

۴۶) گزینه «۲» پاسخ صحیح می باشد.

$$q - w_s = \Delta h \xrightarrow{q=0} w_s = -\Delta h \xrightarrow{\Delta h^{ig} = C_p^{ig} \Delta T} w_s = -C_p^{ig} (T_2 - T_1)$$

در حالت آدیاباتیک برگشت پذیر رابطه مقابل را داریم:

$$\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{C_p - C_v}{C_p}} \Rightarrow \left(\frac{T_2}{800}\right) = \left(\frac{150}{1200}\right)^{\frac{0.75 - 0.5}{0.75}} \Rightarrow T_2 = 400 \text{ K}$$

$$w_s = -0.75 \times (400 - 800) = 300 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

علامت مثبت به این معنی است که کار در حال تولید شدن است.

۴۷) گزینه «۴» پاسخ صحیح می باشد.

$$\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} \Rightarrow \left(\frac{T_2}{300}\right) = \left(\frac{27 \times 10^5}{1 \times 10^5}\right)^{\frac{1.5 - 1}{1.5}} \Rightarrow T_2 = 900 \text{ K}$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{C_p}{C_p - R} \Rightarrow C_p = \frac{R\gamma}{\gamma - 1}$$

$$w_s^{id} = -\Delta h^{id} = -C_p (T_2 - T_1) = -\frac{R\gamma}{\gamma - 1} (T_2 - T_1) = -\frac{2 \times 1.5}{1.5 - 1} (900 - 300) = -3600$$

$$\eta_c = \frac{w_s^{id}}{w_s^{real}} \Rightarrow 0.9 = \frac{-3600}{w_s^{real}} \Rightarrow w_s^{real} = -4000 \frac{\text{cal}}{\text{g mol}}$$

علامت منفی به این معنی است که کار در حال مصرف شدن است.

۴۸) گزینه «۱» پاسخ صحیح می باشد.

$$dh = C_p dT + \left[V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \right] dP \xrightarrow{T=\text{cte}} dh = \left[V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \right] dP$$

$$P(V + b) = RT \Rightarrow V = \frac{RT}{P} - b \Rightarrow \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P = \frac{R}{P}$$

$$dh = \left[\frac{RT}{P} - b - T \left(\frac{R}{P} \right) \right] dP = -bdP \Rightarrow \Delta h = -\int_{P_1}^{P_2} bdP = b(P_1 - P_2)$$

۴۹) گزینه «۴» پاسخ صحیح می باشد.

در حالت خفگی مقدار آنتالپی ثابت است. در نتیجه داریم:

$$dh = C_p dT + \left[V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p \right] dP = 0 \Rightarrow \int_{T_1}^{T_2} C_p dT + \int_{P_1}^{P_2} \left[V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p \right] dP = 0$$

$$Z = 1 + \frac{BP}{RT} \Rightarrow \frac{PV}{RT} = 1 + \frac{BP}{RT} \Rightarrow V = \frac{RT}{P} + B \Rightarrow V = \frac{RT}{P} + \alpha + \beta T$$

$$V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p = \frac{RT}{P} + \alpha + \beta T - T \left(\frac{R}{P} + \beta \right) = \alpha$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p dT + \int_{P_1}^{P_2} \left[V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p \right] dP = C_p \int_{T_1}^{T_2} dT + \int_{P_1}^{P_2} \alpha dP = C_p (T_2 - T_1) + \alpha (P_2 - P_1) = 0$$

$$T_2 = T_1 + \frac{\alpha}{C_p} (P_1 - P_2)$$

۵۰) گزینه «۲» پاسخ صحیح می باشد.

$$\delta q = T ds$$

در تحول ایزوترمال رورسیبل گرما برابر است با:

$$du = \delta q - \delta w$$

برای سیستم بسته همواره داریم:

$$du = \delta q - \delta w = T ds - \delta w \xrightarrow{du = T ds - P dv} T ds - P dv = T ds - \delta w \Rightarrow \delta w = P dv$$

$$da = -s dT - P dv \xrightarrow{T = cte} da = -P dv$$

از طرفی داریم:

$$\delta w = -da$$

در نتیجه طبق دو رابطه اخیر خواهیم داشت:

۵۱) گزینه «۴» پاسخ صحیح می باشد.

$$m_2 - m_1 = m_i - m_e \xrightarrow{m_1 = m_e = 0} m_2 = m_i$$

$$m_2 u_2 - m_1 u_1 + m_e h_e - m_i h_i = q - w_s \xrightarrow{q = w_s = h_e = u_1 = 0} m_2 u_2 = m_i h_i \xrightarrow{m_2 = m_i} u_2 = h_i$$

دما در ابتدا برابر با 400°C است که در این حالت آنتالپی طبق جدول داده شده برابر $\frac{3254}{\text{kg}}$ kJ است.

$$u_2 = 3254 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \Rightarrow 500 < T_2 < 600$$

$$\begin{array}{l} T \quad u \\ 500 \quad 3119 \\ T_r \quad 3254 \\ 600 \quad 3293 \end{array} \Rightarrow \frac{T_r - 500}{3254 - 3119} = \frac{600 - 500}{3293 - 3119} \Rightarrow T_r = 577^\circ\text{C}$$

(۵۲) گزینه «۳» پاسخ صحیح می باشد.

$$Z = \frac{PV}{RT} \Rightarrow \left(\frac{\partial Z}{\partial P} \right)_T = \frac{1}{RT} \left[V + P \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T \right] \Rightarrow \frac{1}{Z} \left(\frac{\partial Z}{\partial P} \right)_T = \frac{1}{P} + \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$$

$$k = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T \Rightarrow \frac{1}{Z} \left(\frac{\partial Z}{\partial P} \right)_T = \frac{1}{P} - k$$

(۵۳) گزینه «۲» پاسخ صحیح می باشد.

$$H^R = H - H^{ig} \Rightarrow \Delta H^R = \Delta H - \Delta H^{ig}$$

در شیر انبساط مقدار آنتالپی واقعی ثابت است.

$$\Delta H^R = -\Delta H^{ig} \Rightarrow H_r^R - H_1^R = -C_p^{ig} (T_r - T_1) \Rightarrow -20 - (-220) = -20 \times (T_r - T_1) \Rightarrow$$

$$(T_r - T_1) = -10$$

(۵۴) گزینه «۳» پاسخ صحیح می باشد.

نکته: در فرایندهای پلی تروپیک ($Pv^n = cte$) هرچه n به سمت صفر برود از نظر کاری بهتر است. یعنی در فرایندهایی که قرار است کار تولید شود، کار بیشتری تولید می شود و در فرایندهایی که قرار است کار مصرف شود کار کمتری مصرف می شود.

برای فرایند فشار ثابت، دما ثابت و آدیاباتیک بترتیب n برابر صفر، ۱ و ۱/۵ است. در نتیجه در فرایندهای تراکمی خواهیم داشت: کار فشار ثابت > کار همدمما > کار آدیاباتیک

(۵۵) گزینه «۳» پاسخ صحیح می باشد.

$$nG = 2n + 3(n_1 - n_r) = \Delta n_1 - n_r$$

$$\mu_1 = \left(\frac{\partial (nG)}{\partial n_1} \right)_{T,P,n_r} = \Delta$$

۵۶) گزینه «۱» پاسخ صحیح می باشد.

$$s = S(T, P) \Rightarrow ds = \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P dT + \left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T dP = \frac{C_P}{T} dT - \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P dP = \frac{C_P}{T} dT - \alpha V dP$$

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_S \xrightarrow{ds=0} \frac{C_P}{T} dT - \alpha V dP = 0 \Rightarrow \alpha V dP = \frac{C_P}{T} dT \Rightarrow \left(\frac{dP}{dT}\right)_S = \frac{C_P}{\alpha VT}$$

۵۷) گزینه «۲» پاسخ صحیح می باشد.

از آنجایی که معادله کلی است پس بایستی برای گاز ایده آل نیز صادق باشد. برای گاز ایده آل ضریب تراکم پذیری و ضریب فوگاسیته برابر یک است در نتیجه داریم:

$$\ln \lambda = 1 - c - \ln \lambda \Rightarrow c = 1$$

۵۸) گزینه «۱» پاسخ صحیح می باشد.

$$F = 1, z_1 = z_2 = 0.5, V = 0.5, x_1 = 0.4 \Rightarrow x_2 = 0.6$$

$$x_2 = \frac{z_2}{1 + V(k_2 - 1)} \Rightarrow 0.6 = \frac{0.5}{1 + 0.5 \times (k_2 - 1)} \Rightarrow k_2 = 0.66$$

۵۹) گزینه «۴» پاسخ صحیح می باشد.

$$\ln \phi = \ln \frac{f}{P} = \sum x_i \ln \phi_i = x_1 \ln \phi_1 + x_2 \ln \phi_2$$

$$\ln \frac{f}{P} = 0.5 \times \ln 0.81 + 0.5 \times \ln 0.36 = \ln 0.9 + \ln 0.6 = \ln 0.54$$

$$\frac{f}{P} = 0.54 \Rightarrow f = 200 \times 0.54 = 108$$

۶۰) گزینه «۴» پاسخ صحیح می باشد.

$$\mu_{JT} = \frac{V - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P}{-C_P} = 0 \Rightarrow V - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = 0$$

$$z = 1 + \left(a - \frac{b}{T}\right) \frac{P}{RT} \Rightarrow \frac{PV}{RT} = 1 + \left(a - \frac{b}{T}\right) \frac{P}{RT} \Rightarrow V = \frac{RT}{P} + a - \frac{b}{T} \Rightarrow \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \frac{R}{P} + \frac{b}{T^2}$$

$$V - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \frac{RT}{P} + a - \frac{b}{T} - T\left(\frac{R}{P} + \frac{b}{T^2}\right) = a - \frac{2b}{T} = 0 \Rightarrow T = \frac{2b}{a}$$

۶۱) گزینه «۱» پاسخ صحیح می باشد.

این رابطه برای سیستم‌های بسته یا باز و همچنین برای حالتی که جرم ثابت یا متغیر است صحیح می باشد.

۶۲) گزینه «۳» پاسخ صحیح می باشد.

$$dA = -SdT - PdV \xrightarrow{T=cte} dA = -PdV \xrightarrow{P=cte} \Delta A = -P(V^v - V^l)$$

$$\xrightarrow{PV=ZRT} \Delta A = -RT(Z^v - Z^l)$$

۶۳) هیچکدام از گزینه‌ها صحیح نیست.

$$f_v = \hat{f}_v \Big|_{x_v=1} = 1 - 0 + 2 \times 1^2 = 21, \quad \hat{f}_v \Big|_{x_v=0/4} = 1 - 0/4 + 2 \times (1 - 0/4)^2 = 7/8$$

$$\hat{f}_v = f_v x_v \gamma_v \Rightarrow 7/8 = 21 \times 0/6 \times \gamma_v \Rightarrow \gamma_v = 0/62$$

۶۴) گزینه «۱» پاسخ صحیح می باشد.

$$\ln \phi = \int_0^P \left(\frac{Z-1}{P} \right) dP = \int_0^P \left(\frac{B'P}{P} \right) dP = B'P = \frac{BP}{RT}$$

$$B = y_1^v B_{11} + 2y_1 y_v B_{1v} + y_v^v B_{vv} = 0/5^2 \times (-100) + 2 \times 0/5 \times 0/5 \times (-300) + 0/5^2 \times (-200) = -222$$

$$\ln \phi = \frac{BP}{RT} = \frac{-222}{900} = -\frac{1}{4} \Rightarrow \phi = \exp\left(-\frac{1}{4}\right) = \frac{1}{1/3} = 0/77$$

۶۵) گزینه «۲» پاسخ صحیح می باشد.

$$\frac{G}{RT} = ax_1 x_v \Rightarrow \frac{nG}{RT} = a \frac{n_1 n_v}{n} \Rightarrow \ln \gamma_1 = \left(\frac{\partial \left(\frac{nG}{RT} \right)}{\partial n_1} \right)_{n_v} = a \frac{n - n_1}{n^2} n_v = ax_v^2$$

$$\ln \gamma_1^\infty = \ln \gamma_1 \Big|_{x_1=0} = a \Rightarrow \gamma_1^\infty = e^a$$

$$k_1 = f_1 \gamma_1^\infty = e^a f_1$$