

IL PRIMO PRINCIPIO: I CONCETTI

2.1 Calcolate il lavoro necessario a sollevare la massa di 1.0 kg dell'altezza di 1.0 m sulla superficie (a) della terra, dove $g = 9.8 \text{ m/s}^2$, (b) della luna, dove $g = 1.6 \text{ m/s}^2$.

2.2 Durante la compressione isoterma reversibile di 52.0 mmol di un gas perfetto a 260 K, il volume del gas viene ridotto a un terzo del suo volume iniziale. Calcolate w per questo processo.

2.3 In un beaker di HCl diluito si immerge una laminetta di Mg della massa di 15 g. Quanto lavoro si effettua sopra l'atmosfera circostante (1 atm di pressione, 25°C) in seguito alla reazione che ne consegue?

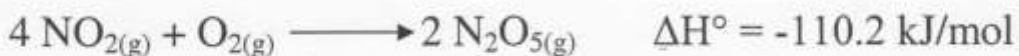
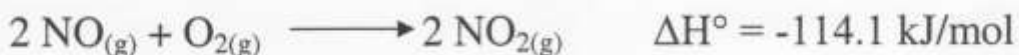
2.4 25 g di un liquido vengono raffreddati da 290 K a 275 K a pressione costante, rilasciando 1.2 kJ di energia sotto forma di calore. Calcolare q e ΔH , nonché la capacità termica del campione.

2.5 Un liquido ha $\Delta H^\circ_{\text{vap}} = + 26.0 \text{ kJ/mol}$. Calcolate q , w , ΔH e ΔU quando 0.50 mol del liquido vengono vaporizzate a 250 K e 750 Torr.

2.6 In un calorimetro vengono bruciati 120 mg di naftalene $\text{C}_{10}\text{H}_8(\text{s})$, causando un innalzamento della temperatura di 3.05 K. Calcolare la capacità termica del calorimetro. Di quanto aumenterebbe la temperatura se venissero bruciati nelle stesse condizioni 100 mg di fenolo $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}(\text{s})$?

2.7 Calcolare l'entalpia standard di soluzione di AgCl in acqua dalle entalpie di formazione del solido e degli ioni acquosi.

2.8 Calcolare l'entalpia standard di formazione di N_2O_5 dai seguenti dati:



2.9 Un pistone che esercita una pressione di 1.0 atm si trova sulla superficie dell'acqua a 100°C. La pressione viene ridotta di un infinitesimo e, come risultato, 10 g di H_2O evaporano e assorbono 22.2 kJ di calore. Calcolare w , ΔU , ΔH , ΔH_m .

2.10 La densità della grafite è 2.27 g/cm^3 e quella del diamante è 3.52 g/cm^3 a una certa temperatura e a 500 kbar di pressione. Di quanto differisce ΔU da ΔH per la transizione grafite $\longrightarrow$ diamante?

2.11 Usa (a) l'equazione del gas perfetto e (b) l'equazione di van der Waals per calcolare $(\partial p / \partial T)_V$ e $(\partial p / \partial V)_T$. Dimostrare che $\partial^2 p / \partial V \partial T = \partial^2 p / \partial T \partial V$.

IL PRIMO PRINCIPIO: I CONCETTI

2.1] $m = 1,0 \text{ kg}$

$h = 1,0 \text{ m}$

$L = ?$

$g_T = 3,8 \text{ m/sec}^2$

$g_L = 1,6 \text{ m/sec}^2$

$L = F \cdot s$

$L_T = -F \cdot h = -(m \cdot g_T) \cdot h = -(1,0 \text{ kg} \cdot 3,8 \text{ m/sec}^2) \cdot 1,0 \text{ m} = -3,8 \text{ J}$

$L_L = -F \cdot h = -(1,0 \cdot 1,6) \cdot 1 = -1,6 \text{ J}$

2.2] Espansione isoterma reversibile

$n^{\circ} \text{ mol} = 0,52 \text{ mmol}$ gas perfetto

$T = 260^{\circ} \text{ K}$

$V_f = V_i/3$

$W = ?$

$W = -\int P dV = -\int \frac{nRT}{V} dV = -nRT \ln \frac{V_f}{V_i} = -0,52 \cdot 8,314 \cdot 260 \cdot \ln \frac{V_i/3}{V_i}$

$= 123,45$

2.3] 15 g Mg

$P = 1 \text{ atm}$



$T = 298^{\circ} \text{ K}$ mol $\text{Mg} = 15 \text{ g} / 24,305 \text{ g/mol} = 0,617 \text{ mol}$

$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0,617 \cdot 8,314 \cdot 298}{101325} = 0,01508 \text{ m}^3$

$W = -P_{\text{ext}} \cdot \Delta V = -101325 \text{ Pa} \cdot (0,01508 \text{ m}^3) = -1527,75$

$W = 1527,75$

2.4] 25 g

$T_1 = 230^{\circ} \text{ K}$

$T_2 = 275^{\circ} \text{ K}$

$q = 1,2 \text{ KJ}$

$\Delta H = ?$ $q = ?$ $C_p = ?$

$q = \Delta H = -1,2 \text{ KJ}$

$q = C_p \cdot \Delta T$ $-1,2 \text{ KJ} = C_p \cdot (275 - 230)$ $C_p = \frac{-1,2 \text{ KJ}}{-15^{\circ} \text{ K}} = 0,08 \frac{\text{KJ}}{^{\circ} \text{ K}}$

$C_p = \frac{0,08 \text{ KJ/}^{\circ} \text{ K}}{25 \text{ g}} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ KJ/}^{\circ} \text{ K g}$

2.5] $\Delta H_{\text{vap}} = +26,0 \text{ KJ/mol}$

$T = 250^{\circ} \text{ K}$

$q = ?$ $W = ?$ $\Delta H = ?$ $\Delta U = ?$

$P = 750 \text{ Torr}$

$n^{\circ} \text{ mol} = 0,50 \text{ mol}$

$$\Delta H = q = 26 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot 0,5 \text{ mol} = 13 \text{ kJ}$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0,5 \cdot 8,314 \cdot 250}{33332} = 0,0104 \text{ m}^3$$

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V$$

$$\Delta U = \Delta H - P\Delta V = 13000 \text{ kJ} - 33332 \cdot 0,0104 = 11,36 \text{ kJ}$$

$$W = -P\Delta V = -33332 \cdot 0,0104 \text{ m}^3 = -1033,3 \text{ kJ}$$

2.6] 120 mg magnesio ($\text{C}_{10}\text{H}_8(\text{s})$)

$$\Delta T = 3,05^\circ\text{K}$$

Calorimetro = ?

$$\Delta T_2 = ?$$

100 mg fenolo ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}(\text{s})$)

$$\Delta H^\circ_{\text{C}_{10}\text{H}_8} = -5157 \text{ kJ/mol (combustione)}$$

$$\Delta H^\circ_{\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}} = -3054 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{moli}_{\text{C}_{10}\text{H}_8} = \frac{0,120 \text{ g}}{128,17 \text{ g/mol}} = 9,36 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\Delta H = q = -5157 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot 9,36 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = -4,828 \text{ kJ}$$

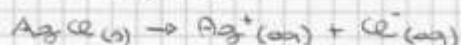
$$q = C \cdot \Delta T \quad -4,828 = C \cdot \Delta T \quad C = \frac{4,828 \text{ kJ}}{3,05^\circ\text{K}} = 1,58 \text{ kJ/}^\circ\text{K}$$

$$\text{moli}_{\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}} = \frac{0,1}{94,11} = 1,063 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\Delta H = q = -3054 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot 1,063 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = -3,245 \text{ kJ}$$

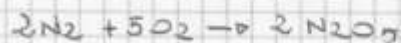
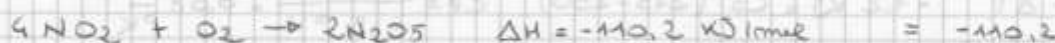
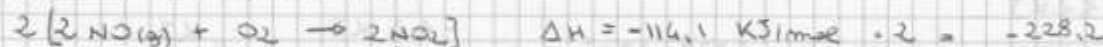
$$\Delta T = \frac{3,245 \text{ kJ}}{1,58 \text{ kJ/}^\circ\text{K}} = 2,05^\circ\text{K}$$

2.7] $\Delta H^\circ_{\text{sol}} \text{ AgCl} = ?$



$$\Delta H^\circ_{\text{sol}} = \Delta H^\circ_{\text{prod}} - \Delta H^\circ_{\text{reag}} = 105,58 + (-167,16) - (-127,07) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = 65,49 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

2.8] $\Delta H^\circ_{\text{formazione}} \text{ N}_2\text{O}_3 = ?$



$$-22,6 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ = 11,3 \text{ kJ/mol}$$

$$2.3] P = 1 \text{ atm}$$

$$T = 100^\circ\text{C} = 373,15 \text{ K}$$

$$\text{massa H}_2\text{O} \hat{=} 10 \text{ g}$$

$$q_{\text{amarela}} = 22,2 \text{ KJ}$$

$$w = ? \quad \Delta U = ? \quad \Delta H = ? \quad \Delta H_m = ?$$

$$n_{\text{mol H}_2\text{O}} = \frac{10 \text{ g}}{18,0152 \text{ g/mol}} = 0,5551 \text{ mol}$$

$$\Delta U = q + w$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0,5551 \cdot 8,314 \cdot 373,15}{101325} = 0,017 \text{ m}^3$$

$$W = -P_{\text{ext}} \cdot \Delta V = -101325 \text{ Pa} \cdot 0,017 \text{ m}^3 = -1721,5 = -1,721 \text{ KJ}$$

$$\Delta U = q + w = +22,2 \text{ KJ} + (-1,721 \text{ KJ}) = 20,5 \text{ KJ}$$

$$q = \Delta H = +22 \text{ KJ} \quad \Delta H_{\text{mol}} = \frac{22,2 \text{ KJ}}{0,5551 \text{ mol}} = 39,99 \text{ KJ/mol}$$

$$2.11] a) P = \frac{nRT}{V}$$

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_{V,n} = \frac{nR}{V}$$

$$\frac{\partial^2 P}{\partial T \partial V} = -\frac{nR}{V^2}$$

$$\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_{T,n} = -nRT \cdot \frac{1}{V^2} = -\frac{nRT}{V^2}$$

$$\frac{\partial^2 P}{\partial V \partial T} = -\frac{nR}{V^2}$$

$$b) P = \frac{nRT}{V-nb} - n\left(\frac{a}{V}\right)^2$$

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_{V,n} = \frac{nR}{V-nb}$$

$$\frac{\partial^2 P}{\partial T \partial V} = \frac{-nR}{(V-nb)^2}$$

$$\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_{T,n} = -nRT \cdot \left(\frac{1}{V-nb}\right)^2 + \frac{2na^2}{V^3}$$

$$\frac{\partial^2 P}{\partial V \partial T} = -\frac{nR}{(V-nb)^2}$$

$$2.10] \rho_{\text{grafite}} = 2,27 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_{\text{diamante}} = 3,52 \text{ g/cm}^3$$

$$P = 500 \text{ Kbar} = 5 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$$

$$\Delta H - \Delta U = ?$$

$$\text{grafite} \rightarrow \text{diamante}$$

$$H = U + PV$$

$$\Delta H = \Delta U + P \Delta V \rightarrow \Delta H - \Delta U = P \Delta V$$

$$V_{\text{mol graf}} = \frac{12,011 \text{ g/mol}}{2,27 \text{ g/cm}^3} = 5,29 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$$

$$V_{\text{mol diamante}} = \frac{12,011}{3,52} = 3,41 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$$

$$\Delta V_m = 3,41 - 5,29 = -1,88 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$$

$$\Delta H - \Delta U = P \cdot \Delta V = 5 \cdot 10^{10} \text{ Pa} \cdot \left(-1,88 \frac{\text{m}^3}{10^6 \text{ mol}}\right) = -9,4 \cdot 10^4 \text{ J/mol}$$