق به صورت زیر می‌شود:

$$\frac{N}{2} = \frac{\log \left[\frac{1}{2} \left(1 + \frac{Y_{N+1}}{Y_1} \right) \right]}{\log 2} \quad (2)$$

از تقسیم روابط (۱) و (۲) برهم داریم:

$$\frac{1}{2} = \frac{\log \left[\frac{1}{2} \left(1 + \frac{Y_{N+1}}{Y_1} \right) \right]}{\log \left[\frac{1}{2} \left(1 + \frac{Y_{N+1}}{Y_1} \right) \right]}$$

$$\left[\frac{1}{2} \left(1 + \frac{Y_{N+1}}{Y_1} \right) \right]^{\frac{1}{2}} = \left[\frac{1}{2} \left(1 + \frac{Y_{N+1}}{Y_1} \right) \right]$$

$$\frac{Y_{N+1}}{Y_1} = \frac{Y_{N+1}}{\left(1 - \frac{16}{17} \right) Y_{N+1}} = 17 \quad (3)$$

بنابراین

$$\left[\frac{1}{2} (1+17) \right]^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{Y_{N+1}}{Y_1} \right)$$

$$\frac{Y_{N+1}}{Y_1} = 5 \quad (4)$$

از تقسیم معادله (4) بر (3) داریم:

$$\frac{Y_{\frac{N}{2}+1}}{Y_{N+1}} = \frac{5}{17} \rightarrow Y_{\frac{N}{2}+1} = \left(1 - \frac{12}{17}\right) Y_{N+1}$$

یعنی در $\frac{N}{2}$ سینی‌های پایین خوراک $\frac{12}{17}$ از H_2S جدا می‌شود.

۱۰۱. گزینه ۱ درست است.

در دستگاه‌های گاز - مایع، فازی پراکنده می‌شود که مقاومت بیشتری یا به عبارتی ضریب انتقال جرم کوچک‌تری داشته باشد. بنابراین اگر فاز گاز پیوسته باشد به این معناست که مقاومت گاز کم بوده یا به عبارتی ضریب انتقال جرم آن زیاد بوده است.

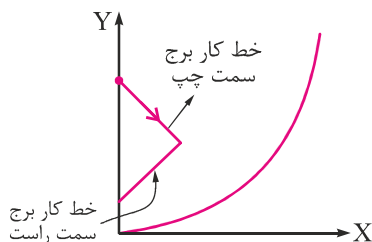
۱۰۲. گزینه ۴ درست است.

چون فاکتور جذب برابر یک است یعنی خطوط تبادل و تعادل با هم موازیند لذا ارتفاع تمام پله‌های بین خط کار و منحنی تعادل با هم یکسان خواهند بود. یعنی میزان جداسازی در هر مرحله (یا ارتفاعی از برج که کار یک مرحله را انجام می‌دهد) یکسان است. لذا با افزودن ۱۵ درصد به ارتفاع برج ۱۵ درصد هم به درصد جداسازی افزوده می‌شود.

$$92\% \text{ یا } 0.92 = \left(1 + \frac{15}{100}\right) \times 0.8$$

۱۰۳. گزینه ۳ درست است.

در برج سمت چپ جریان همسو است لذا شیب خط کار منفی است بنابراین با شیب منفی غلظت در فاز گاز کم می‌شود و هنگام ورود گاز به برج سمت راست که ناهمسو است شیب خط کار مثبت است لذا در مسیر حرکت گاز غلظت گاز کم می‌شود در حالی که شیب مثبت است:



۱۰۴. گزینه ۳ درست است.

با افزایش فشار α کاهش می‌یابد و با کاهش فشار α افزایش می‌یابد.

۱۰۵. گزینه ۴ درست است.

$$\frac{y_D - z_F}{x_W - z_F} = -\frac{W}{D}$$

$$50\% \text{ مول تبخیر شود} \rightarrow \frac{W}{D} = 1$$

بنابراین:

$$\frac{y_D - 0.5}{x_W - 0.5} = -1 \quad (1)$$

از طرفی از معادله خط تعادل:

$$y_D = \frac{\alpha x_W}{1 + (\alpha - 1)x_W} = \frac{2x_W}{1 + x_W} \quad (2)$$

با قرار دادن معادله (2) در معادله (1) داریم:

$$\frac{2x_W}{1 + x_W} - 0.5 = -1$$

$$2x_W - 0.5(1 + x_W) = -(1 + x_W)(x_W - 0.5)$$

$$x_W^2 + 2x_W - 1 = 0$$

$$x_W = \frac{-2 + \sqrt{4 + 4}}{2} = \frac{-2 + 2\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} - 1 = 0.4$$

$$y_D = \frac{2x_W}{1 + x_W} = \frac{2 \times 0.4}{1.4} = \frac{0.8}{1.4} = \frac{0.4}{0.7} = 0.57 \approx 0.6$$

۱۰۶. گزینه ۱ درست است.

$$\frac{y_D - z_F}{x_W - z_F} = -\frac{W}{D}$$

$$y_D = -\frac{W}{D}x_W + z_F \left(1 + \frac{W}{D}\right)$$

با مقایسه رابطه $y_D = 2x_W - 0.5$ داریم:

$$\frac{W}{D} = -2 \rightarrow \text{که اشتباه است}$$

$$z_F \left(1 + \frac{W}{D}\right) = -0.5 \rightarrow z_F = \frac{-0.5}{1 - 2} = 0.5$$

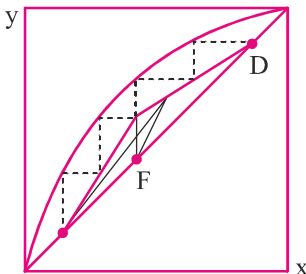
با وجودی که شیب خط کار داده شده مثبت است و چنین چیزی در تقطیر ناگهانی غیرممکن است اما صرفاً با مقایسه با فرم کلی رابطه اصلی و با اغماض نسبت به این خطای فاحش مقدار $z_F = 0.5$ به دست می‌آید.

روش دیگر محاسبه z_F آن است که معادله خط کار داده شده را با خط $y = x$ تلاقی دهیم در این صورت:

$$x = 2x - 0.5 \rightarrow x = 0.5 = z_F$$

۱۰۷. گزینه ۲ درست است.

با توجه به شکل زیر با تغییر حالت خوراک از حال مایع اشباع به مایع سرد و با فرض R ، x_D ، x_W و z_F ثابت عده سینی‌های بالای محل خوراک کم می‌شود.



از طرفی:

$$\bar{G} = G + (q-1)F$$

که G شدت جریان بخار در بالای خوراک و \bar{G} شدت جریان خوراک در پایین خوراک می‌باشد. به دلیل آن‌که در حالت مایع سرد $q > 1$ است لذا:

قطر برج در پایین خوراک بزرگ‌تر می‌شود $\bar{G} > G \rightarrow$

توضیح این مسئله بسیار ساده است زیرا شدت جریان بخار بالا رونده به علت تماس با خوراک سرد کم می‌شود (خوراک سرد موجب کندها بخشی از بخار بالا رونده می‌شود و لذا در سینی‌های فوقانی دبی گاز کم‌تر از دبی گاز در سینی‌ها زیرین می‌شود. در صورتی که رفلکس و شدت جریان محصولات B برج ثابت باشد (برج در مرحله طراحی باشد) بار حرارتی کندانسور تغییری نمی‌کند. اما به واسطه کاهش آنتالپی خوراک طبق موازنه انرژی بار حرارتی ریویلر (Q_B) باید افزایش یابد.

$$FH_F + Q_B = DH_D + WH_W + QC$$

۱۰۸. گزینه ۱ درست است.

به واسطه اتلاف حرارتی از بدنه برج همانند پدیده Cold Reflux مایع درون برج سرد می‌شود و لذا موجب کندانس بخشی از بخارات بالا رونده می‌شود در نتیجه نسبت دبی مایع به بخار افزایش می‌یابد.

۱۰۹. گزینه ۱ و ۲ درست است.

گزینه ۱: ریزکردن چغندر موجب افزایش سطح انتقال جرم و لذا موجب افزایش راندمان می‌شود.
گزینه ۲: ریزکردن بیش از حد جامد موجب دشواری فرآیندهای بعدی نظیر فیلتراسیون (برای جداکردن مایع از جامد) می‌شود.
گزینه ۳: چون عملیات در فاز مایع است فشار تأثیر چندانی ندارد.
گزینه ۴: بالا بردن دما موجب افزایش حلالیت شکر در آب می‌شود اما اگر دما بالاتر از 100°C باشد که اساساً فاز مایعی نداریم و فرآیند لیچینگ در کار نیست.
بنابراین گزینه‌های ۳ و ۴ را با قطعیت می‌توان رد کرد اما گزینه‌های ۱ و ۲ هر دو می‌توانند صحیح باشند.

۱۱۰. گزینه ۱ درست است.

با ازدیاد تعداد ضربان‌ها راندمان ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۱۱۱. گزینه ۴ درست است.

در محلول آب و الکل به دلیل تشکیل آزنوتروپ مینیمم جوش، محلول آزنوتروپی از الکا خالص و از آب خالص نیز فرارتر است لذا از بالای برج محصول آزنوتروپی خارج می‌شود. اما در پایین برج اگر خوراک رقیق باشد ($z_F < 0.9$) محصول خروجی تقریباً آب خالص است و اگر خوراک غلیظ باشد ($z_F > 0.9$) از پایین برج الکل تقریباً خالص خارج می‌شود.

۱۱۲. گزینه ۲ درست است.

۱۱۳. گزینه ۳ درست است.

$$Fx_F = Lx_L$$

$$10\,000 \times 0.2 = L \times 0.5 \rightarrow L = 4000 \frac{\text{Lb}}{\text{h}}$$

$$V = F - L = 10\,000 - 4000 = 6000 \frac{\text{Lb}}{\text{h}}$$

$$\text{Economy} = \frac{V}{S} = \frac{6000}{77000} = 0.78$$

۱۱۴. گزینه ۴ درست است.

۱۱۵. گزینه ۱ درست است.

اگر ارتفاع برج بسیار زیاد باشد از حیث تئوری

$\text{Min}(T_{L_{\text{out}}}) = T_W$ (دمای حباب مرطوب هوای ورودی)

اما در شرایط واقعی دمای آب خنک خروجی از پایین برج بین 2 تا 5°C بالاتر از دمای حباب مرطوب هوای ورودی است.

پاسخ تشریحی توسط: محمدرضا سمیعی گهر

۱۱۶. گزینه ۳ درست است.

در درجه‌های مثبت از واکنش‌دهنده ← بهتر بود در ابتدا غلظت واکنش بالا باشد تا سرعت واکنش بالا باشد. پس اگر ابتدا راکتور لوله‌ای و سپس مخلوط‌شونده قرار گیرد درصد تبدیل بیش‌تر خواهد بود.
البته قطعاً در این‌جا هم مثل سال‌های گذشته فرض بر این است که واکنش در راکتور مخلوط‌شونده اول به اتمام نرسد!
سوال در کلیشه بود!
سطح سوال متوسط

۱۱۷. گزینه ۱ درست است.

* در راکتورهای مخلوط‌شونده و سری با واکنش درجه صفر:

$$x_N = \frac{Nk\tau}{C_{A0}} \Rightarrow 0.7 = \frac{4 \times k \times 1}{1} \Rightarrow k = 0.175$$

سوال در کلیشه بود!
سطح سوال ساده

۱۱۸. گزینه ۴ درست است.

برای اینکه مقدار ماده R زیاد باشد:

$$\frac{r_R}{r_C} = \frac{k_1 C_A C_B}{k_2 C_A} = \frac{k_1}{k_2} C_B$$

$$\frac{r_R}{r_D} = \frac{k_1 C_A C_B}{k_3 C_B} = \frac{k_1}{k_2} C_A$$

بنابراین C_B و C_A باید بالا باشد.

۱۱۹. گزینه ۱ درست است.

برای انتخاب نوع راکتور بایستی به دو نکته توجه کرد:



(۱) در ابتدا با توجه به این‌که مسیر مطلوب درجه کم‌تری دارد بایستی غلظت پایین باشد.

۲) سپس با توجه به این که با یک واکنش سری $A \xrightarrow{1} B \xrightarrow{1} D$ هم درجه طرف هستیم بایستی راکتوری انتخاب شود که از اختلاط جلوگیری نماید.

بنابراین راکتوری بین مخلوط شونده و لوله‌ای مناسب است.
البته این تست در سال‌های قبل دقیقاً مطرح شده و راکتور لوله‌ای مدنظر طراح بوده است.

سوال در کلیشه بود!

سطح سوال متوسط

۱۲۰. گزینه ۲ درست است.

$$\frac{r_R}{r_T} = \frac{k_1 C_A C_B}{k_2 C_A^2} = \frac{k_1}{k_2} \cdot \frac{C_B}{C_A}$$

بایستی C_B زیاد و C_A کم باشد.

۱۲۱. گزینه ۲ درست است.

ابتدا 4 پارامتر اصلی را تعیین می‌کنیم:

راکتور M + واکنش $\varepsilon \neq 0$ برگشت‌ناپذیر + درجه صفر

$$\tau = \frac{C_{A0} x_A}{0.5 C_A} = \frac{x_A}{0.5(1-x_A)} \quad , \quad \tau = \frac{100}{100} = 1$$

$$1 + \varepsilon_A x_A$$

$$\left(\varepsilon_A = \frac{\Delta x}{a} y_A = \frac{3-1}{1} \times 1 = 2 \right)$$

$$1 = \frac{x_A(1+2x_A)}{0.5(1-x_A)} \Rightarrow 1-x_A = 2x_A + 4x_A^2 \Rightarrow$$

$$x_A^2 + \frac{3}{4}x_A - \frac{1}{4} = 0 \Rightarrow \left(x - \frac{1}{4} \right) (x+1) = 0 \begin{cases} x = \frac{1}{4} \text{ ق ق} \\ x = -1 \text{ ع ق} \end{cases}$$

$$\bar{t} = \frac{V}{V_F} = \frac{V}{v_0(1+\varepsilon_A x_A)} = \frac{1}{1+0.25 \times 2} = \frac{1}{1.5} = 0.67$$

سوال در کلیشه نبوده است!

سطح سوال دشوار

۱۲۲. گزینه ۲ درست است.

$$v = v_0(1 + \varepsilon_A x_A) \quad , \quad \left[\varepsilon_A = \frac{\Delta x}{a} y_A = \frac{2-1}{1} \times 0.5 = 0.5 \right]$$

$$v = v_0(1 + 0.5 \times 0.6) = v_0 \times 1.3$$

$$v = v_0(1 + \varepsilon_A x_A) \quad , \quad \left[\varepsilon_A = \frac{\Delta x}{a} y_A = \frac{2-1}{1} \times 0.5 = 0.5 \right] = \frac{v - v_0}{v_0} = \frac{1.3v_0 - v_0}{v_0} = 0.3$$

سوال در کلیشه بوده است.

سطح سوال ساده

۱۲۳. گزینه ۳ درست است.

معادله عملکرد راکتور ناپیوسته در حالت حجم متغیر:

$$t = \int \frac{C_{A0} dx_A}{-r_A (1 + \varepsilon_A x_A)} = \int \frac{C_{A0} dx_A}{4C_A^{0.75} (1 + \varepsilon_A x_A)}$$

در حالت حجم متغیر حل انتگرال مشکل است پس مد نظر طراح حجم ثابت بوده است اما در حالت حجم ثابت:

$$t = \int \frac{dC_A}{4C_A^{0.75}} = \frac{1}{4} \int C_A^{-0.75} dC_A = \frac{1}{4} C_A^{0.25} \Big|_{C_A}^{C_{A0}} = C_{A0}^{0.25} - C_A^{0.25}$$

$$2 = 1 - C_A^{0.25} \Rightarrow C_A^{0.25} = -1$$

پس واکنش به اتمام رسیده است.

سوال در کلیشه بود!

سطح سوال متوسط

۱۲۴. گزینه ۱ درست است.

راه تستی: اعمال شرایط خاص:

اگر زمان اقامت صفر باشد در واقع اصلاً راکتوری وجود ندارد که تبدیلی صورت گیرد $\left(\tau = \frac{V}{v_0} \right)$ پس غلظت A همان غلظت

اولیه $C_{A0} = 1$ خواهد بود. (این تست قبلادر کنکور مطرح شده است)

سوال در کلیشه می باشد.

سطح سوال ساده

۱۲۵. گزینه ۳ درست است.

باز هم:

$$x_A = \frac{Nk\tau}{C_{A0}} = \frac{5 \times 0.2 \times \frac{100}{100}}{0.05} = 20$$

بنابراین $x_A > 1$ پس درصد تبدیل را 100 درصد در نظر می گیریم.

سوال در کلیشه می باشد.

سطح سوال ساده

۱۲۶. گزینه ۱ درست است.

سرعت واکنش در راکتور اول:

$$\tau_1 = \frac{(C_{A0} - C_{A1})}{-r_A)_1}$$

$$\tau_1 = \frac{(C_{A1} - C_{A2})}{-r_A)_2}$$

$$\frac{r_A)_1}{r_A)_2} = \frac{\tau_2 (C_{A0} - C_{A1})}{\tau_1 (C_{A1} - C_{A2})} = \frac{\tau_2 (C_{A0} - \sqrt{C_{A0} \cdot C_{A2}})}{\tau_1 (\sqrt{C_{A0} \cdot C_{A2}} - C_{A2})}$$

سرعت واکنش در راکتور دوم:

بنابراین این نسبت به غلظت اولیه وابسته می‌باشد.

۱۲۷. گزینه ۴ درست است.

* دقت شود چون گفته شده میزان تبدیل خروجی از راکتورها 40, 50, 60 است پس میزان تبدیل از سیستم همان 60 است. ولی اگر قابلیت تبدیل راکتورها را به ترتیب 40, 50, 60 می‌داد آن‌گاه:

$$C_{A0} \xrightarrow[60\% \text{ درصد تبدیل نشده}]{40\% \text{ درصد تبدیل شود}} \text{مانده } (0.6C_{A0}) \xrightarrow[50\%]{0.5} 0.3C_A \xrightarrow[40]{60} 0.12C_{A0}$$

$$x_A = 1 - \frac{0.12C_{A0}}{C_{A0}} = 0.88$$

که در این صورت گزینه ۲ درست می‌بود.

سوال کلیشه‌ای نبوده!

سطح سوال متوسط

۱۲۸. گزینه ۴ درست است.

$$t = \int \frac{dC_A}{k} \Rightarrow kt = C_{A0} - C_A = \frac{P_{A0}}{RT} - \frac{P_A}{RT}$$

$$kt = \frac{1}{RT} \times \frac{a}{\Delta x} (\pi - \pi) \Rightarrow$$

$$k = \frac{1}{0.082 \times 1220} \times \frac{2}{-1} (1.5 - 2) \times \frac{1}{4} = 0.0025!!!$$

البته که حساب کردن بدون ماشین حساب سخت بوده است!

سوال در کلیشه بوده است.

سطح سوال متوسط

۱۲۹. گزینه ۴ درست است.

$$C_A = \frac{C_{A0}(1-x_A)}{1+\varepsilon_A x_A}, \quad \varepsilon_A = \frac{\Delta u}{a}, \quad y_A = \frac{3-1}{1} \times 0.5 = 1$$

$$1 = \frac{2(1-x_A)}{1+x_A} \Rightarrow 1+x_A = 2-2x_A \Rightarrow x_A = \frac{1}{3}$$

سوال در کلیشه بوده است.

سطح سوال متوسط

۱۳۰. گزینه ۲ درست است.

درصد تبدیل حداکثر در واکنش‌های برگشت‌پذیر همان درصد تبدیل تعادلی است:

$$\left. \begin{aligned} k_1 C_A &= k_2 C_R \\ \frac{C_{A0}}{a} &= \frac{C_R - C_{R0}}{3} \end{aligned} \right\} \frac{k_1}{k_2} = \frac{C_{A0} - C_A + C_{R0}}{C_A} \Rightarrow$$

$$3 = \frac{2 - C_A + 2}{C_A} \Rightarrow 4C_A = 4 \Rightarrow C_A = 1$$

$$x_A = 1 - \frac{C_A}{C_{A0}} = 1 - \frac{1}{2} = 0.5$$

سوال در کلیشه بوده است.
سطح سوال متوسط

پاسخ تشریحی توسط: محمدرضا سمیعی گهر

۱۳۱. گزینه ۲ درست است.

یک معادله دیفرانسیل مرتبه اول وقتی کامل است که:

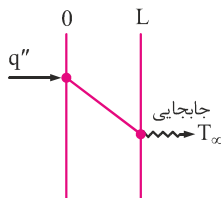
$$Mdx + Ndy$$

$$\frac{dM}{dy} = \frac{dN}{dx} \Rightarrow 0 + \frac{-1}{y^2} = \frac{+2a}{y^2} \Rightarrow a = -\frac{1}{2}$$

این سؤال جزء کلیشه‌های معادلات دیفرانسیل بود!

نوع سؤال: ساده

۱۳۲. گزینه ۴ درست است.



$$\cos x = 0 \quad q''A = -k \frac{dT}{dx} \Big|_{x=0} \Rightarrow q'' = -k \frac{dT}{dx} \Big|_{x=0}$$

$$\cos x = L \quad -k \frac{dT}{dx} \Big|_{x=L} = h(T - T_{\infty})$$

این سؤال جزء کلیشه‌های مدل‌سازی و جداسازی بود!

نوع ساده: ساده

۱۳۳. هیچ کدام از گزینه‌ها صحیح نیست.

ابتدا دو خط می‌کشیدیم:

پس در راستای $y \leftarrow \sinh$ یا \cosh چون در $y = 0$ شرط مرزی نوع اول $\leftarrow \sinh$

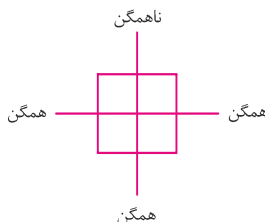
پس در راستای $x \leftarrow \sin$ یا \cos چون در $x = 0$ شرط مرزی نوع اول $\leftarrow \sin$

پس در جهت $x (\sin)$ و در جهت $y (\sinh)$ داریم. که در گزینه‌ها به اشتباه گزینه ۴ را جایجا نوشته‌اند.

• مشابه این تست بارها و بارها در کنکور مطرح شده مثلاً سال ۱۳۸۴ مهندسی شیمی

این سؤال جزء کلیشه‌های جداسازی بود!

نوع سؤال: ساده



۱۳۴. گزینه ۳ درست است.

$$P_n(-x) = (-1)^n P_n(x)$$

این سؤال کلیشه‌ای نبود!

سطح سؤال: مشکل و حفظی

۱۳۵. هیچ کدام از گزینه‌ها صحیح نمی‌باشد.

گزینه‌ها از نظر ابعادی مشکل دارد.

$$\frac{d}{dx} \left(x \frac{d\theta}{dx} \right) - \frac{hw}{k \sin \theta} \cdot x\theta = 0$$

$$\text{ابعاد: } \frac{m \cdot \frac{k}{m} - \frac{j}{m^2 k} \cdot m \cdot m \cdot k}{\frac{j}{m \cdot k}} = 0$$

$$\frac{k}{m} - k \cdot m = 0$$

هیچ کدام طبق آنالیز ابعادی دو عدد غیر هم بعد با هم جمع نمی‌شود!

(این تست مشابه تست مهندسی مخازن هیدروکربوری سال ۸۷ است)

۱۳۶. گزینه ۳ درست است.

$$I_0(0) = J_0(0) = 1$$

این هم جزء کلیشه‌های بسل بود!

سطح سؤال: ساده

۱۳۷. گزینه ۲ درست است.

در صورت سؤال ذکر شده است که T_F نسبت به r تغییر نمی‌کند پس گزینه‌های ۱ و ۳ و ۴ همگن غلط است زیرا $\frac{dT_F}{dN} = 0$ است.

مقدار حرارتی که به‌وسیله جابجایی سیال حمل شده = مقدار حرارتی که با هدایت از دیواره به سیال آمده است

$$-k_s \frac{dT_s}{dr} \Big|_{r_i} = h_f \left(T_f - T_s \Big|_{r=r_i} \right)$$

سؤال کلیشه‌ای نبود!

سطح سؤال: متوسط

۱۳۸. گزینه ۲ درست است.

ترم نفوذ در راستای شعاعی استوانه = $(D/r) \frac{d}{dr} (r \cdot \frac{dC}{dr})$

$$\text{ترم انباشت جرمی } \frac{dC_A}{dt}$$

این هم جزء کلیشه‌ای سؤالات بود!

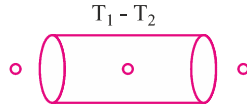
سطح سؤال: ساده

۱۳۹. گزینه ۱ درست است.

می‌دانیم همواره یک شرط مرزی نهفته در استوانه و کره توپر به صورت زیر وجود دارد:

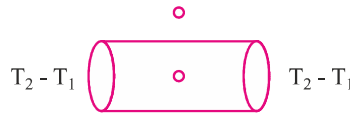
$$\left. \frac{dT}{dr} \right|_{r=0} = 0$$

اگر از تغییر متغیر $\theta = T - T_2$ استفاده شود:



پس به روش جداسازی قابل حل است.

اگر از تغییر متغیر $\theta = T - T_1$ استفاده شود:



که از روش جداسازی قابل حل نیست.

سؤال کلیشه‌ای نبود!

سطح سؤال: متوسط

۱۴۰. گزینه ۱ درست است.

$$\frac{d}{dz} \operatorname{erf}(z) = z' \frac{2}{\sqrt{\pi}} e^{-z^2}$$

$$q'' = k \cdot \frac{dT}{dx} = k \frac{d}{dx} \operatorname{erf}(x^2 - et) = k 2x \cdot \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot e^{-(x^2 - et)^2}$$

$$q'' = \frac{4kx}{\sqrt{\pi} e^{(x^2 - et)^2}}$$

راه تستی:

* در دو حالت بایستی q'' صفر باشد:

(۱) در $x = 0$ در روی سطح

(۲) در حالت پایدار $t \rightarrow \infty$

سؤال کلیشه‌ای نبوده!

سطح سؤال: سخت

* دقت شود ۸ سؤال تا اینجا از مدل‌سازی و جداسازی و ترکیب بوده است!

۱۴۱. هیچ کدام از گزینه‌ها صحیح نمی‌باشد.

هیچ کدام از گزینه‌ها ماتریس غالب قطری نمی‌باشد:

$$|a_{ii}| > \sum_{i \neq j} |a_{ij}|$$

$$\begin{pmatrix} -4 & -7 & -12 \\ 2 & 4 & 1 \\ 7 & 3 & -1 \end{pmatrix} \quad (۴)$$

$$\begin{pmatrix} 2 & 4 & 1 \\ 7 & 3 & -1 \\ -4 & -7 & -1 \end{pmatrix} \quad (۳)$$

$$\begin{pmatrix} -4 & -7 & -12 \\ 2 & 4 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \end{pmatrix} \quad (۲)$$

$$\begin{pmatrix} 7 & 3 & -1 \\ -4 & -7 & -2 \\ 2 & 4 & 1 \end{pmatrix} \quad (۱)$$

این سؤال هم کلیشه‌ای بوده است.

سطح سؤال: ساده

۱۴۲. گزینه ۲ درست است.

این تست کپی شده از روش تست مهندسی شیمی در سال ۹۰ است!
روش اویلر اصلاح شده:

$$P_{i+1} = P_i + \frac{h}{2}(P'_i + P'_{i+1}) = P_i + \frac{h}{2}(t_i + 3P_i + t_{i+1} + 3P'_{i+1})$$

$$(t_i = 2, P_i = 1)(t_{i+1} = 3, P'_{i+1} = \text{از اویلر حساب شود})$$

$$P'_{i+1} = P_i + hP'_i = 2 + 1 \times (1 + 3) = 6$$

$$\text{پس } P_{i+1} = 2 + \frac{1}{2}(1 + 3 + 2 + 18) = 14$$

پس اختلاف اویلر و اویلر اصلاح شده برابر 8 می‌باشد.

این سؤال هم کلیشه‌ای بوده است!

سطح سؤال: متوسط

۱۴۳. گزینه ۱ درست است.

در روش هیون (اویلر اصلاح شده) متوسط شیب در ابتدا و انتهای بازه استفاده می‌کردیم در صورتی که در روش Midpoint:

$$y_{n+1} = y_n + hf\left(t + \frac{h}{2}, y_n + \frac{h}{2}f(t_n, y_n)\right)$$

این سؤال هم کلیشه‌ای بود!

سطح سؤال: متوسط

۱۴۴. گزینه ۳ درست است.

در حل به روش اویلر:

$$y_{i+1} = y_i + hy'_i$$

$$y(0.1) = y(0) + 0.1y'(0) = 0 + 0.1 \times 1 = 0.1$$

$$y'_{i+1} = y'_i + hy''_i = y'_i + h(y'_i + y_i)$$

با توجه به معادله داده شده در صورت سؤال

$$y'(0.1) = 1 + 0.1(1 + 0) = 1.1$$

این سؤال کلیشه نبود!

سطح سؤال: ساده

۱۴۵. هیچ کدام از گزینه‌ها صحیح نمی‌باشد.

شیب خط گذرنده از مبدأ:

$$m = \frac{\sum C_i \varepsilon}{\sum C_i^2} = \frac{200 + 5 \times 460}{1 + 25} = \frac{2500}{26} = 96.1$$

این سؤال هم کلیشه بوده است!

سطح سؤال: ساده

۱۴۶. گزینه ۱ درست است.

$$f_{i+1} = f_i + hf'_i + \frac{h^2}{2!} f''_i$$

$$f'_i = \frac{f_{i+1} - f_i}{h} - \frac{h}{2!} \frac{f_{i+2} - 2f_{i+1} + f_i}{h^2} = \frac{64 - 27}{1} - \frac{1}{2} \times \frac{27 - 2 \times 64 + 125}{1}$$

$$f'_i = 37 - \frac{24}{2} = 25$$

این سؤال کلیشه‌ای نبوده!

سطح سؤال: دشوار

۱۴۷. گزینه ۳ درست است.

ابتدا جدول را تشکیل می‌دهیم:

| | | | | | |
|---|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| x | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| y | 0 | $\frac{1}{5}$ | $\frac{2}{6}$ | $\frac{3}{7}$ | $\frac{4}{8}$ |

$$I = \frac{1}{2} \left[0 + 2 \left(\frac{1}{5} + \frac{2}{6} + \frac{3}{7} \right) + \frac{4}{8} \right] =$$

$$I = \frac{1}{5} + \frac{2}{6} + \frac{3}{7} + \frac{1}{4} = \frac{84 + 2 \times 70 + 3 \times 60 + 105}{420} = \frac{509}{420}$$

این سؤال هم در کلیشه‌ها بود!

سطح سؤال: متوسط

۱۴۸. گزینه ۴ درست است.

راه تستی: با دو نکته:

(۱) k_1 باید در T_1 ضرب شود.

(۲) T_1 شامل $i-1$ می‌باشد نه $i+1$

راه تشریحی:

$$-k_1 \frac{dT}{dx} = -k_2 \frac{dT}{dx}$$

↓ ↓

پسرو پیشرو

$$+k_1 \frac{T_{1,i} - T_{1,i-1}}{\Delta x} = +k_2 \frac{T_{2,i+1} - T_{1,i}}{\Delta x}$$

$$T_{1,i} (k_1 + k_2) = k_1 T_{1,i-1} + k_2 T_{2,i+1}$$

$$T_{1,i} = \frac{k_1 T_{1,i-1} + k_2 T_{2,i+1}}{k_1 + k_2}$$

این سؤال در کلیشه‌ای نبوده است.

سطح سؤال: متوسط

۱۴۹. گزینه ۳ درست است.

راه تستی فقط با نکته:

(۱) ضرایب y_{i+1} و y_{i-1} به صورت $(1+0)$ و $(1-0)$ است.

راه تشریحی:

$$ry'' + y' - 2ry = 0$$

$$\frac{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}{h^2} + \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2hr} - 2y_i = 0$$

$$y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1} + \frac{h}{2r}(y_{i+1} - y_{i-1}) - 2h^2 y_i = 0$$

$$y_{i+1} \left(1 + \frac{h}{2r}\right) + y_{i-1} \left(1 - \frac{h}{2r}\right) + y_i (-2 - 2h^2) = 0 \quad (r = ih)$$

$$\underline{\underline{y_{i+1} \left(1 + \frac{1}{2i}\right) + y_{i-1} \left(1 - \frac{1}{2i}\right) - 4y_i = 0}}$$

این سؤال هم در کلیشه است!

سطح سؤال: دشوار

۱۵۰. گزینه ۴ درست است.

می‌بایست ماتریس روش نیوتن را تشکیل داد:

$$\begin{vmatrix} \frac{dF_1}{dx} & \frac{dF_1}{dy} & \frac{dF_1}{dz} \\ \frac{dF_2}{dx} & \frac{dF_2}{dy} & \frac{dF_2}{dz} \\ \frac{dF_3}{dx} & \frac{dF_3}{dy} & \frac{dF_3}{dz} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \end{vmatrix}$$

و سپس مقادیر حدس اولیه را در آن قرار داد:

$$\begin{vmatrix} 2x+2y & 2x & -3 \\ y-3z & x-4y & -3x \\ y^2 & 2xy-1+2z & 2y \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} x^2+2xy-3z \\ xy-2y^2-3z \\ xy^2-y+2yz \end{vmatrix} \times (-1)$$

$$\begin{vmatrix} 4 & 2 & -3 \\ -2 & -3 & -3 \\ 1 & 3 & 2 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 \\ +4 \\ -2 \end{vmatrix}$$

این سؤال در کلیشه نبوده است!

سطح سوار: دشوار