۴۶) گزینه «۲» پاسخ صحیح می‌باشد.

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

در حالت آدیاباتیک برگشت‌پذیر رابطه مقابل را داریم:

$$\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{C_p - C_v}{C_p}} \Rightarrow \left(\frac{T_2}{800}\right) = \left(\frac{150}{1200}\right)^{\frac{0/75 - 0/5}{0/75}} \Rightarrow T_2 = 400\,K$$

$$w_s = -0/75 \times (400 - 800) = 300\,\frac{kJ}{kg}$$

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

---

۴۷) گزینه «۴» پاسخ صحیح می‌باشد.

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

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

$$w_s^{id} = -\Delta h^{id} = -C_p(T_2 - T_1) = -\frac{R\gamma}{\gamma - 1}(T_2 - T_1) = -\frac{2 \times 1/5}{1/5 - 1}(900 - 300) = -3600$$

$$\eta_c = \frac{w_s^{id}}{w_s^{real}} \Rightarrow 0/9 = \frac{-3600}{w_s^{real}} \Rightarrow w_s^{real} = -4000\,\frac{cal}{grmol}$$

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

---

۴۸) گزینه «۱» پاسخ صحیح می‌باشد.

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

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

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

۴۹) گزینه «۴» پاسخ صحیح می‌باشد.

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 می‌باشد.

در تحول ایزوترمال رورسیبل گرما برابر است با: $\delta q = Tds$

برای سیستم بسته همواره داریم: $du = \delta q - \delta w$

$$du = \delta q - \delta w = Tds - \delta w \xrightarrow{du = Tds - Pdv} Tds - Pdv = Tds - \delta w \Rightarrow \delta w = Pdv$$

از طرفی داریم: $da = -sdT - Pdv \xrightarrow{T = cte} da = -Pdv$

در نتیجه طبق دو رابطه اخیر خواهیم داشت: $\delta w = -da$

---

۵۱) گزینه «۴» پاسخ صحیح می‌باشد.

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

$$m_2u_2 - m_1u_1 + m_eh_e - m_ih_i = q - w_s \xrightarrow{q = w_s = h_e = u_1 = 0} m_2u_2 = m_ih_i \xrightarrow{m_2 = m_i} u_2 = h_i$$

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

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

T	u
۵۰۰	۳۱۱۹
$T_۲$	۳۲۵۴
۶۰۰	۳۲۹۳

$$\Rightarrow \frac{T_۲-۵۰۰}{۳۲۵۴-۳۱۱۹}=\frac{۶۰۰-۵۰۰}{۳۲۹۳-۳۱۱۹}\Rightarrow T_۲ \simeq ۵۷۷^\circ C$$

---

۵۲) گزینه «۳» پاسخ صحیح می‌باشد.

$$Z=\frac{PV}{RT}\Rightarrow\left(\frac{\partial Z}{\partial P}\right)_T=\frac{۱}{RT}\left[V+P\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T\right]\Rightarrow\frac{۱}{Z}\left(\frac{\partial Z}{\partial P}\right)_T=\frac{۱}{P}+\frac{۱}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$$

$$k=-\frac{۱}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T\Rightarrow\frac{۱}{Z}\left(\frac{\partial Z}{\partial P}\right)_T=\frac{۱}{P}-k$$

---

۵۳) گزینه «۲» پاسخ صحیح می‌باشد.

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

در شیر انبساط مقدار آنتالپی واقعی ثابت است.

$$\Delta H^R=-\Delta H^{ig}\Rightarrow H_۲^R-H_۱^R=-C_p^{ig}(T_۲-T_۱)\Rightarrow-۲۰-(-۲۲۰)=-۲۰\times(T_۲-T_۱)\Rightarrow$$
$$(T_۲-T_۱)=-۱۰$$

---

۵۴) گزینه «۳» پاسخ صحیح می‌باشد.

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

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 همدما < کار آدیاباتیک

---

۵۵) گزینه «۳» پاسخ صحیح می‌باشد.

$$nG=۲n+۳(n_۱-n_۲)=۵n_۱-n_۲$$

$$\mu_۱=\left(\frac{\partial(nG)}{\partial n_۱}\right)_{T,P,n_۲}=۵$$

۵۶) گزینه «۱» پاسخ صحیح می‌باشد.

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

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

---

۵۷) گزینه «۲» پاسخ صحیح می‌باشد.

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

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

---

۵۸) گزینه «۱» پاسخ صحیح می‌باشد.

$$F = 1, z_1 = z_2 = 0/5, V = 0/5, x_1 = 0/4 \Rightarrow x_2 = 0/6$$

$$x_2 = \frac{z_2}{1 + V(k_2 - 1)} \Rightarrow 0/6 = \frac{0/5}{1 + 0/5 \times (k_2 - 1)} \Rightarrow k_2 = 0/66$$

---

۵۹) گزینه «۴» پاسخ صحیح می‌باشد.

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

$$\ln \frac{f}{P} = 0/5 \times \ln 0/81 + 0/5 \times \ln 0/36 = \ln 0/9 + \ln 0/6 = \ln 0/54$$

$$\frac{f}{P} = 0/54 \Rightarrow f = 200 \times 0/54 = 108$$

---

۶۰) گزینه «۴» پاسخ صحیح می‌باشد.

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

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

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

۶۱) گزینه «۱» پاسخ صحیح می‌باشد.

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

---

۶۲) گزینه «۳» پاسخ صحیح می‌باشد.

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

---

۶۳) هیچکدام از گزینه‌ها صحیح نیست.

$$f_۲ = \hat{f}_۲\Big|_{x_۲=۱} = ۱-۰+۲۰\times ۱^۲ = ۲۱\ ,\ \ \hat{f}_۲\Big|_{x_۱=۰/۴} = ۱-۰/۴+۲۰\times(۱-۰/۴)^۲ = ۷/۸$$
$$\hat{f}_۲ = f_۲x_۲\gamma_۲ \Rightarrow ۷/۸ = ۲۱\times ۰/۶\times\gamma_۲ \Rightarrow \gamma_۲ = ۰/۶۲$$

---

۶۴) گزینه «۱» پاسخ صحیح می‌باشد.

$$\ln\phi = \int_۰^P \left(\frac{z-۱}{P}\right)dP = \int_۰^P \left(\frac{B'P}{P}\right)dP = B'P = \frac{BP}{RT}$$
$$B = y_۱^۲B_{۱۱} + ۲y_۱y_۲B_{۱۲} + y_۲^۲B_{۲۲} = ۰/۵^۲\times(-۱۰۰) + ۲\times ۰/۵\times ۰/۵\times(-۳۰۰) + ۰/۵^۲\times(-۲۰۰) = -۲۲۲$$
$$\ln\phi = \frac{BP}{RT} = \frac{-۲۲۵}{۹۰۰} = -\frac{۱}{۴} \Rightarrow \phi = \exp\left(-\frac{۱}{۴}\right) = \frac{۱}{۱/۳} = ۰/۷۷$$

---

۶۵) گزینه «۲» پاسخ صحیح می‌باشد.

$$\frac{G}{RT} = ax_۱x_۲ \Rightarrow \frac{nG}{RT} = a\frac{n_۱n_۲}{n} \Rightarrow \ln\gamma_۱ = \left(\frac{\partial(\frac{nG}{RT})}{\partial n_۱}\right)_{n_۲} = a\frac{n-n_۱}{n^۲}n_۲ = ax_۲^۲$$

$$\ln\gamma_۱^\infty = \ln\gamma_۱\Big|_{x_۱=۰} = a \Rightarrow \gamma_۱^\infty = e^a$$

$$k_۱ = f_۱\gamma_۱^\infty = e^af_۱$$