Clase 11 19 Agosto 2014

Título de la nota 19/08/2014

Ejercicio

Calcular ΔU, ΔH, ΔS, Q y W en un proceso de expansión adiabática reversible, el cual se lleva a cabo en un sistema aislado de volumen variable. Se han utilizado 3 moles de H_2 de comportamiento perfecto siendo la T inicial de 300 K y la P inicial de 1.5 atm, la expansión se lleva a cabo al doble del volumen inicial. Dibujar los gráficos p vs V, T vs V, T vs P, P vs T y V vs T. Concluir con los resultados.

Respuesta

I: Predicción de variables

Exp. Adiab. Rev.

$n_1 \longrightarrow n_2 = cte$ (sistema aislado) ✓

$T_1 \longrightarrow T_2 \downarrow$ el sistema se enfría ✓

$V1 \longrightarrow V2 \uparrow$ aumenta volumen por expansión ✓

$p1 \rightarrow p2 \downarrow$ la presión disminuye ✓

II Cálculo de variables

$$\boxed{V_1} = \frac{nRT_1}{P_1} = \frac{(3\cancel{mol})(0.082\frac{\cancel{atm}\,L}{\cancel{mol}\,\cancel{K}})(300\cancel{K})}{1.5\,\cancel{atm}}$$

$$= 49.21\,L$$

$$V_2 = 2V_1 = 2(49.2L) = 98.42\,L$$

$$T_2 = T_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$$

γ gas diatómico $= \dfrac{7/2R}{5/2R} = \dfrac{\bar{C_p}}{\bar{C_v}}$

$$T_2 = 300k\left(\frac{1}{2}\right)^{1.4-1}$$

$$\gamma = 7/5 = 1.4$$

$$T_2 = 227.35\,K$$

$$P_2 = P_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma} = 1.5atm\left(\frac{1}{2}\right)^{1.4} = 0.568atm$$

III Predicción de Funciones estado y trayectoria

$\Delta U = \ominus$ por enfriamiento ✓

$\Delta H = \ominus$ por enfriamiento $|\Delta H| > |\Delta U|$ ✓

$Q = 0$ proceso adiabático ✓

$\Delta S = 0$ proceso adiabático reversible ✓

de acuerdo a la primera Ley

$\Delta U = -w$ $\therefore$ $w = -\Delta U$ si $\Delta U = -$

$w = -(-\Delta U) = \oplus$ expansión ✓

IV Cálculo de funciones de estado y trayectoria

$$\Delta U = n\bar{C}_v \Delta T = (3\,mol)\left(\frac{5}{2}R\right)(227.35 - 300)K$$

$$= 3\,mol\left(\frac{5}{2}\,\frac{8.314\,J}{mol\,K}\right)(227.35 - 300)K$$

$$= \boxed{-4529.65\,J}$$

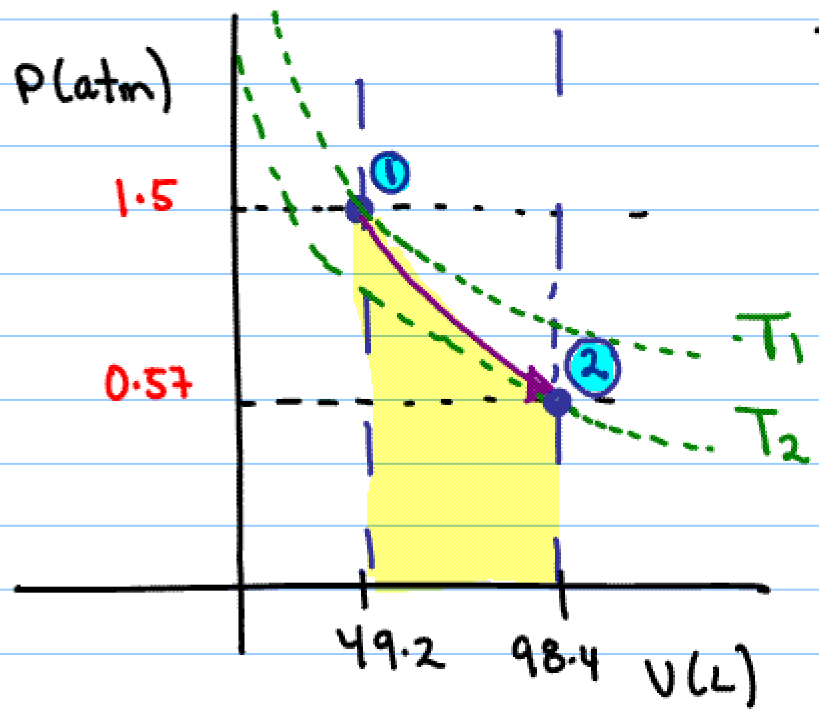
$$\Delta U = -w \qquad w = -(\Delta U) = -(-4529.65\,J) = \boxed{4529.65\,J}$$

$$\Delta S = 0 \qquad Q = 0$$

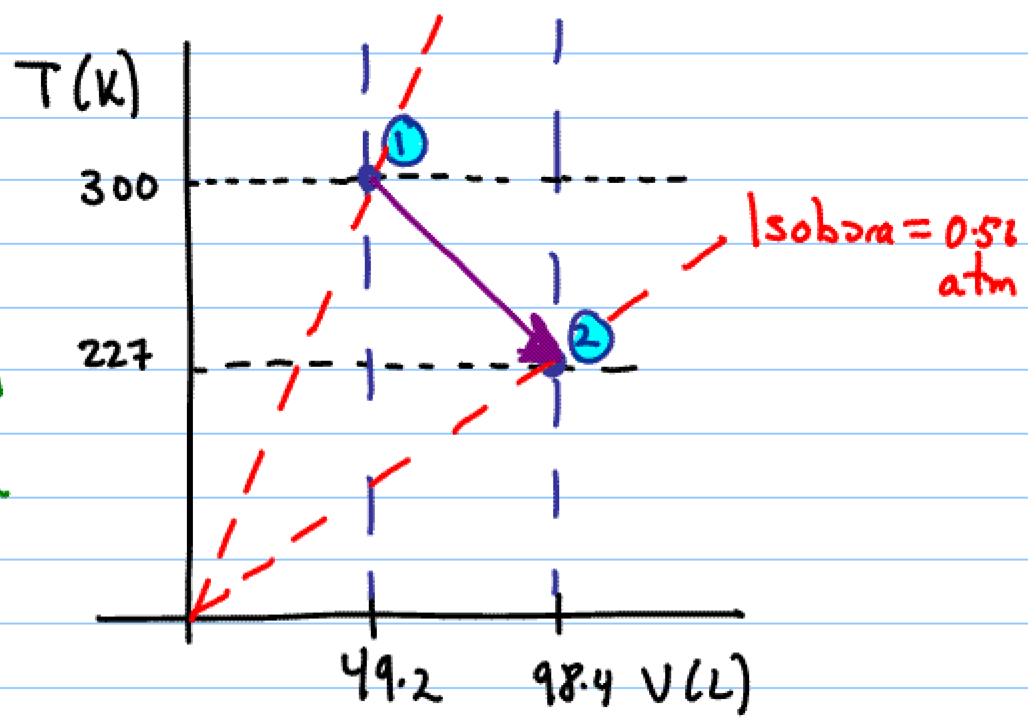
$$\Delta H = n\bar{C}_p \Delta T = \frac{7}{5}\Delta U = \frac{7}{5}(-4529.65\,J) = \boxed{-6341.47\,J}$$

V Diagramas

p vs V



T vs V

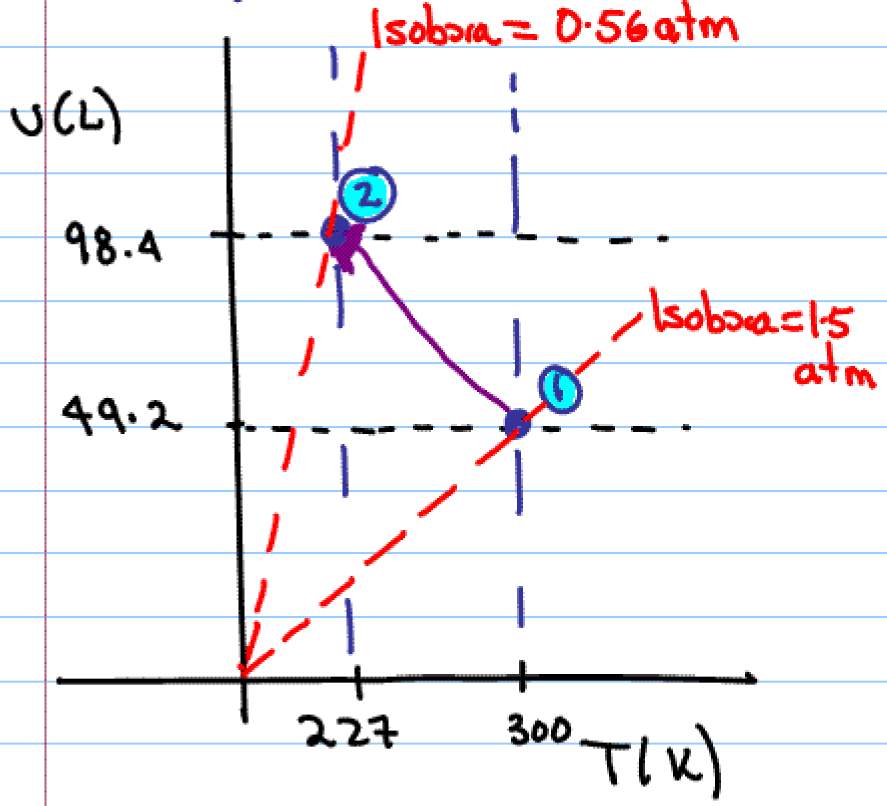


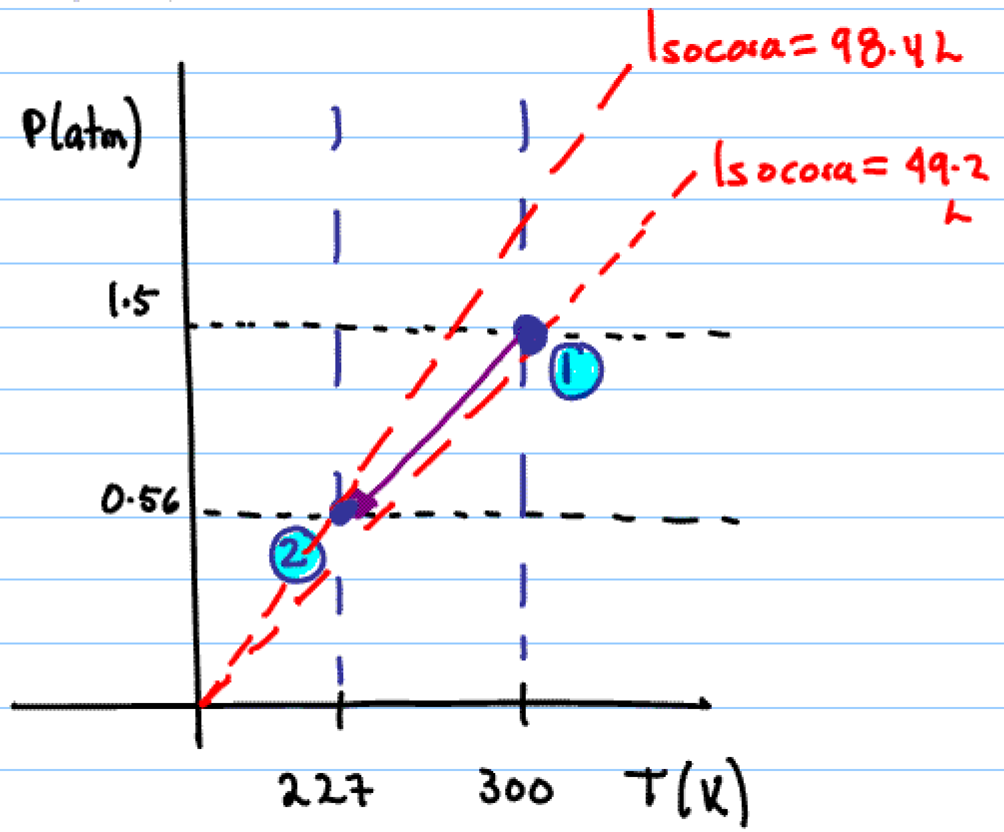
$T_2 < T_1$

$p_2 < p_1$

$V_2 > V_1$

V Diagramas V vs T p vs T





Conclusiones

En una expansión adiabática el sistema se enfría = $\Delta T = \ominus$ ✓

En una expansión adiabática disminuye la energía interna = $\Delta U = \ominus$ ✓

En una expansión adiabatica disminuye la presión $\Delta P = \ominus$ ✓

Aunque se obtenga ΔH $\ominus$ no es adecuado asociarlo al calor porque el sistema es aislado $Q=0$ (no sale, no entra) ✓

Cálculo alterno de W_R en proceso adiabático reversible

Si: $pV^{\gamma} = cte$

Si: $\delta w_R = p\,dV$

$$\int_1^2 \delta w_R = p\int_{V_1}^{V_2} dV$$

$$w_R = p\int_{V_1}^{V_2} dV$$

$$w_R = \frac{cte}{V^{\gamma}}\int_{V_1}^{V_2} dV$$

$$w_R = cte\int_{V_1}^{V_2} V^{-\gamma}\,dV$$

$$w_R = cte\,\frac{V^{-\gamma+1}}{1-\gamma}\Bigg|_{V_1}^{V_2}$$

$$w_R = \frac{p\cancel{V^{\gamma}}\,\cancel{V^{-\gamma}}V^{+1}}{1-\gamma}\Bigg|_{V_1}^{V_2}$$

$$w_R = \frac{pV}{1-\gamma}\Bigg|_{V_1}^{V_2}$$ resolviendo

$$W_R = \frac{p_2V_2 - p_1V_1}{1-\gamma} = \frac{nR(T_2 - T_1)}{1-\gamma}$$

si existe expansión $\quad \Delta T = \ominus$

$$W_R = \frac{nR(-\Delta T)}{1-\gamma} = \oplus \quad \text{correcto}$$

si existe compresión

$$\Delta T = \oplus$$

$$W_R = \frac{nR(\Delta T)}{1-\gamma} = \ominus \quad \text{correcto}$$

Del ejemplo anterior

$W_R = 4529.65\ J$

aplicando la nueva fórmula

$$W_R = \frac{nR(\Delta T)}{1-\gamma}$$

$$W_R = \frac{(3\,mol)\left(8.314\frac{J}{mol\,K}\right)(227-300)K}{1-1.4}$$

$W_R = 4529.65\ J$

cálculo semejante ✓

Tarea

- Revisar proceso adiabático irreversible
- Comparar el proceso reversible vs irreversible con los mismos datos del ejemplo de exp. adiabática.
- Deducir las fórmulas que relacionan las variables del proceso adiabático irreversible